

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J34H16000620009

**U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE**

**LOTTO 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m di San Donà di Piave**

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA**

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I Z 0 4 1 0 R 6 9 R G G E 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S. Romano	Maggio 2021	S. Giugliano	Maggio 2021	S. Lo Presti	Maggio 2021	M. COMEDINI

File: IZ0410R69RGGE0001001A.docx

n. Elab.

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	8
4.1	CARATTERI TETTONICO-STRUTTURALI .....	9
4.2	EVOLUZIONE GEOLOGICA .....	9
4.3	ASSETTO STRATIGRAFICO .....	10
5	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	12
5.1	GEOMORFOLOGIA DELL'AREA .....	12
6	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	14
7	CARTOGRAFIA DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....	18
8	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	20
8.1	CAMPAGNA INDAGINI .....	20
8.1.1	<i>Sondaggi geognostici</i> .....	20
8.1.2	<i>Prove penetrometriche</i> .....	21
8.1.3	<i>Indagini geofisiche</i> .....	22
9	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO .....	23
9.1	UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE .....	23
9.1.1	<i>Depositi quaternari</i> .....	24
9.2	LIVELLI PIEZOMETRICI .....	26
9.3	MONITORAGGIO GAS E ACQUE DI FALDA .....	28
9.4	CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ .....	33
10	SISMICITÀ DELL'AREA .....	35
10.1	SISMICITÀ STORICA .....	37
10.2	SISMICITÀ ATTUALE .....	41

10.3	PERICOLOSITÀ SISMICA .....	47
10.3.1	<i>Caratteristiche sismiche del sito</i> .....	50
10.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	52
10.5	ANALISI DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE .....	53
11	CONCLUSIONI .....	58
12	BIBLIOGRAFIA .....	59

APPENDICE

INDAGINI DISPONIBILI *ITALFERR 2018*

INDAGINI DISPONIBILI *INDAGINI GEOGNOSTICHE BIBLIOGRAFICHE*

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'esecuzione dello studio per il "Potenziamento Linea Venezia Trieste Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m di San Donà di Piave" è stato eseguito il presente studio geologico allo scopo di caratterizzare le aree sulle quali sono in progetto le opere civili.



Figura 1 - Corografia in scala 1:15.000 dell'area di studio geologico con individuazione del sito di progetto (linea blu).

Il lavoro si è svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici esistenti riguardanti l'area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi condotti su ortofoto;
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche disponibili ed appositamente realizzate nell'area di interesse progettuale;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi e degli elaborati cartografici a corredo.

L'area di studio si colloca nella fascia orientale della Regione Veneto, nel territorio comunale di San Donà di Piave.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	5 di 89

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studi è individuabile all'interno del Foglio 52 (S. Donà di Piave) in scala 1:100.000, nelle Tavole 52-IV-NO (S. Donà di Piave) e 52 IV NE (Passarella) in scala 1:25.000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Veneto, negli elementi 106112 e 106151 in scala 1:5.000.

Dal punto di vista morfologico l'area di studio si colloca in un settore pianeggiante della Bassa Pianura Veneta, posto a nord-est della Laguna Veneta e a nord della costa adriatica. Si tratta di un territorio caratterizzato da una debole pendenza (valori dell'ordine dell'1-3 ‰), generalmente orientata da Nord-Nord-Ovest verso Sud-Sud-Est. Le quote topografiche nell'area di interesse variano da 0 a 10 m s.l.m.

Il principale corso d'acqua dell'area è rappresentato dal Fiume Piave, che sgorga nelle Alpi Carniche presso Monte Peralba e sfocia nel Mar Adriatico presso Cortellazzo (VE). Inoltre, la rete idrografica superficiale è rappresentata da ulteriori corsi d'acqua di importanza minore e numerosi canali artificiali che svolgono importanti funzioni irrigue e di scolo, sviluppando una notevole ramificazione e gerarchizzazione anche a livello capillare.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta una sintesi della normativa nazionale e regionale di riferimento per il presente studio:

- D.M. del 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- D.M. LL.PP. del 16/01/1996 "Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche";
- UNI EN del 1997 "Eurocodice 7 e ss.mm.ii. - Progettazione geotecnica";
- UNI EN del 1998 "Eurocodice 8 ss.mm.ii. - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica";
- D.P.R. 380 del 06/06/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- D.M. Infrastrutture del 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per Costruzioni";
- D.M. II.TT. del 04/02/2008 - Circolare 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. Infrastrutture del 14/01/2008".
- D.M. Infrastrutture del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare 7 del 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- RFI DTC SI AG MA IFS 002 A del Dic. 2018: Manuale di progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 7 – Geologia.
- Tariffa IG di RFI in vigore nel 2018.
- RFI DTC SI SP IFS 001 B del 22-12-2018 “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Sez. 3 – Rilievi geologici e indagini geognostiche”.
- RFI DTC INC LG IFS 001 A del 21-12-2012 – “Linea guida per la definizione della graduatoria di priorità dei tratti dell'infrastruttura ferroviaria interessati da fenomeni di dissesto idrogeologico, in base al valore di rischio ferroviario”.
- RFI DTC INC LG IFS 002 A del 09-07-2018 – “Procedure e interventi di protezione della sede dai fenomeni di dissesto idrogeologico”.

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

<b>POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE LOTTO 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m di San Donà di Piave PROGETTO DI FATIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>		
Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
IZ04 10 R 69 SG GE0005 001 A	Indagini Geognostiche	-
IZ04 10 R 69 IG GE0005 001 A	Indagini geofisiche	-
IZ04 10 R 69 PR GE0005 001 A	Prove geotecniche di laboratorio	-
IZ04 10 R 69 RH GE0005 001 A	Monitoraggio piezometrico	-
IZ04 10 R 69 PR GE0005 002 A	Prove di laboratorio-Campioni del sondaggio BH1	
IZ04 10 R 26 GE GE0006 001 A	Relazione Geotecnica	

A corredo della presente relazione sono stati elaborati i seguenti documenti:

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001 A	Carta geologica e profilo geologico	1:2.000/200
IZ04 10 R 69 L6 GE0002 001 A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico	1:2.000/200

#### 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Da un punto di vista geologico-strutturale l'area in esame si colloca nella Bassa Pianura Veneta, a nord della Laguna Veneta. Tale settore è riferibile all'avampaese neogenico-quadernario della Catena Sudalpina orientale SE-vergente, il quale, a partire dal Pliocene, è condiviso con la Catena Appenninica settentrionale NE-vergente. In un contesto regionale più ampio, l'avampaese è situato all'estremità nord-orientale della microplacca adriatica, che sottoscorre verso NW al di sotto delle Alpi s.s. (Castellarin et al. 2006). L'area è caratterizzata da depositi quadernari continentali, di origine alluvionale, fluvio-glaciale e palustre.

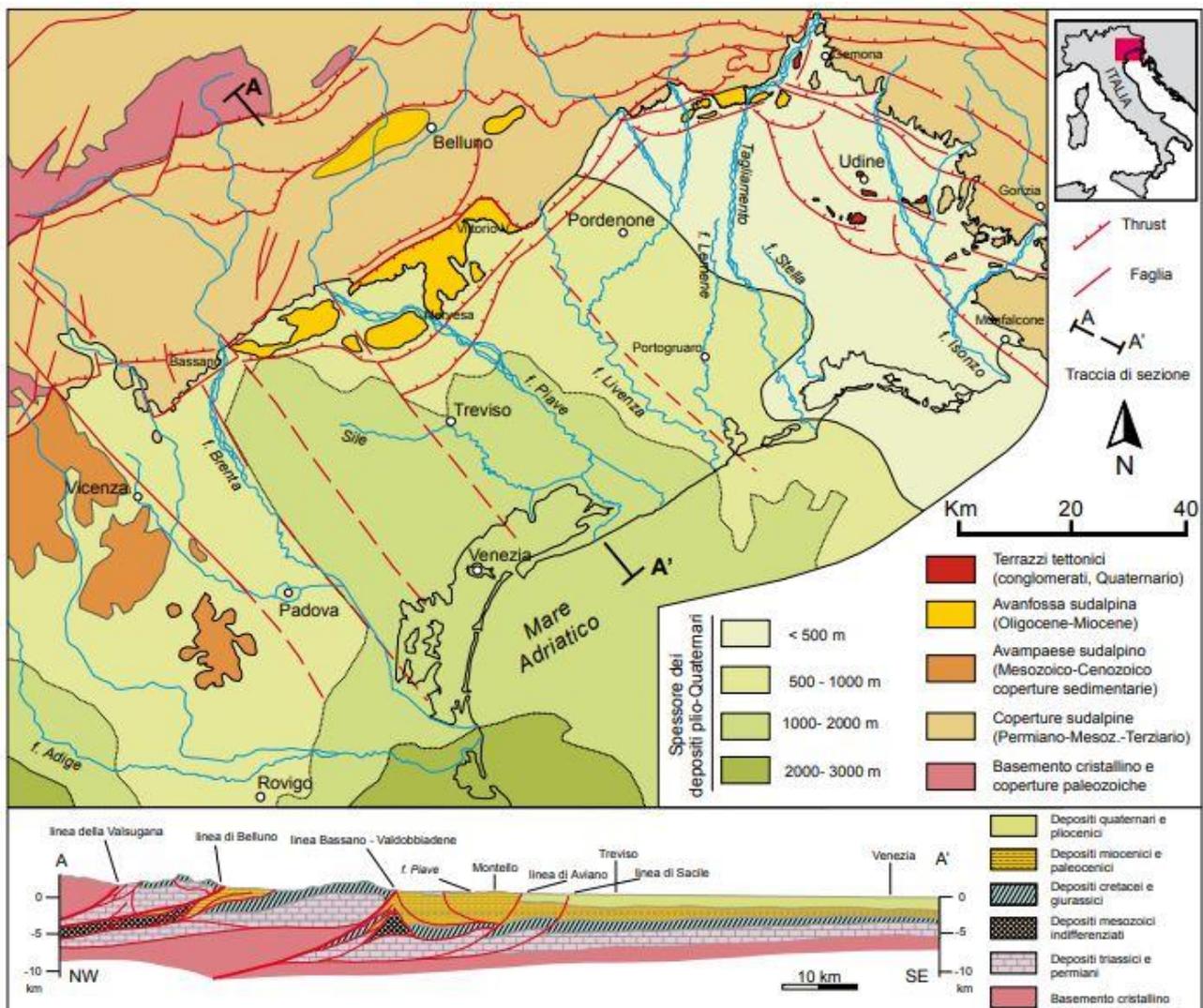


Figura 2 – Schema geologico strutturale della pianura veneto-friulana, con profilo geologico del settore centrale (Provincia di Venezia 2008).

#### 4.1 Caratteri tettonico-strutturali

L'area di studio è situata in un settore di pianura posto a sud della Catena Sudalpina orientale, un sistema a pieghe e sovrascorrimenti retrovergente rispetto alla Catena Alpina (Schmid et al. 2004). La Catena Sudalpina si estende dal sistema della faglia Schio-Vicenza ad ovest al sistema di Idrija (ad est) che interessa la zona al confine italo-sloveno, mentre a nord è separata dal sistema Austroalpino dal Lineamento Periadriatico.

In Veneto, il fronte sudalpino è sepolto sotto la piana alluvionale pedealpina, mentre i thrust più esterni dell'avampese appenninico sono sepolti sotto l'attuale pianura padana orientale (Sugan & Peruzza 2011). L'attività delle strutture sepolte è stata analizzata attraverso dati di sottosuolo ricavati da pozzi e da metodi indiretti di indagine geofisica. Varie faglie con andamento NO-SE che attraversano la pianura veneta, sembra abbiano avuto scarsa attività quaternaria. Al contrario, per la faglia Schio-Vicenza sono presenti evidenze di attivazione quaternaria (Tosi et al. 2007).

La pianura veneto-friulana è ricoperta da una potente successione sedimentaria di età terziaria e quaternaria nella quale sono evidenti le tracce degli eventi magmatici e tettonici succedutisi nel tempo, schematizzabili sinteticamente in tre principali fasi:

- **Evoluzione Pre-Orogenesi** (Paleozoico – Triassico): in questa prima fase il substrato è costituito essenzialmente dal basamento cristallino, caratterizzato da numerose associazioni granitoidi intercalate a rocce clastiche e vulcaniche. Non si hanno significativi eventi tettonici almeno fino all'inizio del Triassico, quando si assiste ad un progressivo *uplift* e ad una estensione dell'area, accompagnata dall'attività magmatica tipica delle fasi iniziali dell'evento eoalpino.
- **Evoluzione Sin-Orogenesi** (Giurassico superiore – Miocene superiore): dal Giurassico superiore – Cretaceo inferiore si assiste alla progressiva apertura del bacino tetideo settentrionale che comporta una prima differenziazione all'interno degli ambienti di sedimentazione del Bacino di Belluno. Quest'ultimo, a sua volta è dislocato da diverse faglie estensionali ad andamento NW-SE, antecedenti alla tettonica trassensionale a direzione prevalentemente NE-SW. Successivamente, durante il Paleogene si assiste alla progressiva scomparsa della Piattaforma Carbonatica Friulana in conseguenza del sollevamento che ha investito l'intera area. Tra l'Oligocene superiore ed il Miocene medio si succede, infine, l'evento Insubrico che conferisce, nel complesso, all'area le caratteristiche strutturali e deposizionali di un avampese distale. Verso sud, quindi, il fronte alpino è ormai sepolto dai depositi di piana alluvionale pedealpina, mentre ad est alcuni dei sovrascorrimenti più esterni, affioranti parzialmente nel mezzo della pianura friulana, danno luogo, attualmente, a terrazzi tettonici sollevati di pochi metri rispetto alle aree limitrofe (Fontana 2006). Dal Serravaliano al Messiniano, infine, durante la fase neoalpina, l'intera area risente del veloce avanzamento verso SE del fronte della catena subalpina orientale.
- **Evoluzione Post-Orogenesi** (Pliocene inferiore - Quaternario): durante il Pliocene inferiore il regime compressivo, in parte ancora esistente nell'area mediterranea settentrionale, favorisce l'avanzamento del fronte appenninico verso NE mentre i continui stress tensionali inducono la crosta continentale adriatica a fessurarsi, con la conseguente formazione del *boulge* periferico che investe l'attuale area lagunare, in seguito sommersa.

#### 4.2 Evoluzione geologica

La paleogeografia della pianura veneta è rappresentata, per tutto il periodo che va dal Giurassico al Cretacico, dal sistema Bacino di Belluno-Piattaforma Carbonatica Friulana (PCF). Tale sistema si è instaurato durante il Giurassico inferiore, in un contesto tettonico estensionale e trassensionale. Il caratteristico andamento a gradini ha evidenziato, durante il Cretacico, un quadro tettonico dominato da faglie normali segmentate da faglie trascorrenti o transtensive. Analogamente all'evento tettonico Dinarico (Cretacico superiore-Eocene), responsabile della

strutturazione delle Dinaridi esterne nella regione sloveno-friulana e dolomitica, l'area analizzata è venuta a trovarsi in un contesto di rialzo periferico di avampaese rispetto ai sovrascorrimenti WSW-vergenti di tale catena (Fontana et al. 2011 e bibliografia citata) Questa serie di eventi ha condotto al sollevamento e alla successiva estinzione della PCF, a fenomeni carsici e di erosione subaerea. Diversamente, nel Bacino di Belluno, lo spazio ereditato dalla subsidenza mesozoica è stato colmato durante il Paleogene, da depositi progradanti verso nord, dapprima emipelagici, poi torbiditi distali e infine deltizi.

Dall'Oligocene superiore, il sottoscorrimento della placca Adriatica al di sotto del sistema alpino s.s. e la trascorrenza destra lungo il Lineamento Periadriatico, hanno portato alla formazione della Catena Sudalpina orientale a pieghe e sovrascorrimenti SE-vergenti (Zanferrari et al. 2008). In tale contesto, tra la fine dell'Oligocene e il Langhiano, l'area veneto-friulana e l'offshore adriatico hanno rappresentato un settore di avampaese distale in lento spostamento verso SSW, registrando una sedimentazione prevalentemente terrigena. Dal Serravalliano al Messiniano, l'avanzare verso SE del fronte della catena Sudalpina orientale ha determinato la formazione di un'avanfossa con depocentro nell'area prealpina veneta orientale e friulana (Massari et al. 1986a; Massari et al. 1986b; Fantoni et al. 2002). La definitiva emersione dell'area è avvenuta a partire dal Pleistocene, grazie al continuo sollevamento dovuto alla strutturazione della Catena Sudalpina.

### 4.3 Assetto stratigrafico

Con diretto riferimento a quanto riportato nella Carta Litologica del Comune di San Donà di Piave in scala 1:25.000 (Figura 3, P.A.T. 2009), le successioni stratigrafiche presenti nell'area di interesse possono essere distinte, dal basso verso l'alto, in:

- **Materiali alluvionali sabbiosi (b2):** Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa. *Olocene*.
- **Materiali alluvionali limo-argillosi (b3):** Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo argillosa. *Olocene*.
- **Materiali di deposito palustre (pl):** Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiera. *Olocene*.
- **Materiali sciolti di alveo fluviale (fl):** Materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione. *Olocene*.
- **Ripporto (h):** Materiali di riporto. *Attuale*.

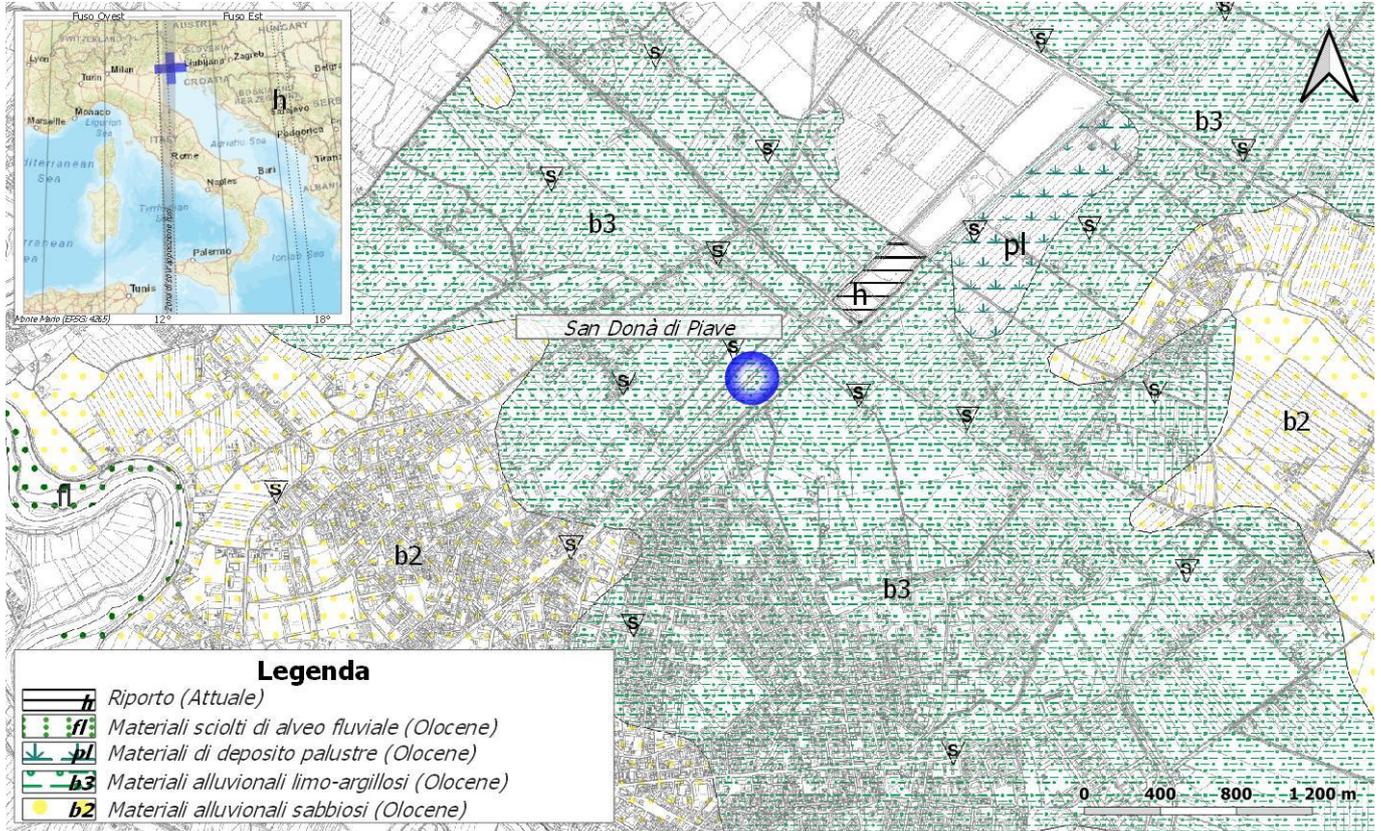


Figura 3 - Stralcio della “Carta Litologica” del comune di San Donà di Piave (P.A.T. 2009 - Scala originale 1:25.000 riprodotta in scala 1:40.000), con indicazione dell’opera di progetto (cerchio blu).

## 5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La genesi della pianura veneto-friulana è legata principalmente allo sviluppo dei grandi fiumi che la attraversano, quali il Fiume Tagliamento, il Piave, il Brenta e l'Isonzo, caratterizzati da estesi bacini idrografici alpini, sede di numerosi ed imponenti ghiacciai nel Pleistocene. Il progredire dell'azione erosiva, nonché deposizionale di tali corsi d'acqua ha dato vita alla formazione degli ampi sistemi dei megafan alluvionali (Fontana 2006) che caratterizzano geologicamente e geomorfologicamente l'area in esame.

Dagli studi geomorfologici di dettaglio condotti in passato (Castiglioni et al. 1991, Cavallin et al. 1987, Bondesan et al. 2004), si evince che il principale agente morfoevolutivo che ha delineato le forme tipiche di tali aree è rappresentato dall'erosione lineare fluviale le cui tracce sono, attualmente, ben visibili sul terreno. A seconda se si tratti della zona interna e, quindi, prossima al limite superiore della fascia pedemontana, oppure della zona esterna, a morfologia ancor più pianeggiante e prossimale alla zona di pertinenza marina, si possono distinguere diverse forme.

Della fascia interna distinguiamo:

- dossi fluviali;
- scarpate di terrazzo fluviale;
- corsi fluviali abbandonati;
- ventagli di esondazione;
- vallecicole a "V" ed "U".

Nella fascia esterna, sono presenti forme naturali ed antropiche, quali:

- vasti depositi sabbiosi di ambiente litoraneo;
- cordoni litoranei;
- canali lagunari abbandonati;
- antiche ripe di erosione marina;
- aree di cava;
- aree bonificate;
- aree urbane antiche e recenti.

### 5.1 Geomorfologia dell'area

Il settore analizzato rappresenta un'area di contatto fra la pianura friulana e quella veneta, ed è caratterizzato dai sistemi alluvionali dei fiumi Piave e Tagliamento. La relativa vicinanza tra il margine alpino a la costa ha generato una pianura con una pendenza relativamente più marcata, che ha permesso lo sviluppo di morfologie, come le incisioni fluviali, più evidenti rispetto ad altre zone costiere nord-adriatiche (Fontana et al. 2011).

L'orografia dell'area, tipica di un settore pianeggiante, è molto regolare e poco articolata, con una quota minima di circa 0 m e una quota massima di circa 10 m.

L'idrografia è contraddistinta dalla presenza di tre aste fluviali principali: F. Piave, F. Livenza e F. Sile. I primi due fiumi assumono nell'area d'interesse un'orientazione generale NW-SE, mentre il Fiume Sile un'orientazione NW-SE da Treviso fino alla Laguna Veneta, per poi assumere orientazione WSW-ENE, NW-SE e NE-SW nei pressi della foce.

Nel complesso, l'area di studio può dirsi (Castiglioni et al. 1991, Cavallin et al. 1987, Bondesan et al. 2004) caratterizzata dalla presenza di diverse forme derivanti da differenti processi morfogenetici che si esplicano sulle varie tipologie di depositi. Nello specifico, si distinguono in:

- Forme, processi e depositi dovuti all'azione delle acque correnti superficiali;
- Forme, processi e depositi di origine marina, lagunare o lacustre;
- Forme antropiche e manufatti.

## 6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area di studio si caratterizza per la presenza di una modesta falda freatica e di diverse falde in pressione (sfruttate sino alla profondità di 600 m circa) le quali, procedendo da nord a sud, decrescono in numero, spessore, granulometria dei depositi e qualità delle acque.

Secondo quanto riportato dalla “Carta delle tessiture dei depositi superficiali” e dalla “Carta idrogeologica regionale” prodotte dal CNR, la pianura veneto-friulana, dal punto di vista idrogeologico può essere suddivisa in tre principali fasce (Aurighi & Zangheri 2001, Dal Prà et al. 2000, Garbellini & Zangheri 2001, Zangheri et al. 2008), qui di seguito descritte brevemente:

- **Alta pianura:** costituita da alluvioni grossolane accumulate nella fase di decrescita delle piane da alcuni fiumi e torrenti; sono presenti imponenti conoidi di deiezione asciutti gran parte del tempo per l'elevata permeabilità, con corsi d'acqua morfologicamente caratterizzati da una distesa di alluvioni solcate da una rete di canali appena incisi che costituiscono il letto di magra. È presente una falda freatica con superficie libera del pelo d'acqua posta ad una profondità decrescente proseguendo dalla base del versante verso valle;
- **Media pianura:** caratterizzata dalla presenza di più falde sovrapposte ed in pressione, nonché di numerosi pozzi artesiani, in cui l'acqua fuoriesce senza l'ausilio di pompe per pressione naturale;
- **Bassa pianura:** caratterizzata da un sistema di falde in pressione alloggiate nei livelli sabbioso-ghiaiosi permeabili e separate da orizzonti impermeabili o semi-permeabili argilloso-limoso-sabbiosi. La pendenza si riduce notevolmente e l'andamento dei corsi d'acqua è tipicamente meandriforme. Il deflusso in condizioni normali si presenta lento e tranquillo, ma in occasione di eventi di piena i corsi d'acqua e in particolare il Tagliamento (1966-1969) possono trascinare dagli argini.

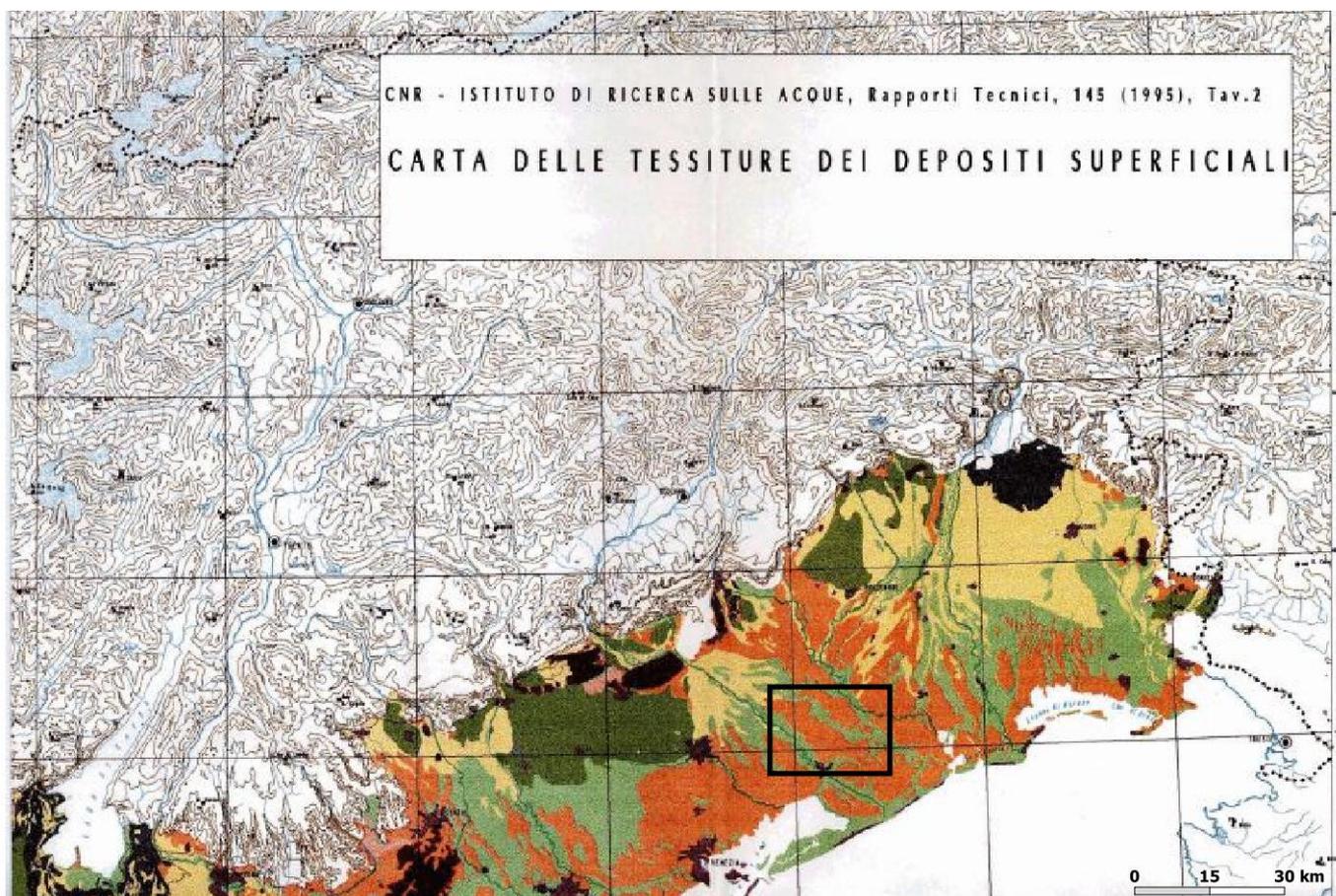
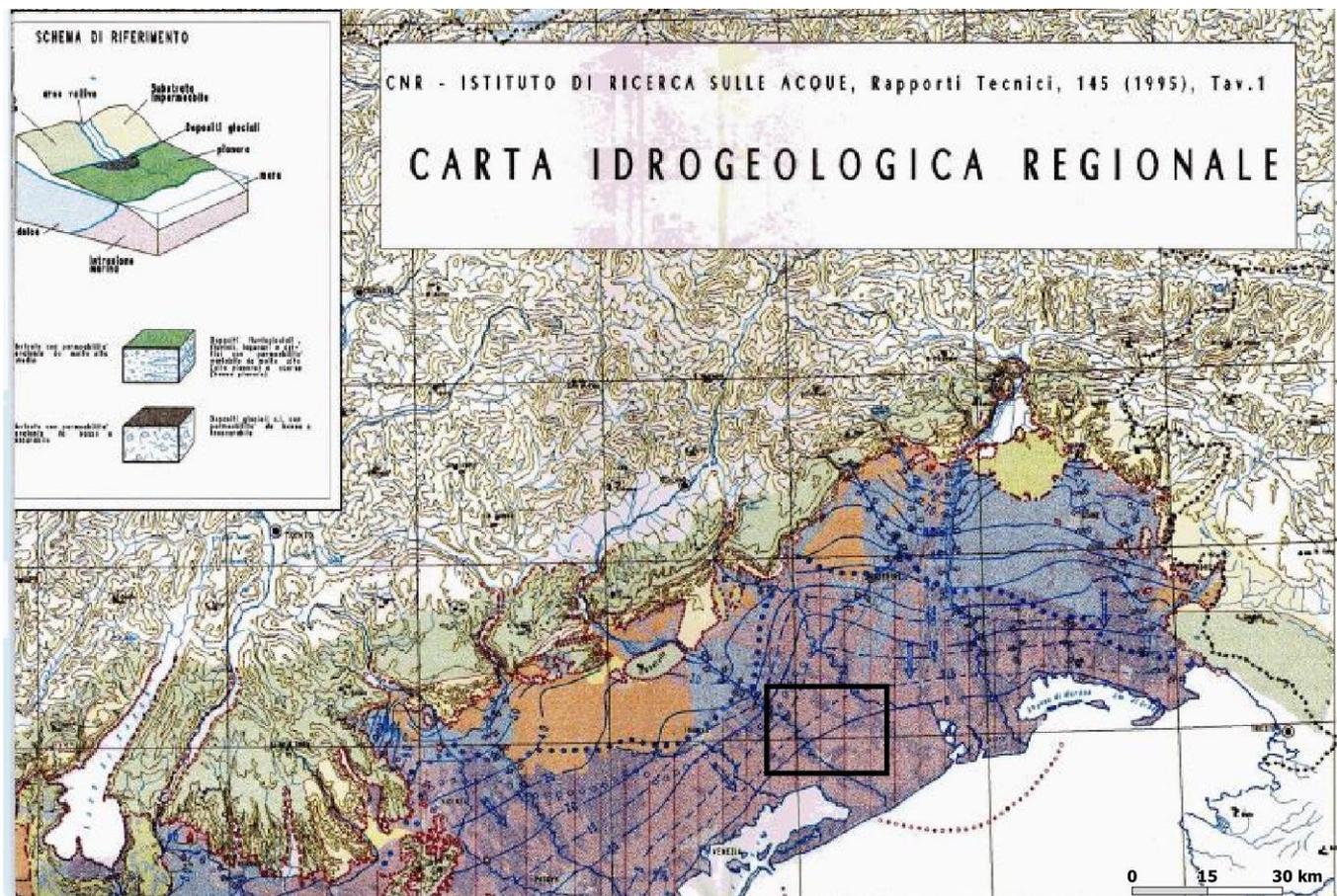


Figura 4 - Carta delle tessiture dei depositi superficiali, il riquadro nero indica l'area di studio: I colori arancio, verde chiaro e verde scuro, indicano rispettivamente i depositi prevalentemente sabbiosi (dune); limosi, argillosi e torbe (barene); i depositi ghiaiosi inferiori ad 1 m. Infine in bordeaux sono riportate le aree urbane. La carta rende visibile le tre fasce di alta, media e bassa pianura (da IRSA 1996).



**Figura 5 - Carta Idrogeologica regionale, il riquadro nero indica l'area di studio: le isofreatiche indicano che l'acqua scorre da monte verso mare, inoltre la profondità dalla falda è a quote minori man mano che ci spostiamo sulla costa. Il colore blu indica ghiaie, il viola sabbie senza copertura, il rosa limi e argille, l'arancio ghiaie con coltre di alterazione maggiore di 1m (da IRSA 1996).**

La porzione medio-bassa della pianura veneto-friulana è costituita, dal punto di vista sedimentologico, dall'alternarsi di ghiaie, sabbie e ghiaie, sabbie, limi e argille, in strati e livelli. La distribuzione delle litofacies più permeabili avviene nell'area dell'alta pianura, in prossimità del limite superiore della fascia pedemontana, mentre nella bassa pianura, le intercalazioni di materiale granulometricamente più fine aumentano. La fascia lagunare e la bassa pianura, inoltre, risultano interessate da un'anomalia geotermica positiva che provoca il surriscaldamento delle acque degli acquiferi artesiani, con temperature che aumentano con l'aumentare della profondità. In relazione alle citate caratteristiche tali acquiferi sono, infatti, denominati termici. Nel dettaglio, l'area di studio, ricadente nel settore di bassa pianura, secondo la "Carta delle tessiture dei depositi superficiali" (Figura 4), è caratterizzata da depositi prevalentemente sabbiosi e limosi, mentre, secondo la "Carta idrogeologica regionale" (Figura 5), l'area è interessata da isofreatiche con valori prossimi a 0 m s.l.m. Nella figura seguente viene proposto schematicamente il modello di circolazione profonda dell'area.

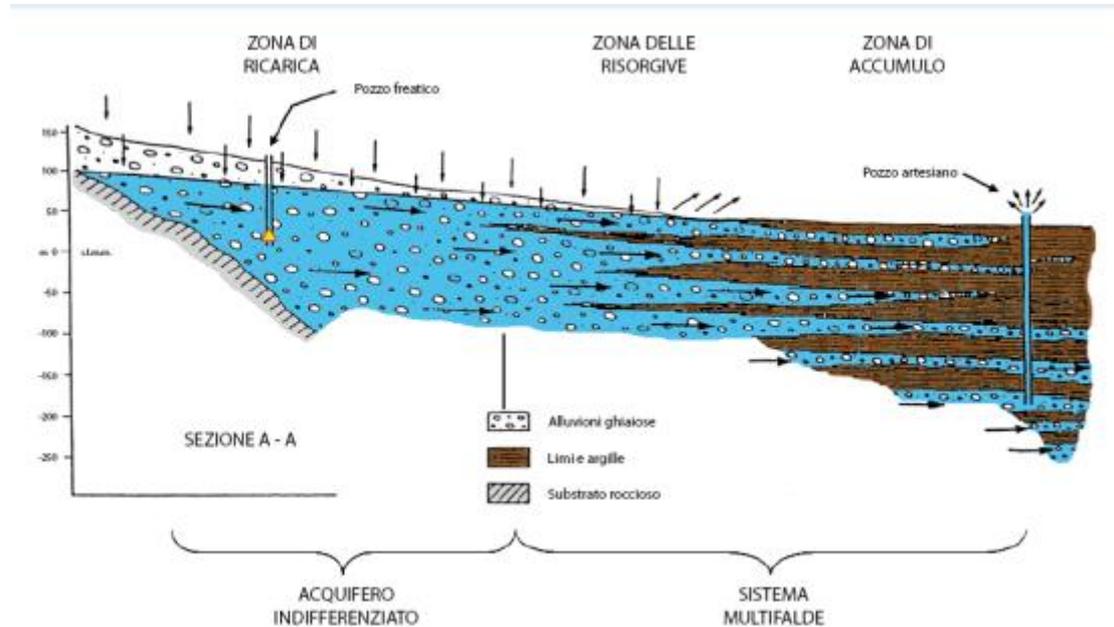
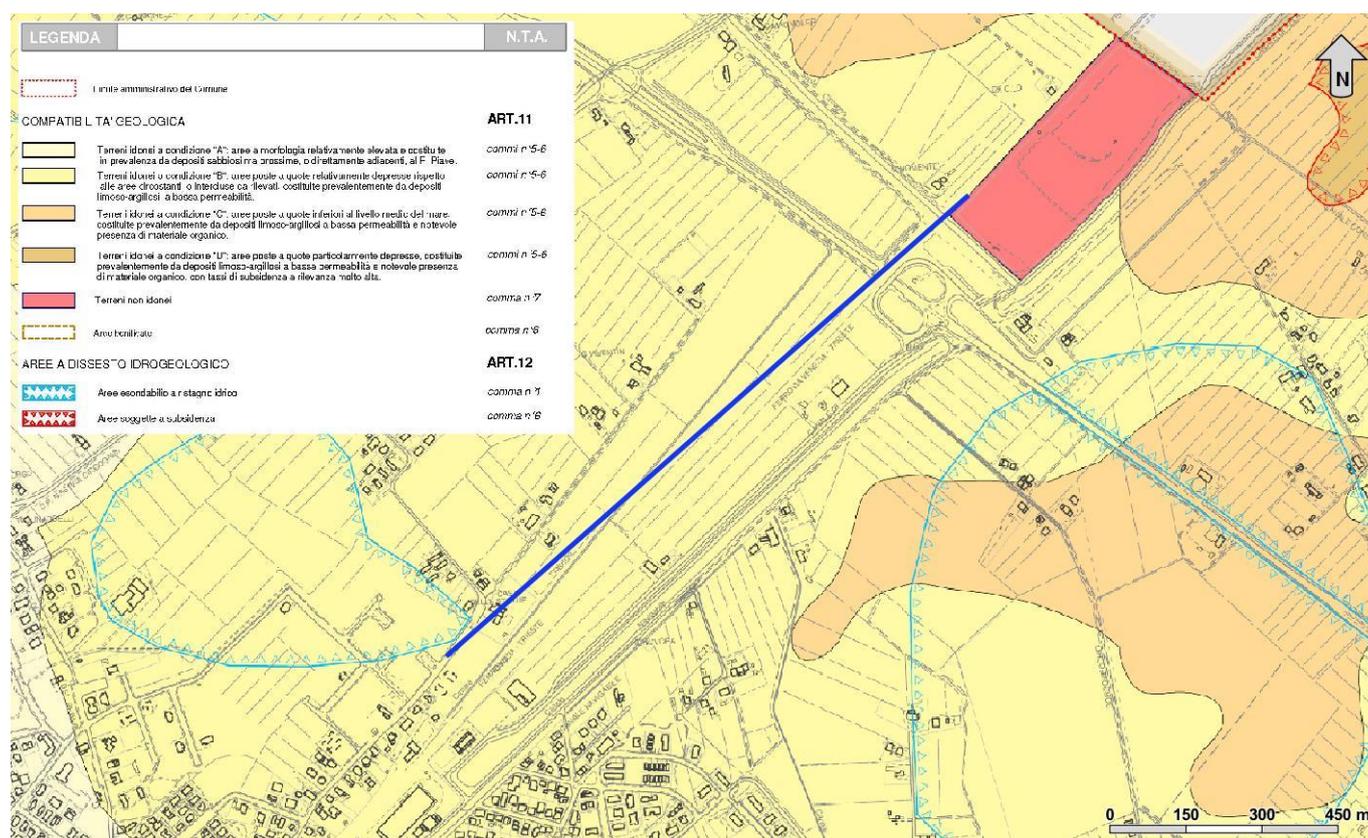


Figura 6 - Schema idrogeologico e dell'interdigitazione dei sedimenti nella pianura veneto-friulana (da Dal Prà et al. 2000).

## 7 CARTOGRAFIA DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Relativamente alla pericolosità geologica, sono state consultate le cartografie tematiche del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Veneto (Pianura tra Piave e Livenza) ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino distrettuale delle Alpi Orientali (<https://www.regione.veneto.it/web/ambiente-e-territorio/pai-bacino-regionale-del-sile-e-della-pianura-tra-piave-e-livenza>). Secondo tali studi, il sito di progetto non ricade in areali di pericolosità geologica, e per tale motivo non sono state prodotte le relative cartografie.

Inoltre, sono state consultate le cartografie relative al Piano di Assetto del Territorio del comune di San Donà di Piave relative alla compatibilità geologica. Secondo la "Carta delle Fragilità" – Tavola 3 le opere in progetto ricadono nell'areale "Terreni idonei a condizione "B": aree poste a quote relativamente depresse rispetto alle aree circostanti, o intercluse da rilevati, costituite prevalentemente da depositi limoso-argillosi a bassa permeabilità" (cfr. Figura 7, Piano di Assetto del Territorio del comune di San Donà di Piave 2011). Inoltre, in tale cartografia si riportano le aree subsidenti con rilevanza molto alta.



**Figura 7 – Stralcio della “Carta delle Fragilità” (tavola 3) del Piano di Assetto del Territorio del comune di San Donà di Piave, scala 1:10.000 riprodotta 1:15.000, con indicazione del sito di studio (linea blu).**

Inoltre, relativamente al fenomeno della subsidenza è stata consultata la “Carta della subsidenza – Rilevanza del fenomeno” del Piano Provinciale di Emergenza della Città Metropolitana di Venezia – Allegato 7. Secondo tale cartografia il settore direttamente interessato delle opere in progetto ricade in un'area con rilevanza del fenomeno media (cfr. Figura 8, Piano Provinciale di Emergenza della Città Metropolitana di Venezia 2007). Le principali

cause della subsidenza naturale sono attribuibili ai movimenti tettonici profondi e alla compattazione naturale dei sedimenti quaternari. La subsidenza indotta dall'uomo ha tra le cause principali l'estrazione di fluidi dal sottosuolo e le modifiche dello stato fisico dei sedimenti (Piano di Assetto del Territorio del comune di San Donà di Piave 2011).

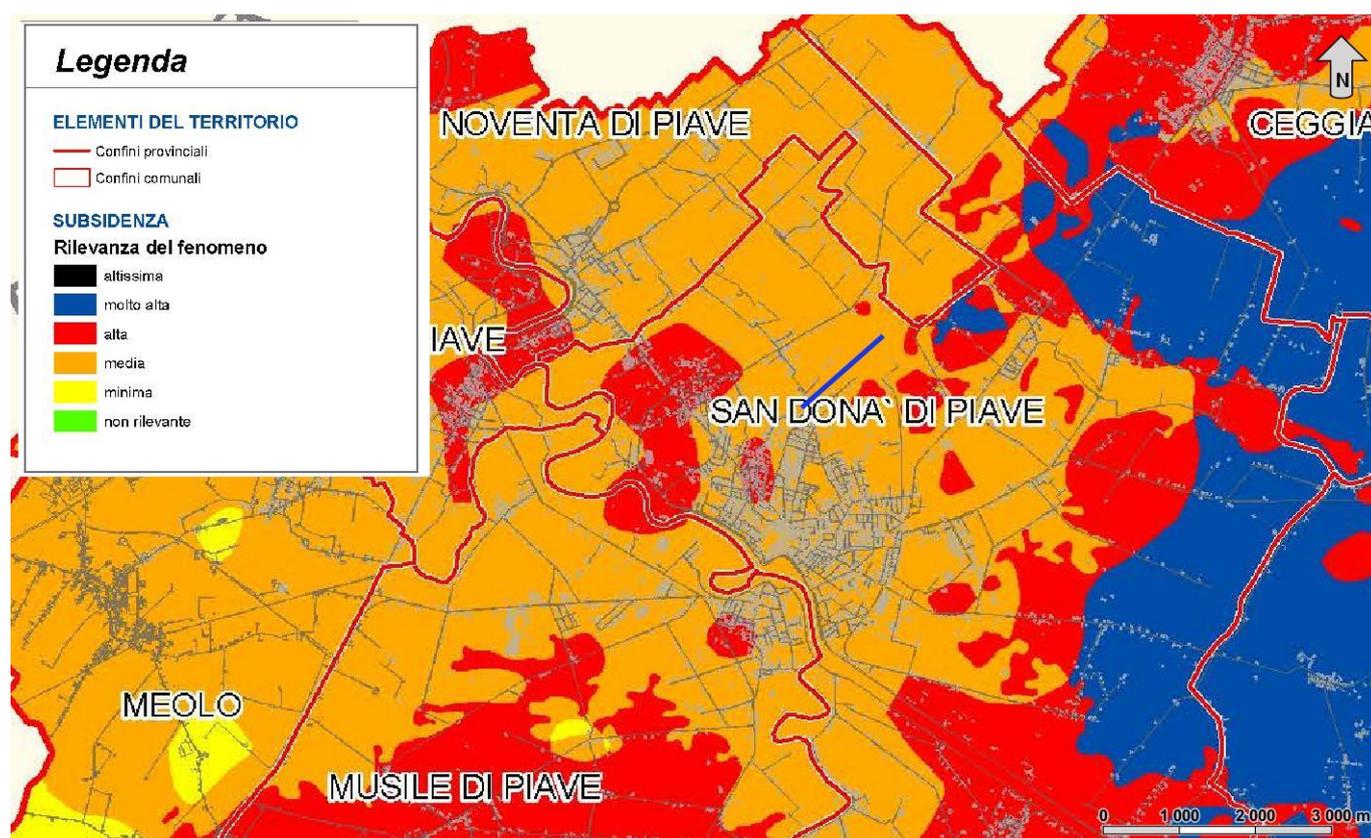


Figura 8 – Stralcio della “Carta della subsidenza – Rilevanza del fenomeno” (Allegato 7) del Piano Provinciale di Emergenza della Città Metropolitana di Venezia, in scala 1:100.000, con indicazione del sito di studio (linea blu).

I fenomeni di subsidenza di ampie porzioni della Provincia di Venezia sono generati, in particolare, dalle opere di bonifica per drenaggio che hanno interessato le lagune costiere veneziane a partire dalla metà del 1800. Il tasso d'abbassamento del suolo è proporzionale a quello del livello piezometrico e avviene attraverso due processi: fisico, che provoca una riduzione di densità del sedimento e di volume; biochimico, dovuto all'ossidazione dei terreni (essenzialmente quelli con un'alta componente di materia vegetale) che determina una perdita di massa (Piano di Assetto del Territorio del comune di San Donà di Piave 2011).

	<b>POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE</b> Posti di Movimento e Varianti di Tracciato Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave					
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA IZ04	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

## 8 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel corso dello studio sono state consultate e analizzate sia le indagini geognostiche disponibili da precedenti progetti eseguiti nelle aree limitrofe, che quelle appositamente realizzate per il settore di territorio interessato dagli interventi in progetto. L'intero *set* di dati derivanti dalle indagini di sito ha permesso di configurare un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione con la specifica fase di approfondimento progettuale in corso, circa l'assetto litostratigrafico e geologico-strutturale dei termini litologici interessati dalle opere in progetto.

### 8.1 Campagna indagini

Nella presente fase progettuale sono state analizzate le seguenti indagini realizzate nel settore di studio:

- n. 2 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo (SNPM1 e SNPM2) eseguiti in corrispondenza dell'opera di progetto, spinti fino alla profondità di 30,00 metri da piano campagna ed attrezzati con piezometro Norton (SNPM2) e Cella Casagrande (SNPM1). Nel corso delle perforazioni dei sondaggi sono state eseguite prove in foro e sono stati prelevati dei campioni per le prove di laboratorio;
- prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso dei due suddetti sondaggi;
- n. 2 prospezioni sismiche MASW eseguite nei pressi dei punti di perforazione dei due suddetti sondaggi;
- n. 2 misure di microtremori (HVSr) eseguite nei pressi dei punti di perforazione dei due suddetti sondaggi;
- n. 1 sondaggio a rotazione e carotaggio continuo (BH1), eseguito in corrispondenza dell'opera di progetto, nell'ambito del *"Progetto di Fattibilità tecnico economica per la Soppressione passaggi a Livello e Varianti di Tracciato della Linea Venezia-Trieste"* (Italferr, 2018), spinto fino alla profondità di 30,00 metri da piano campagna ed attrezzato con piezometro Norton. Nel corso della perforazione del sondaggio sono state eseguite prove in foro e sono stati prelevati dei campioni per le prove di laboratorio;
- Prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso del suddetto sondaggio;
- n. 1 prospezioni sismiche MASW eseguita nell'intorno del punto di perforazione del sondaggio BH1;
- n. 3 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo (7298, 15817 e 15820) eseguiti in corrispondenza dell'opera di progetto, recuperati dalla Banca dati della *"Città Metropolitana di Venezia – Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio"*, spinti a profondità comprese tra 3.5 e 15 metri da piano campagna.
- n. 4 prove penetrometriche statiche CPT eseguite nei pressi dei punti di perforazione dei suddetti sondaggi e recuperate dalla Banca dati della *"Città Metropolitana di Venezia – Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio"*.

Nei paragrafi seguenti è riportata una sintesi delle indagini geognostiche eseguite.

#### 8.1.1 Sondaggi geognostici

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito delle differenti campagne indagine, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, coordinate nel sistema di riferimento Monte Mario Italy zona 2/fuso Est (EPSG 3004), strumentazione, profondità (prof), campioni (C), numero prove SPT, numero prove Lefranc/Lugeon (P), numero prove Dilatometriche (D) e numero prove Pressiometriche (Ps).

Sigla	Monte Mario/Italy 2		strumentazione	prof m	C	prove in foro			
	X	Y				SPT	P	D	Ps
SNPM1	2330621	5057633	Piezometro	30.0	9	0	9	2	0
SNPM2	2331418	5058308	Piezometro	30.0	6	0	9	2	0
<b>Totale</b>					<b>15</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

**Tabella 1 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nella campagna indagini eseguita a supporto della presente fase progettuale.**

I certificati delle stratigrafie dei sondaggi sono riportati nello specifico elaborato (IZ04 10 R 69 SG GE0005 001). I punti di ubicazione sono riportati nell'allegato Carta geologica e profilo geologico in scala 1:2.000/200 (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).

sigla	Monte Mario/Italy 2		strumentazione	prof m	C	prove in foro			
	X	Y				SPT	P	D	Ps
BH1	2330966	5057830	Piezometro	30.0	16	10	2	0	0
<b>Totale</b>					<b>16</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Tabella 2 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nella campagna di indagini eseguita per il "Progetto di Fattibilità tecnico economica per la Soppressione passaggi a Livello e Varianti di Tracciato della Linea Venezia-Trieste" (Italferr, 2018).**

I certificati delle stratigrafie dei sondaggi sono riportati in appendice alla presente relazione. I punti di ubicazione sono riportati nell'allegato Carta geologica e profilo geologico in scala 1:2.000/200 (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).

sigla	Monte Mario/Italy 2		strumentazione	prof m	C	prove in foro			
	X	Y				SPT	P	D	Ps
7298	2331412	5058298	Non attrezzato	15.0	0	0	0	0	0
15817	2331281	5058012	Non attrezzato	4.0	0	0	0	0	0
15820	2330938	5057742	Non attrezzato	3.5	0	0	0	0	0
<b>Totale</b>					<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Tabella 3 - Sintesi dei sondaggi geognostici recuperati dalla Banca dati della "Città Metropolitana di Venezia – Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio"**

I certificati delle stratigrafie dei sondaggi sono riportati in appendice alla presente relazione. I punti di ubicazione sono riportati nell'allegato Carta geologica e profilo geologico in scala 1:2.000/200 (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).

### 8.1.2 Prove penetrometriche

Di seguito vengono elencate tutte le prove penetrometriche recuperate dalla Banca dati della "Città Metropolitana di Venezia – Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio", con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, coordinate nel sistema di riferimento Monte Mario Italy zona 2/fuso Est (EPSG 3004), quota, tipologia di prova, profondità).

sigla	Monte Mario/Italy 2		quota <i>m s.l.m.</i>	tipologia di prova	profondità <i>m</i>
	X	Y			
15636	2331445	5058271	1.0	CPT	30.0
15823	2331126	5057885	1.1	CPT	10.0
15822	2330933	5057734	0.9	CPT	10.0
15824	2330716	5057552	1.0	CPT	10.0

**Tabella 4 - Sintesi delle prove penetrometriche recuperate dalla Banca dati della “Città Metropolitana di Venezia – Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio”.**

I certificati delle prove geofisiche sono riportati in appendice alla presente relazione. I punti di ubicazione delle stesse, invece, sono riportati nell'allegato Carta geologica e profilo geologico in scala 1:2.000/200 (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).

### 8.1.3 Indagini geofisiche

Nella Tabella 5 è riportata una sintesi di tutte le indagini geofisiche eseguite nell'ambito delle differenti campagne indagine nei settori di studio, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, coordinate nel sistema di riferimento Monte Mario Italy zona 2/fuso Est (EPSG 3004), del punto medio di ogni singolo stendimento, tipologia e lunghezza).

sigla	X	Y	tipologia	lunghezza <i>m</i>
MASW SNPM1	2330693	5057615	MASW	46.0
MASW SNPM2	2331385	5058231	MASW	46.0
HVSR SNPM1	2330683	5057608	HVSR	-
HVSR SNPM2	2331400	5058244	HVSR	-

**Tabella 5 - Sintesi delle indagini sismiche di superficie realizzate nella campagna indagini eseguita a supporto della presente fase progettuale.**

I certificati delle prove geofisiche sono riportati nello specifico elaborato (IZ04 10 R 69 IG GE0005 001). I punti di ubicazione delle stesse, invece, sono riportati nell'allegato Carta geologica e profilo geologico in scala 1:2.000/200 (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).

sigla	X	Y	tipologia	lunghezza <i>m</i>
MASW BH1	2330977	5057816	MASW	46.0

**Tabella 6 - Sintesi delle indagini sismiche di superficie realizzate per il “Progetto di Fattibilità tecnico economica per la Soppressione passaggi a Livello e Varianti di Tracciato della Linea Venezia-Trieste” (Italferr, 2018).**

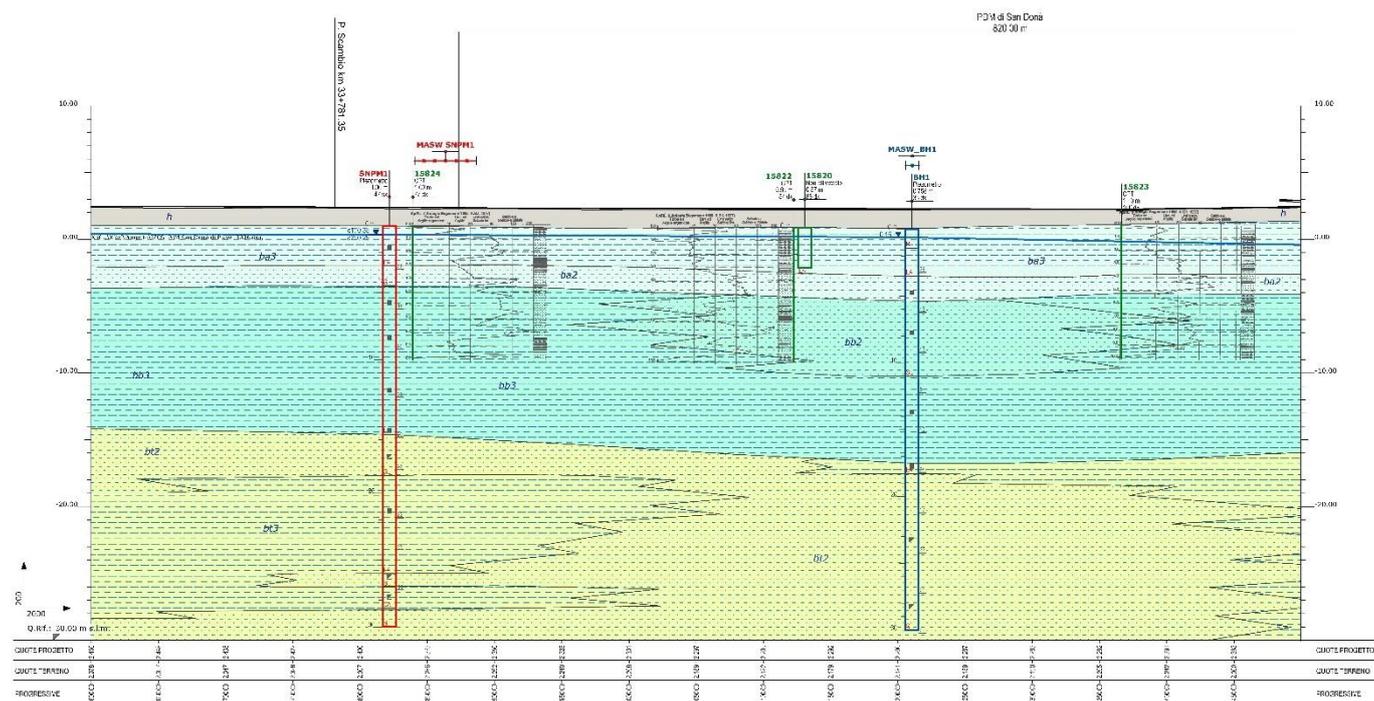
I certificati delle prove geofisiche sono riportati in appendice alla presente relazione. I punti di ubicazione delle stesse, invece, sono riportati nell'allegato Carta geologica e profilo geologico in scala 1:2.000/200 (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).

## 9 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

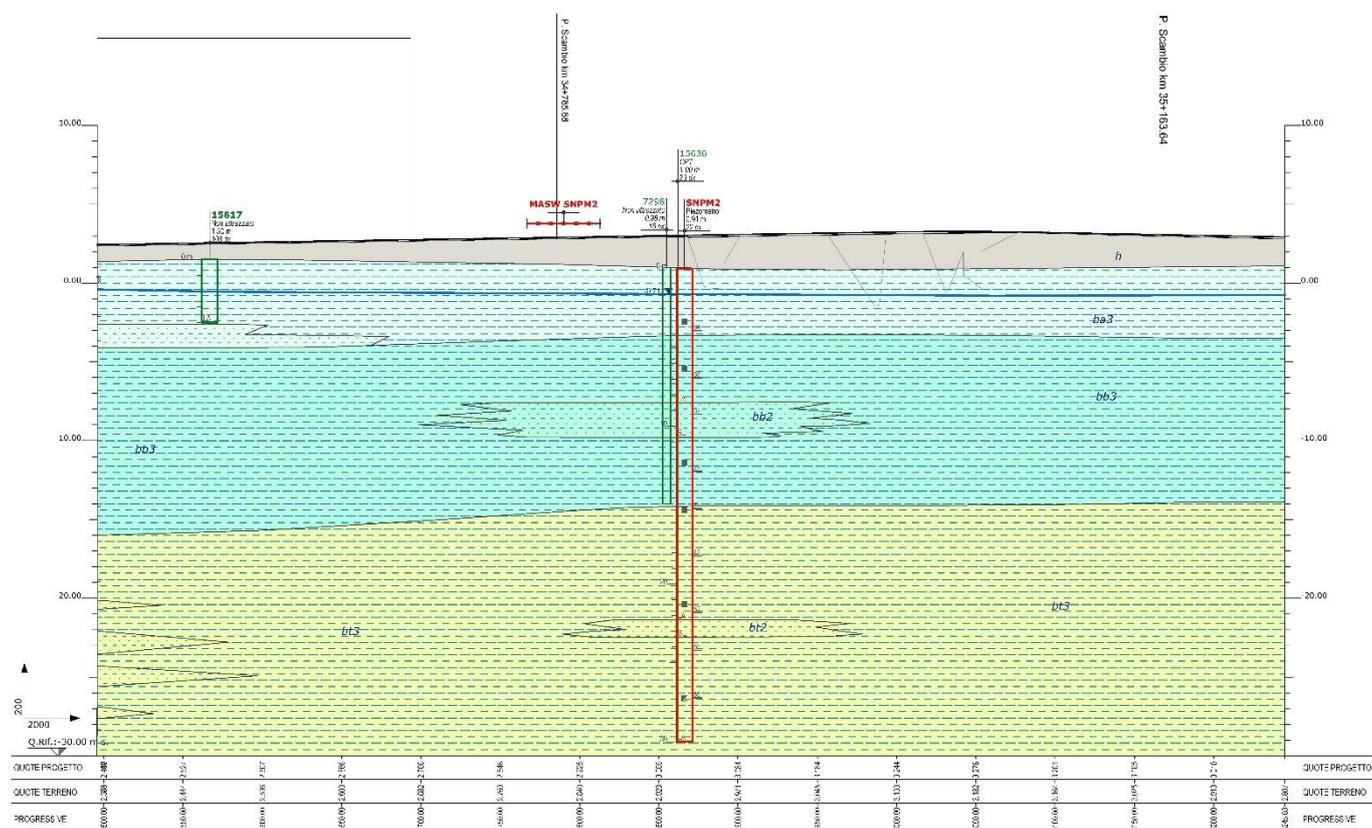
L'assetto stratigrafico dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione appositamente condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito a disposizione.

### 9.1 Unità litostratigrafiche

Le analisi effettuate ed i rilievi di campo condotti hanno permesso di distinguere e cartografare quattro differenti unità geologiche. In particolare, le perimetrazioni e le descrizioni geologico-strutturali delle unità individuate nell'area derivano da un'integrazione tra le informazioni riportate in letteratura ed i dati raccolti dal rilevamento geologico di superficie e dalle indagini geognostiche a disposizione. La sintesi del modello geologico di riferimento è riportata nella "Carta geologica e profilo geologico" (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).



**Figura 9 - Stralcio del profilo geologico, tratto occidentale, estratto dall'elaborato: "Carta geologica e profilo geologico" relativo al sito di studio dell'opera (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).**



**Figura 10 - Stralcio del profilo geologico, tratto orientale, estratto dall'elaborato: "Carta geologica e profilo geologico" relativo al sito di studio dell'opera (IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).**

Le indagini disponibili e i rilievi di campo hanno consentito di ricostruire il locale assetto litostratigrafico, che presenta un assetto sostanzialmente ordinato. Nell'area di studio sono presenti i terreni limoso-argillosi e sabbioso-limosi dei depositi alluvionali attuali, con uno spessore massimo di circa 4 m, in appoggio direttamente sui terreni limoso-argillosi e sabbioso-limosi dei depositi alluvionali recenti. Questi ultimi, con uno spessore massimo di circa 13 m, poggiano direttamente sui depositi alluvionali antichi. La successione dei depositi alluvionali è ricoperta in superficie da coltri di riporto con uno spessore che varia da 1 m a 3 m (cfr. Carta geologica e profilo geologico – IZ04 10 R 69 L6 GE0001 001).

Di seguito viene proposta una dettagliata descrizione delle singole unità litostratigrafiche individuate nel settore d'intervento.

### 9.1.1 Depositi quaternari

Le successioni quaternarie sono rappresentate da quattro distinte unità: i depositi alluvionali antichi, i depositi alluvionali recenti, i depositi alluvionali attuali e i riporti antropici, di cui solo le ultime due affioranti nell'area di studio in copertura su tutti i termini litologici più antichi.

#### 9.1.1.1 Depositi alluvionali antichi

Tali depositi non affiorano nell'area di studio ma sono ricoperti dalle unità più giovani e rappresentano i termini più antichi e stratigraficamente più bassi. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine e piana inondabile,

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	25 di 89

costituiti da due differenti litofacies a composizione sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle successioni più antiche. Tali depositi presentano uno spessore massimo superiore a 20 m e, dal punto di vista cronostatigrafico, sono interamente riferibili al Pleistocene superiore.

La litofacies sabbioso-limosa è formata da sabbie, sabbie-limose e limi-sabbiosi, a luoghi debolmente argillosi, di colore nocciola, grigio chiaro, brunastro e marrone (**bt2**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con rare ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di argille limose e limi argillosi di colore grigio e nocciola.

La litofacies limoso-argillosa, invece, è formata da argille limose, limi argillosi, limi argilloso-sabbiosi e argille torbose di colore grigio, marrone, nocciola e oca (**bt3**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondanti resti vegetali di colore nero-grigio, concrezioni carbonatiche e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio marrone, a struttura indistinta o debolmente laminata e livelli torbosi di colore nero.

#### 9.1.1.2 Depositi alluvionali recenti

Questi depositi sono connessi con il penultimo ciclo deposizionale dei corsi d'acqua presenti nell'area e si rinvencono in tutto il settore di studio al di sotto dei sedimenti più recenti. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine e piana inondabile, costituiti da due differenti litofacies a composizione sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle successioni più antiche e presentano uno spessore massimo di circa 15 m. Dal punto di vista cronostatigrafico sono interamente riferibili al periodo Pleistocene superiore-Olocene.

La litofacies sabbioso-limosa è formata da sabbie, sabbie-limose e limi-sabbiosi, a luoghi debolmente argillose, di colore nocciola, grigio chiaro, marrone e brunastro (**bb2**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con rare ghiaie da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono livelli torbosi nerastri e passaggi di limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, marrone e nocciola.

La litofacies limoso-argillosa è formata da argille limose, limi argillosi, limi argilloso-sabbiosi e argille torbose di colore grigio, marrone, nocciola e oca (**bb3**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondanti resti vegetali di colore nero-grigio e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio marrone, a struttura indistinta o debolmente laminata e livelli torbosi di colore nero.

#### 9.1.1.3 Depositi alluvionali attuali

Tali depositi affiorano estesamente lungo l'intero tracciato in esame, costituendo i depositi stratigraficamente più alti affioranti nell'area. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine e piana inondabile, costituiti da due differenti litofacies a composizione sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle successioni più antiche. Tali depositi presentano uno spessore massimo di circa 4 m e, dal punto di vista cronostatigrafico, sono interamente riferibili all'Olocene-Attuale.

La litofacies sabbioso-limosa è formata da sabbie, sabbie-limose e limi-sabbiosi, a luoghi debolmente argillosi, di colore grigio chiaro, marrone e brunastro (**ba2**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con rare ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono livelli torbosi nerastri e passaggi di argille limose e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio e nocciola.

La litofacies limoso-argillosa, invece, è formata da argille limose, limi argillosi, limi argilloso-sabbiosi e argille torbose di colore grigio, marrone e nocciola (**ba3**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondanti resti vegetali di colore nero-grigio e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio marrone, a struttura indistinta o debolmente laminata, e livelli torbosi centimetrici e decimetrici di colore nero.

#### 9.1.1.4 Riporti antropici

Nella zona di studio, questi terreni si rinvencono lungo le principali reti stradali e ferroviarie e in corrispondenza dei nuclei industriali. Si tratta di depositi continentali di genesi antropica, costituiti da una singola litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sui depositi alluvionali attuali. Tali depositi presentano uno spessore massimo di circa 3 m e sono riferibili al periodo Attuale.

Sotto il profilo sedimentologico sono formati prevalentemente da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**h**), da angolose a sub-arrotondate, in matrice sabbioso-limosa di colore marrone e brunastro, da scarsa ad abbondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi sabbiosi e livelli di limi argillosi con ciottoli e frammenti lapidei centimetrici.

## 9.2 Livelli piezometrici

Nel corso delle campagne di indagine sono stati misurati i livelli piezometrici all'interno dei fori di sondaggio realizzati. Di seguito si riportano i dati del livello piezometrico registrato in fase di monitoraggio, con indicazione delle principali caratteristiche del foro (sigla, piezometro, data, profondità falda, quota falda e note).

sigla	piezometro	data	profondità falda <i>m p.c.</i>	quota falda <i>m s.l.m.</i>	Note
SNPM1	2 celle Casagrande <i>Cella 1: 5.0</i> <i>Cella 2: 17.5</i>	10/2020	c1: 0.65	c1: 0.35	probabile presenza gas; cella contrassegnata da nastro rosso
		10/2020	c2: 1.07	c2: -0.07	probabile presenza gas; cella contrassegnata da nastro nero
		11/2020	c1: 0.70	c1: 0.30	probabile presenza gas; cella contrassegnata da nastro rosso
		11/2020	c2: 0.95	c2: 0.05	probabile presenza gas; cella contrassegnata da nastro nero
		12/2020	c1: 0.77	c1: 0.23	pozzo con gas; cella contrassegnata da nastro rosso
		12/2020	c2: 0.88	c2: 0.12	pozzo con gas; cella contrassegnata da nastro nero

sigla	piezometro	data	profondità falda m p.c.	quota falda m s.l.m.	Note
		01/2021	c1: 1.00	c1: 0.00	pozzo con gas; cella contrassegnata da nastro rosso
		01/2021	c2: 0.83	c2: 0.17	pozzo con gas; cella contrassegnata da nastro nero
		02/2021	c1: 0.97	c1: 0.03	probabile presenza gas
		02/2021	c2: 0.77	c2: 0.23	probabile presenza gas
		03/2021	c1: 2.02	c1: -1.02	probabile presenza gas; misura anomala ma condotta per 8 volte con il medesimo risultato
		03/2021	c2: 0.71	c2: 0.29	probabile presenza gas
		04/2021	c1: 1.95	c1: -0.95	
		04/2021	c2: 0.73	c2: 0.27	
SNPM2	Tubo aperto cieco: 0.0 - 3.0 finestrato: 3.0 - 12.0 cieco: 12.0 - 30.0	10/2020	2.09	-1.18	probabile presenza gas
		11/2020	2.03	-1.12	probabile presenza gas
		12/2020	1.62	-0.71	pozzo con gas
		01/2021	1.81	-0.90	pozzo con gas
		02/2021	1.65	-0.74	probabile presenza gas
		03/2021	1.81	-0.90	probabile presenza gas
		04/2021	1.70	-0.79	

**Tabella 7 - Dati piezometrici registrati nei fori di sondaggio in fase di monitoraggio nell'ambito della campagna indagini eseguita a supporto della presente fase progettuale.**

sigla	piezometro	data	profondità falda m p.c.	quota falda m s.l.m.	note
BH1	Tubo aperto cieco: 0.0 - 2.0 finestrato: 2.0 - 12.0	07/2018	1.35	-0.59	
		08/2018	1.68	-0.92	
		09/2018	0.60	0.16	

sigla	piezometro	data	profondità falda m p.c.	quota falda m s.l.m.	note
	<i>cieco: 12.0 - 30.0</i>	09/2018	1.73	-0.97	
		10/2018	1.57	-0.81	
		11/2018	1.22	-0.46	
		12/2018	1.23	-0.47	
		01/2019	1.37	-0.61	
		02/2019	1.30	-0.54	
		03/2019	1.40	-0.64	
		04/2019	0.39	0.37	Ricarica dall'alto
		06/2019	0.94	-0.18	Ricarica dall'alto
		07/2019	1.48	-0.72	
		07/2019	1.72	-0.96	
		09/2019	1.66	-0.90	
		10/2020	0.90	-0.14	
		11/2020	1.00	-0.24	
		12/2020	1.05	-0.29	
		01/2021	1.10	-0.34	
		02/2021	1.10	-0.34	
		03/2021	0.94	-0.18	
		04/2021	1.29	-0.53	

**Tabella 8 - Dati piezometrici registrati nei fori di sondaggio in fase di monitoraggio nell'ambito della campagna indagini Italferr 2018; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.**

Le misure del 04/2019 e del 06/2019 nel foro di sondaggio BH1 non sono state considerate attendibili in quanto, nel corso delle fasi di monitoraggio, è stato riscontrato uno sversamento delle acque superficiali all'interno del piezometro con conseguente ricarica dall'alto, che determina incertezza nella valutazione della soggiacenza. Il monitoraggio piezometrico in corso evidenzia una falda prossima al piano campagna, con profondità minima della falda di 0.60 m da piano campagna.

### 9.3 Monitoraggio gas e acque di falda

Dal momento che nel corso del monitoraggio piezometrico è stata rinvenuta la presenza di gas, è stata eseguita una misura di rilevamento dei gas a bocca foro sui sondaggi SNPM1 e SNPM2. Nello specifico, è stata analizzata la concentrazione di O<sub>2</sub>, CO e H<sub>2</sub>S. Di seguito si riportano i dati delle concentrazioni gassose registrate in fase di monitoraggio, con indicazione delle principali caratteristiche del foro (sigla, data, gas, concentrazione e note).

Sigla	data	gas	concentrazione	Note
SNPM1	01/2021	O <sub>2</sub>	20.2 (vol %)	
		CO	0 ppm	
		H <sub>2</sub> S	0 ppm	

Sigla	data	gas	concentrazione	Note
SNPM2	01/2021	O <sub>2</sub>	14.4 (vol %)	
		CO	0 ppm	
		H <sub>2</sub> S	3 ppm	

**Tabella 9 – Concentrazione di gas registrati a bocca foro sui sondaggi SNPM1 e SNPM2**

Inoltre, un campione di acqua di falda (codice 2141582-001) è stato prelevato all'interno del foro di sondaggio SNPM2. Di seguito si riportano i dati delle concentrazioni delle sostanze analizzate in fase di monitoraggio, con indicazione delle principali caratteristiche del foro (analita, unità di misura, metodo, limiti da normativa (D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2) e concentrazione (Acque sotterranee "S\_NPM\_2" – PD NPM San Donà di Piave). Le analisi, effettuate in riferimento al D.Lgs.152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2, evidenziano valori tutti al di sotto della soglia di rilevabilità, ad eccezione dell'arsenico, il cui valore però, tenuto conto dell'incertezza, non risulta significativamente maggiore del valore limite.

analita	unità di misura	metodo	D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2	Acque sotterranee "S_NPM_2" - PD NPM San Donà di Piave
Campionamento per prove chimiche		Manuale UNICHIM n°196/2: 2004 (p.f. 5 e 7)		
PROVE FUORI STAZIONE				
Livello Piezometrico	m	MPI-21-2011 Rev.1		-1,72
Temperatura ambiente	°C	UNI EN ISO 7726:2002		11
Temperatura °C	°C	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003		14,9
pH	unità	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003		6,57
Potenziale Redox	mV	APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ed 23nd 2017, 2580		-117,9
Conducibilità	µS/cm	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003		2319
Ossigeno disciolto	mg/l	UNI EN ISO 5814:2013		0,54
PARAMETRI CHIMICI				
METALLI				

analita	unità di misura	metodo	D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2	Acque sotterranee "S_NPM_2" - PD NPM San Donà di Piave
Arsenico	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2016	10	10 ± 2
Cadmio	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2016	5	< 0,5
Cromo Totale	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2016	50	< 0,5
Cromo esavalente (VI)	µg/l	EPA 7199 1996	5	< 0,5
Mercurio	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2016	1	< 0,1
Nichel	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2016	20	< 1
Piombo	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2016	10	< 0,5
Rame	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2016	1000	< 5
Zinco	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2016	3000	< 10
<b>FRAZIONI AZOTATE</b>				
Azoto ammoniacale	mg NH4/l	ISO 15923-1:2013		14,6
Azoto nitroso	mg N/l	ISO 15923-1:2013		< 0,03
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>				
Benzene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	1	< 0,01
Etilbenzene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	50	< 0,01
Stirene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	25	< 0,01
Toluene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	15	< 0,01
para-Xilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	10	< 0,01
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>				
Benzo(a)antracene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001

analita	unità di misura	metodo	D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2	Acque sotterranee "S_NPM_2" - PD NPM San Donà di Piave
Benzo(a)pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,01	< 0,001
Benzo(b)fluorantene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001
Benzo(k)fluorantene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,05	< 0,001
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,01	< 0,001
Crisene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	5	< 0,001
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,01	< 0,001
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001
Pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	50	< 0,001
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI				
Clorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	1,5	< 0,01
Triclorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,15	< 0,01
Cloruro di Vinile	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,5	< 0,01
1,2-Dicloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	3	< 0,01
1,1-Dicloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,05	< 0,005
Tricloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	1,5	< 0,01
Tetracloroetilene (Percloroetilene)	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	1,1	< 0,01
Esaclorobutadiene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,15	< 0,01
Sommatoria organoalogenati	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	10	< 0,01

analita	unità di misura	metodo	D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2	Acque sotterranee "S_NPM_2" - PD NPM San Donà di Piave
<b>COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>				
1,1-Dicloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	810	< 0,01
1,2-Dicloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	60	< 0,01
1,2-Dicloropropano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,15	< 0,01
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,2	< 0,01
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,001	< 0,0001
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,05	< 0,01
<b>COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>				
Tribromometano (Bromofornio)	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,3	< 0,01
1,2-Dibromoetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,001	< 0,0001
Dibromoclorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,13	< 0,01
Bromodiclorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	0,17	< 0,01
<b>FITOFARMACI</b>				
Alachlor	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,01
Aldrin	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,03	< 0,001
Atrazina	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,3	< 0,01
alfa-esaclorocicloesano	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001
beta-esaclorocicloesano	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001

analita	unità di misura	metodo	D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2	Acque sotterranee "S_NPM_2" - PD NPM San Donà di Piave
gamma-esaclorocicloesano (Lindano)	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001
Clordano	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001
DDD, DDT, DDE	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001
Dieldrin	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,03	< 0,001
Endrin	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,1	< 0,001
Sommatoria fitofarmaci	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,5	< 0,01
Tetrabromodifeniletere	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018		< 0,01
Pentabromodifeniletere	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018		< 0,01
Esabromodifeniletere	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018		< 0,01
Eptabromodifeniletere	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018		< 0,01
Endosulfan	mg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018		< 0,01
Eptacloro	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018		< 0,001
Eptacloro epossido	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018		< 0,001
Isodrin	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018		< 0,001
<b>IDROCARBURI</b>				
Idrocarburi totali	[n-esano] µg/l	ISPRA Man 123 2015	350	< 50

**Tabella 10 – Report delle analisi delle acque di falda (campione 2141582-001) prelevate dal sondaggio SNPM2, in fase di monitoraggio nell'ambito della campagna indagini eseguita a supporto della presente fase progettuale. In rosso, il valore misurato di arsenico, tenuto conto dell'incertezza, non risulta significativamente maggiore del valore limite D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2**

#### 9.4 Caratteristiche di permeabilità

Nell'area in esame sono stati individuati e cartografati tre complessi idrogeologici, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza. Di seguito, vengono

descritti i caratteri peculiari dei diversi complessi individuati, seguendo uno schema basato sull'assetto geologico e litostratigrafico dell'area in esame.

Nello specifico, la definizione delle caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi presenti nell'area è stata compiuta in considerazione delle prove di permeabilità (Lefranc) realizzate (cfr. Tabella 11) e delle caratteristiche sedimentologiche e litologiche dei terreni, oltre che sulla base di dati bibliografici relativi a terreni con le medesime caratteristiche geologiche. Di seguito vengono sintetizzati i principali complessi idrogeologici presenti nell'area di studio:

- **Complesso sabbioso-limoso (CSL):** il complesso in questione è formato dai depositi sabbiosi e limosi dei depositi alluvionali **ba2**, **bb2**, **bt2**. Questi depositi costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi, sono sede di falde idriche di discreta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media. Al complesso in questione si può attribuire, quindi, un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-7}$  e  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s.
- **Complesso argilloso-limoso (CAL):** a tale complesso sono riferiti i terreni prevalentemente pelitici delle unità **ba3**, **bb3** e **bt3**. Tali depositi costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquiclude* di importanza variabile in relazione con lo spessore dei depositi; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da impermeabile a bassa. Al presente complesso può quindi essere attribuito un coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $1 \cdot 10^{-10}$  e  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s.
- **Complesso dei riperti antropici (CRA):** questo complesso è rappresentato dai depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi dell'unità **h**. Tali terreni costituiscono acquiferi porosi di modesta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi, ma non sono sede di falde idriche sotterranee. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile tra media ed alta. A questo complesso si può attribuire, quindi, un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-5}$  e  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s.

Di seguito si riporta una sintesi delle prove relative alla tratta in esame, con indicazione dei valori di permeabilità determinati, distinti per i relativi complessi idrogeologici di appartenenza.

campagna indagini	sigla	prova	tipologia	profondità <i>m</i>	permeabilità <i>m/s</i>	complessi idrogeologici
IZ0400R-2018	BH1	LE1	Lefranc	4.5 - 5.0	6.08E-08	CSL
IZ0400R-2018	BH1	LE2	Lefranc	13.5 - 14.5	2.15E-07	CAL
IF2020	SNPM1	LE1	Lefranc	1.5 - 2.0	9.50E-07	CAL
IF2020	SNPM1	LE2	Lefranc	9.8 - 10.5	4.30E-05	CAL
IF2020	SNPM2	LE1	Lefranc	2.9 - 3.5	2.20E-06	CAL
IF2020	SNPM2	LE2	Lefranc	8.4 - 9.0	6.10E-05	CSL

**Tabella 11 - Prospetto sintetico delle prove di permeabilità disponibili.**

## 10 SISMICITÀ DELL'AREA

La consultazione del database DISS (vers. 3.2.1., 2018), relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5.5, mostra che il tracciato di progetto non risulta essere interessato direttamente dalla presenza di potenziali faglie sismogenetiche (Figura 11). Il settore di studio ricade ad oltre 30 km a SE dalla fascia di sorgenti composite "ITCS060 Montebelluna-Montereale" (Tabella 12, profondità stimata 1.0-9.0 km, magnitudo massima 6.5, *Slip rate* 0.24-0.91 mm/anno) (Galadini et al. 2005; Fantoni et al. 2002). Inoltre, a circa 50 km a NW dalla zona di studio è invece presente la fascia di sorgenti composite "ITCS105: Bassano-Vittorio Veneto" (Tabella 13, profondità stimata 1.0-10.0 km, magnitudo massima 6.5, *Slip rate* 0.29-0.72 mm/anno).

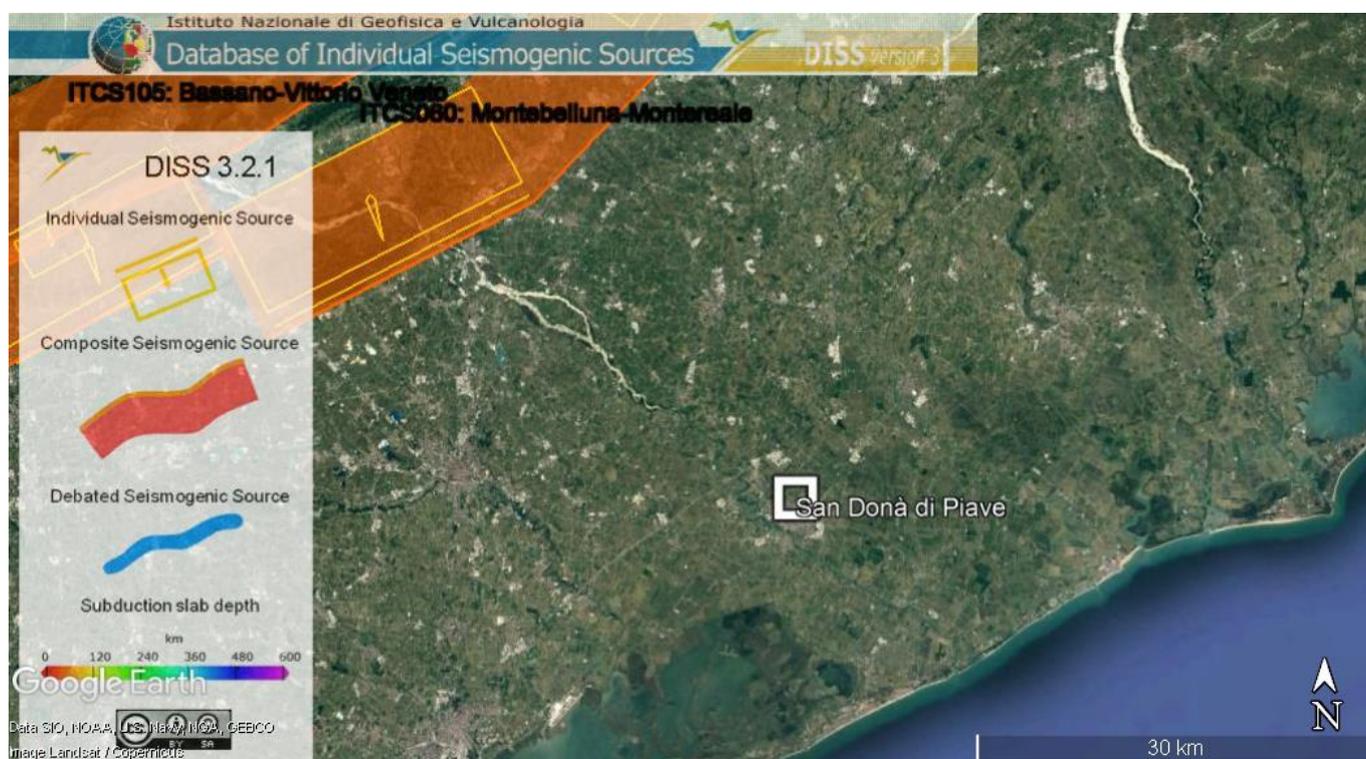


Figura 11 - Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con  $M > 5.5$  nell'area di studio (da DISS Working group 2018, *Database of Individual Seismogenic Sources* (DISS), versione 3.2.1., <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>).

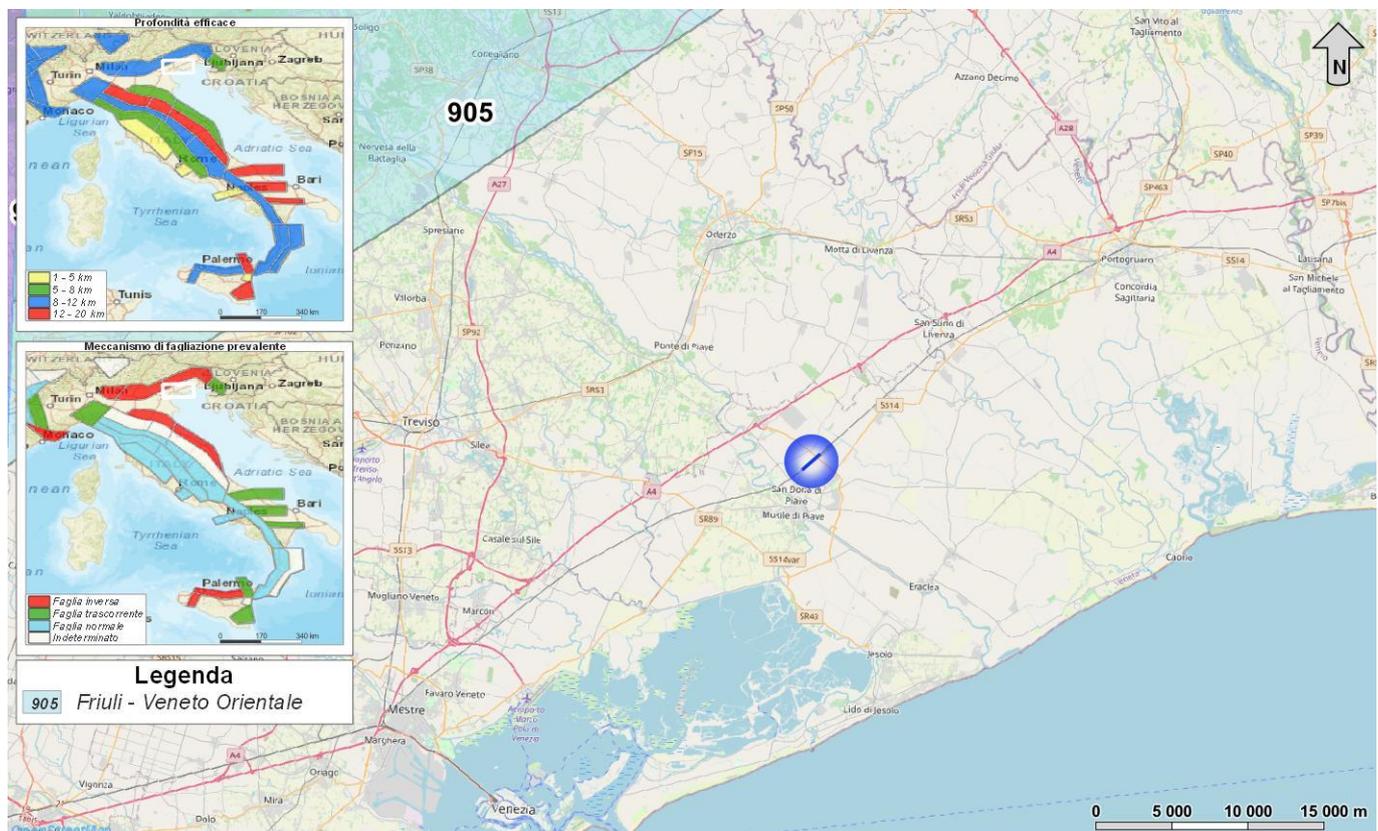
Parameter		Quality	Evidence	
Min depth	km	1.0	LD	Based on geological data from Galadini et al. 2005
Max depth	km	9.0	LD	Based on geological data from Galadini et al. 2005
Strike min - max	deg	210 - 245	LD	Based on geological data from Galadini et al. 2005
Dip min - max	deg	30 - 50	LD	Based on geological data from Galadini et al. 2005
Rake min - max	deg	60 - 100	LD	Based on geological and geodetic data.
Slip Rate min - max	mm/y	0.24 - 0.90	EJ	Inferred from geological data from Galadini et al. 2005

Parameter		Quality	Evidence	
Max Magnitude	$M_w$	6.5	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

**Tabella 12 – Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta “ITCS060 Montebelluna-Montereale”. Legenda LD=literature data, OD=original data, ER=empirical relationship, AR=analytical relationship, EJ=expert judgement.**

Parameter		Quality	Evidence	
Min depth	<i>km</i>	1	LD	Based on geological data from various Authors.
Max depth	<i>km</i>	10	LD	Based on geological data from various Authors.
Strike min - max	<i>deg</i>	200 - 245	LD	Based on geological data from various Authors.
Dip min - max	<i>deg</i>	30 - 50	LD	Based on geological data from various Authors.
Rake min - max	<i>deg</i>	60 - 100	LD	Based on geological and geodetic data.
Slip Rate min - max	<i>mm/y</i>	0.29 - 0.72	EJ	Inferred from regional geological data from Galadini et al. (2005).
Max Magnitude	$M_w$	6.5	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

**Tabella 13 – Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta “ITCS105: Bassano-Vittorio Veneto”. Legenda LD=literature data, OD=original data, ER=empirical relationship, AR=analytical relationship, EJ=expert judgement.**



**Figura 12 – Stralcio della Zonazione sismogenetica ZS9 dell'area di studio, riprodotto in scala 1:500.000, con individuazione delle opere in progetto (cerchio blu).**

Relativamente alla vigente zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004), le opere in progetto, ricadono a circa 27 km a sud-est della Zona **905** “*Friuli-Veneto Orientale*” (Figura 12). Sulla base degli studi sismologici più aggiornati, nella zona 905 sono attesi terremoti di media-elevata profondità ( $P = 8-12$  km) e di media-elevata magnitudo ( $M_{max} = 6.60$ ). Tale zona presenta un andamento circa SW-NE ed è caratterizzata da strutture essenzialmente inverse.

## 10.1 Sismicità storica

Storicamente, l'intero territorio provinciale di Venezia si caratterizza per l'assenza di una propria ed intrinseca sismicità, riconducibile cioè a terremoti con ipocentro localizzato nelle strette vicinanze del territorio in esame.

Una debole sismicità si associa al lineamento tettonico denominato “Faglia di Caorle”, che corre in asse al Fiume Livenza, mentre più o meno forti sono i risentimenti legati a terremoti aventi epicentro localizzato nelle aree limitrofe quali, ad esempio, quella del Friuli e del Bellunese, caratterizzate da un'intensa attività sismica.

Le prime notizie storiche riguardanti la sismicità dell'area di studio risalgono al 745 (e/o 758), quando Venezia fu colpita da un terremoto che compromise la stabilità di molti edifici. Ancor più grave fu il sisma verificatosi nel 1903 che, secondo fonti storiche, arrecò ingenti danni al Campanile di S. Angelo.

All'inizio del XII secolo sono da annoverare due terremoti: il primo verificatosi intorno al 1106 e noto come terremoto di Malamocco; il secondo avvenuto nel 1117 e noto terremoto di S. Ermagora. Quest'ultimo, in particolare, è generalmente attribuito alla sismicità primaria dell'area lombardo-veneta e ha raggiunto l'XI grado della scala MCS. Il sisma di Malamocco, oltre che della distruzione di chiese e palazzi, fu responsabile del maremoto che sconvolse l'omonima città, mentre il sisma di S. Ermagora fu, probabilmente, molto più violento ed ebbe ripercussioni in tutta l'Italia settentrionale.

Nel 1348 l'intera area veneziana fu interessata dal terremoto di Villaco, anch'esso dell'XI grado della scala MCS, che arrecò numerosi danni alla città di Venezia, dove si riferisce che esso abbia raggiunto l'VIII grado della scala MCS.

Va inoltre ricordato il terremoto del Friuli del 1511 pari al IX-X grado della scala MCS, i cui risentimenti per la città di Venezia sono stati stimati intorno al VII-VIII grado della scala MCS.

Dati storici rivelano che nei secoli seguenti si è verificata una riduzione dell'intensità degli eventi. Anche il XIX secolo fu caratterizzato da una cosiddetta “quiete sismica”, poiché nell'area veneziana si registrarono scarsi risentimenti di effettivo rilievo. Maggiori informazioni si hanno sull'attività sismica riguardante le aree sismogenetiche limitrofe e quelle relative ai terremoti interessanti la città di Venezia, come il terremoto dell'Alpago del 1873 e quello di Rimini del 1875, che hanno prodotto risentimenti anche superiori al V grado della scala MCS, nei settori meridionali della provincia di Venezia, e risentimenti inferiore nella fascia centrale e settentrionale. Sul finire del secolo, nel 1895, il terremoto di Lubiana fece risentire i propri effetti su tutta la provincia di Venezia con un'intensità del VI grado MCS.

Fonti storiche e bibliografiche confermano, inoltre, che ancora nel XX secolo prosegue la “calma sismica”, interrotta episodicamente da risentimenti del VI grado MCS. Tra questi si ricordano, ad esempio, il terremoto di Belluno del 1936 e, più recentemente, il sisma del Friuli del 1976.

Con l'ampliamento delle Reti Sismiche, nazionali e locali, si è giunti ad un miglioramento delle conoscenze sia nel senso di una più precisa collocazione degli epicentri dei sismi sia nel senso del riconoscimento e studio dell'attività sismica di medio-bassa intensità, fondamentale negli studi sismotettonici regionali. Nonostante in Veneto sia

presente un numero esiguo di stazioni sismiche, si assiste negli anni all'aumento delle registrazioni anche di terremoti di debole intensità i cui epicentri sono stati localizzati nell'entroterra veneziano e nel Golfo di Venezia. Questi fenomeni sismici, molto spesso nemmeno avvertiti dalla popolazione, possiedono una notevole importanza geodinamica poiché testimonianza dell'esistenza di strutture geologiche attive, quali quelle che caratterizzano le Alpi che, spingendosi fin oltre il mare, attraversano il territorio veneziano.

Recentemente, nel periodo agosto-novembre del 1997, uno sciame sismico di intensità inferiore a tre gradi della scala Richter, ha interessato l'area settentrionale della Provincia di Venezia. Scosse di maggiore intensità, avvertite, da parte della popolazione hanno reso possibile la stima della loro intensità macrosismica, valutata come "moderata" (IV-V grado della scala MCS), mentre la zona epicentrale è stata localizzata nell'area di S. Stino di Livenza - Passarella - Ceggia e la profondità ipocentrale, a seconda dei vari episodi sismici, è stata valutata fra 5 e 15 km. Tale notevole variazione nei valori di profondità ipocentrale è legata sia al range di profondità entro cui variano gli ipocentri dei singoli terremoti dello sciame sismico sia alla sempre difficile determinazione della profondità ipocentrale aggravata, nello specifico caso, dalla localizzazione dell'area epicentrale, situata all'esterno delle Rete Sismica della Regione Friuli-Venezia Giulia, con conseguente caduta di precisione localizzativa.

Lo studio della sismicità effettuato per il piano provinciale di Venezia rivela che da qualche secolo, nella Regione Veneto, si sta assistendo ad una diminuzione dell'attività sismica afferente anche alle aree sismogenetiche limitrofe. Al di là delle inevitabili inesattezze ed incompletezze storiche, riferibili ai tempi più antichi, lo studio della Provincia afferma, inoltre, che un problema attualmente irrisolto riguarda la determinazione del periodo di ritorno degli eventi. Ciò assume maggiore valore in relazione ai recenti eventi originatisi in aree ritenute poco sismiche o asismiche. Dunque, anche se le attuali conoscenze sismogenetiche sull'area non lasciano intravedere la presenza di strutture tettoniche in grado di generare terremoti distruttivi, non si può comunque escludere la possibilità di dover subire terremoti mediamente distruttivi, come rilevano le massime intensità macrosismiche osservate nel passato nella regione veneziana.

Come si può notare dai dati contenuti nel Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani (CPTI15, Figura 13), l'area in questione è stata interessata soprattutto dagli effetti di alcuni eventi sismici di una certa intensità localizzati ad oltre 20 km NE dell'area di stretto interesse progettuale, terremoto del 14/04/1529 di magnitudo 4.16 (Friuli), ad oltre 25 km WNW dell'area di stretto interesse progettuale, terremoto del 13/04/1756 di magnitudo 4.86 (Treviso) e ad oltre 29 km SW dell'area di stretto interesse progettuale, terremoto del 17/01/1284 di magnitudo 4.16 (Venezia).

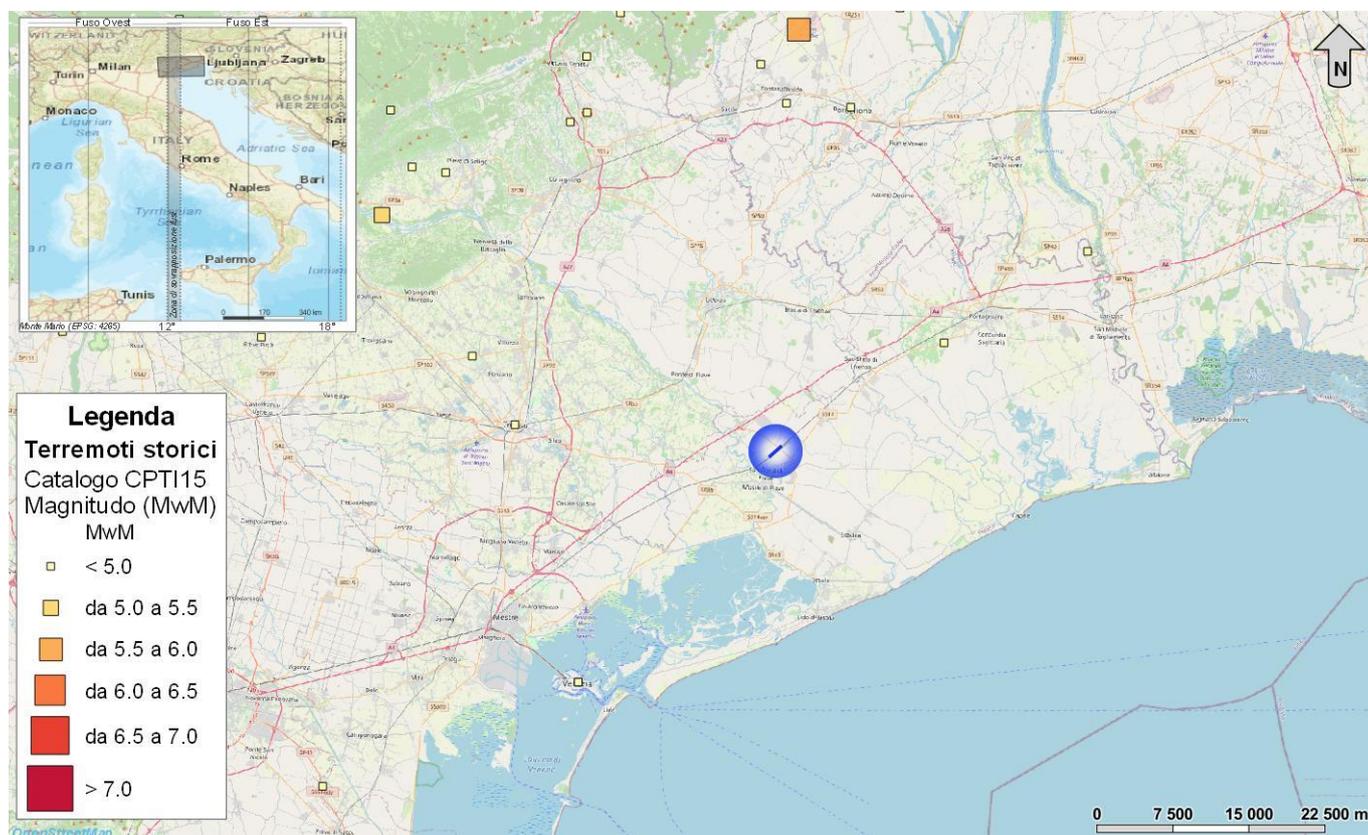


Figura 13 – Epicentri e magnitudo dei principali terremoti storici che hanno interessato il comune di San Donà di Piave, stralcio riprodotto in scala 1:750.000, con indicazione dell'area di studio (cerchio blu).

Di seguito sono elencati gli eventi sismici riportati nel Database Macrosismico Italiano pubblicato dall'INGV (versione DBMI15 v2.0, Locati et al. 2019) al fine di documentare la storia sismica del centro abitato di San Donà di Piave (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

### Storia sismica di San Donà di Piave

[45.633, 12.572]

Numero eventi: 21

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	NMDP	Io	Mw
4	1892 08 09 07 58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91
2	1894 02 09 12 48 05.00	Valle d'Illasi	116	6	4.74
F	1895 06 10 01 47	Prealpi Trevigiane	73	6	4.85
NF	1897 06 11 12 45	Asolano	47	5-6	4.44
NF	1897 07 15 05 53	Ljubljana	325	6-7	4.99
NF	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4.59
3	1898 02 20 04 57 26.00	Valli del Natisone	155	7	5.12
4	1900 03 04 16 55	Asolano	98	6-7	5.05

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	NMDP	Io	Mw
3	1901 10 30 14 49 58.00	Garda occidentale	289	7-8	5.44
4-5	1904 03 10 04 23 04.24	Slovenia nord-occidentale	57		
NF	1907 04 25 04 52	Veronese	122	6	4.79
4	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
NF	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5.26
4	1924 12 12 03 29	Carnia	78	7	5.42
4	1931 12 25 11 41	Friuli	45	7	5.25
NF	1934 05 04 13 56	Carnia	80	6	4.69
5	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06
NF	1954 04 25 22 17 19.00	Carnia	57	5-6	4.54
3-4	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4.87
3-4	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5.04
3	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	291	6-7	5.36

Tabella 14 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di San Donà di Piave (da Database Macrosismico Italiano, DBMI15). Legenda: I intensità al sito (MCS); Ax area epicentrale; NMDP numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io intensità massima (MCS); Mw magnitudo momento.

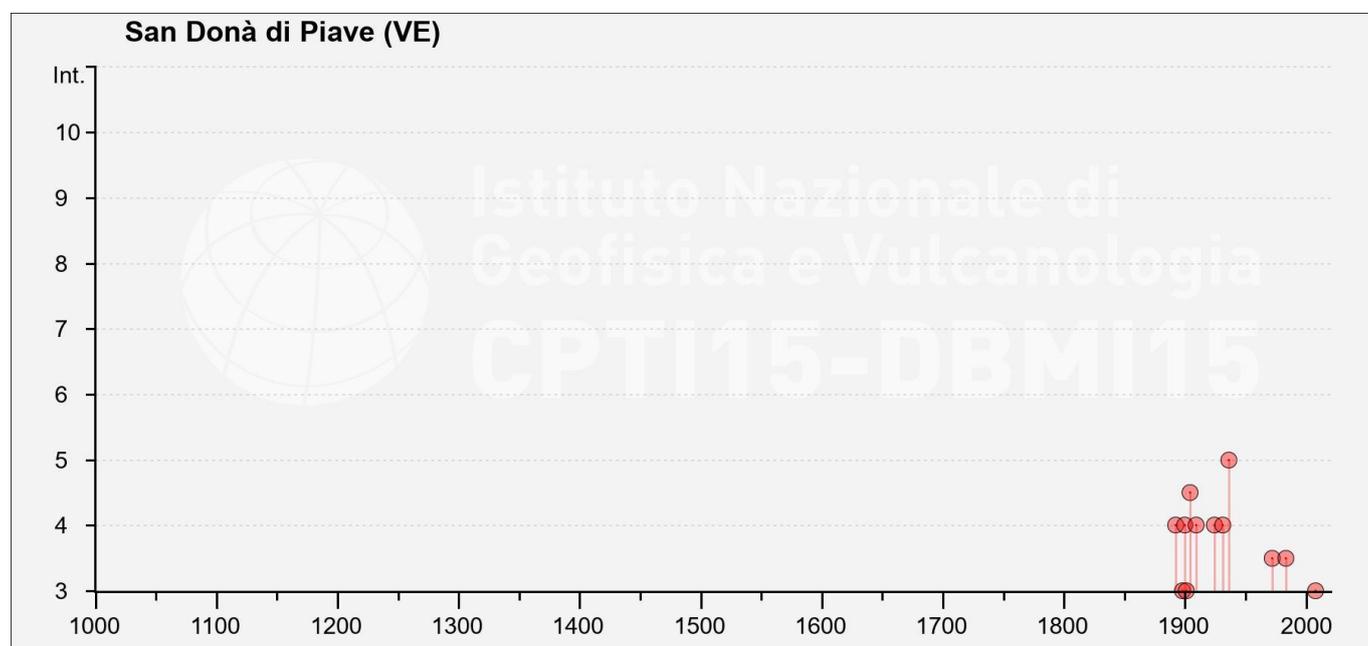


Figura 14– Grafico illustrante la storia sismica di San Donà di Piave. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

## 10.2 Sismicità attuale

L’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) – “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*” disciplinava la classificazione sismica dei comuni d’Italia. Con l’emanazione dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/06 lo Stato ha definito i criteri nazionali che ciascuna Regione deve seguire per l’aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio. Questo strumento normativo ha portato a valutare la classificazione sismica del territorio secondo parametri sismologici svincolati dal solo criterio politico del limite amministrativo fin qui utilizzato.

La Regione Veneto, con D.C.R. 03 dicembre 2003, n. 67, ha provveduto all’aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni. Secondo tale normativa, il territorio del comune di San Donà di Piave ricade in Zona sismica 3, ovvero una zona con livello di pericolosità basso ( $0.05 < a_g \leq 0.15$ ).

In seguito a tale classificazione, effettuata per ognuno dei comuni d’Italia, è stato emanato un nuovo provvedimento che prevede l’adozione delle stime di pericolosità sismica contenute nel Progetto S1 dell’INGV-DPC (Figura 15). Detto studio è stato condotto dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che ha prodotto, per l’intera comunità nazionale, uno strumento scientificamente valido ed avanzato, nonché utilizzabile nell’immediato in provvedimenti normativi.

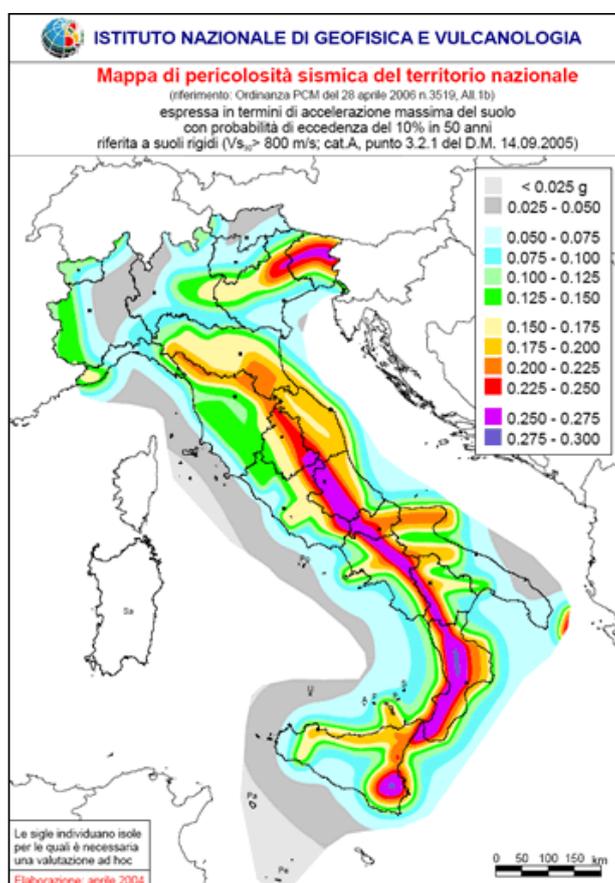


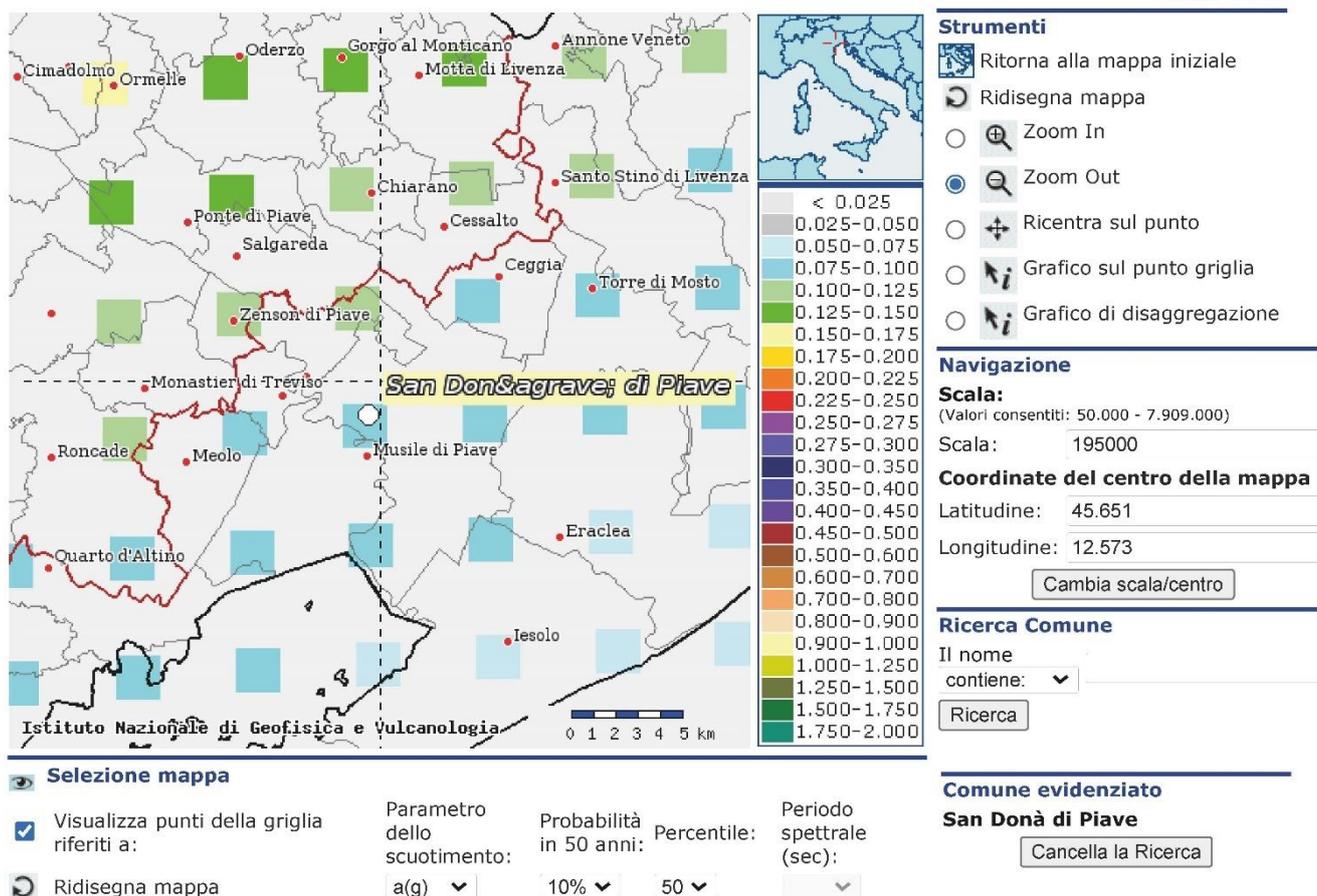
Figura 15 – Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell’INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

	<b>POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE</b> Posti di Movimento e Varianti di Tracciato Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave				
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA IZ04	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001

In particolare, con tale provvedimento è stato superato il concetto di una classificazione sismica legata al singolo territorio comunale e si è posta nuova attenzione sul concetto di una pericolosità sismica uniforme a livello nazionale, stimata sulla base di quattro fondamentali zone sismiche. La vecchia classificazione sismica produceva, sovente, situazioni in cui un comune classificato sismico era fisicamente confinante con un comune non classificato e, pertanto, si assisteva ad un brusco cambiamento nei parametri sismici che avveniva in un breve arco di territorio.

Attualmente, la pericolosità sismica è stimata con una precisione maggiore e, di fatto, le variazioni tra le caratteristiche sismiche di aree adiacenti sono continue e graduali. Successivamente verrà mantenuta, infatti, la classificazione secondo la quale il territorio nazionale è suddivisibile in quattro differenti classi sismiche, ma a scopo esclusivamente amministrativo.

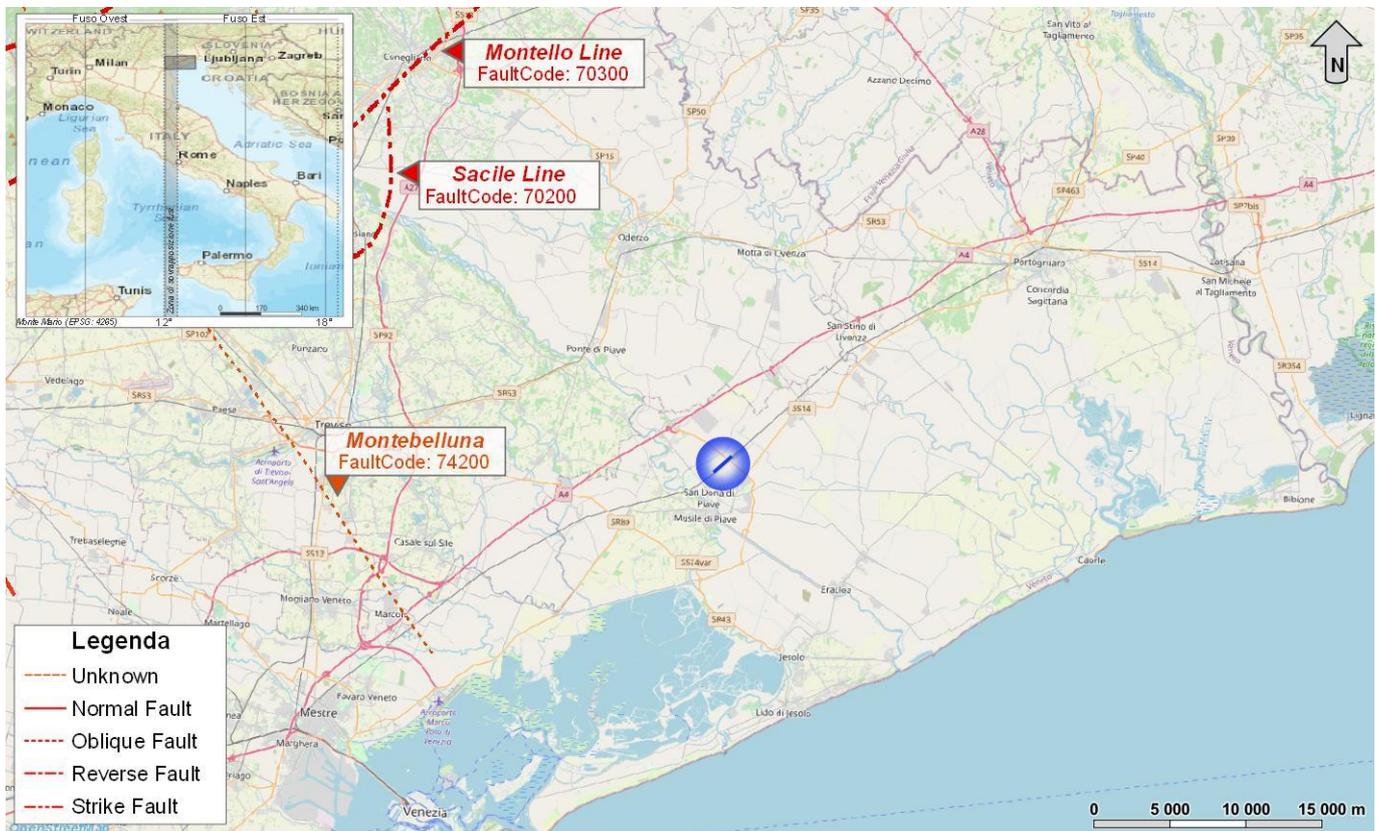
## Mappe interattive di pericolosità sismica



**Figura 16 – Mappa di pericolosità sismica per l’area di interesse; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).**

All’attuale stato delle conoscenze e del progresso scientifico è possibile, attraverso l’applicazione *WebGIS*, consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica (cfr. Figura 16). In particolare, per la zona interessata dall’opera progettuale, i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi all’incirca nell’intervallo  $0.075-0.125 a_g$  (accelerazione massima del suolo).

Inoltre, il database del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from CAPable faults*) mostra, nell'area progettuale, l'assenza di faglie capaci, definite come lineamenti tettonici attivi che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche. Infatti, gli elementi tettonici sono ubicati ad oltre circa 25 km a SW rispetto ai settori di intervento, ad oltre 27 km a NW rispetto ai settori di intervento e ad oltre 32 km NW rispetto ai settori di intervento. Si tratta rispettivamente della faglia capace "Montebelluna" (74200), della faglia capace "Sacile Line" (70200) e della faglia capace "Montello Line" (70300) (Ogniben 1987; Castaldini & Panizza 1991; Zanferrari et al. 1982). Tali elementi quindi non interferiscono direttamente con il tracciato di progetto, ma sono comunque in grado di produrre eventi sismici di una certa importanza, con sicuro risentimento per le opere nei settori di stretto interesse progettuale.



**Figura 17 - Stralcio cartografico dell'area di interesse riprodotto in scala 1:500.000, con individuazione delle opere in progetto (cerchio blu) e delle faglie capaci (Ithaca 2019).**

Per completezza nella Tabella 15 si riportano le caratteristiche della faglia Montebelluna (FaultCode 74200), nella Tabella 16 si riportano le caratteristiche della faglia Sacile Line (FaultCode 70200) e infine nella Tabella 17 si riportano le caratteristiche della faglia Montello Line (FaultCode 70300).

Faglia Montebelluna	
GENERAL IDENTIFICATION	
<b>FAULT CODE</b>	74200
<b>FAULT NAME</b>	Montebelluna
<b>REGION NAME</b>	Veneto

## Faglia Montebelluna

<b>TECTONIC ENVIRONMENT</b>	ND
<b>SYSTEM NAME</b>	Montebelluna
<b>SYNOPSIS</b>	
<b>RANK</b>	ND
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
<b>SEGMENTATION</b>	Single Segment
<b>AVERAGE STRIKE (°)</b>	140
<b>DIP (°)</b>	Undefined
<b>DIP DIRECTION</b>	
<b>FAULT LENGTH (km)</b>	31.3
<b>MAPPING SCALE</b>	01:00
<b>FAULT DEPTH (km)</b>	
<b>KINEMATICS</b>	ND
<b>ACTIVITY</b>	
<b>SURFACE EVIDENCE</b>	ND
<b>LAST ACTIVITY</b>	Holocene generic (<10,000)
<b>EVIDENCE FOR CAPABILITY</b>	Displacement of latest Pleistocene-Holocene deposits and/or land forms
<b>SLIP PARAMETERS</b>	
<b>RECURRENCE INTERVAL (YR)</b>	
<b>SLIP RATE (MM/YR)</b>	
<b>MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH (KM)</b>	
<b>MAX CREDIBLE SLIP (M)</b>	
<b>TIME SINCE LAST EVENT (YR)</b>	
<b>MAX KNOWN MAGNITUDE (MW)</b>	
<b>MAX KNOWN INTENSITY (MCS)</b>	
<b>KNOWN SEISMIC EVENTS</b>	
<b>FINAL REMARKS</b>	
<b>CAPABILITY CONSENSUS</b>	Low reliability
<b>STUDY QUALITY</b>	LOW
<b>NOTES</b>	

Tabella 15 - Sintesi delle caratteristiche fisiche e geologiche della faglia potenzialmente attiva o capace, tratta da <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/SchedaFaglia.aspx?faultcode=74200>.

## Faglia Sacile Line

## GENERAL IDENTIFICATION

<b>FAULT CODE</b>	70200
-------------------	-------

Faglia Sacile Line	
<b>FAULT NAME</b>	Sacile Line
<b>REGION NAME</b>	Veneto
<b>TECTONIC ENVIRONMENT</b>	PLATE BOUNDARY
<b>SYSTEM NAME</b>	Sacile Line
<b>SYNOPSIS</b>	
<b>RANK</b>	Primary
GEOMETRY AND KINEMATICS	
<b>SEGMENTATION</b>	Single Segment
<b>AVERAGE STRIKE (°)</b>	225
<b>DIP (°)</b>	Undefined
<b>DIP DIRECTION</b>	N
<b>FAULT LENGTH (km)</b>	24.5
<b>MAPPING SCALE</b>	1:500000
<b>FAULT DEPTH (km)</b>	
<b>KINEMATICS</b>	Reverse
ACTIVITY	
<b>SURFACE EVIDENCE</b>	ND
<b>LAST ACTIVITY</b>	Holocene generic (<10,000)
<b>EVIDENCE FOR CAPABILITY</b>	Displacement of latest Pleistocene-Holocene deposits and/or land forms
SLIP PARAMETERS	
<b>RECURRENCE INTERVAL (YR)</b>	
<b>SLIP RATE (MM/YR)</b>	0.06
<b>MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH (KM)</b>	
<b>MAX CREDIBLE SLIP (M)</b>	
<b>TIME SINCE LAST EVENT (YR)</b>	
<b>MAX KNOWN MAGNITUDE (MW)</b>	
<b>MAX KNOWN INTENSITY (MCS)</b>	
<b>KNOWN SEISMIC EVENTS</b>	
FINAL REMARKS	
<b>CAPABILITY CONSENSUS</b>	Medium reliability
<b>STUDY QUALITY</b>	FAIR
<b>NOTES</b>	

Tabella 16 - Sintesi delle caratteristiche fisiche e geologiche della faglia potenzialmente attiva o capace, tratta da <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/SchedaFaglia.aspx?faultcode=70200>.

## Faglia Montello Line

**GENERAL IDENTIFICATION**

<b>FAULT CODE</b>	70300
<b>FAULT NAME</b>	Montello Line
<b>REGION NAME</b>	Veneto
<b>TECTONIC ENVIRONMENT</b>	PLATE BOUNDARY
<b>SYSTEM NAME</b>	Montello Line
<b>SYNOPSIS</b>	
<b>RANK</b>	Primary

**GEOMETRY AND KINEMATICS**

<b>SEGMENTATION</b>	Single Segment
<b>AVERAGE STRIKE (°)</b>	240
<b>DIP (°)</b>	Undefined
<b>DIP DIRECTION</b>	N
<b>FAULT LENGTH (km)</b>	41.3
<b>MAPPING SCALE</b>	1:250000
<b>FAULT DEPTH (km)</b>	
<b>KINEMATICS</b>	Reverse

**ACTIVITY**

<b>SURFACE EVIDENCE</b>	hidden (buried, blind fault)
<b>LAST ACTIVITY</b>	Holocene generic (<10,000)

**SLIP PARAMETERS**

<b>RECURRENCE INTERVAL (YR)</b>	
<b>SLIP RATE (MM/YR)</b>	
<b>MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH (KM)</b>	
<b>MAX CREDIBLE SLIP (M)</b>	
<b>TIME SINCE LAST EVENT (YR)</b>	
<b>MAX KNOWN MAGNITUDE (MW)</b>	
<b>MAX KNOWN INTENSITY (MCS)</b>	
<b>KNOWN SEISMIC EVENTS</b>	

**FINAL REMARKS**

<b>CAPABILITY CONSENSUS</b>	High reliability
<b>STUDY QUALITY</b>	FAIR
<b>NOTES</b>	

Tabella 17 - Sintesi delle caratteristiche fisiche e geologiche della faglia potenzialmente attiva o capace, tratta da <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/SchedaFaglia.aspx?faultcode=70300>.



## POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	47 di 89

### 10.3 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali e rappresenta la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area in un determinato intervallo di tempo. Diverso è, invece, il concetto di rischio sismico che è il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico.

Affinché si abbia rischio è necessario, pertanto, che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento di data intensità nell'area in esame. Non potendo intervenire sulla pericolosità, che dipende esclusivamente da dinamiche naturali, si può intervenire sulla vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e, quindi, sul rischio totale.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, delle caratteristiche della sorgente sismogenetica e delle modalità di propagazione della perturbazione, è necessario analizzare le caratteristiche locali del sito di studio. Queste, infatti, condizionano la reazione del terreno all'*input* sismico in termini di variazione del contenuto in frequenza del segnale, amplificazione/smorzamento dell'onda e perdita o modificazione delle sue caratteristiche di resistenza e deformabilità.

All'indomani della riclassificazione sismica del territorio nazionale scaturita dal progetto S1 dell'INGV-DPC, si dispone di parametri sismici di riferimento aggiornati e di maggior dettaglio rispetto alla classificazione macrosismica nazionale cui faceva riferimento il D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 (Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica" dell'Italia, che costituisce oggi la base di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche di progetto sul sito in esame secondo la normativa vigente.

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, sono stati determinati i valori reticolari dei parametri di riferimento relativamente ad un suolo rigido, per un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 475.

Per i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (come previsto dalle NTC 2018 cfr. paragr. 3.2). I parametri forniti possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale.



Figura 18 – Griglia di riferimento per il settore oggetto di studio, con individuazione dei siti di progetto (linea blu) e dei nodi del reticolo intorno al sito (in rosso).

ID	Longitudine	Latitudine	$a_g$	$F_0$	$T_c$
11642	12.561	45.681	0.0102	2.570	0.370
11643	12.632	45.682	0.0097	2.570	0.370
11864	12.562	45.631	0.0093	2.540	0.370
11865	12.633	45.632	0.0086	2.650	0.370

Tabella 18 - Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno  $T_r$  pari a 475 anni, le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG:4230).

La Vita Nominale  $V_N$  di un'opera, intesa come il periodo temporale entro cui l'opera stessa possa essere usata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC2018:

- $V_N \leq 10$  anni, per opere provvisorie e opere provvisionali.
- $V_N \geq 50$  anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$  anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Per le opere in progetto, ai fini della definizione dell'azione sismica, i progettisti hanno assunto:

$$V_N = 75 \text{ anni}$$

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	49 di 89

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, le opere sono suddivise dalle NTC2018 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita in base all'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. Nel caso in esame, sempre sulla base delle indicazioni dei progettisti, le opere appartengono alla Classe d'Uso III ossia:

*“Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso”.*

Pertanto, sulla base delle indicazioni NTC2018, alla Classe d'Uso III corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U$  pari a:

$$C_U = 1.5$$

Il periodo di riferimento  $V_R$  si ottiene moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Nel caso in esame:

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

L'azione sismica di progetto va quindi determinata in funzione degli Stati Limite di verifica e delle corrispondenti probabilità  $P_{VR}$  di realizzarsi nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Gli Stati Limite di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nelle NTC2018 al par. 3.2.1 sono:

- **Stati Limite Ultimi (SLU):**
  - Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, SLV, definito come lo stato limite in corrispondenza del quale la struttura subisce una significativa perdita della rigidità nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
  - Stato Limite di Prevenzione del Collasso, SLC, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.
- **Stati limite di Esercizio (SLE):**
  - Stato Limite di immediata Operatività SLO per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico.
  - Stato Limite di Danno SLD definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

Il tempo di ritorno  $T_R$  dell'azione sismica di verifica è legato al periodo di riferimento  $V_R$  ed alla probabilità di superamento  $P_{VR}$  dalla relazione:

$$T_R = - V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

Nel caso in esame, i valori di periodo di ritorno dell'azione sismica e le probabilità di superamento per i diversi Stati Limite sono mostrati nella Tabella 19.

	<b>POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE</b> Posti di Movimento e Varianti di Tracciato Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave				
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA IZ04	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001

Stato limite di riferimento		Probabilità di superamento $P_{VR}$	Periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R$
Stati limite di esercizio (SLE)	Stato limite di immediata operatività (SLO)	81%	68
	Stato limite di danno (SLD)	63%	113
Stati limite ultimi (SLU)	Salvaguardia della vita umana (SLV)	10%	1068
	Stato limite di prevenzione del collasso (SLC)	5%	2193

**Tabella 19 - Periodi di ritorno per l'azione sismica di progetto per i diversi stati limite.**

### 10.3.1 Caratteristiche sismiche del sito

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, sono stati determinati i parametri sismici di progetto ed i relativi spettri di risposta. L'analisi è stata condotta mediante il foglio di calcolo SPETTRI-NTC, realizzato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSPL) secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e sulla base dei dati del progetto S1 dell'INGV-DPC.

Regione	Provincia	Comune
Veneto	Venezia	San Donà di Piave
Località	Longitudine	Latitudine
Mussetta di sopra- Canale Pralungo	12.57643	45.65041

**Tabella 20 - Individuazione geografica del sito di progetto; le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG 4230).**

Sulla base della localizzazione geografica del sito di progetto vengono definiti, quindi, i parametri di riferimento del moto sismico in superficie, successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera, al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o di parti di esse.

$T_R$ anni	$a_g$ g	$F_0$ -	$T_C^*$ s
30	0.031	2.555	0.216
50	0.038	2.586	0.255
72	0.044	2.546	0.283
101	0.052	2.520	0.304
140	0.059	2.561	0.319
201	0.068	2.580	0.333
475	0.095	2.572	0.368
975	0.121	2.598	0.393
2475	0.163	2.649	0.422

**Tabella 21 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti periodi di ritorno ( $T_R$ ) considerati; l'interpolazione è stata condotta utilizzando il metodo della media ponderata.**

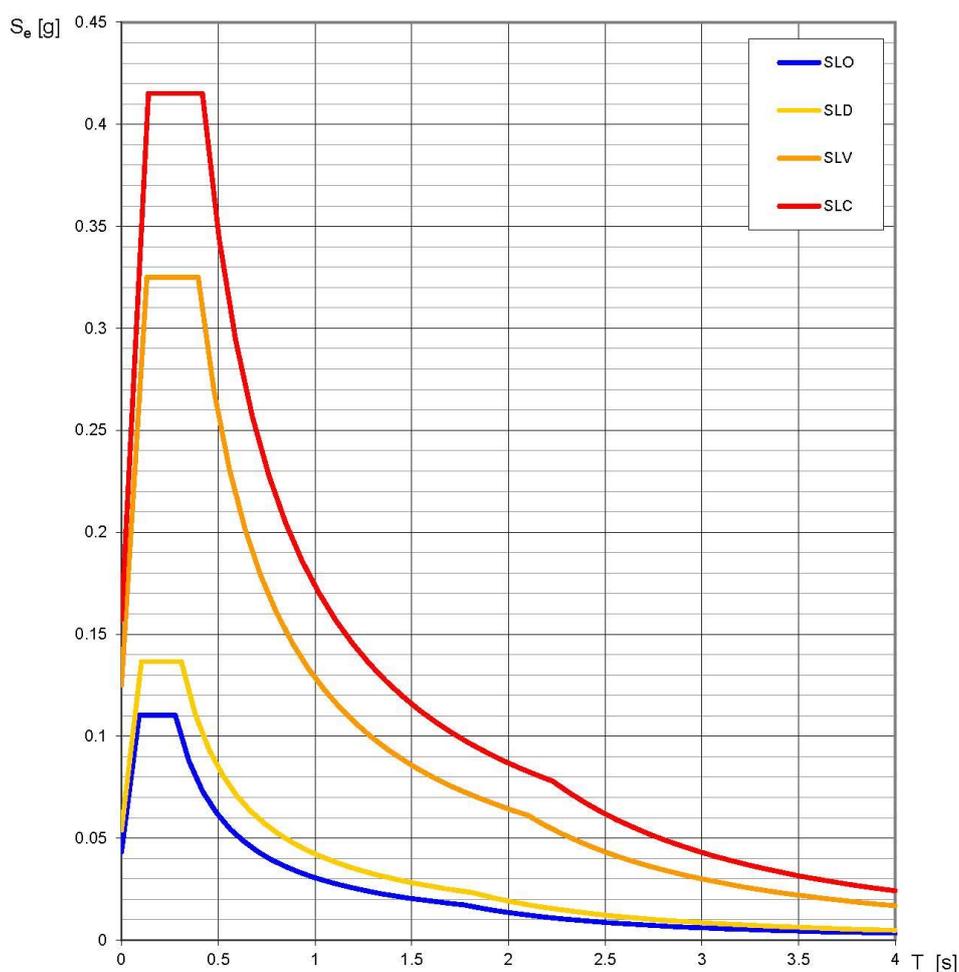
In funzione della tipologia di opere in progetto, è stata ipotizzata una vita nominale  $V_N$  pari a 75 anni ed un coefficiente d'uso della costruzione  $c_U$  pari ad 1.5, relativo ad una classe d'uso III. Il periodo di riferimento della

costruzione  $V_R$ , cui sono correlati i parametri del moto sismico per ognuno dei quattro stati limite definiti dalla normativa, è risultato pari a 112.5 anni.

SL	$T_R$ anni	$a_g$ g	$F_0$ -	$T_C^*$ s
SLO	68	0.043	2.553	0.278
SLD	113	0.054	2.534	0.309
SLV	1068	0.125	2.603	0.396
SLC	2193	0.157	2.642	0.418

**Tabella 22 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti stati limite definiti dalla normativa.**

La definizione dei parametri di riferimento del moto sismico in superficie, relativamente ai quattro stati limite della normativa, ha quindi permesso di determinare i relativi spettri di risposta elastici del terreno (Figura 19).



**Figura 19 -Spettri di risposta elastici del terreno per i quattro stati limite proposti dalla normativa tecnica.**

#### 10.4 Categoria di sottosuolo

I parametri forniti, in funzione di quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale. La normativa citata prevede, relativamente alla caratterizzazione sismica di un sito (D.M. 17/01/2018 – G.U. Serie Generale n. 42 del 20-2-2018), la determinazione dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s). Nel caso di depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m la velocità equivalente  $V_{s,eq}$  corrisponde al parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

I valori di  $V_s$  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.

Si riportano nel seguito le categorie di sottosuolo previste dalla normativa vigente:

- **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:** *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.

Nell'ambito del presente studio, le categorie di sottosuolo per l'area di intervento sono state definite in funzione delle n. 3 prove MASW realizzate nella zona di studio. In Tabella 23 si riporta una sintesi delle prove effettuate, contenente i valori di  $V_{s,eq}$  determinati, la categoria di sottosuolo corrispondente e una sintesi dell'assetto litostratigrafico in corrispondenza della prova.

sigla	tipologia	$V_{s,eq}$ m/s	H m	categoria di sottosuolo	unità geologiche
MASW SNPM1	masw	254	30	C	ba3/ba2/bb3/bt2/bt3
MASW SNPM2	masw	246	30	C	ba3/bb3/bb2/bt3/bt2

**Tabella 23 - Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate nell'ambito della campagna indagini eseguita a supporto della presente fase progettuale.**

sigla	tipologia	$V_{s,eq}$ m/s	H m	categoria di sottosuolo	unità geologiche
MASW_BH1	masw	261	30	C	ba3/ba2/bb2/bb3/bt3/bt2

**Tabella 24 - Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate per il "Progetto di Fattibilità tecnico economica per la Soppressione passaggi a Livello e Varianti di Tracciato della Linea Venezia-Trieste" (Italfer, 2018).**

Le NTC2018 definiscono il fattore  $S$  di amplificazione di sito come funzione sia della categoria di sottosuolo ( $S_S$ ), che dell'andamento della superficie topografica (attraverso il coefficiente  $S_T$ ):

$$S = S_S \cdot S_T$$

In relazione con quanto emerso dalle analisi geofisiche appositamente realizzate, entrambi i settori di studio sono caratterizzati da una categoria di sottosuolo di tipo **C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*). Invece, per quanto concerne la categoria topografica, per tutta l'area di studio si consiglia l'adozione di una categoria **T1** (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* ).

I coefficienti  $S_S$  per la categoria di sottosuolo **C** si ottengono dalla seguente espressione (vedi Tabella 3.2.IV del par. 3.2.3 delle NTC2018):

$$S_S = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot a_g / g \leq 1.50$$

Per ciò che concerne l'amplificazione topografica, le opere in progetto si collocano su superficie sostanzialmente pianeggiante (cat. T1 - Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ , in accordo alla Tabella 3.2.III al par.3.2.2. delle NTC2018). Pertanto, il fattore di amplificazione topografica risulta pari a:

$$S_T = 1$$

Sulla base di quanto sopra, i valori del fattore di sito  $S$  e dell'azione sismica di progetto  $a_{max} = S \cdot a_g$  per i periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite per il sito di San Donà di Piave sono riportati in Tabella 25.

SL	$T_R$ anni	$a_g$ g	S	$a_{max}$ g
SLO	68	0.043	1.500	0.0645
SLD	113	0.054	1.500	0.081
SLV	1068	0.125	1.500	0.1875
SLC	2193	0.157	1.451	0.2278

**Tabella 25 - Valori dei parametri  $T_R$ ,  $a_g$ , S,  $a_{max}$  per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSSLPP (2009)) per  $V_R = 112.5$  anni per il sito di studio.**

## 10.5 Analisi del rischio di liquefazione

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace (Riga 2007). Tale fenomeno avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto sono state condotte una serie di analisi qualitative basate sia sugli studi bibliografici di maggior rilievo a livello

	<b>POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE</b> Posti di Movimento e Varianti di Tracciato Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave					
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA IZ04	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

internazionale, e analisi semi-quantitative basate sulle procedure dettate dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto sono state condotte una serie di analisi semi-quantitative basate sulle procedure dettate dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018. L'attuale normativa vigente in materia di costruzioni edilizie (NTC2018 - par. 7.11.3.4.2) prevede che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{cIN} > 180$ , dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{cIN}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 4) distribuzione granulometriche esterna ai fusi granulometrici indicati da normativa, distinti in funzione del coefficiente di uniformità  $U_c$ .

In particolare, se la condizione 1 non risulta soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4. Pertanto, in relazione a quanto previsto dall'NTC 2018, sono state condotte una serie di analisi puntuali volte a verificare tutte le condizioni predisponenti elencate in precedenza, al fine di determinare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto.

Per quanto detto in precedenza, le verifiche sono state condotte unicamente per i terreni alluvionali posti a profondità inferiori ai 15-20 m dal p.c., in quanto al di sotto non è possibile che si verifichino tali fenomeni. Ovviamente le suddette analisi hanno un carattere generale e, pertanto, andranno puntualmente dettagliate attraverso verifiche geotecniche basate sulla resistenza dinamica e sull'effettivo stato di addensamento dei terreni investigati.

Le fonti bibliografiche a disposizione e lo studio relativo alla sismicità storica e alla pericolosità sismica condotto hanno evidenziato che, nell'area di intervento, si sono verificati alcuni terremoti con magnitudo  $M$  superiore a 5. In particolare, il massimo terremoto atteso nell'area presenta una  $M$  pari a 6.60, in quanto riferibili alla **Zona 905** "Friuli-Veneto Orientale".

Le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, sono risultate essere generalmente pari al limite definito da normativa, in quanto variabili tra 0.075-0.100  $a_g$  (cfr. Figura 16). In relazione a quanto detto e considerata la presenza delle condizioni predisponenti espone nel punto 1 dell'NTC 2018, si è quindi proceduto alla verifica dei punti 2, 3 e 4 del paragrafo "7.11.3.4.2 – Esclusione della verifica a liquefazione", in modo da rispondere puntualmente a tutti i quesiti posti da norma.

Per quanto concerne la falda, viste le condizioni geomorfologiche e la presenza di misure piezometriche di monitoraggio (cfr. Tabella 8- Tabella 7) che rimarcano un livello di falda posto tra -1.18 e 0.35 m s.l.m. è possibile ipotizzare una profondità minima della falda di 0.60 m da piano campagna. Tale falda risulta quindi al di sopra del limite di 15 m previsto da normativa per tutti i sondaggi presenti.

Dal punto di vista granulometrico e tessiturale, infine, i dati geologici a disposizione hanno mostrato la presenza di terreni con caratteristiche variabili ed eterogenee. In generale, i terreni attraversati sono caratterizzati da una granulometria argilloso-limosa e sabbioso-limosa. In termini qualitativi i depositi argilloso-limosi dei depositi alluvionali attuali (**ba3**, *Olocene*), dei depositi alluvionali recenti (**bb3**; *Pleistocene superiore-Olocene*) e dei depositi alluvionali antichi (**bt3**; *Pleistocene superiore*) non presentano suscettività alla liquefazione, mentre i depositi sabbioso-limosi dei depositi alluvionali attuali (**ba2**, *Olocene*), dei depositi alluvionali recenti (**bb2**, *Pleistocene superiore-Olocene*) e dei depositi alluvionali antichi (**bt2**, *Pleistocene superiore*) presentano una suscettività variabile da moderata ad alta.

Relativamente alla resistenza penetrometrica dei terreni, le verifiche sono state condotte in relazione alle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio durante le fasi di perforazione negli orizzonti sabbioso-limosi dei depositi alluvionali. Tali orizzonti sono stati rinvenuti esclusivamente tra 2 e 11 m di profondità. Sono stati quindi determinati i valori della resistenza normalizzata sulla base della formula seguente (Seed & Idriss 1982; Skempton 1986; Robertson & Wride 1998; Riga 2007):

$$(N_1)_{60} = (N_{SPT} \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S) \cdot C_N = (N)_{60} \cdot C_N$$

dove  $N_{SPT}$  è la misura della resistenza penetrometrica in sito,  $C_N$  il fattore per la normalizzazione alla pressione effettiva di 1 atmosfera, e  $C_E$ ,  $C_B$ ,  $C_R$  e  $C_S$  i fattori di correzione rispettivamente per il rapporto di energia, il diametro del foro, la lunghezza delle aste e i campioni.

campagna indagini	sondaggio	unità	profondità prova m	$N_{SPT}$	$(N_1)_{60}$
IZ0400R-2018	BH1	bb2	6.2	16	<b>15</b>
IZ0400R-2018	BH1	bb2	9.2	13	<b>11</b>
IF2020	SNPM1	ba2	3.2	38	33
IF2020	SNPM2	bb2	9.2	32	<b>25</b>

**Tabella 26 - Parametri di sintesi dei valori di NSPT e di resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 relativi ai terreni interessati dalle analisi di suscettività a liquefazione, in arancione sono segnalati gli orizzonti con (N1)60 <30.**

Tale prova ha evidenziato, in particolare, la presenza di terreni caratterizzati da valori di resistenza penetrometrica localmente al di sotto del limite di  $(N_1)_{60}$  definito da normativa (cfr. Tabella 26).

Di seguito si riportano le curve granulometriche dei campioni di terreno disponibili ed analizzati, ricadenti negli orizzonti argilloso-limosi delle unità **ba3**, **bb3** e **bt3** e negli orizzonti sabbioso-limosi delle unità **ba2**, **bb2** e **bt2**, nonché la rappresentazione schematica dei fusi critici indicati da normativa.

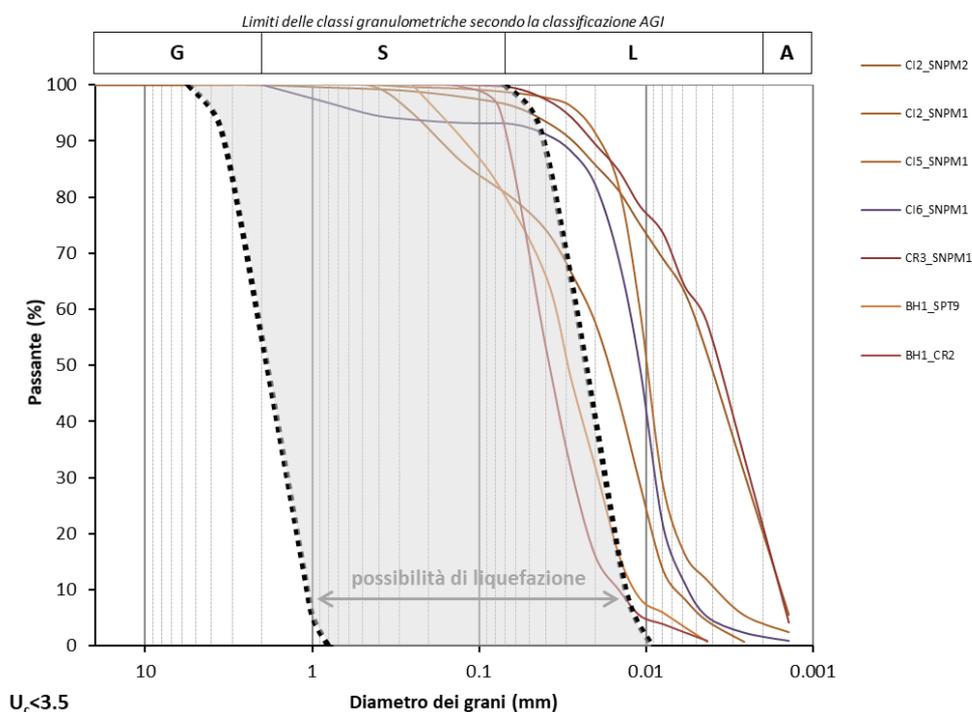


Figura 20 - Curve granulometriche dei campioni disponibili. In nero, a tratteggio, è riportato il fuso granulometrico critico per suoli -  $U_c < 3.5$  (NTC 2018).

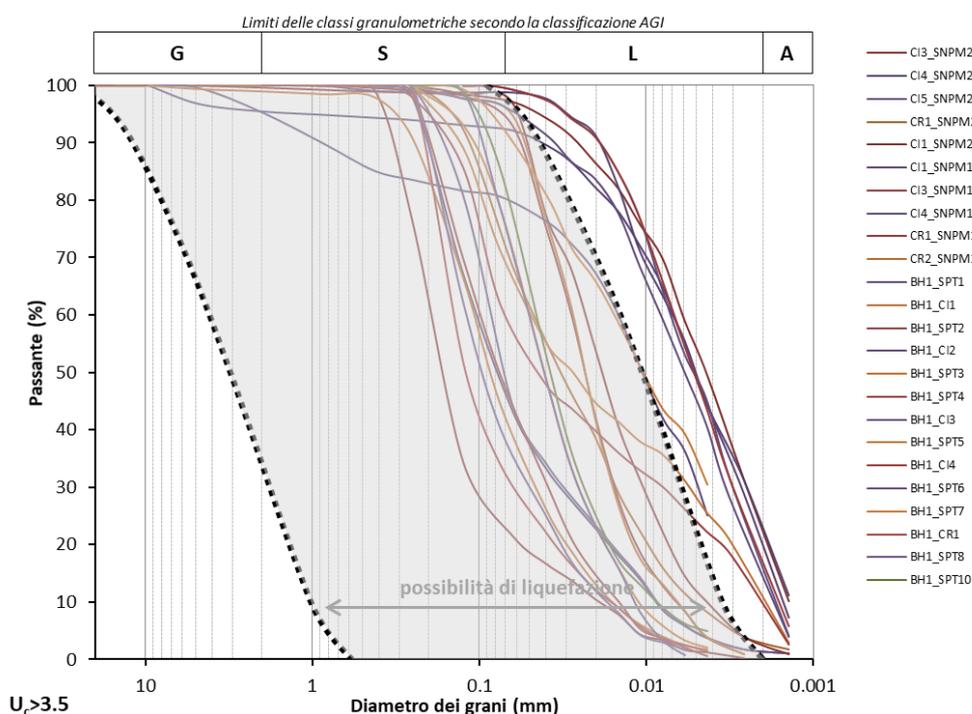


Figura 21 - Curve granulometriche dei campioni disponibili. In nero, a tratteggio, è riportato il fuso granulometrico critico per suoli -  $U_c > 3.5$  (NTC 2018).

Le curve granulometriche dei campioni di terreno disponibili ed analizzati ricadenti nelle unità **ba3**, **bb3**, **bt3**, **ba2**, **bb2** e **bt2**, nonché la rappresentazione schematica dei fusi critici indicati da normativa sono riportate in Figura 20 e Figura 21. A tal riguardo, si sottolinea che i limiti dimensionali delle varie classi granulometriche, riportati nella parte alta di ogni grafico, sono indicati seguendo gli *standard* metodologici proposti dall'Associazione Geotecnica Italiana (AGI).

Le verifiche condotte hanno evidenziato, che per i campioni **CI2** e **CI3** del sondaggio SNPM2, i campioni **CI1**, **CI2**, **CI4**, **CI5**, **CI6** e **CR3** del sondaggio SNPM1 e i campioni **CI2**, **CI3**, **CI4**, **CR2**, **SPT1**, **SPT3**, **SPT4**, **SPT7** e **SPT9** del sondaggio BH1 le curve granulometriche ricadono fuori dal fuso granulometrico critico indicato da normativa, e quindi non sono stati considerati potenzialmente suscettibili di liquefazione. Tali campioni, infatti, presentano un contenuto piuttosto elevato in limi e argille compreso tra il 100% e il 62%. Al contrario, il campione **CI1** del sondaggio SNPM2 (3.0-3.7 m dal p.c.), il campione **CI4** del sondaggio SNPM2 (15.0-15.6 m dal p.c.), il campione **CI5** del sondaggio SNPM2 (21.0-21.6 m dal p.c.) e il campione **CR1** del sondaggio SNPM2 (27.0-27.5 m dal p.c.), ricadono parzialmente all'interno del fuso granulometrico critico indicato da normativa. In particolare, nonostante le quattro curve non ricadano interamente all'interno dal fuso e quindi non siano potenzialmente suscettibili di liquefazione i quattro campioni sono stati cautelativamente considerati suscettibili di liquefazione, in quanto solo una percentuale di passante inferiore al 5% ricade fuori dal fuso critico. Tali campioni, infatti, presentano un contenuto in sabbia compreso tra il 32% e l'1%, e in limo compreso tra il 93% e il 42%. Infine, il campione **CI3** del sondaggio SNPM1 (8.0-8.7 m dal p.c.), il campione **CR1** del sondaggio SNPM1 (17.0-17.5 m dal p.c.), il campione **CR2** del sondaggio SNPM1 (26.0-26.5 m dal p.c.), il campione **CI1** del sondaggio BH1 (4.5-5.0 m dal p.c.), il campione **SPT2** del sondaggio BH1 (6.0-6.45 m dal p.c.), il campione **SPT5** del sondaggio BH1 (15.0-15.45 m dal p.c.), il campione **SPT6** del sondaggio BH1 (18.0-18.45 m dal p.c.), il campione **CR1** del sondaggio BH1 (23.0-23.5 m dal p.c.), il campione **SPT8** del sondaggio BH1 (24.0-24.45 m dal p.c.) e il campione **SPT10** del sondaggio BH1 (30.0-30.45 m dal p.c.) ricadono totalmente all'interno del fuso granulometrico critico indicato da normativa. Tali campioni, infatti, presentano un contenuto in sabbia compreso tra il 66% e l'1%, e in limo compreso tra il 94% e il 21%.

In conclusione, i risultati delle analisi di suscettività a liquefazione appositamente condotte hanno evidenziato che i terreni impegnati dalla realizzazione delle opere in progetto possono essere localmente suscettibili a fenomeni di liquefazione dinamica a seguito dei terremoti attesi. Si sottolinea che gli orizzonti sabbioso-limosi e ghiaioso-sabbiosi presenti all'interno dei depositi alluvionali sono da ritenersi suscettibili di liquefazione. Ad ogni modo dovranno essere condotte specifiche analisi geotecniche al fine di definire in maniera quantitativa i possibili effetti di eventuali fenomeni di liquefazione sulle opere in progetto. Per tali analisi si rimanda all'elaborato "Relazione Geotecnica", con codifica IZ04 10 D 26 GE GE0006 001.

## 11 CONCLUSIONI

L'area di studio si colloca nella fascia orientale della Regione Veneto, nel territorio comunale di San Donà di Piave.

- Dal punto di vista morfologico l'area di studio si colloca in un settore pianeggiante della Bassa Pianura Veneta, posto a nord-est della Laguna Veneta e a nord della costa adriatica. Si tratta di un territorio caratterizzato da una debole pendenza (valori dell'ordine dell'1-3 ‰), generalmente orientata da Nord-Nord-Ovest verso Sud-Sud-Est. Le quote topografiche nell'area di interesse variano da 0 a 10 m s.l.m.;
- Il principale corso d'acqua dell'area è rappresentato dal Fiume Piave, che sgorga nelle Alpi Carniche presso Monte Peralba) e sfocia nel Mar Adriatico presso Cortellazzo (VE). Inoltre, la rete idrografica superficiale è rappresentata da ulteriori corsi d'acqua di importanza minore e numerosi canali artificiali che svolgono importanti funzioni irrigue e di scolo, sviluppando una notevole ramificazione e gerarchizzazione anche a livello capillare;
- Le aree di studio sono caratterizzate da un substrato eterogeneo riconducibile ai depositi alluvionali, con spessore massimo superiore a 30 m: si tratta di depositi olocenici in facies prevalentemente argilloso-limose, con orizzonti e livelli di sabbie limose. Tali depositi poggiano sopra unità più antiche non affioranti e sono ricoperti da coltri di riporto;
- Il monitoraggio piezometrico in corso evidenzia una profondità minima della falda di 0.60 m da piano campagna;
- L'area oggetto di studi risulta priva di elementi di pericolosità geologica e geomorfologica, potenziali o in atto, che possano determinare condizioni di rischio ed interferenze dirette o indirette con le opere in progetto, a meno della specifica suscettività al fenomeno di liquefazione, trattato nel capitolo 10.5, "Analisi del rischio di liquefazione". Le analisi condotte sulla scorta dei dati disponibili evidenziano che gli orizzonti sabbioso-limosi e ghiaioso-sabbiosi presenti all'interno dei depositi alluvionali sono da ritenersi suscettibili di liquefazione;
- Dal punto di vista sismico, invece, il livello di pericolosità risulta basso. In relazione con quanto emerso dalle analisi geofisiche appositamente realizzate, il settore di studio è caratterizzato da una categoria di sottosuolo di tipo C (*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*). Invece, per quanto concerne la categoria topografica, per tutta l'area di studio si consiglia l'adozione di una categoria T1 (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* ).

## 12 BIBLIOGRAFIA

Ambrosetti P., Bosi C., Carraro F., Ciaranfi N., Panizza M., Papani G., Vezzani L., Zanferrari A., 1987. Neotectonic Map of Italy, scale 1:500000. C.N.R.-P.F.G., Sottoprogetto Neotettonica: Fogli 1-6.

Associazione Geotecnica Italiana, 1997. Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. Servizi Grafici Editoriali, Padova.

Aurighi M., & Zangheri P., 2001. La Rete di monitoraggio delle acque sotterranee in Provincia di Venezia.

Bigi S., Cosentino D., Parotto M., Sartori R., Scandone P., 1992. Structural model of Italy. Scale 1:500000 (fogli 1-6). CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica 114.

Bondesan A., Meneghel M., Rosselli R., Vitturi A., 2004. Carta geomorfologica della provincia di Venezia, scala 1:50.000 (con edizione digitale alla scala 1:20.000). LAC, Firenze.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise L., Gasperini P., 2000. Catalogue of strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997. Annali di Geofisica 43: 609-868.

Bosellini A., Mutti E., Ricci Lucchi F., 1989. Rocce e successioni sedimentarie. Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino.

Bruschi A., 2010. Prove geotecniche in situ. Guida alla stima delle proprietà geotecniche e alla loro applicazione alle fondazioni. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Butler B.C.M., Bell J.D., 1996. Lettura e interpretazione delle carte geologiche. Zanichelli Editore, Bologna.

Carraro F., 2012. Geologia del Quaternario. L'evoluzione geologica degli ambienti superficiali. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Casadio M., Elmi C., 1999. Il manuale del geologo. Pitagora Editrice, Bologna.

Casati P., 1991. Scienze della terra. Città Studi Edizioni.

Castaldini D., Panizza M., 1991. Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave ed il lago di Como (Italia settentrionale). Il Quaternario 4(2): 333-410.

Castellarin A., Nicolich R., Fantoni R., Cantelli L., Sella M., Selli L., 2006. Structure of the lithosphere beneath the Eastern Alps (southern sector of the TRANSALP transect). Tectonophysics 414 (1-4): 259-282.

Castiglioni G. B., Ajassa R., Baroni C., Biancotti A., Bondesan A., Bondesan M.,... & Cortemiglia, F., 1991. Carta Geomorfologica della Pianura Padana, scala 1:250.000. Mem. Descr. Carta Geol. d'It.: 503-505.

Castiglioni G.B., 1991. Geomorfologia (seconda edizione). Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino.

Cavallin A., Lauzi S., Marchetti M., Padovan N., 1987. Carta geomorfologica della pianura friulana ad est del F. Tagliamento e a sud dell'anfiteatro morenico. Atti della riunione dei ricercatori di geologia 9: 1-12.

Celico P., 1986. Prospezioni idrogeologiche. Liguori Editore, Napoli.

Cestari F., 1996. Prove geotecniche in situ. Italgrafica Segale, Segrate.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	60 di 89

CNR-PFG, 1985. Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980. In: Postpischl D. (ed), CNR-PFG V. 2B, Bologna.

Comune di San Donà di Piave, 2011. Carta delle Fragilità. Comune di San Donà di Piave.

Cremonini G., 1994. Rilevamento geologico. Realizzazione e interpretazione delle carte geologiche. Pitagora Editrice, Bologna.

Dal Prà A., Gobbo L., Vitturi A., Zangheri P., 2000. Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia. Provincia di Venezia, Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio, Ufficio Difesa del Suolo.

DISS Working Group, 2018. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.1.: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Dramis F., Bisci C., 1997. Cartografia geomorfologica. Pitagora Editrice, Bologna.

Fantoni R., Catellani D., Merlini S., Rogledi S., Venturini S., 2002. La registrazione degli eventi deformativi cenozoici nell'avampese Veneto-Friulano. Mem. Soc. Geol. It. 57: 301-313.

Fantoni R., Catellani D., Merlini S., Rogledi S., Venturini S., 2002. La registrazione degli eventi deformativi cenozoici nell'avampese Veneto-Friulano. Memorie della Società Geologica Italiana 57: 301-313.

Fontana A., 2006. Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni con dinamiche insediative antiche. Monografie Museo Friulano Storia Naturale, 47, Udine, 288 pp., Allegata Carta geomorfologica della bassa pianura friulana, Scala 1:50.000.

Fontana A., Bondesan A., Meneghel M., Toffoletto F., Vitturi A., Bassan V., 2011. Foglio geologico 107 "Portogruaro" alla scala 1:50.000 e Note Illustrative.

Galadini F., Poli M.E., Zanferrari A., 2005. Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with M  $\geq 6$  in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy). Geophysical journal international 161: 739-762.

Garbellini A. & Zangheri P., 2001. Indagine sulle acque sotterranee del Portogruarese (con "sintesi divulgativa"). Consorzio di Bonifica "Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento in collaborazione con la Provincia di Venezia..

Hallam A., 1985. Interpretazione delle facies e stratigrafia. Pitagora Editrice, Bologna.

ITHACA Working Group, 2019. ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019. Web Portal <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>. ISPRA Geological Survey of Italy.

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico, Antonucci A., 2019. Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Massari F., Grandesso P., Stefani C., Jobstraibizer P., 1986. A small polyhistory foreland basin evolving in a context of oblique convergence: the Venetian basin (Chattian to Recent, Southern Alps, Italy). Foreland basins. Oxford: Blackwell Scientific: 141-168.

Massari F., Grandesso P., Stefani C., Zanferrari A., 1986. The Oligo-Miocene Molasse of the Veneto-Friuli region, Southern Alps. Giornale di Geologia 48(1-2): 235-255.

Meletti C., Montaldo V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1.

Meletti C., Valensise G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9 - App.2 al Rapporto Conclusivo. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Ogniben L., 1973. Carta del modello strutturale d'Italia. Fogli Sud n. 1-2, scala 1:1000000, Roma.

Ogniben L., 1987. Modello geodinamico della regione trentina ed aree circostanti. Studi Trentini di Scienze Naturali 63: 1-165.

Parotto M., Praturlon A., 1975. Geological summary of Central Apennines. In: Ogniben L., Parotto M., Praturlon A. (eds), Structural Model of Italy. Quaderni della Ricerca Scientifica 90: 257-306.

Pasquarè G., Abbate E., Castiglioni G.B., Merenda M., Mutti E., Ortolani F., Parotto M., Pignone R., Polino R., Sassi F.P., 1992. Carta geologica d'Italia 1:50000, Guida al Rilevamento. Quaderni serie III 1: 203.

Piano di Assetto del Territorio, 2009. Carta Litologica. Comune di San Donà di Piave.

Provincia di Venezia, 2007. Carta della subsidenza. Provincia di Venezia..

Rauch A.F., 1998. Evaluating Cyclic Liquefaction Potential Using Cone Penetration Test. Canadian Geotechnical Journal 35: 442-459.

Ricci Lucchi F., 1980. Sedimentologia. Cooperativa Libreria Universitaria Editrice, Bologna.

Riga G., 2007. La liquefazione dei terreni. Analisi, valutazione, calcolo. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Robertson P.K., Wride C.E., 1998. Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test. Canadian Geotechnical Journal 35: 442-459.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., 2019. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Schmid S. M., Fügenschuh B., Kissling E., Schuster R., 2004. Tectonic map and overall architecture of the Alpine orogen. Eclogae Geologicae Helvetiae 97 (1): 93-117.

Schmid S.M., Fugenschuh B., Kissling E., Schuster R., 2004. Tectonic map and overall architecture of the Alpine orogen. Eclogae Geologicae Helvetiae 97: 93-117.

Seed H.B., Idriss I.M., 1982. Ground motions and soil liquefaction during earthquakes. Earthquake Engineering Research Institute, Oakland.

Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio 2011. Banca dati idrogeologica. Città metropolitana di Venezia.

Skempton A.W., 1986. Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, aging and overconsolidation. Géotechnique 36: 425-447.

Sugan M. & Peruzza L., 2011. Distretti sismici del Veneto. Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	62 di 89

Tanzini M., 2002. L'indagine geotecnica. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Tosi L., Rizzetto F., Bonardi M., Donnici S., Serandrei Barbero R. Toffoletto F., 2007. Note illustrative alla carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 148-149 Chioggia-Malamocco. APAT - Regione Veneto.

Zanferrari A., Avigliano R., Monegato G., Paiero G., Poli M.E., 2008. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 066, Udine. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici.

Zanferrari A., Bollettinari G., Carobene L., Carton A., Carulli G.B., Castaldin D., Cavallin A., 1982. Evoluzione neotettonica dell'Italia Nord-Orientale. Memorie della Società Geologica 35: 355-376.

Zangheri P., Bassan V., Vitturi A. Da Villa E., 2008. Indagine idrogeologica sull'area di Porto Marghera. Provincia di Venezia - Regione del Veneto.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	63 di 89

**APPENDICE**



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	64 di 89

**INDAGINI DISPONIBILI**  
***ITALFERR 2018***



Certificato n° 682 del 17/09/2018

Verbale di accettazione n° 14 del 17/09/2017

Committente: Italferr S.p.a.

Riferimento: PFTE Venezia - Trieste

Coordinate: Nord: 5057829,892 Est: 2330965,734

Perforazione: Carotaggio continuo

Sondaggio: BH1

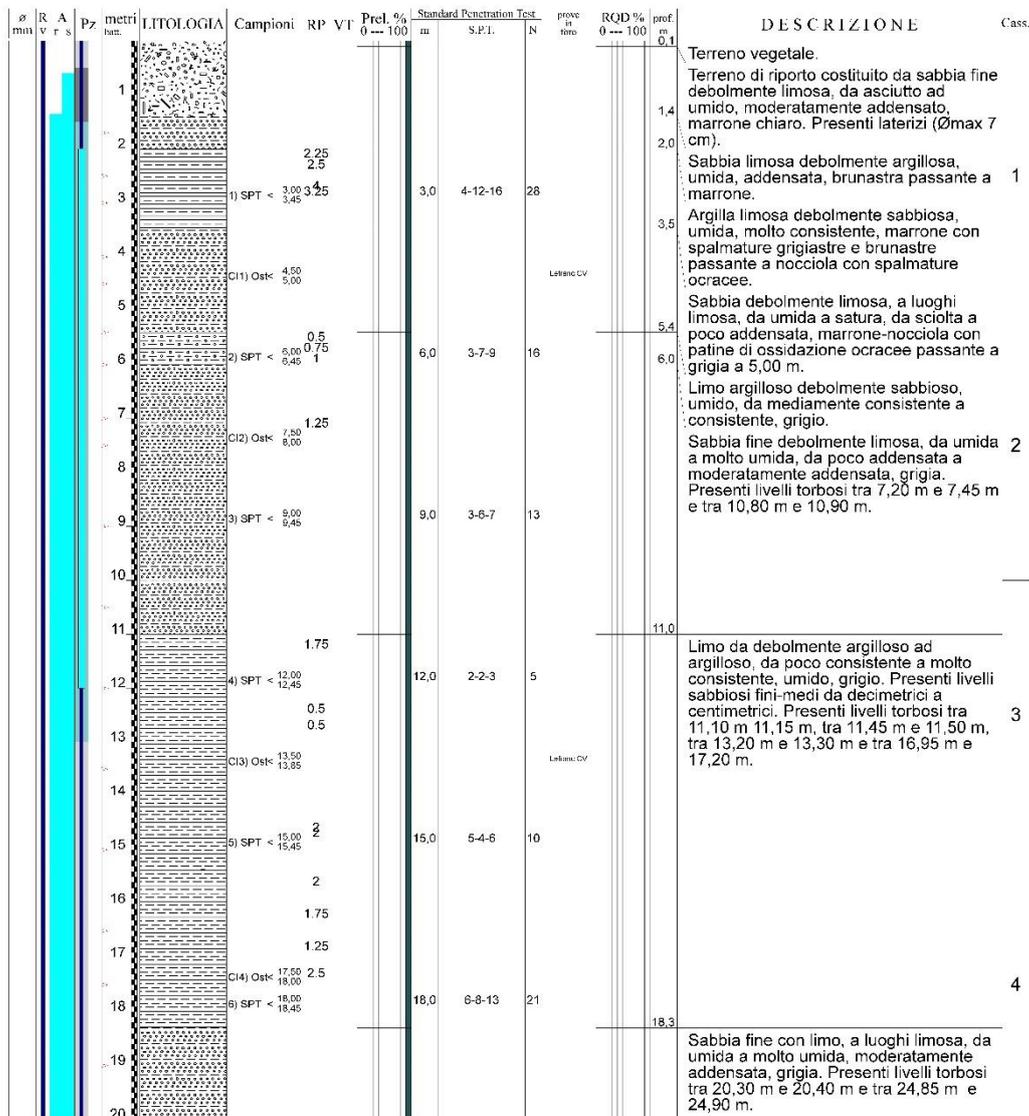
Data: 18-23/07/2018

Quota: 0.758 m.s.l.m.

SCALA 1:100

**STRATIGRAFIA - BH1**

Pagina 1/2



Il Direttore  
Dott. Geol. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Pierluigi De Luca



Certificato n° 682 del 17/09/2018

Verbale di accettazione n° 14 del 17/09/2017

Committente: Italferr S.p.a.

Riferimento: PFTE Venezia - Trieste

Coordinate: Nord: 5057829,892 Est: 2330965,734

Perforazione: Carotaggio continuo

Sondaggio: BH1

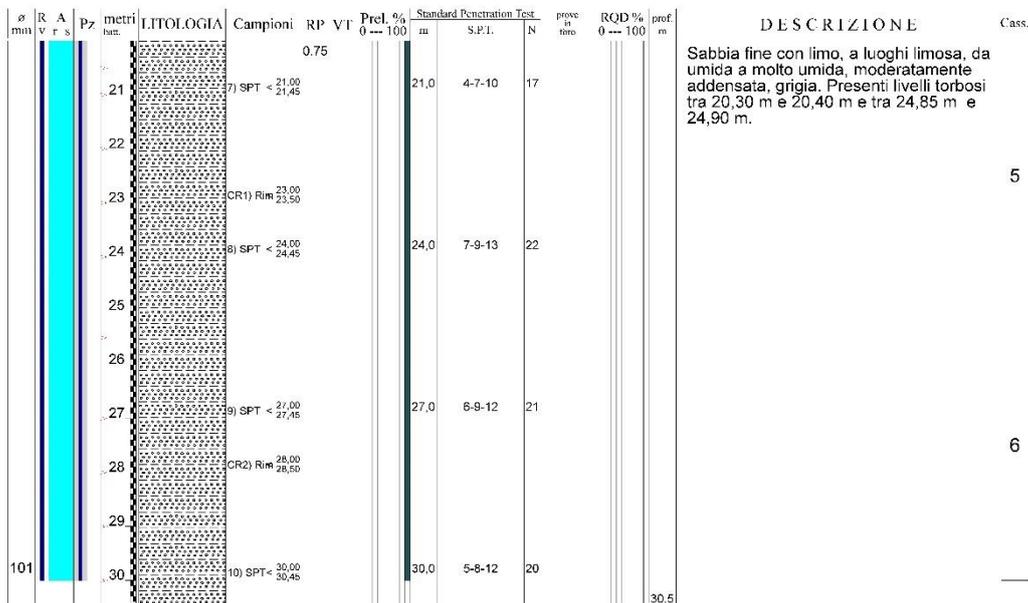
Data: 18-23/07/2018

Quota: 0.758 m.s.l.m.

SCALA 1:100

**STRATIGRAFIA - BH1**

Pagina 2/2



Utilizzata sonda perforatrice tipo GM600.

Eseguito prescavo a mano da 0,00 m a 1,70 m da p.c.

Utilizzato estrusore idraulico da 0,00m 30,00m da p.c.

Eseguito rilievo masse metalliche in superficie e in foro (fino a 7,00 m da p.c.)

Effettuato carotaggio ambientale da 0,00 m a 7,00 m.

Installato piezometro T.A. tipo Norton da 3" a 30,00 m (0,00 m - 2,00 m cieco, 2,00 m a 12,00 m finestrato e 12,00 m a 30,00 cieco).

Prelevati n. 4 campioni indisturbati.

Fallito tentativo prelievo n. 2 campioni indisturbati.

Prelevati n. 2 campioni rimaneggiati.

Eseguite n. 10 prove S.P.T..

Eseguite n. 2 prove Lefranc.

Installato chiusino con lucchetto e pozzetto carrabile.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	18/07/18	19/07/18	25/07/18
Ora	sera	mattina	sera
Livello dell'acqua (m)	1,80	3,60	1,35
Prof. perforazione(m)	12,00	12,00	30,00
Prof. rivestimento(m)	9,00	9,00	0,00

Il Direttore  
Dott. Geol. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Pierluigi De Luca



**Sondaggio BH1**

 **SONDEDILE Srl**

ITAFERR S.p.a – PFTE Venezia - Trieste



**Sondaggio BH1**

 **SONDEDILE Srl**

ITAFERR S.p.a – PFTE Venezia - Trieste



**Sondaggio BH1**

 **SONDEDILE Srl**

ITALFERR S.p.a – PFTE Venezia - Trieste



**Sondaggio BH1**



**Sondaggio BH1**

**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE**

Certificato n° 697 del 17/09/2018

Verbale di accettazione n° 14 del 17/09/2018

Committente: Italferr S.p.A.

Riferimento: PFTE Venezia - Trieste

Prova: 1

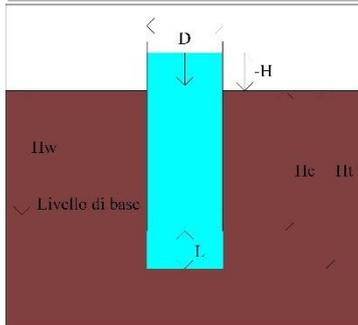
Località:

Data: 18/07/2018

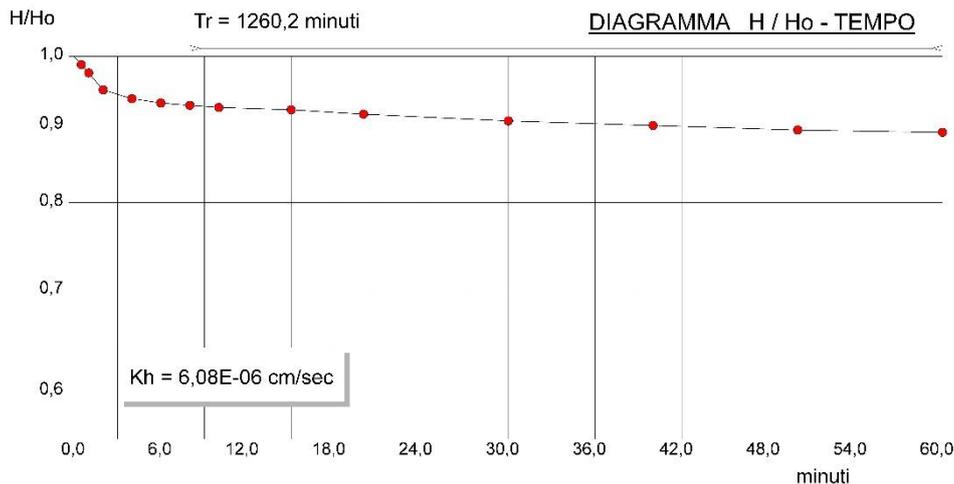
Sondaggio: BH1

Orario prova:

Prova eseguita in abbassamento  
Livello di base dell'acqua [Hw] (m) 1,30  
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) -0,30  
Diametro del tratto di prova [D] (m) 0,101  
Profondità del rivestimento [Hc] (m) 4,50  
Profondità del foro [Hl] (m) 5,00  
Spessore del tratto di prova [L] (m) 0,50  
Coefficiente di forma 1,7436



T min	H cm	dH cm	H/Ho	T min	H cm	dH cm	H/Ho
0,0	160,00	0,00					
0,5	158,00	2,00	0,9875				
1,0	156,00	4,00	0,9750				
2,0	152,00	8,00	0,9500				
4,0	150,00	10,00	0,9375				
6,0	149,00	11,00	0,9313				
8,0	148,50	11,50	0,9281				
10,0	148,00	12,00	0,9250				
15,0	147,50	12,50	0,9219				
20,0	146,50	13,50	0,9156				
30,0	145,00	15,00	0,9063				
40,0	144,00	16,00	0,9000				
50,0	143,00	17,00	0,8938				
60,0	142,50	17,50	0,8906				



K= A/C\*T dove: K =coefficiente di permeabilità , A=area di base, C = coefficiente di forma dipendente dalla configurazione geometrica,  
T=Tempo di Riequilibrio.  
Coefficiente di forma secondo Hvorslev, 1951 config. 8:  $F = (2 \pi L) / \ln((L/d) + (1+(L/d)^2)^{0.5})$

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Pierluigi De Luca

Il Direttore  
Dott. Geol. Davide Cosentino

**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE**

Certificato n° 698 del 17/09/2018

Verbale di accettazione n° 14 del 17/09/2018

Committente: Italferr S.p.A.

Riferimento: PFTE Venezia - Trieste

Prova: 2

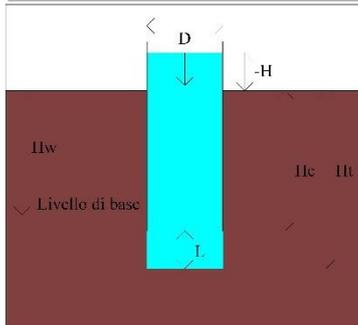
Località:

Data: 19/07/2018

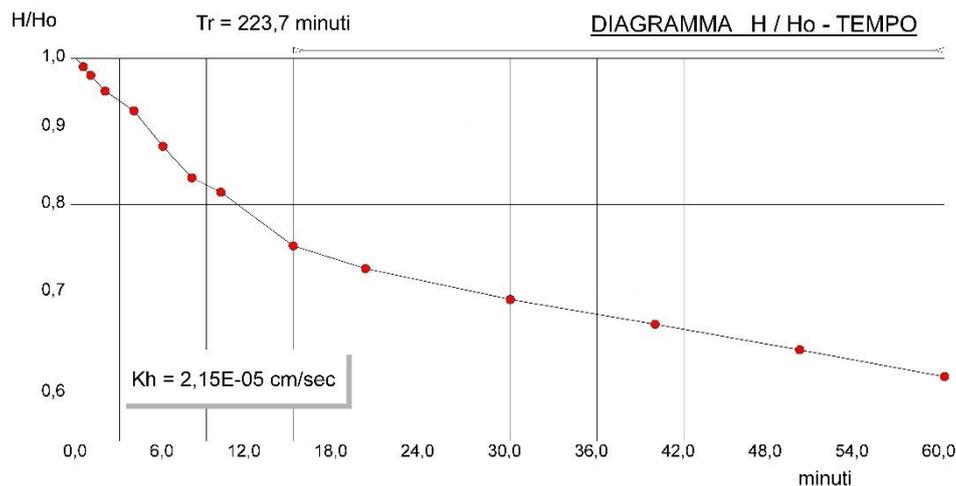
Sondaggio: BH1

Orario prova:

Prova eseguita in abbassamento  
Livello di base dell'acqua [Hw] (m) 3,60  
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) -0,30  
Diametro del tratto di prova [D] (m) 0,101  
Profondità del rivestimento [Hc] (m) 13,50  
Profondità del foro [Hl] (m) 14,50  
Spessore del tratto di prova [L] (m) 1,00  
Coefficiente di forma 2,7782



T min	H cm	dH cm	H/Ho	T min	H cm	dH cm	H/Ho
0,0	390,00	0,00					
0,5	385,00	5,00	0,9872				
1,0	380,00	10,00	0,9744				
2,0	371,00	19,00	0,9513				
4,0	360,00	30,00	0,9231				
6,0	341,00	49,00	0,8744				
8,0	325,00	65,00	0,8333				
10,0	318,00	72,00	0,8154				
15,0	293,00	97,00	0,7513				
20,0	283,00	107,00	0,7256				
30,0	270,00	120,00	0,6923				
40,0	260,00	130,00	0,6667				
50,0	250,00	140,00	0,6410				
60,0	240,00	150,00	0,6154				



K= A/C\*T dove: K=coefficiente di permeabilità, A=area di base, C= coefficiente di forma dipendente dalla configurazione geometrica,  
T=Tempo di Riequilibrio.  
Coefficiente di forma secondo Hvorslev, 1951 config. 8:  $F = (2 \pi L) / \ln((L/d) + (1+(L/d)^2)^{0.5})$

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Pierluigi De Luca

Il Direttore  
Dott. Geol. Davide Cosentino

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE</b> Posti di Movimento e Varianti di Tracciato Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave					
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	COMMESSA IZ04	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA-TRIESTE</b> <b>Soppressione Passaggi a Livello e Varianti di Tracciato</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA IZ04	LOTTO 00 R 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

#### 4 RISULTATI PROSPEZIONI MASW

##### MASW\_ BH 1

L'indagine di sismica superficiale eseguita, ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a 30 m di profondità.

Di seguito si riportano l'immagine relativa all'analisi  $\omega$ -p (trasformata  $\tau$ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh.

L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizza la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

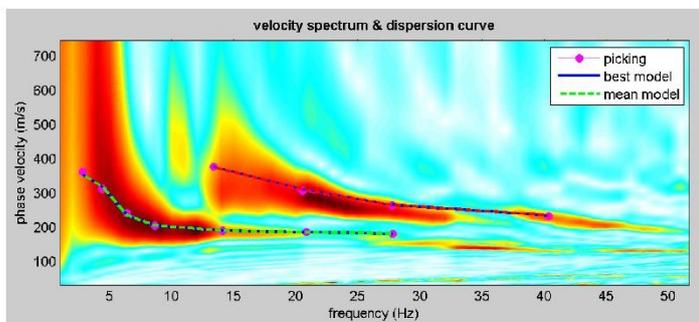


Fig. 3– MODO FONDAMENTALE RELATIVO AL SEGNALE SISMICO REGISTRATO IN SITU

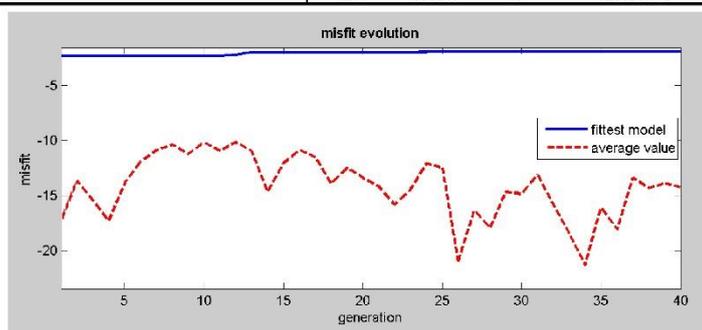


Fig. 4-CONFRONTO TRA LA CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE E QUELLA TEORICA

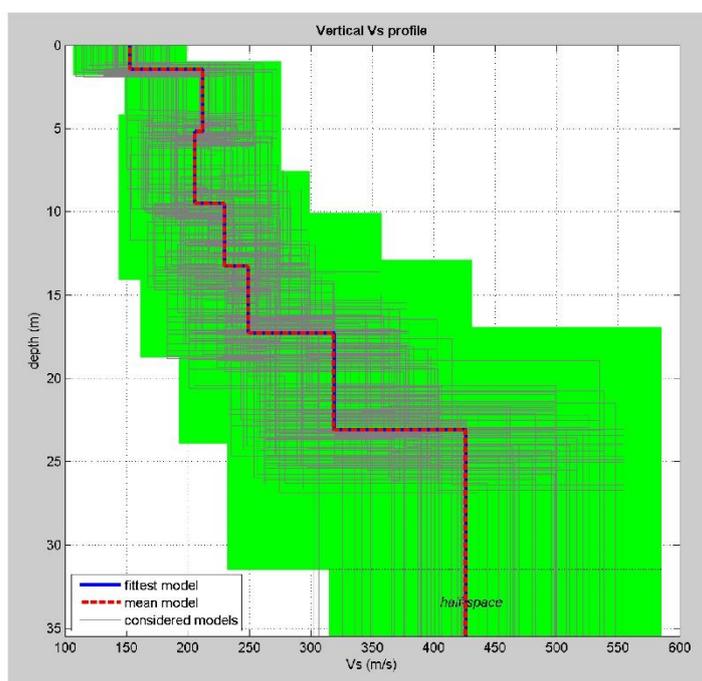


Fig. 5-MODELLO RISULTANTE DALL'INVERSIONE DEI DATI

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2.0 m.

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	76 di 89

INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	00 R 69	IG	GE0005 001	A	9 di 125

La  $V_s$  eq è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

**$V_{s,eq} = 261$  m/s**

Si tratta quindi di un **suolo di tipo C** ( $S_s = 1.5$  secondo le NTC 2018).

In allegato, vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	77 di 89

INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	00 R 69	IG	GE0005 001	A	10 di 125



Fig. 6-FOTO E ORTOFOTO RELATIVE ALLA PROSPEZIONE MASW\_BH 1.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	78 di 89



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA-TRIESTE

Soppressione Passaggi a Livello e Varianti di Tracciato  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	00 R 69	IG	GE0005 001	A	75 di 125

**CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018 MASW\_\_BH1**

**Data: Luglio 2018**

**Località** San Donà di Piave (VE)

**Coordinate** LAT 45,648958 LONG 12,575105 (UTM W GS84)

**Metodo di indagine** MASW

**Strumentazione utilizzata** Sismografo Echo 24-2010 a 24 Canali, 24 bits

**Metodo di energizzazione** Mazza da 8 kg

**Geometria stendimento:** 24 geofoni - interasse 2.0 m

**RISPOSTA SISMICA LOCALE**

±

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del Coeff. Cc e del coeff di amplificazione S)

**Categorie di sottosuolo di fondazione:**

		Ss	Cc	S=S <sub>s</sub> *S <sub>T</sub>
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 fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s			
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.	1.50	1.44	1.50
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.			

I parametri a/g, F<sub>0</sub> e T\* vengono forniti dalla normativa

**Categorie topografiche**

S<sub>T</sub>

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraespresse categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Ascisse (s)	Ordinate (g)
0,000	0,143
0,179	0,356
0,537	0,356
1,980	0,097

**SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO – COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)**

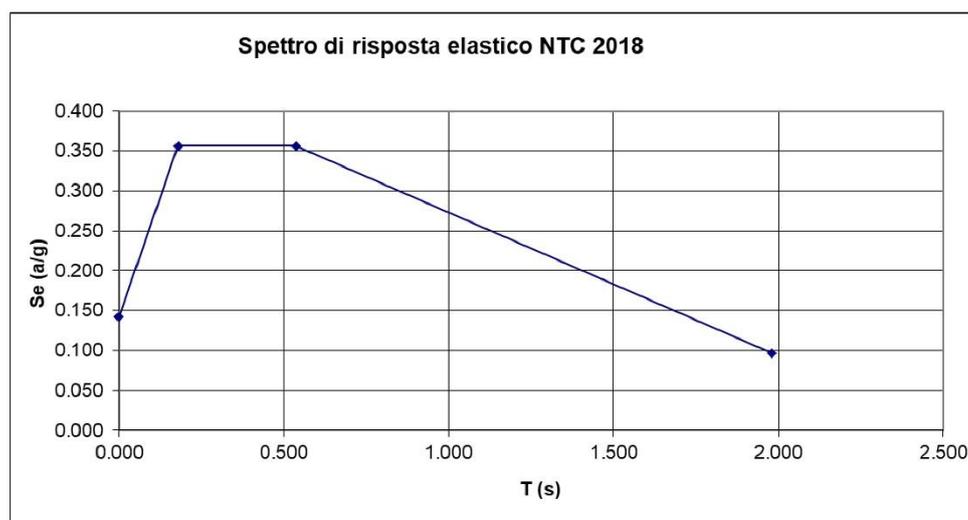
Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$$T_0 = a_g \cdot S$$

$$T_b = T_c / 3$$

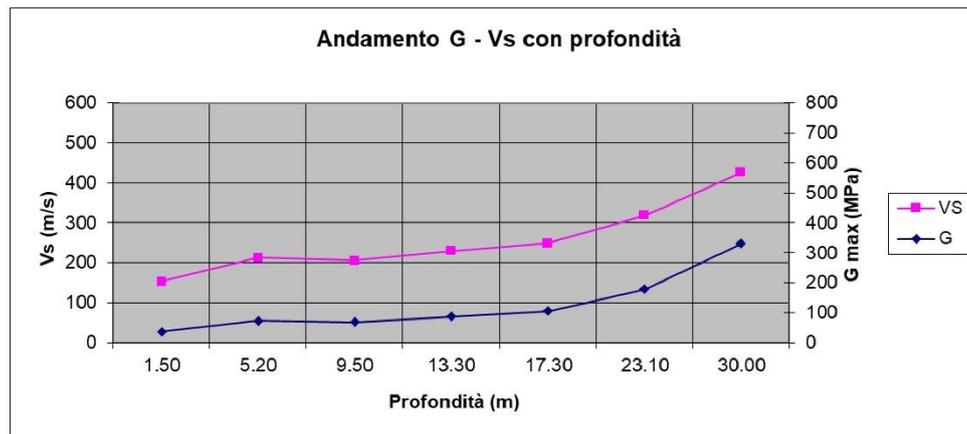
$$T_c = C_c \cdot T_c'$$

$$T_d = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$



Depth (m)	Density (t/mc)	S-velocity (m/s)	Gmax (Mpa)
1,50	1,53	153	36
5,20	1,63	212	73
9,50	1,63	206	69
13,30	1,65	230	87
17,30	1,68	249	104
23,10	1,76	319	179
30,00	1,82	426	331

$$V_{s,eq} = 260.65 \text{ m/s}$$





POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

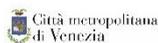
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	81 di 89

# **INDAGINI DISPONIBILI**

## ***INDAGINI GEOGNOSTICHE BIBLIOGRAFICHE***

15/5/2018

[webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/app/stratigrafie/pratica\\_S.php?id\\_multi=7298](http://webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/app/stratigrafie/pratica_S.php?id_multi=7298)



Servizio Geologico. Difesa del Suolo e Tutela del Territorio

### INDAGINE GEOGNOSTICA - ID: 7298

<b>Fonte del dato:</b> Provincia di Venezia	<b>Data di realizzazione:</b> 01-01-1998
<b>Comune:</b> SAN DONA' DI PIAVE (Istat: 27033)	<b>Località:</b> S. Donà di Piave
<b>Coordinate (Roma 40 GB Est): X:</b> 2.331.412,28 - <b>Y:</b> 5.058.297,69	<b>Quota (m s.l.m.):</b> n.d.
<b>Scopo dell'indagine:</b> Viabilità - bretella di collegamento	<b>Tipo indagine:</b> sondaggio a carotaggio continuo

#### Stratigrafia

Profondità (m da p.c.)	Descrizione stratigrafica
0,00 - 1,70	Argilla deb limosa da marrone a grigia verde con sost organiche vegetali
1,70 - 2,70	Limo argilloso da nocciola ocra a grigio con concrezioni carbonatiche da millimetrica a centimetrica
2,70 - 3,50	Sabbia media nocciola deb limosa
3,50 - 3,80	Limo argilloso grigio
3,80 - 4,30	Sabbia fine deb limosa grigia
4,30 - 6,10	Argilla deb limosa grigia con sost organiche vegetali (P.P. 1,5 Kg/cmq; Tor. 0,72 Kg/cmq)
6,10 - 6,30	Livello torboso marrone (20 cm)
6,30 - 7,00	Argilla deb limosa grigia con sost organiche vegetali
7,00 - 7,80	Sabbia fine deb limosa grigia
7,80 - 8,70	Argilla grigia deb limosa
8,70 - 9,00	Sabbia fine con limo
9,00 - 9,70	Argilla da limosa a deb limosa grigia
9,70 - 9,90	Torba marrone
9,90 - 10,20	Limo argilloso con veli sabbiosi, grigio
10,20 - 10,70	Argilla limosa grigia
10,70 - 11,70	Sabbia fine con limo grigio



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 1: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750m di S. Donà di Piave

Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	10	R69RG	GE 0001 001	A	83 di 89

15/5/2018

[webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/app/stratigrafie/pratica\\_S.php?id\\_multi=7298](http://webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/app/stratigrafie/pratica_S.php?id_multi=7298)

11,70 - 13,80 Argilla grigia deb limosa con veli torbosi

13,80 - 14,15 Limo sabbioso ed argilloso grigio

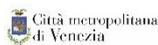
14,15 - 15,00 Argilla deb limosa grigio chiaro

La copia cartacea è disponibile presso gli uffici del **Servizio Geologico, Difesa suolo e Tutela del Territorio**  
tel 041/2501200 - fax 041/9651618 - mail: [difesa.suolo@cittametropolitana.ve.it](mailto:difesa.suolo@cittametropolitana.ve.it)

Data estrazione: 15/05/2018

15/5/2018

[webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/app/stratigrafie/pratica\\_S.php?id\\_multi=15817](http://webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/app/stratigrafie/pratica_S.php?id_multi=15817)



Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio

### INDAGINE GEOGNOSTICA - ID: 15817

**Fonte del dato:** Provincia di Venezia

**Data di realizzazione:** 01-09-1997

**Comune:** SAN DONA' DI PIAVE (Istat: 27033)

**Località:** S. Donà di Piave - via Silos

**Coordinate (Roma 40 GB Est): X:** 2.331.280,74 - **Y:** 5.058.012,37

**Quota (m s.l.m.):** n.d.

**Scopo dell'indagine:** Discarica

**Tipo indagine:** sondaggio a carotaggio continuo

#### Stratigrafia

Profondità (m da p.c.)	Descrizione stratigrafica
0,00 - 0,50	Terreno vegetale limoso
0,50 - 1,50	Limo grigio debolmente argilloso con striature nocciola
1,50 - 1,60	Argilla limosa compatta con noduli
1,60 - 2,40	Argilla grigio scura debolmente organica con mosche di torba
2,40 - 4,00	Argilla limosa grigia

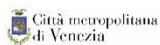
La copia cartacea è disponibile presso gli uffici del **Servizio Geologico, Difesa suolo e Tutela del Territorio**

tel 041/2501200 - fax 041/9651618 - mail: [difesa.suolo@cittametropolitana.ve.it](mailto:difesa.suolo@cittametropolitana.ve.it)

Data estrazione: 15/05/2018

15/5/2018

[webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/app/stratigrafie/pratica\\_S.php?id\\_multi=15820](http://webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/app/stratigrafie/pratica_S.php?id_multi=15820)



*Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio*

### INDAGINE GEOGNOSTICA - ID: 15820

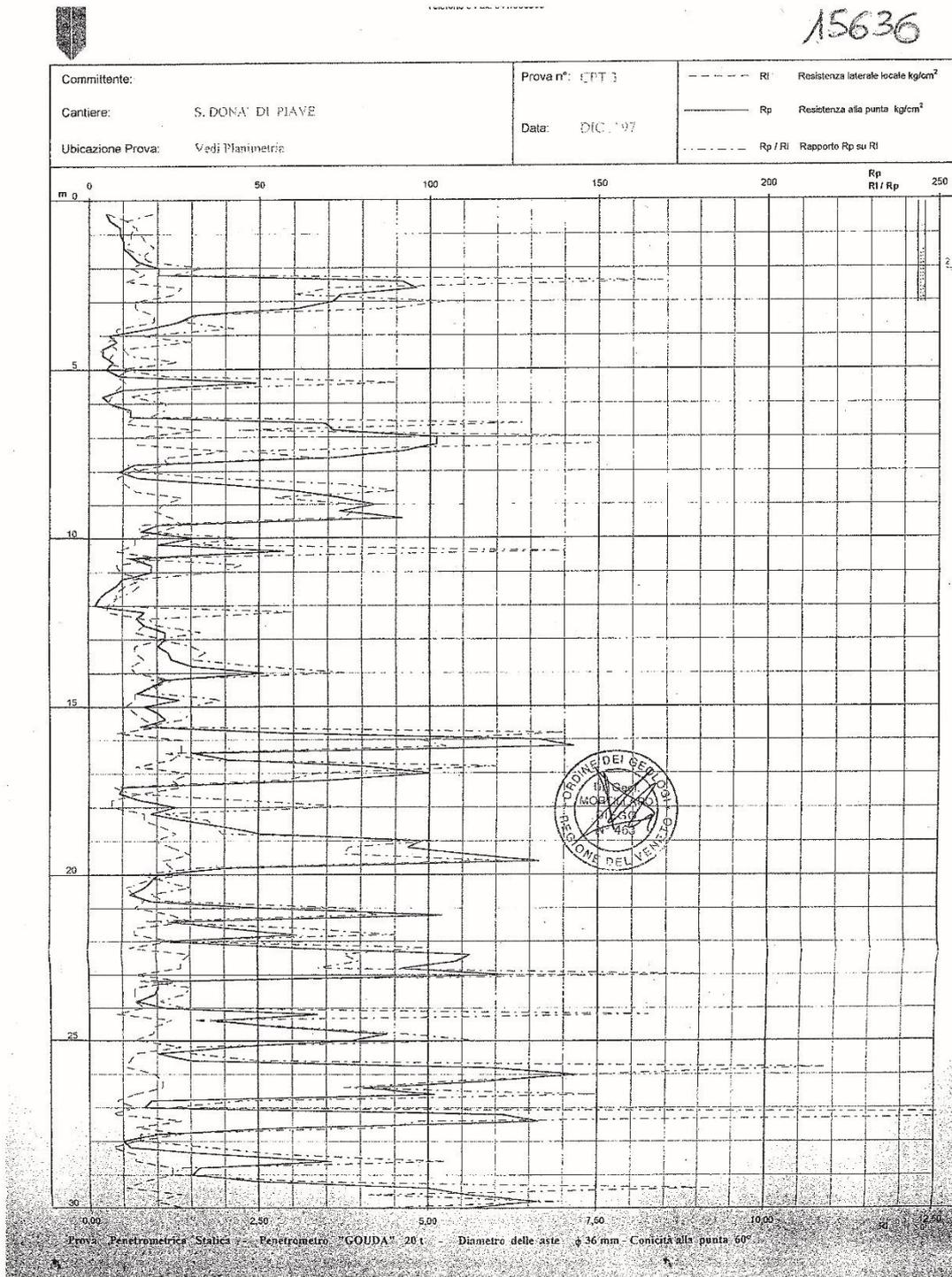
<b>Fonte del dato:</b> Provincia di Venezia	<b>Data di realizzazione:</b> 01-09-1997
<b>Comune:</b> SAN DONA' DI PIAVE (Istat: 27033)	<b>Località:</b> S. Donà di Piave - via Silos
<b>Coordinate (Roma 40 GB Est): X:</b> 2.330.937,79 - <b>Y:</b> 5.057.741,57	<b>Quota (m s.l.m.):</b> n.d.
<b>Scopo dell'indagine:</b> Discarica	<b>Tipo indagine:</b> sondaggio a carotaggio continuo

#### Stratigrafia

Profondità (m da p.c.)	Descrizione stratigrafica
0,00 - 0,50	Terreno vegetale limoso
0,50 - 1,00	Limo argilloso grigio con striature nocciola
1,00 - 3,50	Argilla grigia compatta con noduli

La copia cartacea è disponibile presso gli uffici del **Servizio Geologico, Difesa suolo e Tutela del Territorio**  
tel 041/2501200 - fax 041/9651618 - mail: [difesa.suolo@cittametropolitana.ve.it](mailto:difesa.suolo@cittametropolitana.ve.it)

Data estrazione: 15/05/2018



**GEOTEST**

Dr. Geol. Luca Capecchi

15822

Rifer. 25-97

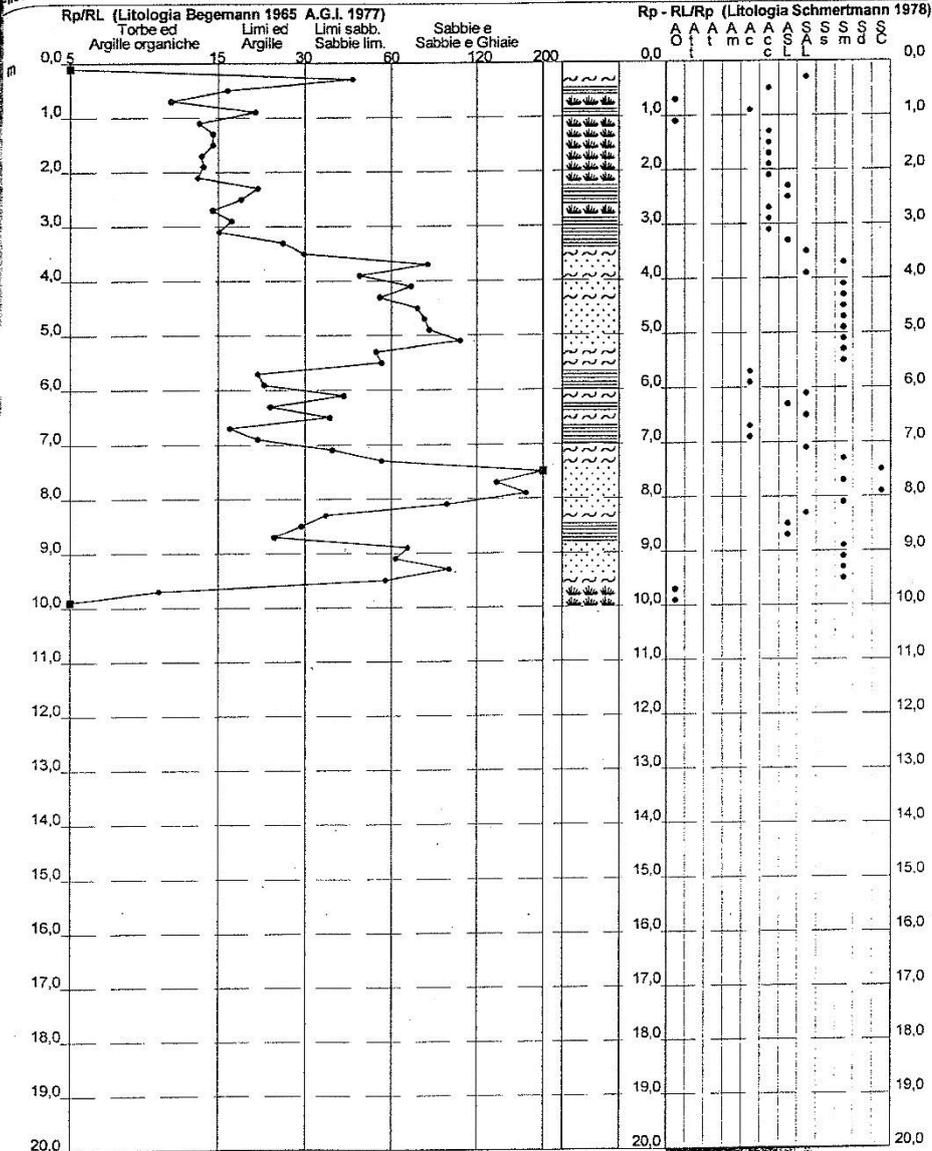
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 2**

2.010496-19

committente : DOTTOR ING. SERGIO SCARPA  
 lavoro : ALLARGAMENTO VIABILITA' VIA SILOS  
 località : SAN DONA' DI PIAVE  
 note :

- data : 02/09/1997  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 1,30 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



**GEOTEST**

Dr. Geol. Luca Capecchi

15823

Rifer. 25-97

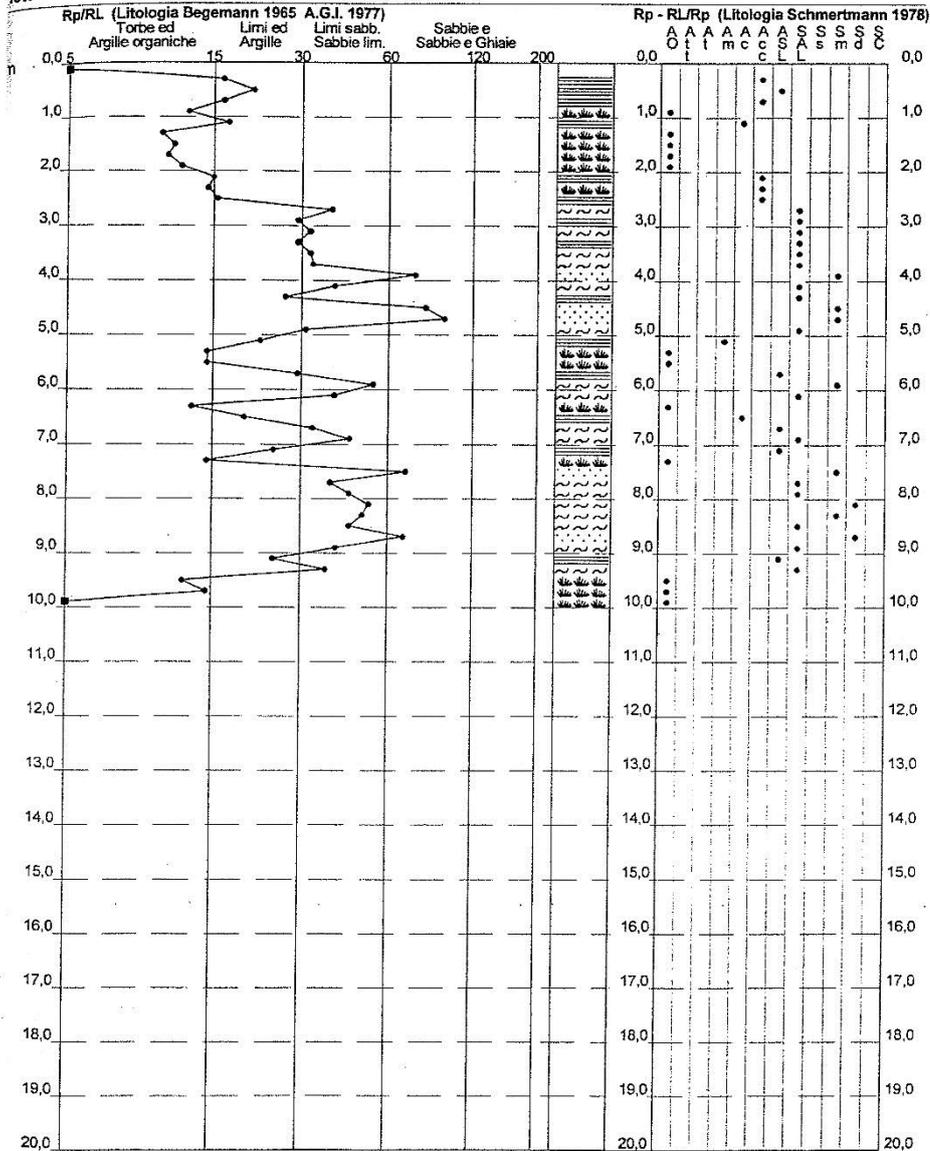
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 3**

2.010496-19

Committente : DOTTOR ING. SERGIO SCARPA  
 Lavoro : ALLARGAMENTO VIABILITA' VIA SILOS  
 Località : SAN DONA' DI PIAVE  
 Note :

- data : 02/09/1997  
 - quota inizio : Plano Campagna  
 - prof. falda : 1,30 m da quota inizio  
 - scala vert. : 1 : 100



**GEOTEST**

Dr. Geol. Luca Capecchi

AS 824

Rifer. 25-97

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 4**

2.010496-19

committente : DOTTOR ING. SERGIO SCARPA  
 lavoro : ALLARGAMENTO VIABILITA' VIA SILOS  
 località : SAN DONA' DI PIAVE  
 note :

- data : 02/09/1997  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 1,30 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100

