



PATTO PER LO SVILUPPO PER LA CITTÀ DI VENEZIA  
Delibera CIPE 56/2016 (17A02404) G.U.n.79 del 4.4.2017 Fondo per lo Sviluppo e la Coesione FSC 2014-2020



REGIONE DEL VENETO

AREA TUTELA E SVILUPPO DEL TERRITORIO  
DIREZIONE INFRASTRUTTURE TRASPORTI E LOGISTICA  
UO INFRASTRUTTURE STRADE E CONCESSIONI

Il Direttore  
Ing. Marco d'Elia

CITTA' DI  
VENEZIA

DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

SETTORE VIABILITA'  
MOBILITA' TERRAFERMA E MUSEI

Responsabile unico del procedimento  
Ing. Franco Fiorin






# SISTEMA FERROVIARIO METROPOLITANO REGIONALE **S. F. M. R.** (Atto del 06/12/2016)

C.I. 14451 "4.15 RAFFORZAMENTO AZIONE P.A.: SFMR APPALTO D3 - TRATTA 1  
VENEZIA, MESTRE, QUARTO D'ALTINO - NODO DI GAZZERA"

Int.1.09 - Raccordo viario Brendole/Castellana  
Ambito urbano Int.1.08 - Fermata Gazzera

## PROGETTO ESECUTIVO

LOTTO 1 ELABORATI GENERALI GEOLOGIA E GEOTECNICA  Relazione geologica e sismica				N° ELABORATO <b>01.03.01.00</b>		
				SCALA		
				NOME FILE 0681E01-01030100-GRT001_E00		
E00	Emissione	14/06/2018	S. Greggio	A. Casale	L. Loregiola	
Revisione	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato	
COMMESSA <b>0681E01</b>		DOCUMENTO <b>G RT 001</b>		REV. <b>E00</b>		
TAVOLA <b>1</b> di <b>1</b>						
Il Direttore Tecnico Ing. Stefano Susani		Il Progettista e Responsabile dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche Ing. Michele Fioratti		Il Geologo Dr. Geol. Adelchi Casale		
 Via Squero, 12 - 35043 Monselice (PD)						

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DELLA PIANURA VENETA</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>LINEAMENTI IDROGEOLOGICI GENERALI DELLAPIANURA VENETA</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, LITOSTRATIGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL' AREA DI INTERVENTO</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA</b>	<b>15</b>
8.1	CAMPAGNA 1998	15
8.2	CAMPAGNA 2006	16
8.3	CAMPAGNA 2017	18
8.4	CAMPAGNA 2010 – INDAGINI AMBIENTALI	20
8.5	LITOSTRATIGRAFIA DELL'AREA	20
8.6	CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI PRESENTI IN CANTIERE	21
<b>9</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO</b>	<b>23</b>
9.1	TETTONICA GENERALE E MICROZONAZIONE SISMICA	23
<b>10</b>	<b>MICROZONIZZAZIONE SISMICA</b>	<b>29</b>
10.1	EFFETTI DI SITO – AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA- CATEGORIA DEI SUOLI DI FONDAZIONE	29
10.2	EFFETTI DI CAMPO VICINO	30
10.3	EFFETTI DI SITO – AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	30
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>31</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>32</b>
<b>13</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>34</b>

## 1      **PREMESSE**

Nella presente relazione, sono state esaminate ed affrontate le problematiche di carattere geologico relative alle opere ricomprese nel Lotto 1 e consegnate dalla Regione Veneto al Comune di Venezia, esse sono necessarie per il completamento dei lavori non conclusi nel precedente appalto del lotto D3 del SFMR denominato “Nodo di Gazzera”.

In particolare si tratta degli interventi SFMR già parzialmente costruiti nell’ambito di un precedente appalto, così denominati:

- Int. 1.09 - Raccordo viario via Brendole – Castellana
- Int. 1.08 - Ambito urbano della fermata ferroviaria Gazzera

## 2 QUADRO NORMATIVO

La relazione è stata svolta secondo le correnti normative:

- D.M. 14.01.2008 – Norme Tecniche per le costruzioni;
- UNI EN 1997-1:2013 12/13 Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1997-2:2007 05/07 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- UNI ENV 1997-3:2002 01/09/02 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Progettazione assistita con prove in sito
- UNI EN 1998-5:2005 /01/05 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- A.G.I. - Raccomandazioni sull'esecuzione e programmazione delle indagini geotecniche 1977;
- D. Lgs. 50/2016;
- D.G.R. 1572/2013. "Norme Tecniche per le Costruzioni – DM 14 gennaio 2008";
- "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni".

### 3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'area oggetto dell'intervento è ubicata nella prima cintura urbana di Mestre, in località Gazzera, nel comune di Venezia. L'ubicazione delle opere è indicata nella figura seguente.



**Figura 1 – Ubicazione delle opere**

Le opere principali opere di completamento, sviluppate nel presente progetto sono di seguito brevemente illustrate, rimandando ad una più ampia descrizione delle stesse nelle specifiche relazioni tecniche:



- completamento delle opere in c.a. di rinforzo del collettore scatolare dello scolo Roviego (solettone di copertura nella zona ancora mancante);
- completamento delle opere stradali per la realizzazione della rotatoria di via Brendole e collegamento con la viabilità esistente,
- posa barriere di sicurezza ed acustiche in corrispondenza della rotatoria e completamento delle barriere fonoassorbenti sull' Asse principale A;
- completamento della viabilità di collegamento di Via della Montagnola con Via Portorose (sovrastruttura stradale in stabilizzato, conglomerati bituminosi, chiusini, caditoie, segnaletica verticale ed orizzontale), completamento della pista ciclopedonale di collegamento con Via Portorose.

## **4 LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DELLA PIANURA VENETA**

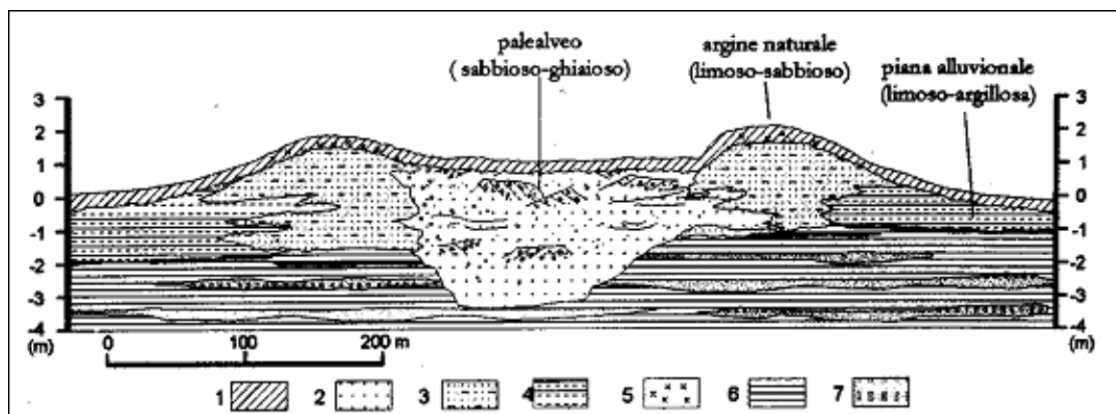
L'attuale assetto geomorfologico della Pianura Veneta è la risultante della primigena azione morfogenica dovuta alle divagazione dei principali fiumi (Adige, Bacchiglione, Brenta, Piave, Sile e Tagliamento) e dei loro affluenti. A questo modellamento si è sovrapposto l'effetto di un plurisecolare modellamento antropico.

I corsi d'acqua succitati hanno contribuito, con i loro depositi alluvionali, unitamente all'azione del mare in prossimità della costa, a modellare il territorio dopo l'ultima massima trasgressione marina verificatasi tra i 6.000 ed i 5.000 anni fa.

L'area padana, tra la fine dell'era terziaria e l'inizio di quella quaternaria, si presentava come una vasta depressione invasa dal mare, confinata tra i rilievi alpini e quelli appenninici. In questo bacino, caratterizzato da una forte subsidenza, si sono depositati progressivamente i materiali detritici provenienti dai limitrofi versanti montuosi. La quantità e le dimensioni del materiale sedimentato erano variabili in funzione all'energia di trasporto, a sua volta condizionato dalle fluttuazioni climatiche (alternanza di fasi glaciali con periodi più caldi). Il massimo apporto di sedimenti si verificava nella fasi interglaciali quando, a seguito dell'innalzamento della quota delle nevi perenni con lo scioglimento dei ghiacciai, i corsi d'acqua aumentavano in termini di portata ed energia con il conseguente incremento dell'azione erosiva e di trasporto. La deposizione della portata solida contribuiva a livellare il substrato roccioso di questa depressione; vi erano, infatti, aree di maggior subsidenza (bassa Pianura Padana, Ravennate, Ferrarese, Laguna Veneta) e alti strutturali corrispondenti a dorsali (basso Tagliamento). I sedimenti hanno raggiunto quindi spessori sensibilmente superiori nei bassi strutturali rispetto a quelli registrati in corrispondenza delle dorsali. Per quanto riguarda la topografia superficiale, l'area

padana è sempre stata irregolare, seppure con deboli variazioni altimetriche. Tali irregolarità sono da attribuirsi, indipendentemente dai più recenti fattori antropici, in parte anche alle deformazioni subite dal substrato roccioso che si riflettono in superficie con morfologie notevolmente attenuate. Questa variabilità morfologica dipende anche dalla diversa distribuzione e natura dei sedimenti e dalla loro differente attitudine al costipamento. Si sono così create delle configurazioni morfologiche caratterizzate da lievi depressioni, interessate dal flusso delle acque fluvio - alluvionali e da aree topograficamente più rilevate.

Precedentemente al periodo medioevale, prima che l'uomo (tramite sistematici e continui interventi sugli argini) costringesse i fiumi entro percorsi obbligati, in corrispondenza di prolungati cicli di piovosità, si verificavano delle rotte che provocavano dissesti e variazioni dei corsi stessi. Questi antichi percorsi fluviali, denominati paleoalvei, sono tra le forme geomorfologiche più caratteristiche presenti nella Pianura Veneta. Essi, oltre ad essere importanti ai fini della ricostruzione storico-ambientale e paleogeografica del territorio, rivestono anche notevole importanza dal punto di vista idrogeologico. I paleoalvei costituiscono, infatti, direttrici preferenziali di deflusso idrico sotterraneo, essendo costituiti da materiali a permeabilità medio elevata.



**Figura 2 - Sezione schematica di un paleoalveo**

**LEGENDA:** 1. paleosuolo, 2. deposito di alveo attiva (sabbia e/o ghiaia), 3. deposito di argine naturale (limo sabbioso), 4. deposito di piana alluvionale (limo argilloso), 5. concrezioni carbonatiche (paleosuolo), 6/7 depositi distali (argilla limosa).

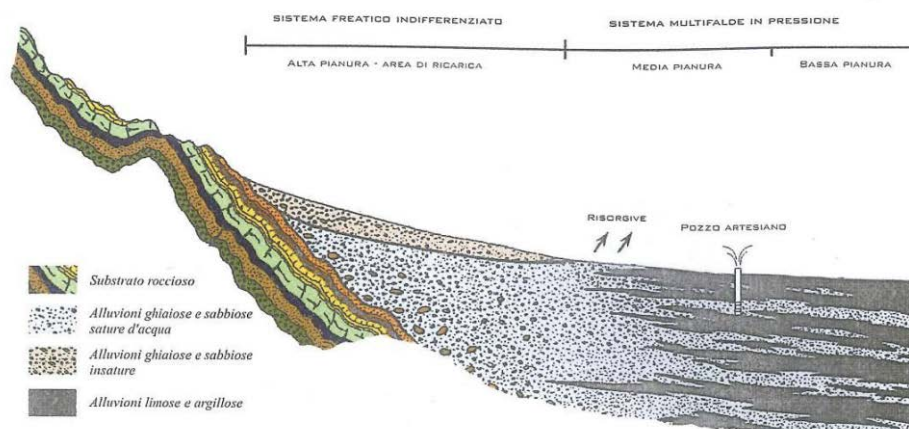


La Pianura Veneta, in base alla struttura del sottosuolo, può essere suddivisa in:

- alta pianura: settore corrispondente alla fascia del materasso alluvionale interamente ghiaioso;
- media pianura: area dove è presente l'alternanza di livelli ghiaiosi e limoso argillosi;
- bassa pianura: equivale all'area caratterizzata da alternanza irregolare di orizzonti limoso argillosi e sabbiosi con rari livelli ghiaiosi di spessore limitato e profondi.

## 5 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI GENERALI DELLAPIANURA VENETA

Alla differenziazione progressiva della struttura geologica del materasso alluvionale da monte a valle fanno riscontro distinte condizioni idrogeologiche nel sottosuolo, dipendenti soprattutto dalla diversa distribuzione dei materiali ghiaiosi, i quali determinano un sistema idrogeologico piuttosto complesso nel dettaglio, ma facilmente schematizzabile nel suo insieme, come rappresentato nella figura seguente dove si riporta una sezione con orientamento NO-SE.



*Modello idrogeologico della Pianura Veneta. La figura rappresenta una sezione-tipo della pianura con direzione N-S. Si distingue la zona di Alta Pianura dove avviene la ricarica dell'acquifero, la zona di Media Pianura dove inizia a svilupparsi il sistema multifalde in pressione ed in cui le acque freatiche vengono a giorno (fascia delle risorgive) ed infine la zona di Bassa Pianura.*

**Figura 3 - Schema idrogeologico dell'alta e media pianura veneta**

Lungo la fascia settentrionale, a ridosso dei rilievi collinari, il materasso ghiaioso indifferenziato dell'alta pianura contiene un'unica potente falda, a carattere libero, che satura le alluvioni grossolane fino al basamento roccioso o comunque fino a notevoli profondità.

Più a valle, questo acquifero unitario si evolve progressivamente in un sistema multifalde ad acquiferi sovrapposti, caratterizzato dalla presenza di una falda freatica e di più falde in pressione, alloggiate entro i diversi livelli ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi separati da spessi letti limo-argillosi ed argillosi. Per quanto detto risulta evidente che gli acquiferi di questo sistema multifalde non sono altro

che le digitazioni dell'acquifero indifferenziato situato a ridosso dei rilievi, dal quale essi derivano tutti i loro caratteri idrologici principali. La falda freatica del sistema multifalde, in relazione alla minore inclinazione della superficie topografica rispetto a quella dell'acquifero libero ed alla progressiva rastremazione del livello ghiaioso superficiale che la contiene, viene a giorno nei punti più depressi del piano campagna lungo una fascia praticamente continua a sviluppo indicativo E-W di larghezza tra 2÷8 km. È questa la “fascia delle risorgive”, tipiche sorgenti di pianura che originano tutta una serie di corsi d'acqua, il più importante dei quali è il Sile, mentre tra quelli secondari possiamo ricordare lo Zero ed il Dese ed il Tergola. E' stato calcolato che la portata media della rete delle risorgive tra i monti Lessini ed il Tagliamento risulta di 92 m<sup>3</sup>/s circa, dei quali 49 m<sup>3</sup>/s tra Lessini e Piave e 43 m<sup>3</sup>/s circa tra Piave e Tagliamento. Il sistema multifalde coincide con la media pianura.

A valle della fascia mediana, la pianura è normalmente povera di risorse idriche sotterranee superficiali, mancando nel sottosuolo prossimo alla superficie acquiferi ghiaiosi ad elevata permeabilità; anche l'interscambio di acque tra falda e corsi d'acqua è piuttosto limitato. Tuttavia in certe zone della fascia di bassa pianura (ad es. Scorzè in Provincia di Venezia) si rilevano alcune falde in pressione, prevalentemente entro acquiferi sabbiosi, con importanti portate ai pozzi.

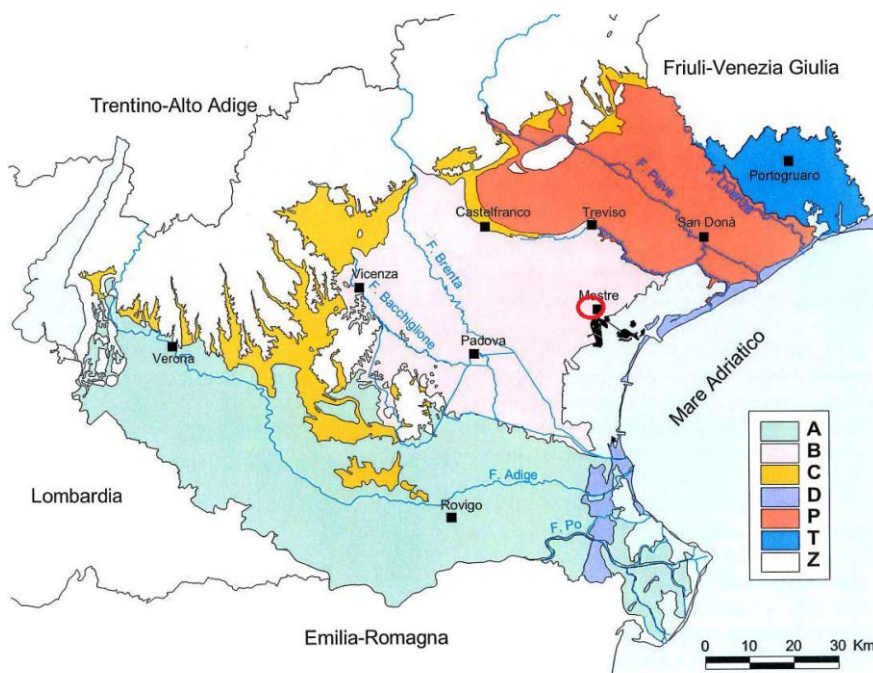


**Figura 4 - Schematizzazione della pianura padana**

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, LITOSTRATIGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL' AREA DI INTERVENTO

L'area oggetto di studio è situata nella bassa pianura ed è caratterizzata da una morfologia pianeggiante e degradante a est verso la laguna di Venezia, in provincia di Venezia. La zona è pianeggiante e le alluvioni sono prevalentemente limose e argillose, visibile nella Figura 6 degli allegati.

Il sottosuolo è formato da un potente materasso alluvionale della potenza stimata superiore ai 1.000 m costituito principalmente dalle alluvioni del fiume Brenta (Megafan del Brenta). I terreni presenti sono di origine alluvionale, depositati principalmente dal sistema del Fiume Brenta: il sottosuolo, nei primi metri di profondità, è costituito da una successione di sedimenti limoso-argillosi, alternati e affiancati da livelli sabbioso-limosi relativi ai dossi fluviali dei canali attivi in alcuni rami del megafan. In generale, i litotipi prevalenti sono rappresentati da depositi limoso-argillosi cui sono affiancati e alternati depositi sabbiosi e limososabbiosi.



Sistemi deposizionali della pianura veneta. Legenda: A – pianura alluvionale dell'Adige; B – pianura alluvionale del Brenta; C – pianura alluvionale dei corsi d'acqua prealpini; D – pianura costiera e lagunare; P – pianura alluvionale del Piave; T – pianura alluvionale del Tagliamento; Z – Alpi, Prealpi, colline e sistemi morenici.

**Figura 5 – Schema di sintesi della pianura veneta**



Nella Figura 4 degli allegati è rappresentato uno stralcio della carta delle unità geomorfologiche del Veneto con evidenziata in rosso l'area in cui incide l'intervento, mentre nella Figura 3 è rappresentato uno stralcio della carta litostratigrafica del Veneto con pure evidenziato in rosso l'area in cui incide l'intervento. Nella Figura 6 degli allegati è pure rappresentato uno stralcio della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

## 7 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO

Il territorio comunale si pone in zona di bassa pianura al di sotto del limite inferiore della linea delle risorgive. Il reticolo idrografico dell'area in studio fa parte del bacino scolante nella laguna di Venezia.

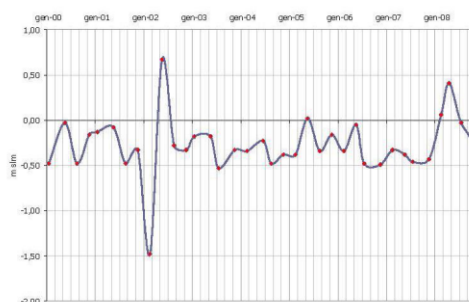
La struttura stratigrafica dei materiali sciolti ed eterogenei determinano la presenza di livelli con permeabilità variabile: gli spessori dei materiali argillosolimosi riducono drasticamente la permeabilità verticale (acquicludi); le intercalazioni sabbioso-limose sono sede di una circolazione d'acqua modesta (acquitardi) mentre i livelli sabbiosi ospitano falde idriche in pressione.

In generale la situazione idrogeologica è caratterizzata da un sistema a più falde sovrapposte in pressione nei materiali sabbiosi, separate al letto e al tetto da materiali più coesivi e impermeabili; vi è sempre presente una falda superficiale di tipo freatico, con una superficie posta tra i 0,50 m e i 2,5 m al di sotto del piano campagna.

Si prevedono delle oscillazioni del livello piezometrico tra stagione secca e piovosa dell'ordine di 0,50 m, rilevata tra gli anni 2000 e 2008 da un piezometro censito dall'ARPA Veneto sito a sud dell'intervento in oggetto nel comune di Marghera (Venezia).

stazione 41 - VENEZIA - prof. 3,1 m

anno	I	II	III	IV
2000	-0,48	-0,03	-0,48	-0,16
2001	-0,13	-0,08	-0,48	-0,33
2002	-1,48	0,67	-0,28	-0,33
2003	-0,18	-0,18	-0,53	-0,33
2004	-0,34	-0,23	-0,48	-0,38
2005	-0,38	0,02	-0,34	-0,16
2006	-0,34	-0,05	-0,48	-0,49
2007	-0,33	-0,38	-0,46	-0,43
2008	0,059	0,41	-0,03	-0,28





Il fiume Brenta con le sue alluvioni rappresenta il fattore geodinamico più importante del territorio che ha caratterizzato la litogenesi dei terreni dell'area interessata dal progetto. I dati confermano in linea di massima le previsioni riportate nello stralcio della carta idrogeologica rappresentata in Figura 5 degli allegati alla relazione.

## **8 CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA**

Le indagini geognostiche afferenti al presente progetto, e di seguito indicate, risultano far parte di diverse campagne d'indagine condotte nell'ambito delle progettazioni del Nodo di Gazzera. L'ubicazione delle stesse e i risultati delle prove di laboratorio sono raccolti e indicati negli specifici elaborati di progetto.

### **8.1 CAMPAGNA 1998**

Le indagini in sito sono riportate di seguito, mentre nella Tabella 8.1 sono riassunte le prove di laboratorio e SPT:

- n. 2 sondaggi (S1-1.09; S2-1.09) spinti fino alla profondità di -20 m dal piano campagna. Installazione di un piezometro, costituito da un tubo microfessurato (tra -9.00 e -12.00 m dal piano campagna) e dotato di prefiltro di sabbia;
- n. 2 prove penetrometriche statiche (P1-1.09; P2-1.09) spinte fino alla profondità di -20 m dal piano campagna. Installazione un piezometro, costituito da un tubo microfessurato (tra -9.00 e -12.00 m dal piano campagna) e dotato di prefiltro di sabbia.



**Tabella 8.1 – Tabella riassuntiva delle prove SPT e di laboratorio , Anno 1998**

PROVE 1998			
	Lunghezza sondaggio (m)	Profondità (m)	SPT 0-20 m
<b>Quantità complessive</b>	<b>40</b>		<b>11</b>
S1-1.09	20	-4,5/-6/-9/-12/-15	5
S2-1.09	20	-3,5/-7,5/-10,50/-13,50/-16,50	6
PROVE DI LABORATORIO			
Sondaggio	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	
S1-1.09	4	5	
S2-1.09	1	6	

Nei campioni di laboratorio sono state eseguite le seguenti prove:

- contenuto naturale d'acqua
- peso dell'unità di volume
- peso specifico
- analisi granulometrica
- limiti di Atterberg
- compressione con espansione laterale libera
- prova edometrica
- prova triassiale non confinata e non drenata

## 8.2 CAMPAGNA 2006

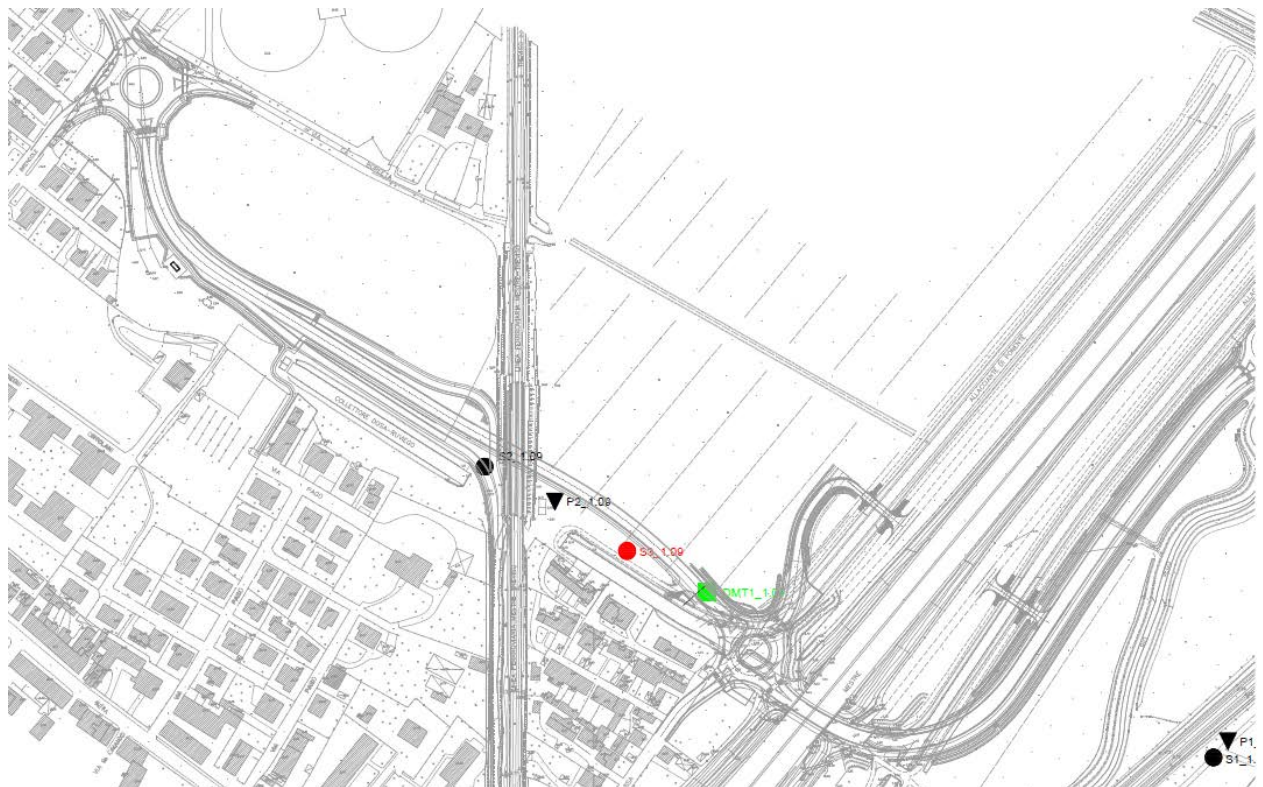
Le indagini in sito sono:

- n. 1 perforazione di sondaggio a distruzione, contrassegnata con l'identificativo S3-1.09, spinta alla profondità di 20 m dal piano campagna. Al termine dell'esecuzione del sondaggio S3 a distruzione è stato installato un piezometro per la misura della falda freatica;

- n. 4 prove BAT per la misura della permeabilità in sito in corrispondenza del sondaggio S3-1.09;
- n. 1 prova dilatometrica (DMT1-1.09) spinta alla profondità di 10 m dal piano campagna;

Le misure piezometriche, eseguite in periodo secco, hanno evidenziato che la falda è posta a circa – 2,25 (sondaggio S2 intervento 1.08) dal p.c..

Nella successiva immagine è riportata la dislocazione planimetrica dei sondaggi.



**Figura 6 – Ubicazione indagini campagne 1998-2006**

### 8.3 CAMPAGNA 2017

Le indagini in sito sono riportate di seguito, mentre nella Tabella 8.2 sono riassunte le prove di laboratorio e SPT:

- n. 1 perforazione di sondaggio carotaggio continuo, contrassegnata con l'identificativo S\_1, spinta alla profondità di 15 m dal piano campagna ed installazione di un piezometro a tubo aperto;
- n. 1 prove penetrometrica statica con piezocono (CPTU\_1) spinta alla profondità di 30 m dal piano campagna;
- n. 1 prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU\_3) spinta alla profondità di 20 m dal piano campagna;
- n. 1 prova penetrometrica statica con piezocono e modulo sismico (SCPTU\_1) spinta alla profondità di 30 m dal piano campagna. Identificando una Vs30 pari a 206m/s

**Tabella 8.2 – Tabella riassuntiva delle prove SPT e di laboratorio , Anno 2017**

PROVE 2017			
	Lunghezza sondaggio (m)	SPT 0-20 m	Profondità (m)
Quantità complessive			
S_1	15	6	-3/-4,50/-9/-12/-15
PROVE DI LABORATORIO			
Sondaggio	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	
S_1	-	6	

Nei campioni di laboratorio sono state eseguite le seguenti prove:

- peso specifico
- analisi granulometrica
- prova di taglio diretto

Nelle seguenti figure si riporta l'ubicazione delle indagini.



**Figura 7 - Ubicazione indagini 2017**

In data 23/01/2018, sono state effettuate due misure della quota di falda nel piezometro del sondaggio S\_1 posizionato in prossimità della tangenziale lato nord. Le misure rilevate sono le seguenti:

S\_1 = -2,24 m dal piano campagna (quota sommità +2,60 m s.l.m.), quota assoluta di falda +0,36 m s.l.m.

Tra il Marzenego e il sondaggio S\_1 sono presenti canali artificiali che sicuramente influenzano la falda in corrispondenza di quest'ultimo. Tenendo conto di quanto appena detto per la scelta della quota di falda di progetto per il calcolo delle opere si rimanda alla relazione geotecnica.

Nello stesso anno sono state eseguite indagini per la caratterizzazione ambientale conformi per il nuovo D.Lgs. 120/2017, prelevando un campione di acque sotterranee nel sondaggio S\_1. I risultati delle analisi chimiche hanno mostrato il rispetto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) del D.Lgs. 152/2006. Sulla base delle analisi effettuate, si può quindi affermare che l'area cui è prevista la realizzazione dell'intervento in oggetto risulta non contaminata.

#### **8.4 CAMPAGNA 2010 – INDAGINI AMBIENTALI**

Nell'aprile del 2010 sono state svolte indagini di caratterizzazione ambientale consistenti complessivamente nell'esecuzione di n. 6 sondaggi a carotaggio continuo, spinti ad una profondità di circa 6 m da piano campagna. Le carote di terreno, realizzate come specificato, sono state campionate secondo le specifiche previste dalla DGRV 2922/03 e confrontate con i limiti di legge del D.Lgs. 152/2006.

I risultati delle indagini hanno riscontrato il superamento dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) della colonna A riferiti al D.Lgs. 152/2006 (Tab.2 dell'all. 5, titolo V della parte IV), di alcuni metalli e idrocarburi pesanti. Risulta rispettata la colonna B del medesimo decreto relativa a siti ad uso commerciale/industriale corrispondente alla destinazione d'uso del presente intervento.

Per quanto riguarda i risultati delle indagini chimiche si rimanda all'elaborato delle schede delle indagini ambientali.

#### **8.5 LITOSTRATIGRAFIA DELL'AREA**

Grazie alla campagna di indagini sopra descritte, è stato possibile definire la litostratigrafia della zona di intervento. La zona in oggetto presenta, per le verticali indagate, dopo il primo livello di circa un metro di riporto, livelli di limo più o meno argilloso debolmente sabbioso e argilla limosa. Inoltre si sono riscontrati livelli più potenti di sabbia medio-fine limosa/debolmente limosa nel sondaggio S1\_1.09 e S2\_1.09 compreso circa tra le profondità di -3,00m e -13,00m dal piano campagna. Anche nel sondaggio S1 eseguito nell'anno 2017 la presenza del banco di sabbia medio fine è presente dalla profondità di -4,00m dal piano campagna. Anche dalle prove penetrometriche è possibile evidenziare la presenza del banco di sabbia e della fitta alternanza di livelli coesivi.

## 8.6 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI PRESENTI IN CANTIERE

Nel corso delle attività edificatorie già eseguite nell'ambito degli interventi del Nodo di Gazzera sono stati accumulati dalle Imprese esecutrici che si sono succedute, quantità di terreni, misti a materiali antropici, accatastati all'interno delle aree di competenza del cantiere, materiali che l'Appaltatore avrebbe dovuto contrattualmente smaltire conferendoli a discarica autorizzata.

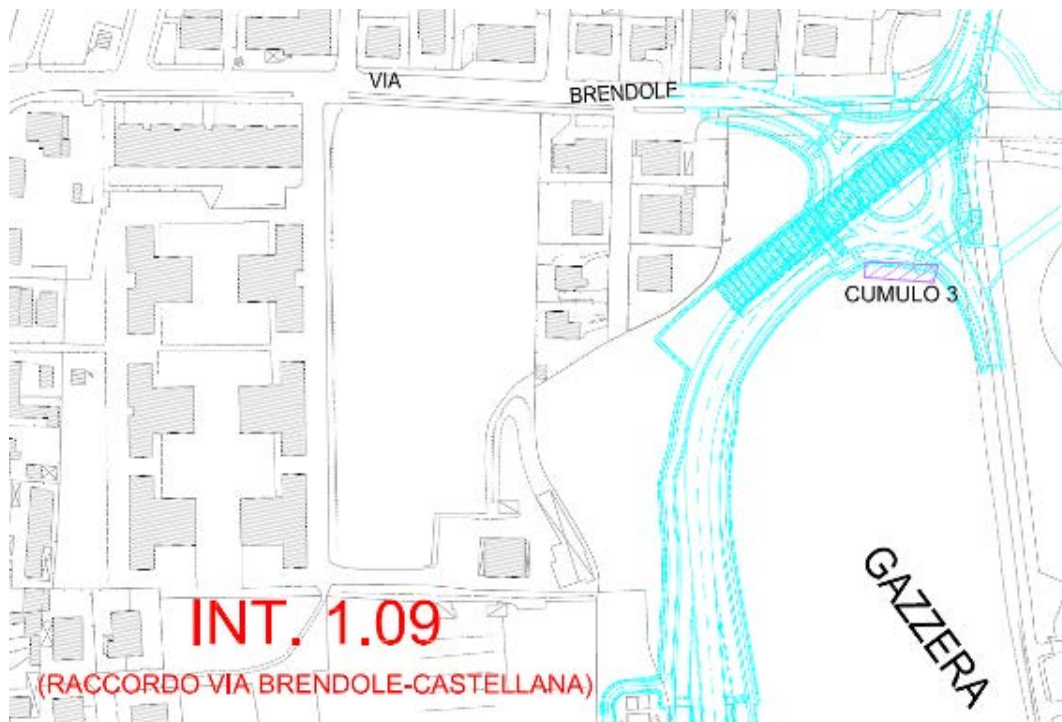
A fronte della sospensione delle attività e dell'abbandono del cantiere da parte dell'Impresa esecutrice, e l'avvenuta risoluzione del contratto d'appalto, si è reso necessario, per la valutazione dello stato di consistenza delle opere, procedere alla caratterizzazione esaustiva dei materiali al fine di stabilirne in maniera certa e definitiva la possibilità di riutilizzo o la necessità di smaltimento, definendone nel contempo l'eventuale classificazione e smaltibilità.

Nel marzo 2018 è stato redatto l'elaborato tecnico volto a definire gli aspetti specialistici necessari alle attività di caratterizzazione dei materiali, in accordo con i criteri e le indicazioni previste nell'allegato 2 del D.Lgs. 152/2006 e s.m. e i. per la stesura dei Piani di caratterizzazione per i siti potenzialmente contaminati.

Nel mese di aprile 2018, in accordo con quanto era stato dettagliato nel Piano della Caratterizzazione, si è dato corso alla sua attuazione. Per quanto attiene al presente appalto, all'interno delle aree di cantiere esiste un solo cumolo di terreno, denominato "CUMULO 3" che è stato oggetto di caratterizzazione.

Rimandando per gli approfondimenti, alla specifica relazione tecnica, si precisa che si tratta di una volumetria stimata pari a circa 210 m<sup>3</sup>, distribuita su una superficie di circa 150 mq e collocata in prossimità del sedime della rotatoria Brendole.





Per questi materiali le indagini analitiche hanno evidenziato il superamento dei limiti imposti per il riutilizzo e quindi si rende necessario provvedere ad un loro smaltimento che potrà concretizzarsi sia presso un impianto di trattamento o presso una discarica per rifiuti inerti.

## 9 INQUADRAMENTO SISMICO

### 9.1 TETTONICA GENERALE E MICROZONAZIONE SISMICA

Dal punto di vista neotettonico l'area è soggetta a deformazione articolata con un prevalente abbassamento a valle della linea delle risorgive e un sostanziale innalzamento a monte della stessa. Questa differenziazione avviene per un'evoluzione differenziale delle strutture profonde (non ancora ben identificate) che comprendono, oltre alla linea Schio – Vicenza, una faglia attiva che dal Montello passa ad Ovest di Treviso e raggiunge la laguna di Venezia. Di seguito viene rappresentata un'immagine che riassume a grandi linee lo scenario sismogenico dell'Italia Settentrionale.

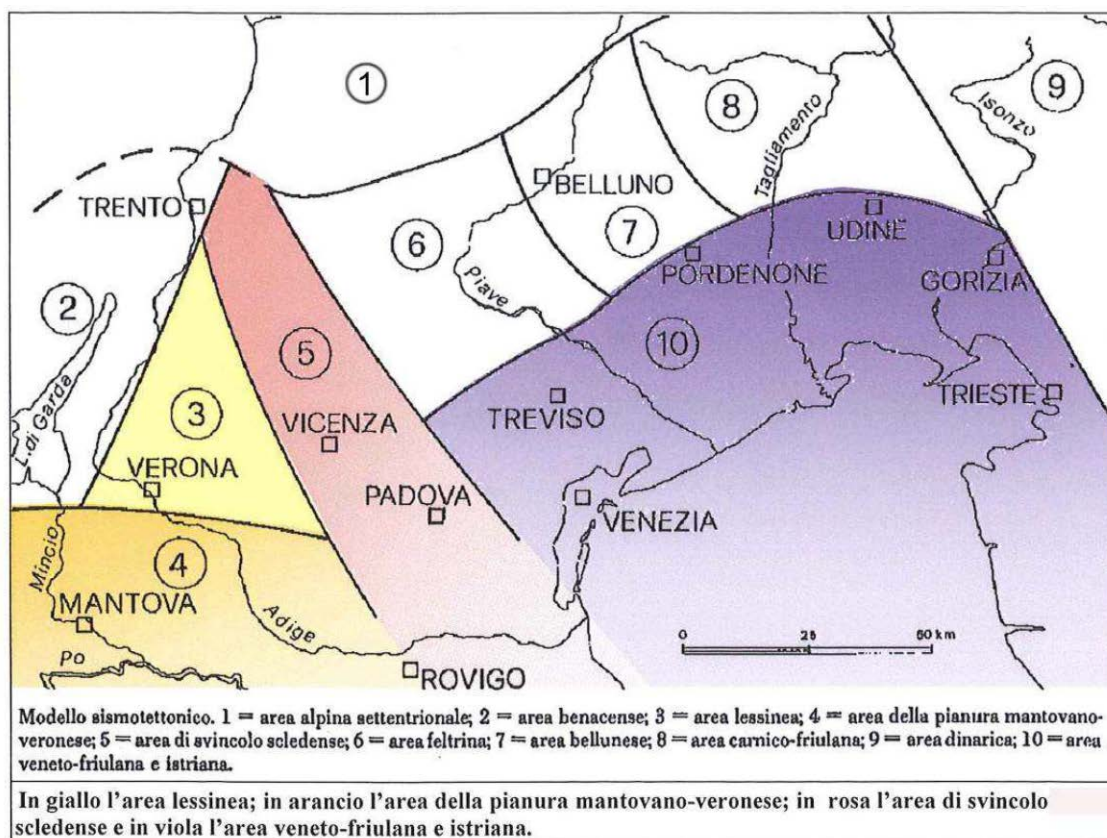


Scenario sismogenico del nord Italia: le fasce di colore arancione individuano le principali zone per l'insorgenza di possibili manifestazioni sismiche. Fonte: Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Secondo la nuova normativa (D.G.R.1572/2013) l'area interessata dal progetto è compresa per la sua totalità nella zona 3<sup>a</sup> della classificazione sismica del territorio.

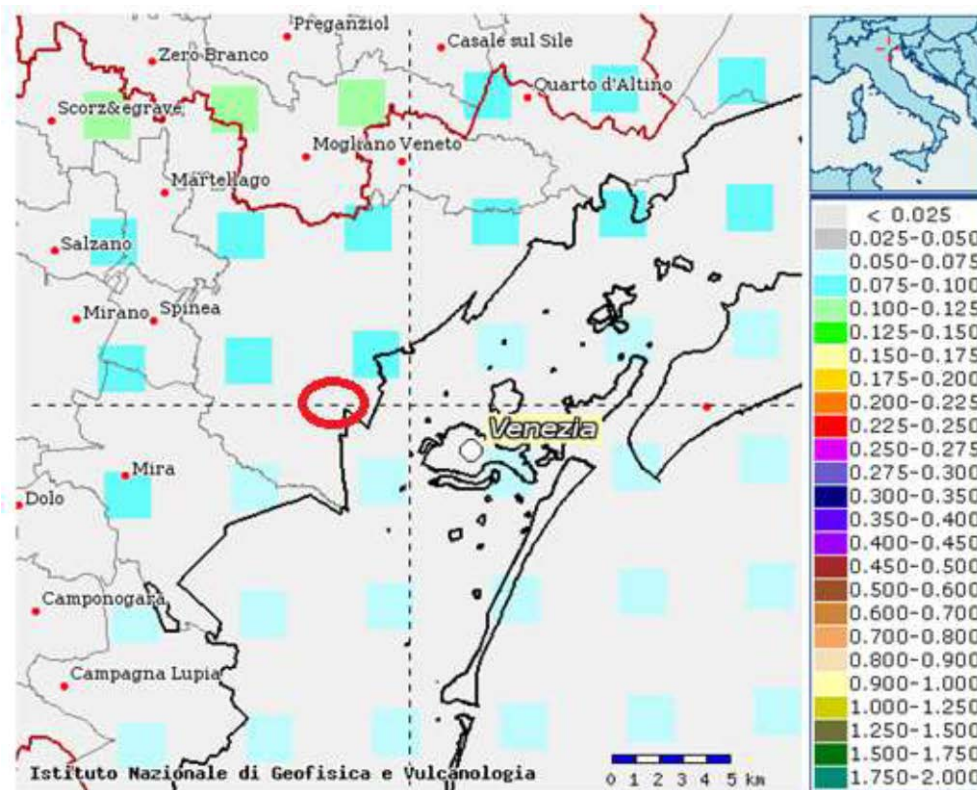


L'area, come zonazione sismo tettonica, è compresa nell'area Veneto Friulana, e, nel suo complesso, si può definire a basso rischio sismico.



#### ZONAZIONE SISMOTETTONICA

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) mette a disposizione una mappa interattiva della pericolosità sismica italiana definendo i valori di accelerazione al suolo ( $a_g$ ) su tutto il territorio nazionale. Il comune di Treviso, come evidenzia l'immagine sottostante, possiede una accelerazione massima al suolo compresa tra 0,075 g e 0,100 g.



**MAPPA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA ESPRESSA IN TERMINI  
 DI ACCELERAZIONE MASSIMA DEL SUOLO  
 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – 2004/2006)**

Secondo la nuova normativa sismica presente nel D.M. 14.01.2008 si deve far riferimento alle locazioni delle opere come schematizzato nella figura seguente. L'area interessata dal progetto, evidenziata dal quadrato che congiungono vertici sismici contigui, comprende la località Gazzera, e per un inquadramento di massima, che dovrà essere in seguito affinato considerando le distanze effettive di ogni opera dai vertici interessati, sono state create le seguenti tabelle, comune per comune, che rappresentano i vari parametri con differenti tempi di ritorno:



### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate
 

LONGITUDINE: 
 LATITUDINE:

☐ Ricerca per comune
 

REGIONE: 
 PROVINCIA: 
 COMUNE:

Elaborazioni grafiche  
 Grafici spettri di risposta  
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche  
 Tabella parametri

Reticolo di riferimento
 

Controllo sul reticolo  
☐ Sito esterno al reticolo  
☐ Interpolazione su 3 nodi  
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

Nodi del reticolo intorno al sito

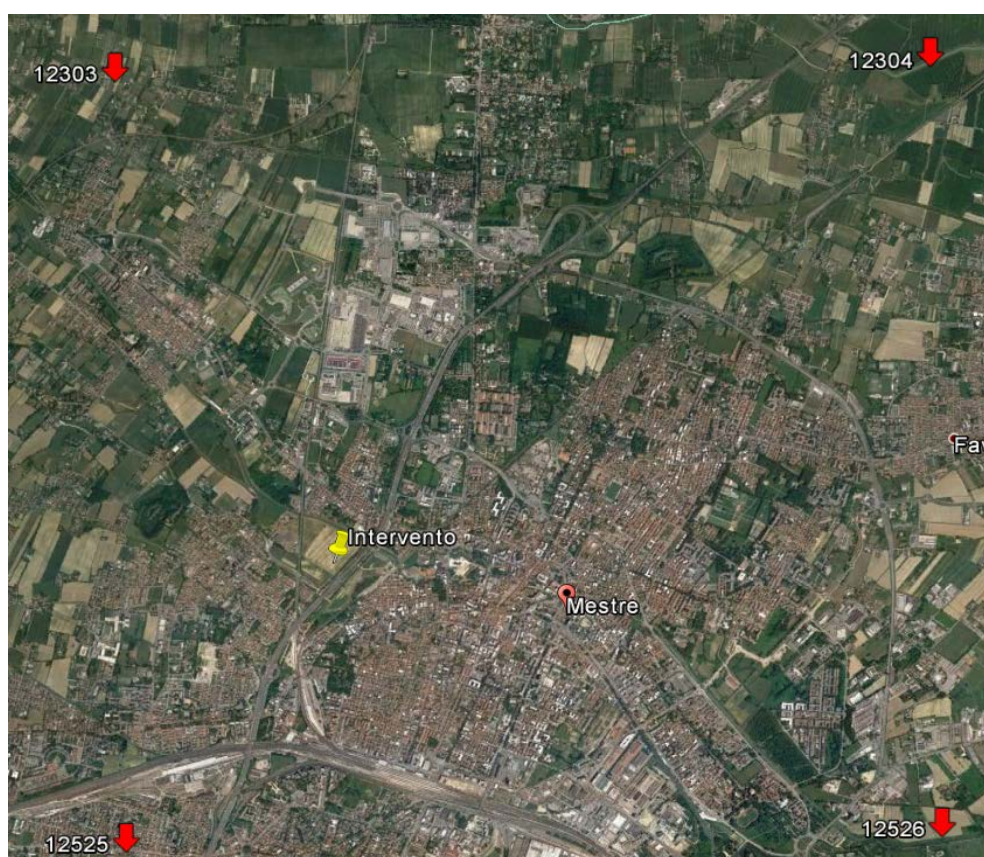
La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3



**Figura 8 - Area d'intervento e nodi del reticolo sismico fondamentale**

Vengono di seguito rappresentati i valori precalcolati relativi ai vertici sismici considerati:

ID	LON	LAT	Tr=30			Tr=50			Tr=72		
			$a_g$	$F_0$	$T_c$	$a_g$	$F_0$	$T_c$	$a_g$	$F_0$	$T_c$
12303	12,2070	45,5280	0,311	2,55	0,21	0,379	2,58	0,25	0,439	2,54	0,28
12304	12,2780	45,5290	0,304	2,54	0,21	0,370	2,57	0,25	0,423	2,55	0,28
12525	12,2080	45,4780	0,295	2,52	0,21	0,358	2,55	0,24	0,404	2,56	0,27
12526	12,2790	45,4790	0,288	2,51	0,21	0,350	2,54	0,24	0,394	2,56	0,27
			Tr=101			Tr=140			Tr=201		
			$a_g$	$F_0$	$T_c$	$a_g$	$F_0$	$T_c$	$a_g$	$F_0$	$T_c$
			0,510	2,54	0,29	0,579	2,58	0,31	0,686	2,55	0,32
			0,487	2,52	0,30	0,559	2,55	0,31	0,634	2,64	0,32
			0,466	2,48	0,30	0,525	2,55	0,31	0,593	2,62	0,33
			0,452	2,48	0,30	0,511	2,53	0,32	0,576	2,60	0,33
			Tr=475			Tr=975			Tr=2475		
			$a_g$	$F_0$	$T_c$	$a_g$	$F_0$	$T_c$	$a_g$	$F_0$	$T_c$
			0,957	2,55	0,35	1,214	2,61	0,37	1,723	2,59	0,38
			0,910	2,57	0,35	1,156	2,61	0,38	1,615	2,60	0,39
			0,832	2,62	0,35	1,082	2,59	0,37	1,485	2,60	0,40
			0,775	2,71	0,35	1,029	2,62	0,38	1,385	2,64	0,42

Come si può vedere, nella figura sottostante che mostra i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno TR di riferimento, il rischio sismico, considerando un tempo di ritorno di 475 anni, possiede una accelerazione orizzontale dei suoli pari ai 0,086g.

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,030	2,528	0,208
50	0,036	2,557	0,246
72	0,041	2,554	0,276
101	0,048	2,497	0,301
140	0,054	2,552	0,313
201	0,062	2,600	0,323
475	0,086	2,618	0,350
975	0,111	2,605	0,375
2475	0,154	2,604	0,398

Considerando i valori delle accelerazioni orizzontali per un tempo di ritorno di 475 anni tutta l'area del comune va considerata in zona sismica 3<sup>a</sup>, come si può dedurre dalla tabella seguente ricavata dalla vecchia normativa:



CLASSIFICAZIONE SISMICA		
<b>zona 1<sup>a</sup></b>	ricadono in questa zona i comuni o porzioni di essi per i quali	$ag_{,475} \geq 0,25g$
<b>zona 2<sup>a</sup></b>	ricadono in questa zona i comuni o porzioni di essi per i quali	$0,25g > ag_{,475} \geq 0,15g$
<b>zona 3<sup>a</sup></b>	ricadono in questa zona i comuni o porzioni di essi per i quali	$0,15g > ag_{,475} \geq 0,05g$
<b>zona 4<sup>a</sup></b>	ricadono in questa zona i comuni o porzioni di essi per i quali	$ag_{,475} < 0,05g$

## 10 MICROZONIZZAZIONE SISMICA

### 10.1 EFFETTI DI SITO – AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA- CATEGORIA DEI SUOLI DI FONDAZIONE

Per inquadrare la zona dal punto di vista della microzonazione sismica, a riguardo dell'amplificazione stratigrafica, si sono presi in esame, in prima istanza, i valori ottenuti dalla prova SCPTU portata a termine in questa fase progettuale. Il valore medio della VS<sub>30</sub> ottenuto dalla prova penetrometrica SCPTU1 è di 206 m/s.

Considerando la classificazione dei terreni secondo la VS<sub>30</sub>, rappresentata nella seguente tabella si può concludere che i terreni interessati dalle opere in progetto, appartengono alla categoria "C" (cfr. **Tabella I**).

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

**Tabella 9.1 – Categorie di sottosuolo**

## **10.2 EFFETTI DI CAMPO VICINO**

Essendo le faglie e le lineazioni tettoniche più importanti nella zona coperte da un potente materasso alluvionale della potenza stimata attorno ai 1.250 – 1.500 m, si ritiene di non prendere in considerazione questo tipo di effetto.

## **10.3 EFFETTI DI SITO – AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA**

Essendo la zona pianeggiante nel suo insieme, si ritiene di non prendere in considerazione questo tipo di effetto di amplificazione dell'effetto sismico.

## 11 CONCLUSIONI

Dallo studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, litostratigrafico e dall'analisi dei dati raccolti e dalle indagini effettuate è possibile fare le seguenti considerazioni:

- il sottosuolo dell'area in esame è costituito livelli di limo più o meno argilloso debolmente sabbioso e argilla limosa. Inoltre si è riscontrato un livello più potente di sabbia medio-fine limosa/debolmente limosa nel sondaggio e nelle prove penetrometriche, compreso circa tra le profondità di -3,00/-4,00m e -13,00/-15,00 m dal piano campagna.
- nell'area del progetto è presente una falda superficiale a carattere freatico di profondità circa -2,24 m dal piano campagna. Si prevedono delle oscillazioni del livello piezometrico tra stagione secca e piovosa dell'ordine di 0,50 m, rilevata tra gli anni 2000 e 2008 da un piezometro censito dall'ARPA Veneto;
- dal punto di vista del rischio sismico si può affermare che per un tempo di ritorno di 475 anni l'accelerazione orizzontale massima dei suoli prevedibile è di 0,0862 g. Dai valori riscontrati dall'elaborazione delle prove penetrometriche con sismocono i terreni interessati dalle opere in progetto, appartengono alla categoria "C" secondo le NTC2008;
- la falda interferisce con le opere in oggetto profonde che risultano in tutti casi già realizzate; la presenza di un substrato formato da lenti di terreni dalle differenti caratteristiche con grande variabilità di distribuzione, anche nel giro di poche decine di metri (molti dei quali, hanno caratteristiche di notevole compressibilità), ha reso necessaria, nei precedenti appalti, una verifica attenta degli effetti che la depressione della falda freatica potrebbe indurre nell'intorno.



## 12 BIBLIOGRAFIA

- Antonelli R., Barbieri G., Dal Prà A., DE Zanche V., Grandesso P., Mietto P., Sedeo R., Zanferrari A., 1988 – *Carta geologica del Veneto (sc. 1:250.000)*. S.EL.CA., Firenze.
- Dal Prà A., Bellati R. (con la collaborazione di Antonelli R., Costacurta R., Sbettega G.), 1977 - *Distribuzione dei materiali limoso-argillosi nel sottosuolo della Pianura Veneta*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v.34 (4), Roma.
- Briseghella L. et alii, 1994 - *Rischio sismico del Veneto*. Regione Veneto.
- Cavallin A., Giorgetti F., 1983 – *Elementi geologici e geofisici per un modello geodinamico dell'Italia nord-orientale e suoi rapporti con l'Appennino* – Memorie Società Geologica Italiana.
- Cerbini G., Gorla M., 2004 – *IDROGEOLOGIA APPLICATA – Principi, metodi e misure*. – Edizioni Geo-Graph Segrate.
- Fabbri P., Mari G.M., 1998 – *Valutazioni geostatistiche su una rete freaticometrica nella pianura veneta (Province di Padova, Vicenza, Treviso e Venezia)*. Acque Sotterranee, Anno XV, n. 58, Milano.
- GEOTECHNICAL and GEOFISICAL SITE CHARACTERIZATION – 2nd Internatinal Conference on Site Characterisation – ISC'2 Porto, Portugal, 19-22 September 2004.
- G.N.D.T. - C.N.R., 1987 - *Modello sismotettonico dell'Italia Nord – Orientale*.
- Gruppo di studio sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana, 1979 - *Lineamenti idrogeologici della Pianura Padana*. Quad. ist. Ric. Sulle Acque, v. 28(2), Roma
- Mari G.M., Bagnaia R., Ventura R., 1999 – *Rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei. Risultati preliminari delle indagini e delle*

- sperimentazioni effettuate nella pianura veneta - Atti del 3° Convegno Nazionale sulla protezione e Gestione delle acque sotterranee per il III millennio, Parma 13, 14, 15 ottobre 1999 - Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora Editrice, Bologna.
- Mozzi P. – Geomorfologia e depositi superficiali nella Pianura Veneta Centrale - Atti del Convegno “Conoscenza e salvaguardia – il contributo delle Scienze della Terra”, Ferrara 8 - 11 novembre 1999 – Università degli Studi di Ferrara.
  - Osservatorio Acque A.R.P.A.V., 2002 - *Acqua sotterranea nel Veneto.* – Regione Veneto.
  - Quaderni I.R.S.A, 1970-1990 - Studi idrogeologici sulla Pianura Padana. C.N.R.
  - Carta geolitologica del comune di Venezia, P.A.T., 2014;
  - Carta idrogeologica del comune di Venezia, P.A.T., 2014;
  - Carta geomorfologica del comune di Venezia, P.A.T., 2014;
  - Regione del Veneto, 2005 – Piano Territoriale Regionale di Coordinamento.
  - Trevisan L., Giglia G. - Geologia Generale, Edizioni Vallerini, Pisa.
  - UFFICIO IDROGRAFICO DEL MAGISTRATO DELLE ACQUE – Sezione Geologica – Note Illustrative della Carta Geologica delle tre Venezie – Fogli Venezia ed Adria – B. Zanettin – Società Cooperativa Tipografica – Padova, 1955.

## 13 ALLEGATI

**Figura 1** – SCHEMA STRUTTURALE DELLA PIANURA PADANA E VENETO-FRIULANA (*da Cavallin e Giorgetti 1983*)

**Figura 2** – SCHEMA GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO DELLA PIANURA VENETA ( *da Agip-Direzione Mineraria; 1990*)

**Figura 3** – STRALCIO CARTA LITOLOGICA DEL COMUNE DI VENEZIA (2014)

**Figura 4** – STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA PROVINCIA DI VENEZIA (2014)

**Figura 5** – STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA DEL COMUNE DI VENEZIA (2014)

**Figura 6** – STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA (*da Regione veneto-sistema Informativo Territoriale, 2014*)

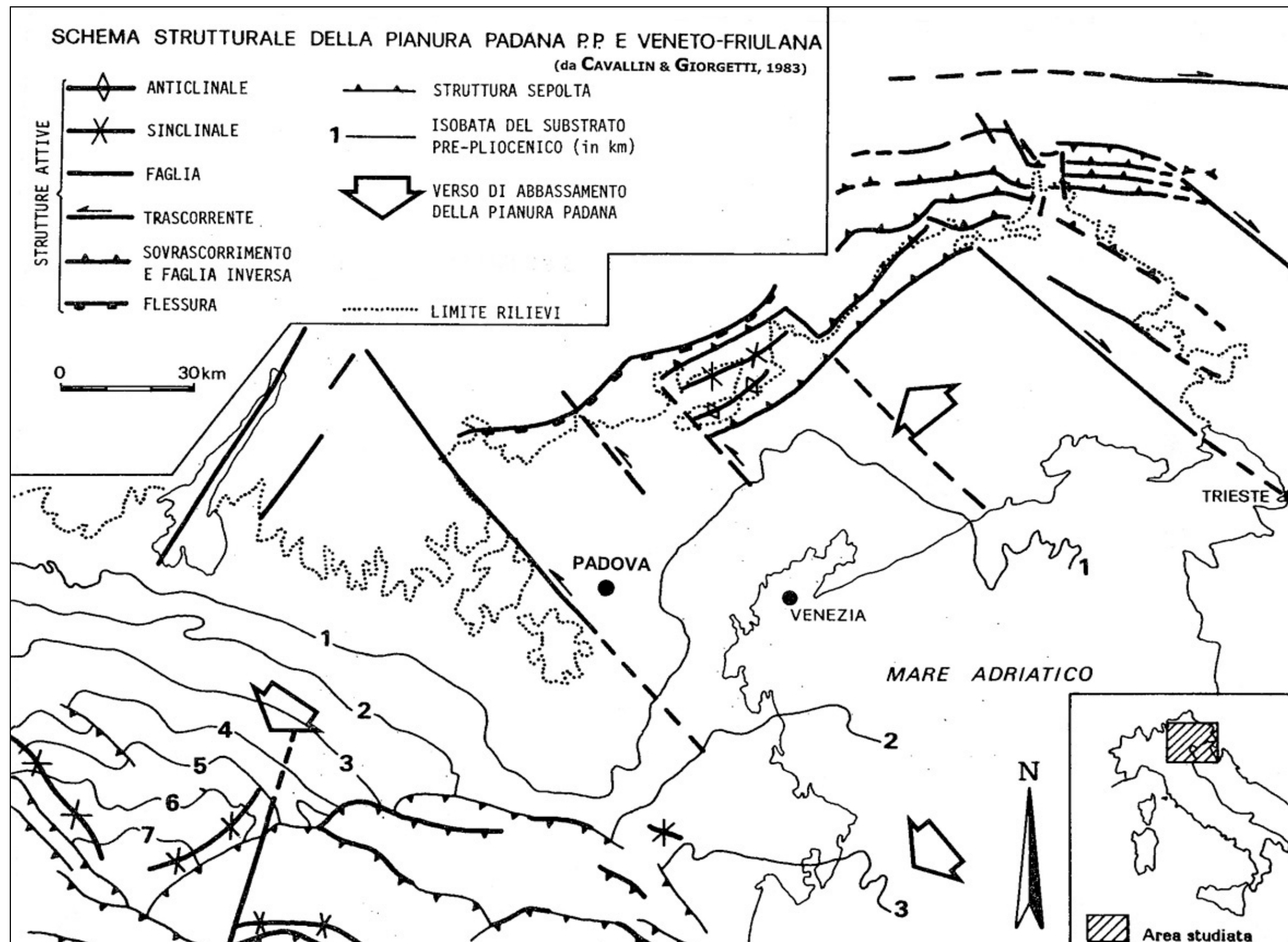


Figura 1 – SCHEMA STRUTTURALE DELLA PIANURA PADANA E VENETO-FRIULANA (da Cavallin e Giorgetti 1983)



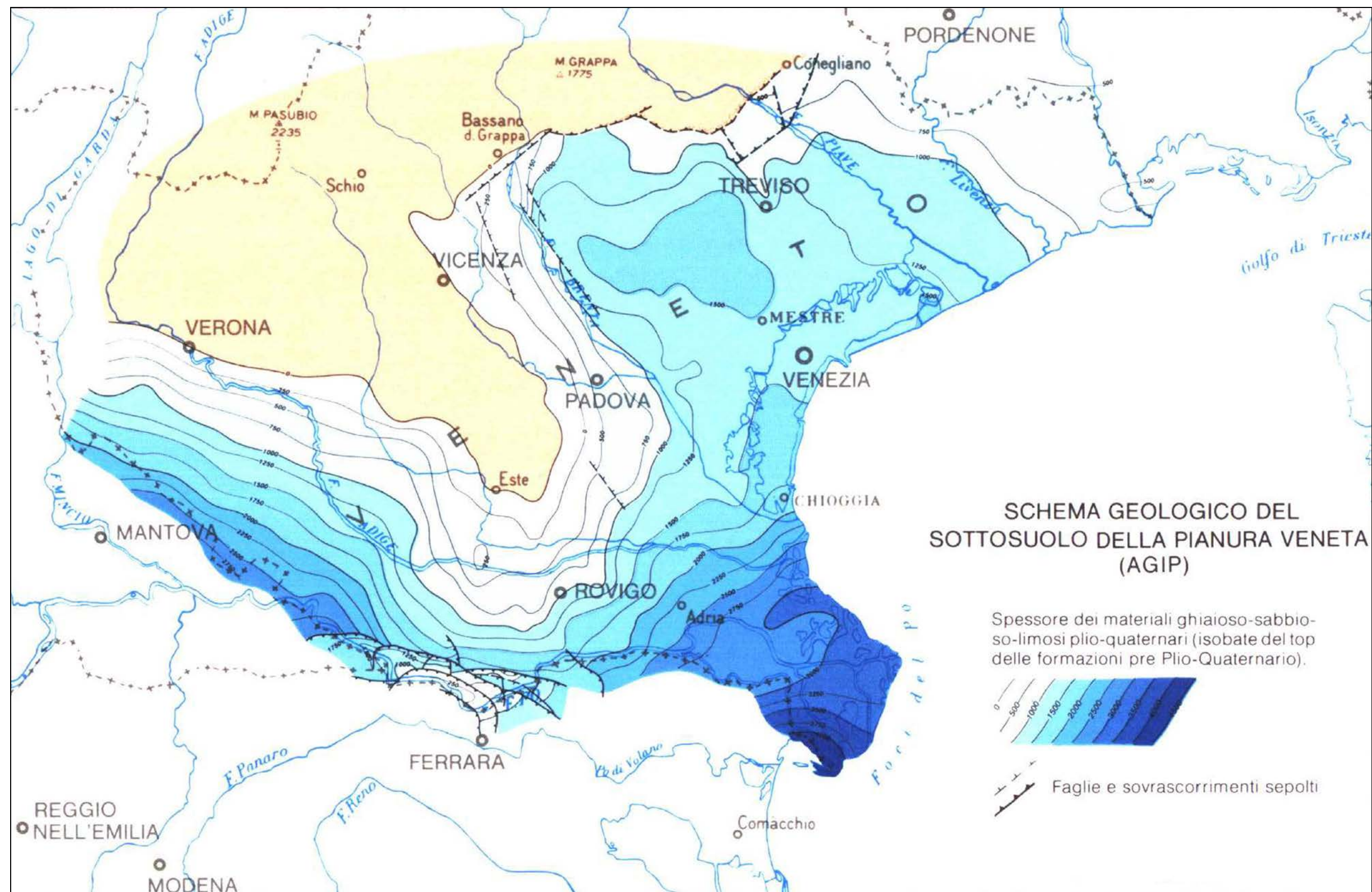


Figura 2 – SCHEMA GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO DELLA PIANURA VENETA ( da Agip-Direzione Mineraria; 1990)



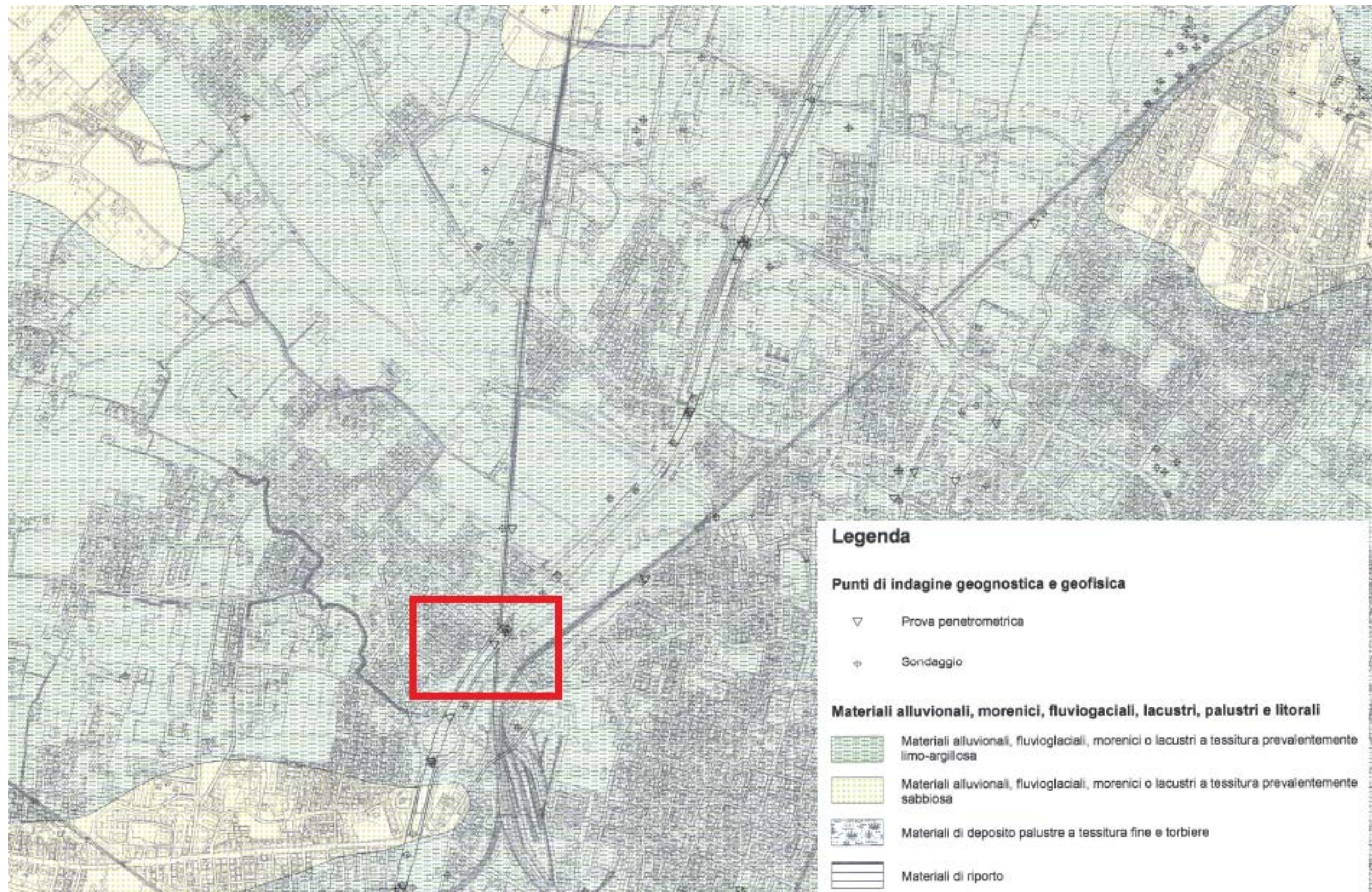


Figura 3 - STRALCIO CARTA LITOLOGICA DEL COMUNE DI VENEZIA (2014)



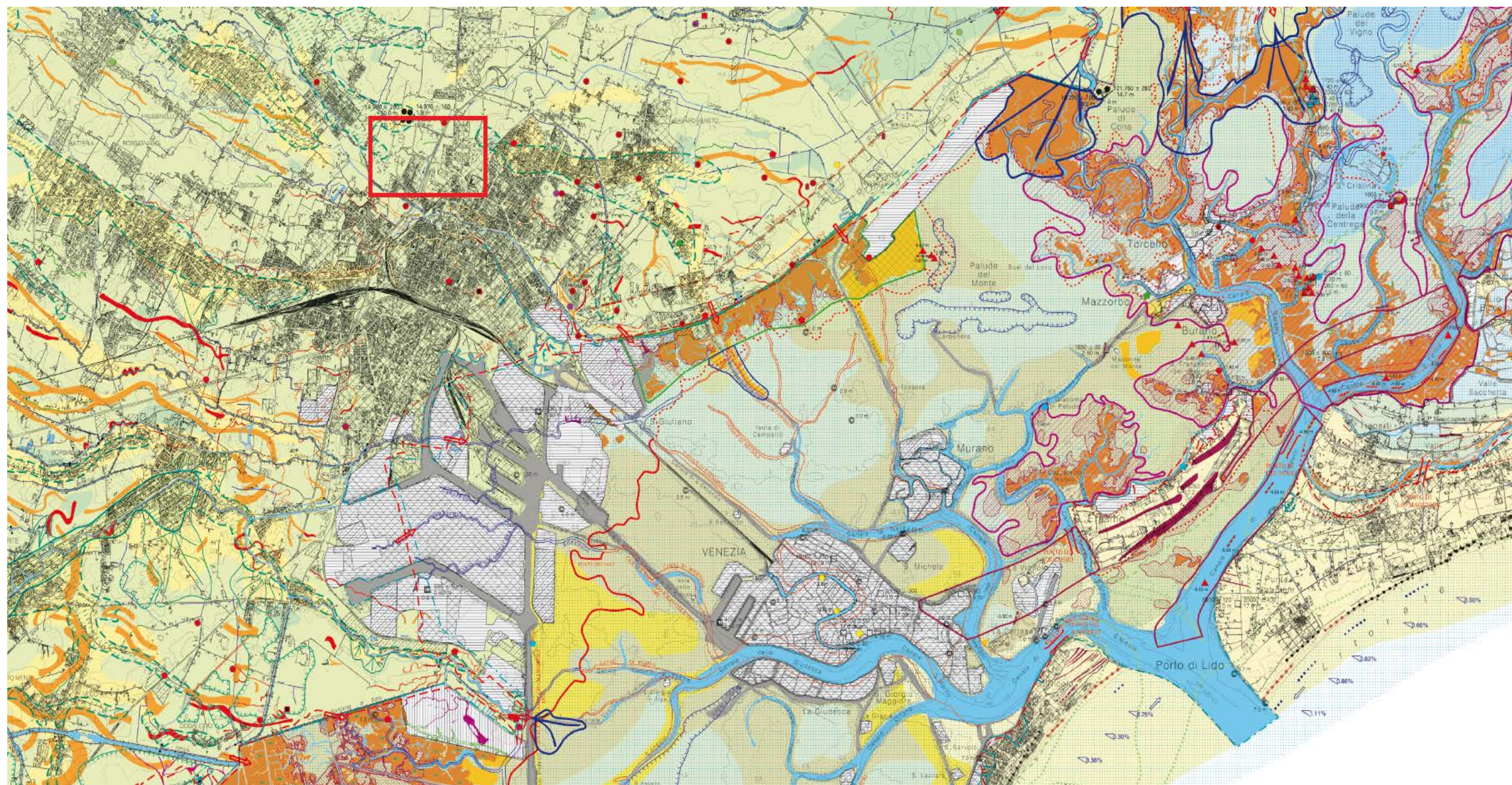


Figura 4 - STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA PROVINCIA DI VENEZIA (2014)



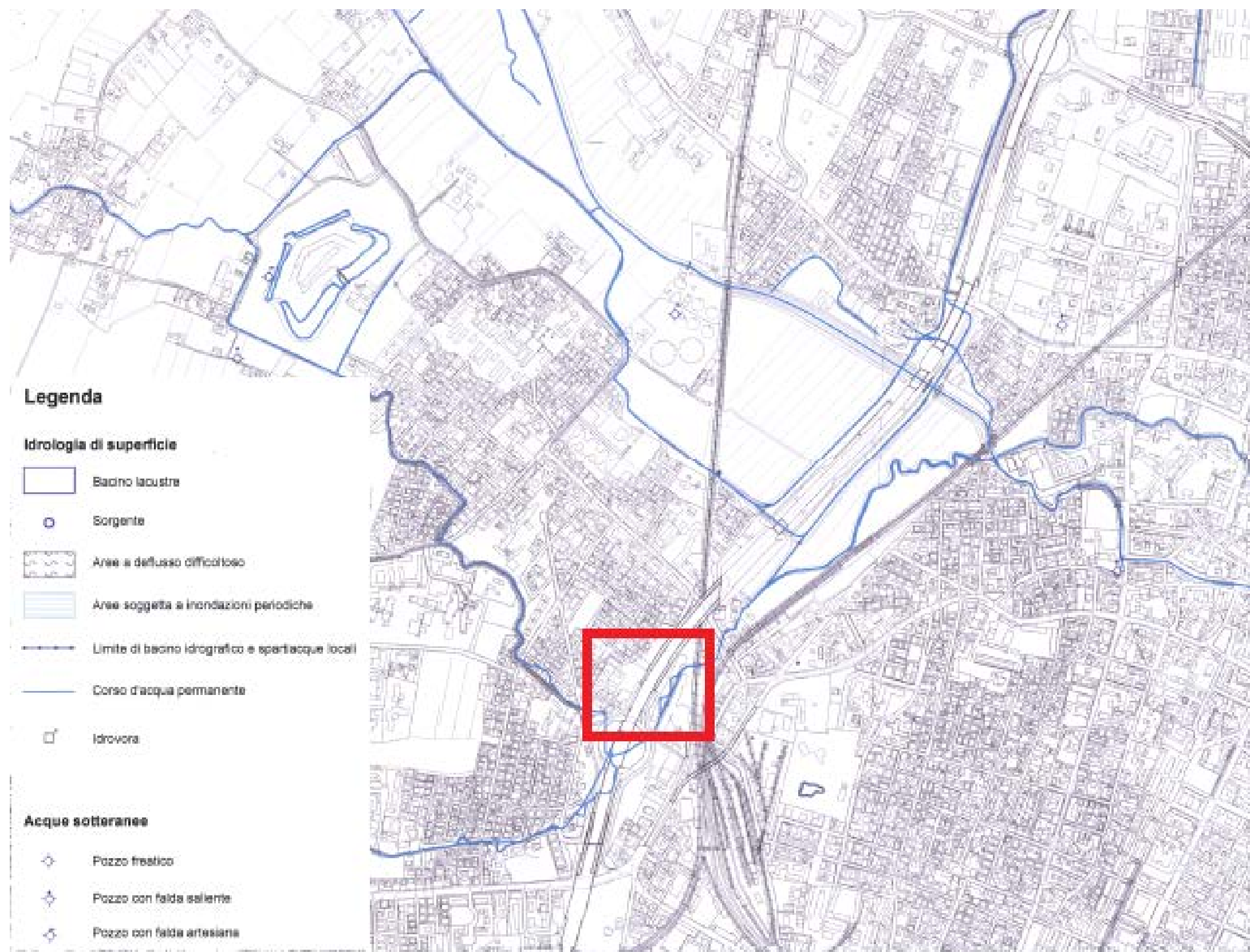


Figura 5 - STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA DEL COMUNE DI VENEZIA (2014)



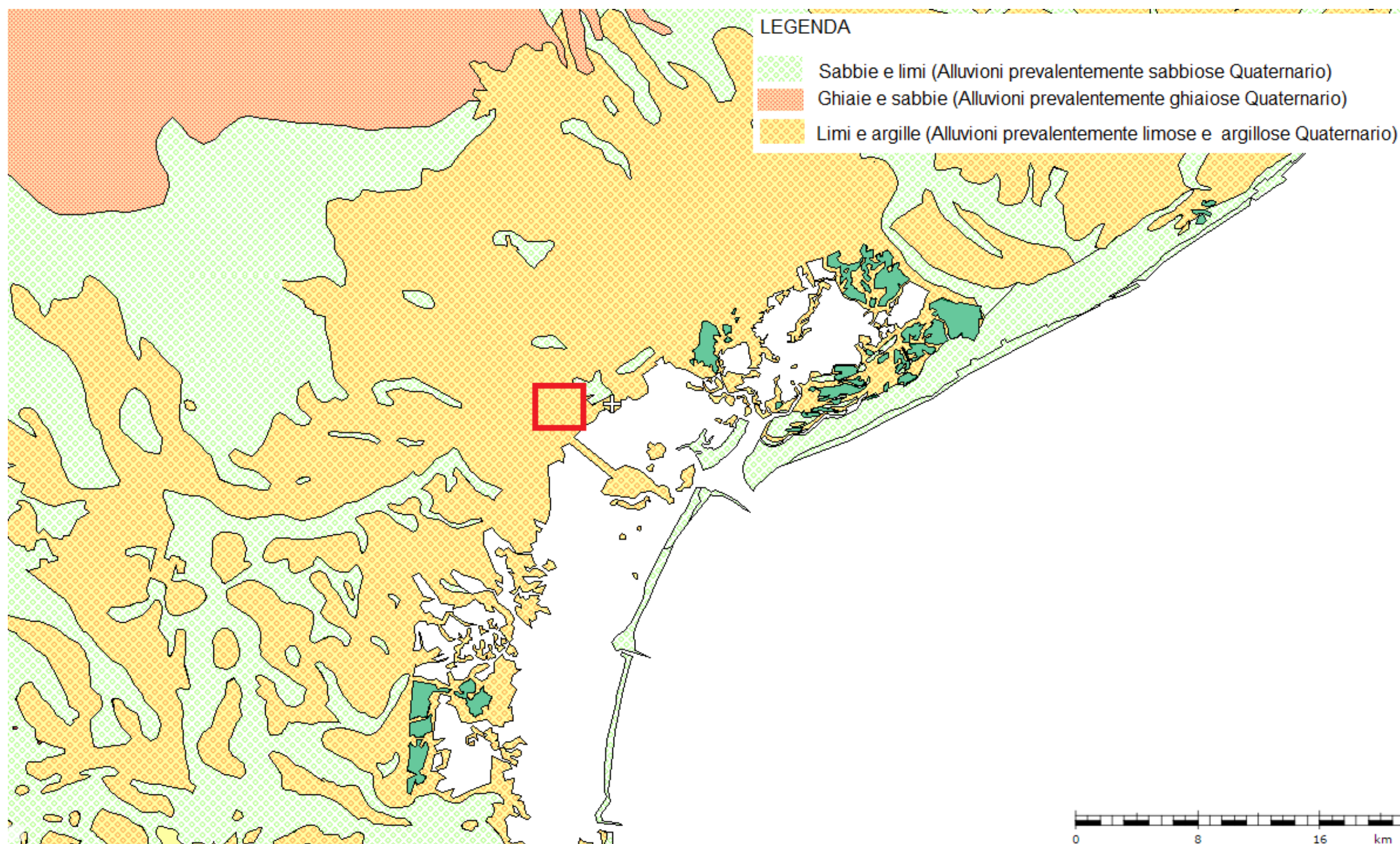


Figura 6 – STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA (da Regione del Veneto- Sistema Informativo Territoriale, 2014)