



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

Regione Veneto  
Comune di Colceresa



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Veneto	Dott. Geol. Francesco Marinoni  COLLABORATORI  Dott. Geol. Maurizio Olivotto Dott. Geol. Leonardo Basso	Marzo 2020

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1. Premessa.....	3
1.2. Inquadramento geografico .....	5
1.3. Inquadramento topografico .....	8
<b>2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEGLI EVENTI.....</b>	<b>9</b>
2.1. Caratteri geologico strutturali .....	9
2.2. Pericolosità sismica .....	15
2.3. Sismicità storica dell'area.....	18
2.4. Faglie che interessano l'area di studio.....	23
<b>3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA .....</b>	<b>27</b>
3.1. Assetto litologico e geomorfologico .....	27
3.2. Idrografia ed idrogeologia .....	29
3.3. Descrizione della carta geologico-tecnica .....	30
3.3.1. Substrato geologico e copertura quaternaria .....	31
3.3.2. Elementi geomorfologici e idrogeologici .....	35
3.3.3. Elementi di instabilità gravitativa .....	35
3.3.4. Elementi tettonico strutturali.....	35
<b>4. LA CARTA DELLE INDAGINI.....</b>	<b>36</b>
4.1. Indagini pregresse e le nuove indagini .....	36
4.2. Nuove indagini geofisiche .....	39
4.3. Analisi delle onde di superficie con tecnica "MASW" - Generalità.....	39
4.4. Operazioni di campagna ed Elaborazione dati.....	41
4.5. Analisi del rumore sismico ambientale (tecnica HVSR) .....	42
4.6. Risultati ottenuti con le indagini geosismiche .....	43

<b>5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....</b>	<b>49</b>
<b>6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....</b>	<b>51</b>
<b>7. DESCRIZIONE DELLA CARTA DELLE MOPS.....</b>	<b>52</b>
7.1. Premessa.....	52
7.2. Definizione profili tipo zone stabili e amplificabili.....	52
7.3. Descrizione delle instabilità e delle forme .....	53
7.3.1. Zone di attenzione per instabilità di versante.....	53
7.3.2. Liquefazione .....	53
7.3.3. Forme di superficie e sepolte .....	54
<b>8. CONSIDERAZIONI FINALI .....</b>	<b>55</b>
8.1. Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali .....	55
8.2. Zone instabili .....	57
<b>9. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>59</b>
<b>10. PROFILI GEOLOGICI E COLONNE STRATIGRAFICHE DELLE MOPS .....</b>	<b>61</b>

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1. Premessa

Su incarico del Comune di Colceresa (VI), è stato eseguito lo studio di Microzonazione sismica di Livello 1 del territorio comunale. Lo studio è stato condotto in conformità con le direttive e le specifiche emanate dagli organi competenti per questa tipologia di indagini:

- *“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. 4.1 Novembre 2018 - Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.
- *“Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC)”* Vers. 1.0 - 2015 - Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica.
- DGRV n. 1572 del 3 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”*.
- DGRV 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”*.
- D.M. 17 gennaio 2018 aggiornamento delle *“Norme tecniche per le costruzioni”*

Il Comune di Colceresa è stato istituito dalla Regione Veneto con Legge Regionale n. 10 del 18/02/2019 ed è il risultato della fusione tra i due Comuni di Mason Vicentino e Molvena. Nella trattazione seguente, a volte, si farà riferimento ai singoli ex comuni, poiché i cataloghi, gli archivi ed altri documenti, non sono stati ancora aggiornati.

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi principali:

- 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.I.
- 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 ed elaborazione di nuove indagini geofisiche
- Sintesi di tutti i dati raccolti
- Elaborazione della cartografia prevista e della relazione illustrativa.

Lo studio, oltre alla raccolta delle indagini pregresse, ha previsto la realizzazione di nuove indagini geofisiche allo scopo di caratterizzare meglio i terreni nei confronti dei parametri più importanti dal punto di vista sismico. Complessivamente, sono state effettuate 53 indagini con tecnica a stazione singola HVSR e 28 profili con tecnica MASW.

Come è noto, il livello 1 di Microzonazione Sismica (MS) è propedeutico e necessario per la redazione dei successivi studi di livello 2 e 3. Trattandosi di uno studio “preliminare”, incentrato soprattutto sulla raccolta e analisi dei dati esistenti, contiene dei limiti intrinseci, tra i quali, per il caso specifico, si segnalano:

- Disomogenea distribuzione areale delle indagini geognostiche pregresse.
- Carenza di dati inerenti le caratteristiche sismostratigrafiche del sottosuolo.
- Informazioni litostratigrafiche relative a sondaggi e prove molto diverse, in relazione alla qualità del dato, profondità della prova ecc.
- Limitate indicazioni relativamente alla natura e profondità del substrato.

Di conseguenza, va sempre considerato il valore qualitativo di questo studio, che porta alla definizione di aree omogenee come risposta alle sollecitazioni sismiche, utile, quindi per indirizzare la pianificazione territoriale e orientare i successivi livelli di MS.

## 1.2. Inquadramento geografico

Il Comune di Colceresa è situato al margine meridionale dell'area collinare/montana dell'altopiano dei sette Comuni, parte del proprio territorio è interessata quindi dai rilievi collinari, mentre il settore meridionale si distende sull'alta pianura del Brenta. (Figura 1)

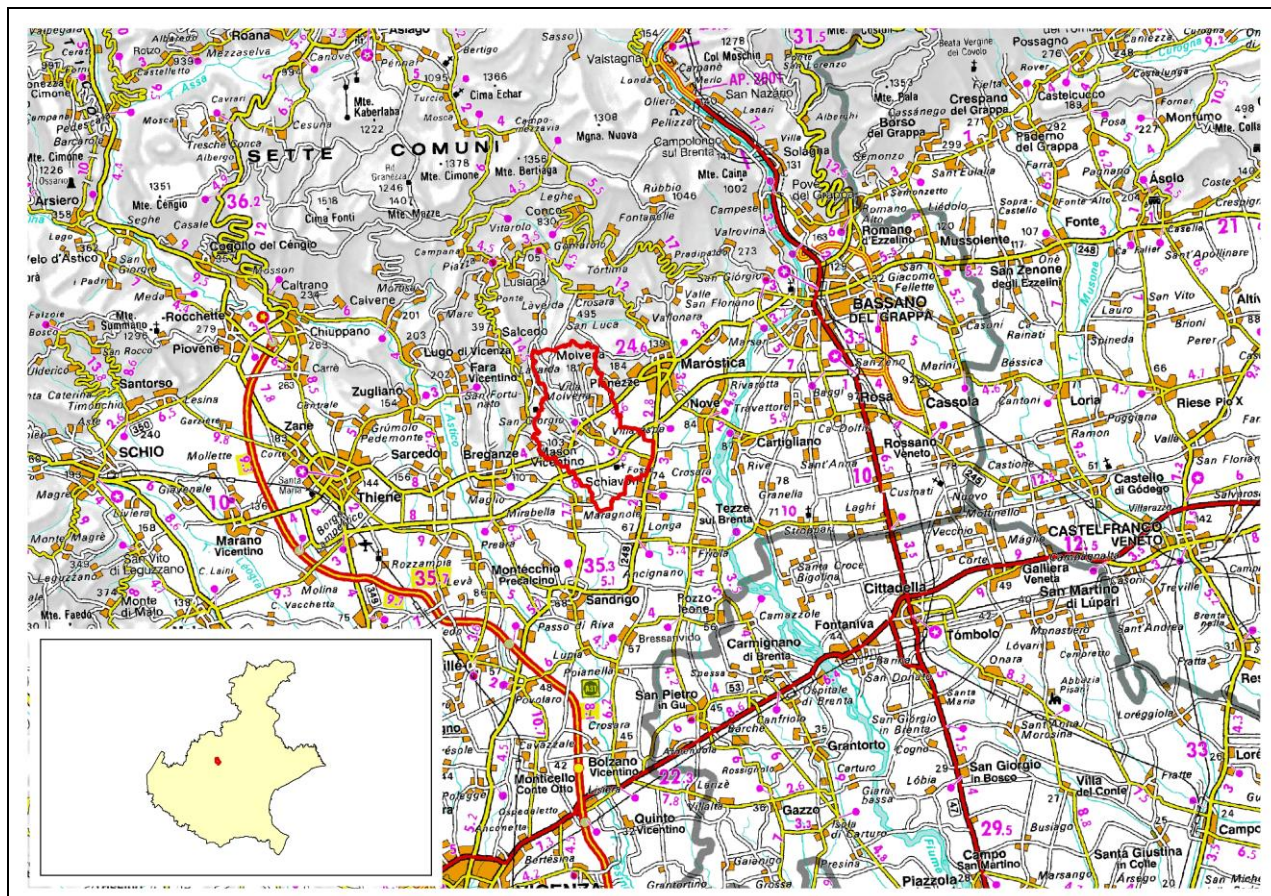


Figura 1: Ubicazione del Comune di Colceresa

Le principali aree urbanizzate e produttive si concentrano nell'ambito della piana alluvionale del Brenta e nella fascia pedecollinare: si tratta di parte del centro abitato di Mason, delle zone industriali di Mason e Molvena e della frazione di Villaraspaspa. Il centro abitato dell'ex Comune di Molvena, le frazioni di Mure e Villa di Molvena si trovano invece nel settore collinare, dove sono ubicati anche i borghi e nuclei abitativi sparsi di minore importanza.

La seguente Figura 2, realizzata con il DEM reso disponibile grazie alla documentazione scaricabile dal sito della Regione Veneto<sup>1</sup>, permette l'immediata comprensione dei principali aspetti morfologici che caratterizzano il territorio comunale.

<sup>1</sup> (<https://idt2.regione.veneto.it/>)

Si possono così osservare l'alta piana alluvionale costruita dalle alluvioni fluvioglaciali del Brenta e la conoide, molto depressa, costruita dal torrente Laverda allo sbocco in pianura ed il cui alveo ha subito una vistosa deviazione verso occidente, percorrendo adesso il margine della sua struttura deposizionale.

Compaiono evidenti i solchi vallivi che incidono, prevalentemente in senso nord-sud, i rilievi collinari e che sono stati generati dalle attività erosive dei corsi d'acqua; tra questi ultimi i più importanti sono il T. Laverda e il T. Valderio. I rilievi collinari, costituiti in prevalenza da prodotti vulcanici subaerei e subacquei, si elevano gradualmente spostandosi verso nord dove, in corrispondenza del confine comunale, non superano i 400 m s.l.m.

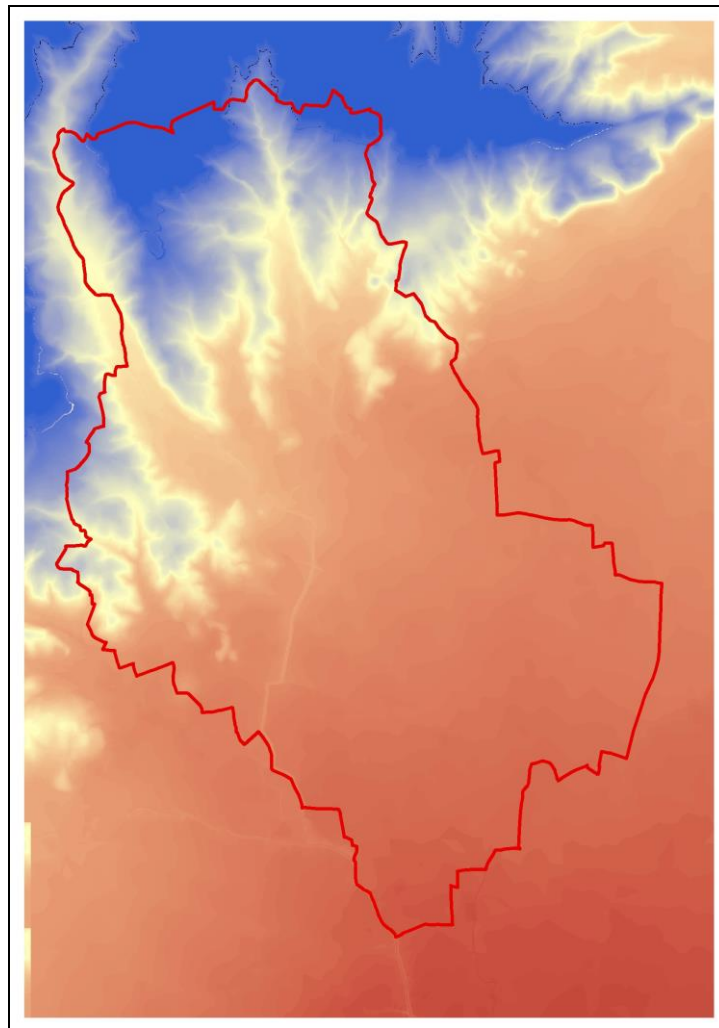


Figura 2: rilievo DEM del territorio comunale

Il Comune confina con i territori contermini di (partendo da nord in senso orario) Figura 3:

- Marostica
- Pianezze
- Marostica
- Schiavon
- Breganze
- Fara Vicentino
- Salcedo

Comuni tutti appartenenti alla provincia di Vicenza.



Figura 3: Comuni contermini

Il territorio comunale risulta interessato dalle seguenti sezioni in scala 1:10.000 della CTRN della Regione del Veneto:

- 103040 Crosara;
- 103080 Marostica;
- 103120 Sandrigo;

Mentre gli elementi in scala 1:5.000 sono i seguenti:

- 103043 – Laverda;
- 103084 – Molvena;
- 103081 – Marostica;



- 103083 – Mason Vicentino;
- 103082 – Villaraspà;
- 103124 – Maragnole;
- 103121 – Schiavon;

La cartografia IGMI in scala 1:25.000 interessata è rappresentata dalle seguenti sezioni:

- 37 III NE – Conco;
- 37 III SE – Marostica.

### **1.3. Inquadramento topografico**

Il Comune di Colceresa interessa l'alta pianura del Brenta ed il settore meridionale dell'altopiano dei Sette Comuni. Le quote più elevate si raggiungono in corrispondenza dei rilievi collinari con 395 m s.l.m. in corrispondenza della località Guizze, mentre l'area più depressa è situata nella parte meridionale dove, in località Roncaglia in corrispondenza dell'alveo del T. Laverda, la quota è di 70 m s.l.m..

Il dislivello complessivo del territorio comunale assomma quindi a circa 325 metri. I centri urbani principali di Mason Vicentino e Molvena si sviluppano rispettivamente intorno a 95 m s.l.m. il primo e 180 m s.l.m. il secondo.

Suddividendo il territorio in aree geografiche diversificate, i circa 19 kmq totali del Comune risultano così distribuiti:

Tabella 1: distribuzione fasce altimetriche

<i>Area geografica</i>	<i>Superficie (kmq)</i>	<i>Percentuale sup.</i>
Area della piana alluvionale del Brenta	10,9	56,2%
Area collinare settentrionale	8,5	43,8%
<b>Totali</b>	<b>19,4</b>	<b>100,00%</b>

Dalla lettura della tabella si può osservare come l'area morfologicamente pianeggiante rappresenti una elevata percentuale del territorio comunale che supera la metà del totale complessivo.

## 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEGLI EVENTI

### 2.1. *Caratteri geologico strutturali*

Le note di carattere generale riportate di seguito, sono tratte da ricerche bibliografiche e fanno riferimento principalmente al lavoro di Monica Sugan e Laura Peruzza: “Distretti sismici del Veneto” (dicembre 2011) oltre che alle altre pubblicazioni citate in bibliografia.

Il settore orientale delle Alpi Meridionali, all'interno del quale è compresa la Regione Veneto, è la zona con sismicità più accentuata dell'intera catena alpina: tale situazione è da imputarsi alle caratteristiche geodinamiche dell'area, interessata, anche attualmente, da un processo di raccorciamento. Infatti, dal Cretaceo in poi, la convergenza tra la placca Europea e la placca Adriatica, strutturalmente continua con la placca Africana, provoca la collisione alpina i cui effetti perdurano fino ad oggi.

Le Alpi Meridionali Orientali, situate sull'estremità nord-orientale della microplacca Adriatica, sono una catena a pieghe e sovrascorrimenti sud-vergenti (Figura 4). La loro architettura è il risultato di due principali fasi compressive del Terziario: la fase meso-alpina (Paleogene) e la fase neo-alpina (Neogene-Quaternario). Quest'ultima è responsabile di buona parte del sollevamento delle montagne venete, con formazione di sovrascorrimenti S-SE vergenti. Le deformazioni compressive del Messiniano-Pliocene hanno generato pieghe e sovrascorrimenti disposti NE-SO (Flessura Pedemontana, anticlinale di rampa frontale del sovrascorrimento Bassano-Valdobbiadene) e riattivato il sistema trascorrente Schio-Vicenza.

Nella pubblicazione di Sugan e Peruzza, il territorio veneto è diviso in 9 distretti sismici (Figura 5): il Comune di Colceresa ricade nel “**Distretto Pedemontana Sud: PS**”, del quale vengono riassunti di seguito i lineamenti principali. *Questa regione si estende dall'Altopiano di Asiago fino alla zona pedemontana del margine del Cansiglio, verso SE si estende 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 (margine occidentale del massiccio del Cansiglio). L'area presenta tuttora un'attività tettonica rilevante con una compressione attiva la cui velocità è stimata dell'ordine di qualche mm/anno. La stretta di Quero e il rilievo del Montello sono gli elementi geologici e morfologici di questo distretto attorno ai quali si sono maggiormente concentrati studi per il riconoscimento di faglie attive. 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 (OMBRA Projet Group 2011).*

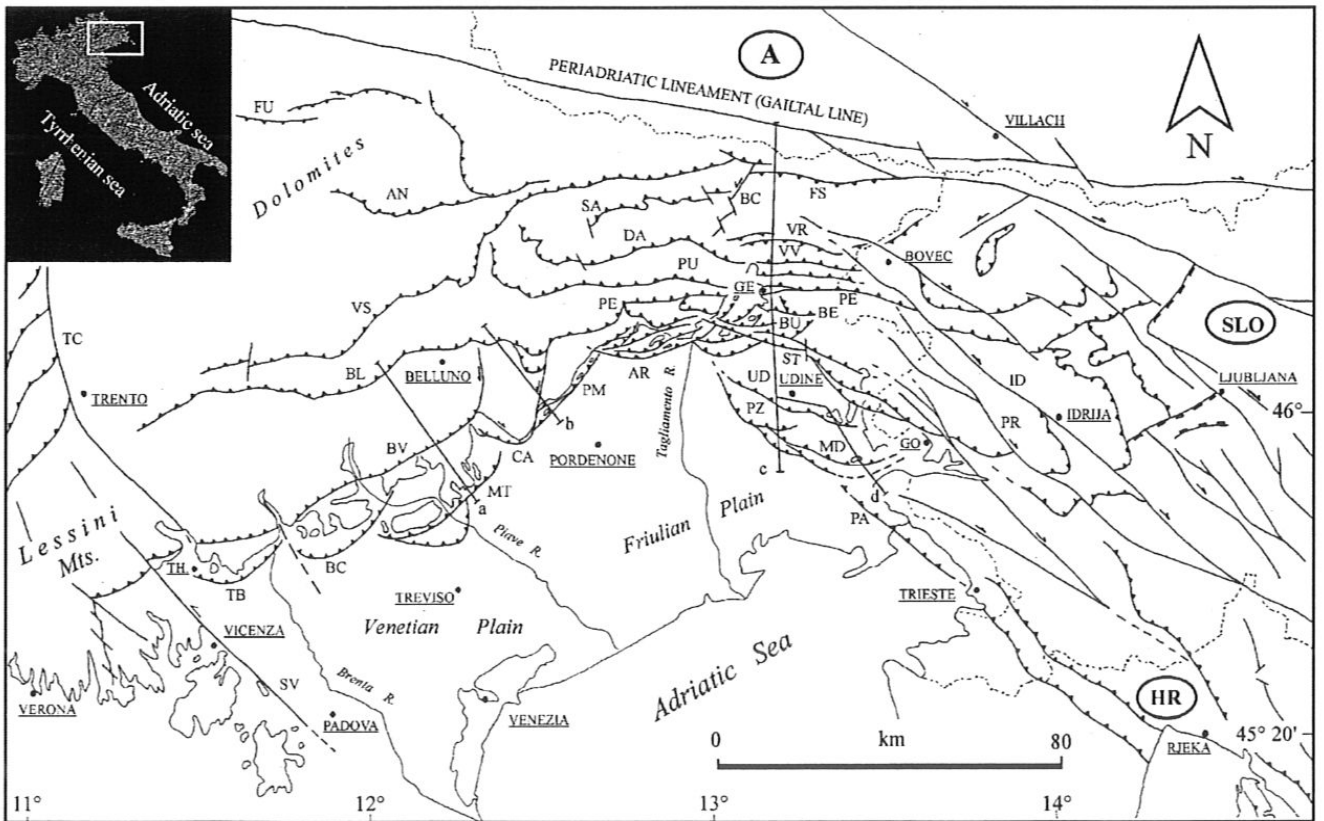


Figure 1. Structural model of NE Italy and W Slovenia. The letters a, b, c and d define the traces of the geological sections reported in Figs 11, 14, 4 and 6, respectively. Legend (towns): TH, Thiene; GE, Gemona; GO, Gorizia. Legend (structures): TC, Trento-Cles fault; SV, Schio-Vicenza fault; TB, Thiene-Bassano fault; BC, Bassano-Cornuda fault; BV, Bassano-Valdobbiadene fault; BL, Belluno fault; VS, Valsugana fault; FU, Funes fault; AN, Antelao fault; MT, Montello fault; CA, Consiglio fault; PM, Polcenigo-Maniago fault; AR, Arba-Ragogna fault; PE, Periadriatic thrust; PU, Pinedo-Uccea fault; DA, Dof-Auda fault; SA, Sauris fault; BC, But-Chiarsò fault; FS, Fella-Sava fault; VR, Val Resia fault; VV, Val Venzonassa fault; BE, Bernadia fault; BU, Buia fault; ST, Susans-Tricesimo fault; UD, Udine-Buttrio fault; PZ, Pozzuolo fault; MD, Medea fault; PA, Palmanova fault; ID, Idrija fault; PR, Predjama fault.

Figura 4: Modello strutturale dell'Italia nord-orientale che riporta i principali sovrascorrimenti della catena sudalpina orientale (da Galadini et al. [2005]).

*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,  $M_w = 6,61$ ), la cui magnitudo ricavata dai 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 l'area compresa tra Bassano del Grappa e Valdobbiadene.*

*Danni significativi dovuti ad eventi più antichi vengono invece attribuiti esclusivamente o prevalentemente alla città di Treviso (778  $I_0 = VIII-IX$ ,  $M_w = 5,84$ ; 1268  $I_0 = VII-VIII$ ,  $M_w = 5,37$ ); per questi eventi è oggi impossibile risolvere la vera localizzazione, data la scarsità di fonti storiografiche che documentano i danni.*

*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,  $M_w = 5,48$ ) e una serie di eventi dannosi prevalentemente documentati nella seconda metà del XIX secolo. Da oltre un secolo, quindi, non si verificano eventi di energia significativa.

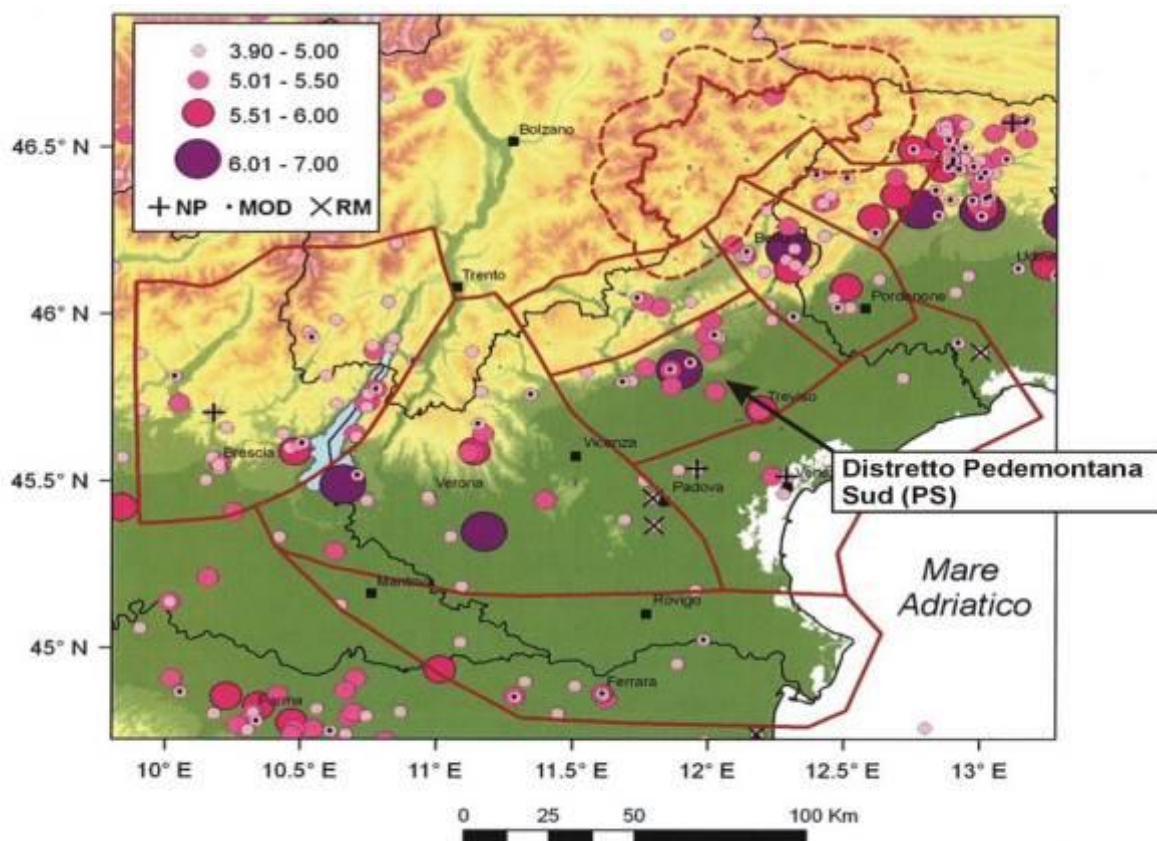


Figura 5: Mappa della sismicità storica del Veneto e aree limitrofe; fonte dati CPTIO4 criticamente rivisto (Molin et al, 2008). In legenda i simboli colorati indicano la magnitudo equivalente a  $M_w$  riportata in CPTI Working Group (2004); i sovrassegni indicano eventi revisionati, rispettivamente come non parametrizzati "NP", modificati "MOD" o rimossi "RM". (Estratto da Sugan e Peruzza, 2011)

La sismicità registrata strumentalmente dal 1977 si presenta da bassa a moderata, con diversi eventi di magnitudo superiore a 3, limite teorico della soglia di percezione, localizzati lungo la fascia esterna della catena alpina, nella zona della fessura Pedemontana e del Montello. La magnitudo massima registrata nell'area fino al 2010 è  $M_D = 3,3$ ..... Il 13 settembre 2011 è avvenuto un evento di  $M_L = 3,7$  percepito particolarmente nella località di Moriago della Battaglia; esso risulterebbe l'evento più energetico in epoca strumentale.....

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. Modelli cinematici del movimento della microplacca Adria, basati su misure geodetiche, stimano una convergenza in quest'area di 2-3 mm/anno. Sulla base di datazioni di terrazzi fluviali, Benedetti et al. (2000) attribuiscono una costante di scorrimento di 1,8-2 mm/a alla sola faglia del Montello negli ultimi 300.000 anni.

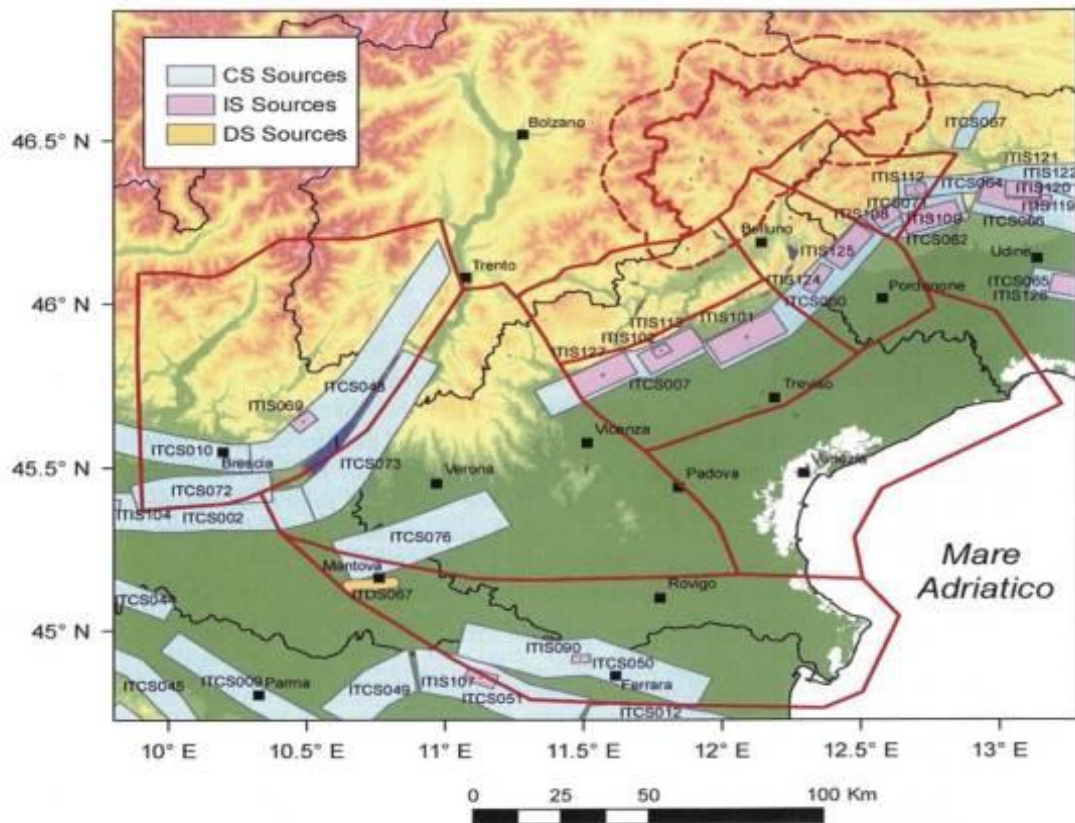


Figura 6: Sorgenti sismogenetiche DISS versione 3.1.1 (DISS Working Group, 2010). Visualizzazione su DEM. Con codice sorgente in azzurro le sorgenti composite (CS), in rosa le sorgenti individuali (IS) e in arancione le sorgenti ritenute controverse (Debated Sources, DS). (Estratto da Sugan e Peruzza, 2011)

Nel lavoro di Sugan e Peruzza, sono riportate le seguenti informazioni riguardo le sorgenti sismogenetiche che interessano il Distretto Pedemontana Sud, localizzate nelle planimetrie della Figura 6 e della Figura 7.

*In questo distretto, DISS, versione 3.1.1 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 F. Piave, a quello del T. Cellina. Entrambe le sorgenti composite rappresentano segmenti di sovrascorrimenti vergenti S-SE, implicati nella sismogenesi degli eventi maggiori fino a profondità modeste (7-9 Km) e frammentati da elementi trasversali.*

*Alla prima sorgente composta appartengono le sorgenti individuali di Thiene-Bassano (ITIS 127), 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,  $M_w = 5,48$ . Strike-slip appare invece il meccanismo dell'evento di  $M_D = 3,3$ , avvenuto il 6 dicembre 2009 nella medesima area.

Procedendo verso Est, della sorgente composita Montebelluna-Montebelluna 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 (terrazzi fluviali deformati, diversione del Piave, vedi Benedetti et al. (2000), 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.

Nella Figura 7 sono invece rappresentate le sorgenti sismogenetiche secondo quanto indicato in DISS 3.2.0 (2015). Si osserva come sia stata introdotta la nuova sorgente composita ITCS 105 Bassano-Vittorio Veneto, che non era presente nella precedente versione di DISS 3.1.1 (2010).

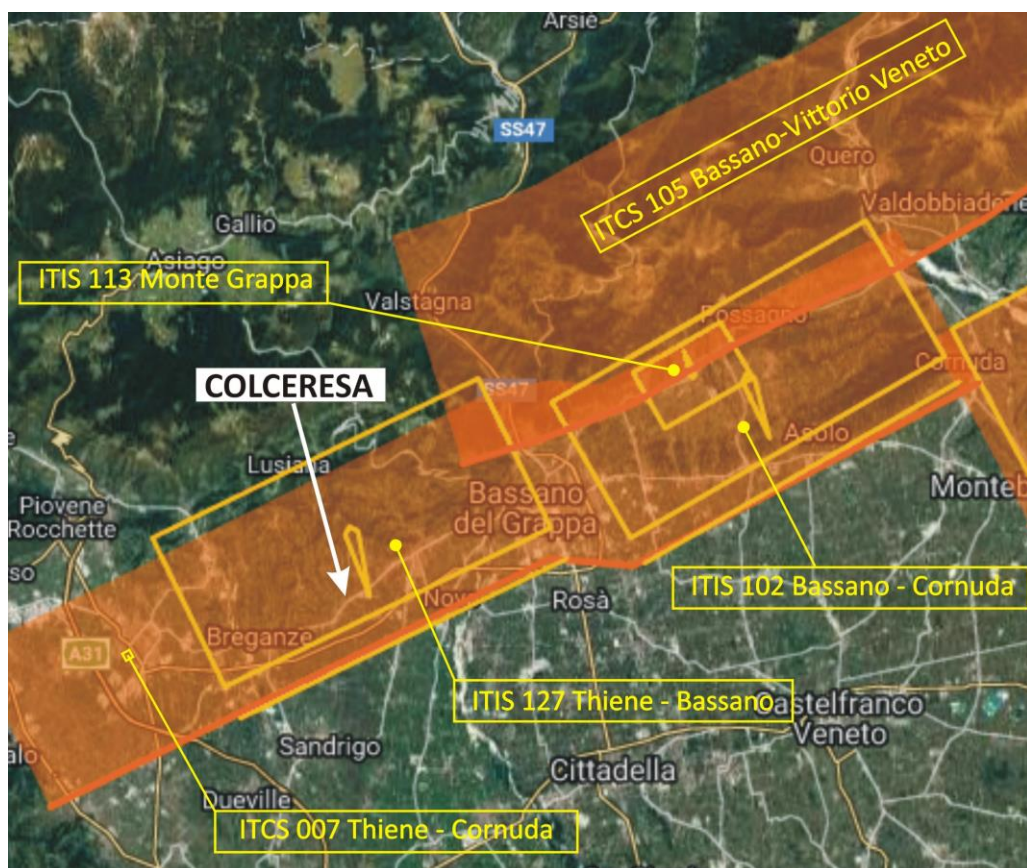


Figura 7: Sorgenti sismogenetiche per il distretto Pedemontana Sud. DISS versione 3.2.0 (DISS Working Group, 2015) ITIS : Sorgenti sismogenetiche individuali ITCS : Sorgenti sismogenetiche composite

Di seguito è riportata la scheda ricavata dal catalogo DISS 3.2.0, relativa alla sorgente sismogenetica individuale ITIS 127 "Thiene-Bassano", all'interno della quale ricade il territorio del Comune di Colceresa.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
**Database of Individual Seismogenic Sources** DISS version 3

User: Guest | [Login](#) [HOME](#) [MAP](#) [SEARCH](#) [HELP](#)

---

**INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES** ?

[COMMENTARY](#) ▾ [PICTURES](#) ▾ [REFERENCES](#) ▾ [USER COMMENTS](#) ▾

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITIS127
Name	Thiene-Bassano
Compiler(s)	Burrato P.(1), Galadini F.(2)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Poli M.E.(3), Zanferrari A.(3), Galadini F.(2)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione di Milano - Pavia; Via Bassini 15, 20133 Milano, Italy 3) Universit... degli Studi di Udine; Dipartimento di Georisorse e Territorio; Via Cottonificio 114, Udine, Italy
Created	23-Nov-2005
Updated	23-Nov-2005
Display map ...	
Related sources	<a href="#">ITCS007</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	45.75 / 11.62	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Length [km]	18.0	EJ	Inferred from geological data constrained by seismological considerations.
Width [km]	9.5	EJ	Inferred from geological data constrained by seismological considerations.
Min depth [km]	1.0	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Max depth [km]	5.8	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Strike [deg]	244	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Dip [deg]	30	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Rake [deg]	80	LD	Based on geological and geodetic data.
Slip Per Event [m]	1.5	ER	Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min... max	0.1...1.0	LD	Based on geological observations.
Recurrence [y] min... max	1500...15000	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.6	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

**INFORMATION ABOUT THE ASSOCIATED EARTHQUAKES**

Latest Earthquake	Unknown	See "Commentary" for information.
Penultimate Earthquake	Unknown	See "Commentary" for information.

**ACTIVE FAULTS**

---

**ACTIVE FOLDS**

---

## 2.2. Pericolosità sismica

Per quanto attiene alla pericolosità sismica del territorio, sempre nella pubblicazione di Sugan e Peruzza si legge: “Per quanto riguarda la zonazione sismica, si nota che a fronte di una sismicità recente modesta, sono stati proprio i forti eventi del passato ad aver consentito un’applicazione abbastanza precoce di norme antisismiche a circa la metà dei comuni veneti che ricadono nel distretto; 11 comuni sono entrati in classificazione col Regio Decreto del 22 novembre 1937, mentre il gruppo più corposo di comuni in classe II risale al 1982. Grossomodo i limiti dell’area mantenuta in zona 2 con l’Ord. 3274/03 coincide con valori di accelerazione attesa superiori a 0,2 g, con qualche anomalia nella pedemontana trevigiana. Nel distretto complessivamente si attendono valori di pericolosità non inferiori a 0,125-0,150 g, fino a 0,250 g nella porzione orientale del distretto.”

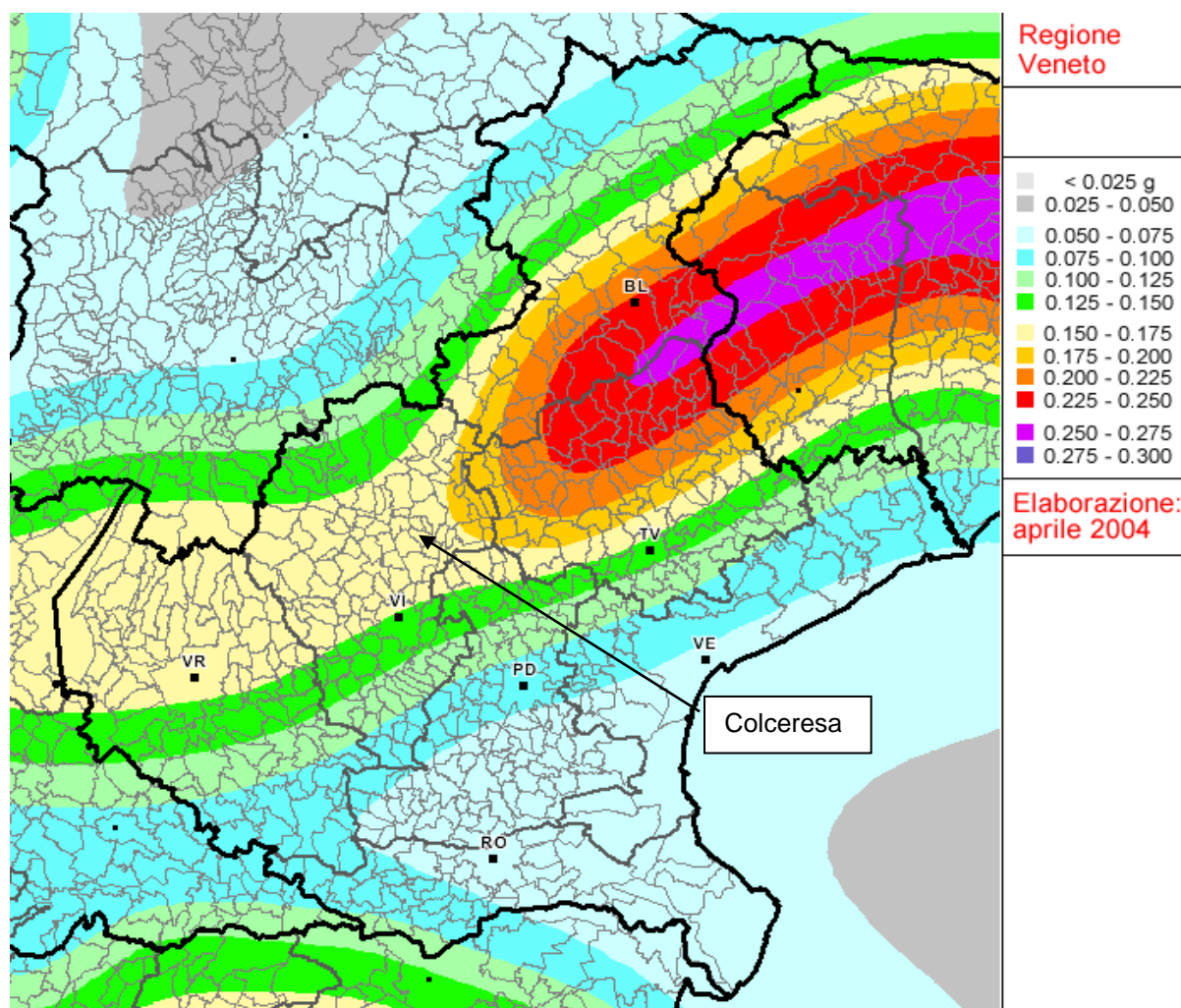


Figura 8: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale relativa alla Regione Veneto, entrata in vigore con l’Ordinanza PCM 3519/2006, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



L'OPCM 20 marzo 2003 n. 3274 stabilisce che il Comune di Colceresa, risulta classificato in zona sismica 3. Tale classificazione è stata recepita dalla Regione Veneto con DGR n. 67 del 3 dicembre 2003.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a <sub>g</sub> /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Tabella 2: Definizione delle zone sismiche secondo quanto stabilito dall'OPCM 3274 del 20 marzo 2000

Per quel che riguarda valutazioni di progetto, si ricorda che la DGR n. 71 del 2008 non ha modificato la zonazione sismica del Veneto, ma ha assunto le accelerazioni di riferimento per il calcolo sismico così come introdotte dalla OPCM 3519 del 2006. Come risulta dalla Figura 8 e dalla Figura 9, il Comune di Colceresa (ex Comuni di Mason Vicentino e Molvena) ricade nella fascia con accelerazione (a<sub>g</sub>) orizzontale massima attesa, con probabilità d'eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da Vs30 > 800 m/s (ovvero di categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M.14.09.2005), compresa tra 0,150 g e 0,175 g.

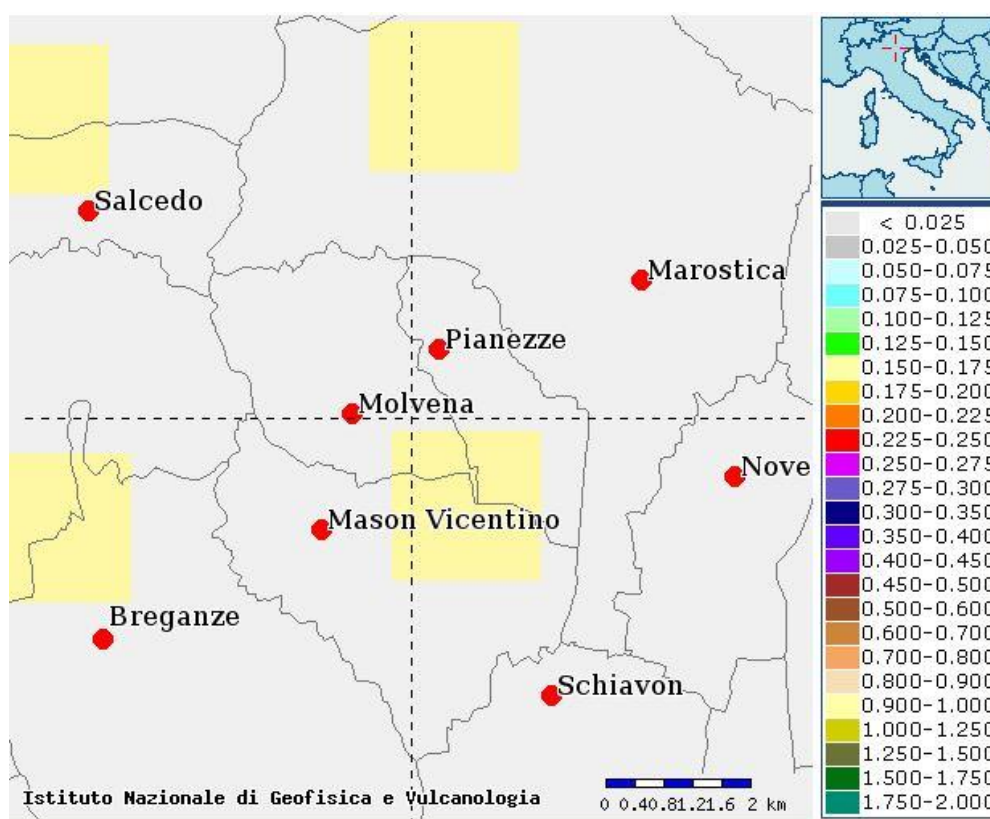


Figura 9: Mappa di pericolosità sismica relativa al territorio di studio, entrata in vigore con l'Ordinanza PCM 3519/2006, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (Vs30>800 m/s; cat A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

Per valutare l'accelerazione attesa nel comune in esame, può essere utilizzato il software "Spettri di risposta" vers. 1.0.3, scaricabile dal sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Procedendo con la ricerca "per comune", si viene a determinare, per il **Comune di Mason Vicentino**, un valore di  $a_g$  per un tempo di ritorno pari a 475 anni (corrispondente alla accelerazione massima con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi con  $V_{s30} > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005) pari **0,168 g**. Lo stesso modello di calcolo fornisce oltre ai valori di  $a_g$  anche quelli di  $F_o$  e  $T_c$  per vari tempi di ritorno e a monte della scelta della strategia di progettazione; i dati sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 2: indicazione dei parametri per i diversi tempi di ritorno relativi all'ex Comune di Mason Vicentino

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,045	2,493	0,237
50	0,060	2,472	0,251
72	0,073	2,455	0,260
101	0,086	2,410	0,271
140	0,101	2,387	0,277
201	0,119	2,379	0,285
475	0,168	2,400	0,291
975	0,219	2,413	0,293
2475	0,300	2,379	0,316

Il software "Spettri di risposta" prevede anche l'opzione ricerca per coordinate, cosicché inserendo le coordinate del sito da esaminare si può conoscere il valore preciso dell'accelerazione di base  $a_g$ . Tale opzione è ovviamente preferibile poiché fornisce valori più precisi, visto che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono variare sensibilmente.

Si fa notare che secondo l'O.P.C.M. n. 4007 del 29.02.2012 il Comune di **Mason Vicentino** è classificato con  $a_g = 0,169059$ , mentre il Comune di **Molvena**  $a_g = 0,168977$ .

I valori di  $a_g$  da utilizzare nelle modellazioni, dovranno essere opportunamente modificati in funzione delle scelte progettuali e dell'ubicazione precisa del sito in esame.

Riguardo la magnitudo attesa, dalla scheda precedente relativa alla sorgente sismogenetica ITIS127 Thiene - Bassano, si desume che la Magnitudo massima che può verificarsi è pari a 6,6. Tale dato trova conferma anche da quanto riportato negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, dove all'interno del paragrafo 2.8 "Procedura di stima della Magnitudo attesa per le analisi nelle zone suscettibili di instabilità" è riportata la seguente tabella.

**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

Questa tabella fa riferimento alla zonazione sismogenetica (Zonazione ZS9 a cura di C. Meletti e G. Valensise - 2004) che suddivide il territorio nazionale in 36 zone sismiche; il Veneto risulta compreso all'interno delle Zone Sismiche 905 (Veneto orientale) e 906 (Garda-Veronese), alle quali corrisponde una  $M_{wmax}$  pari a 6,6. Il Comune di Colceresa ricade all'interno della zona 906.

### 2.3. Sismicità storica dell'area

Per valutare la sismicità storica del territorio in esame sono stati consultati i seguenti cataloghi:

- *Catalogo parametrico dei terremoti italiani dal 1000 al 2014* **CPTI15**
- *Database macrosismico italiano dal 1000 al 2014* **DBMI15**
- *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 A.C. al 1997* **CFTI – Med 4.0** a cura di E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri, G. Tarabusi, G. Valensise

Nelle figure seguenti, è riportata la storia sismica dei Comuni di Mason e Molvena e quella del vicino comune di Bassano del Grappa (Figura 12) dove la sequenza storica è più estesa. In Figura 13 è riportata la mappa della sismicità storica del distretto Pedemontana Sud (PS).

Le sigle utilizzate nelle tabelle hanno il seguente significato:

**Io** = Intensità macrosismica epicentrale (gradi scala MCS)

**I** = Intensità al sito (MCS)

**Mw** = magnitudo momento

**NMDP** = Numero di dati macrosismici (Macroseismic Data Point)

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v2.0					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	<b>Mason Vicentino</b>				
PlaceID	IT_24760				
Coordinates (lat, lon)	45.718, 11.608				
Municipality (ISTAT 20)	Mason Vicentino				
Province	Vicenza				
Region	Veneto				
No. of reported earthquakes	6				
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
F	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Illasi	403	8-9	5,87
NF	1897 06 11 12 45	Asolano	47	5-6	4,44
2	1898 02 20 04 57 26.00	Valli del Natissone	155	7	5,12
3	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5,37
4	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
4-5	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	779	6-7	4,85

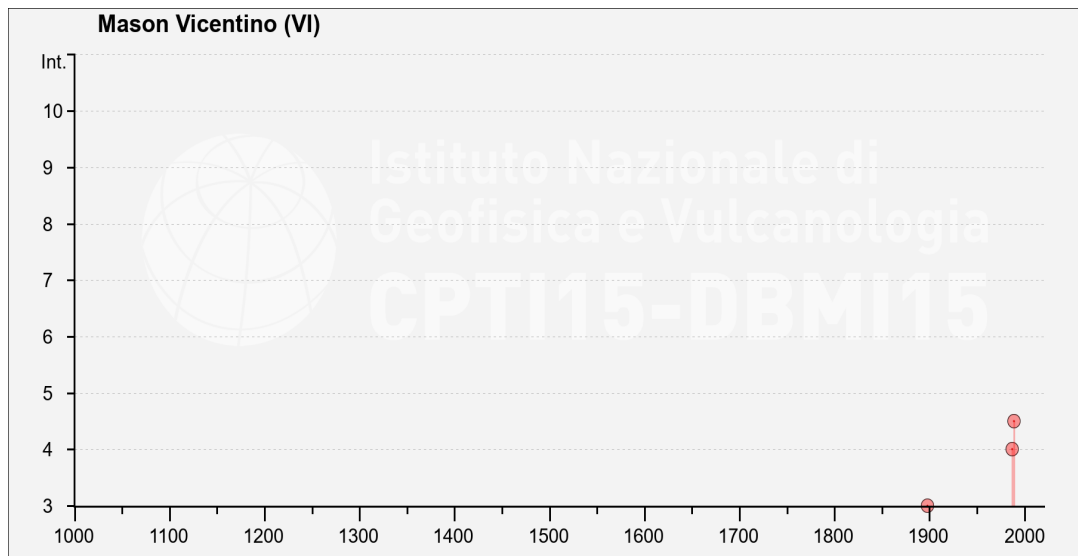


Figura 10: Storia sismica di Mason Vicentino (da INGV, Database macrosismico italiano DBMI15)

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v2.0				
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano				
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia				
Seismic history of	<b>Molvena</b>			
PlaceID	IT_24772			
Coordinates (lat, lon)	45.743, 11.614			
Municipality (ISTAT 20)	Molvena			
Province	Vicenza			
Region	Veneto			
No. of reported earthquakes	3			
<b>Int.</b>	<b>Year Mo Da Ho Mi Se</b>	<b>Epicentral area</b>	<b>NMDP</b>	<b>Io Mw</b>
4-5	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	779	6-7 4,85
3-4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6 4,78
3-4	2004 12 04 22 20 50.20	Prealpi Trevigiane	108	4-5 3,86

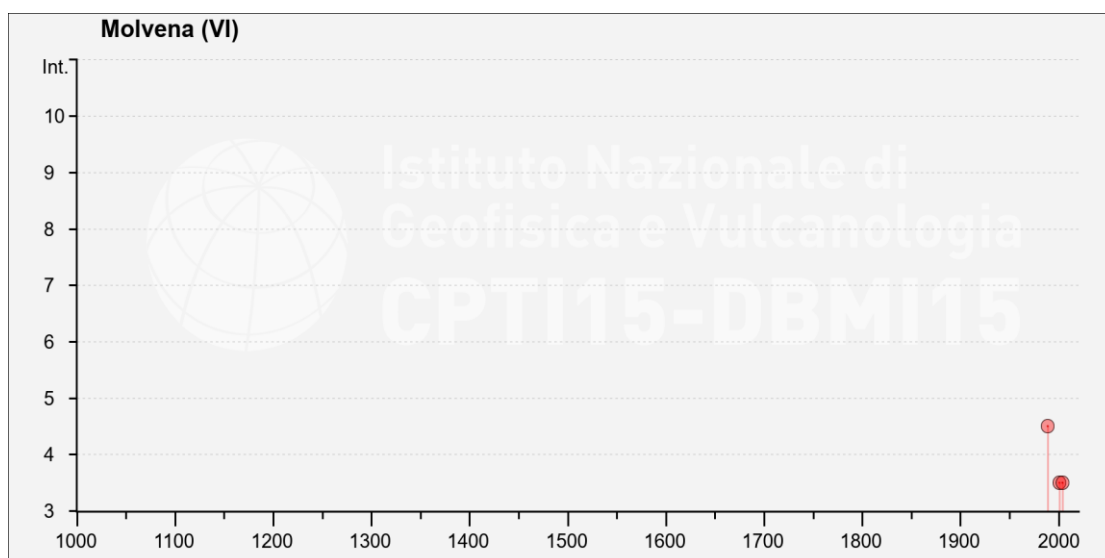


Figura 11: Storia sismica di Molvena (da INGV, Database macrosismico italiano DBMI15)

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v2.0					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	<b>Bassano del Grappa</b>				
PlaceID	IT_24065				
Coordinates (lat, lon)	45.767, 11.734				
Municipality (ISTAT 20)	Bassano del Grappa				
Province	Vicenza				
Region	Veneto				
No. of reported earthquakes	40				
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
HF	1348 01 25	Alpi Giulie	89	9	6,63
7	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4
5	1756 02 26	Valle del Brenta	3	4	3,7
F	1826 06 24 12 15	Garda occidentale	20	5	4,62
4	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5,51
5-6	1836 06 12 02 30	Asolano	26	8	5,53
3	1859 01 20 07 55	Prealpi Trevigiane	36	6	4,8
4	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5,01
4	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
6	1887 04 14 02 15	Asolano	9	6	4,82
4	1890 03 26 20 10	Bellunese	48	6	4,82
5	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Illasi	403	8-9	5,87
F	1892 01 05	Garda occidentale	93	6-7	4,96
4	1892 08 09 07 58	Valle d'Alpone	160	6-7	4,91
3	1894 02 09 12 48 05.00	Valle d'Illasi	116	6	4,74
3	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4,89
4	1895 06 10 01 47	Prealpi Trevigiane	73	6	4,85
4	1897 06 11 12 45	Asolano	47	5-6	4,44
4	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5,37
4-5	1900 03 04 16 55	Asolano	98	6-7	5,05
4	1901 10 30 14 49 58.00	Garda occidentale	289	7-8	5,44
3-4	1904 03 10 04 23 04.24	Slovenia nord-occidentale	57		
4	1907 04 25 04 52	Veronese	122	6	4,79
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
F	1916 05 17 12 50	Riminense	132	8	5,82
2	1919 07 12 12 06	Asolano	7	4-5	5,03
3-4	1921 09 12 00 25	Asolano	3	3-4	4,81
4	1924 12 12 03 29	Carnia	78	7	5,42
4	1926 01 01 18 04 03.00	Carniola interna	63	7-8	5,72
3	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5,05
3	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5,29
5	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
5-6	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6,45
NF	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4,9
4	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
4-5	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
3-4	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	779	6-7	4,85
3-4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4,78
3-4	2004 12 04 22 20 50.20	Prealpi Trevigiane	108	4-5	3,86

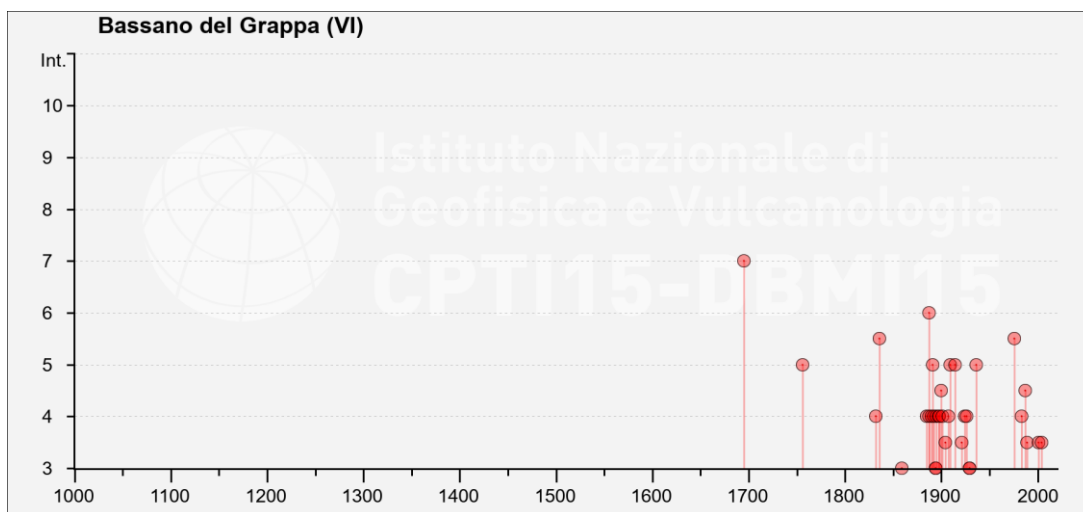


Figura 12: Storia sismica di Bassano del Grappa (da INGV, Database macrosismico italiano DBMI15)

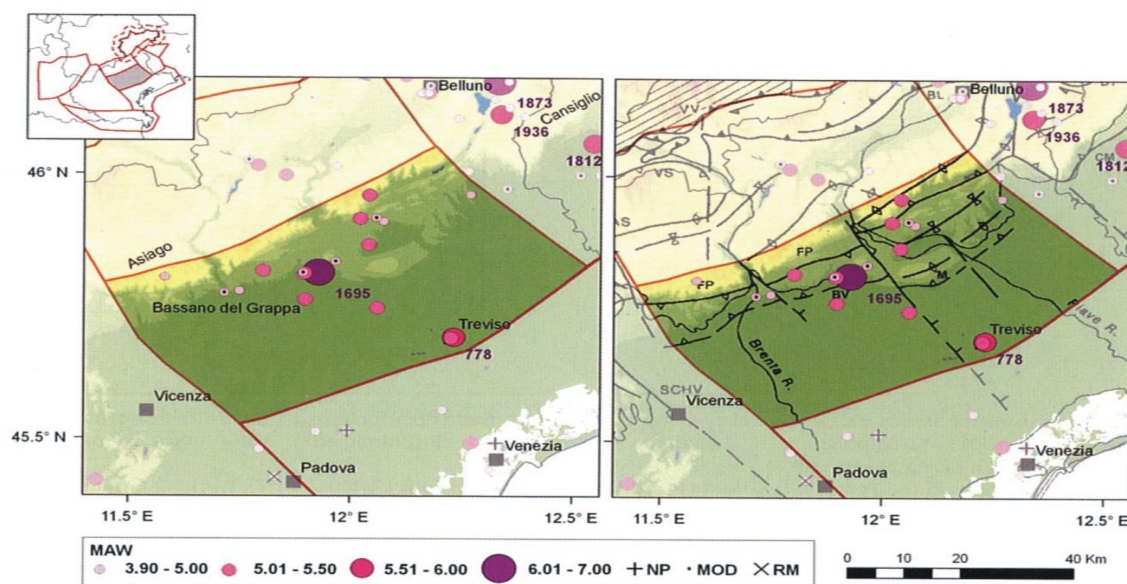


Figura 13: Mappa della sismicità storica del distretto Pedemontana Sud (PS); fonte dati CPTI04 criticamente rivisto (Molin et al., 2008). Visualizzazione su DEM in scala cromatica (sn) e su DEM integrato con modello strutturale tratto da Castellarin et al. (1998b) (dx). In legenda: Maw indica la magnitudo 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". (Estratto da Segan e Peruzza, 2011)

Di seguito si descrivono i caratteri più significativi e le notizie relative ai principali terremoti verificatisi, in epoca storica, nel Distretto Pedemontana Sud (Figura 10 e Figura 11), relativamente vicini al Comune di Colceresa. Le note sono ricavate dal *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 A.C. al 1997 CFTI – Med 4.0*.

### **Terremoto del 25 Febbraio 1695 , 05 : 30 GMT**

Date	Time	Lat	Lon	Rel	Io	I <sub>max</sub>	Sites	Nref	Me	Rme	Location	Country
25 02 1695	05:30	45.8	11.95	b	10	10	82	0192	6.5	!	Asolano	Italy

L'evento causò gravi danni in larga parte del Veneto; l'area più danneggiata è localizzata nell'alto trevigiano, a sud del Monte Grappa. Le località più colpite furono la città di Asolo e i villaggi circostanti: oltre 30 centri abitati subirono distruzioni gravissime e in altri 24 paesi e villaggi si ebbero crolli parziali e dissesti. Ad Asolo crollarono 1.477 case e 1.284 furono gravemente danneggiate. Danni contenuti (crollo di comignoli, leggere lesioni agli edifici e alle opere murarie) sono ricordati a Rovigo, Ferrara e Verona. Le fonti coeve descrivono i danni agli edifici spesso con il termine "diroccamento": sottoposto a una prima analisi semantica, basata sul confronto tra i vari documenti, questo termine è stato ritenuto equivalente all'espressione: "crolli con ribaltamento di qualche muro portante". Molte fonti non consentono tuttavia di definire con ulteriore precisione la qualità di tali crolli. Riguardo ai danni causati nei palazzi pubblici, va precisato che le stesse fonti ricordano il pessimo stato di conservazione in cui versavano gli edifici prima del terremoto. La scossa fu sentita in una vastissima area, comprendente la regione padana, dai territori bolognesi e ferraresi fino a Varese, le Prealpi lombarde, la regione del Garda e le Prealpi venete.

Le vittime furono alcune centinaia. Il terremoto aggravò una crisi economica in corso nella zona, causata dal pessimo andamento dei raccolti agricoli, compromessi dalle condizioni meteorologiche sfavorevoli. Le distruzioni accentuarono le tensioni sociali e la diffusione del pauperismo tra la popolazione rurale. Si verificò uno spopolamento nei centri asolani. La situazione di grave disagio economico, che minacciava la sopravvivenza stessa delle persone, e di tensione sociale si protrasse per vari mesi dopo il terremoto. I problemi finanziari del governo centrale della Repubblica di Venezia limitarono e ritardarono gli interventi. Si verificarono numerosi fenomeni di speculazione sui prezzi dei cereali.

Le testimonianze dirette attestano il prolungarsi del periodo sismico almeno fino alla metà di marzo, con repliche continue che scossero l'area epicentrale.

### **Terremoto del 12 Giugno 1836 , 02 : 30 GMT**

Date	Time	Lat	Lon	Rel	Io	Imax	Sites	Nref	Me	Rme	Location	Country
12 06 1836	02:30	45.8	11.817	b	8	8	27	0046	5.6	!	Prealpi venete	Italy

La scossa avvenne il 12 giugno 1836 alle ore 2:30 GMT e colpì la zona delle Prealpi venete posta nel versante meridionale del Monte Grappa. Gli effetti più gravi furono riscontrati nei paesi di Borso del Grappa, Fonte, Liedolo e Sant'Eulalia, dove la scossa causò il crollo totale di alcune case e ne danneggiò altre. Gravi danni vi furono anche a Crespano, Paderno del Grappa, Pagnano, Possagno, San Zenone degli Ezzelini e Semonzo. A Bassano la scossa causò la caduta di fumaioli e l'apertura di fenditure nei muri degli edifici; più di 60 case furono danneggiate.

La scossa fu avvertita a sud fino a Parma e a Ferrara, a nord in quasi tutto il Tirolo. Il 20 luglio 1836, alle ore 11:00 GMT, furono avvertite due forti repliche che causarono ulteriori danni a Borso del Grappa e a Possagno.

A seguito della scossa del 12 giugno 1836 non vi furono vittime. Molti abitanti di Bassano del Grappa fuggirono dalle loro case e si raccolsero all'aperto (1). Di 10.308 abitanti complessivi dei paesi più colpiti, 516 (il 5%) rimasero senza tetto, 3206 rimasero in abitazioni che creavano pericolo (il 31%) e 6586 non subirono alcun danno. Cadde il 5% dei fabbricati esistenti (2). Durante la replica più leggera del 20 luglio 1836 delle ore 11 GMT, alcune persone perirono nella zona compresa fra Borso e Possagno; gli abitanti di Crespano trasportarono i loro averi sulla piazza e nei prati, ove si accamparono.

## **2.4. Faglie che interessano l'area di studio**

Il database di ITHACA segnala per il territorio del Comune di Colceresa la presenza di una Faglia Attiva e Capace, la cui scheda è riportata di seguito

- N. 70304: - Faglia "Thiene - Bassano"



Fault description			
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>			
Fault Code	70304		
Fault Name	Thiene-Bassano		
Region Name	Veneto		
Tectonic Environment	PLATE BOUNDARY		
System Name	Aviano line		
Synopsis			
Rank	Primary		
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>			
Segmentation	Single Segment		
Average Strike (°)	240		
Dip (°)	Undefined		
Dip Direction	NW		
Fault Length (km)	24.8		
Mapping Scale	1:500000		
Fault Depth (m)			
Kinematics	Reverse		
<b>ACTIVITY</b>			
Surface Evidence	submarine (cutting the sea floor)		
Last Activity	Historical (<3,000)		
Evidence for Capability	Displacement of latest Pleistocene-Holocene deposits and/or land forms		
<b>SLIP PARAMETERS</b>			
Recurrence Interval (yr)			
Slip Rate (mm/yr)			
Max Credible Rupture Length (km)			
Max Credible Slip (m)			
Time Since Last Event (yr)			
Max Known Magnitude (Mw)			
Max Known Intensity (MCS)			
Known Seismic Events	1117		
<b>FINAL REMARKS</b>			
Capability Consensus			
Study Quality	HIGH		
Notes			
Fault Trace Reference			
Last Update			
<b>REFERENCES</b>			
Authors	Title	Reference	Year
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
Galadini F., Poli, M.E., Zanferrari, A.	Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with $M \geq 6$ in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy)	Geophys. J. Int., 161, 739-762. doi: 10.1111/j.1365-246X.2005.02571.x	2005
Poli, M.E., P. Burrato, F. Galadini and A. Zanferrari	Seismogenic sources responsible for destructive earthquakes in NE Italy	Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata, 49 (3-4), 1-13	2008
FAVERO V. & GRANDESSO P. (1982)	Nuovi affioramenti di Pliocene marino nei dintorni di Bassano del Grappa (Vicenza)	Mem. Soc. Geol. It., 24, 71-77	1982

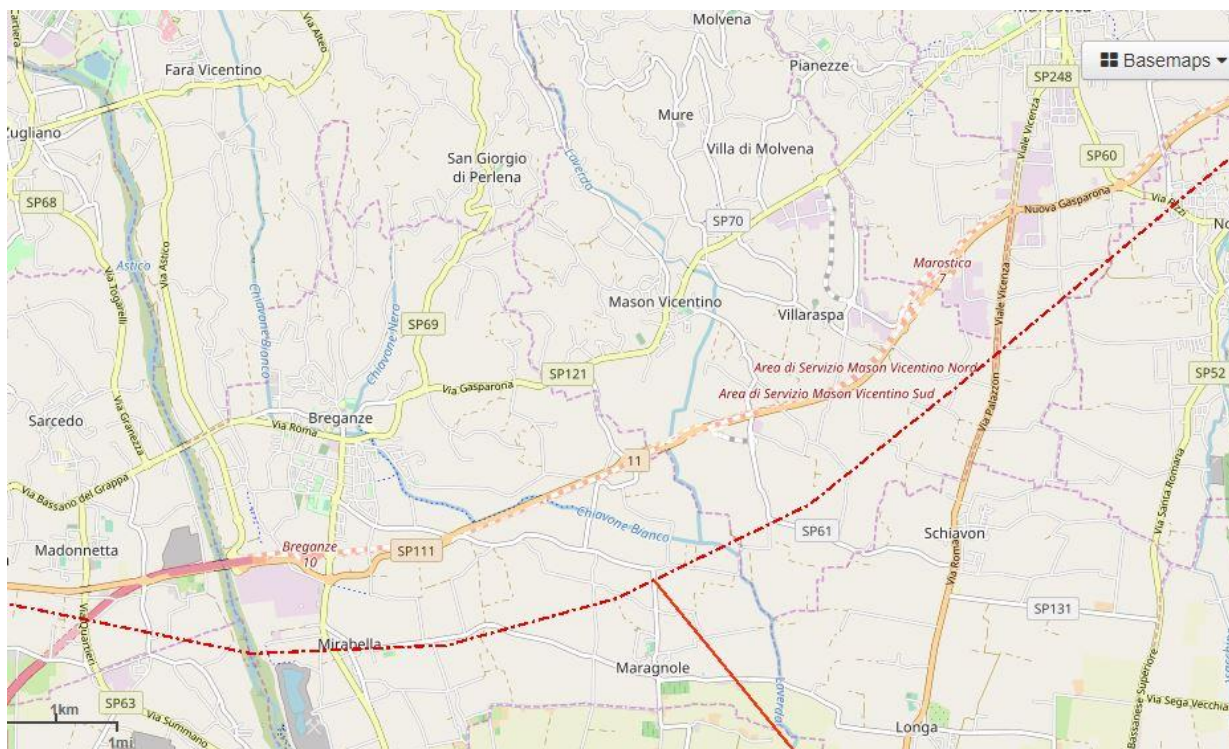


Figura 14: estratto mappa progetto ITHACA

Si ricorda che le dislocazioni ricavate dal catalogo ITHACA sono posizionate in modo non congruente alla scala del rilevamento, per cui l'ubicazione è incerta. La traccia indicata deve quindi essere intesa come segnalazione di passaggio della faglia, ma non come ubicazione geometrica precisa (Figura 14). Nel sito internet <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/> si legge:

*“Le faglie capaci vengono mappate e caratterizzate in ITHACA sulla base dei dati disponibili in letteratura, dopo una attenta revisione critica. Ne consegue che ITHACA:*

- *è in continuo aggiornamento e non può mai considerarsi completo o definitivo;*
- *non rappresenta la totalità delle faglie capaci presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio e quindi un riferimento bibliografico;*
- *non ha una copertura omogenea a livello nazionale. Il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate (rilevabile dal campo study quality) e della scala alla quale è stato pubblicato il dato, indicata nel campo mapping scale, presente nella Scheda descrittiva associata ad ogni faglia. A tal riguardo, la risoluzione massima a cui poter utilizzare il dato non deve essere superiore alla mapping scale.*

*In particolar modo per gli studi di microzonazione sismica, ISPRA declina ogni responsabilità in merito ad un utilizzo delle informazioni contenute in ITHACA per la caratterizzazione di dettaglio della pericolosità da fagliazione superficiale ma è comunque disponibile a fornire assistenza tecnica alle Amministrazioni locali, al fine di migliorare le conoscenze sulle faglie capaci sul proprio territorio.*

Alla luce di queste considerazioni e sulla base dell'assetto geologico dell'area in esame, si è optato per classificare la faglia in oggetto come Faglia Potenzialmente Attiva e Capace (FPAC). In particolare si segnalano i seguenti motivi:

- a) L'ubicazione del tracciato della faglia risulta molto incerto, poiché i documenti riportati nella bibliografia sono a grande scala, mentre lo studio di MS è svolto ad una scala di dettaglio.
- b) L'incertezza sull'ubicazione della faglia aumenta ulteriormente in relazione al fatto che nell'area in oggetto è presente una coltre alluvionale avente spessore di almeno un centinaio di metri.
- c) E' presumibile che la presenza di tale coltre di sedimenti attenui notevolmente a livello della superficie topografica, l'effetto di un eventuale movimento.

Nell'ambito del presente studio di MS, si è comunque ritenuto mantenere l'informazione relativa alla presenza di questa struttura, poiché si ritiene auspicabile che siano programmati degli approfondimenti inerenti la tematica delle faglie Attive e Capaci, i quali dovrebbero però essere svolti a scala regionale e non del singolo comune.

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

#### ***3.1. Assetto litologico e geomorfologico***

Il territorio del Comune di Colceresa si colloca nell'ambito delle Prealpi Vicentine delimitate verso Nord dalle pendici meridionali dell'Altopiano dei Sette Comuni e a Sud dall'alta pianura alluvionale veneta. Di seguito si descrivono i caratteri geologici principali dei due settori ben differenziati riconoscibili all'interno del comune: la parte collinare e quella di pianura. Le informazioni sono ricavate principalmente dalla relazione geologica eseguita per la redazione del P.A.T.I. dallo studio "Dolomiti Studio" nel gennaio 2009.

##### **Settore collinare**

Tutta la zona collinare è costituita da rocce vulcaniche a composizione basaltica, ad eccezione di piccole aree dove affiorano rocce calcaree e calcareo marnose. Dal punto di vista geomorfologico il territorio è solcato da numerose valli ed impluvi separati da scarpate e creste, le quali sono state cartografate nella Carta Geologico-tecnica. Nel medesimo elaborato compaiono anche le aree dove si sono verificati fenomeni di instabilità del versante che, di solito, coinvolgono la coltre eluvio-colluviale e la fascia di alterazione delle rocce vulcaniche, materiali ad elevata degradabilità in relazione alla composizione prevalentemente argillosa. Le rocce ed i terreni presenti sono illustrati nel paragrafo 3.3. Descrizione della Carta Geologico - tecnica.

##### **Settore di pianura**

Il settore di pianura del Comune di Colceresa si inserisce nel contesto dell'alta pianura veneta, formata da una serie di conoidi alluvionali prevalentemente ghiaiose originate dai fiumi veneti quando il loro regime era nettamente diverso da quello attuale, caratterizzato da portate molto elevate (per lo scioglimento dei ghiacciai) e da un trasporto solido imponente (per lo smantellamento degli apparati morenici che intasavano le valli prealpine). Anche i materiali presenti nel settore di pianura sono descritti nel paragrafo 3.3.

Per avere una valutazione indicativa dello spessore complessivo dei depositi quaternari nella fascia di pianura, si può fare riferimento alle informazioni citate in bibliografia. In particolare, nella Figura 15 è riportato un estratto dalla pubblicazione "Difesa degli acquiferi dell'alta pianura veneta" (C.N.R. – Regione Veneto, 1988), dalla quale si deduce che il substrato roccioso si trova a profondità comprese tra 25 e 100 metri circa.

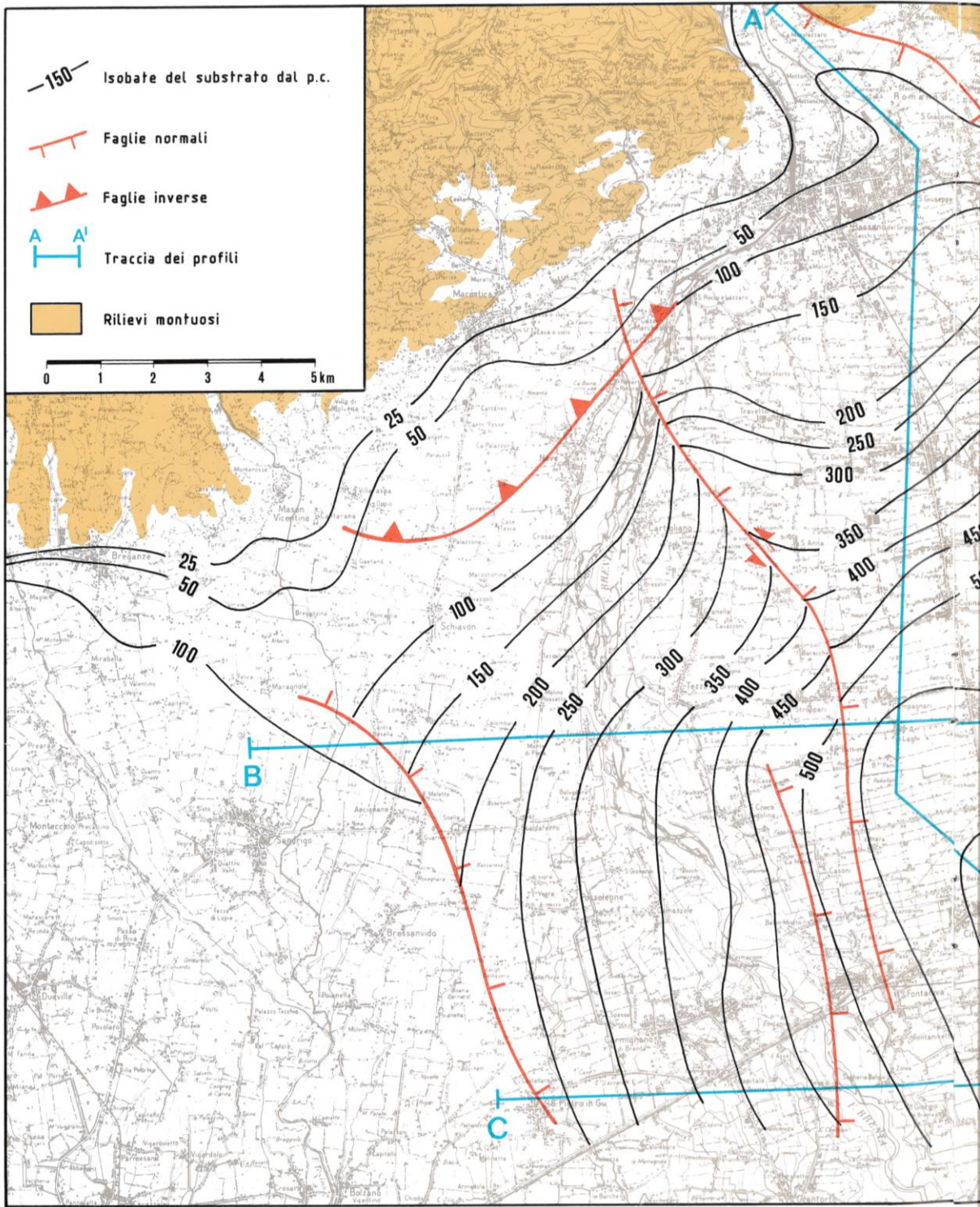


Figura 15: Morfologia del substrato roccioso e spessori del Quaternario (Estratto da Difesa degli acquiferi dell'alta pianura veneta - C.N.R. - Regione Veneto 1988)

### 3.2. Idrografia ed idrogeologia

Per quanto riguarda gli aspetti strettamente idraulici, si segnalano i due corsi d'acqua principali che attraversano il territorio comunale: i Torrenti Laverda e Valderio, i cui bacini di alimentazione si sviluppano all'interno dell'apparato collinare.

Nella zona collinare la circolazione idrica sotterranea è limitata dalla bassa permeabilità dei terreni e delle rocce presenti.

Nella zona pianeggiante, il materasso alluvionale ghiaioso-sabbioso dell'Alta Pianura contiene il cosiddetto acquifero freatico indifferenziato, cioè un'unica falda a superficie libera, che alimenta e regola dal punto di vista idraulico tutto il sistema multi-falde in pressione presente più a Sud, essendo ad esso idraulicamente, anche se in modo indiretto, collegato. Dall'esame delle stratigrafie di pozzi censiti nel corso di questo studio risulta che, almeno nel territorio di Colceresa, all'interno del materasso alluvionale ghiaioso sono presenti intercalazioni di strati argillosi con spessori anche maggiori di 10 metri. Tale situazione risulta confermata anche dalla sezione riportata nella Figura 16, che illustra lo schema idrogeologico dell'alta pianura veneta.

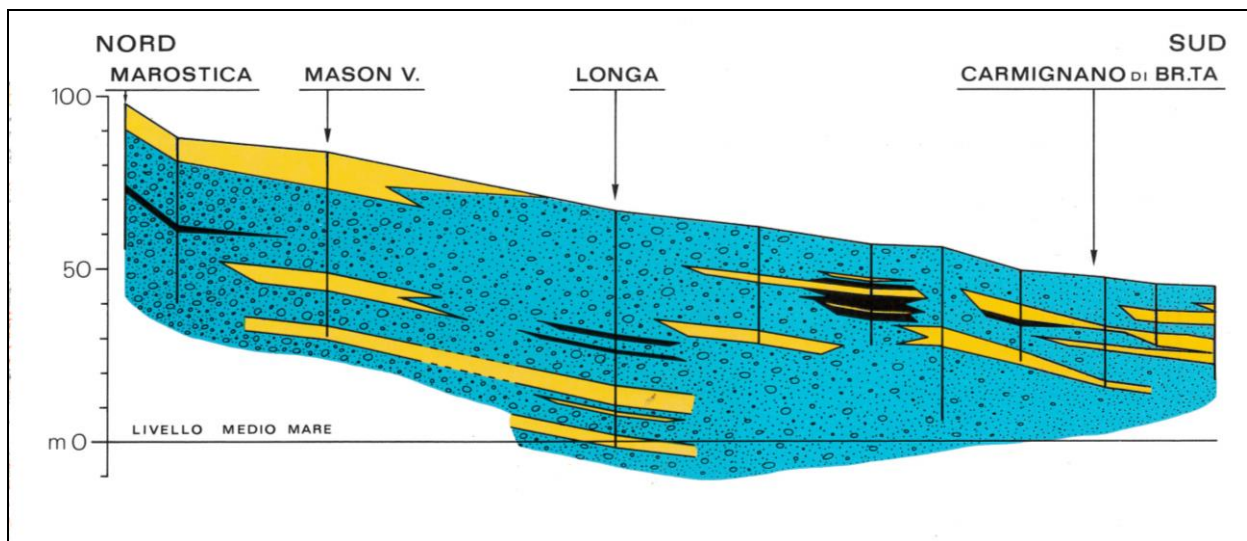


Figura 16: sezione geologica interpretativa (Estratto da Difesa degli acquiferi dell'alta pianura veneta - C.N.R. - Regione Veneto 1988)

I fattori di alimentazione del sistema idrogeologico complessivo sono essenzialmente tre: la dispersione in alveo dei corsi d'acqua nei tratti disperdenti, l'infiltrazione degli afflussi meteorici diretti e l'infiltrazione delle acque irrigue nelle zone di alta pianura ad elevata permeabilità dei suoli. Questi fattori influiscono sul regime idrogeologico della falda e, quindi, sulle oscillazioni stagionali di livello.

Nella Carta Idrogeologica inserita nello studio geologico eseguito nell'ambito del P.A.T.I., il territorio di pianura è suddiviso in due settori: uno dove la falda freatica si trova ad una profondità maggiore di 10 metri dal p.c. ed uno con la falda a profondità compresa tra 5 e 10 metri dal p.c..

Infine, è opportuno segnalare che una circolazione idrica sotterranea si sviluppa anche all'interno delle coltri alluvionali presenti nei fondovalle dei Torrenti Laverda e Valderio. L'assenza di dati litostratigrafici in queste zone non consente, però, di ricostruirne con precisione l'assetto idrogeologico. Sulla base delle conoscenze acquisite e delle indagini geofisiche eseguite si può ipotizzare che i terreni presenti siano, in generale, caratterizzati da limitati valori di permeabilità in relazione alla diffusa presenza di materiali argillosi.

### **3.3. Descrizione della carta geologico-tecnica**

La carta geologico tecnica, in scala 1:10.000 è stata predisposta, in base alle informazioni reperite, su tutto il territorio comunale.

Sono stati inoltre effettuati dei sopralluoghi mirati sul territorio per dirimere alcune incertezze sugli affioramenti e sulla definizione dei terreni della coltre quaternaria.

Seguendo le indicazioni riportate negli standard di rappresentazione, sono graficizzati i dati finalizzati alla definizione del quadro della risposta sismica della zona indagata.

Sono state così raccolte informazioni dalle seguenti fonti originali:

- Cartografia geologica allegata agli strumenti pianificatori degli ex Comuni di Molvena e Mason Vicentino (PRG e PATI);
- Cartografia geologica allegata al Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento;
- Pubblicazioni ed articoli specialistici disponibili;
- Progetto IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – ISPRA;
- Italian Catalog Of Seismic Ground Failures - CEDIT (Aggiornato al 27/01/2017)
- La carta della Pericolosità Geologica del Piano stralcio dell'assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Brenta redatta dall'Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico;
- Dati ed indagini resi disponibili dall'amministrazione e realizzate ex-novo;
- Dati morfologici ricavabili dalla elaborazione 3D della Carta Tecnica Regionale Numerica della Regione Veneto;
- ITHACA - Catalogo delle Faglie Capaci

La carta geologico tecnica evidenzia una semplice suddivisione del territorio in cui si possono distinguere due aree geologicamente e geomorfologicamente diversificate: una prima in corrispondenza dell'alta pianura fluvioglaciale edificata in gran parte dalle alluvioni del Brenta e dove si concentrano gli aggregati urbani e produttivi più significativi, ed una seconda costituita dai rilievi collinari più settentrionali dove invece sono prevalenti gli affioramenti del substrato.

L'analisi della carta geologico-tecnica porta a definire i seguenti aspetti principali.

### 3.3.1. Substrato geologico e copertura quaternaria

Le principali caratteristiche litostratigrafiche possono essere riassunte nei seguenti paragrafi dove le descrizioni delle formazioni rocciose e dei depositi quaternari seguono l'ordine cronologico iniziando da quelle più antiche.

La sequenza stratigrafica del substrato inizia con la potente serie delle vulcaniti di età oligocenica prevalente a cui seguono la Formazione di Salcedo e infine la Formazione dei Calcari di Lonedo.

La descrizione della sequenza stratigrafica del substrato viene qui riportata estraendola dalla relazione geologica del PATI.

#### Formazioni del substrato

##### VULCANITI SUBACQUEE, SUBAEREE E TUFITI

La formazione nel suo complesso è stata suddivisa in una serie di membri legati alle condizioni effusive e di deposizione dei depositi vulcanici

##### *a) le vulcanoclastiti*

*La loro distribuzione è limitata rispetto alle lave basaltiche. Gli affioramenti sono spesso continui ed hanno una potenza di 30-35 m. Tali rocce hanno un contenuto più o meno abbondante di frammenti vulcanici di dimensioni variabili da 1 mm ad alcuni cm. La colorazione tipica è grigia con tonalità scure. La stratificazione è netta e resa ancor più evidente dall'alternanza di strati a tonalità diversa tra loro.*

##### *b) le breccie vulcaniche d'esplosione intradiatremiche ed extradiatremiche*

*La breccia vulcanica si presenta come una roccia composta da numerosi frammenti basaltici eterometrici angolosi contenuti in una matrice, sempre di origine vulcanica, di colore bruno-vinaccia, spesso alterata.*

##### *c) i basalti di colate laviche subacquee*

*Sono i più diffusi. Si tratta di basalti compatti, di colore nero e grigio scuro che assumono i toni del bruno-rosso se alterati. Spesso sono fratturati in blocchi delle dimensioni variabili da pochi cm al metro a seguito della contrazione della lava per raffreddamento. A volte sono visibili strutture particolari come le lave a cuscini (pillows lava); in tal caso si presentano come blocchi rotondeggianti, con dimensioni che variano da pochi centimetri fino a qualche metro. I pillow sono caratterizzati da una superficie liscia e vetrosa e da fratture concentriche e radiali; la loro frantumazione origina ialoclastiti.*

##### *d) i basalti di colate laviche subaeree*

*Hanno un aspetto granulare poco compatto. Le parti sommitali delle singole colate appaiono spesso bollose e vacuolari e, in alcuni punti, scoriacee. Sono particolarmente alterabili e si presentano spesso ossidate. Il colore varia dal bruno-rosso al grigio scuro.*



### FORMAZIONE DI SALCEDO

*La Formazione di Salcedo è formata da sette membri così ripartiti:*

- 1° membro: *lave basaltiche prevalentemente compatte;*
- 2° membro (denominato *Arenarie di Sangonini*): *successione eterogenea di sabbie, argille sabbiose,*
- *arenarie, calcareniti e calcari marnosi di scogliera;*
- 3° membro: *lave basaltiche compatte;*
- 4° membro: *tufiti;*
- 5° membro (denominato *Calcari di Chiavon*): *calcareniti organogene, calcari marnosi e calcari compatti bianchi;*
- 6° membro: *lave bollose;*
- 7° membro: *tufiti alternate a strati calcarei.*

*Gli affioramenti più significativi sono visibili nel settore settentrionale del territorio, in particolare presso loc. Collalto e Cima D'Agù.*

*Affiorano in particolare gli strati compatti dei Calcari di Chiavon, meno evidenti sono gli affioramenti degli strati marnosi perché maggiormente erodibili e degradabili ad opera degli agenti atmosferici e dell'azione della vegetazione. Lo spessore medio degli strati è in genere di pochi cm con alternanze di bancate calcaree di 30-40 cm. La stratificazione non sempre è evidente.*

*Le sabbie silicee ("saldame") sono state inglobate all'interno di questa classe in considerazione della loro scarsa diffusione areale. Si tratta di sabbie di origine eolica concentrate all'interno di alcune sacche di erosione di colate laviche subaeree che testimoniano una fase di regressione marina.*

### CALCARI DI LONEDO

*Gli affioramenti di questa formazione sono ben visibili in loc. S. Biagio e lungo via Costa di Molvena.*

*Si tratta di calcari biancastri, talora grossolani, nulliporici ad alghe e coralli; calcareniti a lepidocicline e calcari di scogliera; calcari arenacei, marne arenacee ed arenarie calcaree grigio scure.*

*La stratificazione a volte è nodulare. Gli strati hanno uno spessore medio di alcuni cm.*

*Le caratteristiche geomeccaniche sono buone, diventano mediocri dove l'ammasso roccioso risulta molto fratturato.*

## **Depositi quaternari**

### *Materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose*

*Sono i terreni di alterazione del sottostante substrato vulcanico costituiti da una matrice argilloso-limosa che ingloba frammenti e blocchi prevalentemente basaltici. La consistenza in genere medio-bassa conferisce a questo tipo di coperture caratteristiche geotecniche nel complesso scadenti, talora pessime.*

### *Materiali sciolti per accumulo di frana per colata o per scorrimento, a prevalente matrice fine argillosa talora inglobante inclusi lapidei*

*Sono stati inseriti in questa classe gli accumuli di frana localizzati nei terreni di alterazione di rocce vulcaniche in cui prevale la componente argilloso-limosa. La consistenza in genere bassa o nulla del terreno conferisce a questo materiale caratteristiche geotecniche in generale pessime.*

### *Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati*

*Si tratta del materasso di alluvioni ghiaioso-sabbiose legate alle vicende deposizionali del fiume Brenta.*

*Sono presenti uniformemente sul fondovalle, ma il limite con le sovrastanti alluvioni fini è stato posto dove lo strato di copertura superficiale di natura limoso-argillosa presenta uno spessore limitato (2-3 mt).*

*(Con l'esame del complesso di indagini raccolte nel presente studio di MS di 1° livello si è ritenuto comunque di assegnare questi terreni ad una categoria in cui la frazione limoso argillosa sia presente)*

### *Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa*

*In questa classe sono state inserite le alluvioni fini limoso-argillose, con locali intercalazioni di argille molli, interdigitate con i depositi pedecollinari presenti sul fondovalle a ridosso del rilievo. Lo spessore di queste alluvioni, in base ai dati ricavati dalle indagini, supera mediamente gli 7- 8 metri e può arrivare ad oltre i 10 m.*

Nella tabella seguente sono riportate le formazioni rocciose del substrato e i terreni quaternari descritti in precedenza riclassificati secondo i codici riportati negli Standard di rappresentazione. Come base dati è stata utilizzata principalmente la cartografia della documentazione geologica del PATI del Comune di Colceresa ed alcune pubblicazioni geologiche relative all'area esaminata.

Tali informazioni sono state poi adeguate e interpretate sulla base della cartografia di dettaglio e riclassificate secondo le categorie previste dagli standard.

Tabella 3: classificazione formazioni litologiche affioranti e depositi quaternari.

Litologia PAT	Descrizione da PAT	Località	Codice MS	Codice genetico	Descrizione
L-DET-03	materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose e/o di blocchi lapidei	Terreni eluvio colluviali di fondovalle e di copertura su formazioni vulcaniche Sono presenti principalmente nelle valli e nelle incisioni fra i rilievi collinari	CL	ec	Argille ghiaiose o sabbiose, argille
L-ALL-05	materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa	Alluvioni fini limoso-argillose con locali intercalazioni di argille molli della prima fascia pedemontana	OL	pd	Limi organici, argille limose di bassa plasticità
L-ALL-01	materiali granulari fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati	Alternanze di livelli ghiaiosi e limoso argillosi con copertura di terreni limosi minore di 2-3 metri Alluvioni fluvio-glaciali del Brenta interdigitati con orizzonti colluviali dei rilievi collinari. Sono presenti nella parte meridionale del territorio comunale	GW	fg	Miscele di ghiaia, sabbia e argilla
L-SUB-03	rocce compatte stratificate	Calcere di Lonedo	LPS	-	Substrato lapideo stratificato
L-SUB-06	rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti subordinati	Formazione di Salcedo, Sabbie silicee	ALS	-	Alternanze di litotipi stratificato
L-SUB-04	rocce superficialmente alterate e con substrato compatto	Vulcanoclastiti, Breccie vulcaniche di esplosione, basalti di colata laviche subacquee e subaree Costituiscono i terreni più abbondanti della zona collinare	SFAL	-	Alternanze di litotipi fratturato e alterato
L-FRA-01	materiali sciolti per accumulo di frana per colata o per scorrimento, a prevalente matrice fine argillosa talora inglobante inclusi lapidei	Accumuli di frana nei terreni di alterazione di rocce vulcaniche	CL	ec	Argille ghiaiose o sabbiose, argille

### **3.3.2. Elementi geomorfologici e idrogeologici**

Dal punto di vista morfologico, con rilevanza in condizioni sismiche, sono stati inseriti gli orli di terrazzi morfologici che confinano le incisioni torrentizie poste lungo i rilievi collinari così come alcune creste poste in corrispondenza di alcune dorsali che scendono verso meridione. Sono stati inoltre riportate alcune elevazioni che, anche se non possono essere definite come veri e propri “picchi”, si ritengono significative per un’eventuale verifica dell’amplificazione sismica legata a condizioni topografiche.

Tra gli elementi geologici sono riportate le ubicazioni di alcuni sondaggi ritenuti più affidabili, tra questi soltanto tre hanno raggiunto il substrato, rappresentato in tutti i casi dai depositi vulcanici. La profondità della falda appare in netta riduzione passando dalla fascia alta della pianura sino alla parte meridionale del territorio. Non si possono escludere comunque, e alcune indagini lo confermano, alcune falde sospese e confinate probabilmente entro orizzonti più permeabili anche nella fascia pedemontana costituita in prevalenza, come già illustrato, da terreni limoso-argillosi.

### **3.3.3. Elementi di instabilità gravitativa**

Le segnalazioni delle instabilità di versante sono state raccolte dal Piano di Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino, dal censimento IFFI e dalla documentazione geologica allegata al PATI. Compaiono frequenti situazioni di instabilità per fenomeni di colata e scorrimento che sono ovviamente più da collegarsi a terreni con scarse caratteristiche geotecniche e influenzati dalla presenza di acqua. Alcuni di tali instabilità potrebbero comunque riattivarsi o presentare delle accelerazioni del movimento in caso di sisma con accelerazioni significative.

### **3.3.4. Elementi tettonico strutturali**

Le faglie riportate in cartografia sono ricavate dalla cartografia geologica disponibile e in parte dalla carta geologica dello strumento urbanistico comunale. È stata inoltre inserita una faglia segnalata dal progetto ITHACA, classificata, nell’ambito di questo studio, come Potenzialmente Attiva e Capace (FPAC), e già descritta in precedenza.

La carta riporta anche le tracce delle sezioni interpretative locali: la prima (Sezione A-A’) interessa gli ultimi rilievi collinari posti ad ovest del centro urbano di Mason Vicentino, mentre la seconda è stata posizionata nel settore orientale per rendere conto della morfologia e delle condizioni locali di stratigrafia.

## 4. LA CARTA DELLE INDAGINI

### 4.1. Indagini pregresse e le nuove indagini

Le indagini pregresse sono state recuperate presso gli uffici tecnici del Comune di Colceresa, del Genio Civile di Vicenza e dal sito dell'ISPRA, dove si sono potute raccogliere prove e stratigrafie situate all'interno del territorio comunale. Delle indagini rese disponibili sono state utilizzate soprattutto quelle relative a sondaggi o prove geofisiche.

L'analisi delle indagini ha portato all'estrazione delle seguenti prove in sito; nella seguente tabella sono riportati anche i codici identificativi e la tipologia di indagini secondo le specifiche previste dalle IMCS. *(Nelle tabelle sono riportate anche le indagini geofisiche realizzate ex-novo descritte di seguito).*

Indagini di tipo puntuale

n.	Codice indagine	Tipo indagine
1	024126P1 (*)	HVSR
2	024126P2 (*)	HVSR
3	024126P3 (*)	HVSR
4	024126P4 (*)	HVSR
5	024126P5 (*)	HVSR
6	024126P6 (*)	HVSR
7	024126P7 (*)	HVSR
8	024126P8 (*)	HVSR
9	024126P9 (*)	HVSR
10	024126P10 (*)	HVSR
11	024126P11 (*)	HVSR
12	024126P12 (*)	HVSR
13	024126P13 (*)	HVSR
14	024126P14 (*)	HVSR
15	024126P15 (*)	HVSR
16	024126P16 (*)	HVSR
17	024126P17 (*)	HVSR
18	024126P18 (*)	HVSR
19	024126P19 (*)	HVSR
20	024126P20 (*)	HVSR
21	024126P21 (*)	HVSR
22	024126P22 (*)	HVSR
23	024126P23 (*)	HVSR
24	024126P24 (*)	HVSR

n.	Codice indagine	Tipo indagine
25	024126P25 (*)	HVSR
26	024126P26 (*)	HVSR
27	024126P27 (*)	HVSR
28	024126P28 (*)	HVSR
29	024126P29 (*)	HVSR
30	024126P30 (*)	HVSR
31	024126P31 (*)	HVSR
32	024126P32 (*)	HVSR
33	024126P33 (*)	HVSR
34	024126P34 (*)	HVSR
35	024126P35 (*)	HVSR
36	024126P36 (*)	HVSR
37	024126P37 (*)	HVSR
38	024126P38 (*)	HVSR
39	024126P39 (*)	HVSR
40	024126P40 (*)	HVSR
41	024126P41 (*)	HVSR
42	024126P42 (*)	HVSR
43	024126P43 (*)	HVSR
44	024126P44 (*)	HVSR
45	024126P45 (*)	HVSR
46	024126P46 (*)	HVSR
47	024126P47 (*)	HVSR
48	024126P48 (*)	HVSR

n.	Codice indagine	Tipo indagine
49	024126P49 (*)	HVSR
50	024126P50 (*)	HVSR
51	024126P51	DN
52	024126P52	T
53	024126P54	T
54	024126P55	CPT
55	024126P53	T
56	024126P56	CPT
57	024126P57	T
58	024126P58	DN
59	024126P59	CPT
60	024126P60	T
61	024126P61	DN
62	024126P62	T
63	024126P63	DN
64	024126P64	DN
65	024126P65	T
66	024126P66	PA
67	024126P67	PA
68	024126P68	SDS
69	024126P69	PA
70	024126P70	HVSR
71	024126P71	DS
72	024126P72	HVSR
73	024126P73	DN
74	024126P74	DS
75	024126P75	HVSR
76	024126P76	DS
77	024126P77	HVSR
78	024126P78	T
79	024126P79	DS

n.	Codice indagine	Tipo indagine
80	024126P80	DS
81	024126P81	DS
82	024126P82	DN
83	024126P83	CPT
84	024126P84	DS
85	024126P85	DS
86	024126P86	S
87	024126P87	DS
88	024126P88	CPT
89	024126P89	DS
90	024126P90	CPT
91	024126P91	DL
92	024126P92	PA
93	024126P93	PA
94	024126P94	SS
95	024126P95	SS
96	024126P96	HVSR
97	024126P97	DS
98	024126P98	HVSR
99	024126P99 (*)	HVSR
100	024126P100 (*)	HVSR
101	024126P101 (*)	HVSR
102	024126P102	PA
103	024126P103 (*)	SMS
104	024126P104 (*)	SMS
105	024126P105 (*)	SMS
106	024126P106 (*)	SMS
107	024126P107 (*)	SMS
108	024126P108 (*)	SMS
109	024126P109 (*)	SMS

#### Indagini di tipo lineare

n.	Codice Indagine	Tipo indagine
1	024126L1 (*)	MASW
2	024126L2 (*)	MASW

n.	Codice Indagine	Tipo indagine
3	024126L3 (*)	MASW
4	024126L4 (*)	MASW

n.	Codice Indagine	Tipo indagine
5	024126L5 (*)	MASW
6	024126L6 (*)	MASW
7	024126L7 (*)	MASW
8	024126L8 (*)	MASW
9	024126L9 (*)	MASW
10	024126L10 (*)	MASW
11	024126L11 (*)	MASW
12	024126L12 (*)	MASW
13	024126L13 (*)	MASW
14	024126L14 (*)	MASW
15	024126L15 (*)	MASW
16	024126L16 (*)	MASW
17	024126L17 (*)	MASW
18	024126L18 (*)	MASW
19	024126L19 (*)	MASW

n.	Codice Indagine	Tipo indagine
20	024126L20 (*)	MASW
21	024126L21 (*)	MASW
22	024126L22 (*)	MASW
23	024126L23 (*)	MASW
24	024126L24 (*)	MASW
25	024126L25 (*)	MASW
26	024126L26 (*)	MASW
27	024126L27 (*)	MASW
28	024126L28 (*)	MASW
29	024126L29	REMI
30	024126L30	SR
31	024126L31	REMI
32	024126L32	SR
33	024126L33	MASW

(\*) Indagini eseguite ex novo per il presente studio

Il codice delle indagini corrisponde alle seguenti tipologie:

- HVSR Prova microtremore a stazione singola
- DL Prova penetrometrica dinamica leggera
- DN Prova penetrometrica dinamica media
- DS Prova penetrometrica dinamica super pesante
- T Trincea
- CPT Prova penetrometrica statica
- PA Pozzo per acqua
- SDS Sondaggio a distrazione di nucleo che intercetta il substrato
- S Sondaggio a carotaggio continuo
- SS Sondaggio a carotaggio continuo che raggiunge il substrato
- SMS Indagine stratigrafica virtuale di Zona
- MASW Prova Multichannel Analysis of Surface Waves
- REMI Prova REfraction Microtremors
- SR Profilo sismico a rifrazione

Le indagini selezionate sono riportate nella carta delle indagini ove, oltre al simbolo identificativo della tipologia di indagini, è stato anche riportato il codice identificativo per una loro più facile

collocazione nell'ambito di ogni area. Nella tavola delle indagini, per rendere la lettura più chiara, è stato riportato il codice con l'esclusione dei primi sei caratteri (uguali per tutte le indagini e corrispondenti a 024126) relativi al codice ISTAT della Provincia di Vicenza e del Comune di Colceresa. Le indagini geofisiche realizzate per il presente studio sono riportate in uno specifico allegato.

#### **4.2. Nuove indagini geofisiche**

Al fine di acquisire, alcuni parametri inerenti le caratteristiche sismiche del sottosuolo, sono state eseguite delle indagini geofisiche in corrispondenza ad una serie di siti distribuiti sul territorio comunale; in particolare sono state utilizzate le seguenti metodologie:

- analisi delle onde di superficie con tecnica denominata "MASW" per determinare la velocità delle onde di taglio (onde "S");
- studio del rumore sismico ambientale con tecnica HVSR.

La prospezione geofisica, eseguita sul terreno nel periodo compreso tra settembre 2019 e febbraio 2020, si è articolata in:

- N° 28 stendimenti sismici utilizzando la tecnica MASW
- N° 53 stazioni di misura del rumore sismico ambientale con tecnica a stazione singola (HVSR)

L'ubicazione delle indagini sismiche è riportata nella Carta delle indagini.

#### **4.3. Analisi delle onde di superficie con tecnica "MASW" - Generalità**

Le onde in grado di propagarsi nei pressi di una superficie libera sono conosciute come onde superficiali. Tra queste, le *onde di Rayleigh*, si producono alla superficie libera di un mezzo dalla combinazione delle onde longitudinali e trasversali. Possono essere trasmesse sulla superficie di un semispazio uniforme o in un mezzo in cui la velocità cambia con la profondità. Le onde superficiali si caratterizzano per una proprietà denominata "*dispersione*", cioè ogni componente in frequenza (e quindi lunghezza d'onda) possiede diversa velocità (chiamata *velocità di fase*). Lo studio della dispersione delle onde superficiali costituisce uno dei metodi utilizzati per la determinazione della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ). La velocità di propagazione delle onde Rayleigh varia tra  $0,9 V_s$  e  $0,95 V_s$ .

Con le registrazioni effettuate secondo la tecnica MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) metodo investigativo sviluppato da vari ricercatori, è possibile distinguere ed evidenziare, all'interno del sismogramma di registrazione, le onde di Rayleigh, le quali normalmente sono caratterizzate da un'elevata ampiezza del segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente di energia si distribuisce in onde di superficie). L'analisi spettrale del segnale produce un grafico *velocità di fase - frequenza* all'interno del quale in cui si può distinguere il modo



fondamentale ed i modi superiori di propagazione delle onde di superficie, sui quali effettuare l'operazione di "picking" per ricavare la curva di dispersione.

Oltre alle onde di Rayleigh, in alcuni casi, è utile analizzare anche un altro tipo di onde di superficie, denominate "onde di Love", per le quali sono valide regole simili a quelle indicate per le onde di Rayleigh. Le onde di Love si caratterizzano perché sono "sensibili" alle  $V_s$ , allo spessore e alla densità del mezzo, mentre non hanno relazione con le  $V_p$  (onde longitudinali). La loro generazione e registrazione richiedono però particolari accorgimenti, come indicato di seguito.

Le onde di Love, in determinate condizioni abbastanza diffuse in natura, generano spettri più chiari e quindi di più semplice interpretazione rispetto agli spettri ottenuti con le onde di Rayleigh, dove i modi superiori possono mascherare il modo fondamentale.

Nel corso di questa indagine, per l'elaborazione dei dati acquisiti è stato utilizzato il software WinMASW che consente l'analisi sia delle onde di Rayleigh, sia delle onde di Love. Questo software consente sia la modellazione diretta degli spettri, sia l'inversione delle curve di dispersione; è possibile inoltre effettuare un'analisi congiunta degli spettri relativi alle onde di Rayleigh e alle onde di Love.

I risultati delle elaborazioni forniscono il profilo verticale delle  $V_s$  che è riferito al centro dello stendimento, ed è relativo al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento realizzato in superficie.

Per analizzare le onde di Rayleigh, la tecnica operativa consiste nello stendere sul terreno un profilo lineare (array) di geofoni verticali a bassa frequenza (preferibilmente 4,5 Hz), egualmente spaziat; quindi si effettuano una o più energizzazioni mediante massa battente ad impulso verticale, a diverse distanze dal primo geofono (source offset). Per ogni punto di energizzazione viene registrato il corrispondente sismogramma, che viene poi importato nel software di elaborazione.

La generazione e la registrazione delle onde di Love richiede invece l'utilizzo di geofoni orizzontali e l'energizzazione deve essere fatta in modo da generare onde trasversali, per cui l'impulso viene fatto battendo orizzontalmente su un asse di legno, reso solidale con il terreno per mezzo di un carico statico.

La prospezione eseguita mediante analisi delle onde di superficie offre alcuni vantaggi rispetto alle tecniche classiche di sismica a rifrazione, tra i quali si segnala la relativa facilità di lettura del segnale anche in aree antropizzate, caratterizzate da elevato rumore di fondo e la possibilità di evidenziare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo. Per la tecnica attiva, le limitazioni sono date dalla profondità di indagine e dall'elevata sensibilità a variazioni laterali di litologia.

La conoscenza della  $V_s$  è utile quando sia necessario valutare la variabilità geotecnica dei materiali presenti nel sottosuolo, in quanto consente di rilevarne le proprietà fisiche, poiché i valori di  $V_s$  sono proporzionali al grado di compattezza dei mezzi percorsi e, a differenza delle onde P (onde longitudinali) non sono influenzati dalle condizioni di saturazione dei sedimenti. Va precisato che la correlazione tra parametri geofisici e caratteristiche litologiche-geomeccaniche ha

carattere qualitativo, soprattutto se non sussiste la possibilità di tarare l'interpretazione geofisica mediante il confronto con informazioni provenienti da indagini geognostiche di tipo diretto.

#### **4.4. Operazioni di campagna ed Elaborazione dati**

Per l'acquisizione degli impulsi sismici è stato usato un sismografo digitale a 24 tracce, modello "Geode", della Ditta EG & G GEOMETRICS, geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz e geofoni orizzontali con frequenza propria di 4,5 Hz. Il tempo di registrazione è stato fissato, per ogni registrazione, pari a 1 o 2 secondi, con intervallo di campionamento di 0,5 ms. Come sorgente di energia sismica è stata utilizzata una massa battente. La registrazione dei dati è avvenuta su personal computer portatile, collegato al sismografo.

L'elaborazione dei dati sismici è stata eseguita utilizzando il programma winMASW 2018 Academy. In sintesi, l'elaborazione si articola nei seguenti passaggi principali:

- Implementazione del file di registrazione (dataset) e delle caratteristiche geometriche del profilo;
- determinazione dello spettro di velocità;
- modellazione diretta dello spettro e generazione del modello di velocità delle Vs;
- eventuale costruzione della curva di dispersione (picking) ed inversione della curva di dispersione.

Il risultato finale di tali elaborazioni consiste in un diagramma nel quale è riportato l'andamento della velocità delle onde di taglio in funzione della profondità. Nelle figure allegate sono illustrate, per ogni profilo sismico, le immagini relative ai passaggi sopraelencati.

Nella tabella seguente sono descritte le caratteristiche geometriche dei dispositivi utilizzati.

Tabella 4: caratteristiche profili sismici MASW

<i>Codice Profilo MASW</i>	<i>Lunghezza (m)</i>	<i>Passo inter- geofonico (m)</i>	<i>Source offset (m)</i>
<b>024126L1</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L2</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L3</b>	46	2	4
<b>024126L4</b>	44	2	4 ÷ 6
<b>024126L5</b>	46	2	4
<b>024126L6</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L7</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L8</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L9</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L10</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L11</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L12</b>	69	3	6 ÷ 9

<i>Codice Profilo MASW</i>	<i>Lunghezza (m)</i>	<i>Passo inter- geofonico (m)</i>	<i>Source offset (m)</i>
<b>024126L13</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L14</b>	69	3	6 ÷ 9
<b>024126L15</b>	66	3	6 ÷ 9
<b>024126L16</b>	46	2	4 ÷ 6
<b>024126L17</b>	44	4	8
<b>024126L18</b>	44	4	8
<b>024126L19</b>	44	4	8
<b>024126L20</b>	44	4	8
<b>024126L21</b>	44	4	8
<b>024126L22</b>	44	4	8
<b>024126L23</b>	44	4	8
<b>024126L24</b>	33	3	3
<b>024126L25</b>	44	4	8
<b>024126L26</b>	44	4	8
<b>024126L27</b>	44	4	8
<b>024126L28</b>	44	4	8

#### **4.5. *Analisi del rumore sismico ambientale (tecnica HVSR)***

La campagna di acquisizione di rumore sismico si prefigge due scopi. La ricostruzione della profondità dei principali contrasti di impedenza acustica del sottosuolo e l'individuazione di particolari frequenze di risonanza dei suoli.

E' noto dalla letteratura, alla quale fa riferimento il presente paragrafo, che il rumore sismico è presente in qualsiasi punto della superficie terrestre e consiste per lo più nelle onde prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali. Il rumore sismico, onnipresente e continuo, viene prodotto principalmente dal vento, da perturbazioni atmosferiche, da onde oceaniche e marine. Anche le industrie e il traffico veicolare producono localmente rumore sismico ma, in genere, solo a frequenze relativamente alte, superiori ad alcuni Hz, che vengono attenuate piuttosto rapidamente.

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, Kanai,1957; Igarashi 1970; Nakamura 1989) permette di estrarre informazioni relative al sottosuolo a partire dagli spettri di rumore sismico registrati in sito. La tecnica prevede di calcolare il rapporto, in funzione della frequenza, tra gli spettri di risposta della componente orizzontale e verticale del moto dovuto ai microtremiti (rumore sismico).

La natura generatrice del rumore sismico registrato, e dei relativi picchi dei rapporti spettrali, è tuttora molto discussa in ambito scientifico: i microtremori non sono costituiti esclusivamente da onde di volume (P e S), ma principalmente da onde di superficie, in particolare di Rayleigh (Lachet and Bard,1994). Se assumiamo che in un semispazio i 2 strati differiscano, in modo rilevante, in termini di velocità sismica e densità (contrasto di impedenza acustica), e che la risonanza sia legata alla lunghezza d'onda ( $\lambda$ ) incidente pari a 4 volte lo spessore  $h$  del primo strato (ipotesi  $\lambda/4$ ), si può ricavare una stima della profondità del rifratore sismico dal riconoscimento della frequenza di risonanza propria del sottosuolo. In altri termini, nota la frequenza di risonanza ( $f$ ) propria del sito, ricavata dal rapporto spettrale H/V e la stima delle  $V_s$ , è possibile determinare lo spessore ( $h$ ) di una coltre sedimentaria soprastante un bedrock sismico, applicando la relazione  $f = V_s / 4 h$ .

Le misure eseguite nel corso di questa indagine, sono state effettuate con un sismografo modello SR04S3 "Geobox" prodotto dalla Ditta SARA S.r.l.. Si tratta di un tromografo digitale avente un intervallo di acquisizione sulle frequenze da 0,1 a 100 Hz, dotato di sistema di acquisizione digitale ad alta risoluzione (24 bit). Lo strumento viene posizionato sul terreno orientandolo verso il Nord magnetico ed assicurandone la livellazione micrometrica tramite bolla di precisione, agendo sui tre punti di appoggio. Lo strumento è gestito da p.c. portatile per mezzo del software "Seismowin", fornito dalla ditta costruttrice. Le stazioni di misura hanno avuto durate di acquisizione variabili tra 15 e 30 minuti; la frequenza di campionamento è stata mantenuta pari a 200 Hz.

I dati acquisiti sono stati trattati con il software di elaborazione di microtremori "Geopsy" (Sesame Projet), in accordo con le direttive europee del progetto SESAME per il trattamento e l'elaborazione delle tecniche di analisi di rumore sismico a stazione singola. I segnali acquisiti sono stati suddivisi in finestre temporali di 20 s. Dal computo spettrale sono stati esclusi gli eventi transienti più evidenti, legati al rumore antropico.

Va ricordato che dai rapporti spettrali ricavati con questa metodologia non è possibile stabilire i fattori di amplificazione sismica, per la valutazione dei quali necessitano analisi più complesse.

Le stazioni di misura HVSR sono state ubicate secondo lo schema riportato nella Tabella 6.

#### **4.6. Risultati ottenuti con le indagini geosismiche**

Con le indagini eseguite, si è fornita una ricostruzione preliminare dell'assetto sismostratigrafico del sottosuolo relativamente alle prime decine di metri di profondità. Di seguito si riassumono i risultati ottenuti, i quali fanno riferimento agli spettri ed ai diagrammi ricavati con le metodologie adottate e riportati in Allegato alla presente relazione.

L'elaborazione dei dati sismici acquisiti con tecnica MASW, consente di formulare le seguenti correlazioni tra velocità sismiche delle onde di taglio e tipologia di terreni presenti.

Tabella 5: intervalli di velocità delle onde di taglio misurate per i vari litotipi

<b>Tipologia</b>	<b>Velocità onde S ( m/s )</b>
Depositi alluvionali da poco a mediamente addensati/consistenti	100 - 300
Depositi alluvionali da mediamente a molto addensati	300 - 600
Depositi eluvio-colluviali poco addensati/consistenti	100 - 250
Rocce vulcaniche alterate e fratturate	300 - 400
Rocce vulcaniche poco alterate	500 - 700
Substrato a composizione prevalentemente calcarea (probabile)	800 - 1000

Si vuole qui ricordare che i risultati dell'indagine geofisica derivano da prove indirette e, pertanto, non va loro attribuito il medesimo valore di quello derivante da prove dirette. Le correlazioni proposte tra le velocità sismiche e le diverse tipologie, hanno quindi un valore indicativo, derivando da considerazioni di carattere geologico e dal confronto con i dati ricavati dai sondaggi geognostici diretti e dalle stratigrafie dei pozzi (queste ultime sono però, talvolta, approssimative).

I risultati delle elaborazioni geofisiche sono riassunti graficamente nelle figure inserite in allegato, dove sono riportati gli spettri ottenuti con l'analisi delle onde di Rayleigh e di Love e le relative curve di dispersione, i diagrammi con l'andamento della Vs in funzione della profondità e la corrispondente tabella con i dati numerici.

A commento delle indagini effettuate con la tecnica MASW, si possono fare le seguenti considerazioni.

- 1) I profili eseguiti nella zona collinare (L3, L4, L5 ed L24) caratterizzata dalla presenza diffusa di rocce vulcaniche, hanno consentito di valutare che, di solito, è presente uno strato sottile di terreni eluvio colluviali, aventi spessore di pochi metri e velocità variabile tra 100 e 250 m/s. Il substrato sottostante è caratterizzato da un primo livello che presenta velocità variabili tra 300 e 400 m/s, indicative di una roccia molto alterata; lo spessore è compreso tra 10 e 20 m circa. A profondità maggiori la Vs aumenta raggiungendo valori prossimi a 600 – 700 m/s, in relazione ad un miglioramento delle proprietà geomeccaniche dell'ammasso roccioso.
- 2) Lungo i fondovalle dei torrenti, le misure eseguite (L1, L2, L13, L26 ed L28) evidenziano la presenza di sismostrati caratterizzati da velocità delle onde di taglio comprese tra 200 e 400 m/s, correlabili a depositi alluvionali con grado di addensamento/consistenza crescente; lo spessore complessivo è inferiore a 30 metri. Fa eccezione l'area investigata con il profilo L28, dove la copertura alluvionale ha una potenza di almeno 35 m. Alla base di questi depositi, in alcuni punti di misura, si sono osservate velocità variabili tra 500 e 900 m/s, correlabili al substrato lapideo.

- 3) Lungo la fascia pedecollinare che raccorda i versanti con la pianura, sono state realizzate numerose misure MASW, al fine di caratterizzare con discreto dettaglio questa zona, spesso problematica per quanto riguarda l'amplificazione sismica. Nella carta della MOPS, nei settori dove è stato valutato che lo spessore dei depositi quaternari è inferiore a 30 m, questa zona è stata associata con la precedente, poiché le caratteristiche sismostratigrafiche sono simili.
- 4) I profili MASW ubicati nella zona di pianura hanno evidenziato che quasi ovunque è presente un primo strato, avente spessore variabile tra 10 e 20 m e velocità delle onde di taglio inferiore a 300 m/s. I sismostrati sottostanti, sono invece caratterizzati da Vs comprese tra 400 e 550 m/s. In corrispondenza ad alcuni punti di misura è stata effettuata anche un'elaborazione "congiunta", analizzando sia gli spettri delle onde di superficie, sia i diagrammi delle curve HVSR. Si è così pervenuti a valutare spessori complessivi della copertura alluvionale compresi tra 60 m circa in corrispondenza dei profili L10 ed L22 e 130 m nel profilo L7. Tali informazioni devono comunque essere prese con molta cautela, poiché nelle elaborazioni sono necessariamente fatte dell'ipotesi soprattutto nella scelta dei valori di Vs dei depositi alluvionali "profondi" e del bedrock.

Per quanto riguarda le acquisizioni del rumore sismico ambientale, effettuate con la tecnica HVSR, le misurazioni non sono state disturbate da particolari eventi tali da comprometterne l'affidabilità e solo alcuni eventi transienti sono stati esclusi dal computo spettrale, probabilmente legati al rumore antropico. Alcune stazioni di misura ritenute poco attendibili, sono state ripetute in periodi diversi. Nelle figure inserite in allegato sono riportati i grafici ottenuti dall'analisi spettrale, relativi alle varie stazioni di misura, così suddivisi:

- Analisi direzionale del rumore sismico
- Andamento delle singole componenti spettrali del moto (N - S, E - O e Verticale)
- Rapporto H/V del rumore sismico (con linea rossa continua la media, con linea a tratteggio la deviazione standard).

Nella Tabella 6 sono indicati, per ogni stazione di misura, i valori della frequenza corrispondente al picco (o ai picchi) di risonanza principale e la corrispondente ampiezza.

Tabella 6: risultati delle misure HVSR

<b>Cod.</b>	<b>Data</b>	<b>Località</b>	<b>Frequenza (Hz)</b>	<b>Ampiezza</b>
024126P1	07.11.2019	Via Ponticello	1,3	7
024126P2	07.11.2019	Via dell'Industria- C. dal Ferro	4	10,5
024126P3	07.11.2019	Via Costavernese	2,1	6,4
024126P4	07.11.2019	Via Roma (Molvena)	1,5	7
024126P5	07.11.2019	Mure	5	2,5

<b>Cod.</b>	<b>Data</b>	<b>Località</b>	<b>Frequenza (Hz)</b>	<b>Ampiezza</b>
024126P6	07.11.2019	Via Tibalda	6	2,5
024126P7	07.11.2019	Via Mottarello	n.p.	n.p.
024126P8	07.11.2019	Via Villa	2; 4,3	2,5; 4,5
024126P9	12.02.2020	Villa di Molvena	16	3,2
024126P10	07.11.2019	Via dell'Artigianato	7	4,3
024126P11	07.11.2019	Via Mazzarina	3,5 - 4	2,8
024126P12	09.12.2019	Via Costa Bernardo	4,5	2,2
024126P13	09.12.2019	Via Don G. Carli	3,3	4,4
024126P14	09.12.2019	Via Collalto	7,5	3,5
024126P15	09.12.2019	Via Collesello	2,4	6,1
024126P16	09.12.2019	Via Nogaredo	2,1	5,7
024126P17	09.12.2019	Via Roma (Molvena)	4; 6	4,3; 2,6
024126P18	09.12.2019	Via E. Fermi	1,6	6,1
024126P19	09.12.2019	Via Don G. Vigolo	6,5	2,8
024126P20	09.12.2019	Via Mercurio	6; 8,5	3,3, 3,2
024126P21	09.12.2019	Cimitero di Mason	3,5	2,5
024126P22	18.12.2019	Roncaglie	0,75-0,9; 5,5	3,5; 2,8
024126P23	18.12.2019	Crocelunga	1,2; 4,5	5; 3,4
024126P24	18.12.2019	San Gaetano	1; 7,5	4; 2,3
024126P25	18.12.2019	S.P. VIII	5,6	3
024126P26	18.12.2019	Via Costa	n.p.	n.p.
024126P27	18.12.2019	Via Franchi	n.p.	n.p.
024126P28	18.12.2019	Via Laverda	2,8	7
024126P29	18.12.2019	Via Laverda	2,2; 7,6	5; 3,2
024126P30	12.02.2020	Via Roma (Mason)	3,2	6,1
024126P31	18.12.2019	Via Don N. Mettifogo	2,1	8
024126P32	18.12.2019	Via Cantarana	1,5	7
024126P33	18.12.2019	Via Anconetta	2; 13	4; 2,4
024126P34	18.12.2019	Via Cantarana-loc. Gropelle	1,4; 3	4,6; 3
024126P35	30.01.2020	Via Colombara	0,88; 7	3,1; 2,4

<b>Cod.</b>	<b>Data</b>	<b>Località</b>	<b>Frequenza (Hz)</b>	<b>Ampiezza</b>
024126P36	30.01.2020	Via San Pio X	0,65-0,9; 7,8	2,7-3,3; 2,7
024126P37	12.02.2020	Via Lavardella	1,8; 4,5	4; 4,5
024126P38	30.01.2020	Via Papa Giovanni XXIII	1,3; 5,4	4,3; 3,6
024126P39	30.01.2020	Via De Gasperi - Via Oppio	1,2; 6-7	3,2; 5
024126P40	30.01.2020	Via Ponticello	2,8	6,3
024126P41	30.01.2020	Barco	3,5; 13	4,1; 2,8
024126P42	30.01.2020	Ponte Scalabrini	20	3,2
024126P43	30.01.2020	Via Angarano	1,7; 3	2,6; 3,5
024126P44	30.01.2020	Via Roma (Molvena)	1,6	6,2
024126P45	30.01.2020	Molvena centro	n.p.	n.p.
024126P46	08.02.2020	Via Monte Ortigara	3-4; 15	2,3; 2,2
024126P47	12.02.2020	Via Don N. Mettifogo	5,8	3,9
024126P48	22.02.2020	Via dell'Industria- C. dal Ferro	2; 4-5	3,6; 3,8
024126P49	12.02.2020	Via Monte Ortigara	6,5	2,8
024126P50	12.02.2020	Via Monte Ortigara	2,1	3,2
024126P99	12.02.2020	Via Tarquinia	7,5; 15	2,7; 2,5
024126P100	12.02.2020	Via Chiesa	4,2; 5,5	2,9; 2,9
024126P101	12.02.2020	Via del Progresso	1,8	6,2

Sulla base dei dati riportati nella Tabella 6 ed inseriti anche nella carta delle MOPS si possono fare le seguenti osservazioni:

- Le stazioni di misura ubicate lungo i fondovalle dei torrenti e nella fascia pedemontana mostrano spesso significativi picchi di risonanza a frequenze variabili, comunque quasi sempre ricadenti nell'intervallo di interesse dal punto di vista ingegneristico. In particolare, le frequenze si collocano soprattutto su valori compresi tra 2 e 6 Hz e le ampiezze, in alcuni casi, sono superiori a 5.
- Nella zona di pianura, i picchi di risonanza si collocano su frequenze comprese tra 1 e 2 Hz, ad eccezione della zona più meridionale dove si sono misurate frequenze dell'ordine di 0,8 - 0,9 Hz. La diminuzione dei valori di frequenza è da correlare con il progressivo approfondimento del bedrock sismico. Le ampiezze oscillano, in genere, tra 3 e 5. Nei diagrammi delle curve H/V relativi ad alcune stazioni di misura, si osserva anche un picco a frequenze più alte, espressione di contrasti di impedenza all'interno del materasso alluvionale.



- Le stazioni HVSR ubicate nella zona collinare non mostrano, di solito, significativi picchi di risonanza; dove presenti i picchi hanno ampiezza molto bassa. Tale fenomeno è da mettere in relazione alla presenza del substrato vulcanico spesso subaffiorante. In alcuni punti si sono osservati picchi più intensi a frequenze relativamente elevate, in corrispondenza di aree dove i depositi della copertura eluvio-colluviale hanno maggiore importanza.

## 5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Il modello del sottosuolo è stato ricostruito attraverso l'esame dei dati bibliografici disponibili, delle indagini geognostiche pregresse ed in base ai risultati delle nuove indagini geofisiche. In sintesi, il territorio comunale può essere suddiviso nelle seguenti aree aventi caratteristiche relativamente omogenee.

### **Zona collinare**

E' costituita in prevalenza da rocce vulcaniche a composizione basaltica (lave, breccie, tufi ecc.) e, in minima parte, da rocce calcaree con intercalazione arenacee e marnose. Le rocce vulcaniche sono ricoperte da uno strato di terreni eluvio colluviali aventi spessore, generalmente, inferiore a 3 metri; localmente questi terreni possono avere maggiore sviluppo. Le vulcaniti si presentano spesso alterate e fratturate: in queste situazioni le velocità delle onde di taglio si attestano su valori dell'ordine di 300 - 400 m/s. Dove la roccia presenta migliori caratteristiche la  $V_s$  risulta compresa tra 500 e 700 m/s.

### **Fondovalle dei torrenti Laverda e Valderio**

Nei fondovalle di questi torrenti si rinvengono depositi alluvionali nei quali la frazione argillosa è presente talvolta come matrice che ingloba depositi a granulometria più grossolana, talvolta come materiale prevalente. In queste zone, non sono state rinvenute stratigrafie di sondaggi che consentissero di valutare la composizione del sottosuolo e lo spessore della copertura quaternaria, per cui la ricostruzione geologica deriva quasi unicamente dall'esecuzione delle indagini geofisiche. I profili MASW e le stazioni HVSR hanno consentito di valutare che lo spessore massimo dei depositi quaternari dovrebbe essere dell'ordine di 30 metri. La successione sismostratigrafica evidenzia un primo strato a bassa velocità ( $V_s = 150 - 300$  m/s), mentre gli strati più profondi hanno velocità comprese tra 300 e 400 m/s. Le misure HVSR mostrano spesso picchi di risonanza con ampiezze elevate, indicativi della presenza di forti contrasti di impedenza sismica nel sottosuolo.

### **Fascia pedecollinare**

La fascia di raccordo tra le colline e la pianura presenta caratteristiche sismostratigrafiche simili a quelle descritte per le aree di fondovalle. Si è ritenuto opportuno analizzare in dettaglio questa zona, poiché le caratteristiche sismiche dei terreni ed il loro spessore rendono più probabile l'insorgere di significative amplificazioni sismiche in caso di terremoto. Per tale motivo molte nuove indagini geofisiche sono state ubicate in questo territorio.

Nel sottosuolo si rileva la presenza di una prima serie di sismostrati caratterizzati da bassi valori delle velocità sismiche ( $V_s = 150 - 300$  m/s) e spessore variabile tra 10 e 20 metri. Seguono sismostrati con velocità crescente in relazione al maggiore addensamento e/o consistenza dei

terreni ( $V_s = 400 - 500$  m/s); in qualche zona tali valori possono essere anche rappresentativi del substrato alterato. Le velocità dell'ordine di  $600 - 800$  m/s misurate in alcuni profili sono attribuibili al bedrock sismico.

### **Zona di pianura**

I dati litostratigrafici censiti indicano che le perforazioni non hanno mai raggiunto il substrato roccioso, per cui le valutazioni sullo spessore dei depositi alluvionali derivano unicamente dall'elaborazione delle indagini geofisiche le quali, in assenza di punti di taratura, sono affette da un certo margine di incertezza. L'elaborazione congiunta degli spettri ottenuti con le onde di superficie e dei diagrammi HVSR, ha consentito di valutare spessori complessivi della copertura alluvionale variabili tra un minimo di 50 m circa e, nella zona meridionale del comune, un massimo di 130 metri.

Dal punto di vista sismostratigrafico, spesso è presente un primo strato, avente spessore variabile tra 10 e 20 m e velocità delle onde di taglio inferiore a 300 m/s, mentre i sismostrati sottostanti, sono caratterizzati da  $V_s$  comprese tra 400 e 550 m/s.

## 6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Le indagini pregresse raccolte e le nuove indagini geofisiche, hanno consentito la ricostruzione del modello geologico e sismostratigrafico del sottosuolo del Comune di Colceresa.

Le incertezze eventualmente da approfondire con i successivi livelli di microzonazione sismica riguardano i seguenti aspetti:

- Carenza di informazioni relative alla natura e profondità del bedrock sismico. Infatti, all'interno del territorio esaminato, sono stati censiti solo tre sondaggi, ubicati nella fascia pedemontana, che hanno raggiunto la formazione lapidea di base.
- Carenza di informazioni relative alla composizione dei depositi appartenenti alla copertura quaternaria. Anche in questo caso, le informazioni desumibili da indagini geognostiche dirette sono molto scarse e spesso riferite alla fascia più superficiale del sottosuolo. Tale carenza assume importanza soprattutto nell'eventualità di dover valutare aspetti quantitativi dell'amplificazione sismica, tipici dei livelli 2 e 3 della Microzonazione Sismica, o nel caso di dover effettuare delle analisi di risposta sismica locale.
- Le indagini sismiche di superficie eseguite con tecnica MASW hanno una profondità di investigazione, che, normalmente è dell'ordine di 20 - 30 metri. In alcuni casi è stato possibile estendere la profondità di indagine abbinando la tecnica MASW con la tecnica HVSR, ma i risultati ottenuti sono, necessariamente, affetti da un discreto grado di imprecisione e, quindi, utilizzabili solo per una ricostruzione preliminare dell'assetto sismostratigrafico dell'area.
- Le rocce vulcaniche alterate possono avere valori di velocità sismica del tutto simile a quelle di depositi addensati, per cui, talvolta, la correlazione tra litologia e velocità è incerta.
- Come indicato nel paragrafo 2.4, il database di ITHACA segnala per il territorio del Comune di Colceresa la presenza della Faglia Attiva e Capace denominata Faglia "Thiene - Bassano" (N° di catalogo 70304). Nell'ambito di questo studio, si è optato per classificare la faglia in oggetto come Faglia Potenzialmente Attiva e Capace (FPAC), soprattutto a causa dell'ubicazione molto incerta del tracciato della faglia, che potrebbe discostarsi sensibilmente da quella indicata in ITHACA.

## 7. DESCRIZIONE DELLA CARTA DELLE MOPS

### 7.1. Premessa

L'analisi della stratigrafia e dell'assetto geologico hanno permesso di stabilire che, nell'ambito del territorio comunale, non esistono aree classificate come "Zone stabili", nelle quali non si ipotizzano effetti amplificativi di alcuna natura poiché anche in caso di substrato affiorante quest'ultimo non evidenzia velocità delle Vs superiori agli 800 m/s nella parte superficiale alterata.

Sulla base delle indagini pregresse recuperate presso il Comune e delle nuove indagini geofisiche, si è potuto suddividere il territorio indagato in 7 zone stabili ma "susceppibili di amplificazione locali" nelle quali sono state stimate le principali caratteristiche sismiche dei terreni.

Le prime tre (zone 2001-2003) corrispondono ad aree dove non affiora il substrato ma compaiono terreni sciolti o residuali, le seconde tre (zone 2004-2006) sono invece caratterizzate dalla presenza di formazioni litoidi affioranti o sub affioranti comprensive di eventuali orizzonti superficiali di terreni residuali e/o colluviali con spessore generalmente inferiore ai tre metri.

Vengono inoltre identificate in cartografia delle zone suscettibili di instabilità in corrispondenza di alcune instabilità di versante. Tali zone interessano le fasce collinari del territorio comunale in aree che nella maggioranza dei casi non interessano centri urbane, ma talvolta case sparse o aggregati molto modesti. Infine, nel settore meridionale del comune è stata cartografata un'area dove potrebbero verificarsi fenomeni di liquefazione.

L'analisi morfologica infine ha permesso di individuare alcune forme di superficie e sepolte, tra quelle indicate nelle ICMS, e meglio descritte nei paragrafi seguenti.

Nella carta delle MOPS sono inoltre riportati i punti di indagine HVSR con i relativi valori della frequenza di picco, dall'osservazione di questi ultimi si può notare una generale diminuzione dei valori di  $f_0$  ad indicare l'approfondimento del substrato sismico spostandosi da nord verso sud.

### 7.2. Definizione profili tipo zone stabili e amplificabili

Sono state individuate le seguenti tipologie di zone stabili ma amplificabili in caso di sisma (le sezioni tipo sono riportate anche graficamente in allegato).

#### MOPS 2001

Terreni eluvio-colluviali delle aree collinari e alluvioni di fondovalle e della fascia pedemontana, con tessitura limoso-argillosa e intercalazioni ghiaioso-argillose e ghiaioso-sabbiose. Spessore massimo 30 m,  $V_s = 150 - 400$  m/s.

### MOPS 2002

Terreni alluvionali della fascia pedemontana a tessitura limoso-argillosa, spessore 10 - 20 metri. Vs = 150 - 300 m/s. Vs depositi fluviali sottostanti (tipo 2003) = 300 - 550 m/s. Spessore complessivo > 30m. Sono stati classificati in questa zona i terreni dell'area pedecollinare che sono interessati in modo prevalente dai depositi alluvionali provenienti dalle colline retrostanti.

### MOPS 2003

Alternanza di depositi fluviali ghiaioso, sabbiosi e argillosi compresa copertura di terreni fini (3 - 10 m). Spessore complessivo > 50m. Vs copertura = 150 - 300 m/s, Vs depositi fluviali = 300 - 550 m/s. Si tratta delle alluvioni fluvioglaciali deposte in prevalenza dal Brenta e compaiono nella fascia più meridionale del territorio comunale

### MOPS 2004

Substrato costituito da litotipi calcarei prevalenti (Formazione di Lonedo)

### MOPS 2005

Substrato costituito da successioni calcaree, laviche e tufitiche (Formazione di Salcedo)

### MOPS 2006

Substrato costituito da formazioni vulcaniche alterate. Coltre di alterazione con spessore normalmente inferiore ai 3 mt, salvo limitate aree dove lo spessore è maggiore. Vs coltre di alterazione = 80-150 m/s, Vs roccia alterata = 300 - 400 m/s, Vs roccia sana >500 m/s. Questa zona è la più rappresentata nella fascia collinare.

## **7.3. Descrizione delle instabilità e delle forme**

### **7.3.1. Zone di attenzione per instabilità di versante**

La carta riprende le aree instabili già evidenziate nella CGT, si tratta di fenomeni legati principalmente alle tessiture limoso argillose dei versanti collinari che determinano instabilità gravitativa ricollegabili anche alla presenza di acqua nel terreno. Prevalgono quindi fenomeni di scorrimento e di colata. Come già accennato le instabilità interessano in prevalenza gli impluvi dei rilievi collinari dove l'urbanizzazione risulta molto modesta se non assente.

### **7.3.2. Liquefazione**

Sulla base delle conoscenze geologiche ed idrogeologiche del territorio in esame, si ritiene che nella pianura alluvionale del settore meridionale del comune, possano sussistere le condizioni perché si verifichi il fenomeno della liquefazione in caso di sisma. La scarsa profondità della falda freatica, la presenza di orizzonti e livelli sabbioso-limosi, e infine la possibilità che si verifichino

sismi con magnitudo maggiore di 5, rendono i terreni alluvionali potenzialmente liquefacibili e di conseguenza si ritengono necessari specifici approfondimenti in caso di progettazione di opere ed edifici in questa parte del territorio.

Nelle altre zone costituite da depositi alluvionali la possibilità che si verifichi la liquefazione è remota perché la falda è profonda, o perché la natura prevalentemente argillosa dei terreni impedisce l'insorgere di questo fenomeno.

### **7.3.3. Forme di superficie e sepolte**

Gli elementi di maggiore significato sismico sono in questo caso rappresentati dagli orli di terrazzo morfologico e alcune creste nelle parti dei rilievi collinari dove la sommità risulta essere più sottile.

Non sono state evidenziate aree particolarmente critiche dal punto di vista morfologico ma alcuni piccoli centri urbani occupano parzialmente tali sommità collinari. Nel caso in cui vengano effettuati interventi od opere in prossimità di tali rilievi è opportuno affrontare, nell'ambito della documentazione geologica allegata al progetto, il tema dell'amplificazione morfologica nei modi indicati nella DGRV 1572/2013 e del D.M. 17 gennaio 2018 aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

Nella carta delle MOPS per tale motivo sono state riportate alcune sezioni ove si ritiene opportuno effettuare degli approfondimenti delle amplificazioni topografiche nel caso in cui venga realizzata la microzonazione sismica di secondo livello.

## 8. CONSIDERAZIONI FINALI

La Microzonazione di Livello 1, deve essere utilizzata come primo approccio qualitativo allo studio della pericolosità sismica del territorio, poiché consente di delineare gli scenari di pericolosità, identificando le parti del territorio suscettibili di effetti amplificativi locali o di instabilità. Un eventuale studio di Microzonazione di livello 2, potrà analizzare gli aspetti quantitativi legati alla pericolosità sismica, fornendo dettagliate prescrizioni normative. Alla luce di queste considerazioni si possono formulare le seguenti indicazioni.

### 8.1. *Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*

Nelle zone del territorio che sono state classificate come “Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali”, tutti gli interventi che prevedano nuove costruzioni, modifiche strutturali, ampliamenti, ristrutturazioni e opere infrastrutturali dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al **D.M. 17 gennaio 2018 aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”** e alle eventuali ss.mm.ii. relative agli argomenti specifici.

Per le costruzioni in classe I e II, se le condizioni geologiche sono ritenute sufficientemente omogenee, si prevede l'applicazione di metodi semplificati per valutare l'amplificazione sismica locale. Per l'applicazione dei metodi semplificati si riporta quanto indicato dal D.M. 17.01.2018, al paragrafo 3.2.2 **Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche** *“Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.*

*I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.”*

Come è noto, la definizione delle categorie di sottosuolo avviene attraverso la determinazione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{seq}$ . Come suggerito anche normativa citata, si ritiene sempre preferibile determinare la velocità delle onde di taglio  $V_s$  utilizzando indagini sismiche, in foro (cross-hole, down-hole,) o in superficie (MASW, ESAC, sismica a rifrazione). Per le indagini in superficie sarà preferibile abbinare l'uso di tecniche attive e passive.



Abbinare alle determinazioni di  $V_s$  si dovranno eseguire anche misure di rumore sismico ambientale a stazione singola (tecnica HVSR), al fine di stabilire la frequenza fondamentale di vibrazione dei terreni (o il periodo proprio), da confrontarsi con le frequenze proprie degli edifici. Le acquisizioni e le elaborazioni di queste misure seguiranno le linee guida del Progetto SESAME.

**Per gli edifici e opere che ricadono nelle classi d'uso III e IV (paragrafo 2.4.2 del DM 17.01.2018) ed elencate anche nella DGRV n. 3645 del 28 novembre 2003, Allegati A e B e nel Decreto del capo della Protezione Civile n. 3685 del 21 ottobre 2003 (edifici e opere di interesse strategico ai fini di protezione civile e rilevanti per l'uso), si ritiene che si debbano applicare specifiche analisi di risposta sismica locale, ovvero di Livello 3 della Microzonazione Sismica,**

Il paragrafo 7.11.3.1 del DM 17.01.2018 **Risposta sismica locale** cita: *“Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali.*

*Le analisi di risposta sismica locale richiedono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove.*

*Nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione (accelerogrammi) su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale (sottosuolo tipo A del § 3.2.2). per la scelta degli accelerogrammi di ingresso si deve fare riferimento a quanto già specificato al § 3.2.3.6.”*

Per l'analisi di RSL dovranno essere acquisiti i parametri necessari alla ricostruzione del modello geotecnico e sismostratigrafico del sottosuolo, con particolare attenzione alla ricostruzione della profondità e della morfologia del substrato rigido o di un deposito ad esso assimilabile. L'analisi di RSL, condotta utilizzando codici di calcolo monodimensionali, bidimensionali o tridimensionali, in funzione dell'assetto strutturale del sottosuolo, dovrà articolarsi secondo quanto indicato nel paragrafo 7.11.3 del DM 17.01.2018, al quale si rimanda. In questa sede, si vuole sottolineare la necessità di eseguire le seguenti indagini per una corretta modellazione:

- esecuzione di sondaggi geognostici per definizione la successione sismostratigrafica e le diverse “unità” geotecniche.
- prove sismiche in foro (cross hole, down hole, cono sismico) finalizzate alla conoscenza della velocità delle onde di taglio fino ad una idonea profondità, in funzione dell'opera in progetto e, comunque, se possibile, fino a raggiungere il “bedrock sismico”.

- Prelievo di campioni di terreno e successive analisi di laboratorio per valutare la dipendenza della rigidità e dello smorzamento dal livello deformativo, e per la determinazione, in dipendenza del legame costitutivo adottato per i terreni, dei parametri di ingresso necessari alle analisi. Le prove di laboratorio possono consistere in prove cicliche di taglio torsionale o di taglio semplice, prove di colonna risonante, prove triassiali cicliche ecc.

Riguardo alla Risposta Sismica Locale da utilizzare in specifiche situazioni, le modalità di applicazione descritte in precedenza, dovranno essere valutate ed eventualmente modificate in relazione al progetto previsto ed alle conoscenze geologico-geofisiche disponibili.

La scelta della tipologia e metodologia di indagine e le modalità di analisi per la definizione dell'azione sismica di progetto, dovranno quindi essere commisurate alla situazione geologica locale e all'importanza dell'opera; in ogni caso, dovranno essere adeguatamente motivate. La relazione sismica illustrerà le indagini eseguite, i risultati conseguiti e dovrà includere i grafici relativi alle misure effettuate ed alla loro interpretazione.

Tornando alla zonazione effettuata nell'ambito di questo studio, rappresentata nella "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica", oltre a quanto illustrato in precedenza, si ritiene di segnalare i seguenti punti:

- All'interno delle Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, particolare attenzione dovrà essere posta nelle aree caratterizzate da elevati valori dell'ampiezza del picco di risonanza (misure HVSR) e, in ogni caso, in corrispondenza dei fondovalle e lungo la fascia pedemontana, cartografate nella carta delle MOPS con le zone 2001 e 2002. L'assetto sismostratigrafico di questi territori induce a ritenere probabili significative amplificazioni sismiche. Le aree localizzate ai bordi delle vallate ed alla base dei rilievi collinari dove, presumibilmente, la morfologia del tetto del bedrock non è regolare e presenta elevate pendenze, andranno analizzate in modo accurato, eventualmente ricorrendo modellazioni bidimensionali per valutare la Risposta Sismica Locale.

## **8.2. Zone instabili**

- Nelle zone dove è stata stabilita la fascia di attenzione per liquefazione, dovranno essere effettuate le verifiche necessarie per valutare il rischio di liquefazione, in fase di redazione degli studi geologici per la progettazione delle opere. In relazione alle modalità deposizionali dei terreni alluvionali, si ritiene comunque necessario operare sempre la verifica alla liquefazione, poiché possono sussistere condizioni locali non evidenziabili alla scala di questo studio. Si ricorda che, secondo le N.T.C., nella relazione geologica di accompagnamento al progetto gli aspetti legati alla liquefazione devono essere sempre considerati. Nel caso in cui venga realizzato lo studio di Microzonazione Sismica di II° livello, la fascia di attenzione per liquefazione dovrà essere studiata come disposto dalle linee guida vigenti.

- Come indicato illustrato nei paragrafi precedenti, la faglia denominata “Thiene - Bassano” è stata classificata come Faglia Potenzialmente Attiva e Capace (FPAC). Tale scelta non comporta vincoli di carattere urbanistico, in questa fase degli studi e secondo la normativa attualmente vigente. Qualora fossero previste varianti urbanistiche che coinvolgano territori limitrofi al tracciato della faglia, potranno essere programmati studi di carattere paleosimologico tipici della MS di livello 3. In ogni caso, si auspica la programmazione di approfondimenti inerenti la tematica delle faglie Attive e Capaci, i quali dovrebbero però essere svolti a scala regionale interessando l'intero tracciato della faglia in oggetto.
- Sono state cartografate delle zone di attenzione per instabilità di versante, in queste aree dovrà essere applicato quanto definito nel paragrafo 3.2.4 delle linee guida della DGRV 1572/2013 dove, nel caso in cui delle frane attive e/o quiescenti interessino abitati esistenti e/o infrastrutture a rete si procederà con il terzo livello di approfondimento.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Albini, Migliavacca, Moroni (2003): Studio di alcuni terremoti di intensità epicentrale moderata in Italia settentrionale. INGV, Milano
- Burrato, Poli, Vannoli 2008 Sources of Mw 5+ earthquakes in northeastern Italy and western Slovenia: an updated view based on geological and seismological evidence.
- Castaldini D., Panizza M. (1991). Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave e il lago di Como (Italia settentrionale). *Il Quaternario* 4(2), 333-410.
- Castellarin A. (a cura di); 1981. Carta tettonica delle Alpi Meridionali (alla scala 1:200.000). Pubblicazione n. 441, P.F.G. (S.P. 5) C.N.R.
- C.N.R. - REGIONE DEL VENETO - ULSS n. 5 - ULSS n. 19 : Difesa degli acquiferi dell'alta pianura veneta - Stato di inquinamento e vulnerabilità delle acque sotterranee del bacino del Brenta – Venezia 1988
- CFTI Catalogo dei Forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1997 – E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri, G. Tarabusi, G. Valensise.
- DISS Working Group (2015). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0.
- Dal Moro Giancarlo (2012): Onde di superficie in geofisica applicata. Dario Flaccovio Editore.
- Galadini F., Meletti C. and Vittori E.; 2001: Major active faults in Italy: available surficial data. *Geol. en Mijn.* (Netherlands Journal of Geosciences), 80, 273-296.
- Galadini F., Poli M. E. and Zanferrari A.; 2005: Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with  $M \geq 6$  in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy). *Geophys. J. Int.*, 161, 739-762.
- Galli P. e Meloni F. (1993): Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia. *Il Quaternario* 6 (2), 271-292.
- Ibs Von Seht M., Wohlenberg J. (1999): Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments. *Bull. Seism. Soc. Am.* 89, pp. 250-259.
- Iliceto V., Peruzza L., Rovelli A., Slejko D. (2002): La difesa dai terremoti mediante zonazione sismica: sinergie fra Protezione Civile e Piani Regolatori. *Geologia Tecnica & Ambientale*, n. 3, pp. 15-36.
- Iliceto V., Boaga J. (2005): Deterministic earthquake scenarios and site effects estimation for S. Michele al Tagliamento (VE)-Italy. *Proc. of the 5th Forum Nazionale di Scienze della Terra, Geoitalia 2005*, 20-23 sept. 2005, Spoleto.
- Iliceto V., Boaga J. (2005): Influenza delle geostrutture nella valutazione degli effetti sismici di sito: il caso della Val d'Adige. *Atti del Workshop di Geofisica: "La Geofisica a servizio dell'ambiente e dei beni culturali, con attenzione alle problematiche in ambito montano"*, Rovereto (TN), 9-12-2005.
- ITACA Banca Dati Accelerometrica Italiana, INGV, Milano: <http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet>
- ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) – ISPRA: portale del Servizio Geologico d'Italia <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/index.html>
- Kohler A., Ohrnberger M., Scherbaum F., Stange S., Kind F. (2004): Ambient vibration measurements in the southern Rhine Graben close to Basel. *Annals of Geoph.* 47, n. 6, pp. 1771-1781.
- Konno K., Omachi T. (1998): Ground motion characteristics estimated from spectral ratio between horizontal and vertical components of microtremors. *Bull. Seism. Soc. Am.* 88, pp. 228-241.
- Lachet C, Bard P.-Y. (1994): Numerical and Theoretical investigations on the possibilities and limitations of Nakamura's Technique. *J. Phys. Earth* 42, pp. 377-397.

- C. Meletti, G. Valensise: Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Marzo 2004
- D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise: Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani. GNDT. ING, SSN – 1996
- Nakamura Y. (1989): A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. Quaterly Rept. RTRI, Japan 33, pp. 25-33.
- Nogoshi M., Igarashi T. (1970): On the propagation characteristics of the microtremors. J. Seism. Soc. Japan 24, pp. 24-40.
- NT4.1 Catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno, INGV, Milano
- Park C. B., Miller R. D., Xia J. (1999): Multichannel analysis of surface waves (MASW). Geophysics, 64, 800-808
- Panizza M., Slejko D., Bartolomei G., Carton A., Castaldini D., Demartin M., Nicolich R., Sauro U., Semenza E. & Sorbini L. (1981): Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda ed il Monte Grappa; Rend. Soc. Geol. It., 3, 587-603.
- Peruzza L., Poli M.E., Rebez A., Renner G., Rogledi S., Slejko D. and Zanferrari A.; 2002: The 1976-1977 seismic sequence in Friuli: new seismotectonic aspects. Mem. Soc. Geol. It., 57, 391-400.
- Piccoli G., 1967. Illustrazione della Carta Geologica del Marosticano occidentale fra Thiene e la valle del Torrente Laverda nel vicentino. CNR, Centro Naz. per lo studio Geologico e Petrografico delle Alpi, I Sez., Geol., Padova
- Poli M.E., P. Burrato, F. Galadini e A. Zanferrari, 2008 Seismogenic sources responsible for destructive earthquakes in north-eastern Italy , INGV Roma
- Regione del Veneto, Servizio Geologico d'Italia (1988): Carta geologica del Veneto – scala 1 : 250.000
- Rovida A., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds) CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of the Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, [doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15](http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15)
- SESAME Project AA.VV. [http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/SES\\_Reports.htm](http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/SES_Reports.htm)
- D. Slejko, G.B. Carulli, F. Carraro, D. Castaldini, A. Cavallin, C. Doglioni, V. Iliceto, R. Nicolich, A. Rebez, E. Semenza, A. Zanferrari e C. Zanolla : Modello sismotettonico dell'Italia nord-orientale. C. N. R. – Gruppo Distretto Pedemontana Sud (PS) Nazionale per la Difesa dai Terremoti. Trieste 1987
- Sugan M. e Peruzza L.; 2011: Distretti sismici del Veneto. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. 52 (supplemento)
- Zanferrari A., Bollettinari G., Carobene L., Carton A., Carulli G.B., Castaldini D., Cavallin A., Panizza M., Pellegrini G.B., Pianett F. and Sauro U.; 1982: Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale. Mem. di Sc. Geol., 35, 355376.

## **10. PROFILI GEOLOGICI E COLONNE STRATIGRAFICHE DELLE MOPS**

# Sezione A - A' - Mason Vicentino

Nord

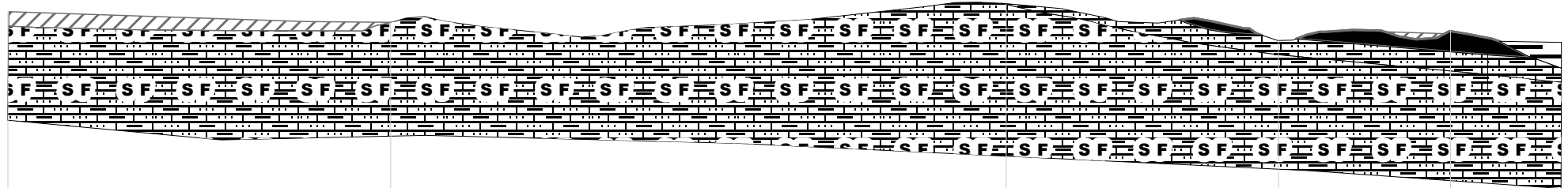
Sud

Torrente Laverda

Monterosso






Via Marconi

San Biagio



Progr. Terreno	0	640	1670	2125	2413
Quote Terreno	128	125	150	93	102

## Legenda

-  SFAL - Substrato geologico alternanza di litotipi alterato (Vulcaniti)
-  ALS - Substrato geologico alternanza di litotipi stratificato (Formazione di Salcedo)
-  LPS - Substrato geologico lapideo stratificato (Formazione dei Calcari di Lonedo)
-  CL - Argille ghiaiose o sabbiose, argille limose (Terreni eluvio-colluviali)
-  OL - Argille limose di bassa plasticità (Alluvioni fini della fascia pedemontana)

## Sezione B - B' - Molvena

NNO

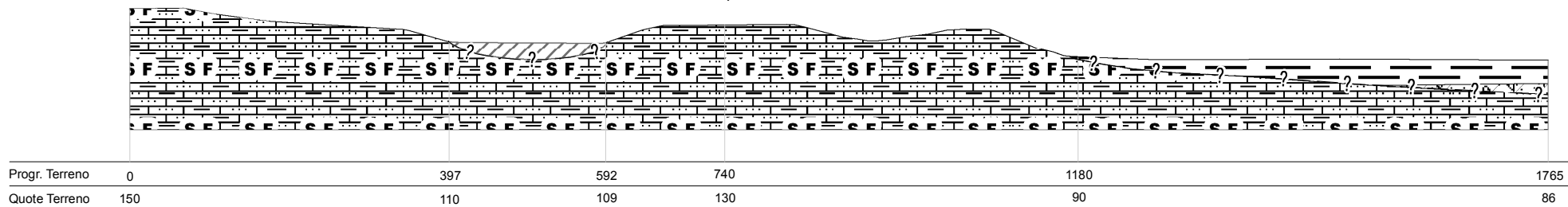
SSE

Molvena

Val Onari

Villa di Molvena

Via Ponticello



### Legenda



SFAL - Substrato geologico alternanza di litotipi alterato (Vulcaniti)



OL - Argille limose di bassa plasticità (Alluvioni fini della fascia pedemontana)



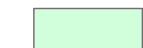
GC - Miscela di ghiaia, sabbia e argilla (alluvioni fluvio-glaciali del Brenta)



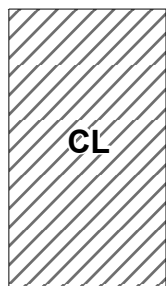
CL - Argille ghiaiose o sabbiose, argille limose (Terreni eluvio-colluviali)



# Colonne stratigrafiche schematiche delle microzone omogenee



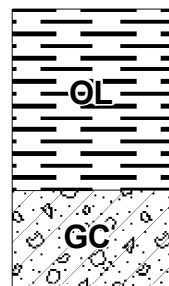
Zona 2001



Terreni eluvio-colluviali delle aree collinari e alluvioni di fondovalle e della fascia pedemontana, con tessitura limoso-argillosa e intercalazioni ghiaioso-argillose e ghiaioso sabbiose.  
Sp. max 30m,  
Vs 150-400 m/s



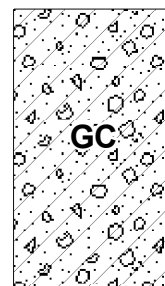
Zona 2002



Terreni alluvionali della fascia pedemontana a tessitura limoso-argillosa sp. 10-20 m, Vs 150-300 m/s. Vs dei depositi fluviali sottostanti (tipo 2003) 300-550 m/s. Spessore compl. > 30m



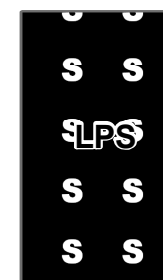
Zona 2003



Alternanza di depositi fluviali ghiaioso, sabbiosi e argillosi compresa copertura di terreni fini (3 - 10 m). Spessore complessivo > 50 m. Vs copertura 150-300 m/s Vs depositi fluviali 300-550 m/s



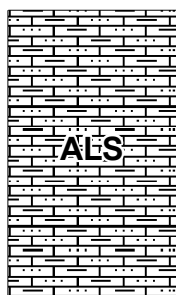
Zona 2004



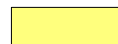
Substrato costituito da litotipi calcarei prevalenti (Formazione di Lonedo) Compreso eluvio colluvio superficiale con sp. < 3 m



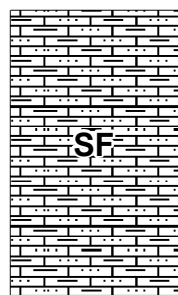
Zona 2005



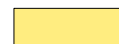
Substrato costituito da successioni calcaree laviche e tufitiche (Formazione di Salcedo) Compreso eluvio colluvio superficiale con sp. < 3 m



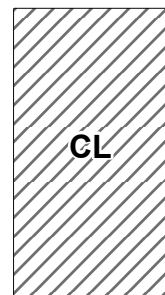
Zona 2006



Substrato costituito da formazioni vulcaniche alterate. Coltre di alterazione con spessore normalmente inferiore ai 3 mt, salvo limitate aree dove lo spessore è più elevato  
Vs coltre di alter. 80-150 m/s  
Vs roccia alterata 300-400 m/s  
Vs roccia sana > 500 m/s



Zona 2007



Terreni di accumulo di frana provenienti in genere dalle coperture di alterazione delle formazioni vulcaniche