

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

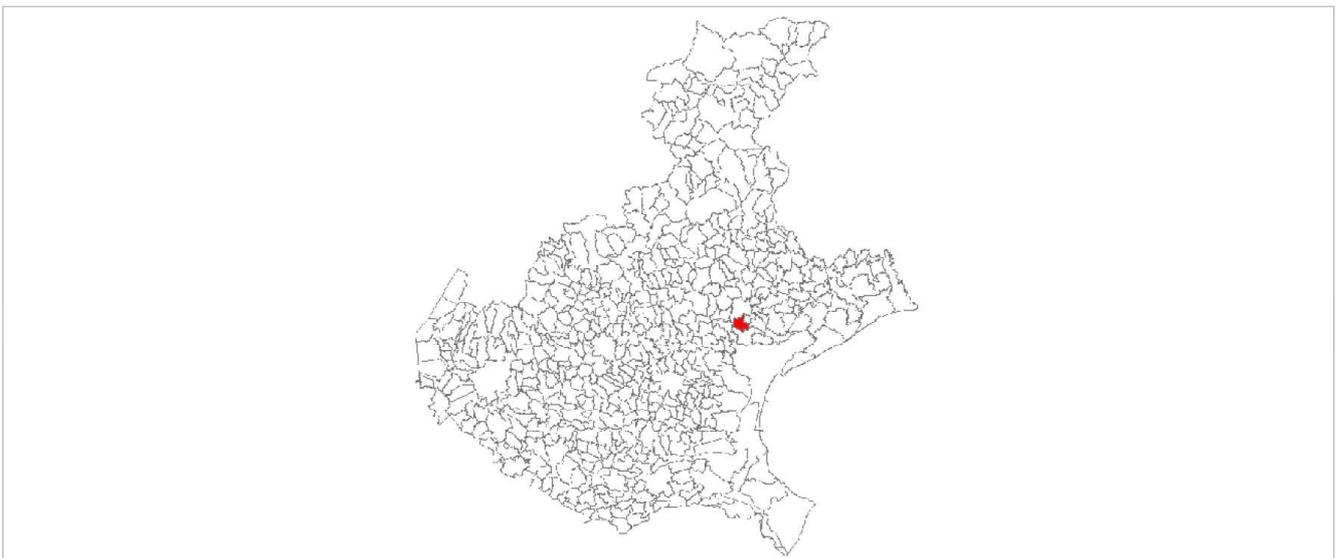
MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Livello 1

Regione Veneto

Comune di Preganziol



Regione
Veneto

Soggetto realizzatore
Studio Mastella

Data
31/07/2022
REV_0_31/03/2023



Sommario

1. INTRODUZIONE	4
1.1 Riferimenti normativi	4
1.2 Modalità d'indagine	4
1.3 Finalità degli studi: pericolosità sismica e microzonazione sismica.....	6
1.4 Generalità sulla microzonazione sismica	7
1.5 Foto aeree.....	9
1.6 Elenco degli archivi consultati.....	9
1.7 Descrizione generale dell'area	9
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	11
2.1 Caratteristiche sismogeniche del comune	11
2.2 Sismicità storica	16
2.3 <i>Faglie attive</i>	19
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	21
3.1 Inquadramento topografico e geomorfologico.....	21
3.1.1 Forme fluviali	22
3.1.2 Forme artificiali	22
3.1.3 Elementi morfologici a valenza sismica	24
3.2 Inquadramento geologico	25
3.2.1 Formazioni litoidi e depositi sciolti presenti nelle Carta Geolitologica e Geomorfologica del PAT	25
3.2.2 Interpretazione delle litologie presenti nel PAT nello studio di Microzonazione Sismica	27
3.3 Tettonica.....	29
3.3.1 Inquadramento sismotettonico generale.....	29
3.4 Inquadramento idrogeologico.....	36
3.4.1 Aree di pericolosità e attenzione idraulica PAI del Sile.....	39
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	40
4.1 Parametri geotecnici statici e dinamici ricavati da dati pregressi	40
4.2 Nuove indagini.....	40
4.2.1 Indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSr)	40
4.2.2 Metodo MASW.....	44
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO	50
6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....	52
6.1 Identificazione e rappresentati dei dati raccolti	52
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	56
8. ELABORATI CARTOGRAFICI	57
8.1 La Carta delle Indagini.....	57
8.2 La Carta geologico-tecnica	59



8.2.1	Unità litologiche	59
8.2.1	Forme di superficie e sepolte.....	61
8.2.2	Elementi tettonico strutturali	61
8.2.3	Elementi geologici e idrogeologici	61
8.3	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica	62
8.3.1	Valutazione sulle zone di attenzione per cedimenti differenziali.....	63
8.3.2	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.....	67
8.3.3	Zone di attenzione per instabilità	68
8.3.4	Forme di superficie e sepolte.....	69
8.3.5	Punti di misura di rumore ambientale	70
8.3.6	Traccia per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche	70
9.	PRESCRIZIONI E INDICAZIONI PER GLI APPROFONDIMENTI DI II e III LIVELLO	71
9.1	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	71
9.1.1	Amplificazioni per effetti litologici-stratigrafici.....	71
9.2	Zone suscettibili di instabilità.....	71
9.2.1	Zone di attenzione per liquefazione.....	71
9.2.2	Zone di attenzione per faglie attive e capaci	71
9.2.3	Zone di attenzione per cedimenti differenziali.....	71
9.2.4	Zone di attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti.....	72
10.	BIBLIOGRAFIA	73



1. INTRODUZIONE

La presente relazione è un documento tecnico-scientifico che accompagna gli elaborati cartografici richiesti per lo studio di Microzonazione Sismica di primo livello del comune di Preganziol.

1.1 Riferimenti normativi

Lo studio viene redatto in conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3907 in data 13 novembre 2010, istituito ai sensi dell'articolo 11 del D.L. n.39 in data 28/04/09 convertito, con modificazioni, dalla Legge 24.06.09, n.77 (L. 77/09, art. 11) e in conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 4007 in data 29 febbraio 2012.

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 244 del 09 marzo 2021 "Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D. Lgs 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021" è stato aggiornato l'elenco delle zone sismiche del Veneto, ai sensi dell'art. 65, comma 1, della L.R. 7 novembre 2003, n. 27, in ottemperanza della O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274.

Si sono seguite le seguenti direttive:

- Deliberazione della Giunta Regionale n. 1572 del 03 settembre 2013:
"Definizione di una metodologia teorica e sperimentale per l'analisi sismica locale a supporto della pianificazione. Linee Guida Regionali per la microzonazione sismica. (D.G.R. 71/2008, D.G.R. 2877/2008 e D.lgs. 163/2006 e abrogazione D.G.R. n. 3308/08)";
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 899 del 28 giugno 2019:
"Linee guida regionali per gli Studi di Microzonazione Sismica per gli strumenti urbanistici comunali. Chiarimenti e precisazioni sulle modalità applicative. Studi di Microzonazione Sismica Direttive per l'applicazione dei livelli di approfondimento".
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 939 del 13 luglio 2021:
"Indagini di microzonazione sismica, interventi strutturali di rafforzamento locale o di miglioramento sismico relativi a costruzioni pubbliche strategiche, verifiche sismiche su edifici ed opere strategiche. Ordinanza del Capo Dipartimento per la Protezione Civile presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 780 del 20/05/2021".
- "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" – Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della Protezione Civile - Anno 2008;
- "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica - Specifiche tecniche per la redazione in ambiente GIS degli elaborati cartografici della microzonazione sismica" Ver. 4.2 - dicembre 2020 - Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.

1.2 Modalità d'indagine

Il lavoro è stato svolto con le seguenti fasi di lavoro:

- Raccolta dati relativi a studi, perizie e rilievi geologici-geomorfologici-idrogeologici, indagini geognostiche e geofisiche nel territorio comunale;
- Analisi in chiave sismologica della cartografia geologica comunale relativa al P.A.T.;
- Ricostruzione della sismicità storica del territorio e riconoscimento di eventuali strutture potenzialmente sismogenetiche, o in grado di generare amplificazioni sismiche. Definizione dei parametri sismologici del territorio comunale (Magnitudo attesa, PGA ecc.) attraverso la consultazione dei cataloghi e dati forniti dagli enti istituzionali;



- Esecuzione di nuove indagini geofisiche per caratterizzare i terreni nei confronti dei parametri più importanti dal punto di vista sismico. Complessivamente sono state effettuate 35 stazioni di misura HVSR e 30 profili con tecnica MASW;
- Sintesi delle informazioni raccolte, redazione della cartografia prevista e suddivisione del territorio in Microzone con caratteristiche omogenee dal punto di vista del comportamento sismico;
- Archiviazione dei documenti, delle indagini esistenti e di quelle eseguite ex-novo, secondo quanto previsto dagli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica.

La presente relazione risulta di corredo alle tavole qui di seguito indicate.

Tavola	Scala
Carta delle Indagini	1:10.000
Carta Geologico-tecnica	1:10.000
Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica	1:10.000



1.3 Finalità degli studi: pericolosità sismica e microzonazione sismica

E' fondamentale avvalersi degli studi di microzonazione sismica (MS) durante la fase di progettazione degli strumenti urbanistici al fine di determinare la riduzione del rischio sismico (RS), che può essere così definito:

$RS = \text{Pericolosità sismica} \times \text{Esposizione urbanistica} \times \text{Vulnerabilità dei centri urbani e delle opere.}$

Una MS completa deve quindi considerare anche la vulnerabilità dei centri urbani e delle opere. Non essendo ancora disponibile una procedura speditiva riconosciuta valida per la valutazione della vulnerabilità (le procedure finora attuate sono di dettaglio e quindi onerose sia in termini di costi e soprattutto di tempi) la MS in genere è limitata a valutazioni della pericolosità sismica locale nelle zone di esposizione urbanistica: centri abitati ove si realizza una concentrazione di popolazione, zone destinate ad atti produttive e commerciali, altre previsioni urbanistiche e lungo le reti infrastrutturali.

Devono essere forniti dei criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti di amplificazione sismica locale ed instabilità in caso di terremoto in maniera da orientare le scelte, nella fase di progettazione urbanistica, verso aree a minore pericolosità sismica e supportare qualsiasi altro intervento finalizzato alla riduzione del rischio sismico (es.: interventi di riqualificazione urbanistica, messa in sicurezza, ...).

La **pericolosità sismica** dipende essenzialmente da due elementi:

- Dalle caratteristiche sismiche dell'area, ossia dalla presenza e/o distanza dalle sorgenti sismiche attive, dall'energia e dal tipo dei terremoti nonché dalla frequenza degli eventi. Questi aspetti afferiscono alla "pericolosità sismica di base";
- Dalle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio di riferimento; infatti queste caratteristiche possono influenzare notevolmente le caratteristiche dell'evento sismico in superficie e costituire appunto gli elementi predisponenti al verificarsi dei fenomeni di amplificazione o di instabilità del suolo (cedimenti, frane, liquefazione). Questi aspetti afferiscono alla "pericolosità sismica locale".

Lo studio della "pericolosità di base" e della "pericolosità locale" tendono sostanzialmente al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- individuare delle aree ove in occasione dei terremoti attesi possono verificarsi effetti locali;
- stima quantitativa della risposta sismica locale indotta dai depositi superficiali e della morfologia del territorio: "Analisi della Risposta Sismica Locale" (RSL);
- suddivisione del territorio comunale in sottozone omogenee a cui attribuire lo stesso valore di pericolosità sismica locale: "Microzonazione Sismica" (MS).

I risultati di questi studi afferiscono al quadro conoscitivo e vengono successivamente applicati nella redazione degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica; forniscono inoltre indicazioni per l'applicazione, in fase di progettazione, delle vigenti Norme Tecniche delle Costruzioni (DM 17/01/2018).



1.4 Generalità sulla microzonazione sismica

La microzonazione sismica, ovvero "la suddivisione dettagliata del territorio, in sottozone a diversa pericolosità sismica locale", tiene conto sia della sismicità di base (distanza dalle sorgenti sismogenetiche, energia, frequenza e tipo dei terremoti attesi), che dell'amplificazione locale legata alle caratteristiche topografiche, geomorfologiche, geolitologiche ed idrogeologiche dell'area di studio. Ha come finalità fondamentale quella di indirizzare la pianificazione urbanistica verso l'utilizzo edificatorio degli ambiti a minor rischio sismico. Si articola in più livelli di approfondimento, sinteticamente sono così descrivibili:

- primo livello: è lo studio propedeutico ai livelli successivi. Consente di delineare gli scenari della pericolosità sismica ed identifica, nella carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, le parti del territorio comunale suscettibili di effetti locali: amplificazione del moto sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rottura del terreno, ecc.

Consiste nelle seguenti azioni:

- raccolta dei dati esistenti e formulazione di una relazione che ricostruisce la sismicità storica dell'area, dei danni che i terremoti avvenuti hanno arrecato al territorio, delle possibili correlazioni con le principali strutture geologiche esistenti;
- elaborazione di una cartografia che, attraverso la rivisitazione dei contenuti geologici, geolitologici ed idrogeologici dello Studio Geologico per il PAT individui gli elementi, in chiave sismologica, in grado di amplificare localmente la sismicità di base e/o di aumentare la pericolosità locale;
- elaborazione della cartografia di suddivisione del territorio in zone omogenee in prospettiva sismica;
- secondo livello: è lo studio di approfondimento locale; ha come obiettivo la redazione della Microzonazione Sismica e si applica a tutte le parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica individuati nella precedente fase e per la quale si prevedono trasformazioni urbanistiche del territorio od incremento dei carichi urbanistici e per il territorio compreso nel perimetro del "centro abitato" così come previsti dalla normativa vigente. Consiste nelle seguenti azioni:
 - caratterizzazione locale del terreno con la misura delle V_{seq} o V_{S30} , per le aree "stabili";
 - determinazione della profondità del bedrock in funzione della definizione del periodo proprio di vibrazione del sottosuolo, alla definizione di profili di V_{seq} o V_{S30} e valutazione degli effetti morfologici, per le aree soggette ad amplificazione sismica; studio degli effetti di cui al punto precedente e degli ambiti di possibile instabilità;
- terzo livello: si applica in fase progettuale agli scenari suscettibili di instabilità, liquefazione, cedimenti. E' un approccio puntuale ai singoli fenomeni. Si applica:
 - per le scelte espansive di pianificazione urbanistica nelle aree con particolari criticità geologiche per previsioni ricadenti nelle aree classificate come:
 - P1b zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti,
 - P1c zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana,
 - P2a zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali depositi altamente compressibili, ecc...,
 - P2b zona con depositi granulari fini,
 - P2c zona caratterizzata da coltri di terreno di riporto o che hanno subito riempimenti antropici,
 - P4a Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi che presentino le seguenti caratteristiche $h/l > 0,65 / \sqrt{Cv-l}$ dove h è la profondità della valle (massimo spessore del



- deposito), l la sua semi-ampiezza, C_v il rapporto fra la velocità V_s nel basamento sismico e quella media nei terreni di riempimento,
- P4b Zona di fondovalle stretta ($C > 0.25$) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale,
 - P1a movimenti franosi attivi. Sebbene l'urbanizzazione in queste aree sia vincolata da altre norme è possibile che si renda necessario uno studio di MS, ad esempio per riparazione di un'opera esistente (strada, edifici, centro abitato, ...),
 - P5b zona ove sono presenti o potenzialmente presenti ca sotterranee o sinkhole.
- Nelle aree in cui è prevista la realizzazione di opere con rilevante interesse pubblico. Per queste parti del territorio ove la pericolosità risulta elevata deve essere attentamente valutata la possibilità di non operare trasformazioni urbanistiche od incremento dei carichi urbanistici. I primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione urbanistica, mentre il terzo livello di approfondimento diviene obbligatorio per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da potenziali effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e quando con le risultanze del 2° livello si dimostra l'inadeguatezza delle procedure semplificate per la stima dell'amplificazione previste dalle vigenti Norme Tecniche delle Costruzioni (DM 17/01/2018). Nel caso di opere con rilevante interesse pubblico si procederà sempre fino a raggiungere il 3° livello di approfondimento che potranno essere suddivise con il 1° e 2° livello di MS nell'ambito del progetto preliminare ed il 3° livello di approfondimento nell'ambito del progetto definitivo.

La procedura proposta fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

Il presente Studio di microzonazione sismica fa riferimento al primo dei livelli di approfondimento sopra descritti.



1.5 Foto aeree

Per effettuare il presente studio di microzonazione sismica, sono stati consultati alcuni fotogrammi aerei appartenenti ai seguenti voli:

- 1954-55 GAI;
- 1961 IGM;
- 1975 reven Benedetti;
- 1978 reven;
- 1983 reven Venezia-Treviso;
- 1987 reven;
- 1990 reven;
- 1994 reven Comune Venezia;
- 1995 reven BIM Piave;
- 1999 reven Veneto centrale e provincia di Rovigo;
- 2003 reven provincia Treviso;
- 2005 reven Venezia;
- 2009 reven Passante di Mestre;

Tali fotogrammi aerei sono consultabili all'indirizzo web:

<https://circe.iuav.it/catalogo-foto-aeree/>

che si riferisce al Laboratorio di Cartografia e GIS dell'Università IUAV di Venezia.

1.6 Elenco degli archivi consultati

Per reperire i dati geologici e cartografici necessari alla redazione del presente studio, sono stati consultati i seguenti archivi multimediali:

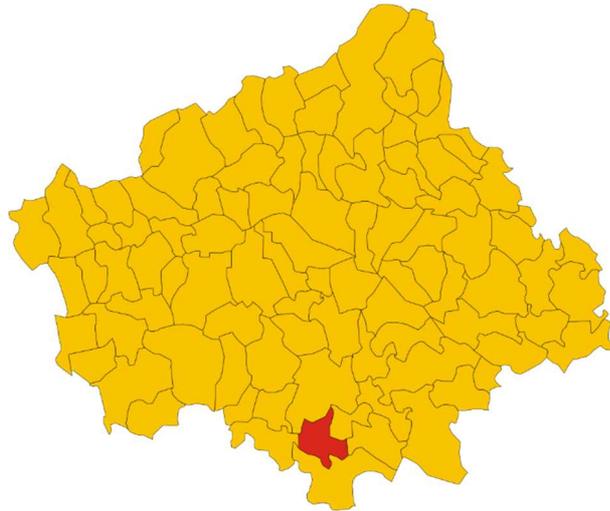
- <https://idt2.regione.veneto.it/idt/downloader/download> (per dati cartografici e geologici regionali);
- http://mapserver.iuav.it/website/foto_aeree/ (per la consultazione delle foto aeree);
- <http://sqi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/> catalogo nazionale delle faglie capaci – Progetto ITHACA;
- <http://cnt.rm.ingv.it> (Catalogo ISIDe per i terremoti recenti)
- <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/> (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015)

È stato inoltre consultato il PAT del comune di Preganziol per i dati geologici e sismici più recenti.

1.7 Descrizione generale dell'area

Il comune di Preganziol si colloca nella porzione meridionale della provincia di Treviso. Di seguito si riportano i principali dati altimetrici e di superficie.

Superficie	23,1 km ²
Quota media	11,0 m s.l.m.
Quota minima	7,5 m s.l.m.
Quota massima	14,5 m s.l.m.



Posizione del comune di Preganziol all'interno della Provincia di Treviso

Il territorio comunale di Preganziol si trova nella porzione meridionale della provincia di Treviso. Dal punto di vista geomorfologico, il territorio comunale si colloca nella fascia di transizione tra la media e la bassa pianura veneta, generata dapprima dai megafan del fiume Piave e Brenta e poi in sequenza dai depositi fluviale da parte del Brenta in epoche recenti.

I materiali superficiali sono generalmente fini, essendo l'area lontana dai vertici delle conoidi ove iniziava lo spandimento. Si riscontrano generalmente: sabbie, limi ed argille, a volte limitati spessori di torba. In profondità compaiono poi gli estremi lembi dei grandi depositi ghiaiosi che più a N, indifferenziati, compongono la pianura.

Le quote estreme sono di 15 m e 7 m sul livello del mare. L'inclinazione generale è verso SSE - SE con gradiente del 2÷3 per mille. Il reticolato antropico è orientato solo in parte in relazione all'andamento morfologico. In parte invece si discosta leggermente da tale orientazione, legandosi alle strutture viarie ed al reticolo idrografico.



Morfologia del comune di Preganziol



2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Caratteristiche sismogeniche del comune

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 244 del 09 marzo 2021 "Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D. Lgs 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021" è stato aggiornato l'elenco delle zone sismiche del Veneto, ai sensi dell'art. 65, comma 1, della L.R. 7 novembre 2003, n. 27, in ottemperanza della O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274.

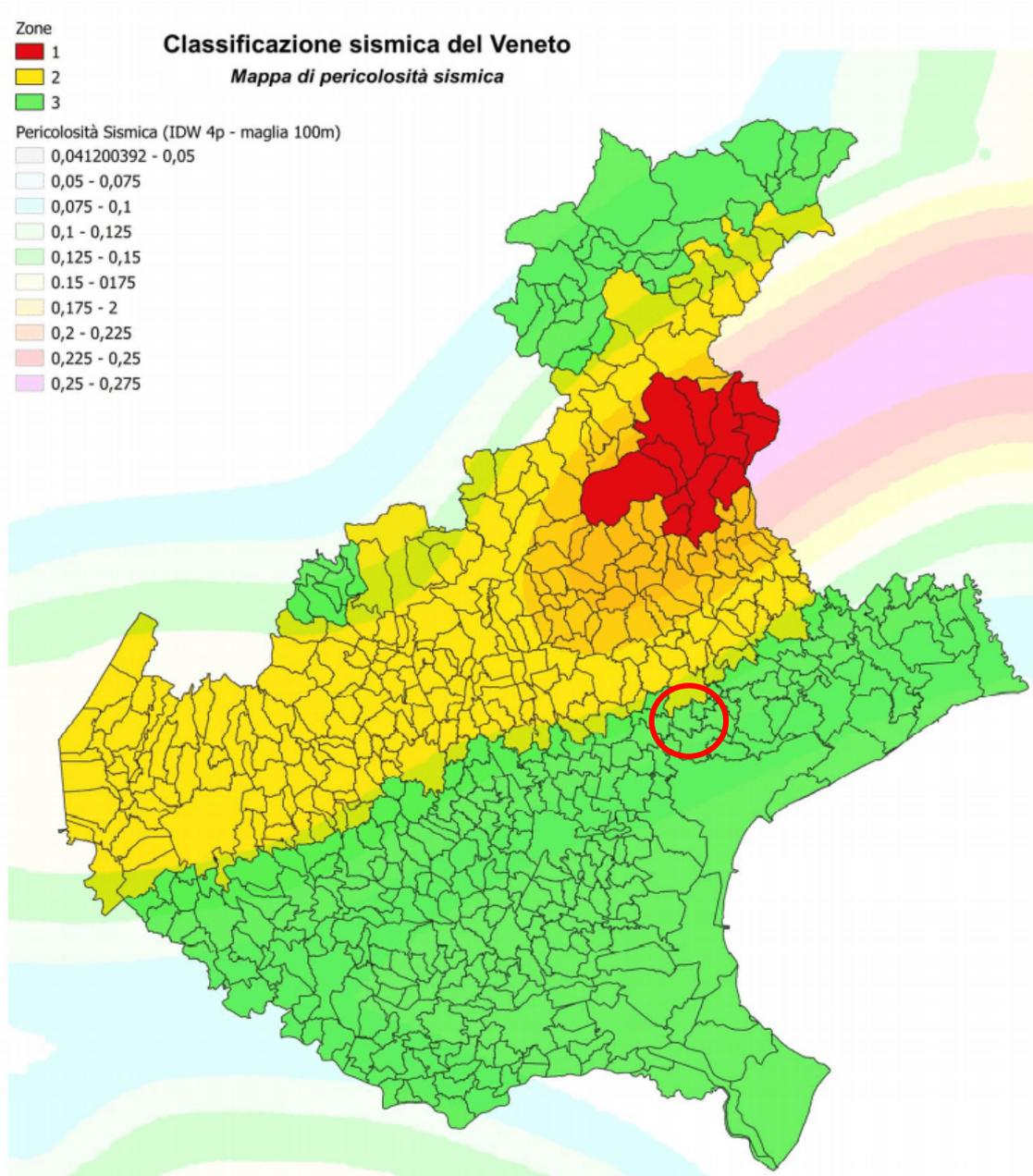
Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, n° 3274, pubblicata sul Suppl. Ord. n° 72 della Gazzetta Ufficiale dell'8 maggio 2003 n° 105 3274/03, sono state approvate nuove regole tecniche per le costruzioni antisismiche riguardanti i ponti, le fondazioni e gli edifici in genere. Tali regole tecniche innovano le modalità di calcolo attualmente in vigore in quanto viene abbandonato il metodo delle "tensioni ammissibili" in favore del criterio degli "stati limite".

Con D.G.R. 28 novembre 2003, n. 3645 sono state approvate le modalità per procedere alle verifiche tecniche a cura dei proprietari degli edifici a carattere strategico ed opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile e degli edifici ed opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso, con priorità nella zona sismica 2.

Tale provvedimento regionale è stato adottato in ottemperanza al comma 4 dell'art. 2 della citata Ordinanza 3274/2003 che dispone siano le Regioni a provvedere, per quanto di competenza, ad elaborare, sulla base delle risorse finanziarie disponibili, il programma temporale delle verifiche, ad individuare le tipologie degli edifici e delle opere che presentano le caratteristiche di cui al comma 3 ed a fornire ai soggetti competenti le necessarie indicazioni per le relative verifiche tecniche, che dovranno stabilire il livello di adeguatezza di ciascuno di essi rispetto a quanto previsto dalle norme.

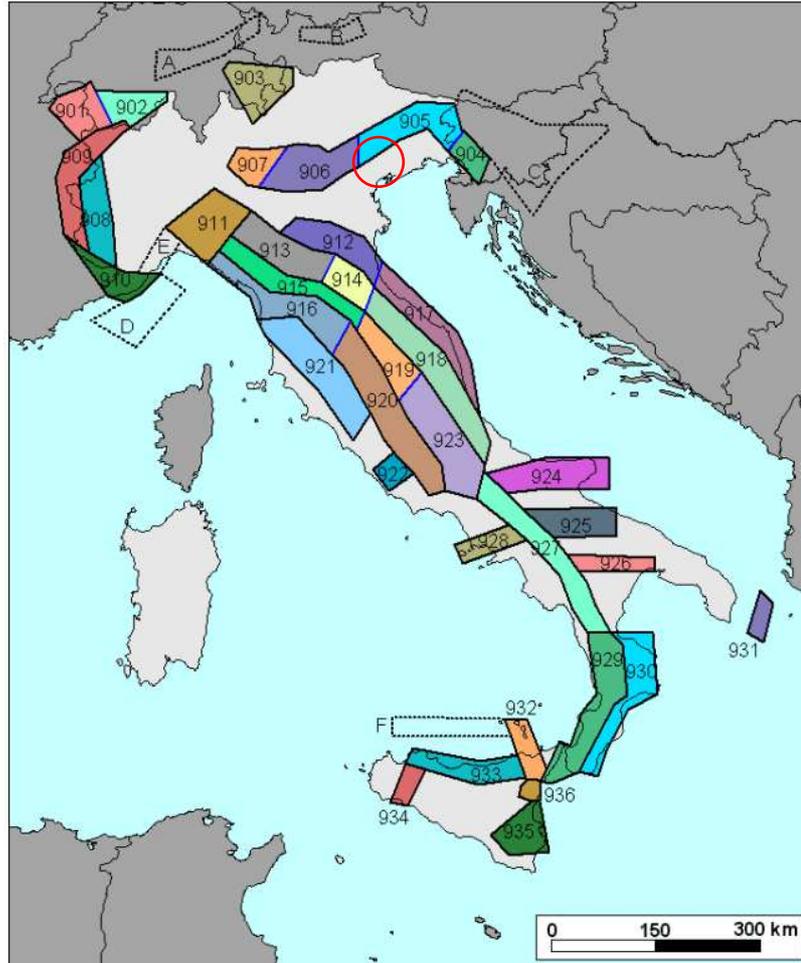
In ordine alla nuova classificazione ed alle nuove regole tecniche, sulla scorta di quanto dispone in merito l'Ordinanza e tenuto conto che la materia, già regolata nella Regione Veneto dalla legge 16.08.1984, n° 42, titolo VI, modificata dalla successiva L.R. 7 novembre 2003 n.27, nonché dalla legge 13 aprile 2001, n° 11, di recepimento delle disposizioni statali in materia di trasferimento di competenze alle regioni in attuazione al D. Lgs 31 marzo 1998 n. 112, si forniscono le disposizioni adottate che seguono cui sono invitati ad attenersi le Strutture regionali, gli enti dipendenti dalla Regione, le Province, i Comuni, le Comunità Montane, gli Enti pubblici.

Il comune di Preganziol è stato classificato dal punto di vista sismico in Zona 3 dalla DGR n. 244 del 09/03/2021, in applicazione del disposto dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 come si vede dall'immagine sottostante.

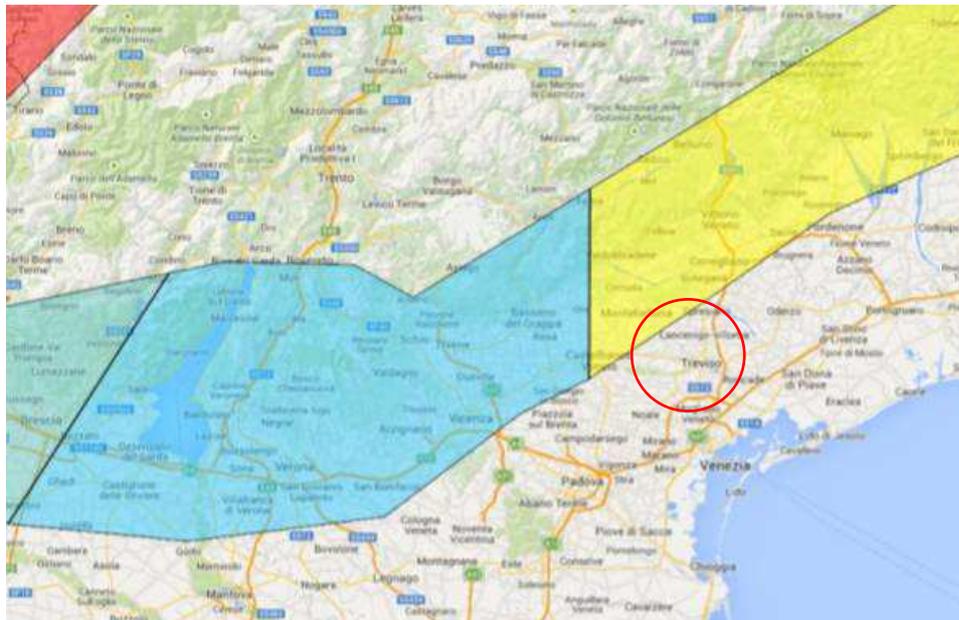


Zone sismiche del Veneto. Nel cerchio rosso vi è Preganziol

Secondo la zonazione sismogenetica attualmente in vigore (ZS9), il Veneto centro-orientale ricade all'interno della zona 905 che comprende la fascia pedemontana e le prealpi orientali del Veneto, tutta la pedemontana e le prealpi friulane fino al limite del carso triestino.



Zonazione sismogenetica ZS9



Localizzazione della Zona sismogenetica 905 in giallo.

Il comune di Preganziol è individuato dal cerchio rosso



Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
901	18	15	2	4.0	8-12	8
902	34	25	2	3.8	8-12	10
903	23	19	2	4.5	8-12	9
904	13	9	1	3.4	5-8	7 *
905	181	110	32	4.8	5-8	8 *
906	41	34	13	4.7	5-8	8 *
907	33	19	7	4.2	5-8	8 *

Tabella riassuntiva sul numero di eventi sismici e relative magnitudo massima ZS9 n. 905 pari a 4.8

Secondo le Linee guida per la Microzonazione sismica - Par. 2.8 - (Bramerini et al., 2008), si assume come valore di magnitudo attesa quella massima della zona sismogenetica di appartenenza che per il territorio di Preganziol (zona n. 905) vale $M_{max} = 6,60$ con tempo di ritorno $T_r = 1000$ anni riferito al terremoto veronese di Belfiore-Zevio ($I_0 = 9-10$ MCS) avvenuto il giorno 3 gennaio dell'anno 1117.

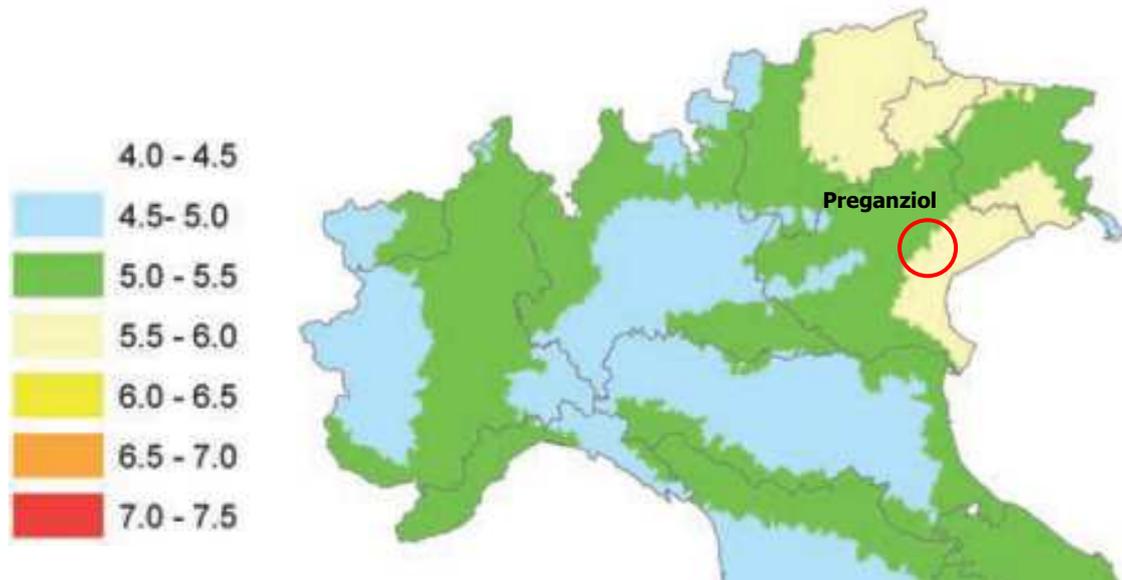
Tale terremoto è segnalato come tra i più forti eventi riportati nei cataloghi della sismicità storica italiana che ha colpito il Nord d'Italia. Secondo i cataloghi oggi disponibili (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>) la sua magnitudo è addirittura compresa tra 6.49 e 6.89.

Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

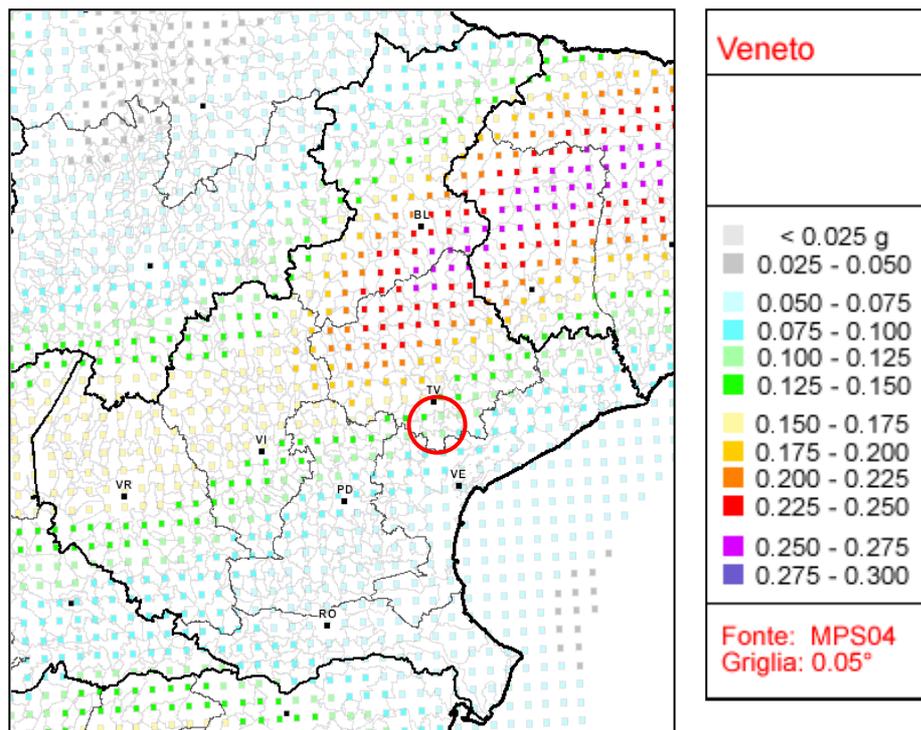
Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9

Dalle Linee guida per la Microzonazione sismica - Par. 2.8, vengono stabiliti i valori medi di magnitudo attesa per comune, con tempi di ritorno $T_r = 475$ anni, che per il territorio di Preganziol, assumono il valore $M = 5.0 \div 5.5$ (Spallarossa e Barani, 2007).

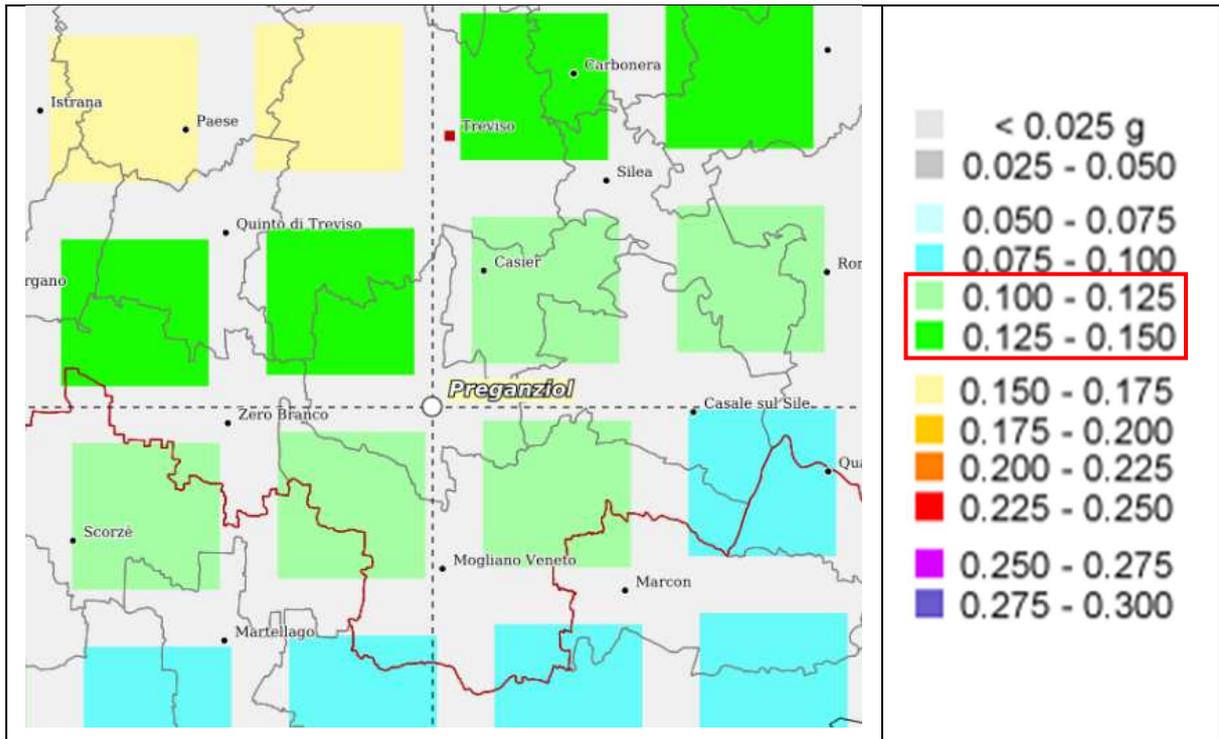


Valori medi di magnitudo ottenuti a seguito della disaggregazione della pericolosità sismica con tempi di ritorno di 475 anni. Per il territorio di Preganziol si assume il valore $M = 5,0 \div 5,5$ con $Tr = 475$ anni

Nella mappa della pericolosità sismica allegata alla OPCM 3519/2006 qui di seguito riportata, per la zona in esame, risulta una **accelerazione massima al suolo compresa tra 0.100 g e 0.125 g** con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.



Carta di pericolosità sismica della regione Veneto espressa in termini di accelerazione massima del suolo (ag) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di categoria A ($V_{s30} > 800$ m/s).



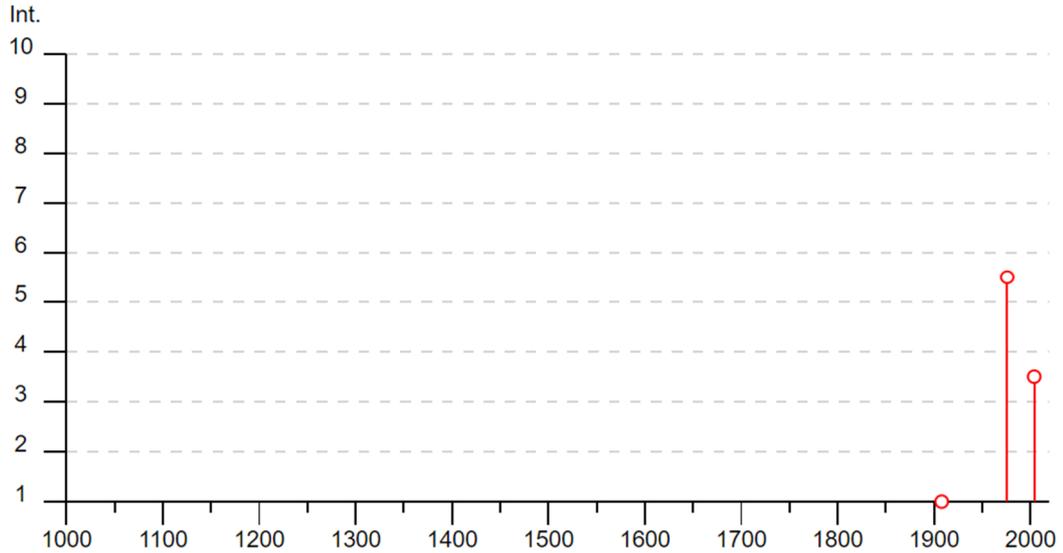
Carta di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di categoria A ($V_s 30 > 800$ m/s). Nel riquadro i valori attesi di a_g per il territorio di Preganziol.

Per il territorio di Preganziol l'accelerazione orizzontale massima per i suoli di categoria A è compresa tra 0,100 g e 0,125 g.

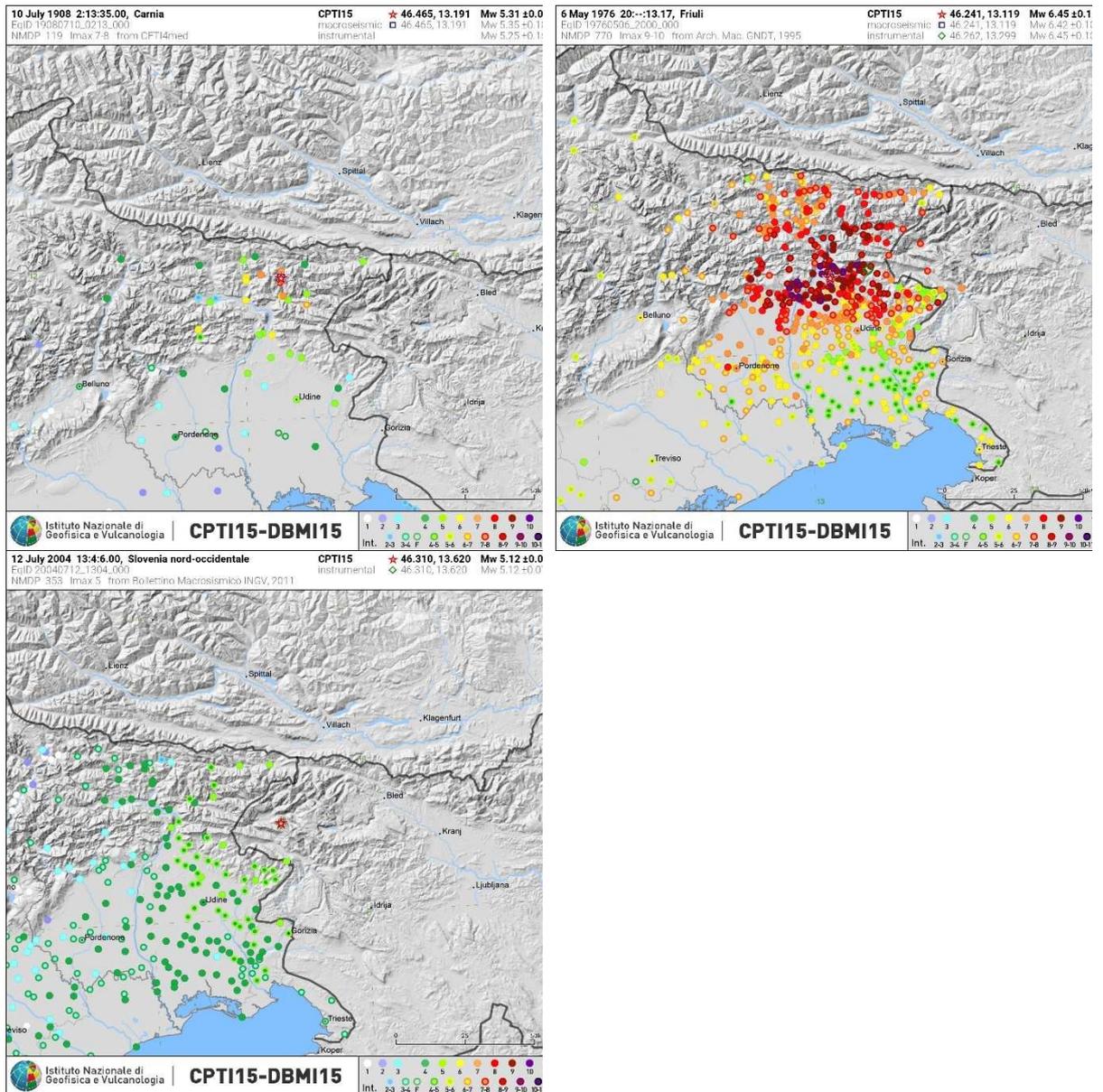
2.2 Sismicità storica

2.2.1.1 Storia sismica di Preganziol

Effetti	In occasione del terremoto del:				
Intensity	Anno Me Gi Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
NF	07 10 02 13 3	Carnia	119	7-8	5.31
5-6	1976 05 06 20 00 1	Friuli	770	9-10	6.45
3-4	2004 07 12 13 04 0	Slovenia nord-occidentale	353		5.12



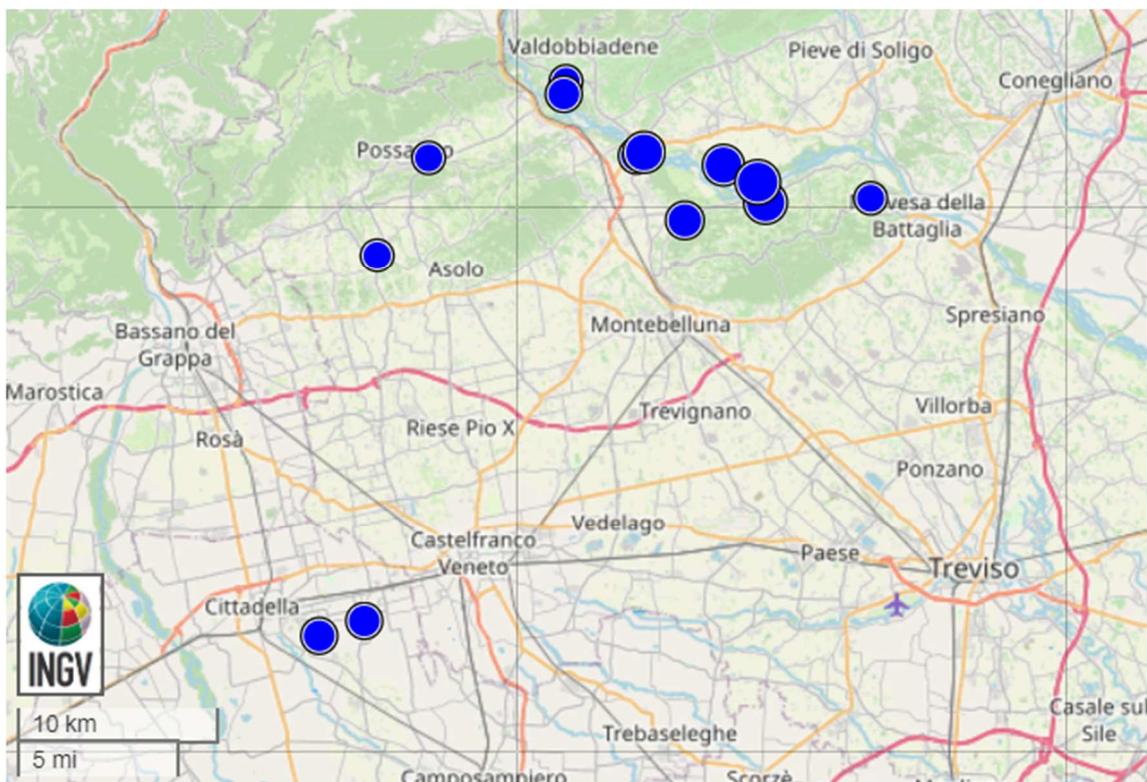
Nelle immagini successive vengono mostrate le intensità degli eventi sismici della tabella e la loro localizzazione.





Dal catalogo ISIDe è stato inoltre possibile effettuare la ricerca degli eventi sismici con una Magnitudo compresa tra 2.0 e 10 che hanno interessato l'area entro un raggio di 30 km dal territorio di Preganziol dal 01/01/2000 ad oggi. Di seguito si riportano rispettivamente i dati di ciascun evento e la loro ubicazione planimetrica.

ID	Data	Magn	Zona	Profondità (km)	Lat.	Long.
1	2017-01-29	ML 2.0	4 km SW Trevignano (TV)	11	45.72	12.06
2	2015-05-15	Mw 3.3	3 km SW Moriago della Battaglia (TV)	12	45.85	12.08
3	2015-05-12	ML 3.5	4 km S Moriago della Battaglia (TV)	10	45.83	12.11
4	2011-09-13	ML 3.6	3 km S Moriago della Battaglia (TV)	2	45.84	12.11
5	2011-07-31	ML 2.1	2 km NE Caerano di San Marco (TV)	6	45.80	12.02
6	2011-07-31	ML 2.0	2 km W Crocetta del Montello (TV)	8	45.82	12.02
7	2010-06-23	ML 2.9	2 km E Crocetta del Montello (TV)	5	45.82	12.06
8	2006-01-02	ML 2.1	3 km NE Santa Maria di Sala (VE)	11	45.53	12.06
9	2001-03-19	Md 2.5	3 km W Nervesa della Battaglia (TV)	5	45.83	12.18



Eventi sismici prossimi all'area di Preganziol di magnitudo ≥ 2.0 tra il 2000 e oggi



2.3 Faglie attive

È stato consultato l'archivio del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults) per verificare la presenza di faglie attive e capaci all'interno del territorio comunale.

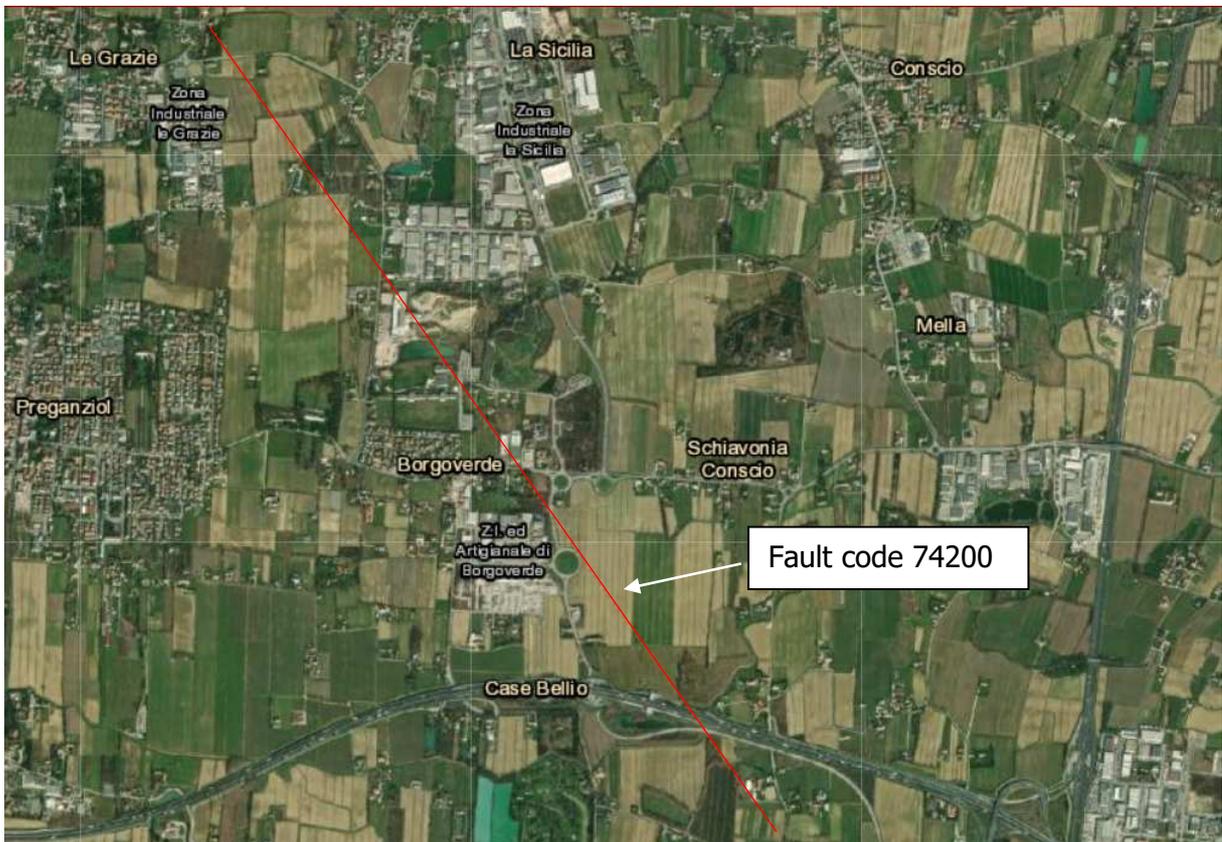
E' stato consultato il catalogo ITHACA il quale segnala all'interno del territorio comunale la presenza di una faglia di età olocenica, la quale è in grado di generare dislocazioni in superficie.

Le caratteristiche di tale faglia sono riassunte nella seguente tabella:

FAULT NAME	Montebelluna
FAULT CODE	74200
REGION NAME	Veneto
SYSTEM NAME	Montebelluna
RANK	ND
TECTONIC ENVIRONMENT	ND
AVERAGE STRIKE	140
DIP DIRECTION	-
FAULT LENGHT (Km)	31,3
KINEMATICS	ND
SURFACE EVIDENCE	n.d.
LAST ACTIVITY	Holocene generic (<10,000)
EVIDENCE OF CAPABILITY	Displacement of latest Pleistocene-Holocene deposits and/or land forms
STUDY QUALITY	Low
Max Known Magnitude (Mw)	n.d.
References	OGNIBEN L. (1987) Modello geodinamico della regione trentina ed aree circostanti St. Trent. Sc. Nat., 63, 1-165 1987 SLEJKO D., CARRARO F., CARULLI G.B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., DOGLIONI C. et alii Modello sismotettonico dell'Italia nord-orientale CNR, GNDT, Rend. 1, 82 pp 1987 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 1991



References	AA.VV. CNR (1983) - Neotectonic map of Italy, scale 1:500.000. P.F. Geodinamica, Quad. Ric. Scient., 114 CNR (1983) - Neotectonic map of Italy, scale 1:500.000. P.F. Geodinamica, Quad. Ric. Scient., 114 1983
	ZANFERRARI A., PIANETTI F., MATTANA U., DALL'ARCHE L. & TONIELLO V. (1980) Evoluzione neotettonica e schema strutturale dell'area compresa nei fogli 38 - Conegliano, 37 - Bassano del Grappa (p.p.) e 39 - Pordenone (p.p.) CNR (1980) - Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. P.F. Geodinamica, Pubbl. 356 (1), 397-435 1980
	ZANFERRARI A., BOLLETTINARI G., CAROBENE L., CARTON A., CARULLI G.B., CASTALDIN D., CAVALLIN A. et alii Evoluzione neotettonica dell'Italia Nord-Orientale Mem. Sc. Geol., 35, 355-376, Padova 1982
	PIANETTI E. & ZANFERRARI A. (1980) Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 51 - Venezia e 52 - San Donà di Piave (p.p.) ed evoluzione pliocenico - quaternaria della pianura e dell'area prealpina del Veneto orientale CNR (1980) - Contributi conclusivi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, pubbl. 513 P.F. Geodinamica, 239 – 288 1980



Estratto su ortofoto del tracciato della faglia 74200 dal catalogo Ithaca

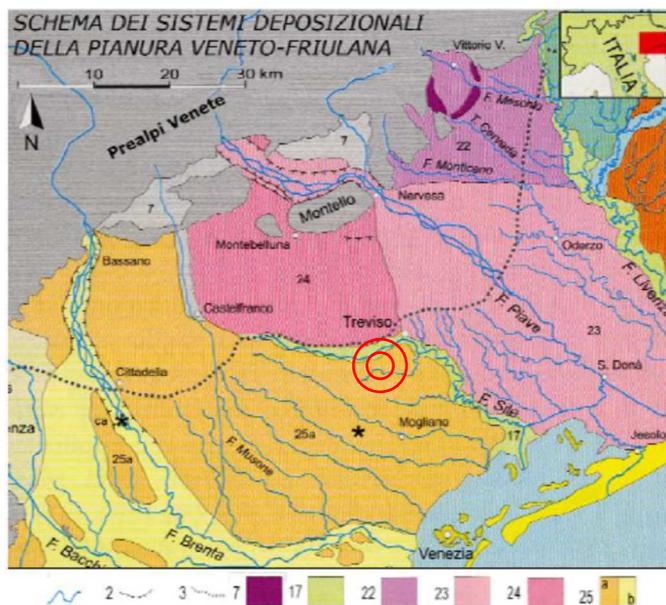


3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 Inquadramento topografico e geomorfologico

Il territorio del Comune di Preganziol si colloca in corrispondenza della fascia di transizione tra l'alta e la medio-bassa pianura veneta, che rappresenta il risultato degli innumerevoli e continui fenomeni di deposizione fluvio-glaciale ed alluvionale generati dai vari corsi d'acqua che con diversi processi dinamici si sono distribuiti a valle dei rilievi.

Secondo studi redatti da diversi autori, un ruolo fondamentale nella genesi della maggior parte del territorio pianeggiante deve essere attribuito dall'evoluzione, fino alle fasi glaciali del quaternario del Bacino del Piave. In particolare la corrente più occidentale del ramo di Quero si dirigeva verso l'attuale corso del torrente Musone che funge da limite estremo con le alluvioni del Fiume Brenta. Pertanto i materiali deposti dalle correnti fluvio-glaciali piavensi si dilatarono a ventaglio intersecandosi, verso occidente, con le alluvioni del Brenta che, uscendo dall'attuale Valsugana, si diressero con il ramo di sinistra della conoide, verso sud est.



- 1) Idrografia
- 2) Orlo scarpate fluviali
- 3) Limite superiore delle risorgive
- 7) cordoni morenici degli anfiteatri di Piave e Tagliamento
- 17) sistemi dei principali fiumi di risorgiva (F. Sile)
- 22) conoidi dei fiumi di Monticano, Meschio, Cervada
- 23) megafan del Piave di Nervesa
- 24) megafan del Piave di Montebelluna
- 25) sistema del Brenta: a) Bassano (Pleistocene); b) Brenta-Bacchiglione (Olocene)

Schema dei sistemi deposizionali presenti (tratto da: Fontana A., Mozzi P., Bondesan A. mod.).

Nel corso dell'era quaternaria le correnti dei due fiumi sopra citati hanno depositato una gran massa di detriti grossolani dando luogo ad estese conoidi sovrapposte le une alle altre. Fra queste non esiste una demarcazione netta in quanto durante la loro formazione si sono più volte incrociate e sovrapposte a causa delle variazioni dei regimi idrici. Uno studio approfondito permette di evidenziare come ad avere il sopravvento siano state le acque del Brenta su quelle del Piave perché hanno modellato il tratto di bassa pianura nella parte interessata dal territorio del Comune di Preganziol, con il loro cono di deiezione facendo prevalere, inoltre, le proprie caratteristiche mineralogiche nel chimismo delle alluvioni.

L'inclinazione è generalmente verso SSE - SE; i gradienti sono limitati e valutabili intorno al 2÷3 per mille, localmente anche minori. L'andamento è in genere regolare ad ampio ventaglio. Si riscontrano leggere ondulazioni con assi secondo la linea di massima inclinazione locale. Nel territorio hanno una certa importanza le tracce delle vecchie cave, oggi non più attive. Lungo la vasta rete di canali sono presenti locali opere di difesa.

Altro elemento rappresentato sono i limiti delle fasce di divagazione olocenica del F. Sile e di altri corsi, tra cui anche probabilmente di correnti originate dal F. Brenta.



3.1.1 Forme fluviali

Nel territorio comunale sono state individuate le seguenti forme di origine fluviale:

- traccia di corso fluviale estinto, a livello della pianura o leggermente incassata, poco evidente od incerta;
- dosso fluviale.

3.1.2 Forme artificiali

Trattandosi esclusivamente di aree di pianura, gli elementi morfologici risultano prevalentemente di tipo artificiale. Essi sono rappresentati da interventi antropici significativi per importanza e/o impatto ambientale.

Orlo di scarpata di cava abbandonata o dismessa

La tipologia delle cave originariamente è stata uniforme: erano generalmente poco profonde, con scarpate ad inclinazione rilevante, il fondo spesso con presenza d'acqua in quanto la superficie freatica nel Comune è poco profonda. I materiali scavati furono argilla e limo argilloso [tali aree sono state individuate nella carta geomorfologica del PAT rispettivamente con i numeri 1 (solo una frazione), 2,4,7,9,10].

Discarica, Terrapieno:

Alcune cave sono state ricomposte e recuperate ai fini agricoli, altre dopo essere state abbandonate dal punto di vista estrattivo, sono rimaste tali e quali e non hanno subito nessun processo di recupero/ripristino (tali aree sono state individuate nella carta geomorfologica del PAT rispettivamente con i numeri 5,6,8).

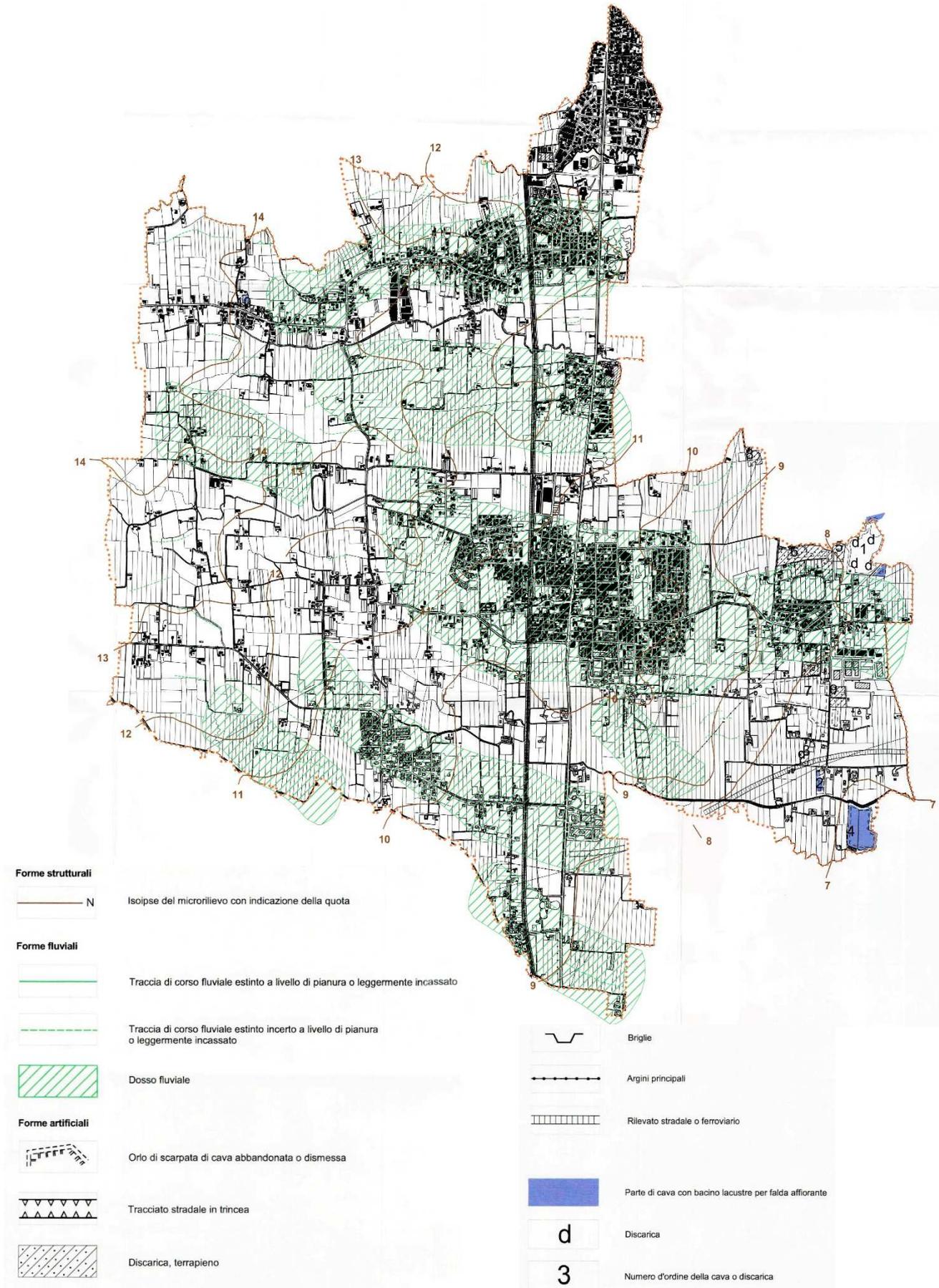
Alcune aree di cava dismesse sono state sfruttate ai fini di discarica. Si segnala la presenza di:

- discarica di inerti (individuata nella carta geomorfologica del PAT con il numero 3);
- discarica di rifiuti speciali [individuata nella carta geomorfologica del PAT con il numero 1 (un margine è rimasto tale e quale)].

Rilevato stradale o ferroviario:

Si tratta di:

- rilevato autostradale del cosiddetto "Passante di Mestre", presente nella porzione sud-orientale del territorio comunale;
- rilevato ferroviario del tratto Mestre-Treviso



Carta Geomorfologica redatta per il PAT comunale



3.1.3 Elementi morfologici a valenza sismica

All'interno del territorio comunale di Preganziol non sono stati individuati elementi morfologici che possano avere valenza sismica in termini di effetti geometrici o topografici. I fenomeni di amplificazione possibili nel territorio comunale saranno unicamente di natura stratigrafica.

Le scarpate di cava individuate nel territorio comunale sono tutte di altezza inferiore ai 10 metri.



3.2 Inquadramento geologico

Il territorio comunale è compreso nella bassa pianura veneta formata in tempi geologicamente recenti dall'accumulo di materiali a granulometria fine di origine fluviale e fluvioglaciale da parte delle acque correnti. Nel corso dell'era quaternaria i vari fiumi veneti, in uscita dalle valli montane, hanno depositato notevoli masse di detriti grossolani creando grandi conoidi legate le une alle altre. Non esistono nette linee di separazione tra di esse, anzi, durante la formazione, si sono più volte incrociate, sovrapposte ed anastomizzate, a causa del mutare frequente dei regimi idrici e del corso delle acque.

L'area in esame è collocata poco oltre i margini meridionali di tali strutture, ove giungevano i termini più fini, apportati dalle correnti più tranquille. I materiali depositi sono generalmente fini, essendo l'area lontana dai vertici delle conoidi ove iniziava lo spandimento. Si riscontrano generalmente: sabbie, limi ed argille, a volte limitati spessori di torba. In profondità compaiono poi gli estremi lembi dei grandi depositi ghiaiosi che più a N, indifferenziati, compongono la pianura. La "storia" di formazione dall'ultima glaciazione ai tempi nostri può essere così riassunta:

- nel corso dell'espansione e della fase di massima intensità dell'antica glaciazione (anaglaciale würmiano) una spessa coltre di detriti venne distribuita a ventaglio sulla pianura, con terreni più grossolani a monte e man mano più fini a valle. Nel territorio comunale vennero accumulati termini ghiaioso-sabbiosi a NW, man mano più sabbiosi verso S-SE;
- dopo aver lungamente sostato sulle posizioni raggiunte i ghiacciai del Piave e del Brenta cominciarono a ritirarsi (cataglaciale), le varie correnti diminuirono. Nel territorio comunale questi eventi determinarono il passaggio a sedimentazioni più fini di tipo sabbioso, limoso ed argilloso;
- in tempi postglaciali (10.000 anni fa circa - oggi) si è mantenuto il divagare dei corsi principali in alta ed in bassa pianura con diminuito trasporto solido. L'area in esame è stata interessata dal sovrapporsi di correnti di origine plavense da N, di flussi temporanei dal Brenta provenienti da NW ed W, di limitati apporti dal F.Sile e da altri corsi minori da varie direzioni.

In notevole misura, in tempi recenti infine, a caratterizzare la natura e la forma del territorio del Comune è stata l'azione geodinamica dei vari corsi minori che ancor oggi lo attraversano e, in rapporto dinamico con questi, l'azione regimatrice e regolatrice dell'uomo.

3.2.1 Formazioni litoidi e depositi sciolti presenti nelle Carta Geolitologica e Geomorfologica del PAT

Le formazioni geologiche sono state raggruppate in funzione della litologia, dello stato di aggregazione, del grado di alterazione e del conseguente comportamento geotecnico che le singole unità assumono.

L-ALL-05 – Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limosa, limoso-argillosa e subordinatamente limoso sabbiosa, su alternanze a varia granulometria: le prove che hanno interessato quest'area sono i sondaggi, le trincee e le prove penetrometriche: T4, T5, T9, T10, T11, T12, P1, P3, P6, P8, P19, P20, P28, P29 (allegate al PAT). In superficie si rinviene per limitato spessore limo con argilla, poi compaiono livelli di sabbia alternati ad altri di argilla e limo con argilla. Ovunque a profondità compresa tra 2 e 5 m compare la sabbia, localmente grossolana che presenta discreto spessore e contiene limitati livelli più fini. Gli orizzonti intermedi sabbiosi sono più accentuati nelle parti settentrionale ed occidentale del comune. I valori di resistenza si sono rivelati da ridotti a modesti nei primi metri, in corrispondenza alle argille; da discreti a buoni nei livelli sabbiosi o sabbioso-limosi



superficiali, molto elevati nelle sabbie profonde. A debolissima profondità ove compaiono materiali fini si riscontra un livello con diffuse concrezioni calcaree (caranto) con spessore di $0,3 \div 0,5$ m. Generalmente è posto tra $0,5$ e $1,3$ m dal p.c. E' un deposito secondario legato alla risalita di acque carbonatiche ed alla deposizione dei sali contenuti a debole profondità dalla superficie del terreno;

L-ALL-05 – Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente argillosa e argilloso-limosa su alternanze a varia granulometria: si riscontrano questi terreni nella parte orientale del comune. E' l'area a quota inferiore, costituiva originalmente una zona depressa, probabilmente in vari momenti paludosa, ove confluivano le acque più tranquille a seguito delle esondazioni iniziate più a NW e ricche di sedimenti argilloso-limosi. Le prove localizzate nell'area sono le: T6, T7, T8, S9, P15, P18, P21, P22, P23, S1, S4, S5 (allegate al PAT). Come si può osservare nei primi metri dal piano campagna sono presenti materiali argilloso limosi, localmente anche con torba. Successivamente compaiono termini sabbiosi alternati con argilla e limo. La sabbia diviene man mano più frequente e continua, sino ad apparire l'unica componente oltre $7 \div 8$ m. Tale andamento è confermato anche dalle altre prove. I livelli superficiali di argilla ed argilla con limo hanno palesato valori ridotti di resistenza meccanica (sia dinamica che statica). Buone appaiono invece le caratteristiche dei livelli sabbiosi presenti oltre $5 \div 7$ m di profondità;

L-ALL-06 – Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa, su alternanze a varia granulometria: essi compaiono nella parte occidentale del territorio comunale. Sono legati a lunghe spalmature sabbiose laterali agli antichi percorsi del Sile e delle correnti originate dal F. Brenta. La potenza del livello superficiale sabbioso-limoso è limitata, dell'ordine di pochi metri. Per meglio descrivere la situazione locale si sono prese come riferimento le prove geognostiche allegate al PAT (denominate P4, P5, P12, P13, P14, P24, P25 e la stratigrafia S6). Nelle prime generalmente i livelli sabbiosi superficiali denotano una resistenza dinamica dell'ordine di $30 \div 80$ kg/cm² e statica di punta di $50 \div 70$ kg/cm². Poi sono presenti termini prevalentemente argillosi con limitate resistenze. Più oltre compaiono alternanze di limo, sabbia ed argilla;

M-ART-06 – Orlo di scarpata di cava dismessa: sono stati associati a questa voce i depositi presenti in corrispondenza delle aree di cava dismesse [tali aree sono state individuate nella carta geomorfologica del PAT rispettivamente con i numeri 1 (solo una frazione), 2,4,7,9,10;

L-ART-01 – Materiali di riporto e M-ART-18 – Discariche terrapieni: sono stati associati a questa voce i depositi presenti in corrispondenza delle aree di cava ripristinate ad uso agricolo o adibite a discarica, (tali aree sono state individuate nella carta geomorfologica del PAT rispettivamente con i numeri 5,6,8).

M-ART-26 – Rilevato stradale o ferroviario: sono stati associati a questa voce:

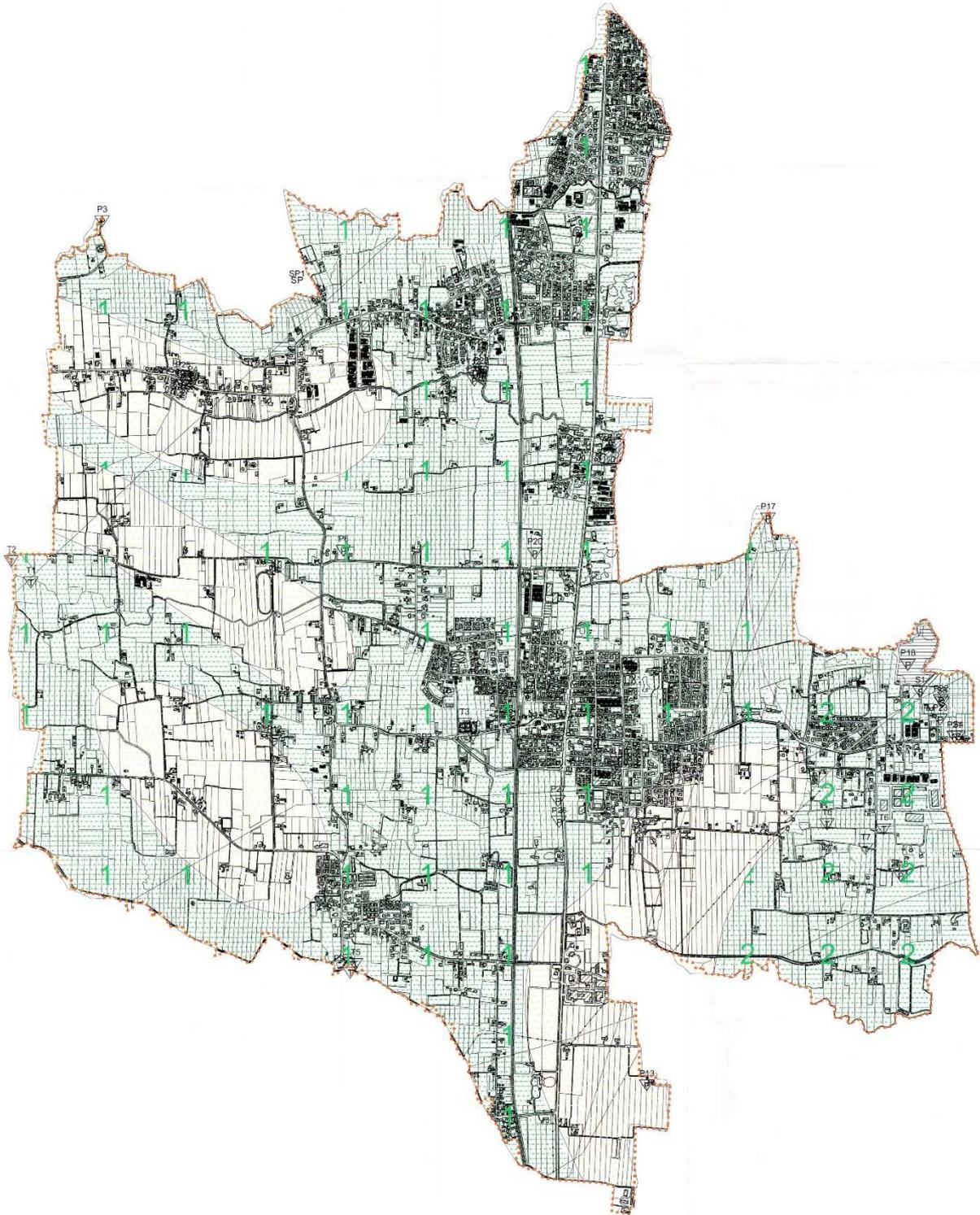
- rilevato autostradale del cosiddetto "Passante di Mestre", presente nella porzione sud-orientale del territorio comunale;
- rilevato ferroviario del tratto Mestre-Treviso



3.2.2 Interpretazione delle litologie presenti nel PAT nello studio di Microzonazione Sismica

Qui di seguito vengono elencate le singole litologie cartografate nella carta geolitologica e geomorfologica del PAT con il relativo codice e la riclassificazione con i codici della Carta Geologico Tecnica redatta per il presente studio di Microzonazione Sismica:

CODIFICA PAT	DESCRIZIONE PAT	CODICE MS	DESCRIZIONE MS	CODICE AMBIENTE GENETICO/ DEPOSIZIONALE
L-ALL-05	Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limosa, limoso-argillosa e subordinatamente limoso sabbiosa, su alternanze a varia granulometria	CL	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre	pi (piana inondabile)
L-ALL-05	Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente argillosa e argilloso-limosa su alternanze a varia granulometria	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità	pi (piana inondabile)
L-ALL-06	Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa, su alternanze a varia granulometria	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo	es (argine/barre/canali)
M-ART-06	Orlo di scarpata di cava abbandonata o dismessa	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica	zz
L-ART-01	Materiali di riporto	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica	zz
L-ART-18	Discariche terrapieni	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica	zz



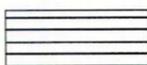
Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa su alternanze a varia granulometria



Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limosa, limoso-argillosa e, subordinatamente, limoso-sabbiosa, su alternanza varia granulometria



Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente argillosa e argilloso-limosa su alternanze a varia granulometria



Materiali di riporto (rifiuti speciali) su vasta area

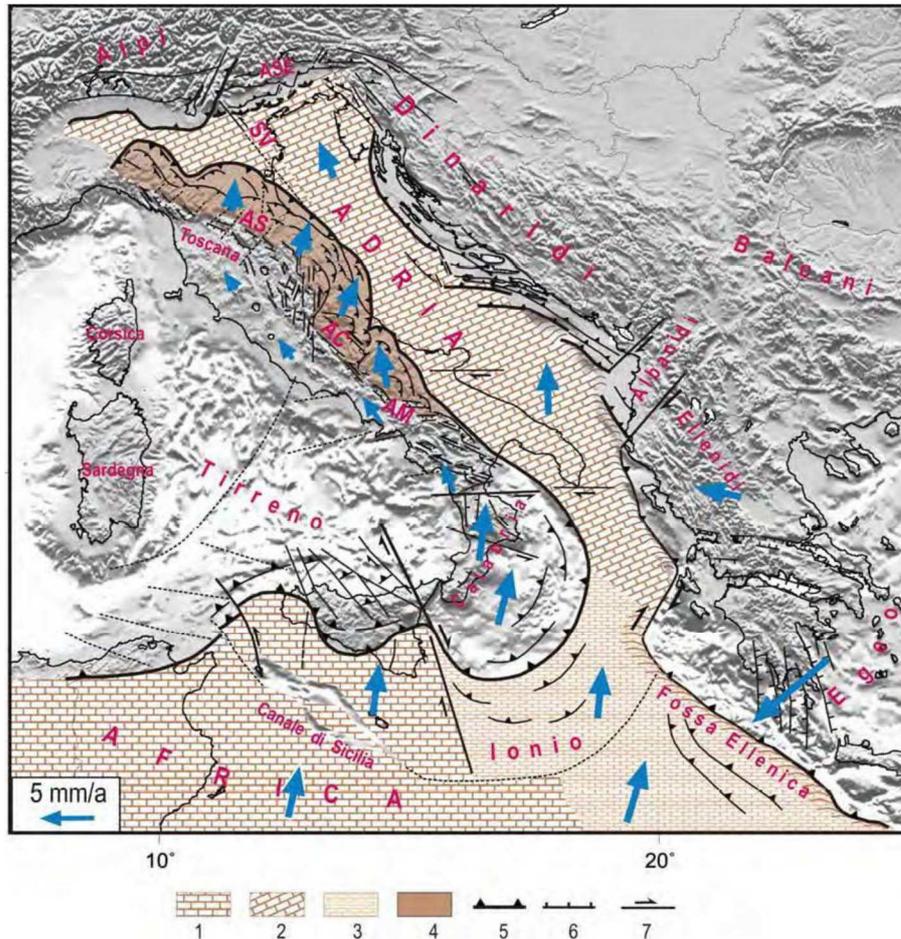
Carta Geolitologica redatta per il PAT comunale



3.3 Tettonica

3.3.1 Inquadramento sismotettonico generale

Dal punto di vista strutturale, il territorio di Preganziol si colloca a ridosso della grande unità litologica delle Alpi meridionali. Quest'ultima è stata interessata dal *rifting* giurassico con l'individuazione di una piattaforma carbonatica bordata dal bacino carnico, bacino bellunese, bacino di Tolmino e dal plateau carnico-giulio. La placca Adria, che tettonicamente rappresenta un promontorio della placca africana (Channell, 1996) collocata lungo la pianura padana veneta e lungo il mare Adriatico, interagisce attivamente con la placca europea determinando il corrugamento alpino e appenninico e, conseguentemente, lo stress tettonico attuale.



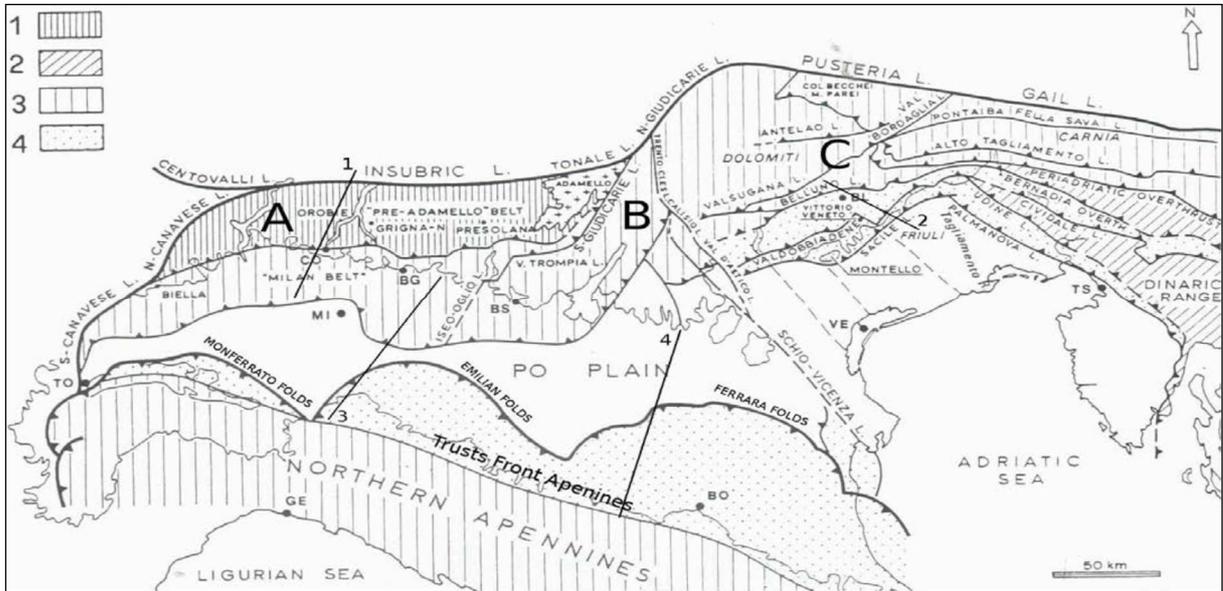
Schema tettonico della penisola italiana

Legenda: 1- Placca Africana con crosta continentale; 2- Microplacca Adria con crosta continentale; 3- Area di transizione tra Placca Africana e Microplacca Adria; 4- Catena Appenninica (AS: Appennino Settentrionale; AC: Appennino Centrale; AM: Appennino Meridionale); 5- Fronte della catena Appenninica; 6- Faglie normali; 7- Faglie trascorrenti (SV: Linea Schio-Vicenza); ASE: Alpi Meridionali Orientali. La lunghezza della freccia blu è proporzionale alla velocità di movimento della placca

L'Adria è costituita da crosta continentale che, nella porzione più settentrionale, è rappresentata dal substrato della pianura padana interagente con il fronte della catena appenninica a sud e con il sud-alpino a nord. La collisione continentale tra la parte più settentrionale della placca Adria e quella europea ha portato alla formazione della catena alpina. La conseguente subduzione verso sud della placca europea e il sovrascorrimento della placca Adria (subduzione continentale, Bally et al., 1985) ha provocato la formazione di strutture di retro-trust. Un importante ruolo di svincolo cinematico della placca Adria settentrionale viene svolto dalla Linea Schio-Vicenza (Babbucci et al., 2002): una faglia trascorrente sinistra (Plio-Quaternaria) che mette le Alpi meridionali a contatto con quelle centro-occidentali. Il blocco



veneto-friulano (figura seguente) è caratterizzato da strutture tettoniche con direzioni variabili (Doglioni et al., 1987; Castellarin et al., 1992; Pontron et al., 2000). Nella zona friulana centrale si ha il massimo delle deformazioni e del raccorciamento per l'estrema embricazione sud-vergente delle unità. L'assetto strutturale della pianura veneta, che rappresenta l'avampese di due catene montuose perimetrali, è condizionato dall'interferenza tra le strutture del Sudalpino a nord e il fronte della catena dinnarica a est (Merlini et al., 2002).



Schema strutturale della Pianura Padana (microplacca Adria) e delle aree adiacenti (mod. da: Castellarin et al., 1982)

Legenda: Il Sud-alpino è tettonizzato in età neoalpina (Cretaceo-Paleocenica) (1) e in età Eocene inf. e medio (2). L'area Appenninica è coeva al settore più occidentale delle Alpi (3) di età Messiniana e Plio-Pleistocenica. L'area Appenninica e Veneto-Friulana (4), in forte accorciamento, è caratterizzata dalle strutture sepolte sotto i depositi di pianura. Il Sud-alpino è diviso in A) Blocco Lombardo, B) Blocco Trentino-Lessineo e C) Blocco Veneto-Friulano.

Il territorio di Preganziol, dal punto di vista strutturale e tettonico appartiene all'unità prealpina veneto - friulana, che è stata caratterizzata da sensibili sollevamenti e raccorciamenti crostali, per effetto delle forze compressive riferibili all'orogenesi alpina, agenti in direzione SSE - NNW. Esso inoltre fa parte del settore orientale dell'Avampaese sudalpino-appenninico, unità cinematico-strutturale che presenta una crosta con blande ondulazioni e con alti della Moho sia nel settore Lessineo che in quello Adriatico. Il settore orientale è caratterizzato da un'avanfossa irregolare e discontinua e da una sensibile mobilità verticale anche durante il Pleistocene. Le azioni dinamiche, attive sin dal periodo cretacico ad oggi non hanno prodotto nel territorio comunale significativi elementi nè a livello superficiale nè in corrispondenza del substrato: non si segnalano infatti presenza di faglie che interessano la nostra area. Le azioni compressive sopracitate hanno portato, in una prima fase, al sollevamento della zona prealpina montana e poi successivamente al sollevamento di quella collinare. Si è così formato, a seguito dell'inarciamento delle formazioni mesozoiche, la dorsale "Col Visentin - Monte Cesen", secondo una struttura anticlinale asimmetrica con fianco meridionale molto inclinato (classica "piega a ginocchio"), fagliata sulla gamba meridionale, se non addirittura rovesciata (Flessura Bassano - Valdobbiadene). Mentre avveniva il sollevamento appena descritto, la zona meridionale, corrispondente alle attuali colline trevigiane, veniva interessata dalla presenza di ambienti paleogeografici di deposizione fondamentalmente neritica e lagunare, disposti in un bacino che si allungava in direzione ENE - WSW, con deposizione di sedimenti di origine terrigena, in processi sostanzialmente ciclici.

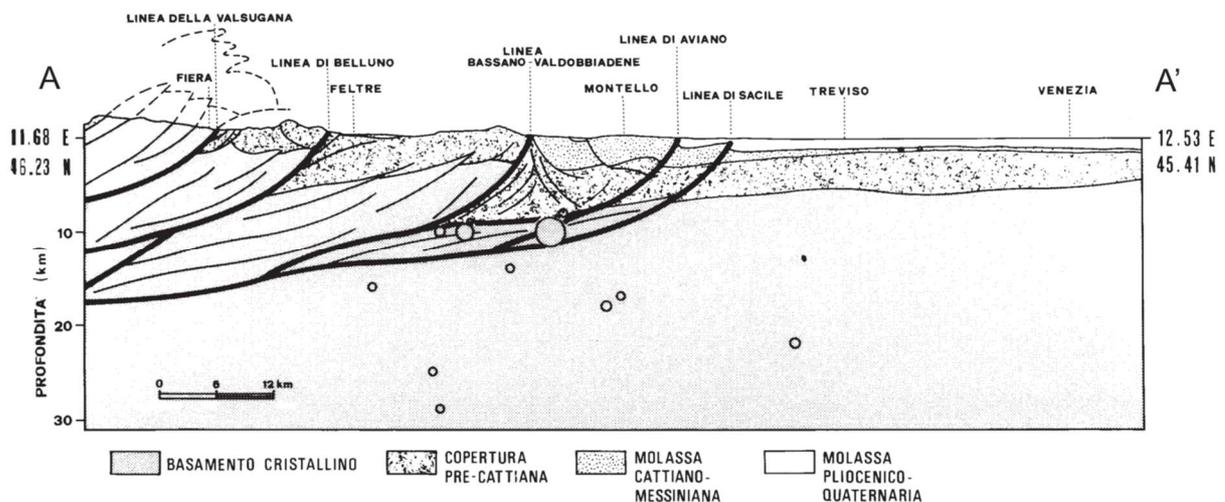


In seguito ad una intensa ripresa orogenetica, particolarmente rilevante a partire dal pliocene, è cominciato anche il sollevamento dell'area collinare con formazione, sia della caratteristica serie monoclinale di rocce arenaceo – marnose – conglomeratiche mioceniche, che delle conseguenti ondulazioni poste più a sud; il tutto a contribuire a formare l'aspetto singolare del paesaggio collinare in tutta la parte nord – orientale dell'alto trevigiano.

L'impronta strutturale definitiva della zona deriva poi da una ulteriore pulsazione orogenetica ancora attiva. Recenti studi di neotettonica indicano che l'attuale velocità di sollevamento della parte collinare, è ora pari a 0.5 – 0.7 mm/anno: si tratterebbe di un movimento generale del suolo molto differenziato: la zona prealpina dell'alta pianura trevigiana si starebbe innalzando, mentre nella media e bassa pianura sarebbero, invece, in atto prevalenti fenomeni di abbassamento. Le dinamiche sopra descritte definiscono in particolare due sistemi di faglie, ad andamento sostanzialmente ortogonale:

- Il sistema "scledense" di cui fanno parte un insieme di linee sub verticali a direzione NW – SE. Sono riconducibili a questo sistema le faglie trascorrenti, denominate di "Caorle", di "Nervesa" e di "Montebelluna";
- il sistema "dinarico" che si configura come un insieme di sovrascorrimenti a direzione NE – SW ed immersione a SE. Appartengono in particolare a questo sistema di disturbi la faglia di Longhere, la linea di "Aviano" e quella di "Sacile";

Dal punto di vista strutturale nell'area di pianura a sud del Montello sono presenti alcune strutture attive sia di tipo areale che lineare che interessano fundamentalmente il basamento cristallino. A nord del Comune di Preganziol, si riscontrano due limitate strutture, l'una anticlinale e l'altra sinclinale. Trattasi della linea di Montebelluna (con direzione NW-SE), e della linea di Bassano, ambedue sono faglie trascorrenti sinistrorse, in parte anche con movimento verticale



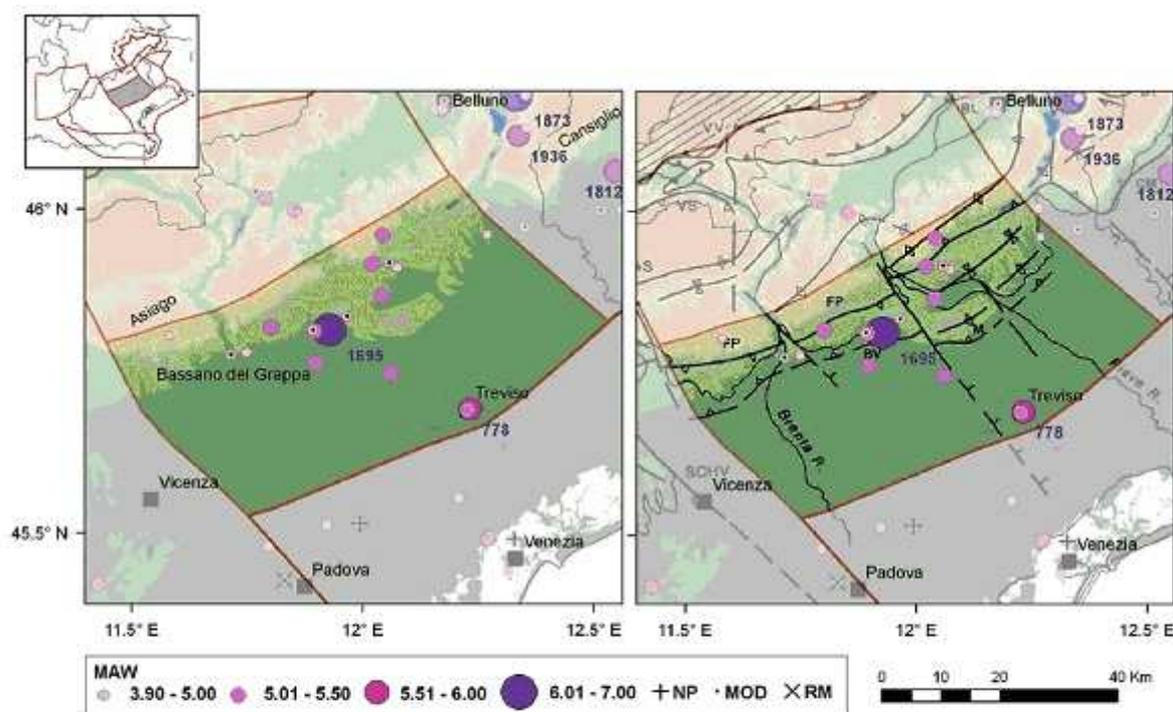
Sezione geologica e geofisica della zona in esame - la traccia è riportata nella figura successiva - Gli ipocentri segnalati sono relativi ai terremoti avvenuti nel periodo 1966-1984 (da AA. VV "Modello sismo tettonico dell'Italia Nord Orientale". CNR-GNDT, Rendiconto 1, Trieste 1987)

Al di sotto del potente materasso alluvionale descritto ai paragrafi precedenti e spesso varie centinaia di metri, si incontra il substrato pre-aternario costituito da materiali con varia composizione. Dal punto di vista strutturale nell'area sono presenti alcune strutture attive, sia di tipo areale, sia lineare. Queste interessano fundamentalmente il basamento cristallino. In particolare la zona allargata ove sorge il territorio comunale è caratterizzato da una fase di abbassamento. A N sono collocate due faglie inverse ad alto angolo che procedono in direzione SW-NE: le linee di Sacile ed Aviano. Ad E sono presenti le linee di Montebelluna e di Nervesa (con direzione NW-SE), ambedue faglie trascorrenti sinistrorse, ancora più ad E la faglia di Caorle, in parte anche con movimento verticale. La prima probabilmente interessa la parte

orientale del territorio comunale. Su ampia scala il movimento in atto è caratterizzato dall'accavallamento del fronte sudalpino sull'avampaese padano-adriatico, in pratica da un forte movimento di compressione tra quanto a S dei primi rilievi e l'area che li comprende.

3.3.1.1 Il distretto della pedemontana sud

Questa regione comprende parte del fronte esterno Plio-Quaternario della Catena Sudalpina orientale, e si estende dall'altopiano di Asiago fino alla zona pedemontana del margine del Cansiglio. In questo settore è presente la Flessura Pedemontana, elemento dal quale prendono il nome sia questo distretto, sia il contiguo elemento (Pedemontana Nord) a NO; essi sono stati analizzati separatamente, privilegiando le interpretazioni che ritengono le strutture verso nord abbiano raggiunto una configurazione tettonica quasi definitiva (Zanferrari *et al.*, 1982), e individuano invece nella porzione meridionale le potenziali sorgenti di terremoti distruttivi (Galadini *et al.*, 2005; Burrato *et al.*, 2008, 2009; Poli *et al.*, 2008). Il distretto Pedemontana Sud si estende a SE alla zona di pianura, approssimativamente ad includere la fascia delle risorgive; lungo la catena, il sistema strutturale è troncato bruscamente ad ovest dagli allineamenti disposti NO-SE del Sistema Schio-Vicenza, verso est da elementi paleogeografici riconducibili alla strutturazione della Piattaforma Friulana (margine occidentale del massiccio del Cansiglio).



Mappa della sismicità storica del distretto Pedemontana Sud (PS); fonte dati CPTI04 criticamente rivisto (Molin *et al.*, 2008). Visualizzazione su DEM in scala cromatica (sn) e su DEM integrato con modello strutturale tratto da Castellarin *et al.* (1998b) (dx). In legenda: *Maw* indica la magnitudo equivalente a M_w riportata in CPTI Working Group (2004); i sovrassegni indicano eventi revisionati, rispettivamente come non parametrizzati 'NP', modificati 'MOD' o rimossi 'RM'.

*Historical seismicity in the Pedemontana Sud (PS) district: data taken from CPTI04 (CPTI Working Group, 2004), critically revised according to Molin et al. (2008). Epicentres location on DEM (left), integrated by the structural scheme from Castellarin et al. (1998b) (right). In the legend: pink symbols sized according to M_w given by *Maw* in the original catalogue; in black revised events, respectively 'NP' not parameterized, 'MOD' modified, 'RM' removed.*

L'area è caratterizzata da pieghe e sovrascorrimenti ad andamento ENE-OSO, prevalentemente vergenti a S-SE (Poli *et al.*, 2008). La strutturazione della attuale fascia pedemontana, estesa dal Bassanese fino al fiume Tagliamento trae le sue origini nell'evento compressivo del Messiniano-Pliocene, ampiamente propagatosi all'interno della catena entro sistemi già



strutturati (Castellarin *et al.*, 1998b). Tuttora l'area presenta un'attività tettonica rilevante, con una compressione attiva la cui velocità è stimata nell'ordine di qualche mm/a (D'Agostino *et al.*, 2005). Negli ultimi 15 anni circa, le ipotesi cilindriche, che identificano come potenzialmente sismogenici alcuni sovrascorrimenti subparalleli, sono state riviste alla luce di nuovi dati, e di più moderni criteri di segmentazione; oltre a ridurre il numero di potenziali faglie attive rispetto ai precedenti studi, le analisi geomorfologiche delle deformazioni quaternarie, in particolare, si sono dimostrate adatte per quantificare l'attività di sovrascorrimenti ciechi, o pieghe-faglie di crescita (Galadini *et al.*, 2005). La stretta di Quero e il rilievo del Montello sono gli elementi geologici e morfologici del distretto Pedemontana Sud attorno ai quali si sono maggiormente concentrati studi per il riconoscimento di faglie attive (p. es. Benedetti *et al.*, 2000; Ferrarese e Sauro, 2005; Anselmi *et al.*, 2007, 2011; Burrato *et al.*, 2009). Nonostante ciò, il potenziale sismico dell'area resta ancora piuttosto controverso, e si moltiplicano gli studi per comprendere la relativa assenza di sismicità su faglie ritenute capaci di generare forti terremoti. Per questo, si attendono i risultati di monitoraggi specifici, attualmente in corso per caratterizzare la deformazione geodetica e la microsismicità (p. es. Serpelloni e Cavaliere, 2010)

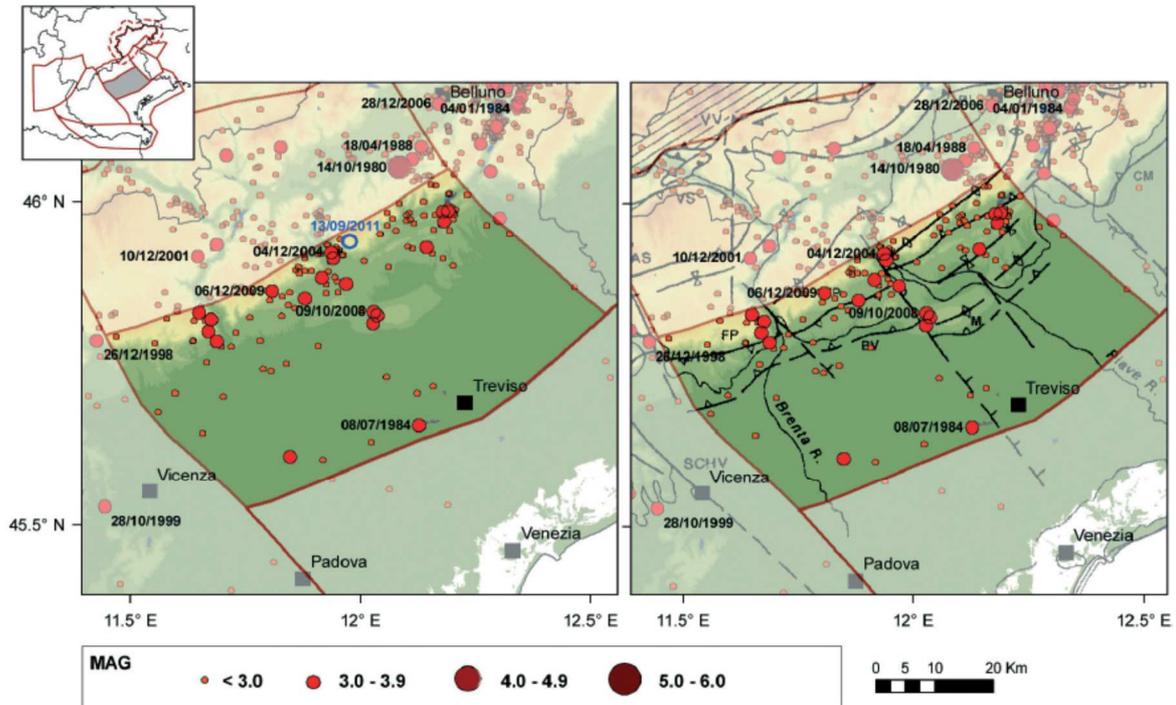
Il distretto Pedemontana Sud è una zona interessata storicamente da un evento distruttivo, e numerosi eventi che hanno superato la soglia del danno ($I_0=VI$ MCS), documentati in modo abbastanza affidabile sin dal XIII secolo. Risale al 25 febbraio 1695 l'evento più energetico ($I_0=IX-X$ MCS, $MW=6,61$), la cui magnitudo derivata da dati macrosismici è comparabile ai massimi eventi registrati nell'area friulana a seguito del terremoto del 1976. Localizzato nell'Asolano, l'evento ha raggiunto la soglia della distruzione coinvolgendo pesantemente l'area compresa tra Bassano del Grappa e Valdobbiadene. Le ipotesi genetiche relative a questo terremoto sono molto dibattute; il piano quotato è ben rappresentato nella direzione della pianura, ma nessuna informazione è riferita alle zone montuose. È questo un tipico effetto della diversa accessibilità alle fonti documentarie contemporanee all'evento; il territorio della pedemontana risultava infatti controllato dall'amministrazione territoriale della Repubblica di Venezia, i cui confini all'epoca del terremoto passavano poco a nord della zona di Asolo, mentre il resto del territorio era sotto la giurisdizione dell'Impero Austro-Ungarico. Studi su fonti austriache sono in corso in questi ultimi anni, e porteranno presumibilmente ad un quadro del danneggiamento più documentato verso nord. Danni significativi dovuti ad eventi più antichi vengono invece attribuiti esclusivamente o prevalentemente alla città di Treviso (778, $I_0=VIII-IX$, $MW=5,84$; 1268, $I_0=VII-VIII$, $MW=5,37$); per questi eventi è oggi impossibile risolvere la vera localizzazione, data la scarsità di fonti storiografiche che documentano danni. Si è adottata una estensione meridionale del distretto fino al limite della bassa pianura proprio per includere questi eventi nella medesima sorgente sismogenica del 1695. Quattro eventi minori (25 febbraio 1756, 1857, 1897, e 1919) sono stati recentemente revisionati (Molin *et al.*, 2008) con modifiche lievi ai parametri di intensità e localizzazione. Negli ultimi due secoli, l'evento maggiore è stato quello del 12 giugno 1836, localizzato nell'area di Bassano, che ha raggiunto la soglia del danno significativo ($I_0=VII-VIII$ MCS, $MW=5,48$), e una serie di eventi dannosi, prevalentemente documentati nella seconda metà del XIX secolo. Da oltre un secolo, quindi, nell'area non si verificano eventi di energia significativa.

3.3.1.2 Sismicità strumentale

La sismicità registrata strumentalmente dal 1977 si presenta da bassa a moderata, con diversi eventi di magnitudo maggiore di 3, limite teorico della soglia di percezione, localizzati lungo la fascia esterna della catena alpina, nella zona della Flessura Pedemontana (FP) e del Montello (M). La magnitudo massima registrata nell'area fino al 2010 è $MD=3,3$. Il 13 settembre 2011, è avvenuto un evento di $ML=3,7$. Esso risulterebbe l'evento più energetico in epoca strumentale, nonostante effetti di stazione abbiano portato ad una possibile sovrastima della magnitudo di 2-3 decimi di grado. La complessità della sorgente, con diversi eventi succedutisi nell'arco di pochi minuti, è probabilmente responsabile dell'incertezza nel meccanismo focale,



non ben vincolato sia utilizzando la tecnica dell'inversione del momento sismico, sia da polarità del primo impulso; elaborazioni di maggior dettaglio sono tuttora in corso. Altri eventi di $M > 3.0$ sono avvenuti lungo il corso del Brenta nel 2002 (maggio, luglio e settembre) e nel 2006; il 6 dicembre 2009 sono stati registrati nella zona del Monte Grappa due eventi rispettivamente di MD 2,7 e 3,3. All'area del Montello sono invece riferiti gli eventi del 9 ottobre 2008 ($MD=3,3$) e del 23 giugno 2010 ($MD=3,23$).



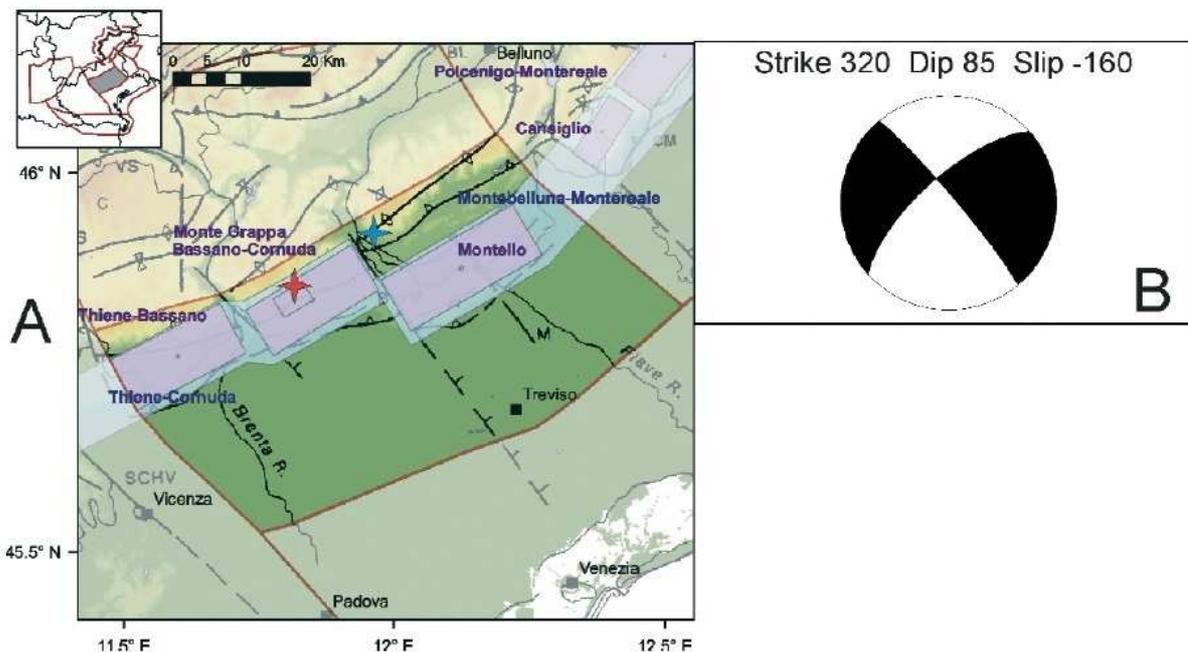
Mapa della sismicità strumentale del distretto Pedemontana Sud (PS); fonte dati OGS (vedi Tabella 3.1). Visualizzazione su DEM in scala cromatica (sn) e su DEM integrato con modello strutturale tratto da Castellarin *et al.* (1998b) (dx). In blu nella mappa di sinistra è riportata la localizzazione dell'ultimo evento significativo, avvenuto nella zona di Valdobbiadene il 13 settembre 2011 ($M_L=3,7$).
*Instrumental seismicity in the Pedemontana Sud (PS) district: data taken from OGS database (see Table 3.1), reported with their original magnitude values. Epicentres location on DEM (left), integrated by the structural scheme from Castellarin *et al.* (1998b) (right). The Valdobbiadene earthquake, occurred on September 13, 2011 ($M_L=3.7$) is added with a blue circle.*

3.3.1.3 Neotettonica, sorgenti attive

Dal punto di vista della neotettonica è in atto un processo di sollevamento causato da compressione con forte raccorciamento crostale che raggiunge valori massimi nel Friuli centrale. Le strutture neotettoniche più importanti sono rappresentate in primo luogo dai sovrascorrimenti orientati ENE-OSO e subordinatamente da *back-thrust* e faglie subverticali con componenti più o meno rilevanti di trascorrenza orientate NO-SE (Zanferrari *et al.*, 1982). Modelli cinematici del movimento della microplacca Adria, basati su misure geodetiche, stimano una convergenza in quest'area di 2-3 mm/a (Serpelloni *et al.*, 2005; Bechtold *et al.*, 2009). Sulla base di datazioni di terrazzi fluviali, Benedetti *et al.* (2000) attribuiscono un tasso costante di scorrimento di 1,8-2 mm/a alla sola faglia del Montello negli ultimi 300.000 anni; pur in presenza di ulteriori indicatori di movimento nell'area (ad es. Balestri *et al.*, 1988; Mozzi, 2005) tali stime sono dibattute, e hanno motivato la realizzazione di campagne di misure specifiche (Serpelloni e Cavaliere, 2010) i cui risultati non sono ancora disponibili. In questo distretto, DISS, versione 3.1.1 (Fig. 4.15A), identifica due sorgenti composite, denominate Thiene-Cornuda (ITCS007), che si estende dalla città di Schio a Cornuda, e Montebelluna-Montereale (ITCS060), dallo sbocco in pianura del fiume Piave, a quello del torrente Cellina. Entrambe le sorgenti composite rappresentano segmenti di sovrascorrimenti vergenti a S-SE,



implicati nella sismogenesi degli eventi maggiori fino a profondità modeste (7-9 km) e frammentati da elementi trasversali. Alla prima sorgente composita appartengono le sorgenti individuali di Thiene-Bassano (ITIS127), che risulta quiescente in epoca storica, e la struttura Bassano-Cornuda (ITIS102), cui viene associato il terremoto di Asolo del 25 febbraio 1695, nonché la sorgente individuale di Monte Grappa (ITIS113). Quest'ultima viene interpretata come il *back-thrust* della più grande sorgente di Bassano-Cornuda, e ad essa è associato il terremoto di Bassano del 1836, $MW=5,48$. *Strike-slip* appare invece il meccanismo dell'evento di $MD=3,3$ avvenuto il 6 dicembre 2009 nella medesima area. Procedendo verso est, della sorgente composita Montebelluna-Montereale fa parte la sorgente sismogenica individuale del Montello (ITIS101), collegata al sovrascorrimento Montello-Conegliano. Anche in questo caso, non vi sono indizi di forti terremoti storici associati. Sebbene le evidenze geomorfologiche e geologiche confermino l'attività recente dei fronti di deformazione del *thrust* Montello-Conegliano, non vi sono chiare informazioni che permettano di definire quanto la deformazione venga rilasciata attraverso eventi sismici, e quanto questo fenomeno avvenga in modo asismico (Galadini *et al.*, 2005). Sequenze di eventi di modesta magnitudo si sono verificate nell'area di Valdobbiadene anche recentemente fuori dalle porzioni mappate attive. Gli assi di massima compressione ricavabili dalle strutture geologiche del margine pedemontano risultano compatibili con una compressione orientata NO-SE (Burrato *et al.*, 2008). Dato il limitato numero di eventi strumentali dotati di meccanismi focali di buona qualità, non è stato finora possibile ottenere una zonizzazione degli assi di sforzo, da inversione delle sorgenti sismologiche, come realizzato invece per i vicini settori del Friuli e Garda (Bressan *et al.*, 2003; Viganò *et al.*, 2008; Bressan e Bragato, 2009).



Sorgenti sismogeniche per il distretto Pedemontana Sud (PS). A) DISS versione 3.1.1 (DISS Working Group, 2010) su DEM e modello strutturale da Castellarin *et al.* (1998b); codici sorgente e legenda in Fig. 2.4; B) soluzione del meccanismo focale per l'evento del 6.12.2009 (stella rossa) da polarità del primo impulso, elaborata per questo studio. La stella azzurra indica l'epicentro dell'evento del 13 settembre 2011 il cui meccanismo è mal vincolato. *Seismogenic sources in the Pedemontana Sud (PS) district: A) DISS database, release 3.1.1 (DISS Working Group, 2010) on DEM and structural model taken from Castellarin et al. (1998b); source codes and legend given in Fig. 2.4; B) the focal mechanism solution of the main event occurred during modern instrumental period (Cavaso del Tomba earthquake of December 6, 2009, $M_D=3.3$, located with a red star on the map) is given by first motion polarity, computed for this study. The blue star shows the location of the Valdobbiadene earthquake (September 13, 2011), still under study.*



3.4 Inquadramento idrogeologico

La zona in esame è posta nella bassa pianura veneta, in gran parte a S del limite meridionale della fascia delle risorgive. Nel sottosuolo è presente un sistema multifalde, che si spinge ad elevata profondità. Il primo acquifero, quello freatico, è collocato nei livelli sabbiosi e sabbioso limosi che si registrano nei primi metri dal piano campagna. Non sempre risulta continuo, anche se, considerando la situazione su ampia scala, si può proporre una fondamentale continuità. Localmente, ove si evidenziano superficialmente terreni impermeabili, può risultare imprigionato e debolmente in pressione.

In periodo di morbida i livelli di falda abbastanza sostenuti, la superficie freatica è risultata collocata a profondità media dal piano campagna di 0,94 m. Il valore massimo è stato registrato presso il pozzo denominato PZF, collocato a S. Trovaso, con 1,89 m, ed il minimo presso il pozzo P11, ad W di Sanbughè, con 0,37 m. Non si riscontra una regolarità nella distribuzione della profondità della superficie freatica dal piano campagna, piuttosto tale carattere varia in funzione della morfologia e della situazione topografica locale. Il gradiente di falda appare ridotto, nella parte nord occidentale del Comune è calcolabile in circa $1,5 \div 2,0$ ‰, si riduce verso SE, dove è valutabile del $1,0 \div 0,8$ ‰. L'andamento delle curve isofreatiche è regolare e disposto con direzione generale SW-NE, risulta fundamentalmente conforme all'andamento topografico locale evidenziato dalle isoipse riportate nella Carta Geomorfologica. Le direzioni di deflusso sono riportate in carta con delle frecce, sono normali alle curve isofreatiche. Si evidenzia un flusso generale verso SE con variazioni locali verso E, ESE e SSE. E' da considerare infine che, nella parte orientale e meridionale del Comune, sopra il primo acquifero vi è uno spessore variabile di terreni impermeabili che confinano in maniera limitata la superficie della prima falda, pertanto siamo in una situazione definibile di acquifero semiconfinato. Tale stato si modifica localmente in alcuni ambiti verso il quadrante di SE ove, dalla superficie del piano campagna al tetto del primo importante acquifero con caratteristiche di continuità, la copertura impermeabile diviene potente e continua. Lì i pozzi superficiali individuati intercettano generalmente piccole falde superficiali, di solito confinate, con limitata continuità laterale. Altrove invece, ove prevalgono i terreni sabbiosi, la superficie della prima falda è libera.

Alimentazione:

La falda freatica è alimentata prevalentemente dalle precipitazioni e dalle dispersioni dei corsi d'acqua; nella parte settentrionale risente anche degli afflussi dall'acquifero indifferenziato posto a N (questo a sua volta delle dispersioni del F. Piave all'entrata in alta pianura, dell'irrigazione per scorrimento, dell'infiltrazione parziale delle precipitazioni, delle perdite dai canali di irrigazione non impermeabilizzati).

Regime

Il regime della prima falda si può ricavare dalle osservazioni realizzate sui pozzi della zona per indagini diverse, in genere si possono osservare piene autunnali e primaverili e magre tardo-invernali ed estive. In pratica il regime della falda superficiale segue, prevalentemente ed in maniera attenuata, l'andamento delle precipitazioni; nella parte settentrionale risente parzialmente anche del regime della falda freatica dell'alta pianura.

Escursione

Per approfondire la problematica sono state confrontate misure effettuate sui pozzi nel Comune in periodi diversi e sono stati acquisiti i dati del pozzo di Mogliano Veneto del Magistrato Alle Acque di Venezia - Ufficio Idrografico. Tale pozzo è collocato nella parte W del comune a breve distanza dai confini di Preganziol, in situazione idrogeologica analoga. Da tali dati l'escursione risulta limitata, sempre inferiore al metro.



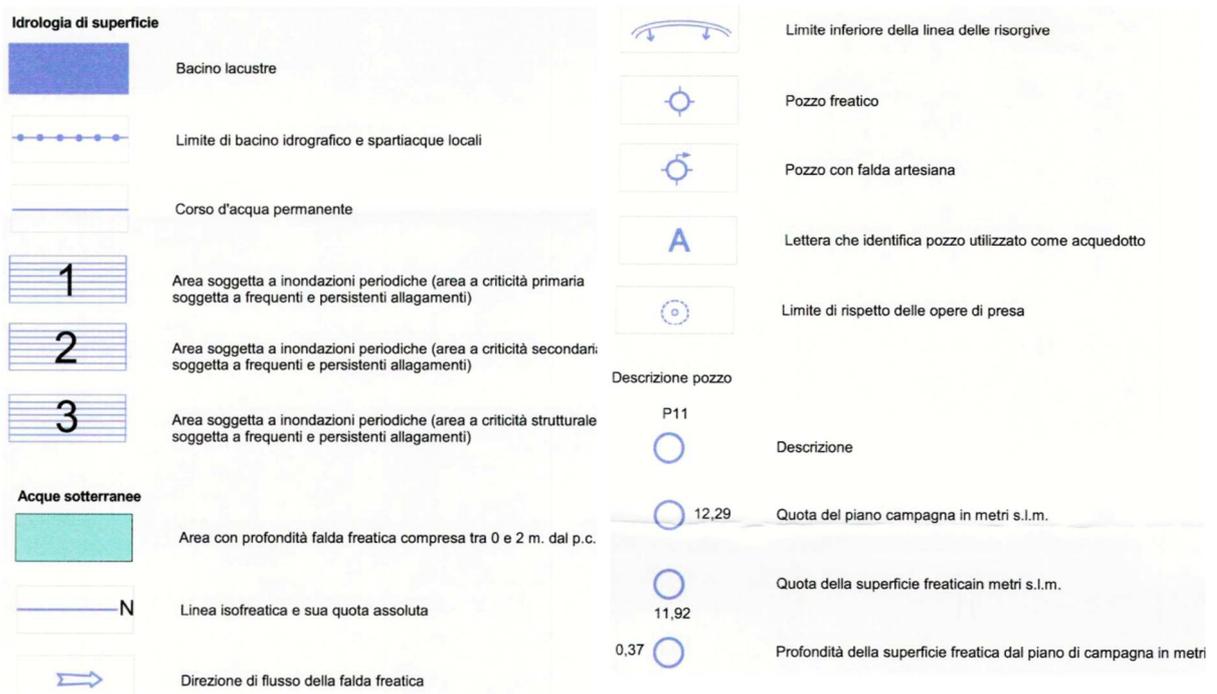
Le falde profonde dell'area

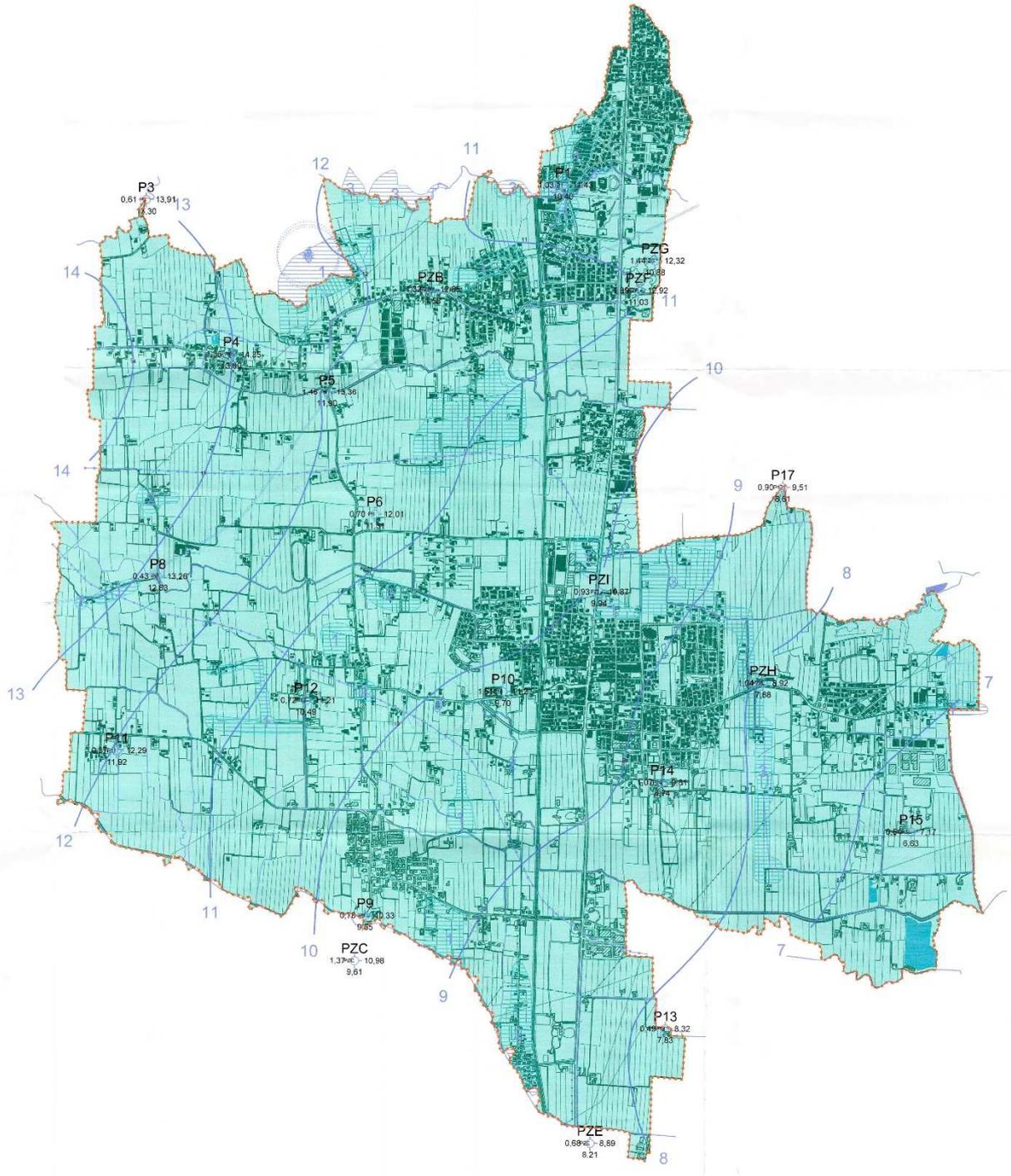
Nel sottosuolo profondo del territorio comunale esiste una serie di livelli permeabili (con ghiaia e sabbia) separati da altri praticamente impermeabili. Tali livelli contengono importanti corpi idrici generalmente utilizzati. In pratica nel sottosuolo esiste un grande sistema multi falde complesso ed articolato. Per semplicità gli acquiferi sono stati suddivisi in 4 grandi insiemi:

1. Primo insieme: comprende i vari corpi sino alla profondità di 100 m, in pratica, considerando la situazione centrale del Comune, le falde a profondità di: 22÷28 m, 43÷47 m, 67÷69,5 m;
2. Secondo insieme: va dai 100 ai 200 m; si evidenziano le seguenti falde: 117÷120 m, 142÷148 m, 160÷165 m;
3. Terzo insieme: dai 200 ai 300 m; comprende gli acquiferi 222÷233 m, 253÷290 m;
4. Quarto insieme: dai 300 sino a circa 330 m.

Le falde comprese nel primo insieme di acquiferi presentano limitata risalienza e nella parte N del Comune il livello piezometrico coincide più o meno con il piano campagna. Le altre, più profonde, dimostrano un buon artesianesimo con un livello piezometrico nel pozzo PS2 di circa 6 m superiore al piano campagna (gennaio 1993) per l'acquifero 253÷290 m. L'alimentazione di questo grande insieme di falde profonde è legato ad una percolazione profonda proveniente da N-NNW, ove il grande acquifero indifferenziato dell'alta pianura viene alimentato dalle dispersioni dei corsi d'acqua, dalle precipitazioni e dall'irrigazione.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta idrogeologica del PAT.





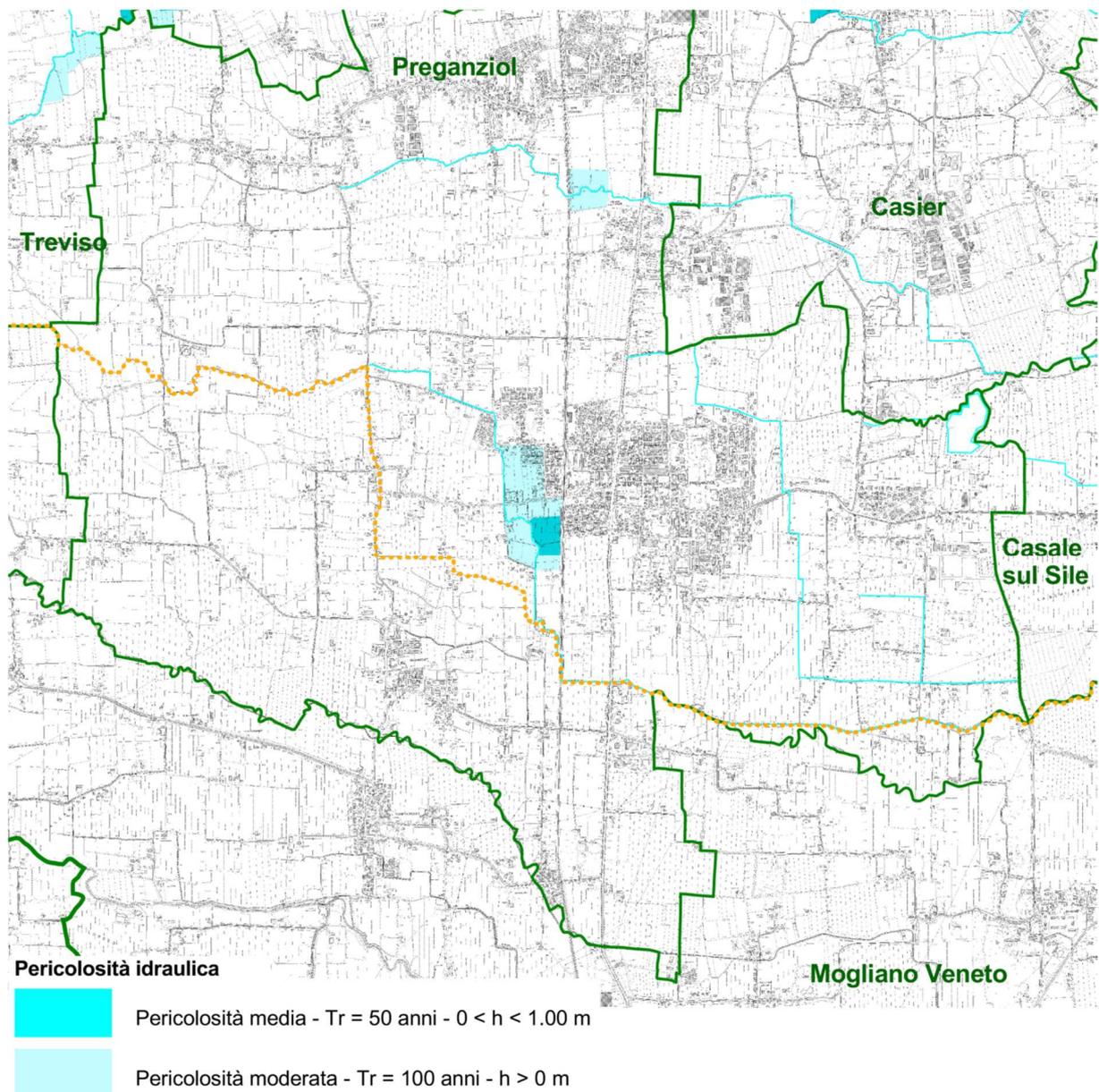
Stralcio carta idrogeologica del PAT comunale



3.4.1 Aree di pericolosità e attenzione idraulica PAI del Sile

Il territorio comunale rientra nel Distretto idrografico delle Alpi Orientali. Nel territorio del Distretto delle Alpi Orientali il PAI è stato sviluppato nel tempo sulla base dei bacini idrografici definiti dalla normativa ex L.183/89, oggi integralmente recepita e sostituita dal Dlgs 152/2006 e s.m.i.; pertanto ad oggi il PAI è articolato in più strumenti che sono distinti e vigenti per i diversi bacini che costituiscono il territorio del Distretto. La legge 3 agosto 1998, n. 267 e successive modifiche ed integrazioni prevede che "le autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottano, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico che contengano in particolare l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia nonché le misure medesime". Con D.C.R. n. 48 del 27/06/2007, il Consiglio Regionale del Veneto approva il Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sile e della pianura tra Piave e Livenza.

Il comune di Preganziol rientra all'interno di quest'ultimo. All'interno del territorio comunale sono presenti aree a pericolosità idraulica moderata e media.



Stralcio con le aree a Pericolosità Idraulica del fiume Sile nel comune di Preganziol (PER-16-CTR)



4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

4.1 Parametri geotecnici statici e dinamici ricavati da dati pregressi

Sono state consultate le indagini geotecniche già esistenti e di proprietà comunale per il territorio in oggetto.

4.2 Nuove indagini

Per poter approfondire il livello di conoscenza del sottosuolo del comune di Preganziol è stata eseguita nei mesi di Febbraio 2022 e Maggio 2022 una campagna di indagine sismica durante i quali sono state effettuate 30 indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSr) e 25 indagini di sismica attiva in array (MASW).

Nel mese di Marzo 2023 sono state eseguite ulteriori 5 indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSr) e 5 indagini di sismica attiva in array (MASW).

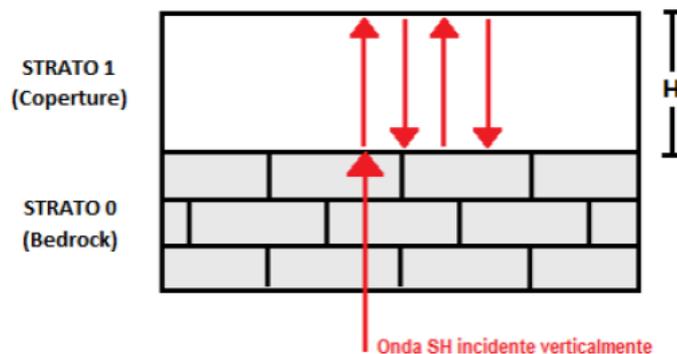
4.2.1 Indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSr)

In un sistema costituito da uno strato tenero (copertura) adagiato da un substrato rigido (bedrock) un'onda di volume SH incidente verticalmente dal basso tenderà a rimanere intrappolata nello strato tenero per riflessioni multiple (alla superficie libera, nuovamente al bedrock e così via) e darà luogo a fenomeni di risonanza per lunghezze d'onda incidenti $\lambda = n \cdot 4H$. Le frequenze a cui si manifesta la risonanza di detta onda sono descritte dalla legge:

$$f = n \frac{V_s}{4H}$$

$$n = 1, 3, 5, \dots$$

dove n indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale, primo superiore ecc.), V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e H è lo spessore di detto strato (strato 1 in figura seguente). Nella maggior parte dei casi, a causa dell'attenuazione, il solo modo visibile è il fondamentale.

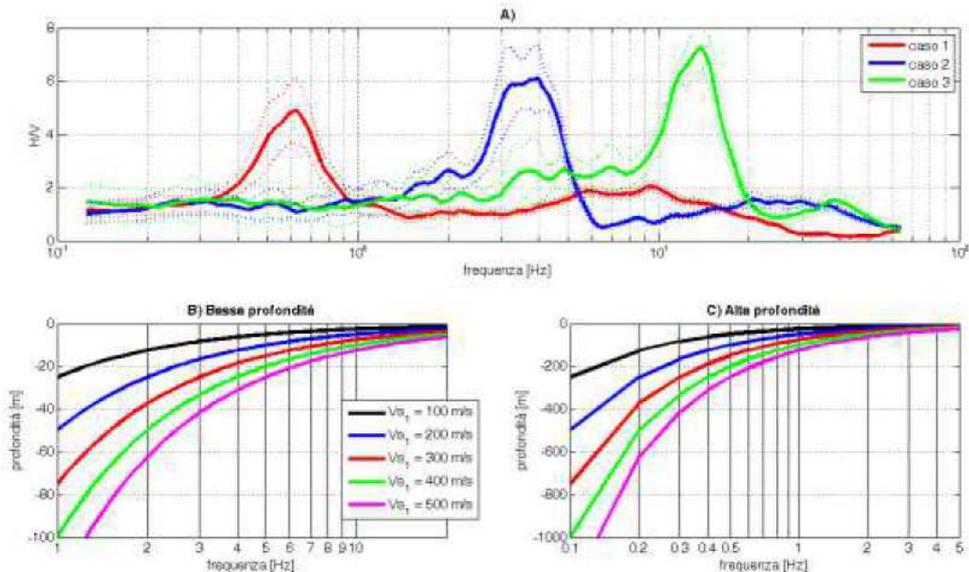


Intrappolamento e successive riflessioni di un'onda sismica SH incidente verticalmente dal basso in uno strato di coperture di spessore H sovrastanti un substrato rigido

La prova sismica a stazione singola viene di solito utilizzata per stimare queste frequenze di risonanza, ossia le frequenze alle quali viene amplificato il moto del terreno. La prova viene chiamata H/V (rapporto tra la componente spettrale orizzontale H e quella verticale V) fu



applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989). Essa si fonda su un segnale composto per la maggior parte da onde di superficie (Rayleigh e Love) e sfrutta la proprietà per cui la componente spettrale verticale (Rayleigh) si 'annulla' in corrispondenza delle frequenze di risonanza dell'onda SH. Questo è il motivo per cui si osserva un massimo nella curva H/V in corrispondenza di queste frequenze. La tecnica H/V non ha bisogno però di un evento sismico per poter essere effettuata, in quanto il terreno è normalmente investito da un tremore ambientale continuo. Si può inoltre notare dall'equazione riportata sopra, che la tecnica H/V può fornire dati stratigrafici, in quanto conoscendo la V_s delle coperture, attraverso la f misurata si può risalire alla profondità dei riflettori sismici principali, oppure, noto lo spessore degli strati, se ne può stimare la V_s .



A) Esempio di bedrock sismico a diverse profondità che genera risonanze a diverse frequenze. Caso 1: bedrock a 300 m di profondità, caso 2: bedrock a 20 m di profondità, caso 3: bedrock a 4 m di profondità; B) relazione $V-f$ $0-H$ alle medio-alte frequenze; C) relazione $V-f$ $0-H$ alle medio-basse frequenze.

La relazione tra frequenza di risonanza e spessore della copertura che risuona, per diversi tipi di sottosuolo, ossia per diverse V_s delle coperture, è data in Figura 53 (B e C). In A sono presentati invece tre esempi di curve H/V misurate rispettivamente su coperture con spessori dell'ordine di diverse centinaia di metri (caso 1, $f_0 = 0.6$ Hz), di qualche decina di metri (caso 2, $f_0 = 3.5$ Hz) e di pochi metri (caso 3, $f_0 = 14$ Hz).

Misure H/V effettuate su roccia sana che non amplifica daranno invece curve piatte con ampiezza circa 1 in tutto il dominio di interesse ingegneristico.

Poiché la tecnica H/V indica la frequenza di risonanza verticale locale, essa è sensibile alle variazioni stratigrafiche laterali, permettendo di discriminare geometrie 1D da geometrie 2D, entro i limiti di visibilità imposti dalla legge fisica $f = V$ (lunghezza d'onda x frequenza = velocità).

4.2.1.1 Strumentazione

Le misure di microtremore a stazione singola a scopo di microzonazione sismica si effettuano per mezzo di sismometri o tromometri (del tipo *ECHO TROMO HVSR3* nel presente studio) tricomponenti sufficientemente sensibili nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (0.1-20 Hz, corrispondenti alle frequenze dei modi di vibrare della maggior parte delle strutture). Per definirsi sufficientemente sensibile, lo strumento deve essere in grado di rilevare segnale anche nei punti più silenziosi della superficie terrestre. Di fatto non esistono modelli statisticamente affidabili che descrivono il minimo del rumore di fondo su roccia in questa



banda di frequenze poiché si tratta un intervallo di modesto interesse sismologico, che tradizionalmente si concentra su frequenze inferiori.

4.2.1.2 *Acquisizione*

La misura di microtremore a stazione singola deve avere una durata commisurata alla frequenza di indagine di interesse. Nella già citata ipotesi che una misura di interesse ingegneristico ricada nell'intervallo 0.1-20 Hz, segue che un campionamento adeguato deve durare 12-15 min, in modo da poter analizzare il segnale su finestre di almeno 30 s di lunghezza e da avere almeno 20-30 finestre su cui effettuare una media, considerando anche che qualcuna potrà dover essere rimossa per la presenza di disturbi che alterano lo spettro medio.

La frequenza di campionamento adeguata per questo tipo di prove non deve essere inferiore a 50 Hz, in modo da permettere una ricostruzione spettrale sino ad almeno 20 Hz. Lo strumento di misura va posto a diretto contatto col terreno e reso solidale con questo senza interfacce intermedie. La misura sismica passiva va effettuata direttamente su terreno naturale e quando questo non fosse possibile è necessario tener conto degli effetti indotti dai terreni artificiali rigidi in questo tipo di misure. L'orientamento strumentale secondo il Nord geografico, sebbene si tratti di una convenzione, è stato mantenuto in tutte le prove eseguite in questa campagna di acquisizione.

4.2.1.3 *Analisi dei dati*

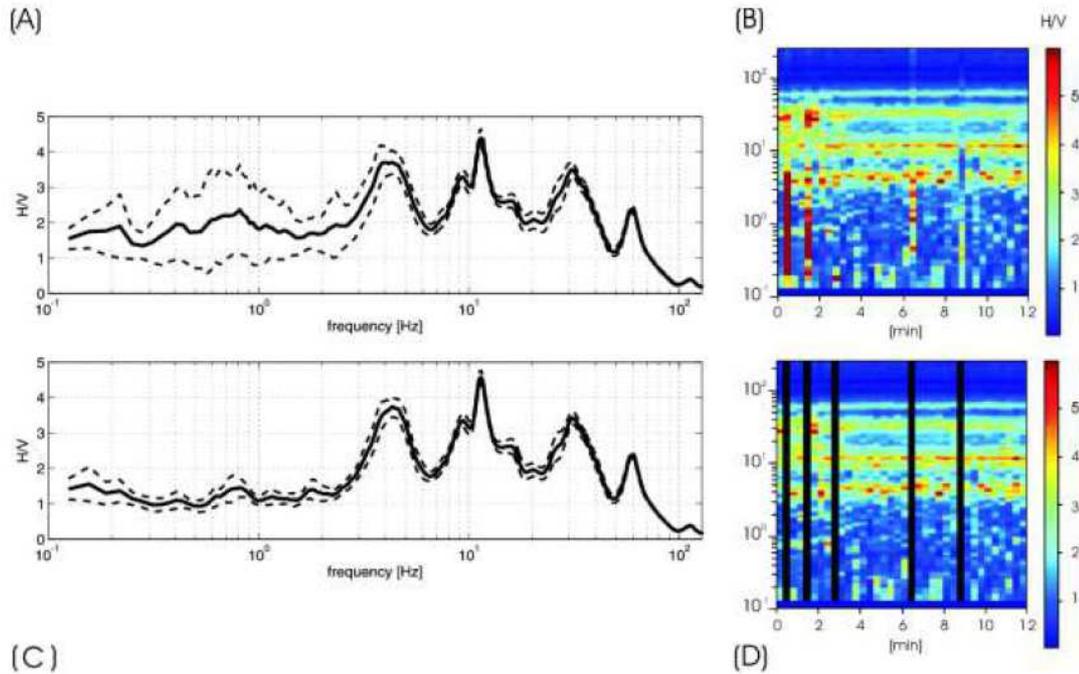
Nel presente studio di Microzonazione Sismica è stato utilizzato il software Grilla (2015) Rel. 7.0 per l'elaborazione e l'analisi dei dati acquisiti attraverso il tromometro.

Le serie temporali registrate nelle tre componenti del moto vengono analizzate secondo procedure spettrali di vario tipo (FFT, wavelet, ecc.) fino alla produzione delle curve H/V, dove H è la media di due componenti spettrali orizzontali ortogonali. Si rimanda a SESAME (Site EffectS Assessment using AMBient Excitations, 2005) per uno dei possibili esempi di protocollo di analisi. Prima di qualsiasi interpretazione delle curve H/V sono indispensabili due accorgimenti:

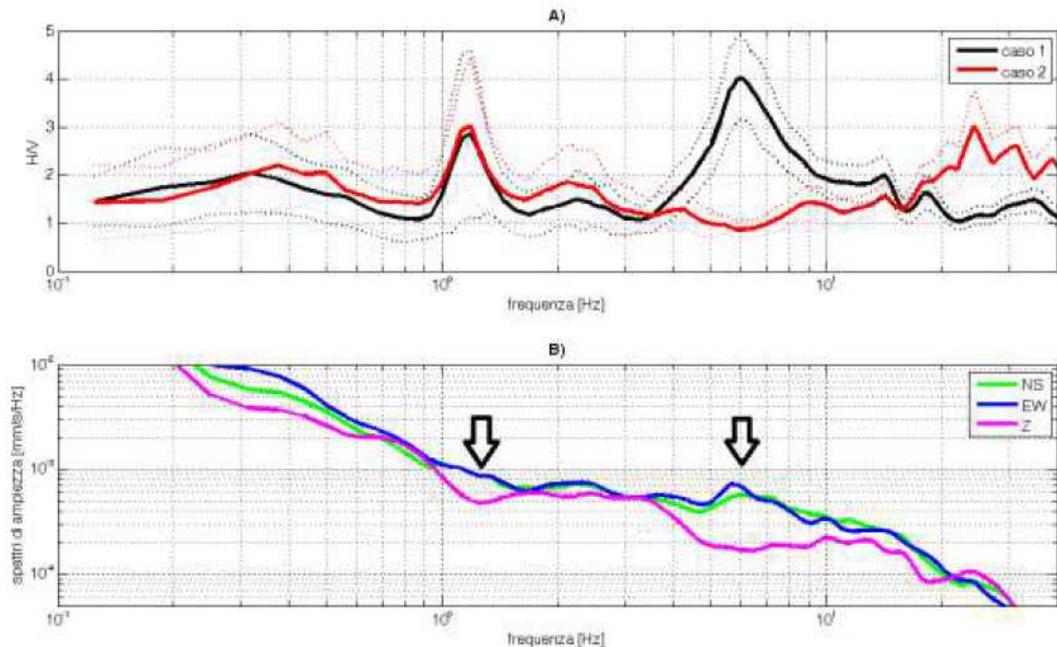
1. la curva H/V deve essere statisticamente significativa, ossia essere caratterizzata da una deviazione in ampiezza e in frequenza ridotta. Quando questa caratteristica non sia presente sin dall'inizio, essa va ricercata tramite una pulizia del tracciato. Esistono diversi metodi per "pulire" una curva H/V. SESAME (2005) propone la rimozione nella serie temporale di quelle finestre caratterizzate da una deviazione del segnale (STA, media a breve termine) maggiore della media a lungo termine (LTA). Tuttavia le procedure che propongono la rimozione dei disturbi sulla base della serie temporale non appaiono le più indicate quando l'obiettivo è pulire una curva che è funzione della frequenza. La pulizia deve infatti essere rivolta alla ricerca di un rapporto H/V stabile e quindi alla rimozione delle sole finestre in cui questo rapporto risulti alterato, a parità di frequenza, tra i canali H e i canali V. Questo tipicamente avviene in presenza di segnali di natura impulsiva, che presentano cioè spettri bianchi. Un esempio di pulizia del segnale nel dominio delle frequenze è dato nella figura seguente;
2. le curve H/V non vanno mai osservate da sole ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui derivano. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli di natura antropica. In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si genera un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma "a occhio" o "a ogiva". Questa forma è indicativa di picchi H/V di origine stratigrafiche.



E' evidente però che in una misura di tremore entrano anche vibrazioni monofrequenziali (artefatti) indotte da macchinari o simili. Queste si traducono in picchi stretti (δ) ben definiti su tutte e tre le componenti spettrali e quando l'ampiezza sulle tre componenti non è simile, danno luogo a picchi o gole artefattuali nelle curve H/V. La differenza nei pattern spettrali tra il caso naturale e quello artefattuale rende agevole la distinzione dei picchi H/V stratigrafici da quelli antropici, in modo particolare lavorando su spettri poco lisciati.



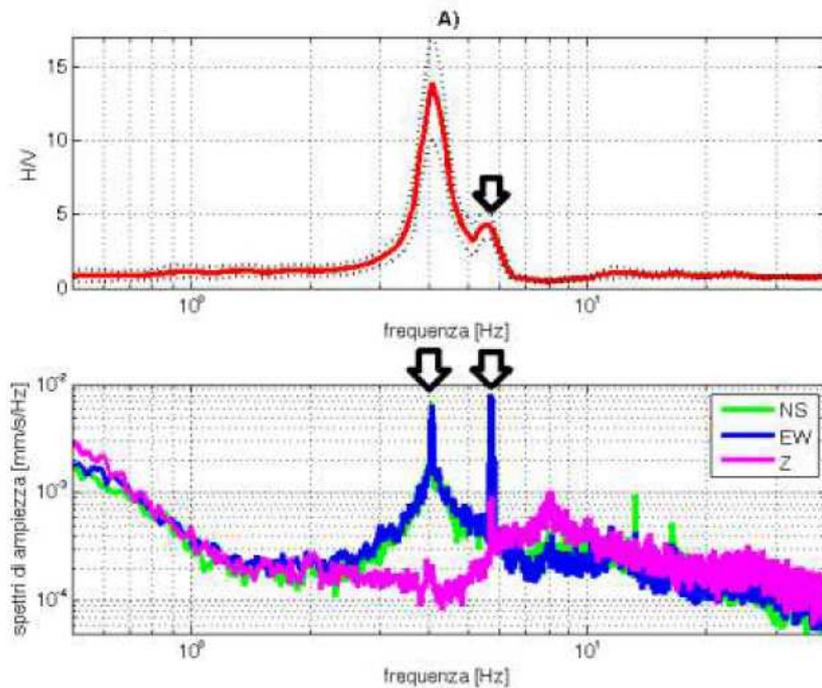
Pulizia della curva H/V nel dominio delle frequenze. (A) curva H/V media e deviazione standard non pulita; (B) serie temporale degli H/V per ciascuna finestra di analisi della durata di 20 s (ordinata: frequenze, ascissa: tempi, colore: H/V); (C) curva H/V e deviazione standard dopo la rimozione dei disturbi; (D) serie temporale degli H/V per ciascuna finestra di analisi della durata di 20 s (ordinata: frequenze, ascissa: tempi, colore: H/V). Le bande nere verticali indicano le finestre rimosse perché caratterizzate da disturbi che alterano l'H/V medio



A) Esempi di curve H/V registrate a 40 m di distanza. Nella curva 1 emerge un picco a 6 Hz legato alla presenza di un livello di ghiaie a 12 m di profondità che è assente nella curva relativa al sito 2. Nel



dominio delle medio-basse frequenze le curve sono statisticamente uguali. B) Spettri delle singole componenti del moto (NS, EW e Z) registrati nel sito 1. Le frecce evidenziano le forme "a ogiva" caratterizzate da un minimo locale della componente verticale che caratterizzano i picchi H/V di natura stratigrafica



Esempio di picco H/V stratigrafico (4 Hz) cui sono sovrapposti due artefatti (a 4 e 6 Hz) di origine antropica. La curva H/V è lisciata al 10% della frequenza centrale, gli spettri delle singole componenti non sono lisciati

Nel 2005 il progetto SESAME stabilì una serie di criteri per la valutazione della significatività statistica dei picchi H/V.

La prima parte di questi criteri, individuata la frequenza del picco H/V, verifica se la registrazione è stata effettuata per un periodo statisticamente significativo e se l'analisi è stata condotta secondo i principi base della statistica.

La seconda parte di questi analizza la geometria del picco e dice semplicemente se il picco ha una forma ben definita. Questa parte dei test SESAME va interpretata con cognizione di causa perché solo un contatto netto tra litotipi diversi dal punto di vista meccanico genera picchi netti. Al contrario, le transizioni graduali (per es. roccia fratturata su roccia sana, passaggi da limo-argilloso a sabbia-limoso, alternanze di lave con vario grado di alterazione ecc.) generano più spesso amplificazione in una banda larga di frequenze. In questo caso eventuali non superamenti dei criteri SESAME non significano che non ci siano risonanze importanti ma solo che non ci sono picchi singoli ben definiti. La seconda parte dei criteri SESAME (2005) risulta chiaramente non soddisfatta nei siti che non presentano amplificazione.

I criteri SESAME (2005) considerano significativi solo picchi con ampiezza H/V superiore a 2.

4.2.2 Metodo MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica geofisica di indagine non invasiva del sottosuolo basata sulla dispersione geometrica delle onde superficiali, in particolare delle onde Rayleigh. La dispersione delle onde Rayleigh è un fenomeno per cui differenti lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità (velocità di fase), campionando



diversi strati in profondità; in un terreno eterogeneo verticalmente quindi, la velocità di propagazione delle onde Rayleigh risulta essere strettamente dipendente dalla frequenza. Le onde con frequenze elevate (basse lunghezze d'onda) si propagano nelle porzioni meno profonde, vicino al piano campagna, e danno informazioni relative alle proprietà meccaniche di quelle zone, mentre le componenti di bassa frequenza coinvolgono gli strati più profondi.

L'acquisizione dei dati inerenti alla dispersione delle onde superficiali viene effettuata per mezzo di diversi ricevitori (accelerometri o geofoni) posizionati in maniera adeguata sul piano campagna; una volta registrati i dati relativi alla propagazione delle onde nel sottosuolo, questi vengono analizzati ed elaborati attraverso complesse tecniche computazionali che permettono di ottenere l'informazione desiderata; le applicazioni principali del metodo MASW sono la ricostruzione del profilo di velocità delle onde di taglio, la classificazione dei terreni di fondazione e la determinazione della profondità del substrato.

La procedura standard per la realizzazione di un'indagine basata sulla dispersione delle onde superficiali consiste in tre fasi; la prima è l'acquisizione dei dati di campagna, la seconda è l'elaborazione del segnale registrato per ricavare la curva di dispersione sperimentale ed infine la terza fase riguarda il processo d'inversione mirato a stimare le proprietà del sito investigato.

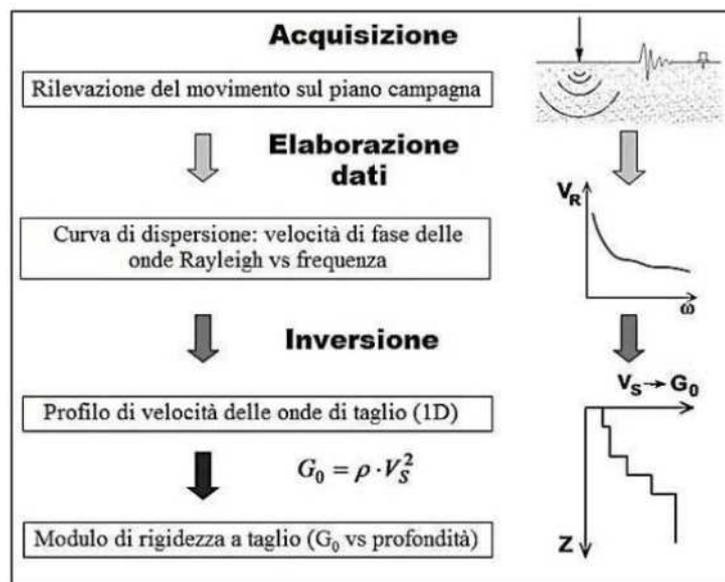


Diagramma di flusso relativo alle indagini basate sulla dispersione delle onde superficiali (da Foti, 2005).

La scelta dell'attrezzatura e della configurazione dei ricevitori, è strettamente connessa all'obiettivo dell'indagine che si vuole eseguire e alla tecnica che si utilizzerà per eseguire l'interpretazione dei dati elaborati; esistono infatti alcune indicazioni pratiche che risultano essere utili nella scelta dei parametri di acquisizione sia nel tempo che nello spazio: tra le principali si consiglia che la lunghezza dello stendimento debba essere almeno il doppio della profondità di investigazione desiderata, l'utilizzo di geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz per indagini geotecniche) spaziosi di una distanza compresa tra 1 e 5 metri e che la durata della registrazione sia sufficiente per acquisire l'intero treno d'onde.

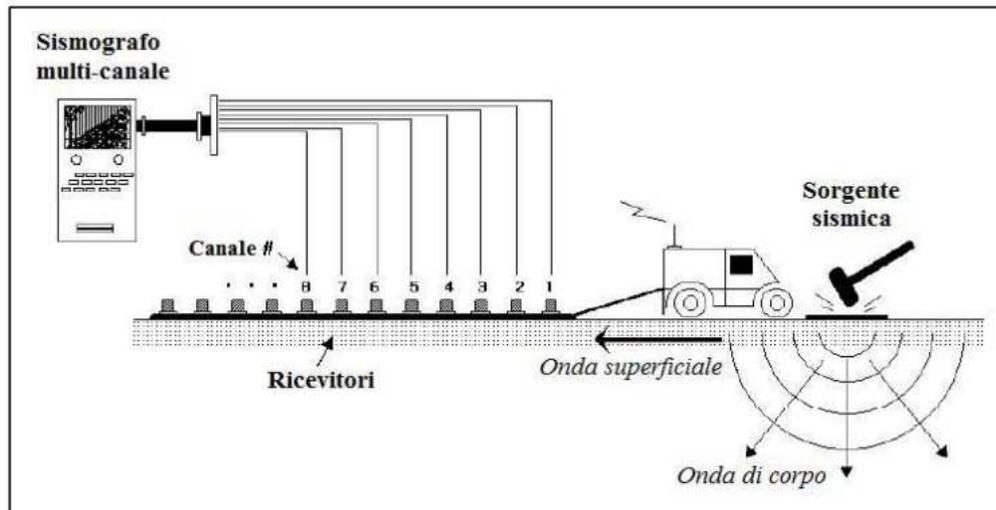
È importante ricordare che le onde Rayleigh viaggiano in una zona spessa circa una lunghezza d'onda dal piano campagna e sono informative delle caratteristiche di questa porzione di terreno; inoltre la relazione tra frequenza, lunghezza d'onda e velocità di fase comporta che l'intervallo di frequenza di interesse sia strettamente connesso ai materiali che devono essere investigati (es. in terreni soffici, una penetrazione profonda richiede componenti di bassa frequenza).

Generalmente i segnali vengono acquisiti nel dominio spazio-tempo in modo tale da poter essere reinterpretati con differenti tecniche d'elaborazione; l'informazione relativa alla propagazione delle onde superficiali è contenuta nei segnali e, come detto precedentemente, può essere estratta attraverso differenti tecniche computazionali.

4.2.2.1 Strumentazione

Nell'esecuzione di un'indagine sismica basata sulla dispersione delle onde superficiali, sono indispensabili i seguenti strumenti:

- ricevitori singoli o multipli;
- un dispositivo di acquisizione dei segnali sismici (sismografo);
- una sorgente di onde sismiche (nel caso di metodi attivi).



Configurazione schematica della strumentazione utilizzata per eseguire un'indagine MASW (da Park et al., 2001).

Il metodo MASW utilizza un numero multiplo di ricevitori disposti generalmente in maniera lineare e spazati di una stessa distanza; ciascun ricevitore è collegato inoltre ad un unico dispositivo di registrazione. Il tipo di ricevitori e la loro interdistanza sono scelti solitamente in relazione con la profondità d'investigazione che si vuole raggiungere; ad esempio se si vogliono avere informazioni su strati profondi, è necessario utilizzare geofoni a bassa frequenza. Nella pratica comune si usano geofoni a 4,5 Hz che possono essere maneggiati con più facilità e che sono meno costosi rispetto ai geofoni a minor frequenza.

Il dispositivo di acquisizione può essere di diversi tipi; la sua funzione principale è digitalizzare e registrare i segnali elettrici analogici generati dai ricevitori.

Nei metodi attivi l'onda viene generata da una sorgente di onde sismiche; diversi tipi di sorgenti sismiche possono essere utilizzate a seconda del range di frequenza di interesse per l'applicazione: ad esempio facendo uso di semplici mazze si ottengono segnali ad alta frequenza (7-200 Hz) mentre aumentando la massa che genera le onde si possono avere segnali a bassa frequenza (2-40 Hz). Le sorgenti pesanti sono quindi necessarie per investigare gli strati più profondi mentre quelle più leggere sono utili per caratterizzare le porzioni più superficiali del sottosuolo.

Lo stendimento dei ricevitori utilizzato nel metodo MASW è composto da geofoni multipli collocati lungo una linea rettilinea e la sorgente è posta ad uno dei due capi dell'array.

Un'operazione molto importante da eseguire è la scelta dei parametri di campionamento sia nel tempo che nello spazio; i parametri di campionamento nel tempo vengono impostati

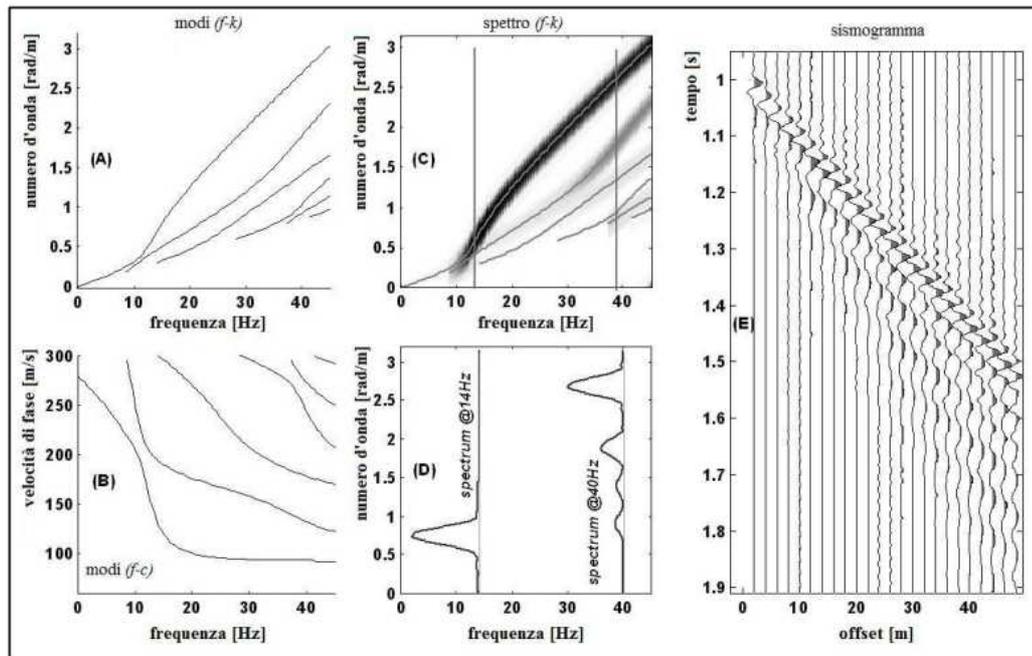


direttamente sul dispositivo di acquisizione, mentre quelli nello spazio sono determinati dalla geometria dello stendimento e sono soggetti ad alcune restrizioni dovute ad esempio al numero di ricevitori disponibili e all'estensione del sito. Nella pratica comune si utilizza un'interdistanza costante tra i geofoni, questo perché i processi successivi di elaborazione dei dati risultano essere più semplici. È importante ricordare che una spaziatura elevata tra i ricevitori permette di rilevare ampie lunghezze d'onda e di caratterizzare quindi gli strati più profondi; allo stesso tempo però, l'attenuazione delle componenti ad alta frequenza, provoca la perdita delle informazioni contenute in queste frequenze e la conseguente diminuzione della risoluzione nella parti superficiali del terreno. Per quanto riguarda invece la scelta dei parametri di acquisizione nel tempo, essa è in relazione con il range di frequenza di interesse dell'operatore (es. 5-100 Hz per applicazioni ingegneristiche); un passo di campionamento di 2 ms (corrispondente ad una frequenza di Nyquist di 250 Hz) è solitamente sufficiente per le analisi basate sulla dispersione delle onde superficiali poiché la risoluzione nel dominio del tempo non è molto rilevante. La lunghezza totale del segnale nel tempo è in relazione all'intervallo di frequenza del segnale trasformato nel dominio della frequenza, quindi è importante avere una finestra di acquisizione di almeno 1 s (frequenza di risoluzione di 1 Hz); in ogni caso è necessario che l'intero evento venga registrato.

4.2.2.2 *Elaborazione dati*

La fase successiva all'acquisizione dei dati di campagna riguarda tutti processi relativi alla loro elaborazione. I dati vengono dunque trattati attraverso diverse procedure che permettono di stimare la cosiddetta curva di dispersione sperimentale, ovvero la relazione tra la velocità di fase e la frequenza. Tali procedure ricorrono ad una varietà di strumenti per l'analisi del segnale basati principalmente sulla trasformata di Fourier. Facendo uso dell'analisi di Fourier infatti, è possibile separare le differenti componenti della frequenza di un segnale, le quali vengono successivamente utilizzate per stimare la velocità di fase attraverso diversi approcci in relazione alle caratteristiche dell'indagine svolta e al numero di ricevitori.

I metodi di elaborazione dei dati basati sulla trasformata di Fourier sono i più utilizzati e consistono nella trasformazione dei dati sperimentali dal dominio spazio-tempo a domini differenti, nei quali la curva di dispersione viene agevolmente ricavata dai massimi spettrali. Ad esempio applicando una doppia trasformata di Fourier ai dati di campo, la curva di dispersione può essere identificata come i massimi nel grafico frequenza-velocità di fase (f-c). L'equazione che sta alla base del metodo MASW è l'equazione del movimento relativa ad un mezzo lateralmente omogeneo, assumendo un campo di deformazione piano e imponendo le condizioni al contorno relative alle onde in un semispazio con una superficie libera; dopo aver imposto la condizione di continuità dello sforzo e della deformazione alle interfacce degli strati, il risultato che si ottiene è un problema lineare differenziale di autovalori. Tale problema presenta una soluzione non nulla solamente per determinati valori del numero d'onda; questa soluzione, relativa ad un sistema stratificato, si trova stabilendo una relazione particolare tra la frequenza e il numero d'onda: l'equazione che ne risulta è conosciuta come la funzione secolare di Rayleigh. Per una determinata frequenza, può esistere una soluzione solamente per specifici valori del numero d'onda: nei sistemi verticalmente eterogenei questo fatto si traduce in una funzione polidroma della frequenza che rappresenta le curve modali. Sebbene ad una singola frequenza, gli autovalori implicino una serie di soluzioni discrete possibili, ciascuna con un massimo di energia concentrato in corrispondenza di uno specifico numero d'onda, la dispersione produce comunque dei lobi nel grafico f-k. Una volta stimati i numeri d'onda per ciascuna frequenza, questi valori vengono utilizzati per costruire la curva di dispersione sapendo che la velocità di fase è pari al rapporto tra la frequenza e il numero d'onda.



Schema della procedura comunemente adottata per ricostruire una curva di dispersione. I grafici (A) e (B) rappresentano le curve modali rispettivamente in $f-k$ e in $f-c$ mentre il grafico (C) mostra lo spettro $f-k$ nel quale il primo modo di propagazione è dominante. Il riquadro (D) evidenzia i lobi prodotti dalla dispersione nel dominio $f-k$ mentre il grafico (E) è il sismogramma di partenza (da Strobbia et al., 2004).

Nella pratica comune, per procedere con l'elaborazione dei dati, si assume che la maggior parte dell'energia sia associata al modo fondamentale di propagazione delle onde di Rayleigh.

Nel presente studio di Microzonazione Sismica l'acquisizione dei dati di campagna per quanto riguarda le indagini MASW è stata eseguita tramite un array lineare totalmente digitale (modello ECHO 24/2002 Seismic Unit), costituito da 12 geofoni da 4,5 Hz. Ogni geofono è collegato, tramite un cavo sismico a 12 take-outs ciascuno spaziato a 5 metri con connettore "cannon" NK27, al sismografo, presso il quale la curva di dispersione frequenza-velocità di fase ($f-c$) viene ricostruita mediante il software "Easy MASW"; la sorgente sismica utilizzata è una mazza di 6 kg (sorgente impulsiva) posta ad una distanza di 2 metri dal primo ricevitore mentre i parametri di campionamento del segnale sono un tempo di campionamento di 0.000131 s e una finestra di acquisizione di 1 secondo. Dopo aver ricostruito la curva di dispersione sperimentale si è proceduto all'individuazione dei massimi della velocità di fase ad intervalli di frequenza regolari (picking); in queste indagini si è deciso di eseguire l'operazione di picking solamente per le frequenze superiori ai 5-6 Hz per il semplice motivo che una mazzata non riesce a generare frequenze al di sotto dei 5-6 Hz. Eliminando i dati relativi alle frequenze inferiori a 5 Hz, si diminuisce il margine di errore del modello finale aumentandone l'affidabilità. I valori individuati durante la fase di picking, sono delle coppie frequenza-velocità di fase che verranno utilizzate nel processo d'inversione finale.

4.2.2.3 Inversione

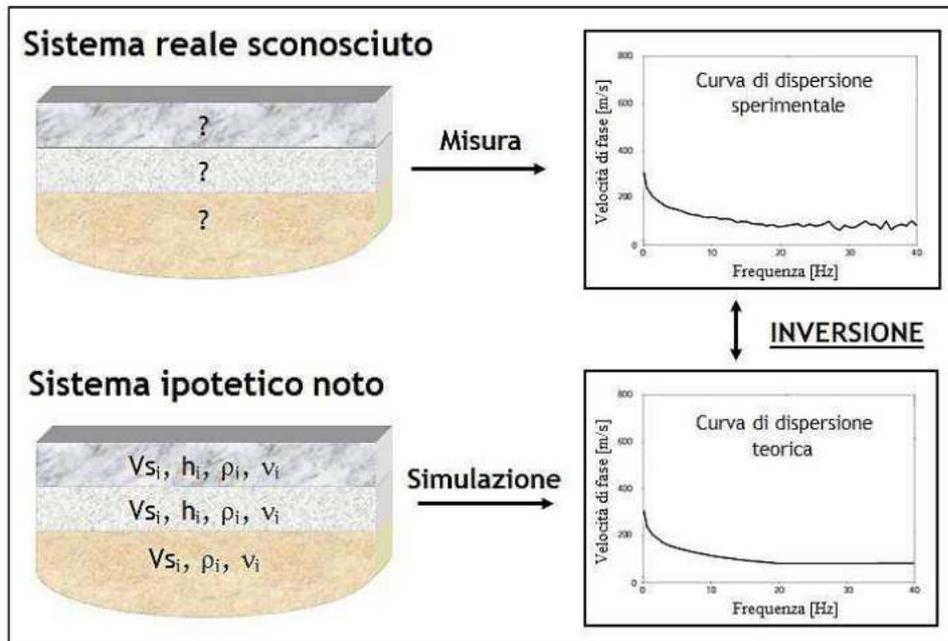
Il processo d'inversione dei dati sperimentali è l'ultimo dei passaggi da svolgere e fornisce il profilo della velocità delle onde di taglio derivante dalle caratteristiche di dispersione osservate dai dati sperimentali.

Il processo d'inversione per il trattamento dei dati MASW condotto in questo studio è stato realizzato mediante l'utilizzo del programma "Easy MASW".

Durante l'inversione il primo passaggio è correlare i parametri che derivano dalle analisi con ECHO TROMO HVSR3 e quindi fittare i dati M.A.S.W. con le curve H.V.S.R. (Horizontal to



Vertical Spectral Ratio). Successivamente il programma risolve il sistema di equazioni di tutti gli strati inseriti nel modello ipotetico e restituisce per ciascuno strato, la velocità delle onde di taglio calcolata, in modo tale da ricostruire il profilo della velocità delle onde di taglio del sito investigato.



Schema riassuntivo del metodo MASW eseguito nel presente lavoro.

Le indagini MASW eseguite nel presente lavoro hanno permesso di caratterizzare con un buon grado di dettaglio i primi 10 metri di sottosuolo dal punto di vista sismico, fornendo inoltre informazioni utili nell'elaborazione e nell'interpretazione di alcune misure HVSR effettuate in siti che richiedevano ulteriori approfondimenti geologici.



5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Grazie ai dati raccolti attraverso i sopralluoghi e alle indagini consultate e quelle effettuate ex novo si è potuto ricostruire un primo modello geologico del sottosuolo.

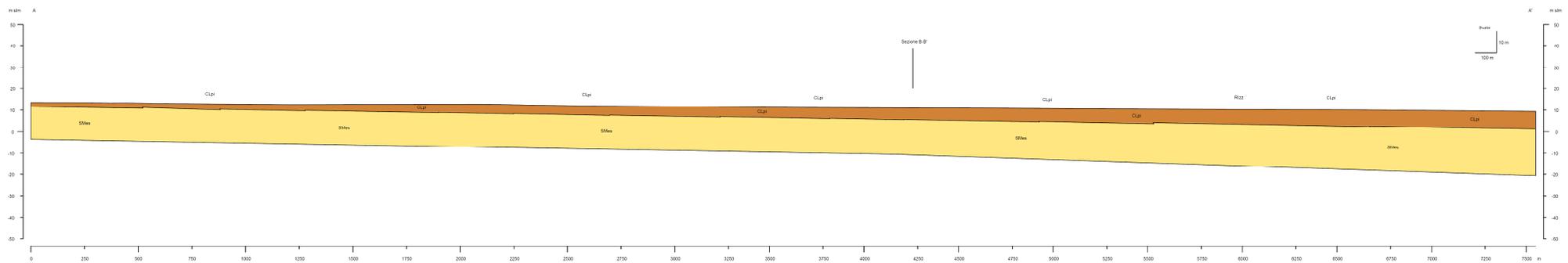
Tale modello è rappresentato da due sezioni litologiche (A-A', B-B') che sono contenute nella Carta Geologico-tecnica. Le forme dei depositi sono state delineate in base ai dati stratigrafici derivanti da indagini dirette pre-esistenti e integrate dai dati geofisici acquisiti e in base alle dinamiche delle singole morfologie dei depositi presenti nel territorio in oggetto.

Il territorio comunale è compreso nella bassa pianura veneta formata in tempi geologicamente recenti dall'accumulo di materiali a granulometria fine di origine fluviale e fluvioglaciale da parte delle acque correnti. Nel corso dell'era quaternaria i vari fiumi veneti, in uscita dalle valli montane, hanno depositato notevoli masse di detriti grossolani creando grandi conoidi legate le une alle altre. Non esistono nette linee di separazione tra di esse, anzi, durante la formazione, si sono più volte incrociate, sovrapposte ed anastomizzate, a causa del mutare frequente dei regimi idrici e del corso delle acque.

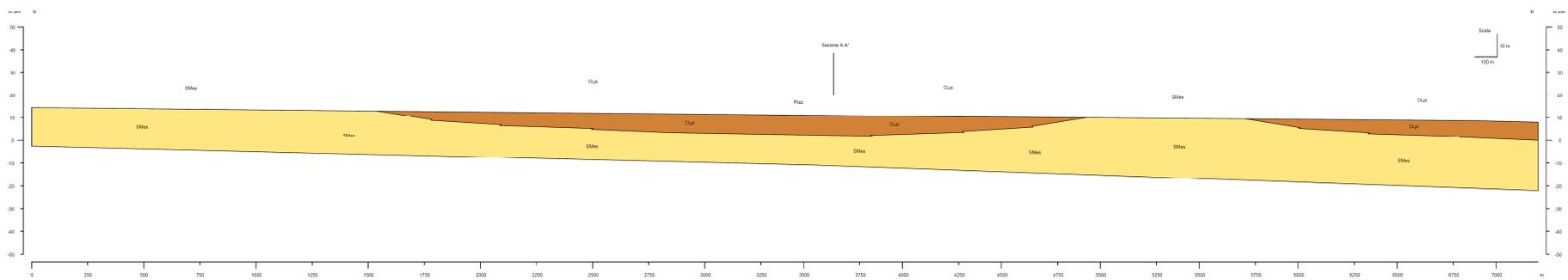
I depositi prevalenti sono di natura argillosa-limosa, talora torbosa, in particolare nella porzione sud-orientale del territorio comunale. Tali depositi presentano spessori crescenti procedendo da nord-ovest verso sud-est, con potenze che vanno da un minimo di 2 a un massimo di circa 8 metri. Localmente sono presenti dei dossi fluviali costituiti da sabbie localmente limose, in corrispondenza delle divagazioni del fiume Brenta e Sile. I depositi fini sono stati generati dalle esondazioni di tali rami estinti. Al di sotto dei depositi fini delle piane inondabili prevalgono i depositi sabbiosi dei dossi fluviali, con spessori medi tra 15 e 30 metri circa. Al di sotto dei medesimi prevalgono depositi ghiaioso-sabbiosi degli antichi conoidi fluvioglaciali con spessori decrescenti procedendo in direzione nord-ovest ÷ sud-est.

In misura minore nel territorio comunale sono presenti depositi antropici appartenenti a due differenti categorie di seguito descritte:

- Terreni contenenti resti di attività antropica - zone di cava: si tratta di depositi argillosi di origine fluviale rimaneggiati o riempimenti di stesce recuperate per scopi agricoli;
- Terreni contenenti resti di attività antropica - discariche: si tratta di due aree di cava riutilizzate rispettivamente come depositi di inerti e rifiuti speciali.



Sezione A-A'



Sezione B-B''



6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

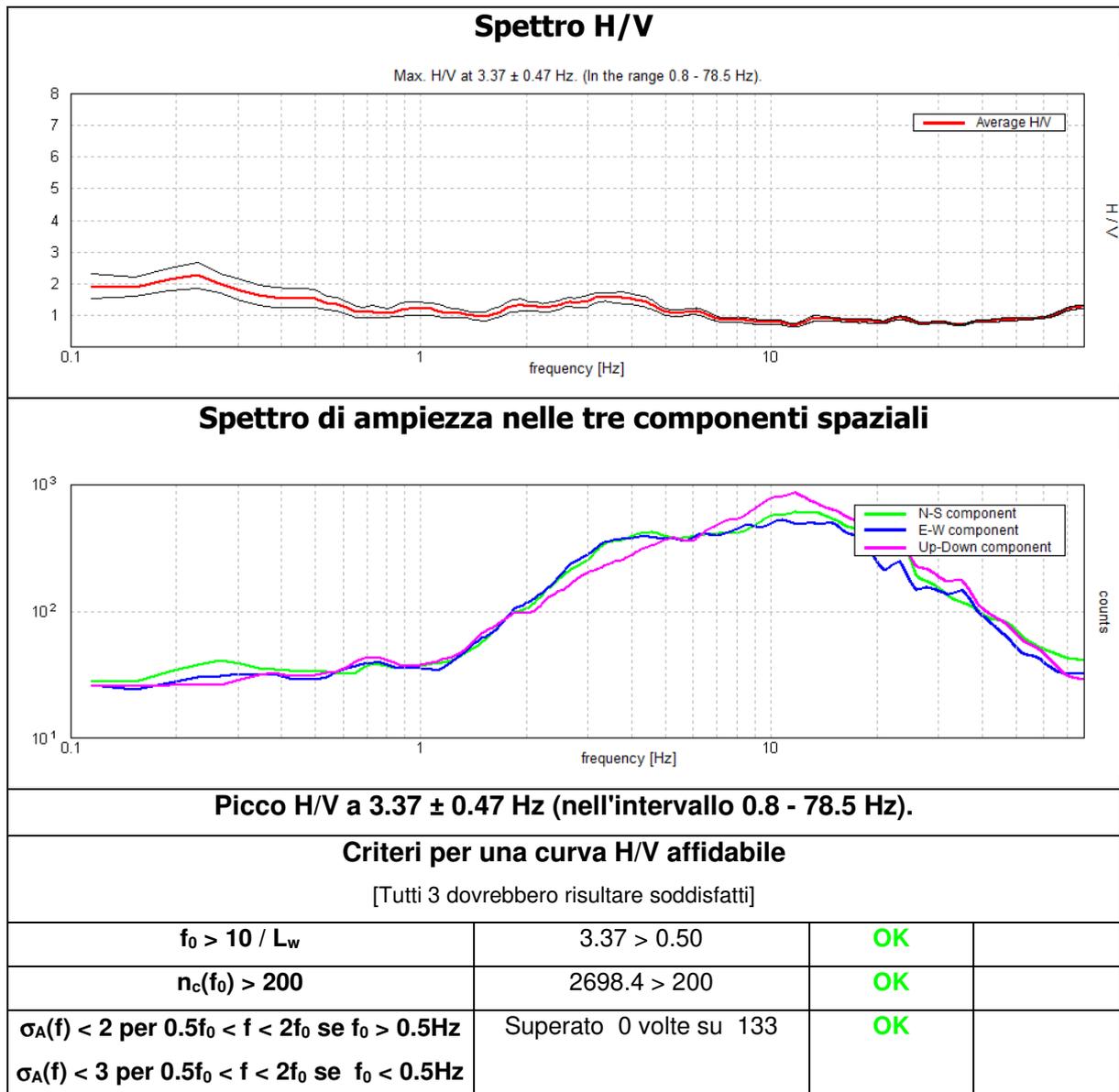
6.1 Identificazione e rappresentati dei dati raccolti

I dati geologici, idrogeologici e geomorfologici emergono da rilevamenti di dettaglio effettuati nel territorio comunale e da indagini precedenti fornite dagli archivi comunali. Tali dati rappresentano la componente geologica più superficiale del territorio che deve essere sviluppata in maniera più dettagliata nei livelli di microzonazione successivi.

In alcune indagini HVSR si sono riscontrati alcuni problemi legati a particolari situazioni geologiche o a disturbi ambientali che hanno perturbato la buona riuscita dell'indagine o ne hanno resa difficoltosa l'analisi:

Le seguenti indagini HVSR 07, HVSR 08, HVSR 09, HVSR 11 non soddisfano tutti i criteri SESAME come riportato nelle successive tabelle. Nonostante l'incertezza delle indagini si è deciso di utilizzarne i risultati poiché i valori hanno un andamento simile in tutte le indagini. Il comportamento "anomalo" risulta comunque significativo.

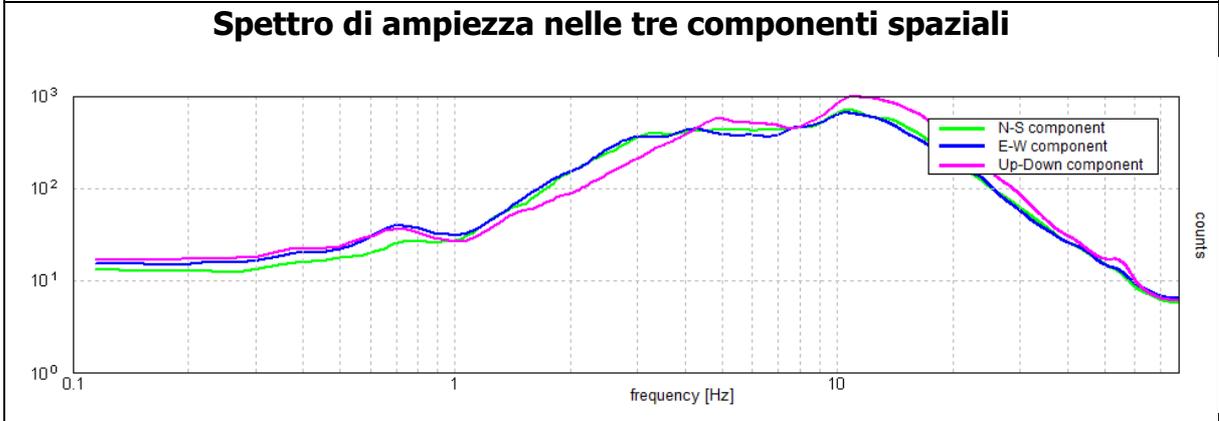
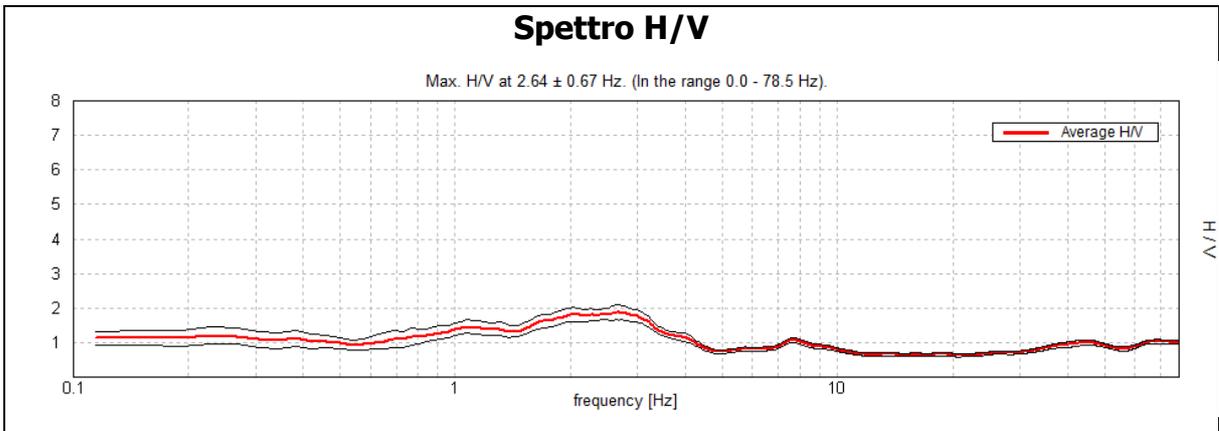
HVSR 07





Criteria per un picco H/V chiaro			
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.429 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.59 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13951 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.47058 < 0.16865$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1352 < 1.58$	OK	

HVSR 08



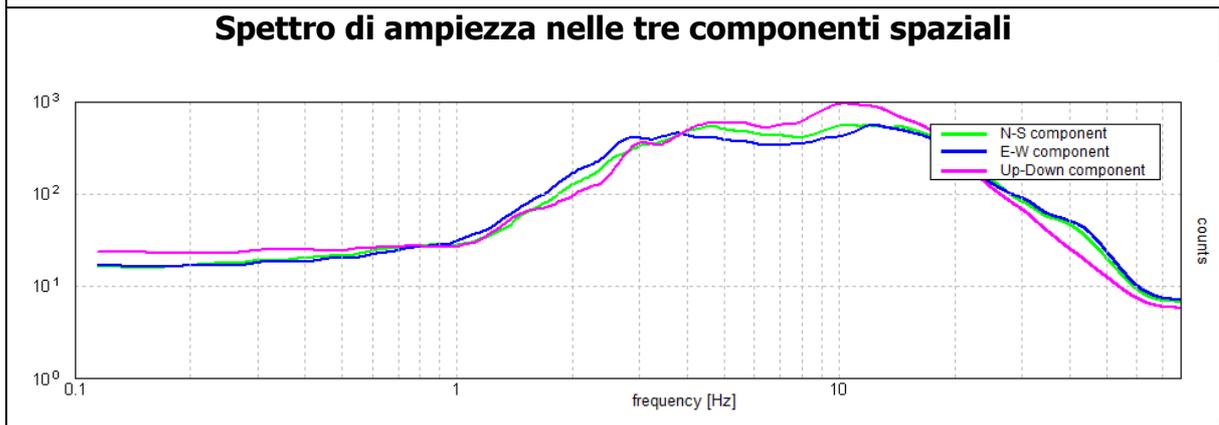
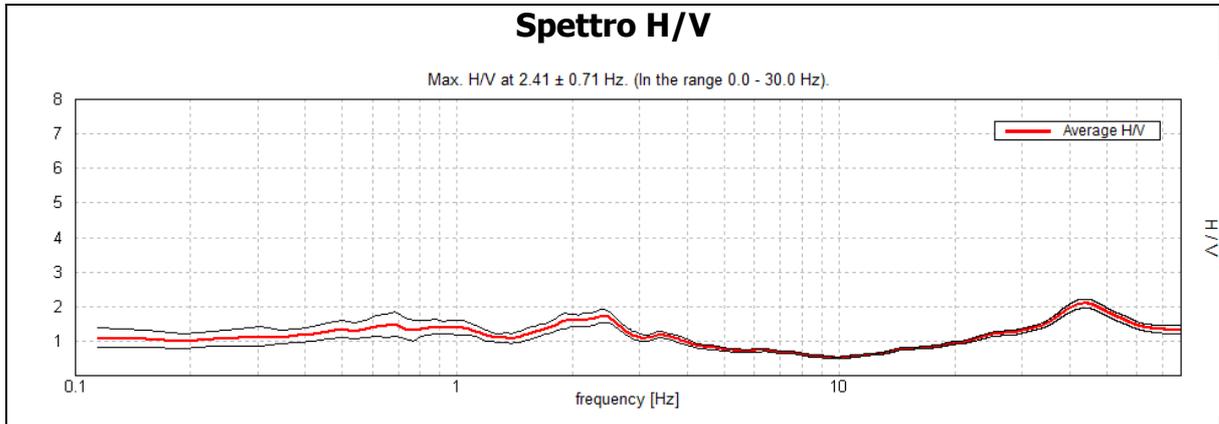
Picco H/V a 2.64 ± 0.67 Hz (nell'intervallo 0.0 - 78.5 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile			
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$2.64 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2486.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 105	OK	
Criteria per un picco H/V chiaro			
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.37 Hz	OK	



$A_0 > 2$	$1.88 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.25303 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.66922 < 0.13224$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2171 < 1.58$	OK	

HVSR 09



Picco H/V a 2.64 ± 0.67 Hz (nell'intervallo 0.0 - 78.5 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.64 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2486.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 105	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

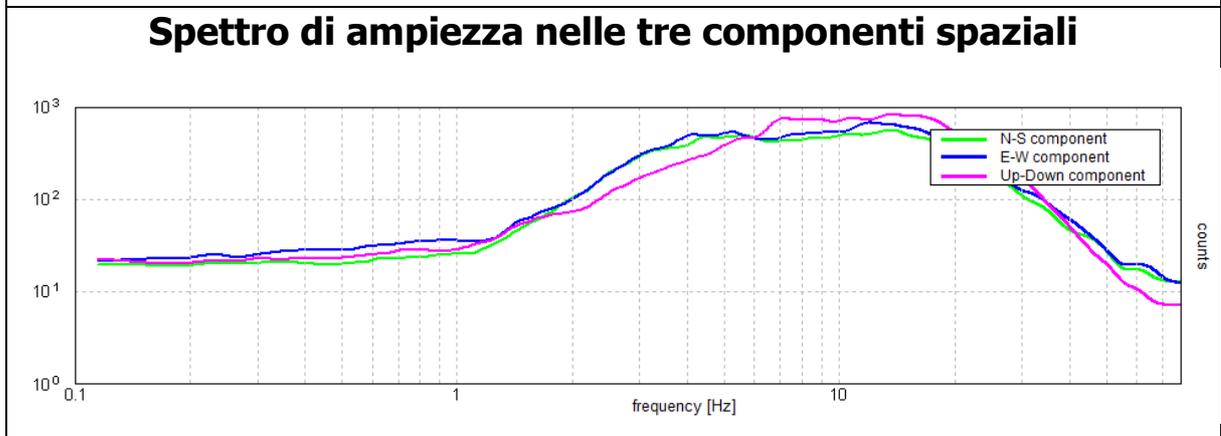
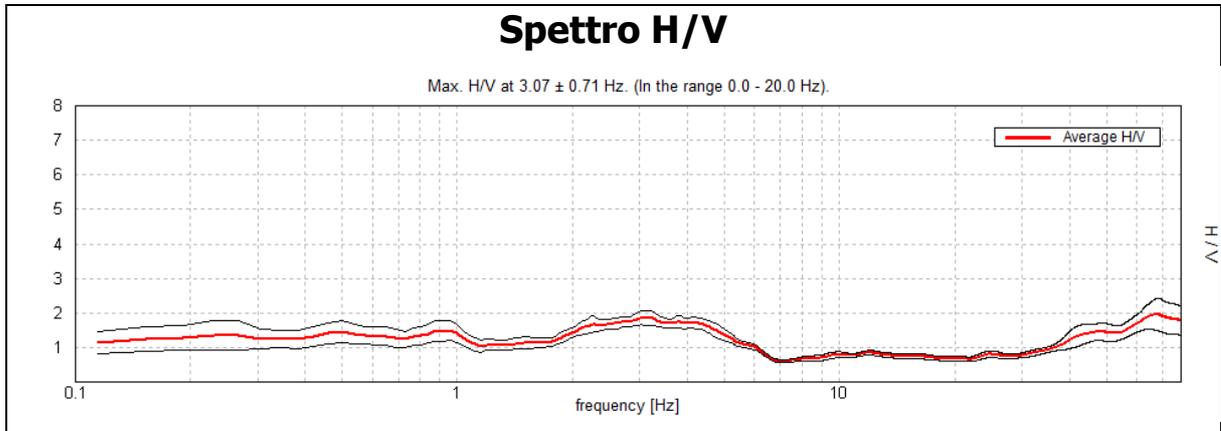
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.37 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.88 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.25303 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.66922 < 0.13224$		NO



$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2171 < 1.58$	OK	
-------------------------------	-----------------	----	--

HVSR 11



Picco H/V a 3.07 ± 0.71 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.07 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2085.2 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 121	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.209 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.87 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.23259 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.71322 < 0.15332$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2146 < 1.58$	OK	



7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Di seguito verranno illustrate la modalità di elaborazione dei dati geologici, idrogeologici e geomorfologici utilizzati per effettuare la zonazione di primo livello del Comune di Preganziol basato su una riclassificazione delle litologie presenti in chiave sismica e in generale:

- Zona 1: Depositi fluviali di natura prevalentemente sabbiosa talora limosa. Si tratta di depositi fini prevalentemente sabbiosi talora limosi, di origine alluvionale. Essi compaiono nella parte occidentale del territorio comunale. Sono legati a lunghe spalmature sabbiose laterali agli antichi percorsi del Sile e delle correnti originate dal F. Brenta. Esso si estende in profondità per uno spessore non superiore ai 10 - 15 m e sovrasta le alluvioni ghiaioso-sabbiose degli antichi conoidi ghiaiosi. In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico e potenziali fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione;
- Zona 2: Depositi fluviali recenti argillosi-limosi delle piane inondabili. Si tratta di depositi di natura prevalentemente argillosa, talora limosa generata dalle esondazioni generate in corrispondenza degli antichi percorsi del fiume Brenta e più recentemente del fiume Sile. Essi compaiono in modo diffuso su tutto il territorio comunale, ad eccezione della porzione sud-orientale. La potenza di questi sedimenti è modesta e generalmente compresa tra 3 e 5 m. Tali depositi poggiano sui terreni più antichi sabbiosi di origine fluviale depositati dal fiume Brenta (SMes). In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico e potenziali fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione;
- Zona 3: Depositi fluviali recenti argillosi-limosi talora torbosi delle piane inondabili. depositi di natura prevalentemente argillosa, talora limosa e/o torbosa generata dalle esondazioni generate in corrispondenza degli antichi percorsi del fiume Brenta e più recentemente del fiume Sile. Essi affiorano in corrispondenza della porzione sud-orientale del territorio comunale. La potenza di questi sedimenti è generalmente compresa tra 7 e 8 m. Tali depositi poggiano sui terreni più antichi sabbiosi di origine fluviale depositati dal fiume Brenta (SMes). In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico e potenziali fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione;
- Zona 4: Terreni contenenti resti di attività antropica - riempimenti di aree di cava. Si tratta di terreni rimaneggiati presenti nelle aree di cava di materiale argilloso dismesse e coltivate in passato presenti in modo diffuso nel territorio comunale. A tale zona sono stati associati inoltre i riempimenti argillosi di alcune delle sopraccitate aree di cava e ripristinate a fini agricoli. Gli spessori sono da decimetrici a metrici, mai superiori ai tre metri. In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico e potenziali fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione;
- Zona 5: Terreni contenenti resti di attività antropica - discariche. Tale zona è costituita da alcune aree dove sono presenti rispettivamente depositi di inerti di natura prevalentemente granulare con matrice fine da scarsa ad assente con grado di addensamento basso e di rifiuti speciali non pericolosi. Gli spessori sono inferiori ai tre metri con l'incertezza sugli spessori relativamente alla discarica presente in via Forlanini. A tale scopo quest'ultima area è stata inserita come "Zona di attenzione per cedimenti differenziali". In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico, potenziali cedimenti differenziali in corrispondenza della discarica di via Forlanini e fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione.



8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Per la produzione delle seguenti cartografie sono stati selezionati ed analizzati i dati geologici, geomorfologici e idrogeologici derivanti dalle cartografie del PAT e studi posteriori ad esso, oltre che ulteriori informazioni prodotte tratte in seguito. Sono state inoltre effettuate alcune indagini sismiche passive a stazione singola (HVSr) e MASW.

8.1 La Carta delle Indagini

Il primo elaborato della microzonazione sismica di I livello ha lo scopo di raccogliere le indagini (sia pregresse che realizzate ex novo), in modo da avere alcuni dati di partenza da cui elaborare e delimitare le diverse zone stabili, suscettibili di amplificazioni locali o suscettibili di instabilità.

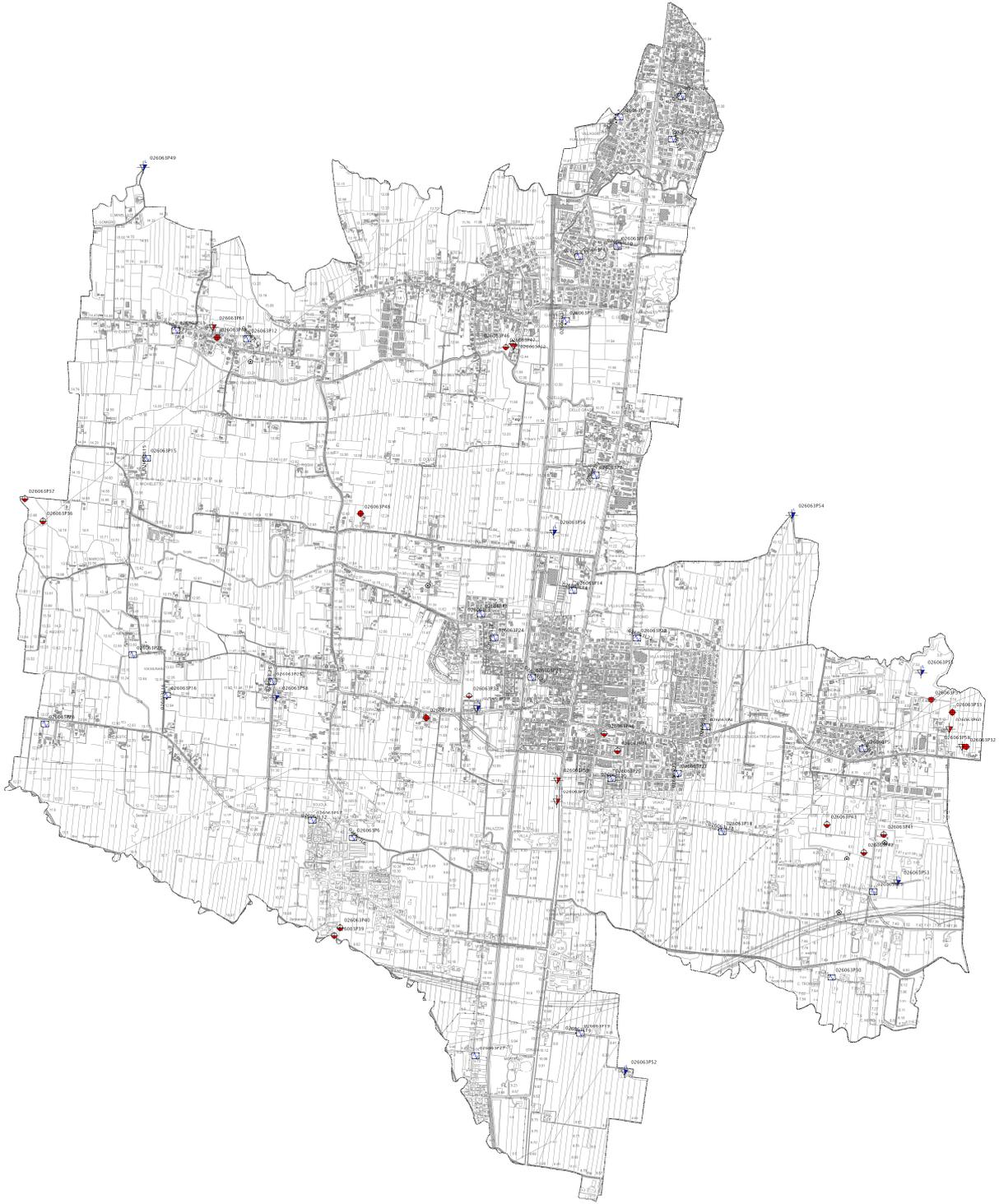
Nella Carta delle Indagini sono state segnalate le diverse indagini geologico-tecniche e geofisiche effettuate all'interno del Comune di Preganziol.

Queste indagini sono state inoltre codificate come dettato dagli Standard di Rappresentazione Informatica ver.4.2 all'interno di sei tipologie di tabelle (estratte dai relativi DB):

- Sito_puntuale: per ogni punto sulla carta esiste una tabella con la sua localizzazione geografica e la data in cui è stata eseguita la prova;
- Indagini_puntuali: Per ogni indagine puntuale vengono descritte la tipologia delle indagini e la profondità totale indagata;
- Parametri_puntuali: per ogni singolo strato geotecnico di ogni singola indagine vengono descritte le caratteristiche litologiche, il parametro geotecnico o il parametro geofisico acquisito e lo spessore di tale strato;
- Sito_lineare: per ogni sito lineare sulla carta esiste una tabella con la localizzazione geografica dei suoi vertici e la data in cui è stata eseguita la prova;
- Indagini_lineari: Per ogni indagine lineare vengono descritte la tipologia dell'indagine;
- Parametri_lineari: per ogni singolo strato geotecnico di ogni singola indagine vengono descritte le caratteristiche litologiche, il parametro geotecnico o il parametro geofisico acquisito e lo spessore di tale strato.

Nella carta sono presenti:

- Indagini di microtremori a stazione singola HVSr (indagini ex novo);
- MASW (indagini ex novo).





8.2 La Carta geologico-tecnica

Il secondo elaborato di questo studio di microzonazione contiene i dati geologici e geomorfologici utilizzati per produrre la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica. Tutti gli elementi presenti in questa carta sono stati codificati in base agli Standard di Rappresentazione Informatica ver.4.2.

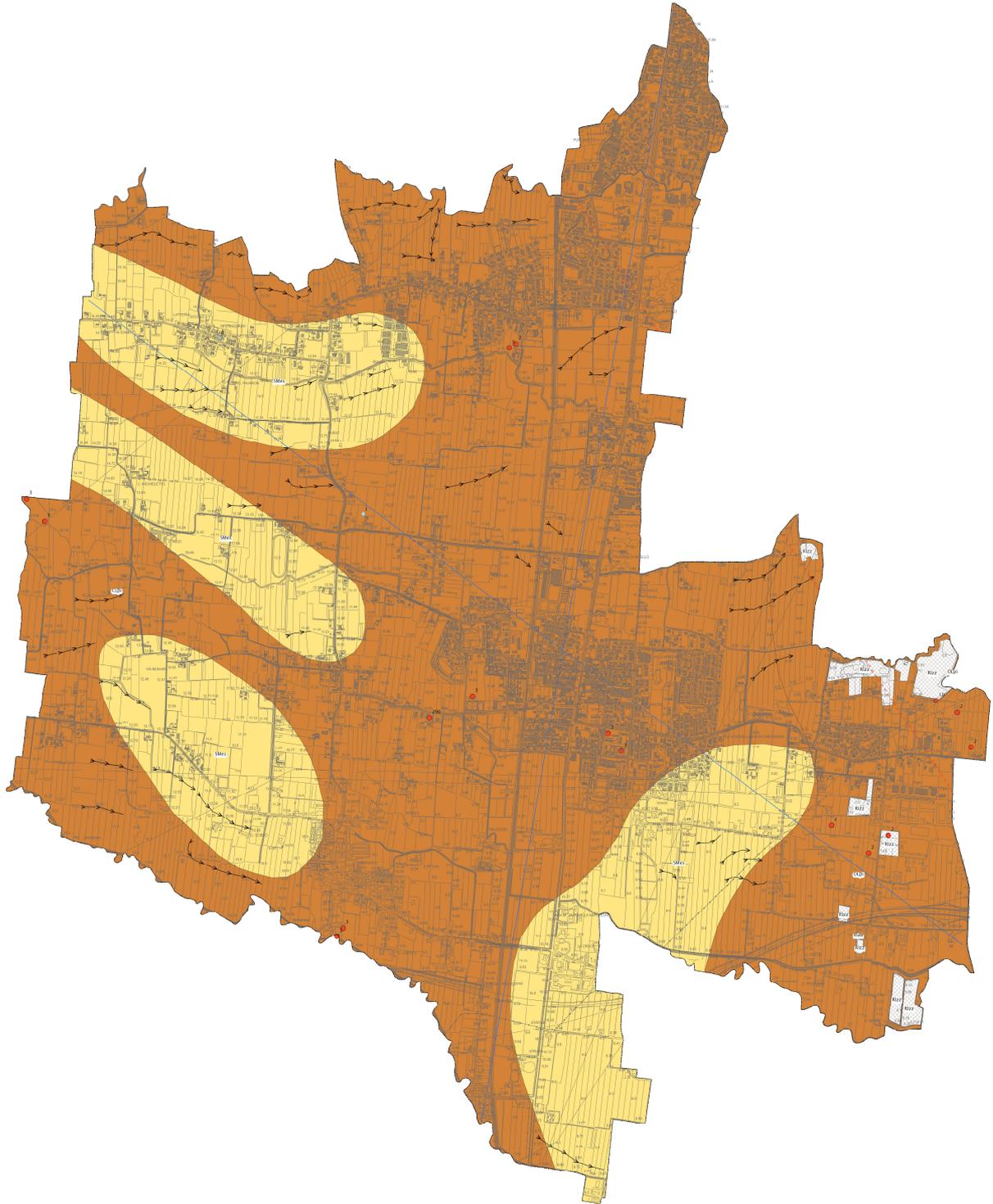
8.2.1 Unità litologiche

Le unità litologiche presenti in carta sono state create riclassificando le unità litologiche presenti nel PAT previa approfondita verifica e si suddividono in:

Terreni di copertura

	RIZZ	Terreni contenenti resti di attività antropica
	SMes	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	CLpi	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	OLpi	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità

Litologia	Genesi
RI – Terreni contenenti resti di attività antropica: si tratta di depositi eterogenei costituenti il fondo scavo di cave dismesse, cave recuperate ad uso agricolo, cave adibite a discariche.	zz
SM - Sabbie limose, miscela di sabbia e limo: si tratta di sabbie prevalenti, localmente limose di origine fluviale	es (argine/barre/canali)
CL - Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre: si tratta di depositi argillosi talora limoso-sabbiosi di decantazione di piana inondabile generati dalle esondazioni recenti.	pi (piana inondabile)
OL - Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità: si tratta di depositi argillosi talora torbosi di decantazione di piana inondabile generati dalle esondazioni recenti.	pi (piana inondabile)



Carta geologico-tecnica (2022)



8.2.1 Forme di superficie e sepolte

➤ — Asse di paleoalveo

Non sono presenti elementi che possono avere valenza sismica.

8.2.2 Elementi tettonico strutturali

== == == == Faglia con cinematismo non definito attiva e capace (incerta)

8.2.3 Elementi geologici e idrogeologici

● Pozzo o sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico (con indicazione della profondità (m) raggiunta)

● Presenza della falda in aree con sabbie e/o ghiaie (con indicazione della profondità (m) del tetto della falda)

— Traccia di sezione geologico-technica significativa e rappresentativa del modello del sottosuolo

All'interno della Carta Geologica Tecnica sono tracciate 2 sezioni (A-A'; B-B') che permettono di ricostruire il modello di sottosuolo di Preganziol.



8.3 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

Il terzo elaborato previsto per il primo livello è la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS). La carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici (si sottolinea che si tratta di dati pregressi, già disponibili per l'area) e sismici (MASW e HVSR) è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, liquefazioni...).

Le informazioni utilizzabili, oltre alla cartografia di base disponibile, sono state:

- Carta delle Indagini redatta per questo studio;
- Carta geologico-tecnica prodotta per questo studio;
- Carte geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del PAT.

Questa carta identifica le geometrie di microzone potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici. Non è previsto l'utilizzo di un input sismico, né la quantificazione numerica dei diversi effetti. Si è scelto di circoscrivere l'area in cui studiare le microzone nelle zone su cui sussistono centri abitati o nelle quali l'amministrazione comunale ha previsto edificazioni.

Le microzone della carta sono classificate in:

- **zone suscettibili di instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). Nel territorio comunale sono state individuate
 - **zone di Attenzione per liquefazioni:** per l'ubiquitaria presenza nel sottosuolo comunale di depositi sciolti sabbiosi o sabbioso-limosi saturi entro i 15 metri di profondità;
 - **Zone di Attenzione per cedimenti differenziali:** si tratta di un'area di scarica lungo via Forlanini dove gli spessori dei materiali di origine antropica possono generare cedimenti di tipo differenziale.
 - **Zone di Attenzione per sovrapposizione di Instabilità Differenti:** si tratta di una fascia dove si sovrappongono i potenziali effetti cosismici dovuti a:
 - **aree suscettibili di instabilità per faglie attive e capaci:** in corrispondenza del tracciato della faglia "Montebelluna", in una fascia di larghezza 400 metri;
 - **aree suscettibili di instabilità per liquefazione:** per la presenza nella medesima fascia di depositi sciolti sabbiosi o sabbioso-limosi saturi entro i 15 metri di profondità.
 - **Aree suscettibili di cedimenti differenziali:** per la presenza di riempimenti antropici con spessori localmente superiori a tre metri.

Nella Carta delle MOPS sono inoltre contenuti alcuni elementi morfologici ritenuti significativi. Tutti gli elementi presenti in questa carta sono stati codificati in base agli Standard di Rappresentazione Informatica ver.4.2.

Con la cartografia prodotta sarà possibile:

- la programmazione di indagini di approfondimento, sulla base delle diverse tipologie di effetti attesi;
- l'individuazione delle aree per le quali sono necessari ulteriori livelli di approfondimento.



8.3.1 Valutazione sulle zone di attenzione per cedimenti differenziali

In corrispondenza delle aree individuate come R_{Izz} nella carta geologica tecnica, ovvero dove sono presenti terreni rimaneggiati di natura antropica, sono stati verificati valutati i potenziali spessori di tali terreni, ai fini di verificare se si possano verificare eventuali cedimenti differenziali (nel caso di superamento dei 3 metri di spessore), rimandando pertanto ad ulteriori approfondimenti propri dei successivi livelli di microzonazione sismica.

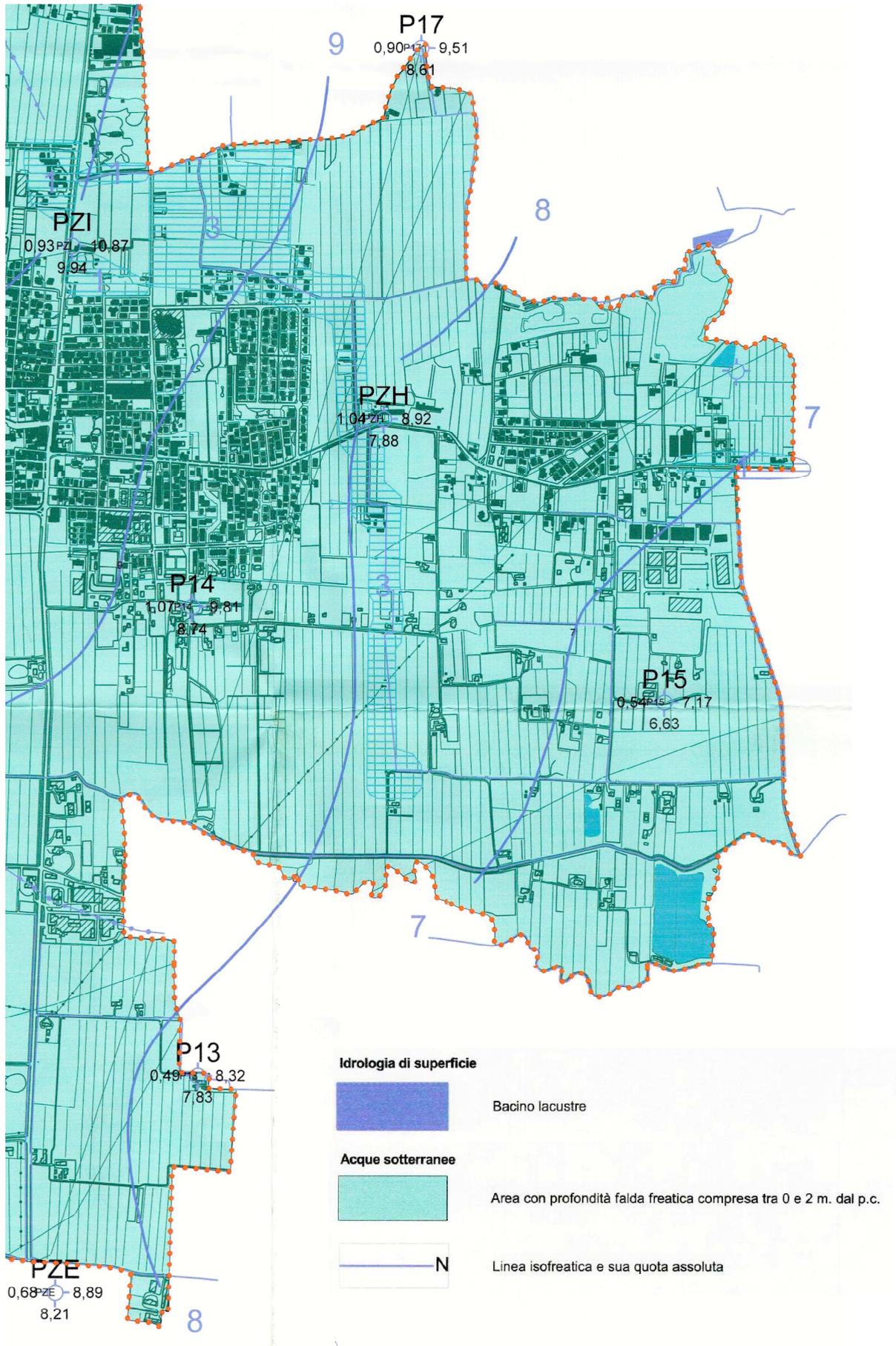
Tali aree sono state suddivise ulteriormente in zone 4 e 5 (si veda paragrafo 8.3.3).

Zona 4

Si tratta di terreni rimaneggiati presenti nelle aree di cava di materiale argilloso dismesse e coltivate in passato presenti in modo diffuso nel territorio comunale. A tale zona sono stati associati inoltre i riempimenti argillosi di alcune delle sopraccitate aree di cava e ripristinate per scopi agricoli.

Ai fini di valutare i potenziali spessori massimi di riempimento delle cave sono state ricercate le modalità di coltivazione delle cave avvenute nel passato.

Considerando il fatto che il livello della falda freatica nella porzione interessata dalle attività di cava (porzione sud-occidentale del territorio comunale) si pone mediamente a quote prossime al piano campagna (come visibile dallo stralcio della carta idrogeologica del PAT di seguito riportato), le profondità di scavo non sono state spinte a profondità superiori a tre metri. Considerando inoltre che i riempimenti hanno riportato la superficie all'originario piano campagna, si ritiene con una ragionevole sicurezza che i riempimenti antropici siano inferiori ai 3 metri, rimandando di fatto la valutazione cosismica ai terreni sottostanti, escludendo una possibile instabilità per cedimenti.

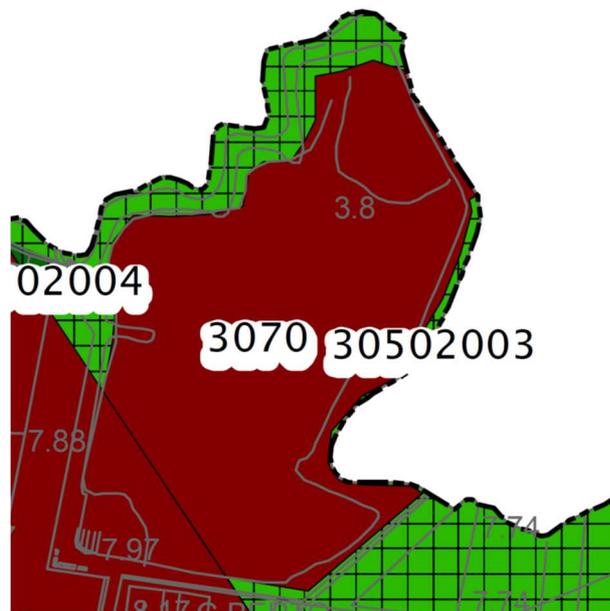




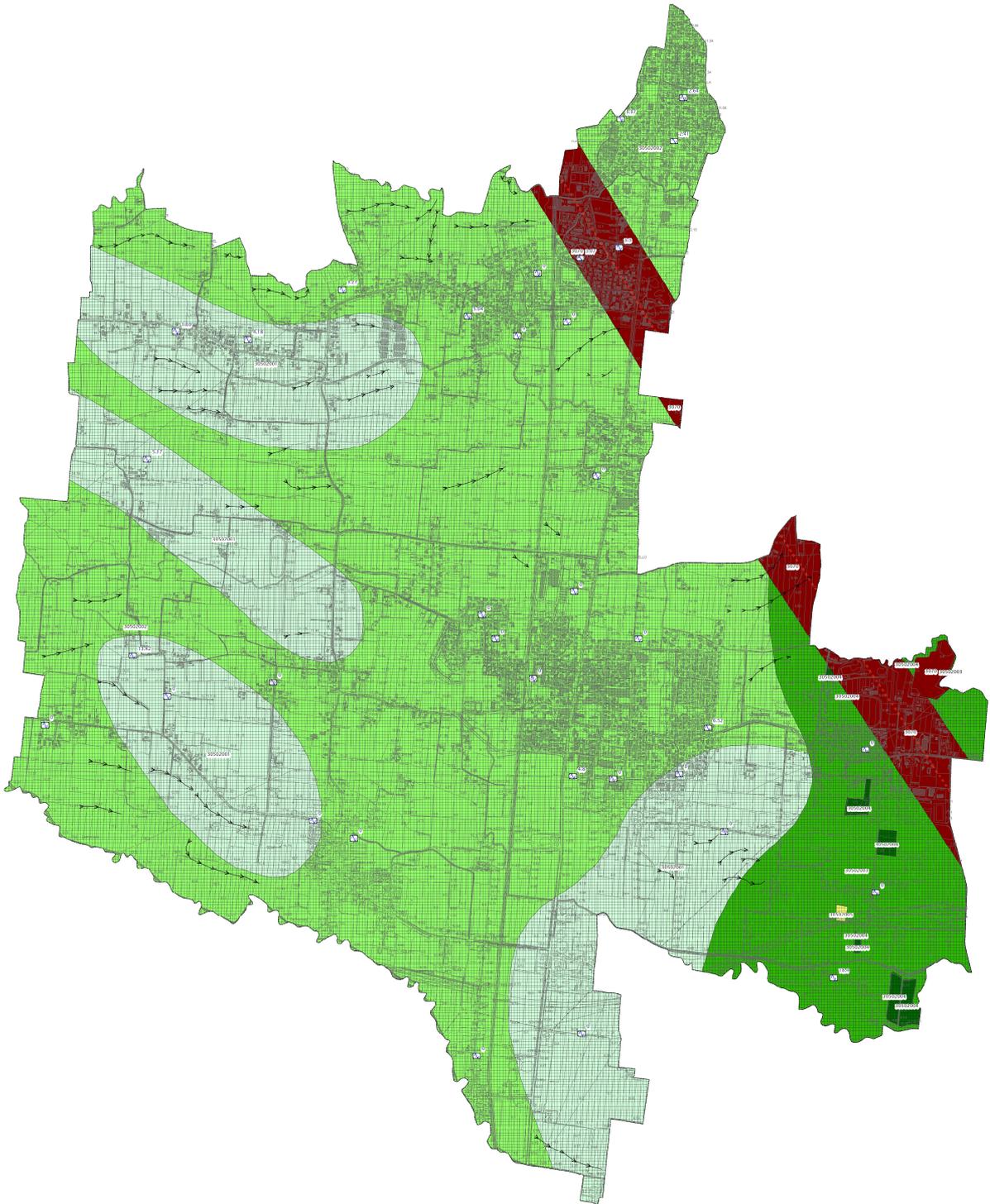
Zona 5

Si tratta di alcune aree dove sono presenti rispettivamente depositi di inerti di natura prevalentemente granulare con matrice fine da scarsa ad assente con grado di addensamento basso e di rifiuti speciali non pericolosi. Gli spessori sono inferiori ai tre metri con l'incertezza sugli spessori relativamente alla discarica presente in via Forlanini. A tale scopo quest'ultima area è stata inserita come "Zona di attenzione per cedimenti differenziali".

Le medesime considerazioni effettuate per la zona 4 sono valide anche per la zona 5. A differenza della zona 4 è presente una discarica in via Forlanini (riempimento di una ex area di cava) dove i riempimenti si pongono ad una quota massima superiore al piano campagna originale. Pertanto è probabile, quantomeno nelle porzioni centrali, che gli spessori dei riempimenti superino i 3 metri. Quindi a scopo cautelativo per l'area è stata individuata una zona di attenzione per cedimenti differenziali.



Stralcio zona di attenzione per sovrapposizione instabilità differenti in corrispondenza della discarica di via Forlanini (Zona di Attenzione per cedimenti differenziali ZACD e Zona di attenzione per liquefazioni ZALQ)



Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (2023)



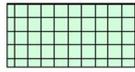
8.3.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Non sono presenti nel territorio comunale aree stabili suscettibili di amplificazioni locali. Le litologie presenti nel territorio sono suscettibili amplificazioni locali del moto sismico a causa dell'assetto litostratigrafico e morfologico delle aree stesse. A questo si sovrappongono i potenziali effetti cosismici per fenomeni di liquefazione.

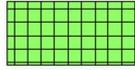


8.3.3 *Zone di attenzione per instabilità*

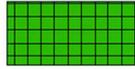
Zone di Attenzione per Instabilità



30502001 - ZALQ - Zona di Attenzione per Liquefazione - Zona 1



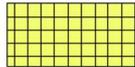
30502002 - ZALQ - Zona di Attenzione per Liquefazione - Zona 2



30502003 - ZALQ - Zona di Attenzione per Liquefazione - Zona 3



30502004 - ZALQ - Zona di Attenzione per Liquefazione - Zona 4



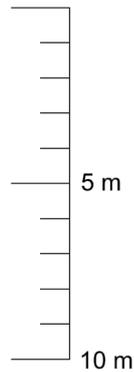
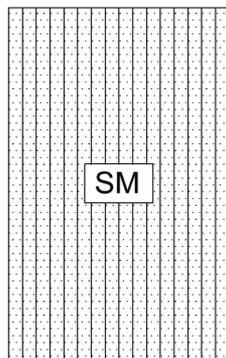
30502005 - ZALQ - Zona di Attenzione per Liquefazione - Zona 5



3070 - ZAID - Zona di Attenzione per sovrapposizione di Instabilità Differenti

8.3.3.1

Zona 1 - Depositi fluviali di natura prevalentemente sabbiosa talora limosa

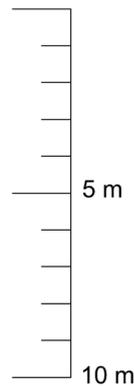
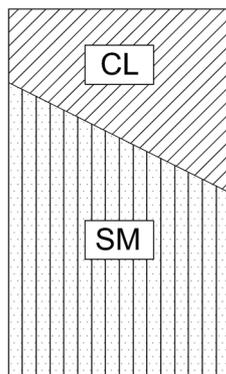


Si tratta di depositi fini prevalentemente sabbiosi talora limosi, di origine alluvionale. Essi compaiono nella parte occidentale del territorio comunale. Sono legati a lunghe spalmature sabbiose laterali agli antichi percorsi del Sile e delle correnti originate dal F. Brenta. Esso si estende in profondità per uno spessore non superiore ai 10 - 15 m e sovrasta le alluvioni ghiaioso-sabbiose degli antichi conoidi ghiaiosi.

In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico e potenziali fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione.

8.3.3.2

Zona 2 - Depositi fluviali recenti argillosi-limosi delle piane inondabili



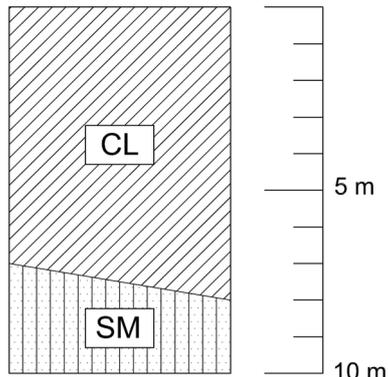
Si tratta di depositi di natura prevalentemente argillosa, talora limosa generata dalle esondazioni generate in corrispondenza degli antichi percorsi del fiume Brenta e più recentemente del fiume Sile. Essi compaiono in modo diffuso su tutto il territorio comunale, ad eccezione della porzione sud-orientale. La potenza di questi sedimenti è modesta e generalmente compresa tra 3 e 5 m. Tali depositi poggiano sui terreni più antichi sabbiosi di origine fluviale depositati dal fiume Brenta (SMes).

In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico e potenziali fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione.



8.3.3.3

Zona 3 – Depositi fluviali recenti argillosi-limosi talora torbosi delle piane inondabili

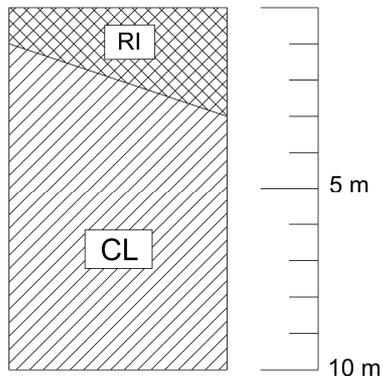


Si tratta di depositi di natura prevalentemente argillosa, talora limosa e/o torbosa generata dalle esondazioni generate in corrispondenza degli antichi percorsi del fiume Brenta e più recentemente del fiume Sile. Essi affiorano in corrispondenza della porzione sud-orientale del territorio comunale. La potenza di questi sedimenti è generalmente compresa tra 7 e 8 m. Tali depositi poggiano sui terreni più antichi sabbiosi di origine fluviale depositati dal fiume Brenta (SMes).

In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico e potenziali fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione.

8.3.3.4

Zona 4 – Terreni contenenti resti di attività antropica - riempimenti di aree di cava

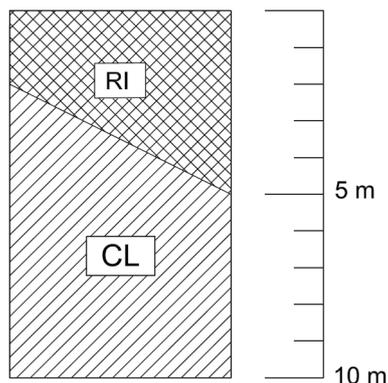


Si tratta di terreni rimaneggiati presenti nelle aree di cava di materiale argilloso dismesse e coltivate in passato presenti in modo diffuso nel territorio comunale. A tale zona sono stati associati inoltre i riempimenti argillosi di alcune delle sopraccitate aree di cava e ripristinate a fini agricoli. Gli spessori sono da decimetrici a metrici, mai superiori ai tre metri.

In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico e potenziali fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione.

8.3.3.5

Zona 5 – Terreni contenenti resti di attività antropica - discariche



Si tratta di alcune aree dove sono presenti rispettivamente depositi di inerti di natura prevalentemente granulare con matrice fine da scarsa ad assente con grado di addensamento basso e di rifiuti speciali non pericolosi.

Gli spessori sono inferiori ai tre metri con l'incertezza sugli spessori relativamente alla discarica presente in via Forlanini. A tale scopo quest'ultima area è stata inserita come "Zona di attenzione per cedimenti differenziali".

In questa zona si possono produrre effetti di amplificazione sismica di tipo stratigrafico, potenziali cedimenti differenziali in corrispondenza della discarica di via Forlanini e fenomeni cosismici legati alla potenziale liquefazione.

8.3.4 Forme di superficie e sepolte

➤ ➤ ➤ Asse di paleoalveo

Non sono presenti elementi che possono avere valenza sismica.



8.3.5 Punti di misura di rumore ambientale



Punto di misura di rumore ambientale con indicazione del valore di f_0

Nella Carta delle MOPS sono stati inseriti anche i punti di misura ambientale, ovvero i punti delle indagini HVSr effettuate per questo Studio. In carta sono presenti anche le frequenze di picco misurate in ciascun punto.

8.3.6 Traccia per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche

———— Traccia per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche

Non sono state riportate le tracce per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche in quanto nel territorio comunale non sono presenti forme che potenzialmente possono sviluppare tali amplificazioni.



9. PRESCRIZIONI E INDICAZIONI PER GLI APPROFONDIMENTI DI II E III LIVELLO

A seguito dei risultati illustrati in tale studio e nelle Carte ad esso allegate emergono alcune problematiche di tipo sismico che necessitano di un approfondimento, in modo da poter diminuire la vulnerabilità sismica delle future edificazioni prevenendo tali problematiche.

Di seguito vengono date alcune prescrizioni sulle Zone suscettibili di amplificazioni locali, sulle Zone suscettibili d'instabilità e su alcuni elementi morfologici presenti nella Carta della Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica:

9.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

In tali Zone interessate da probabili effetti di amplificazione di tipo morfologico e/o topografico sono necessari **approfondimenti di II livello di Microzonazione Sismica** per stimare i valori di amplificazione attraverso la quantificazione dei fattori FA (fattore di amplificazione a bassi periodi) e FV (fattore di amplificazione ad alti periodi) come indicato negli ICMS (2008).

9.1.1 Amplificazioni per effetti litologici-stratigrafici

In tutte le microzone (1÷5) evidenziate nella carta delle MOPS è necessario valutare, per mezzo di metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), l'entità delle amplificazioni di tipo litostratigrafico. Gli approfondimenti dovranno derivare da opportune indagini geofisiche attive/passive da ubicare preferibilmente negli ambiti interessati da previsioni urbanistiche.

9.2 Zone suscettibili di instabilità

9.2.1 Zone di attenzione per liquefazione

Per quanto riguarda le zone di attenzione per liquefazione è necessario un **approfondimento di II livello**, procedendo con la valutazione del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione attraverso metodi semplificati. La suscettibilità del terreno deve essere valutata sulla base di prove geofisiche in sito, investigando un numero di verticali adeguato all'estensione dell'area di indagine. Dovrà essere determinata con appropriate rilevazioni anche l'entità delle fluttuazioni dei livelli di falda e nelle analisi dovrà essere considerata la condizione meno cautelativa.

9.2.2 Zone di attenzione per faglie attive e capaci

Per quanto riguarda le zone di attenzione per faglie attive e capaci, le quali comprendono comprendere la supposta traccia del piano di rottura principale e i probabili fenomeni deformativi del terreno correlati al piano di rottura principale in un buffer di 200 m dalla medesima traccia, si rendono necessari gli **approfondimenti specifici propri del III livello** (Gruppo di lavoro MS, 2008) e secondo le Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC) versione 1.0 - Commissione tecnica per la microzonazione sismica.

9.2.3 Zone di attenzione per cedimenti differenziali

Per quanto riguarda le zone di attenzione per cedimenti differenziali si rendono necessari gli **approfondimenti specifici propri del III livello** (Gruppo di lavoro MS, 2008). Dovrà essere ricostruito il modello geologico e geotecnico del sottosuolo al fine di valutare, in un intorno significativo alla zona di contatto, i differenti effetti di amplificazione sismica e/o differenti effetti di cedimento. Dovranno altresì essere verificati e ricostruiti



tridimensionalmente eventuali terreni rimaneggiati e/o riportati ai fini di valutarne eventuali potenziali cedimenti differenziali, anche in condizioni dinamiche.

9.2.4 Zone di attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti

In tale area dovranno essere contemporaneamente condotti gli studi per la verifica dei seguenti potenziali effetti cosismici.

9.2.4.1 Zone di attenzione per liquefazione

Per quanto riguarda le zone di attenzione per liquefazione è necessario un **approfondimento di II livello**, procedendo con la valutazione del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione attraverso metodi semplificati. La suscettibilità del terreno deve essere valutata sulla base di prove geofisiche in sito, investigando un numero di verticali adeguato all'estensione dell'area di indagine. Dovrà essere determinata con appropriate rilevazioni anche l'entità delle fluttuazioni dei livelli di falda e nelle analisi dovrà essere considerata la condizione meno cautelativa.

9.2.4.2 Zone di attenzione per faglie attive e capaci

Per quanto riguarda le zone di attenzione per faglie attive e capaci, le quali comprendono comprendere la supposta traccia del piano di rottura principale e i probabili fenomeni deformativi del terreno correlati al piano di rottura principale in un buffer di 200 m dalla medesima traccia, si rendono necessari gli **approfondimenti specifici propri del III livello** (Gruppo di lavoro MS, 2008) e secondo le Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC) versione 1.0 - Commissione tecnica per la microzonazione sismica.

9.2.4.3 Zone di attenzione per cedimenti differenziali

Per quanto riguarda le zone di attenzione per cedimenti differenziali si rendono necessari gli **approfondimenti specifici propri del III livello** (Gruppo di lavoro MS, 2008). Dovrà essere ricostruito il modello geologico e geotecnico del sottosuolo al fine di valutare, in un intorno significativo alla zona di contatto, i differenti effetti di amplificazione sismica e/o differenti effetti di cedimento. Dovranno altresì essere verificati e ricostruiti tridimensionalmente eventuali terreni rimaneggiati e/o riportati ai fini di valutarne eventuali potenziali cedimenti differenziali, anche in condizioni dinamiche.



10. BIBLIOGRAFIA

Il ruolo delle Scienze della Terra nelle analisi di sicurezza di un sito per alcune tipologie di impianti industriali: il terremoto di riferimento per il sito di Viadana (MN). SERVA L. (1990) Boll. Soc. Geol. It., 109, 375-411;

<https://idt2.regione.veneto.it/idt/downloader/download> (per dati cartografici e geologici regionali);

<https://circe.iuav.it/catalogo-foto-aeree/> (per la consultazione delle foto aeree);

<http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/> catalogo nazionale delle faglie capaci – Progetto ITHACA);

<http://cnt.rm.ingv.it> (Catalogo ISIDe per i terremoti recenti);

<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/> (Database Macrosismico Italiano);

<http://www.bacino-adige.it/sito/index.php/la-pianificazione/piano-stralcio-per-la-tutela-del-rischio-idrogeologico-del-bacino-del-fiume-adige-regione-del-veneto> (PAI Adige)

OGNIBEN L. (1987) Modello geodinamico della regione trentina ed aree circostanti St. Trent. Sc. Nat., 63, 1-165 1987;

SLEJKO D., CARRARO F., CARULLI G.B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., DOGLIONI C. et alii Modello sismotettonico dell'Italia nord-orientale CNR, GNDT, Rend. 1, 82 pp 1987;

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 1991;

AA.VV. CNR (1983) - Neotectonic map of Italy, scale 1:500.000. P.F. Geodinamica, Quad. Ric. Scient., 114 CNR (1983) - Neotectonic map of Italy, scale 1:500.000. P.F. Geodinamica, Quad. Ric. Scient., 114 1983

ZANFERRARI A., PIANETTI F., MATTANA U., DALL'ARCHE L. & TONIELLO V. (1980) Evoluzione neotettonica e schema strutturale dell'area compresa nei fogli 38 - Conegliano, 37 - Bassano del Grappa (p.p.) e 39 - Pordenone (p.p.) CNR (1980) - Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. P.F. Geodinamica, Pubbl. 356 (1), 397-435 1980;

ZANFERRARI A., BOLLETTINARI G., CAROBENE L., CARTON A., CARULLI G.B., CASTALDINI D., CAVALLIN A. et alii Evoluzione neotettonica dell'Italia Nord-Orientale Mem. Sc. Geol., 35, 355-376, Padova 1982;

PIANETTI E. & ZANFERRARI A. (1980) Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 51 - Venezia e 52 - San Donà di Piave (p.p.) ed evoluzione pliocenico - quaternaria della pianura e dell'area prealpina del Veneto orientale CNR (1980) - Contributi conclusivi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, pubbl. 513 P.F. Geodinamica, 239 – 288 1980;

Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (13.11.2008);

Allegato A DGRV 1572/13 "Linee Guida per l'esecuzione di studi di Microzonazione Sismica";

Dgr_899_19_AllegatoA_397832;

Regione Veneto - chiarimenti Studi microzonazione Sismica - 16-2-2022 prot 71886;

Piano di assetto del territorio del comune di Preganziol;

Standard di rappresentazione e Archiviazione Informatica – Specifiche tecniche per la redazione degli elaborati cartografici della microzonazione sismica – Versione 4.2; Commissione tecnica per la microzonazione sismica;



Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC) - Commissione tecnica per la microzonazione sismica;

Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ) - Commissione tecnica per la microzonazione sismica.