



**PROTEZIONE CIVILE**  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



REGIONE VENETO



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

## MICROZONAZIONE SISMICA

### Relazione Illustrativa

**Regione Veneto**  
Comune di NOVE (VI)

Regione del Veneto

Soggetto realizzatore:  
dott. Geol. Livio Sartor

Agosto 2019



|   |    |
|---|----|
| • 1. PREMESSA .....   | 3  |
| • 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI<br>RIFERIMENTO .....       | 3  |
| 2.1 Zonazione sismica del territorio nazionale .....                                  | 3  |
| 2.2 Faglie attive e capaci, e sorgenti sismogenetiche responsabili di terremoti ..... | 9  |
| 2.3 Principali faglie nell'area in studio .....                                       | 12 |
| • 3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....                                | 14 |
| 3.1 Caratteristiche litologiche e geomorfologiche.....                                | 14 |
| 3.2 Caratteristiche idrogeologiche.....   | 15 |
| 3.3 Sezioni geologiche.....   | 17 |
| • 4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI .....  | 19 |
| 4.1 Parametri geotecnici .....  | 19 |
| 4.2 Prove geofisiche .....  | 19 |
| • 5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....  | 23 |
| • 6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE .....   | 25 |
| • 7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI .....                                    | 25 |
| • 8. ELABORATI CARTOGRAFICI.....  | 26 |
| 8.1 <i>CARTA DELLE INDAGINI</i> .....   | 26 |
| 8.2 <i>CARTA GEOLOGICO-TECNICA</i> .....  | 27 |
| 8.3 <i>CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA</i> .....                | 28 |
| • 9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DI DANNI PER EVENTI PASSATI .....                 | 29 |
| • 10. BIBLIOGRAFIA .....  | 31 |

## 1. PREMESSA

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 questo comune è stato classificato sismico e rientra nella "zona n.3" . Con l'OPCM n.3431 del 03.05.2005 sono state apportate modifiche agli allegati 1 e 2 dell'Ordinanza n.3274.

L'O.C.D.P.C. n. 293 del 26.10.2015 *"Attuazione dell'articolo 11 del DL n. 39 del 28.04.2009, convertito, con modificazioni, dalla legge n.77 del 24.06.2009 in materia di contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico"*, ha disciplinato i contributi per indagini di microzonazione sismica.

Con Delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 1389 del 25.09.2018, avente per oggetto *"Indagine di microzonazione sismica...Attuazione dell'articolo 11 del DL 28.04.2009 n.39, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24.06.09 n.77. Utilizzo di economie relative alle annualità statali 2010-2011-2012-2013-2014."*, vengono stabiliti le modalità di accesso al finanziamento per i Comuni. Con DGRV n 1749 del 19.11.2018 a questo Comune è stato assegnato il contributo relativo al Fondo per la prevenzione del rischio sismico. Il presente studio è stato redatto ai sensi della normativa vigente e in particolare si è ottemperato a seguire le direttive di:

- *"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica"* approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome il 13.11.2008;
- *"Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" – Simbologia per la stesura della Carta delle indagini secondo quanto previsto dagli indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (versione 4.01) dell'0Ottobre 2015* – approvati dalla Commissione Tecnica per il Monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.
- *"Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e criteri di Microzonazione sismica"* autori vari in rivista di Ingegneria sismica n.2-2011.

Le aree naturali protette, ad esclusione dei centri abitati come censiti dall'ISTAT 2011, non sono state oggetto di questo studio di Microzonazione sismica. Il DPCM 52 del 28.04.2009, art. 5 comma 4, e successive modifiche, esclude le aree naturali protette, i siti d'importanza Comunitaria (SIC), le Zone di Protezione Speciale (ZPS) dall'esecuzione della microzonazione sismica, se non presentano insediamenti abitativi esistenti alla data di pubblicazione dell'ordinanza e/o non presentano nuove edificazioni di manufatti permanenti o interventi su quelli già esistenti e/o rientrano in aree classificate R4 dal piano per l'assetto idrogeologico (PAI).

La cartografia di base utilizzata, per la realizzazione di questo studio, è la CTR della Regione del Veneto alla scala 1:5.000.

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

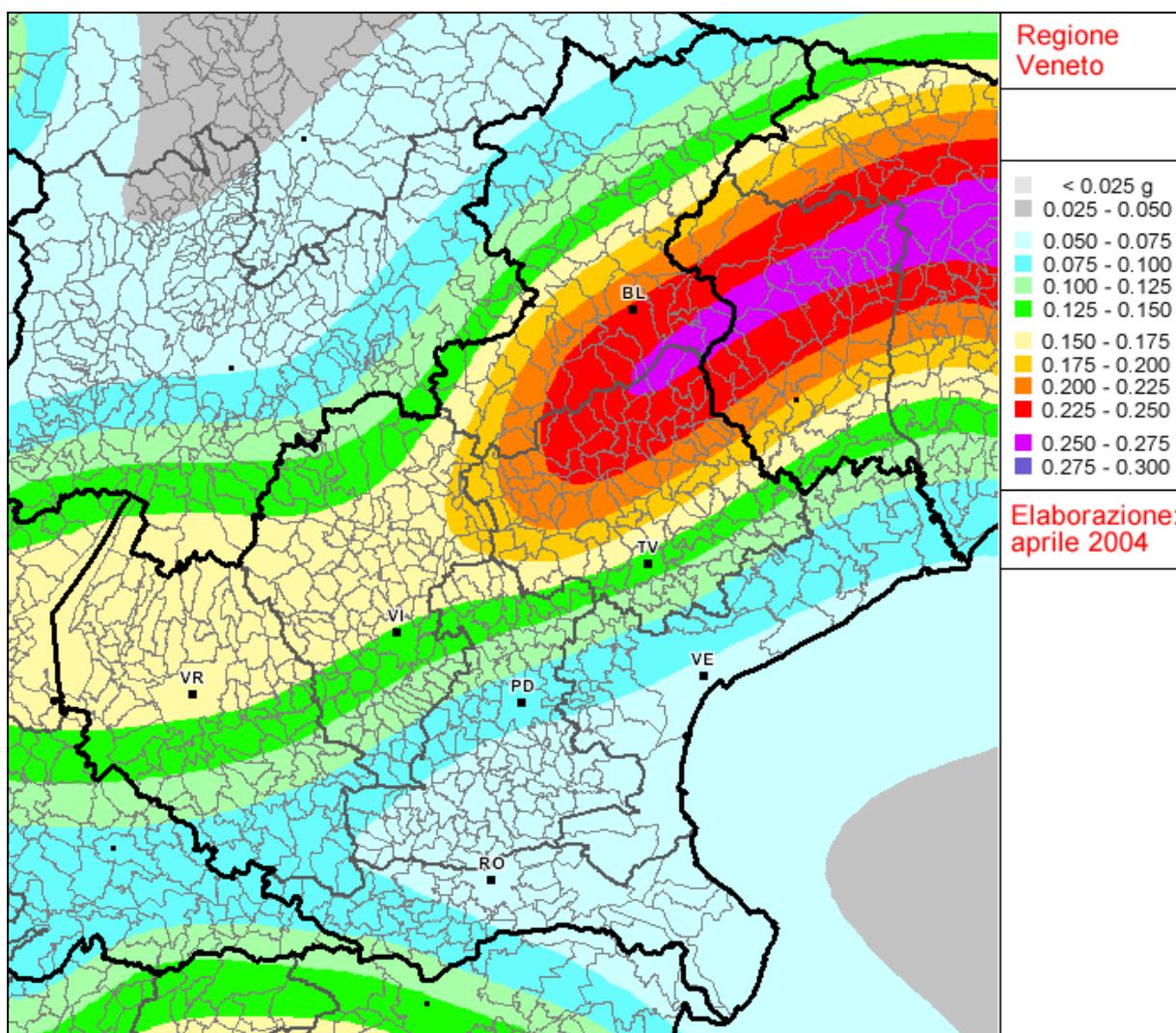
### 2.1 Zonazione sismica del territorio nazionale

#### ➤ Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

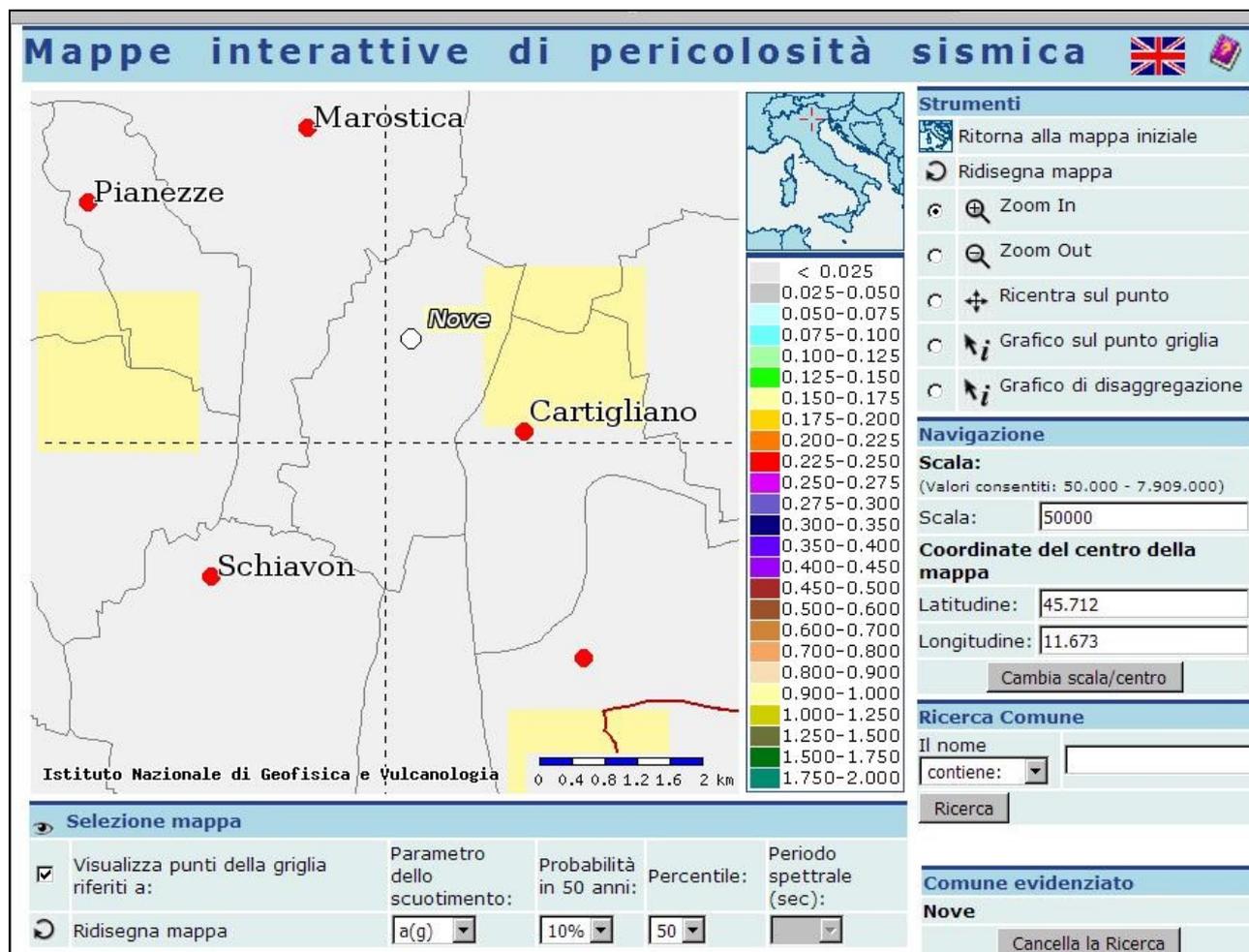
Con la nuova normativa sismica, per definire l'azione sismica di progetto, si deve valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. In alternativa si può utilizzare la classificazione dei terreni presente nelle "Norme tecniche per le Costruzioni" (dm 17.01.2018), basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio Vs. Un modello di riferimento per la descrizione del moto sismico sul piano di fondazione è costituito dallo spettro di risposta elastico, altro modello consiste nel descrivere il moto del suolo mediante accelerogrammi.

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita allo smorzamento convenzionale del 5% e considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima convenzionale del terreno fondale "ag" che caratterizza il sito. Nella espressione dello spettro di risposta elastico, sia nella sua componente orizzontale che verticale, assume importanza non solo il parametro "ag" ma anche "S", quest'ultimo è il fattore che tiene conto della categoria del suolo di fondazione in funzione alla velocità delle onde di taglio Vs e della componente di amplificazione topografica del sito.

Con l'OPCM n. 3519 del 28.04.2006 e DGRV n.71/2008 si approva la "Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale" espressa in termini di accelerazione massima al suolo ( $ag_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) riferita ai suoli molto rigidi ( $V_s > 800$  m/sec). Il valore di "ag", per il Comune di Nove, in zona "3", riferita a suoli molto rigidi ( $V_s > 800$  m/s) varia da 0,150g a 0.175g.



TAV. 1 - Mappa della pericolosità sismica della Regione del Veneto espressa in termini di accelerazione massima al suolo ( $ag_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) riferita ai suoli molto rigidi ( $V_s > 800$  m/sec)



Tav. 2 - Mappa della pericolosità sismica relativa al territorio comunale di Nove, espressa in termini di accelerazione massima al suolo ( $a_{g\ max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) riferita ai suoli molto rigidi ( $V_s > 800$  m/sec)

### ➤ Carta delle zone sismogenetiche ZS9

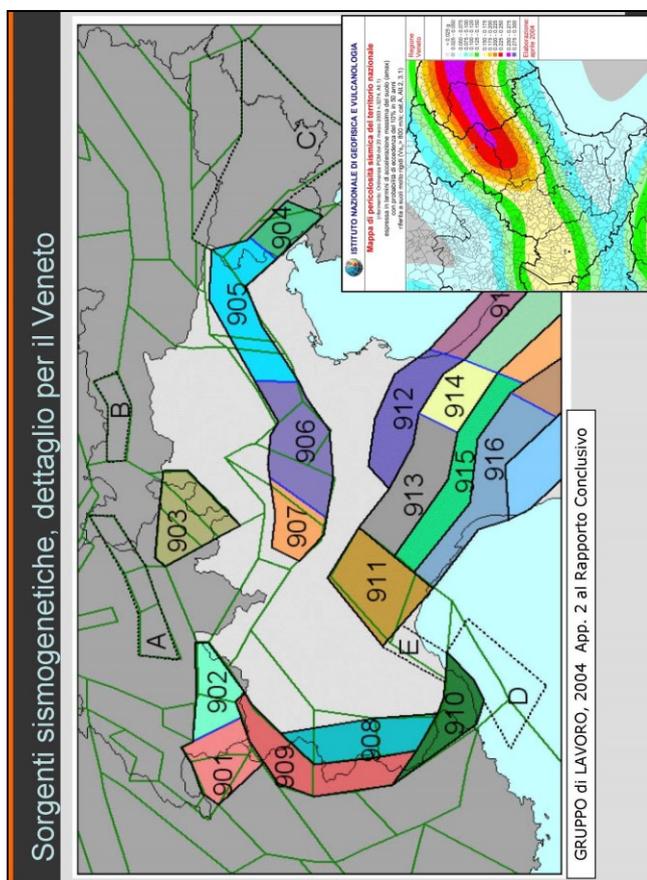
Oltre alla "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" è stata redatta la "Carta delle zone sismo genetiche ZS9", che suddivide il territorio italiano in 36 zone, in base a un modello cinematico che sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di simulazioni. Le zone sismogenetiche sono state definite in base a uniformità dello stile deformativo e della congruenza cinematica con il modello deformativo.

In base alla cartografia ZS9 (v. Tav. 3). Le aree del trevigiano settentrionale possono essere associate alle zone 905 e 906, caratterizzate da strutture a pieghe sud-vergenti del Sudalpino orientale e faglie inverse associate; la zona 905 include sorgenti sismogenetiche potenzialmente responsabili di terremoti con magnitudo  $M > 6$ , e racchiude un'area in cui la frequenza di eventi sismici (anche di magnitudo medio-alte) è nettamente superiore a quella delle zone adiacenti. La zona 905 comprende anche la sorgente del Montello (potenzialmente responsabile di terremoti con  $M > 6$ ), che, in base ai dati attualmente disponibili, è definita come "silente" (cioè mancano, nei cataloghi disponibili, terremoti storici con magnitudo prossima a quella massima attesa). La zona 906 interessa l'area che va da Bassano del Grappa fino a Verona.

Il potenziale sismico di tutta l'area compresa circa tra Thiene, Carmignano sul Brenta, Treviso, Oderzo e Revine, resta in ogni caso ancora piuttosto controverso, e si moltiplicano gli studi per comprendere la relativa assenza di sismicità su faglie ritenute capaci di generare forti terremoti. Sono attualmente in corso monitoraggi specifici per caratterizzare la deformazione geodetica e la microsismicità.

Tutte le zone sismogenetiche vengono considerate omogenee ai fini della probabilità di

accadimento degli eventi sismici e in rapporto agli epicentri noti, ne consegue che non esiste l'effetto distanza. L'ICMS 2008 al paragrafo 2.8.2 stabilisce che può essere utilizzato, a favore della sicurezza, per alcune tipologie di verifiche (es. liquefazione), la magnitudo attesa massima della zona sismogenetica di appartenenza. Per le aree 905 e 906 la magnitudo massima attesa è  $M_{wmax} = 6.60$ .



Tav. 3 - Zonazione sismogenetica ZS9 del Veneto

Nel 2004 è stato aggiornato il Catalogo Parametrico dei Terremoti (CPTI04) da parte di INGV; dall'analisi di questo catalogo possiamo rilevare che i terremoti aventi epicentro entro un raggio di circa 50 km dal centro abitato di Nove e con magnitudo  $M_{aw} \geq 5$  (v. Tab.1) è quello dell'anno 1695, nell'Asolano, con  $M_{aw}=6.61$ .

La legenda della Tab. 1 è la seguente:

- **N** numero progressivo dei terremoti presenti nel catalogo CPTI04;
- **Tr** tipi di informazione che è alla base dei parametri;
- **Tempo origine (Anno, Me, Gi, Or, Mi, Se)** data in cui è avvenuto il sisma;
- **AE** denominazione dell'area dei massimi effetti;
- **Rt** codice dell'elaborato di riferimento;
- **Np** numero dei punti di intensità;
- **Imax** intensità massima;
- **Io** intensità epicentrale
- **Lat, Long** coordinate in gradi sessadecimali del luogo dell'epicentro;
- **Magnitudo** sono state indicate tre alternative di magnitudo:  $M_{aw}$  con errore  $D_{aw}$  e tipologia di stima  $TW$ ,  $M_{as}$  (calcolata sulle onde superficiali) con errore  $D_{as}$  e tipologia di stima  $TS$ , e infine  $M_{sp}$  (da utilizzare nella relazione di attenuazione di Sabetta Pugliese) con errore  $M_{sp}$  e tipologia di stima  $D_{sp}$ .

- **ZS9** è la zona sorgente cui l'evento è associato, secondo la zonazione sismogenetica ZS9, descritta nell'appendice 2 del rapporto conclusivo.

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:  
 Area circolare con centro C (45.726, 11.681) e raggio 50 km  
 a partire dal 217/01/01 fino al 2002/12/31 con valore Maw tra 5 e 7.41

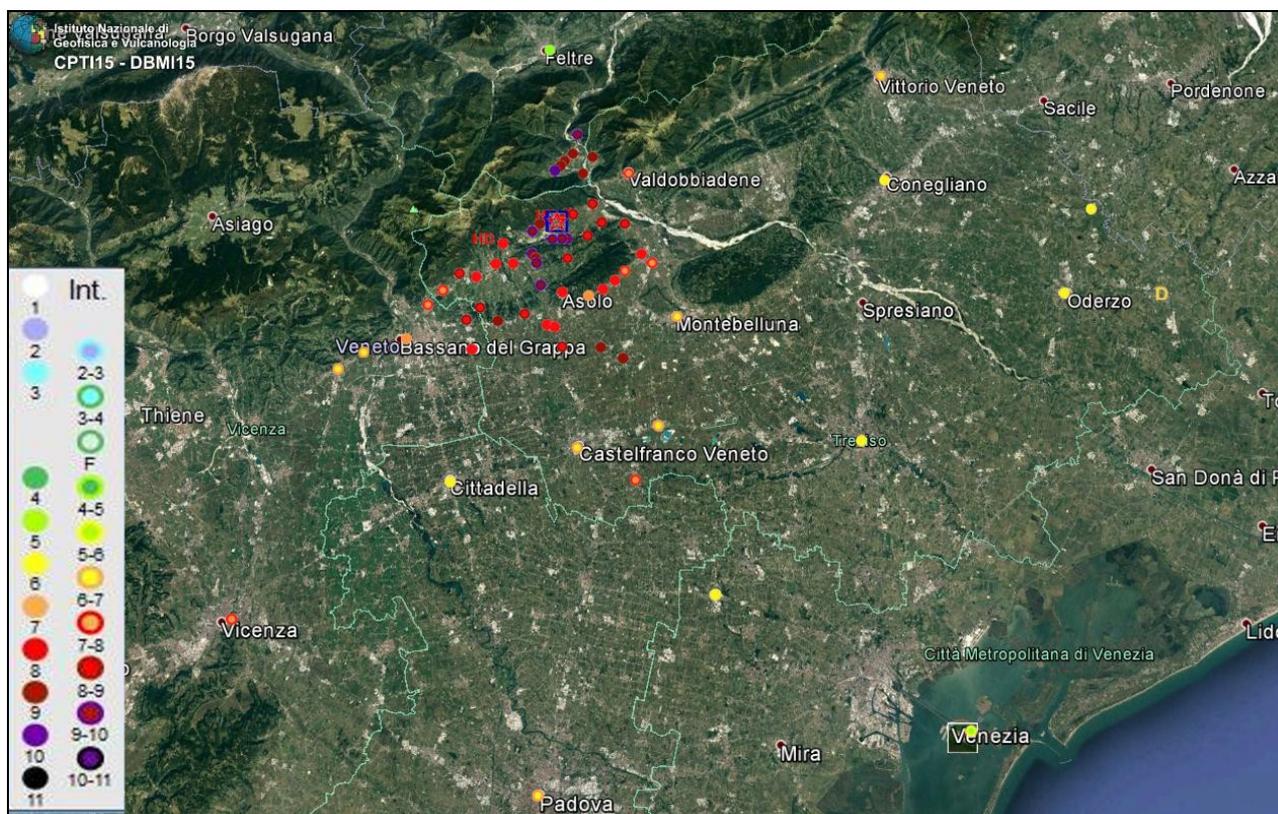
| N    | Tr | Anno | Me | Gi | Or | Mi | Se | AE | Rt             | Np     | Innx | Io  | TI | Lat    | Lon    | TL    | Maw  | Daw  | TW   | Mas  | Das  | TS   | Msp  | Dsp  | ZS9 | TZ  | Ncft | Nnt | Nopt |
|------|----|------|----|----|----|----|----|----|----------------|--------|------|-----|----|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|------|
| 19   | DI | 778  |    |    |    |    |    |    | Treviso        | CFTI   | 1    | 85  | 85 | 45.67  | 12.25  | A     | 5.84 | 0.14 | 5.80 | 0.21 | 5.80 | 0.21 | 5.80 | 0.21 |     | 78  | 19   |     |      |
| 56   | DI | 1268 | 11 | 4  |    |    |    |    | Trevigiano     | CFTI   | 4    | 80  | 75 | 45.73  | 12.08  | A     | 5.37 | 0.30 | 5.10 | 0.45 | 5.27 | 0.42 | 905  | G    | 117 | 197 | 55   |     |      |
| 185  | DI | 1491 | 1  | 24 | 23 | 30 |    |    | Verona         | CFTI   | 8    | 80  | 75 | M      | 45.42  | 11.43 | A    | 5.37 | 0.30 | 5.10 | 0.45 | 5.27 | 0.42 | 906  | G   | 201 | 239  | 185 |      |
| 415  | DI | 1695 | 2  | 25 | 5  | 30 |    |    | Asolano        | CFTI   | 82   | 100 | 95 | M      | 45.8   | 11.95 | A    | 6.61 | 0.11 | 6.61 | 0.11 | 6.61 | 0.11 | 905  | G   | 276 | 204  | 415 |      |
| 551  | DI | 1756 | 4  | 13 |    |    |    |    | TREVISO        | DOM    | 1    | 65  | 65 | 45.669 | 12.244 | A     | 5.03 | 0.33 | 4.60 | 0.49 | 4.80 | 0.45 |      |      |     | 206 | 551  |     |      |
| 813  | DI | 1836 | 6  | 12 | 2  | 30 |    |    | BASSANO        | DOM    | 26   | 80  | 75 | 45.807 | 11.823 | A     | 5.48 | 0.13 | 5.26 | 0.19 | 5.42 | 0.18 | 906  | G    | 389 | 207 | 813  |     |      |
| 924  | CP | 1860 | 7  | 19 | 15 | 38 |    |    | VALDOBBIADENE  | POSS85 |      |     |    | 45.9   | 12.05  |       | 5.17 | 0.30 | 4.80 | 0.45 | 4.99 | 0.42 | 905  | G    |     | 211 | 924  |     |      |
| 928  | CP | 1861 | 5  | 19 | 19 | 45 |    |    | CASTELFRANCO   | POSS85 |      |     |    | 45.75  | 11.917 |       | 5.03 | 0.33 | 4.60 | 0.49 | 4.80 | 0.45 | 905  | G    |     | 212 | 928  |     |      |
| 1130 | CP | 1887 | 4  | 14 | 1  | 11 | 6  |    | ASOLO          | POSS85 |      |     |    | 45.8   | 11.917 |       | 5.17 | 0.30 | 4.80 | 0.45 | 4.99 | 0.42 | 905  | G    |     | 217 | 1130 |     |      |
| 1170 | DI | 1891 | 6  | 7  | 1  | 6  | 14 |    | Valle d'Illasi | CFTI   | 403  | 90  | 85 | 45.57  | 11.17  | A     | 5.71 | 0.05 | 5.61 | 0.07 | 5.61 | 0.07 | 906  | G    | 442 | 242 | 1170 |     |      |
| 1196 | CP | 1892 | 8  | 9  | 7  | 58 |    |    | TREGNAGO       | POSS85 |      |     |    | 45.867 | 11.167 |       | 5.17 | 0.30 | 4.80 | 0.45 | 4.99 | 0.42 | 906  | G    |     | 243 | 1196 |     |      |
| 1209 | CP | 1894 | 2  | 9  | 12 | 48 | 5  |    | TREGNAGO       | POSS85 |      |     |    | 45.867 | 11.15  |       | 5.17 | 0.30 | 4.80 | 0.45 | 4.99 | 0.42 | 906  | G    |     | 244 | 1209 |     |      |
| 1218 | DI | 1894 | 11 | 28 |    |    |    |    | FONZASO        | DOM    | 11   | 65  | 65 | 46.006 | 11.821 | A     | 5.03 | 0.33 | 4.60 | 0.49 | 4.80 | 0.45 | 906  | G    |     | 219 | 1218 |     |      |
| 1231 | DI | 1895 | 6  | 10 | 1  | 47 |    |    | VALDOBBIADENE  | DOM    | 73   | 65  | 65 | 45.943 | 12.073 | A     | 5.06 | 0.15 | 4.64 | 0.22 | 4.84 | 0.20 | 905  | G    |     | 220 | 1231 |     |      |
| 1325 | DI | 1900 | 3  | 4  | 16 | 55 |    |    | VALDOBBIADENE  | DOM    | 99   | 65  | 60 | 45.885 | 12.067 | A     | 5.22 | 0.10 | 4.88 | 0.15 | 5.06 | 0.14 | 905  | G    |     | 222 | 1325 |     |      |
| 1474 | DI | 1908 | 3  | 15 | 7  | 50 |    |    | CRESPADORO     | DOM    | 25   | 60  | 60 | 45.623 | 11.207 | A     | 5.01 | 0.15 | 4.56 | 0.22 | 4.77 | 0.20 | 906  | G    |     | 246 | 1474 |     |      |
| 1987 | DI | 1943 | 7  | 24 | 1  | 44 |    |    | VALDOBBIADENE  | DOM    | 29   | 70  | 65 | 45.986 | 11.884 | A     | 5.18 | 0.09 | 4.82 | 0.13 | 5.01 | 0.12 | 906  | G    |     | 229 | 1987 |     |      |

Numero di record estratti: 17

**Tab. n.1 - Terremoti avente epicentro entro un raggio di circa 50 km dal centro abitato di Nove, con magnitudo Maw ≥ 5 (dal catalogo CPTI04)**

Il sisma con maggiore intensità negli ultimi 2000 anni, con epicentro entro i 30 km circa di raggio è avvenuto il 25.02.1695 nell'asolano (il CPTI 15 lat. 45,861, long. 11,910 poco a Sud del cimitero di Cavaso del Tomba) con intensità epicentrale di 10 e magnitudo Mw=6.4±0.10.

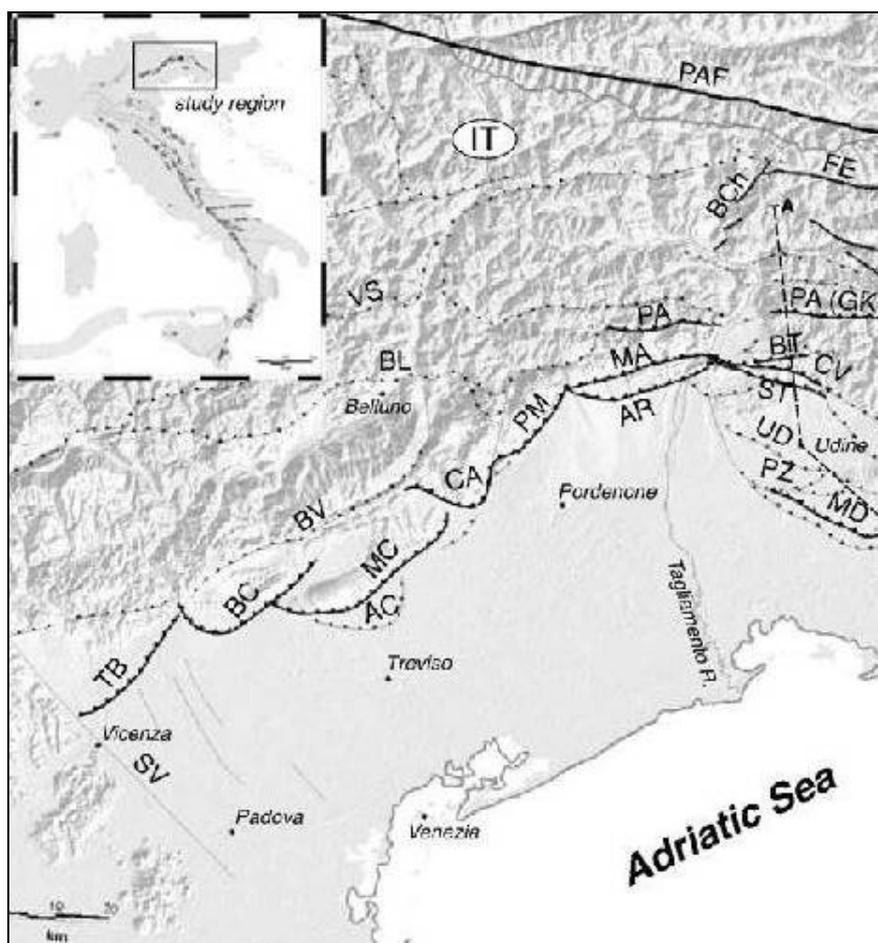
Il DBMI11 dell'INGV (Database Macrosismico Italiano 2011) di Tav.4 e 5 evidenziano la distribuzione delle intensità sismiche (scala MCS- Mercalli/Cancani/Sieberg1930) dei due terremoti di maggiore magnitudo (1695-1836), avvenuti nelle aree immediatamente vicine al sito d'interesse.



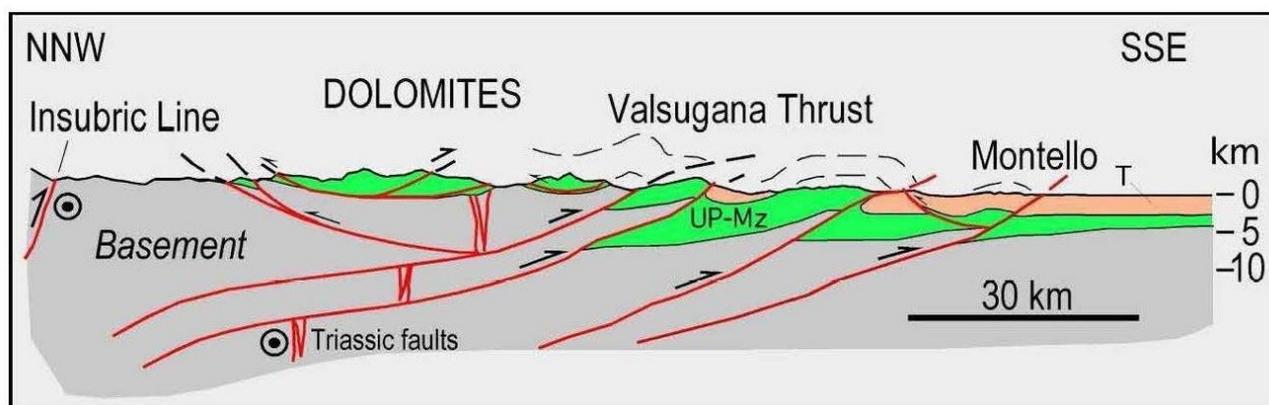
**Tav. 4 - Distribuzione delle intensità dal terremoto del 1695 con epicentro a Cavaso del Tomba (TV).**

| Terremoto <b>1695 02 25 05:30 Asolano</b>                     |                     |                          |                |         |
|---|---------------------|--------------------------|----------------|---------|
| Studio macros. <b>Guidoboni et al., 2007</b> [Np 82, Imax 10] |                     |                          |                |         |
| Epicentro   | <b>CPTI11</b>       | <input type="checkbox"/> | <b>Mw 6.48</b> |         |
|   | <b>macrosismico</b> | <input type="checkbox"/> | <b>Mw 6.48</b> |         |
| Località  | Sc                  | Lat                      | Lon            | I [MCS] |
| Alano di Piave  |                     | 45.907                   | 11.909         | 10      |
| Altivole  |                     | 45.753                   | 11.956         | 10      |
| Caselle   |                     | 45.743                   | 11.981         | 10      |
| Quero   |                     | 45.921                   | 11.931         | 9-10    |
| Vas   |                     | 45.938                   | 11.937         | 9-10    |
| Segusino  |                     | 45.918                   | 11.954         | 9-10    |
| Campo   |                     | 45.915                   | 11.921         | 9-10    |
| Castelcucco   |                     | 45.831                   | 11.884         | 9-10    |
| Cavaso del Tomba (Caniezza)                                   | MS                  | 45.863                   | 11.899         | 9-10    |
| Colmirano   |                     | 45.911                   | 11.916         | 9-10    |
| Fener   |                     | 45.904                   | 11.942         | 9-10    |
| Asolo   |                     | 45.801                   | 11.914         | 9       |
| Borso del Grappa  |                     | 45.820                   | 11.796         | 9       |
| Coste   |                     | 45.802                   | 11.961         | 9       |
| Crespignaga   |                     | 45.797                   | 11.944         | 9       |
| Fonte   |                     | 45.800                   | 11.863         | 9       |
| Pederobba   |                     | 45.877                   | 11.952         | 9       |
| Possagno  |                     | 45.854                   | 11.881         | 9       |
| San Zenone degli Ezzelini                                     |                     | 45.779                   | 11.839         | 9       |
| Cornuda   |                     | 45.831                   | 12.007         | 8-9     |
| Crespano del Grappa   |                     | 45.827                   | 11.838         | 8-9     |
| Fietta  |                     | 45.844                   | 11.847         | 8-9     |
| Liedolo   |                     | 45.791                   | 11.819         | 8-9     |
| Maser   |                     | 45.809                   | 11.975         | 8-9     |
| Monfumo   |                     | 45.830                   | 11.921         | 8-9     |
| Paderno del Grappa  |                     | 45.827                   | 11.858         | 8-9     |
| Pagnano   |                     | 45.808                   | 11.889         | 8-9     |
| San Vito  |                     | 45.755                   | 11.912         | 8-9     |
| Sant'Eulalia  |                     | 45.817                   | 11.815         | 8-9     |
| Casella   |                     | 45.789                   | 11.915         | 8-9     |
| Casoni  |                     | 45.756                   | 11.809         | 8       |
| Muliparte   |                     | 45.817                   | 11.987         | 8       |
| Mussolente  |                     | 45.781                   | 11.803         | 8       |
| Nogarè  |                     | 45.823                   | 12.019         | 8       |
| Romano d'Ezzelino   |                     | 45.795                   | 11.759         | 8       |
| Semonzo   |                     | 45.807                   | 11.776         | 8       |
| Valdobbiadene   |                     | 45.901                   | 11.996         | 8       |
| Vicenza   |                     | 45.549                   | 11.549         | 8       |
| Motta di Livenza  |                     | 45.776                   | 12.607         | 7-8     |
| Bassano del Grappa  |                     | 45.767                   | 11.734         | 7-8     |
| Marostica   |                     | 45.744                   | 11.657         | 7-8     |
| Soave   |                     | 45.418                   | 11.248         | 7       |
| Treviso   |                     | 45.669                   | 12.244         | 7       |
| Castelfranco Veneto   |                     | 45.671                   | 11.926         | 7       |
| Verona  |                     | 45.438                   | 10.994         | 7       |
| Cologna Veneta  |                     | 45.309                   | 11.385         | 7       |
| Vittorio Veneto [Vittorio]                                    |                     | 45.982                   | 12.305         | 7       |
| Conegliano  |                     | 45.887                   | 12.298         | 7       |
| Guastalla   |                     | 44.921                   | 10.654         | 7       |
| Marsan  |                     | 45.757                   | 11.686         | 7       |
| Montebelluna  |                     | 45.776                   | 12.045         | 7       |
| Oderzo  |                     | 45.781                   | 12.494         | 7       |
| Padova  |                     | 45.407                   | 11.876         | 7       |





**Tav. 6 - Schema strutturale semplificato del Sudalpino orientale (da Burrato e altri - 2009).**  
 Legenda: **BC**=sovrascorrimento Bassano-Cornuda; **BV**= sovr. Bassano-Valdobbiadene;  
**TB**= sovr. Thiene- Bassano; **MC**: sovr. Montello-Conegliano; **AC**: sovr. Arcade.

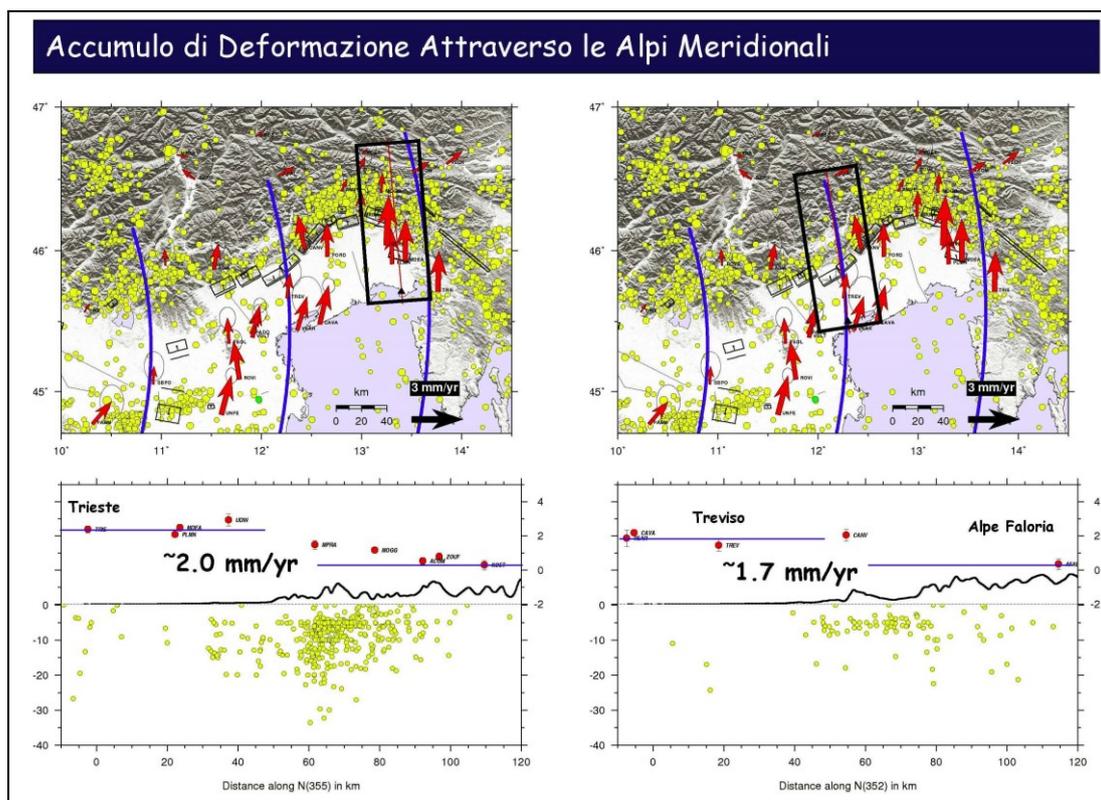


Sezione del ventaglio embriciato delle Alpi Meridionali, dalla Val Pusteria alla pianura veneta. Le Vette Feltrine, immediatamente a sud del *pop-up* delle Dolomiti, sono a letto del sovrascorrimento della Valsugana. UP-Mz, Permiano superiore-Mesozoico; T, Cenozoico (da DOGLIONI & CARMINATI, 2008).

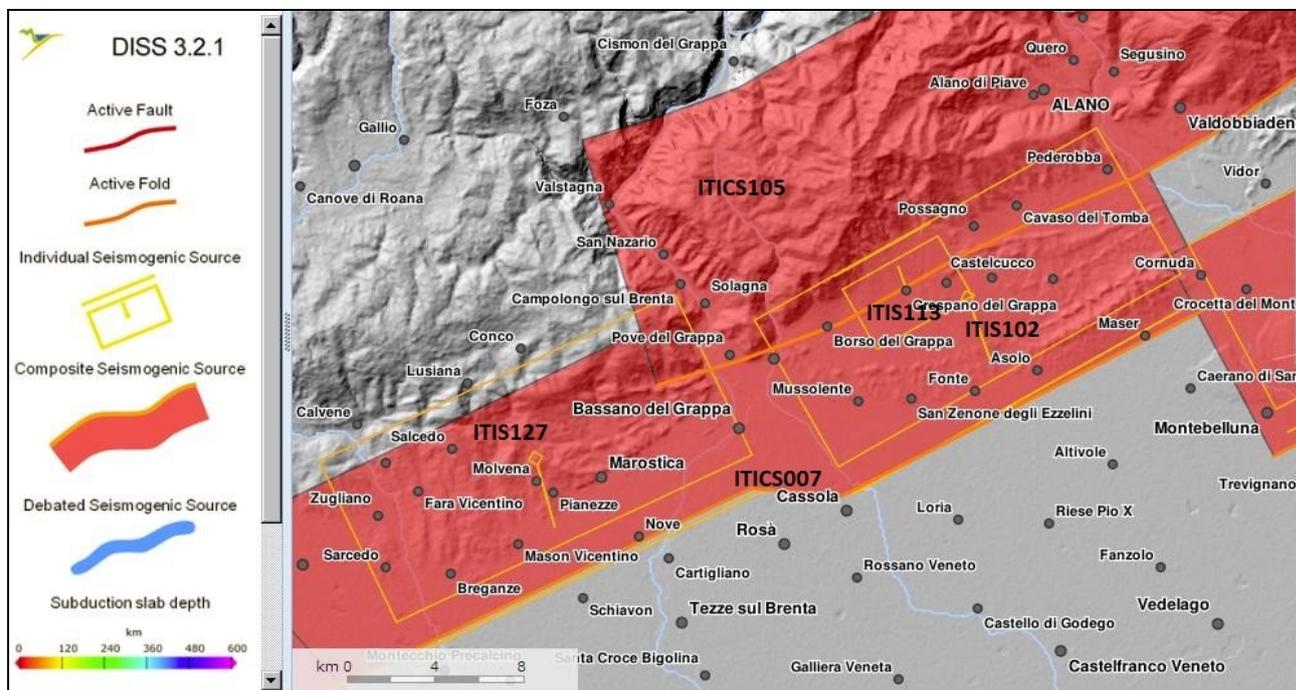
**Tav. 7 - Sezione geologico strutturale rappresentativi**

La catena alpina è stata prodotta dalla convergenza della micro-placca Adriatica verso l'Europa; attualmente in corrispondenza del Veneto, il raccorciamento misurabile tramite

GPS è dell'ordine di circa 2mm/anno, con una velocità di circa 2 km ogni milione di anni, compatibile con un raccorciamento di circa 20 km per gli ultimi 10 milioni di anni. In particolare nell'area in oggetto è stimabile in circa 1.7 mm/anno (v. Tav. 8).



Tav. 8 - Accumulo di deformazione attraverso le Alpi Meridionali, con evidenziate l'area Trieste-Salzburg e Treviso-Belluno (E. Serpelloni –2008)



Tav. 9 - Sorgenti sismogenetiche del Vicentino-Trevigiano occidentale-Bellunese; le frecce gialle, all'interno dei rettangoli gialli (sorgenti individuali), rappresentano la direzione del vettore di movimento, vettore di slip sotto forma di angolo di rake (da DISS 3.2.1)

Il DISS 3.2.1 (*Database of Individual Seismogenic Sources versione 3.2.1*) dell'INGV (*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*) individua tre tipi di sorgenti sismogenetiche:

- Sorgenti Sismogenetiche dibattute: sono aree di sorgenti in fase di studio, presenti in

letteratura ma ritenute ancora non sufficientemente attendibili (in Tav. 9 individuate con la linea azzurra)

- Sorgenti composite: sono zone molto estese, all'interno delle quali vi sono sorgenti sismogenetiche minori ancora non sufficientemente studiate. Queste aree non sono associate a specifici terremoti storici ( in Tav. 9 individuate con un retino arancione).
- Sorgenti individuali: aree a cui sono associati specifici terremoti storici. Viene proposta una rappresentazione tridimensionale della faglia, e sono stabilite le caratteristiche di massima magnitudo, movimento ed estensione (in Tav. 9 individuate con un rettangolo giallo).

In Tav. n. 9 è rappresentato lo schema delle sorgenti sismogenetiche, accompagnati dalla proiezione in superficie del piano di rottura rettangolare. In particolare per l'area del vicentino e del trevigiano Nord-occidentale, evidenziamo tre sorgenti sismogenetiche :

- ITIS101 - Montello (Sorgente individuale) alla quale non è associato alcun terremoto significativo (zona silente), ed è associata alla sorgente sismogenetica composta ITCS060 Montebelluna-Montereale;
- ITIS113 - Monte Grappa (Sorgente individuale) a cui è associato il sisma del 12.06.1836 con epicentro nel Bassanese; appartiene alla sorgente sismogenetica composta ITCS007 - Thiene-Cornuda;
- ITIS102 - Bassano-Cornuda (Sorgente individuale) a cui è associato il sisma del 25.02.1695 con epicentro nell'Asolano; appartiene alla sorgente sismogenetica composta ITCS007 - Thiene-Cornuda;
- ITIS127 - Bassano-Thiene (Sorgente individuale) alcuni autori l'associano l'area al terremoto del 03.01.1117 con epicentro nel Veronese; appartiene alla sorgente sismogenetica composta ITCS007 - Thiene-Cornuda;
- ITCS105 - Bassano- Vittorio Veneto/Belluno è una sorgente sismogenetica composta ancora in fase di studio.

In Tab.3 sono riportate le sorgenti sismiche di terremoti di  $M \geq 6$  e i relativi parametri geometrici e cinematici. La struttura Montello-Conegliano sembra essere caratterizzata da comportamento silente, sulla base dell'assenza di terremoti storici riferibili alla sua attuazione, mentre per la Thiene-Bassano alcuni autori l'associano al terremoto del 03.01.1117 con epicentro nel Veronese.

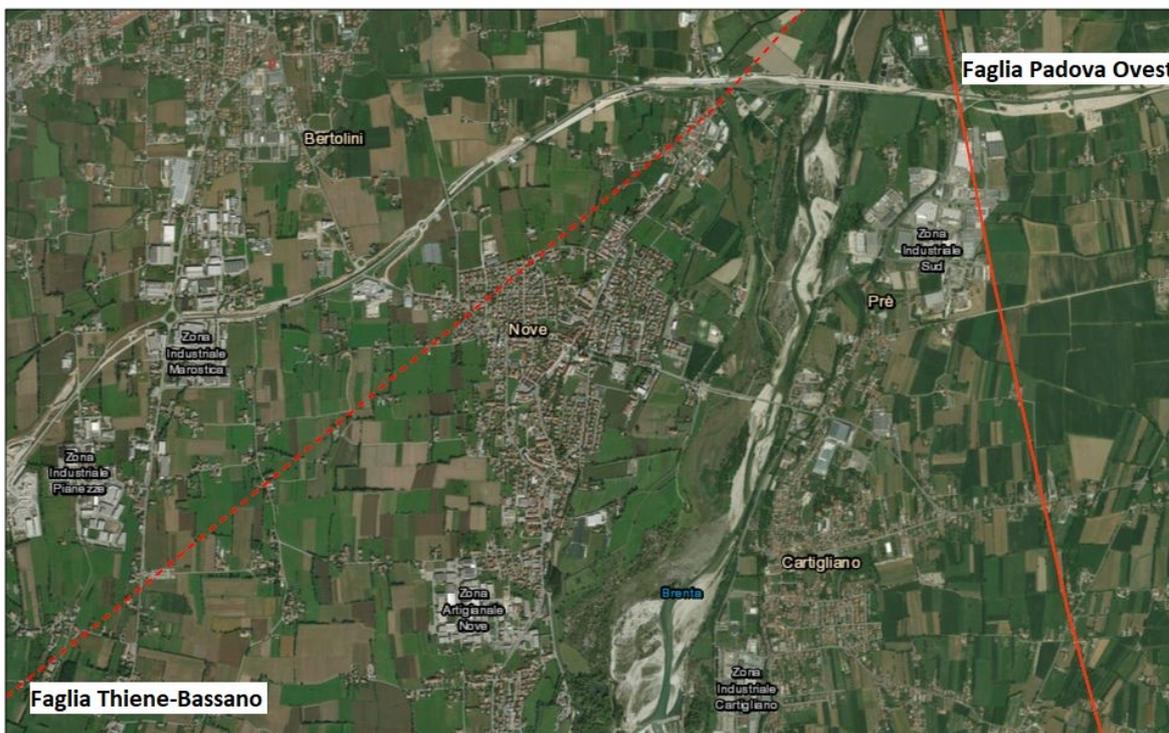
| ID      | Name            | LAT   | LON   | Length (km) | Width (km) | Depth (km) | Strike (°) | Dip (°) | Rake (°) | Slip rate (mm/a) | Associated earthquake | $M_w$ |
|---------|-----------------|-------|-------|-------------|------------|------------|------------|---------|----------|------------------|-----------------------|-------|
| ITIS127 | Thiene-Bassano  | 45.69 | 11.54 | 18.0        | 9.5        | 1.0-5.8    | 244        | 30      | 80       | 0.10-1.00        | Unknown               | 6.6   |
| ITIS102 | Bassano-Cornuda | 45.75 | 11.79 | 18.0        | 9.5        | 1.0-6.4    | 240        | 35      | 80       | 0.70-0.87        | 25 Feb 1695           | 6.6   |
| ITIS113 | Monte Grappa    | 45.85 | 11.85 | 5.0         | 3.9        | 0.5-2.7    | 60         | 35      | 80       | 0.10-1.00        | 12 Jun 1836           | 5.5   |
| ITIS101 | Montello        | 45.88 | 12.31 | 22.0        | 11.2       | 1.0-8.2    | 242        | 40      | 80       | 0.47-1.56        | Unknown               | 6.7   |
| ITIS124 | Cansiglio       | 45.98 | 12.41 | 10.0        | 6.4        | 1.5-6.4    | 214        | 50      | 60       | 0.52-0.65        | 18 Oct 1936           | 6.1   |

Tabella n. 3 - Caratteristiche sismogenetiche di alcune sorgenti di Tav.9

### 2.3 Principali faglie nell'area in studio

Nella Tav. 10 sono indicate le faglie attive, in prossimità del Comune di Nove, dal progetto Ithaca (Italy Hazard from Capable Faults) aggiornato all'Agosto 2019. Si tratta di un progetto che si occupa di censire le faglie capaci, ovvero tali da poter creare deformazioni in superficie.

ISPRA-Servizio Geologico d'Italia



August 3, 2019

1564812450712r6287355681464167 - - - - REVERSE

— NORMAL

1:36,112

0 0.2 0.4 0.8 mi  
0 0.33 0.65 1.3 km

Esri, HERE, Garmin, (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS user

ISPRA  
ISPRA

**Tav. 10 - Faglie attive nelle vicinanze del Comune di Nove dal progetto Ithaca (Italy Hazard from Capable Faults) – le linee verdi sono i confini comunali, quelle rosse-arancioni sono le faglie.**

La presenza di “faglie attive” nelle vicinanze del territorio comunale, è stato effettuato da dati bibliografici, presenti nel progetto Ithaca (Italy Hazard from Capable Faults):

| NOME DELLA FAGLIA | ULTIMA ATTIVITA'   | TIPO DI FAGLIA |
|-------------------|--|----------------|
| Thiene - Bassano  | <3000 anni fa)   | inversa        |
| Padova Ovest      | Pleistocene inf.<br>(circa 1.8 -2.58 milioni di anni fa) | diretta        |

Si sottolinea che l'individuazione delle faglie attive e capaci è di fondamentale importanza. Per faglia attiva si intende una faglia che si è rotta almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (limite inferiore certo dalle datazioni radiometriche). Una faglia attiva è detta capace se raggiunge la superficie producendo una frattura del terreno ovvero deformazioni in superficie; l'andamento di questa rottura in superficie è la superficie della faglia (v. cap. 3.1.4 “Indirizzi e criteri di microzonazione sismica –2008 Conferenza Stato Regioni). Nei siti in esame non vi sono evidenze superficiali, scarpate di neoformazione, che possano avvalorare la presenza di faglie capaci ovvero creare una fagliazione di superficie.

### 3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

#### 3.1 Caratteristiche litologiche e geomorfologiche

La morfologia locale, come si può osservare nella cartografia alla scala 1 :10.000, può fornire un tipico esempio di quanto il paesaggio di una zona sia influenzato dalla propria situazione geologica. Il settore Nord Orientale della Provincia di Vicenza è geologicamente e geomorfologicamente dominato dal Massiccio del Grappa, dall'Altopiano di Asiago e da una serie di colline quasi parallele tra loro, orientate grosso modo secondo la direzione Nord-Est Sud-Ovest. Si ha una nettissima relazione tra geologia e geomorfologia, che si esplica soprattutto nell'erosione selettiva dei vari termini della serie geologica : maggiore erosione nei terreni più teneri (marne e argille) che diventano facile preda delle acque meteoriche, e una erosione minore, per non dire quasi assente nei terreni più duri (arenarie, calcari e conglomerati) .Viene così a formarsi il tipico paesaggio, detto "a corde", dell'alta pianura, in cui si riconoscono file di rilievi collinari intercalati da valli ad esse parallele.

La situazione geologica dell'area in esame impone, sia dal punto di vista litologico che da quello idrogeologico, una netta distinzione tra la zona montuosa e collinare e quella pianeggiante. I rilievi montani e collinari si sono formati durante le fasi dell'orogenesi alpina, per piegamento e sollevamento derivante dall'attività di un complesso sistema di pieghe e di faglie. Questa struttura geologica, costituita da dolomie e calcari, che rappresentano i terreni più antichi della zona, ha favorito l'instaurarsi di un complesso sistema carsico. In questi litotipi la circolazione idrica superficiale è stata sostituita da una diffusa circolazione sotterranea, che alimenta le sorgenti del fondovalle, per lo più mascherate dal sovralluvionamento postglaciale. L'area montana, con lineamenti aspri, è separata da quella collinare, con lineamenti dolci e regolari, dalla vallata di Valrovina. Ai piedi del rilievo montuoso, allo sbocco delle valli in pianura, vi sono depositi alluvionali costituiti da alternanze di ghiaie, e sabbie, con intercalate lenti limose e/o argillose. Queste alluvioni in parte poggiano sul substrato roccioso in parte sulle alluvioni fluvioglaciali del F. Brenta.

Gran parte del territorio sub-pianeggiante è dominato dai depositi fluvioglaciali del F. Brenta, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi. Nell'area in esame si riscontrano dei terrazzi posti su vari livelli (altezza inferiore ai dieci metri), originati dalla progressiva migrazione dell'asta principale del fiume, in conseguenza a variazioni del regime idrico, dal massimo glaciale alle fasi postglaciali. Nel territorio in esame ed immediatamente limitrofo, le varie fasi deposizionali possono essere così riassunte:

- i primi materiali in prevalenza ghiaioso sabbiosi sono stati deposti durante la fase di massima espansione glaciale, con terreni più grossolani a monte e più fini verso valle.
- successivamente il ghiacciaio iniziò a ritirarsi, perciò le correnti e il flusso di materiali di accumulo cominciò a diminuire, iniziarono le prime fasi di erosione dei materiali ghiaiosi precedentemente deposti, con la conseguente formazione di scarpate d'erosione, che ci permettono ora di riconoscere e classificare l'età relativa dei differenti terrazzi. In questa fase il fiume permetteva la mobilitazione ed il rimaneggiamento dei materiali ghiaiosi.
- nell'era postglaciale il F. Brenta ha presentato una mobilitazione dei terreni quasi esclusivamente all'interno dell'alveo attuale.

Attualmente nella zona centro meridionale del territorio comunale, il reticolo idrografico è per lo più artificiale, rappresentato dalla fitta rete di scoli e canalette; infatti l'estensione e lo spessore delle ghiaie costituenti il sottosuolo, estremamente permeabile, determinano la scarsità di corsi d'acqua naturali. I caratteri geomorfologici sono stati abbondantemente approfonditi da numerosi studi, da cui risulta che l'attuale struttura deriva dalla sovrapposizione di più cicli di sedimentazione fluvioglaciali e alluvionali, riferibili al massimo al Wurmiano. Nell'area infatti affiorano sia terreni connessi con le divagazioni del F. Brenta,

che con le sue imponenti correnti interessava la pianura. Le varie direttrici hanno pertanto generato dei propri coni di sedimentazione che si sono variamente sovrapposti e anastomatizzati. La deposizione dei materiali, orizzontale e verticale, è stata determinata dalla granulometria degli stessi, nonché dall'energia idraulica delle correnti di deposizione. Si è venuto in tal modo a creare una classazione in senso Nord-Sud delle alluvioni: a Sud della zona collinare, che limita l'alta pianura vicentina, si sviluppa una estesa fascia (denominata alta pianura) in cui il materasso alluvionale risulta costituito prevalentemente da ghiaie più o meno sabbiose con strati conglomeratici.

Spostandosi verso Sud la percentuale della matrice fine aumenta sempre più evidenziata dalla formazione di lenti argillose che via via diventano più consistenti formando livelli spessi e continui. In particolare la litologia dell'area è nota nei suoi caratteri generali dalla bibliografia e da tutta una serie di indagini condotte in zona per studi di carattere stratigrafico ed idrogeologico.

L'esame della stratigrafia dei pozzi permette di confermare il modello indicato.

Nella zona del territorio in esame, vi è una sostanziale prevalenza di: *“ghiaia in matrice sabbiosa con granulometria poco assortita, con livelli sabbiosi superficiali, e ghiaie a volte cementate in profondità di origine fluvioglaciale”*.

La loro composizione mineralogica risulta costante su tutta la potenza analizzata. Gli elementi che la costituiscono sono in prevalenza di natura calcareo-dolomitica, in quantità minore sono presenti elementi derivanti da rocce sedimentarie, intrusive, effusive e metamorfiche.

### 3.2 Caratteristiche idrogeologiche

La pianura vicentina è costituita da un materasso di materiali sciolti i cui caratteri granulometrici, e la successione stratigrafica, risultano notevolmente variabili sia arealmente che in profondità. In generale si suddivide la pianura in due zone con caratteristiche diverse: l'alta pianura e la media-bassa pianura. Il passaggio tra l'alta e la media-bassa pianura è individuabile in corrispondenza della fascia delle risorgive (intersezione tra superficie freatica e superficie topografica), cioè in corrispondenza di quelle sorgenti che si formano per contrasto di permeabilità, in seguito all'aumento, nella sezione verticale, della frazione limoso-argillosa. Tale aspetto è peraltro molto rilevante anche dal punto di vista idrografico. Nell'area di media-bassa pianura predominano i sedimenti a granulometria fine (argilla, limo) che costituiscono livelli arealmente discontinui e potenti con intercalazioni di livelli ghiaioso-sabbiosi suborizzontali. Dal punto di vista idrogeologico, nell'alta pianura è presente un unico acquifero indifferenziato freatico, mentre nell'area di media-bassa pianura coesistono diversi livelli acquiferi in pressione. Nell'insieme essi formano un sistema multifalde in pressione alimentato direttamente dall'acquifero indifferenziato presente nell'alta pianura, che viene intensamente utilizzato per usi civili e per attività produttive.

Generalmente il primo sottosuolo contiene un acquifero freatico di scarso interesse economico, alimentato fondamentalmente dalle piogge, dai corsi d'acqua e dalle acque di irrigazione.

In alcune aree del vicentino, dove nel sottosuolo sussistono potenti livelli ghiaiosi appartenenti ad estese conoidi alluvionali, le falde in pressione sono particolarmente ricche. Si tratta di veri e propri “campi acquiferi”, situati normalmente lungo le zone assiali di antiche grandi aree di deiezione alluvionale, ora abbandonate dal Fiume Brenta.

A valle della media pianura, e perciò nella bassa pianura le risorse idriche sotterranee sono molto povere. Mancano normalmente nel sottosuolo, almeno fino alle profondità esplorate, acquiferi ghiaiosi ad elevata permeabilità. In certe aree della bassa pianura, esistono tuttavia falde in pressione insediate in acquiferi prevalentemente sabbiosi; le loro portate ai pozzi sono molto modeste.

L'acquifero indifferenziato e quello inferiore con falde confinate costituiscono la principale risorsa per l'approvvigionamento idrico della Regione Veneto. La profondità dei pozzi dell'acquifero inferiore con falde confinate, utilizzati a scopi produttivi, sono generalmente superiori ai 70 metri.

In particolare l'andamento della falda a sud dell'abitato di Bassano del Grappa si deprime bruscamente, rispetto a monte, fino a circa 70 metri dal piano campagna. In circa tre chilometri subisce un abbassamento di circa 60 metri, con un notevole aumento del gradiente, si passa dallo 0.4% al 2/2.5%; di conseguenza aumenta anche la velocità di deflusso, con valori medi dell'ordine dei 40mt/giorno e punte massime di quasi 60 mt/giorno. Più a sud la falda tende ad appiattirsi, si riduce progressivamente la velocità, il gradiente e la profondità della falda dal piano campagna, fino ad annullarsi definitivamente nella zona delle risorgive. Ciò indica che il sistema idrologico del materasso alluvionale risulta strettamente collegato e condizionato dalla morfologia del substrato roccioso.

Appaiono evidenti anche importanti direzioni di deflusso delle acque sotterranee, orientate in prevalenza verso SE, con maggiore regolarità in sinistra Brenta. Nel dettaglio si notano notevoli variazioni locali dovute alla presenza di paleoalvei profondi, vecchi percorsi fluviali che non sempre coincidono con quelli più recenti prossimi alla superficie, questi ultimi facilmente riconoscibili con l'analisi delle fotografie aeree e con i rilievi morfologici di campagna. Da prove idrologiche eseguite in pozzi dell'area Rosà-Belvedere-S.Pietro in Gu, emerge una trasmissività massima a Belvedere con  $7.4 \times 10^{-1}$  mq/sec e minima a Rosà con  $3 \times 10^{-2}$  mq/sec, e una permeabilità a S. Pietro in Gu di  $1.13 \times 10^{-2}$  m/sec.

I fattori di alimentazione naturale delle falde sono individuabili nella dispersione dei corsi d'acqua, nella infiltrazione diretta degli afflussi meteorici e nella infiltrazione dei ruscellamenti dai versanti posti ai limiti settentrionale e occidentale della pianura Veneta. La loro azione è efficace solo lungo la fascia pedemontana, nel tratto di pianura ad acquifero indifferenziato, dove l'infiltrazione delle acque dalla superficie può giungere alla falda freatica e, indirettamente, alle falde in pressione ad essa collegate.

Il fattore di ricarica più importante è la dispersione di subalveo dei corsi d'acqua. Il processo inizia allo sbocco in pianura delle valli montane e prosegue per vari chilometri verso valle. Lungo i tronchi d'alveo disperdenti la carta delle isofreatiche fa rilevare marcatissimi assi di alimentazione. L'alimentazione per dispersione d'acqua dagli alvei al sottosuolo determina tutta una serie di caratteri peculiari nelle falde: una strettissima analogia tra il regime dei corsi d'acqua e quello degli acquiferi sotterranei; una maggiore oscillazione della falda a ridosso dei tratti disperdenti; direzioni di deflusso della falda divergenti lateralmente dai letti fluviali.

Il processo di dispersione è messo in risalto dalla mancanza di deflussi superficiali in alveo per estesi periodi dell'anno lungo buona parte dei tronchi disperdenti. Il fenomeno si verifica quando le portate di magra sono interamente assorbite dal sottosuolo allo sbocco del fiume in pianura, una situazione che si verifica quasi ogni anno per il Brenta.

A valle del tratto disperdente, i rapporti tra i fiumi e la falda si invertono. A cavallo della fascia delle risorgive cessa il processo di dispersione e per un breve tratto i fiumi esercitano una sensibile azione di drenaggio sulla falda, la cui superficie piezometrica si trova a quota maggiore di quella dell'acqua fluviale.

L'importanza del processo di dispersione nella ricarica naturale degli acquiferi sotterranei è valutabile dalle dimensioni delle portate disperse e dal confronto tra queste e i valori delle portate di alimentazione attribuibili agli altri fattori.

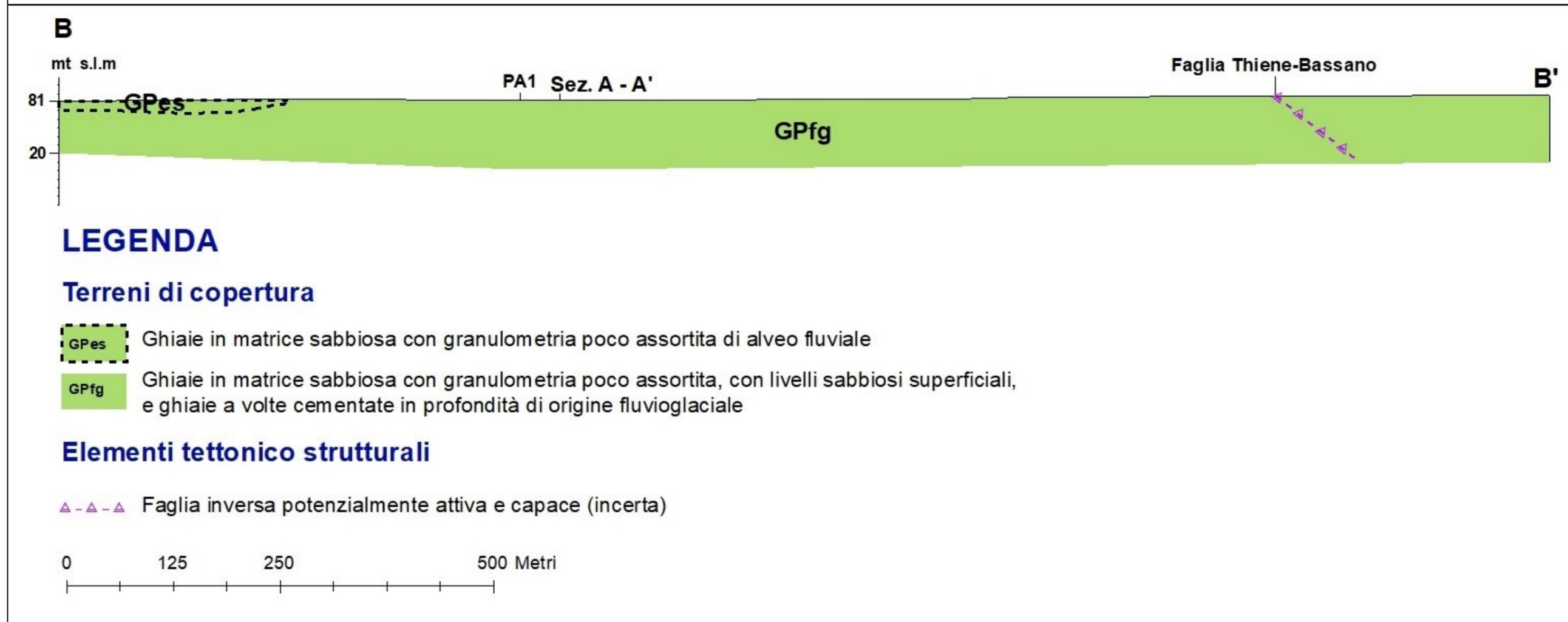
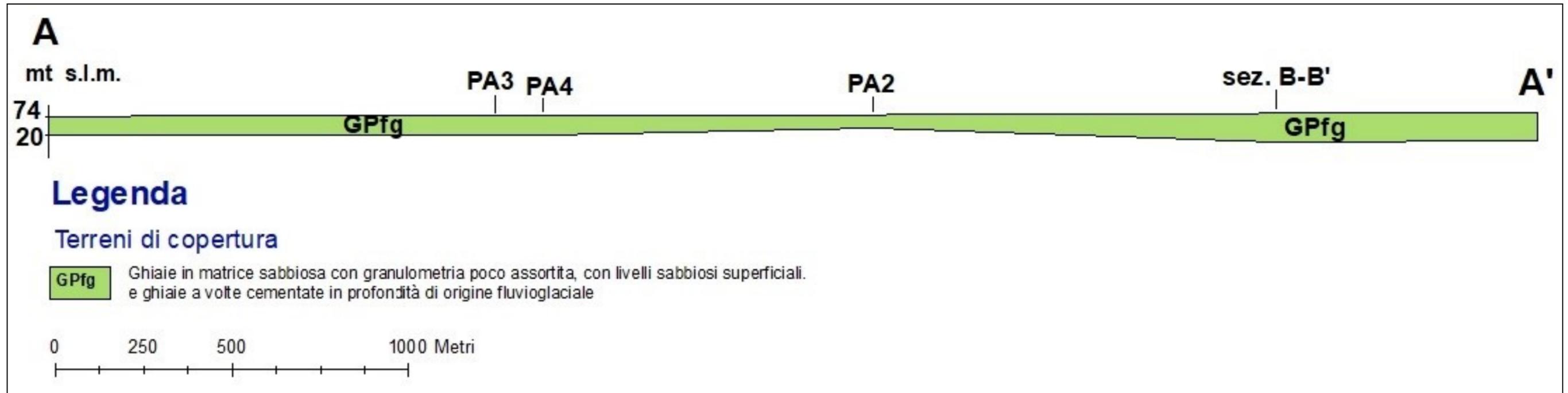
Nella ricarica naturale delle falde è rilevante anche il contributo delle precipitazioni dirette sull'area di alimentazione degli acquiferi. Nel territorio compreso tra i Lessini e il Muson dei Sassi, che riunisce le pianure del Leogra-Astico, del Brenta e del Piave, è stato calcolato che, con una piovosità media annua di circa 1100 mm, 440 mm s'infiltrano nel sottosuolo, pari ad una portata di circa 20 mc/sec.

La differente importanza dei due fattori principali di alimentazione naturale risulta evidente anche dal confronto tra la portata complessiva delle risorgive e la portata delle infiltrazioni dirette degli afflussi meteorici: la portata di risorgiva, che in pratica rappresenta lo scarico pressochè completo della falda freatica, raggiunge i 50 mc/sec, mentre la portata delle infiltrazioni dalle piogge è di soli 20 mc/sec circa. Ne consegue che la ricarica operata dalle piogge dirette giustifica meno della metà della restituzione freatica ai fontanili.

Un ulteriore contributo all'alimentazione delle falde è fornito dall'infiltrazione delle acque irrigue, il cui uso è ancora ampiamente diffuso nella pianura del Piave e del Brenta. Una derivazione del F. Brenta, situata in corrispondenza di Bassano del Grappa, deriva circa 33 mc/sec, ed è utilizzata su gran parte del territorio in riva sinistra, fino a Cittadella. Essa alimenta il canale Medoaco e le rogge di Rosà, Dolfina e Bernarda, che convogliano complessivamente, nei periodi di punta, portate di poco superiori a 18 mc/sec; queste rogge si suddividono a loro volta in numerosi canali adacquatori. Sicuramente vi è un notevole contributo alla ricarica delle falde da parte delle acque di irrigazione. Da notare che solo il 10% dell'acqua che raggiunge la falda deriva dalle pratiche irrigue, mentre il rimanente 90% è dovuta alle perdite dei canali non rivestiti. Per la diversa provenienza delle acque utilizzate, il bilancio risulta peraltro positivo solo nella parte in cui non vengono utilizzati, dal Consorzio di Bonifica, i prelievi dalla falda sotterranea mediante pozzi a grande diametro, difatti, in questo caso, si ha un ritorno delle acque in falda solo parziale, essendo una buona frazione utilizzata dalla vegetazione o dispersa per evapotraspirazione. Nel territorio comunale la superficie della falda, costituita dalle alluvioni ghiaiose fluvioglaciali, è a una profondità variabile dai circa 25 ai 5 metri dal p.c.. La falda sotterranea, oltre a variazioni a lungo periodo nel corso dell'anno subisce delle escursioni stagionali di qualche metro. Dall'analisi delle isofreatiche, risulta che la falda è abbastanza articolata, con una direzione principale di deflusso circa NW-SE.

### **3.3 Sezioni geologiche**

Nella Carta geologico-tecnica sono rappresentate le tracce delle sezioni geologiche, riprodotte in figura n.12. Dall'esame delle sezioni non emerge la profondità del substrato roccioso..



Tav. 12 - Sezioni geologiche

## 4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

### 4.1 Parametri geotecnici

I dati geotecnici e geofisici recuperati da indagini eseguite nel territorio comunale (indagini di enti pubblici e ditte private) sono carenti di parametri geotecnici e geofisici. Allo scopo di definire le caratteristiche sismiche del sottosuolo sono state eseguite indagini HVSR (v. allegato).

Si sono reperiti parametri geotecnici da prove penetrometriche dinamiche. I dati sono stati rappresentati in allegato.

### 4.2 Prove geofisiche

#### 4.2.1 Premessa

Per ottenere la caratterizzazione del sottosuolo ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono state eseguite dallo scrivente indagini sismiche Hvsr. La normativa prevede il calcolo del parametro  $V_s$  (velocità delle onde di taglio), in quanto è quella che meglio di ogni altro parametro fisico caratterizza i materiali dal punto di vista del loro comportamento meccanico. Si ricorda che la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) in modo più coerente con le caratteristiche dei processi fisici responsabili dei fenomeni di amplificazione del moto sismico, le "Linee Guida per la Microzonazione Sismica - 2008" hanno individuato (per la definizione di carte di II livello) parametri dinamici simili ma con importanti differenze in merito:

- andamento della velocità delle onde S ( $V_s$ ) fino al basamento, ovvero fino alla profondità alla quale le velocità  $V_s > 800$  m/sec: questa informazione viene utilizzata per dedurre il valore medio di  $V_s$  fino al basamento sismico.
- in assenza di questa informazione, valore del periodo proprio (frequenza di risonanza) delle coperture, accompagnato da una stima affidabile della profondità del substrato geologico, oppure da una stima della velocità media  $V_{SH}$  delle onde S fino al primo contrasto significativo nei valori di impedenza sismica, purchè questo corrisponda ad un transizione brusca ad un substrato da  $V_s > 600$  m/sec.

In questo studio sono stati perciò realizzati test di Nakamura (HVSR), per la misura della curva di risposta elastica del terreno ovvero per i seguenti obiettivi:

- ricostruire la stratigrafia sismica del sottosuolo;
- stimare il profilo della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ );
- caratterizzare le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica effettuate possono restituire si basa sul contrasto d'impedenza. Per strato s'intende un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le prove a stazione singola (HVSR) sono state effettuate ponendo il Nord strumentale secondo il Nord geografico.

#### 4.2.2 Indagine sismica mediante la tecnica “HVSr” a stazione singola

La tecnica di indagine adottata a supporto di questo studio è conosciuta come *metodo di Nakamura* (1989), dal nome dello scienziato giapponese che l'ha messa a punto, parte dal presupposto che:

1. Il rumore ambientale è generato da riflessioni e rifrazioni di onde di taglio con gli strati superficiali e dalle onde di superficie;
2. Le sorgenti di rumore superficiale non interessano il rumore ambientale alla base di una struttura non consolidata;
3. Gli strati soffici non amplificano la componente verticale del rumore ambientale: questo è composto da onde di superficie tipo Rayleigh generate dall'interazione del vento con le strutture, dal traffico e da altre attività urbane.

Le funzioni di trasferimento **SE** e **AS** che sono rispettivamente l'effetto intrinseco di sito e l'effetto della singola onda Rayleigh possono essere definite come:

$$\mathbf{SE} = \mathbf{H_s/H_b} \quad \mathbf{AS} = \mathbf{V_s/V_b}$$

dove **H** e **V** sono gli spettri per le componenti orizzontali e verticali delle registrazioni di rumore ambientale alla superficie (s) o al top del basamento rigido.

Gli effetti di sito, che non comprendono il contributo della sorgente, sono definiti da **SM** come:

$$\mathbf{SM} = \mathbf{S_e/A_s} \Leftrightarrow \mathbf{SM} = \mathbf{H_sV_b/V_sH_b}$$

Nakamura e Theodulidis *et al.* (1996) hanno dimostrato che gli spettri delle componenti verticali ( $V_b$ ) e orizzontali ( $H_b$ ) sono equivalenti al top del basamento rigido:

$$\text{se } \mathbf{H_b/V_b} = 1 \text{ allora } \mathbf{SM} = \mathbf{H_s/V_s}$$

Alla fine quindi, gli effetti di sito **SM** (ampiezza del rapporto spettrale) possono essere espressi come *rapporto spettrale delle componenti orizzontali e verticali del rumore ambientale alla superficie del suolo*. In conclusione questa affermazione implica che una stima della risposta del terreno in un determinato sito può essere ottenuta con un singolo sismometro a tre componenti. Esperienze di campagna hanno dimostrato che registrazioni di una quindicina di minuti per sito sono sufficienti per fornire risultati stabili nei differenti contesti urbani.

Le curve H/V possono essere convertite dal dominio H/V - frequenza, al dominio Vs - profondità, tramite inversione vincolata. Nel caso presente il vincolo è fornito dalla Vs del primo strato riferita dalle indagini in array. Più in generale il vincolo è costituito dalla profondità di un riflettore sismico nota tramite prove dirette (sondaggio/ penetrometria / geofisica indipendente) il cui marker sia riconoscibile nelle curve H/V. A partire da questo elemento noto si genera una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Rayleigh e di Love nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato) e si considera per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali.

Nei siti in esame si è correlato i valori di picco, degli spettri di risposta HVSr, con le frequenze fondamentali di risonanza del sito. Si sono ricavate le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica, interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH.

Le misure di microtremore ambientale HVSr sono state effettuate per mezzo di un tomografo digitale portatile progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino, Moho s.r.l.) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente.

Le caratteristiche di tutte le misure effettuate HVSR sono le seguenti:

- terreno di misura naturale, non artificiale o compattato, e privo di vegetazione;
- condizioni meteorologiche buone senza la presenza di vento;
- orientamento dello strumento parallelo alla dorsale;
- durata di registrazione 20 minuti;
- frequenza di campionamento 128 Hz;
- lunghezza finestre 30 secondi;
- tipo di lisciamento triangolare;
- lisciamento al 10%.

I risultati delle prove H/V sono stati classificate sia con i “criteri SESAME 2004”, sia con quelli “Albarelo et al. 2010”. Quest’ultimo metodo non interpreta la curva in chiave geologico-stratigrafica, che può essere eseguita invece con i criteri SESAME. Nella classificazione “**Albarelo et al. 2010**” si distinguono tre classi di qualità: “A”, “B”, “C”.

Le caratteristiche di queste classi sono le seguenti:

- **Classe “A”** : curva H/V affidabile e interpretabile; può essere utilizzata anche da sola e deve avere:
  - a. la forma dell’H/V nell’intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura (*stazionarietà*);
  - b. le variazioni azimuthali di ampiezza non superano il 30% del massimo (*isotropia*);
  - c. non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda delle frequenze di interesse (*assenza di disturbi*);
  - d. i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (*plausibilità fisica*);
  - e. i criteri SESAME per una curva H/V attendibile (primi tre criteri) sono verificati (*robustezza statistica*);
  - f. la misura è durata almeno 15/20 minuti (*durata*).

ECCEZIONE: misure effettuate su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico profondo (tipicamente > 1 km) possono non mostrare alcun picco statisticamente significativo della curva H/V nell’intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, a causa dell’assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questi casi, in cui la curva H/V apparirà piatta e con ampiezza circa pari a 1, il criterio “e” risulterà non verificato anche se la misura è di fatto attendibile. In questo solo caso la misura può ricadere nella classe “A”, ma si consiglia di ripetere la misura per confermare l’effettiva assenza di massimi significativi.
- **Classe “B”** : curva H/V sospetta (da interpretare); va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze e deve avere:
  - a. almeno una delle condizioni della classe “A” non è soddisfatta, a condizione che non si rientri nell’ECCEZIONE citata per la classe “A”.
- **Classe “C”** : curva H/V scadente e di difficile interpretazione; non va utilizzata. Essa può presentare:
  - a. misura tipo “B” nella quale la curva H/V mostra un’ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva), indice di un movimento dello strumento durante la misura;
  - b. misura tipo “B” nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico nell’intervallo di frequenze di potenziale interesse.

Per le classi “A” e “B” si possono pertanto definire due sottoclassi delle classi precedenti, ossia:

- **Tipo 1** : Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri SESAME (parte 2):  
*possibile risonanza.*
- **Tipo 2** : Non presenta picchi “chiaro” nell’intervallo di frequenze d’interesse:  
*assenza di risonanza.*

### 4.2.3 Analisi delle risultanze

Nel territorio comunale sono state eseguite n.13 indagini sismiche HVSR..

#### ➤ Sito n.1

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 1. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.95 Hz con ampiezza di 1.4 e a 10 Hz con ampiezza di 2.1.

#### ➤ Sito n.2

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 2. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.95 Hz con ampiezza di 1.4 e a 5.28 Hz con ampiezza di 6.15.

#### ➤ Sito n.3

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 3. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.88 Hz con ampiezza di 1.61 e a 12 Hz con ampiezza di 2.7.

#### ➤ Sito n.4

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 4. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.91 Hz con ampiezza di 1.68 e a 9.4 Hz con ampiezza di 3.

#### ➤ Sito n.5

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 5. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.8 Hz con ampiezza di 1.27 e a 13 Hz con ampiezza di 2.1.

#### ➤ Sito n.6

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 6. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.9 Hz con ampiezza di 1.6 e a 11.6 Hz con ampiezza di 2.2.

#### ➤ Sito n.7

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 7. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.8 Hz con ampiezza di 2.5, e a 11.7 Hz con ampiezza di 1.7.

#### ➤ Sito n.8

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 8. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.6 Hz con ampiezza di 2.26 e a 13.8 Hz con ampiezza di 2.4.

#### ➤ Sito n.9

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 9. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.7 Hz con ampiezza di 2.26 e a 13.2 Hz con ampiezza di 2.5.

#### ➤ Sito n.10

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 10. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.6 Hz con ampiezza di 2.6 e a 9.5 Hz con ampiezza di 2.15.

#### ➤ Sito n.11

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 11. Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. Vi sono delle frequenze di risonanza a 0.6 Hz con ampiezza di 1.7, a 8.5 Hz con ampiezza di 2.6 e a 19.2 Hz con ampiezza di 3.8.

## 5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Per generare il modello del sottosuolo si è proceduto con la seguente metodologia:

- reperimento dati bibliografici;
- analisi delle foto aeree;
- osservazione di campagna;
- raccolta di indagini geognostiche pregresse;
- esecuzione di indagini sismiche;
- ricostruzione dell'assetto litostratigrafico anche mediante sezioni geologiche.

La fotointerpretazione ha avuto come obiettivo l'individuazione delle forme strutturali, forme di versante dovute alla gravità, forme fluviali e fluvioglaciali di versante dovute al dilavamento, forme artificiali, e il reticolo idrografico.

Le osservazioni di campagna sono state volte alla verifica in sito degli elementi riscontrati dalla foto interpretazione e al riconoscimento delle caratteristiche principali delle litologie affioranti nell'area in studio.

Per ricostruire le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo sono state utilizzate indagini pregresse, reperite presso l'ufficio tecnico comunale. Sono state raccolte prove penetrometriche dinamiche super pesanti, prove penetrometriche dinamiche medie e pozzi per acqua. La profondità massima raggiunta da queste indagini è di 80 metri.

Le indagini pregresse sono state ritenute insufficienti per una ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo, per cui si è ritenuto opportuno eseguire indagini sismiche HVSR.

L'area in esame appartiene alla media pianura Veneta, caratterizzata da lineamenti morfologici dolci e regolari. I caratteri originari tuttavia sono stati in gran parte obliterati dall'intenso modellamento antropico, iniziatisi con l'attività agricola e ampliatisi poi con lo

sviluppo industriale. Il reticolo idrografico della zona è per lo più artificiale, ad esclusione del F. Brenta, rappresentato dalla fitta rete di scoli e canalette; infatti l'estensione e lo spessore delle ghiaie costituenti il sottosuolo, estremamente permeabile, determinano la scarsità di corsi d'acqua naturali. I caratteri geomorfologici della zona sono stati abbondantemente approfonditi da numerosi studi, da cui risulta che l'attuale struttura deriva dalla sovrapposizione di più cicli di sedimentazione fluvioglaciali e alluvionali, riferibili al massimo al Wurmiano. Nell'area infatti affiorano sia terreni costituiti da depositi fluvioglaciali, sia depositi alluvionali, più o meno recenti, connessi con le divagazioni del F. Brenta, che con le loro imponenti correnti interessavano la pianura Vicentina. Le varie direttrici hanno pertanto generato dei propri conici di sedimentazione che si sono variamente sovrapposti e anastomatizzati.

Mediante le analisi sopraesposte è stato possibile procedere alla realizzazione di sezioni geologiche e alla ricostruzione dell'assetto litostratigrafico dell'area. Il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza dei seguenti terreni di copertura:

- (**GPes**) : depositi costituiti da ghiaie con granulometria poco assortita, sciolta, dell'alveo fluviale del Brenta. Non sono state reperite indagini caratterizzanti questa unità litologica, che è poggiante sul "GPfg" (depositi ghiaiosi fluvioglaciali) e più in profondità (> a 100 metri) sul substrato roccioso.

- (**GPfg**): depositi costituiti da ghiaie in matrice sabbiosa con granulometria poco assortita, con livelli sabbiosi superficiali (inferiori ai tre metri), e ghiaie a volte cementate in profondità di origine fluvioglaciale e poco addensata superficialmente. Si tratta di depositi fluvioglaciali antichi wurmiani poggianti sul substrato roccioso a profondità superiori ai 100 metri.

| Scala 1:100 | Stratigrafia  | Descrizione  | Profondità' | Potenza |
|-------------|---|--|-------------|---------|
|             |  | Terreno vegetale   |             |         |
| 1           |  | Sabbia limosa debolmente limosa                              | 0.60        | 0.60    |
| 2           |  | Ghiaia con abbondante matrice limosa sabbiosa                | 1.20        | 0.60    |
| 3           |  | Ghiaia con ciottoli anche decimetrici e con matrice sabbiosa | 1.80        | 1.80    |
| 4           |  |  | 3.00        | 1.20    |
|             |   |  | 4.20        |         |

## 6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

I principali dati per la stesura di questo studio, sono i seguenti :

- reperimento dati bibliografici;
- analisi delle foto aeree;
- osservazione di campagna;
- raccolta di indagini geognostiche pregresse (trincee esplorative, sondaggi a carotaggio continuo.
- esecuzione di indagini sismiche HVSR.

Le indagini geognostiche raccolte sono state sufficienti per determinare la stratigrafia dell'intera area di studio, ma carenti per caratterizzare, dal punto di vista geotecnico tutti i litotipi.

Il territorio comunale presenta un unico litotipo costituito da ghiaie sabbiose. Le indagini geognostiche raccolte sono state sufficienti per determinare la stratigrafia dell'intera area di studio, ma carenti per caratterizzare, dal punto di vista geotecnico, i litotipi.

Le indagini sismiche, di nuova realizzazione, non hanno individuato contrasti d'impedenza importanti. Si ritiene sia necessario programmare nuove indagini sismiche per confermare l'omogeneità dei dati riscontrati nel territorio, sia come Vs che come effetti di risonanza. Indagini di risonanza terreno-struttura in prossimità soprattutto degli edifici strategici, potrebbero essere utili per valutare la vulnerabilità sismica di queste strutture, in gran parte non antisismiche. Sarà utile inoltre realizzare o reperire ulteriori sondaggi per caratterizzare con maggiore accuratezza le caratteristiche geotecniche dei litotipi.

Per quanto riguarda le *zone suscettibili d'instabilità*, dai dati acquisiti non si riscontrano fenomeni di liquefacibilità, per la presenza di terreni ghiaiosi e l'assenza di terreni limoso sabbiosi saturi con spessore significativo.

## 7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Lo studio di Microzonazione Sismica fornisce una base conoscitiva della pericolosità di sismica locale delle diverse zone del territorio comunale in studio e consente di stabilire delle gerarchie di pericolosità, utili per la programmazione di interventi di mitigazione del rischio sismico. Vi sono tre livelli di studi di Microzonazione Sismica, quello che si sta redigendo è il livello I, propedeutico agli altri livelli. Il documento di sintesi finale del livello I, è rappresentato dalla cartografia delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, nella quale vengono rappresentate le seguenti categorie:

- le "*zone stabili*" in cui il moto sismico non subisce modifiche rispetto a quello atteso in condizioni ideali di una roccia rigida affiorante con topografia sub-pianeggiante (max 15°), per cui gli scuotimenti attesi possono essere equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base;
- le "*zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*" in cui il moto subisce modifiche rispetto a quello atteso a causa delle litostratigrafie del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le "*zone suscettibili di instabilità*" in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità del versante, liquefazione, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, orli di scarpata e/o di terrazzo fluviale, forme sepolte, ecc.).

L'analisi dei dati sopraesposti ci ha consentito di elaborare la carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica. In questa carta sono state rappresentate le seguenti categorie:

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali;
- punti di misura di rumore ambientale;

Per verificare l'amplificazione sismica sono stati valutati i seguenti elementi, oltre alla pericolosità sismica di base: la morfologia superficiale, la litostratigrafia, la morfologia del bedrock sismico, la caratterizzazione geotecnica dei terreni, il periodo fondamentale di vibrazione.

Le indagini sismiche (HVSr), di nuova realizzazione, non hanno individuato contrasti d'impedenza importanti. Si ritiene sia necessario programmare nuove indagini sismiche per confermare l'omogeneità dei dati riscontrati nel territorio, sia come Vs che come effetti di risonanza.

Per la valutazione delle "faglie attive e capaci" è indispensabile acquisire dati sulla traccia delle faglie in superficie, sulla litostratigrafia generale e di dettaglio in prossimità delle stesse, sull'entità delle dislocazioni, sulla geometria del piano di faglia e sulle datazioni dei movimenti di faglia. Nel territorio comunale non sono state però riscontrate evidenze superficiali, scarpate di neoformazione, che possano avvalorare la presenza di faglie capaci ovvero creare una foliazione di superfici.

Per quanto riguarda le *zone suscettibili d'instabilità*, dai dati acquisiti non si riscontrano fenomeni di liquefacibilità, per la presenza di terreni ghiaiosi e l'assenza di terreni limoso sabbiosi saturi con spessore significativo.

## 8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Gli elaborati cartografici prodotti in questo studio, su base CTR della Regione del Veneto, sono i seguenti:

- Carta delle indagini;
- Carta geologico-tecnica;
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

### 8.1 CARTA DELLE INDAGINI

La Carta delle indagini deriva dalla rappresentazione cartografica e archiviazione di elementi puntuali rappresentativi delle indagini geognostiche, geotecniche, idrogeologiche e geofisiche eseguite nel territorio di interesse.

#### 8.1.1 Prove penetrometriche dinamiche superpesanti e medie, pozzi per acqua

Allo scopo di definire le esatte caratteristiche litologiche e geotecniche del sottosuolo sono state allegate e cartografate le seguenti indagini pregresse :

- *Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DS)*: sono state allegate n.10 stratigrafie, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La massima profondità raggiunta è di 7.8 metri dal piano campagna. Non si sono riscontrate venute d'acqua.
- *Prove penetrometriche dinamiche medie (DN)*: sono state allegate n.1 stratigrafia, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La profondità raggiunta è di 4.5 metri dal piano campagna. Non si sono riscontrate venute d'acqua.

- *Pozzi per acqua (PA)*: sono state allegare n. 4 stratigrafie, reperite dal geoportale dell'ISPRA.. La massima profondità raggiunta è di 80 metri dal piano campagna e hanno raggiunto la falda acquifera. Nessun pozzo ha raggiunto il substrato roccioso.

### 8.1.2 Indagini sismiche

Per ottenere la caratterizzazione del sottosuolo ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono state eseguite dallo scrivente le seguenti indagini:

- n. 11 HVSR.

La densità delle prove è stata sufficiente a una prima caratterizzazione "sismica" del territorio comunale. La descrizione e i risultati di queste prove sono al cap. 4.2.

## 8.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA

Per la redazione della carta degli "*Carta geologico-tecnica*" si è proceduto a un rilievo di dettaglio di campagna e alla raccolta di dati pregressi.

Nel territorio in studio affiorano terreni di copertura. In cartografia sono stati inoltre riportati gli elementi tettonico strutturali, quelli geologici e idrogeologici, e la traccia di sezioni geologiche.

### 8.2.1 Terreni di copertura

Gran parte del territorio comunale, soprattutto quello centro meridionale, è caratterizzato dalla presenza di terreni di copertura, ed è caratterizzato dalla presenza dei terreni: *GPes*, *Gpfg*. Questi litotipi sono descritti nel cap. 5.

### 8.2.2 Elementi tettonico strutturali

E' stata riprodotta la faglia inversa potenzialmente attiva e capace, ma incerta, "*Thiene-Bassano*" come rappresentate nel progetto Ithaca (v. cap. 2.4). Nel territorio in esame non vi sono evidenze superficiali, scarpate di neoformazione, che possano avvalorare la presenza di faglie capaci ovvero creare una foliazione di superficie.

### 8.2.3 Elementi geologici e idrogeologici

Gli elementi geologici e idrogeologici rappresentati sono i seguenti:

- *giacitura degli strati*. Le giaciture degli strati delle varie unità del substrato geologico sono state raccolte attraverso misurazioni di campagna.
- *la profondità dei sondaggi che hanno raggiunto il substrato rigido*: solo un sondaggio ha raggiunto il substrato geologico (SS1).
- *la profondità della falda in aree con sabbie e/o ghiaie*. Sono stati riportati valori di profondità della falda reperiti in bibliografia e non riferiti a un unico periodo temporale.
- *le tracce di sezione geologica rappresentative del modello geologico* sono illustrate nel cap. 3.3.

### 8.2.4 Altri elementi

Sono state rappresentate le aree naturali e protette e il limite del confine comunale.

### 8.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Le informazioni utilizzate per redigere questa carta sono state: la carta delle indagini, la carta litologico-tecnica, le sezioni geologiche, i sondaggi allegati.

La normativa e/o le direttive vigenti di microzonazione sismica prevedono l'identificazione delle seguenti categorie:

- zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto litostratigrafico e morfologico locale.;
- zone di attenzione per instabilità: di versante, di liquefazione, di cedimenti differenziali e di sovrapposizione di instabilità differenti;
- forme di superficie e sepolte (orlo di scarpata morfologica e di terrazzo fluviale, cresta, paleolaveo, valle sepolta larga, conoide alluvionale, ecc.).

Nella "carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" sono state cartografate i seguenti elementi:

- a. "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali";
- b. "Punti di misura di rumore ambientale".

#### 8.3.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

L'intero territorio comunale è stato inserito come "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" o per effetto morfologico locale o litologico-stratigrafico ed è stato suddiviso nel modo seguente:

- **2001:** (Zona 1) depositi costituiti da ghiaie con granulometria poco assortita, sciolta, dell'alveo fluviale del Brenta. Non sono state reperite indagini caratterizzanti questa unità litologica, che è poggiate sul "GPfg" (depositi ghiaiosi fluvioglaciali) e più in profondità (> a 100 metri) sul substrato roccioso.
- **2002:** (Zona 2) depositi costituiti da ghiaie in matrice sabbiosa con granulometria poco assortita, con livelli sabbiosi superficiali (inferiori ai tre metri), e ghiaie a volte cementate in profondità di origine fluvioglaciale e poco addensata superficialmente. Si tratta di depositi fluvioglaciali antichi wurmiani poggianti sul substrato roccioso a profondità superiori ai 100 metri.

| Scala 1:100 | Stratigrafia  | Descrizione  | Profondità' | Potenza |
|-------------|---|--|-------------|---------|
|             |  | Terreno vegetale   |             |         |
| 1           |  | Sabbia limosa debolmente limosa                              | 0.60        | 0.60    |
| 2           |  | Ghiaia con abbondante matrice limoso sabbiosa                | 1.20        | 1.80    |
| 3           |   | Ghiaia con ciottoli anche decimetrici e con matrice sabbiosa | 3.00        |         |
| 4           |  |  | 4.20        | 1.20    |

### 8.3.2 Punti di misura di rumore ambientale

Sono rappresentati 11 punti di misura di rumore ambientale (HVSR) con indicazione della frequenza fondamentale.

## 9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DI DANNI PER EVENTI PASSATI

Nel 2004 è stato aggiornato il Catalogo Parametrico dei Terremoti (CPTI04) da parte di INGV; dall'analisi di questo catalogo possiamo rilevare che i terremoti aventi epicentro entro un raggio di circa 50 km dal centro abitato di Nove e con magnitudo  $M_w \geq 5$  (v.Tab. 1) è quello dell'anno 1695, nell'Asolano, con  $M_w=6.61$ ;

Nelle ricerche bibliografiche eseguite, pur non approfondite con ricerche documentali specifiche di atti nel periodo degli eventi, non si sono rilevati danni per eventi sismici nel Comune di Nove.

Interessanti sono però le documentazioni scritte di danni nella confinante città di Bassano, causate dal **terremoto del 1695**, con epicentro nell'asolano:

- *“L'anno 1695, 25 Febbaro giorno di Venerdì nel far del giorno a ore dodese e mezza diede un horribile tocco di terremoto in Bassano, et contorni, che durò per spatio d'un credo, ma tanto gagliardo che le fabbriche tutte fecero molte fisure ne' muri, et caderono alcune case e campanili, con altri danni, et morte di una donna che veniva a Bassano, colta sotto un muro, ma con infinito spavento di tutti”;*
- *“In Domo si ruppe l'architrave dell'altare di S. Bassano et si levò una pietra al capitello d'una colonna di detto Altare, cascò le malte al soffitto, et la muraglia verso monte fece qualche motto, particolarmente dalla parte della Sachrestia che corrisponde anche dalla parte di dentro, onde sarà necessario ripararla.*
- *“In S. Giovanni è similmente caduto parte delle malte al soffitto, et fatta qualche piccola fessura nella muraglia et volto sopra l'altare maggiore, con la caduta delle campane, et campani letto posto sopra la Capella di San Paolo”.*
- *“A S. Francesco rotta in parte la pigna del campanile, e talli due altari della Trinità et Spirito Santo, si vedono i soffitti che stanno sopra detti altari alquanto crepati, ne in questa chiesa ha fatto altro malle”.*
- *“A San Bernardino cade la cima del campanile, et anco a Santa Caterina. Nelle case particolari per tutto qualche danno, in piazza fu assicurato con pietre il canton della Cha Rossa, la cantonà del Sig. Giacomo Mimiola, et altra de Sigg. Calderoni, si mosse anche la colonna che sostiene la casa dei Sigg. Ruberti che guarda la Contrà Palazzo nel cantone, si mosse una alla dell'orologio, crepò la cantonata de Sigg. Paroli, che furono obbligati farla aggiustar, il palazzo pretorio fu in molti luochi restaurato, in particolare dalla parte del volto, si mosse anche li pilastri della beccaria grande in piazza, la casa di me Zerbino Lugo si apperse nel tinello con non molto danno, così nella casa alta fece qualche motto in particolare dalla parte delle schalle di pietra, nella casa de' Sigg. Reatti ha partito la faccoda d'avanti, et a Sigg. Brocchi caderono le cime alle sue piramidi, che stanno poste sopra il suo piedestallo; fuori di Bassano poi fu maggiore il male, essendo che il monasterio di S. Fortunato restò tutto sconquassato, forse per esser a volto, che per riparazioni occorse molta spesa, in somma questo loco ha risentito maggior danno delli altri, una casa poco distante da detto monasterio, di Vidale, cascò in parte, et coperse sotto le sue ruine il sudd.° Vidale fu però cavato vivo, et dopo molti giorni si recuperò, cascò pure una parte*

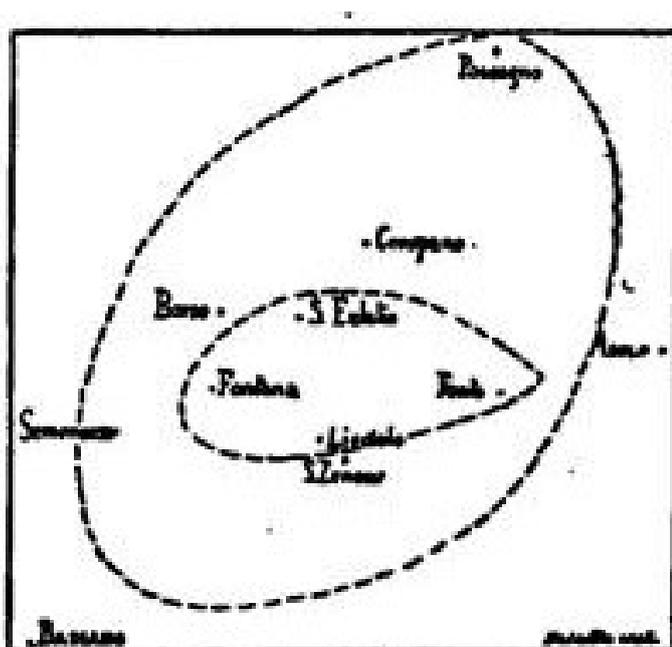
della casa di Ludovico Moscha, et altra casa di Andrea Tessari, et altre sconquassate tutte in quelle vicinanze, a cha Zambelli caderono li due gran vasi di pietra, che stavano sopra il suo palazzo, con altro danno in detto palazzo, alli Cappuccini quelli de Cha Beltrami era tutta rovinata che a ripararla vi sarà andato Ducati 200 circa, oltre li danni risentiti dalle case, caderono un'infinità di muri.”

Ricordiamo anche due iscrizioni su pietra, presenti nella città di Bassano, in riferimento al terremoto del 1695:

- una posta sulla parete esterna del chiostro, verso il fiume Brenta, del convento di San Fortunato “*Ab ingenti terremutu – XXV Febr. MDCXCV – redimitur a. MDCC*”.
- un'altra posta in una chiesetta di allora e poi ridotta ad altro uso, denominata di S. Francesco a Marsan, allora proprietà di Lugo “*Sacellum hoc a terremutu in parte dirutum – Zerbinus Lugo Civis Bassani – summa diligentia instauravit anno domini MDCLXXXVII*”.

Dai documenti storici esaminati negli anni successivi, vi è solo un breve accenno anche al **terremoto del Giugno 1836**, relativo però alla città di Bassano del Grappa: “*Le scosse in Bassano non portarono danni, ma grandissimi nei Comuni vicini di Borso, S. Zenone, Fonte e Crespano. A Crespano e a Borso le genti dormivano all'aperto sotto tende o rannicchiati sotto a dei tini.*”

Interessante è la descrizione, conservata nell'archivio arcipretale di Borso del Grappa, dello sciame sismico che durò per circa nove mesi, l'epicentro si ritiene fosse tra S. Eulalia di Borso del Grappa e Liedolo di San Zenone degli Ezzelini (v. Tav.13). I maggiori danni non furono nella prima scossa, bensì nelle seguenti: all'inizio vi fu solo “*una casa caduta e molti feriti*”, successivamente “*atterrate in Borso più di 80 case, con gravi danni per tutte le altre*”. Il Baratta afferma che “*...nell'area danneggiata su 1943 fabbricati 100 caddero interamente, 100 altri rimasero cadenti, 692 ebbero danni più o meno gravi e 1151 restarono illesi*”.



Tav. 13 – Località più danneggiate nel terremoto del 1836  
(da “Baratta – 1901”)

## 10. BIBLIOGRAFIA

- AGIP MINERARIA: *"Mappa delle isobate del Quaternario della Pianura Padana"*. S. Donato Milanese, 1978.
- ANTONELLI R., DAL PRA' A.: *"Carta dei deflussi freatici dell'alta pianura veneta con note illustrative"*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, V. 51 (7), pp. 185-197, 2 figg., 3 tabb., 2 carte idrogeol., Roma, 1980.
- ANTONELLI R., DAL PRA' A.: *"Alcune analisi e correlazioni sul regime della falda freatica nell'alta pianura veneta"*. Estr. da Studi Idrogeol. sulla Pianura Padana, n. 2 clup, Milano, 1986
- ARPAV: *"Carta dei suoli del Veneto"*, 2005.
- AUTORI VARI: CARTA GEOLOGICA DELLE TRE VENEZIE: *"Foglio Bassano del Grappa"*. Scala 1:100.000, Uff. Idrogr. Mag. Acque, Venezia, 1946.
- AUTORI VARI: *"La Valcavasia – Ricerca storico ambientale"*. Comunità Montana del Grappa, 1983.
- AUTORI VARI: *"Difesa degli acquiferi dell'Alta Pianura Veneta - Stato di inquinamento e vulnerabilità delle acque sotterranee del Bacino del Brenta"*. CNR, Reg. del Veneto, ULSS n.5 e n. 19. Gruppo Naz. Difesa Cat. Idrogeol., Linea Ric. Valut. Vuln. Acq., U.O. 4.6., Pubbl. n. 207, Voll. 1, 2, 3, 4, 5, Venezia, 1988.
- AUTORI VARI: *"Qualità delle acque sotterranee nella conoide del Brenta (Media e Alta Pianura Veneta) - Tendenze Evolutive"*. CNR, Reg. del Veneto, Prov. di Vicenza, ULSS n.5, ULSS n. 19 - Gruppo Naz. per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Linea Ric. Valut. Qualità Acq., U.O. 4.6, Pubbl. n. 786, Voll. 1, 2, Venezia, 1993.
- AUTORI VARI: *"Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"*, 2011.
- AUTORITA' DI BACINO ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE: *"Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Bacino Idrografico dei Fiumi Brenta-Bacchiglione"*, 2012
- BANCA DATI IFFI – Inventari Fenomeni Franosi in Italia.
- BANCA DATI ISPRA
- BARATTA M. : *"I terremoti d'Italia"*, 1901.
- BOLLETTINO DI GEOFISICA TEORICA ED APPLICATA: *"Distretti sismici del Veneto"* di M. Sukan e L. Peruzza, 2011
- BOLLETTINO DEL MUSEO CIVICO DI BASSANO DEL GRAPPA: *"I terremoti a Bassano"*, di G. Spagnolo 1907.
- BOSCARINI: *"Il terremoto del 1695 nell'asolano"*, 2003.
- BURATTO, POLI e altri: *"Source of Mw5+ earthquakes in northeastern Italy and western Slovenia: an updated view based on geological and seismological evidence -2007"*
- CARRARO e altri: *"Incontri con il Grappa – I segreti della geologia"*. Centro con la natura Don Paolo Chiavacci di Crespano del Grappa, 1989.
- CASTALDINI-PANIZZA: *"Carta delle faglie attive nell'Italia Settentrionale"*, 1991.
- CASTIGLIONI G.B. et al.: *"Elementi per una ricostruzione dell'evoluzione morfotettonica delle Prealpi Venete"*. Geogr. Fis. Din. Quat., Suppl. 1, 1989.
- CASTIGLIONI G.B., PELLEGRINI G.B.: *"Note illustrative alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana"*. Geogr. Fis. e Din. Quater., Suppl. IV, 2001
- COMUNE DI NOVE – PAT comunale.
- CONSORZIO PEDEMONTANO BRENTA : *"Studi per la salvaguardia del patrimonio idrico sotterraneo del bacino del Brenta: la ricarica artificiale della falda nel territorio consortile"*. Cittadella (PD), 1994.
- DAL PRA' A.: *"Risultati preliminari di ricerche idrogeologiche nella pianura alluvionale tra Astico e Brenta"*. Tecnica Italiana, Anno XXXVI, n. 9-10, 1971.
- DAL PRA' A., VERONESE F.: *"Gli acquiferi nell'alta pianura alluvionale del Brenta e i loro rapporti col corso d'acqua. Ricerche preliminari"*. Ist. Ven. Sc. Let. e Arti, Vol. Vo, Rapporti e Studi della Comm. di Studio dei Provvedimenti per la Conservazione e Difesa della Laguna e della Città di Venezia, pagg. 291-324, ITE, Dolo (VE), 1972.
- DAL PRA' A., VERONESE F.: *"Considerazioni sulle possibilità di alimentazione artificiale della falda freatica nelle conoidi alluvionali del Brenta"*. Atti Gior. Studio "Sep/Pollution 74", Padova, 1974.
- DAL PRA' A., ANTONELLI R.: *"Carta dei deflussi freatici dell'alta pianura veneta con note illustrative"*. CNR-IRSA, Quaderni 51 (I), Roma, 1980.
- DAL PRA' A.: *"Carta idrogeologica dell'alta pianura veneta"*. Ist. Geol. Univ. Padova, 1983.
- DAL PRA' A., D'ALPAOS L., ANTONELLI R.: *"Caratteristiche generali degli acquiferi della pianura veneta e friulana e aspetti comparativi con l'area vicentina"*. AIM, Vicenza. Giornata di studio sulla "Utilizzazione delle Risorse Idriche in Aree Pedemontane". Vicenza, 16 febbraio 1983.
- DECRETO MINISTERIALE: *"Norme Tecniche sulle costruzioni"*, 2018.

- ENEL-AQUATER: *"Elementi di Neotettonica del territorio italiano"*. Milano, 1981.
- Favaro V.-Grandesso P.: Nuovi affioramenti di pliocene marino nei dintorni di Bassano del Grappa (VI). Memorie società geologica italiana, 1982
- FRASCARI e altri: *"Ricerche geologiche nei dintorni di Bassano del Grappa"*. Museo Tridentino di Scienze Naturali, 1973.
- GEOPORTALE REGIONE VENETO – Aree carsiche, cave, discariche, fenomeni franosi, zone naturali protette.
- ILICETO: *"Studio idrogeologico"*. Comune di Borso del Grappa (TV), 1991.
- INGV: *"CPTI015-Catalogo parametrico dei terremoti Italiani"*
- INGV: *"CPTI04-Catalogo parametrico dei terremoti Italiani"*
- INGV: *"DBMI15-Database Macrosismico Italiano 2015"*
- ISPRA: "Geoportale".
- ISTAT: *"Basi territoriali – progetto Census 2010"*.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - UFFICIO IDROGRAFICO: *"Annali idrologici"*. Anate varie, Venezia.
- MARCOLONGO B., PRETTO L.: *"Vulnerabilità degli acquiferi nella pianura a nord di Vicenza"*. Gruppo Naz. Difesa dalle Catastrofi Idrogeol., Linea di Ricerca VAZAR, pubbl. n. 28, 1987.
- PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEL MINISTRI – Dipartimento della Protezione Civile e altri: *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"*, 2008.
- PROVINCIA DI VICENZA – PTPC, 2012.
- REGIONE DEL VENETO - SEGRETERIA PER IL TERRITORIO -DIPARTIMENTO PER L'ECOLOGIA: *"Carta isofreatica e Carta piezometrica della pianura veneta"*. Venezia, 1985.
- REGIONE DEL VENETO - SEGRETERIA PER IL TERRITORIO - DIPARTIMENTO PER L'ECOLOGIA: *"Censimento dei corpi idrici. Piano per il rilevamento delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici della Regione del Veneto"*. Collana di divulgazione dell'Attività Legislativa e Amministrativa della Regione, n. 4, Settore Ambiente-Territorio, Venezia, 1987.
- REGIONE VENETO: *"Carta Geologica del Veneto. Scala 1:250.000"*. Segr. Reg. Territorio, 1990.
- REGIONE VENETO: *"Carta litologica e carta idrogeologica dei monti Grappa e Cesen"*. Segr. Reg. Ambiente e Territorio, 2006.
- SEDEA R., DE VECCHI G.P.: *"Studio geologico e idrogeologico nella cava sita nei Comuni di Romano d'Ezzelino e di Cassola (VI) da adibirsi a discarica controllata di R.S.U."*. Padova, 1982.
- SLEJKO e altri: *"Modello sismotettonico dell'Italia nord orientale"*. CNR-GNDT, 1987
- ZAMBRANO R.: *"Studio gravimetrico della conoide di deiezione del Brenta nella zona di Bassano del Grappa"*. Mem. Acc. Patav. SS.LL.AA., vol. 80, pagg. 524-541, Padova, 1969.
- ZANFERRARI A.et al.: *"Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale"*. Mem. Sc.Geol. Vol. XXXV, Univ. Padova, 1982.

Maser, Agosto 2019

Il geologo

Dott. Geol. Livio Sartor

