



MICROZONAZIONE SISMICA DI II° LIVELLO

Relazione illustrativa

Regione Veneto
Comune di Follina



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Veneto		Novembre 2019

1	PREMESSA	3
2	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEGLI EVENTI.....	4
2.1	Caratteri geologico strutturali	4
2.2	Sismicita' storica dell'area.....	14
2.3	Pericolosità sismica – accelerazione di base.....	18
2.4	Faglie che interessano l'area di studio	22
3	CARTA DELLE INDAGINI - AGGIORNAMENTO	24
3.1	Nuove indagini geofisiche.....	26
3.1.1	Analisi delle onde di superficie con tecnica “MASW” - Generalità	26
3.1.2	Operazioni di campagna ed Elaborazione dati.....	27
3.1.3	Risultati ottenuti con le nuove indagini geofisiche MASW	29
3.1.4	Analisi del rumore sismico ambientale (tecnica HVSR).....	30
4	CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI DEPOSITI	32
5	MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....	35
5.1	Valmareno	35
5.2	Territorio compreso tra la circonvallazione Est ed il confine orientale del Comune	35
5.3	Paluc	36
5.4	Follina centro.....	36
5.5	Follina Ovest - Fondovalle Torrente S. Pietro	36
5.6	Fondovalle del Fiume Soligo	37
5.7	Col, Farrò e Guarda	37
6	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI II° LIVELLO	38
6.1	Premessa.....	38
6.2	Valutazione degli effetti litologici.....	39

6.3	Valutazione degli effetti morfologici	41
6.3.1	Zona di scarpata	42
6.3.2	Zona di cresta e/o cocuzzolo.....	44
6.4	Liquefazione	44
6.5	Instabilità di versante.....	44
6.5.1	Frane attive e/o quiescenti	44
6.5.2	Aree potenzialmente in frana.....	45
6.6	Zone con cavità sotterranee	54
6.7	Zone interessate da comportamenti differenziali	55
7	SINTESI E CONSIDERAZIONI FINALI	56
7.1	Premessa.....	56
7.2	Proposta di prescrizioni normative.....	56
7.2.1	Modalità di applicazione degli approfondimenti	57
7.2.2	Zone interessate da faglie attive e capaci	60
7.2.3	Aree con effetti morfologici di scarpata	60
7.2.4	Zone con cavità sotterranee	61
7.2.5	Frane attive e/o quiescenti	61
7.2.6	Aree potenzialmente in frana.....	61
8	BIBLIOGRAFIA.....	62

1 PREMESSA

Su incarico del Comune di Follina è stato redatto lo studio di Microzonazione Sismica di II° livello. Lo studio è stato predisposto ai sensi della DGR 1572/2013: *“Definizione di una metodologia teorica e sperimentale per l’analisi sismica locale a supporto della pianificazione. Linee Guida Regionali per la microzonazione sismica. (D.G.R. 71/2008, D.G.R. 2877/2008 e D.lgs. 163/2006 e abrogazione D.G.R. n. 3308/08)”* e dello specifico Allegato A): *“Linee guida per l’esecuzione di studi di Microzonazione Sismica”*.

Lo studio di II° livello fa riferimento allo studio di microzonazione di I° livello del Comune di Follina (al quale si rimanda per tutte le informazioni di carattere generale e per quelle riguardanti le indagini raccolte e realizzate in quella sede) ed è stato redatto secondo le seguenti direttive:

- *“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 4.0b Ottobre 2015 - 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.

Lo studio di 2° livello si è articolato nelle seguenti fasi principali:

- Riesame dello studio di 1° livello per definire le aree di maggiore interesse o dove si rendevano necessari degli approfondimenti;
- Esecuzione ed elaborazione di nuove indagini geofisiche;
- Sintesi di tutti i dati raccolti;
- Valutazione degli effetti litologici e morfologici;
- Individuazione delle aree soggette a instabilità;
- Elaborazione della cartografia e relativi commenti;

Infine, sulla base di quanto emerso dagli studi, sono state proposte delle prescrizioni normative, finalizzate alla riduzione del rischio sismico, in un territorio contraddistinto da una sismicità medio-elevata e nel quale l’assetto geologico-stratigrafico presenta delle situazioni predisponenti l’insorgere di amplificazioni del moto sismico o il possibile verificarsi di altri fenomeni sismoindotti.

2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEGLI EVENTI

2.1 Caratteri geologico strutturali

Le note di carattere generale riportate di seguito, fanno riferimento principalmente al lavoro di Monica Sukan 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.

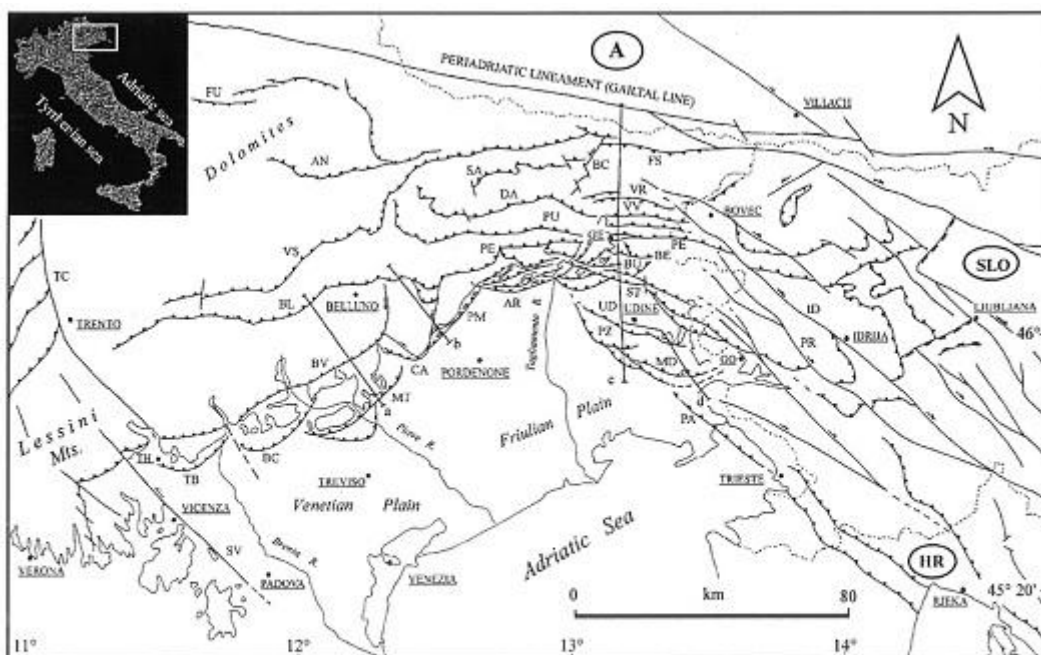


Figure 1. Structural model of NE Italy and W Slovenia. The letters a, b, c and d define the traces of the geological sections reported in Figs 11, 14, 4 and 6, respectively. Legend (towns): TH, Thiene; GE, Gemona; GO, Gorizia. Legend (structures): TC, Trento-Cles fault; SV, Schio-Vicenza fault; TB, Thiene-Bassano 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, Cansiglio 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, Idriza fault; PR, Predjama fault.

Figura 1: Modello strutturale dell'Italia nord-orientale che riporta i principali sovrascorrimenti della catena sudalpina orientale (da Galadini et al. [2005]).

Le Alpi Meridionali Orientali, situate sull'estremità nord-orientale della microplacca Adriatica, sono una catena a pieghe e sovrascorrimenti sud-vergenti (Figura 1). 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 Sukan e Peruzza, il Veneto è diviso in 9 distretti sismici (Figura 2): il Comune di Follina ricade nel “**Distretto Pedemontana Sud: PS**”, del quale sono riassunti di seguito i lineamenti principali. *Questa regione comprende parte del fronte esterno Plio-Quaternario della Catena Sudalpina orientale, e si estende dall’altopiano di Asiago fino alla zona pedemontana del margine del Cansiglio. In questo settore è presente la Flessura Pedemontana, elemento dal quale prendono il nome sia questo distretto, sia il contiguo elemento (Pedemontana Nord) a NO; essi sono stati analizzati separatamente, privilegiando le interpretazioni che ritengono le strutture verso nord abbiano raggiunto una configurazione tettonica quasi definitiva (Zanferrari et al., 1982), e individuano invece nella porzione meridionale le potenziali sorgenti di terremoti distruttivi (Galadini et al., 2005; Burrato et al., 2008, 2009; Poli et al., 2008).*

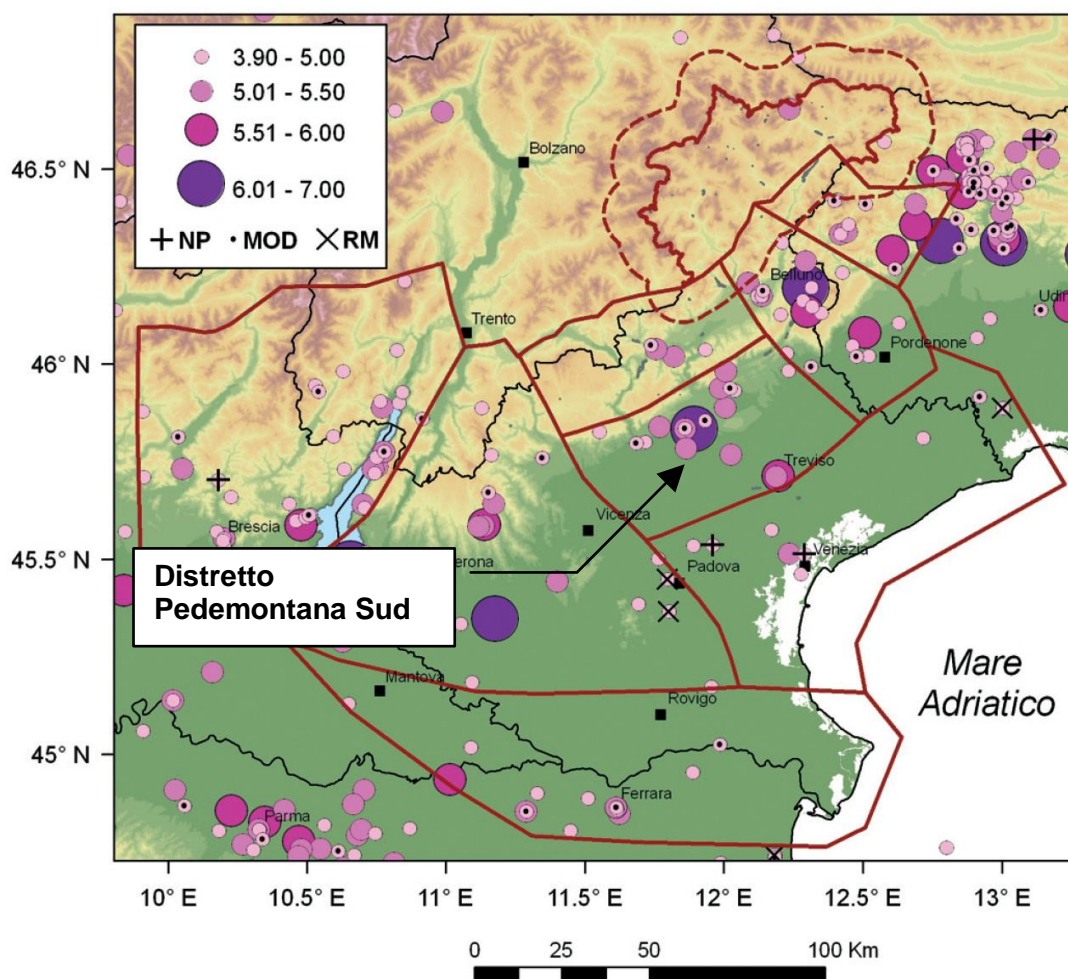


Figura 2: Mappa della sismicità storica del Veneto e aree limitrofe; fonte dati CPTIO4 criticamente rivisto (Molin et al, 2008). In legenda i simboli colorati indicano la magnitudo equivalente a Mw riportata in CPTI Working Group (2004); i sovrassegni indicano eventi revisionati, rispettivamente come non parametrizzati “NP”, modificati “MOD”o rimossi “RM”. (Estratto da Sukan e Peruzza, 2011)

Il distretto Pedemontana Sud si estende a SE alla zona di pianura, approssimativamente ad includere la fascia delle risorgive; lungo la catena, il sistema strutturale è troncato bruscamente ad ovest dagli allineamenti disposti NO-SE del Sistema Schio-Vicenza, verso est da elementi paleogeografici riconducibili alla strutturazione della Piattaforma Friulana (margine occidentale del massiccio del Cansiglio indicato in Figura 4); i limiti scelti non includono questi elementi.

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 (Figura 2 e Figura 3). Risale al 25 febbraio 1695 l'evento più energetico ($I_0=IX-X$ MCS, $M_W=6,61$), la cui magnitudo derivata da dati macrosismici è comparabile ai massimi eventi registrati nell'area friulana a seguito del terremoto del 1976.

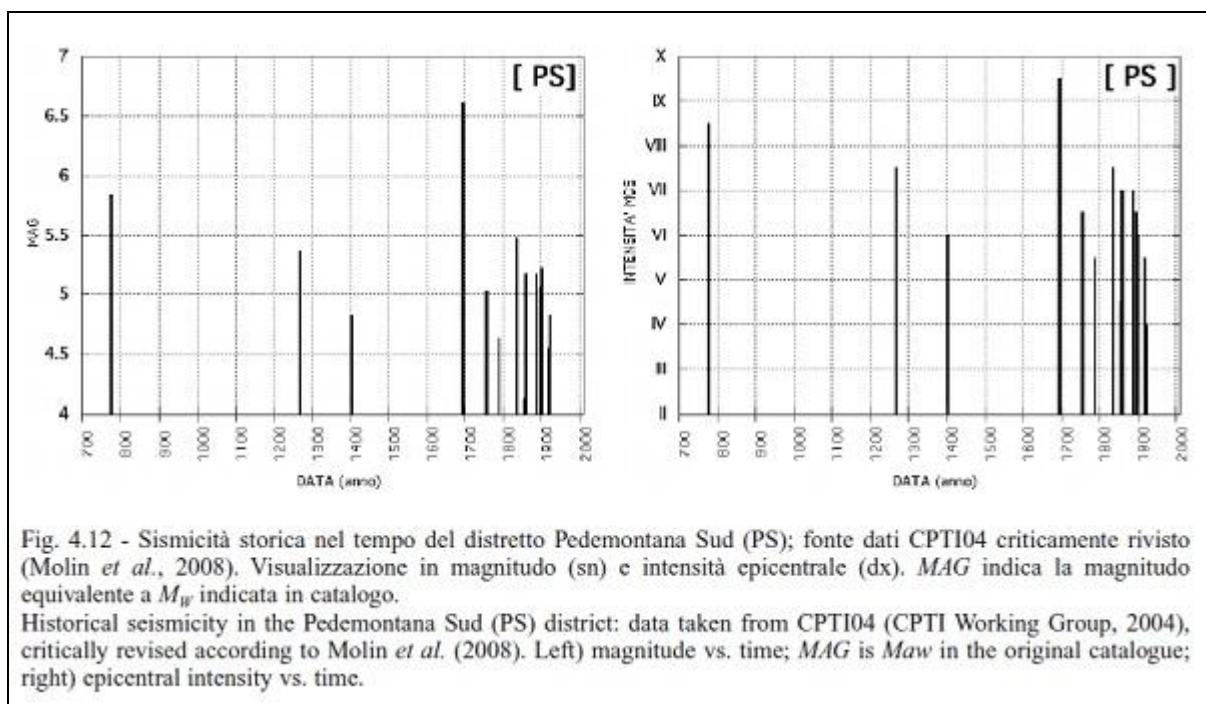


Figura 3: Sismicità storica del distretto Pedemontana SUD (PS) - Fonte CPTI04

Localizzato nell'Asolano, l'evento ha raggiunto la soglia della distruzione coinvolgendo pesantemente l'area compresa tra Bassano del Grappa e Valdobbiadene. Le ipotesi genetiche relative a questo terremoto sono molto dibattute; il piano quotato è ben rappresentato nella direzione della pianura, ma nessuna informazione è riferita alle zone montuose. E' questo un tipico effetto della diversa accessibilità alle fonti documentarie contemporanee all'evento; il territorio della pedemontana risultava infatti controllato dall'amministrazione territoriale della Repubblica di Venezia, i cui confini all'epoca del terremoto passavano poco a nord della zona di Asolo, mentre il resto del territorio era sotto la giurisdizione dell'Impero Austro-Ungarico. Studi su fonti austriache sono in corso in questi ultimi anni, e porteranno presumibilmente ad un quadro del danneggiamento più documentato verso nord.

Danni significativi dovuti ad eventi più antichi vengono invece attribuiti esclusivamente o prevalentemente alla città di Treviso (778, $I_0=VIII-IX$, $M_W=5,84$; 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 danni. Si è adottata una estensione meridionale del distretto fino al limite della bassa pianura proprio per includere questi eventi nella medesima sorgente sismogenica del 1695.

Quattro eventi minori (25 febbraio 1756, 1857, 1897, e 1919, indicati con sovrassegno 'MOD' in Figura 4) 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, nell'area non si verificano eventi di energia significativa.

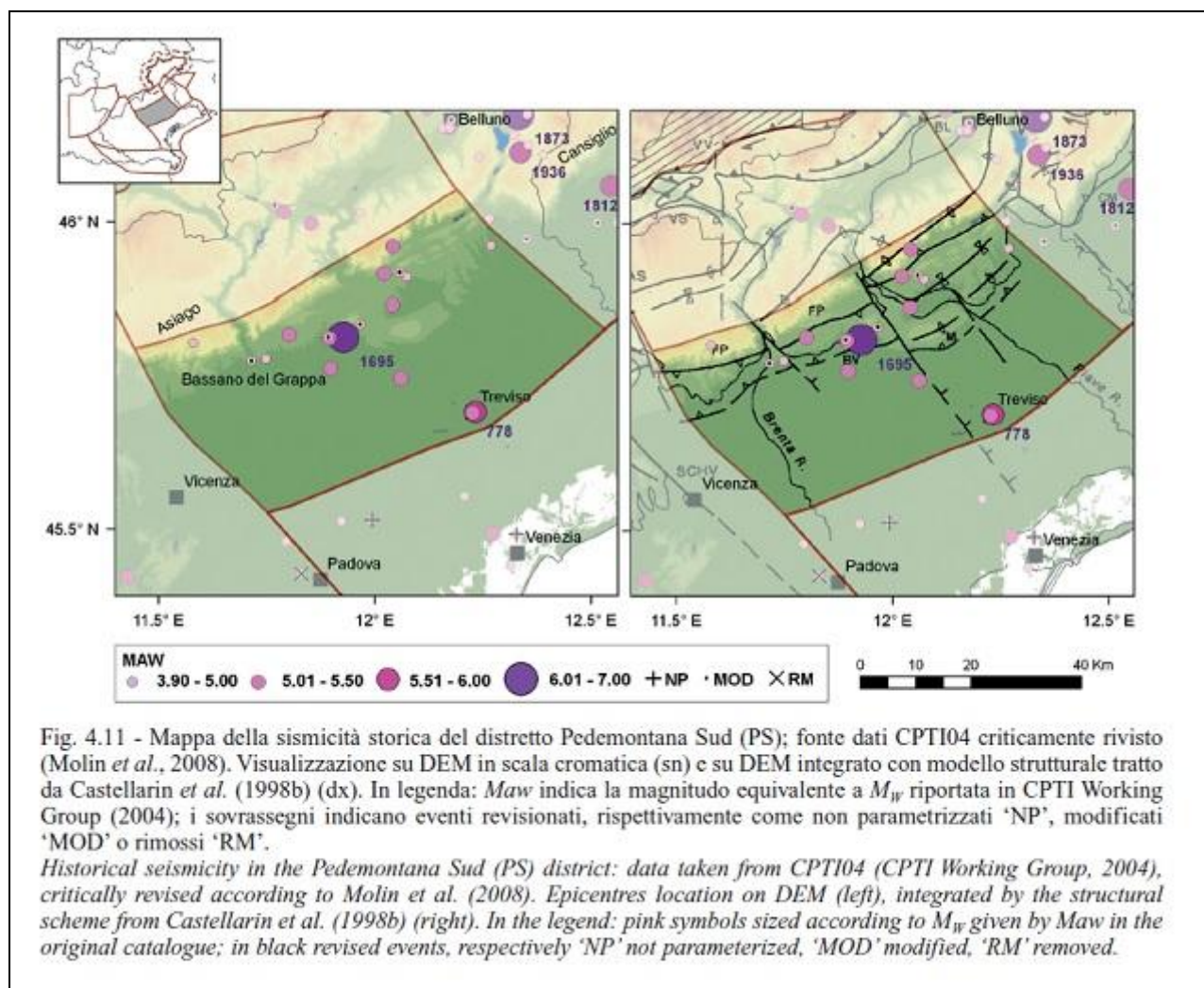


Figura 4: Mappa della sismicità storica del distretto Pedemontana Sud

La sismicità registrata strumentalmente dal 1977 si presenta da bassa a moderata, con diversi eventi di magnitudo maggiore di 3, limite teorico della soglia di percezione, localizzati lungo la

fascia esterna della catena alpina, nella zona della Flessura Pedemontana (FP) e del Montello (M). La magnitudo massima registrata nell'area fino al 2010 è $M_D=3,3$, relativa agli eventi marcati con la data in Figura 4. Il 13 settembre 2011, è avvenuto un evento di $M_L=3,7$ (localizzazione in blu in Figura 5, parametri preliminari al sito <http://rts.crs.inogs.it/en/detail.html?id=1822>), percepito particolarmente nella località di Moriago della Battaglia; esso risulterebbe l'evento più energetico in epoca strumentale, nonostante effetti di stazione abbiano portato ad una possibile sovrastima della magnitudo di 2-3 decimi di grado. All'area del Montello sono invece riferiti gli eventi del 9 ottobre 2008 ($M_D=3,3$) e del 23 giugno 2010 ($M_D=3,23$). Si ritiene utile ricordare che nell'adiacente distretto Pedemontana Nord, al confine con la PS, nel comune di Mel, è localizzato l'epicentro del terremoto del 14 ottobre 1980 di $M_D = 4,0$ (Slejko et al., 1989).

(Successivi alla pubblicazione riportata sono da ricordare i recenti sismi avvenuti nella zona di Vidor il 12 e 15 maggio del 2015 con magnitudo rispettivamente di 3,5 e 3,6 a cui sono seguite numerose repliche di minor intensità durate per un periodo superiore ad un mese).

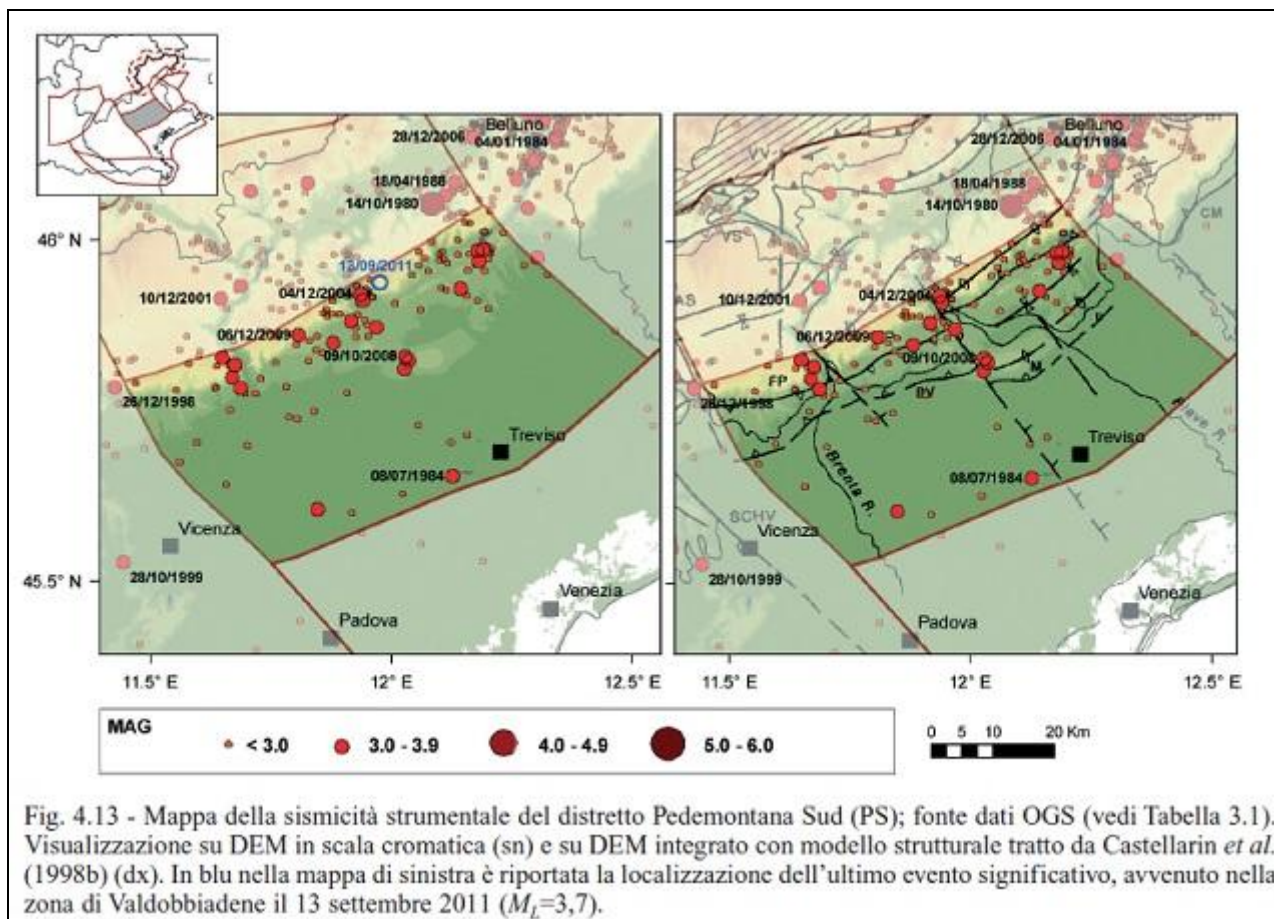


Figura 5: Mappa della sismicità strumentale del distretto Pedemontana Sud (PS)

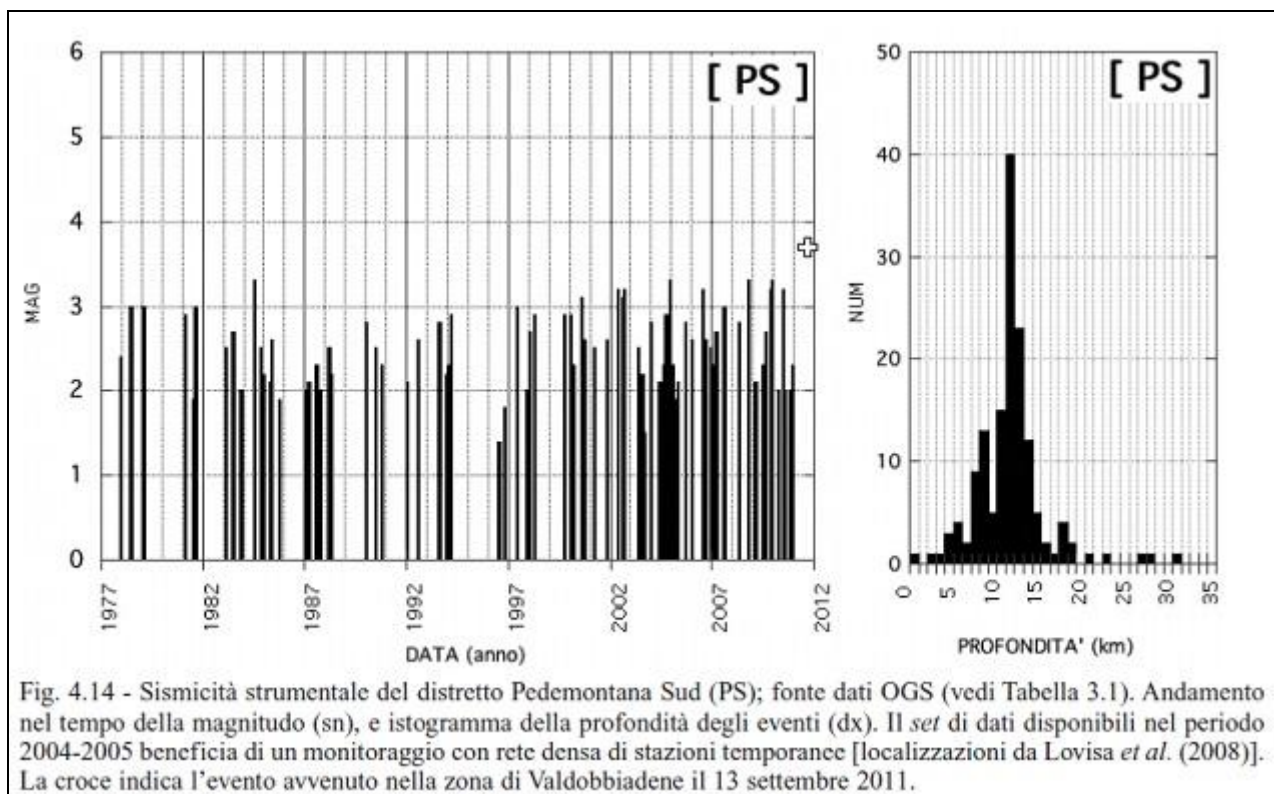


Figura 6: sismicità storica del distretto Pedemontana Sud (PS) - Fonte OGS

Nel lavoro di Sukan e Peruzza, sono riportate le seguenti informazioni riguardo le sorgenti sismogenetiche che interessano il Distretto Pedemontana Sud, localizzate nella planimetria di Figura 7.

In questo distretto, DISS, versione 3.1.1, identifica due sorgenti composite, denominate Thiene-Follina (ITCS007), che si estende dalla città di Schio a Follina, e Montebelluna-Montereale (ITCS060), dallo sbocco in pianura del fiume Piave, a quello del torrente Cellina. Entrambe le sorgenti composite rappresentano segmenti di sovrascorrimenti vergenti a S-SE, implicati nella sismogenesi degli eventi maggiori fino a profondità modeste (7-9 km) e frammentati da elementi trasversali.

Alla prima sorgente composta appartengono le sorgenti individuali di Thiene-Bassano (ITIS127), che risulta quiescente in epoca storica, e la struttura Bassano-Follina (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-Follina, 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 composta Montebelluna-Montereale fa parte la sorgente sismogenica individuale del Montello (ITIS101), collegata al sovrascorrimento Montello-

Nella mappa riportata in Figura 8 sono invece rappresentate le sorgenti sismogenetiche secondo quanto indicato in DISS 3.2.0 (2015). Si osserva come sia stata introdotta la nuova sorgente composta ITCS 105 Bassano-Vittorio Veneto, che non era presente nella precedente versione di DISS 3.1.1 (2010).

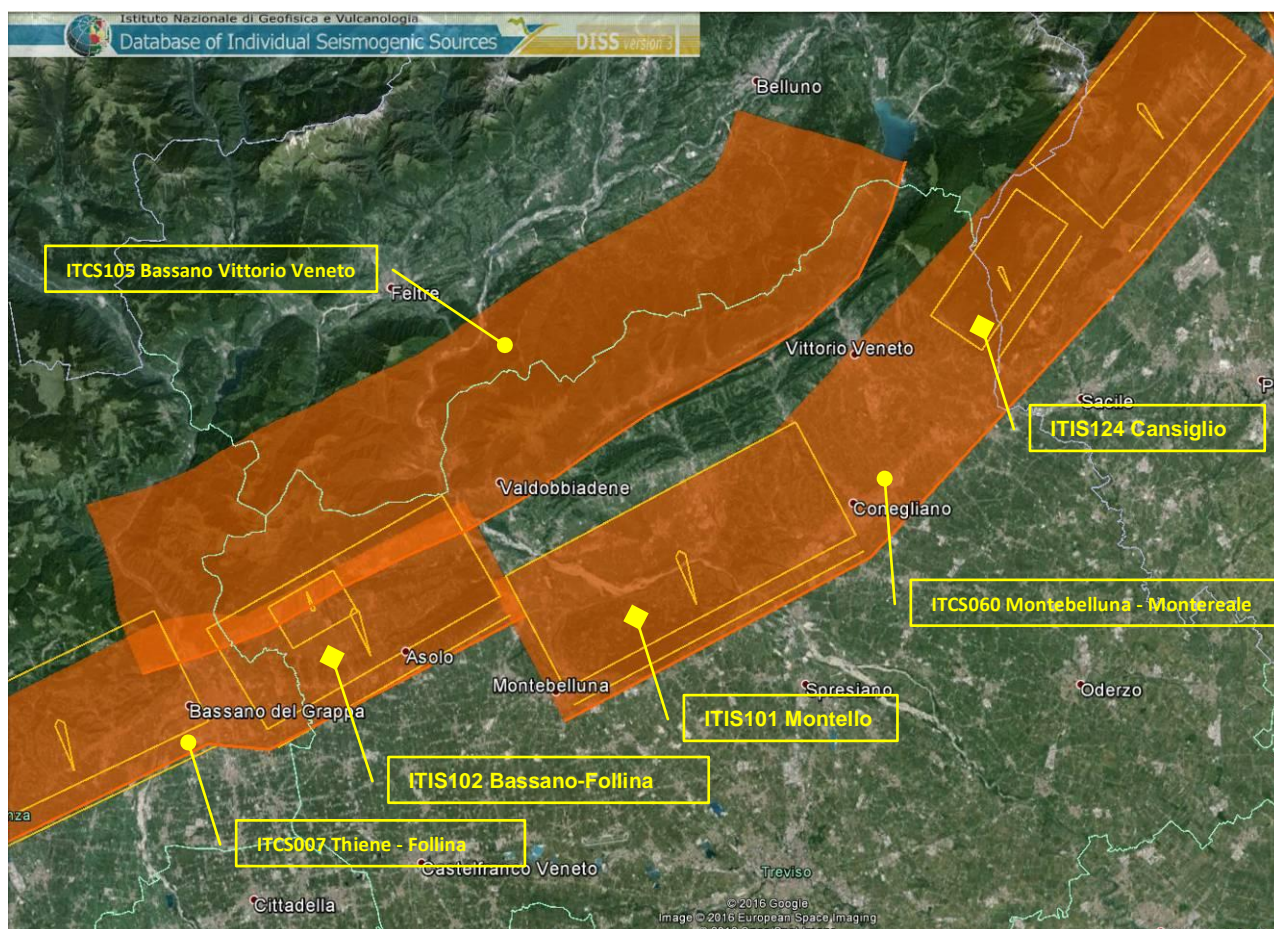


Figura 8: Sorgenti sismogenetiche per il distretto Pedemontana Sud. DISS versione 3.2.0 (DISS Working Group, 2015) **ITIS** : Sorgenti sismogenetiche individuali **ITCS** : Sorgenti sismogenetiche composite

Di seguito sono riportate le schede ricavate dal catalogo DISS 3.2.0, relative alla sorgente sismogenetica composta ITCS 105 “Bassano Vittorio Veneto”, all’interno della quale ricade il territorio di Follina ed alla sorgente sismogenetica individuale ITIS 101 “Montello”, ubicata a Sud del Comune di Follina.



COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

[COMMENTARY](#) ▼[PICTURES](#) ▼[REFERENCES](#) ▼[USER COMMENTS](#) ▼**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID ITCS105
Name Bassano-Vittorio Veneto
Compiler(s) Burrato P.(1)
Contributor(s) Burrato P.(1), Barba S.(1), Basili R.(1)
Affiliation(s) 1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created 08-Oct-2013
Updated 25-Jun-2015

Display map ...



Related sources

PARAMETRIC INFORMATION

	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	1.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Max depth [km]	10.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Strike [deg] min... max	200...245	LD	Based on geological data from various Authors.
Dip [deg] min... max	30...50	LD	Based on geological data from various Authors.
Rake [deg] min... max	60...100	LD	Based on geological and geodetic data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.29...0.72	EJ	Inferred from regional geological data from Galadini et al. (2005).
Max Magnitude [Mw]	6.5	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

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

ACTIVE FAULTS**ACTIVE FOLDS**



INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES

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

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITIS101
Name	Montello
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	02-Nov-2005
Updated	23-Aug-2007
Display map ...	
Related sources	ITCS060

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE	
Location [Lat/Lon]	45.86 / 12.15	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Length [km]	22.0	EJ	Inferred from geologic-geomorphological data constrained by seismic profiles.
Width [km]	11.2	EJ	Inferred from geologic-geomorphological data constrained by seismic profiles.
Min depth [km]	1.0	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Max depth [km]	8.2	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Strike [deg]	242	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Dip [deg]	40	LD	Based on geological data from Galadini et al. (2005).
Rake [deg]	80	LD	Based on geological and geodetic data.
Slip Per Event [m]	0.8	ER	Calculated from M_0 using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min... max	0.47...1.56	LD	Based on geological observations.
Recurrence [y] min... max	513...1702	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.5	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 Sismicità storica dell'area

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

- *Catalogo parametrico dei terremoti italiani CPTI15 (2015)*
- *Database macrosismico italiano dal 1000 al 2006 DBMI15 (2015)*
- *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 A.C. al 1997 CFTI – Med 5.0 a cura di E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri, G. Tarabusi, G. Valensise*

Le sigle utilizzate nella tabella hanno il seguente significato:

Io = Intensità macrosismica epicentrale (gradi scala MCS)

I = Intensità al sito (MCS)

Mw = magnitudo momento

Poiché i dati catalogati riferiti a Follina sono relativamente scarsi (*Figura 9*), è riportata nella *Figura 10*, la storia sismica del vicino comune di Conegliano, che rappresenta adeguatamente la sismicità storica del territorio in esame. Come si vede, nell'area si sono avuti gli effetti più sensibili ($I = 7$) in concomitanza dei terremoti 1873 (Bellunese) e 1936 (Alpago-Cansiglio).

File downloaded from CPTI15 - DBMI15					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	Follina				
PlaceID	IT_26958				
Coordinates (lat, lon)	45.951, 12.119				
Municipality (ISTAT 2015)	Follina				
Province	Treviso				
Region	Veneto				
No. of reported earthquakes	17				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
2	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
3	1889 12 08	Gargano	122	7	5,47
4	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Ilasi	403	8-9	5,87
3	1892 01 11 01 56	Alpago Cansiglio	13	4-5	4,02
3	1892 06 23 23 20	Dolomiti Friulane	71	5-6	4,58
NF	1894 02 09 12 48 05.00	Valle d'Ilasi	116	6	4,74
3-4	1895 02 27 15 38	Dolomiti Friulane	31	5	4,31
6	1895 06 10 01 47	Prealpi Trevigiane	73	6	4,85
4-5	1897 06 11 12 45	Asolano	47	5-6	4,44
5-6	1900 03 04 16 55	Asolano	98	6-7	5,05
NF	1907 04 25 04 52	Veronese	122	6	4,79
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
7	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
5	1952 01 18 01 36	Pordenonese	108	5	4,44
NF	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
4	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	779	6-7	4,85
3-4	2004 07 12 13 04 06.00	Slovenia nord-occidentale	353		5,12

File downloaded from CPTI15 - DBMI15					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	Conegliano				
PlaceID	IT_26894				
Coordinates (lat, lon)	45.887, 12.298				
Municipality (ISTAT 20	Conegliano				
Province	Treviso				
Region	Veneto				
No. of reported earthc	32				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
6	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4
6-7	1812 10 25 07	Pordenonese	34	7-8	5,62
5	1859 01 20 07 55	Prealpi Trevigiane	36	6	4,8
7	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6,29
3	1879 06 22 04 15	Friuli	16	5-6	4,74
6	1885 12 29	Alpago Cansiglio	47	6	4,96
F	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
3	1892 08 09 07 58	Valle d'Alpone	160	6-7	4,91
4	1893 10 27 16 31	Bellunese	54	5	4,42
F	1894 02 09 12 48 05.00	Valle d'Illasi	116	6	4,74
4	1900 03 04 16 55	Asolano	98	6-7	5,05
3	1904 03 10 04 23 04.24	Slovenia nord-occidentale	57		
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
2	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5,82
4	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5,82
4	1924 12 12 03 29	Carnia	78	7	5,42
5	1926 01 01 18 04 03.00	Carniola interna	63	7-8	5,72
3-4	1930 05 14 00 01	Cadore	15	5-6	4,89
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
2-3	1931 12 25 11 41	Friuli	45	7	5,25
4	1934 05 04 13 56	Carnia	80	6	4,69
7	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
2	1938 07 07 07 48	Pordenonese	7	5	4,97
3	1952 01 18 01 36	Pordenonese	108	5	4,44
NF	1955 07 23 03 54 32.00	Prealpi Friulane	47	5	4,49
4-5	1966 01 23 01 31 29.00	Alpago Cansiglio	7	4-5	4,02
6	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6,45
NF	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
3	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
3-4	2004 07 12 13 04 06.00	Slovenia nord-occidentale	353		5,12

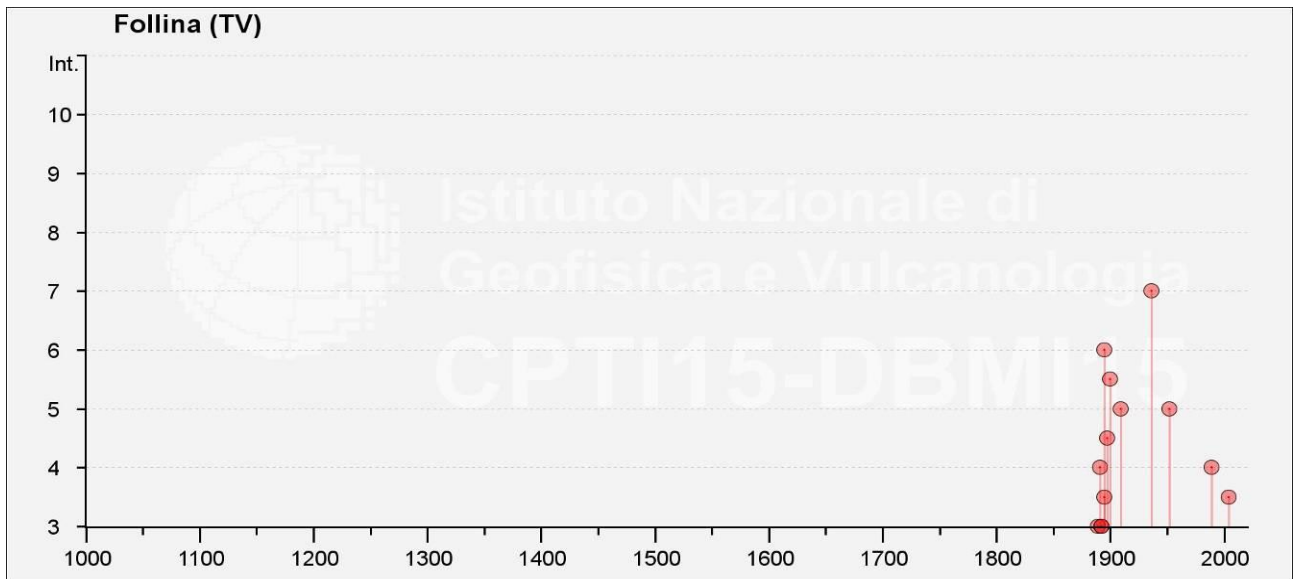


Figura 9: Storia sismica di Follina (da INGV, Database macrosismico italiano (DBMI15))

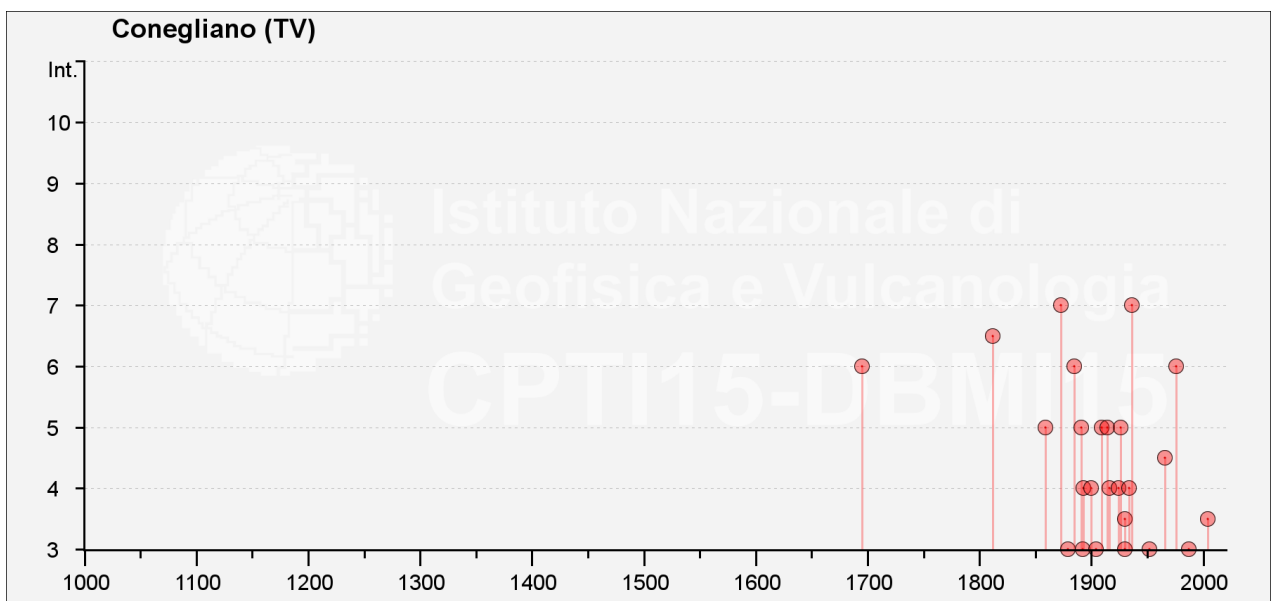


Figura 10: Storia sismica di Conegliano (da INGV, Database macrosismico italiano (DBMI15))

Nella Figura 11 e nella Figura 4 sono riportate due mappe illustrative della sismicità storica del territorio pedemontano compreso tra Bassano del Grappa e la Valle del Torrente Cellina. Nella Tabella 1 sono riportati i caratteri più significativi dei principali terremoti verificatisi, in epoca storica, nel medesimo territorio e descritti nel *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 A.C. al 1997 CFTI – Med 5.0*.

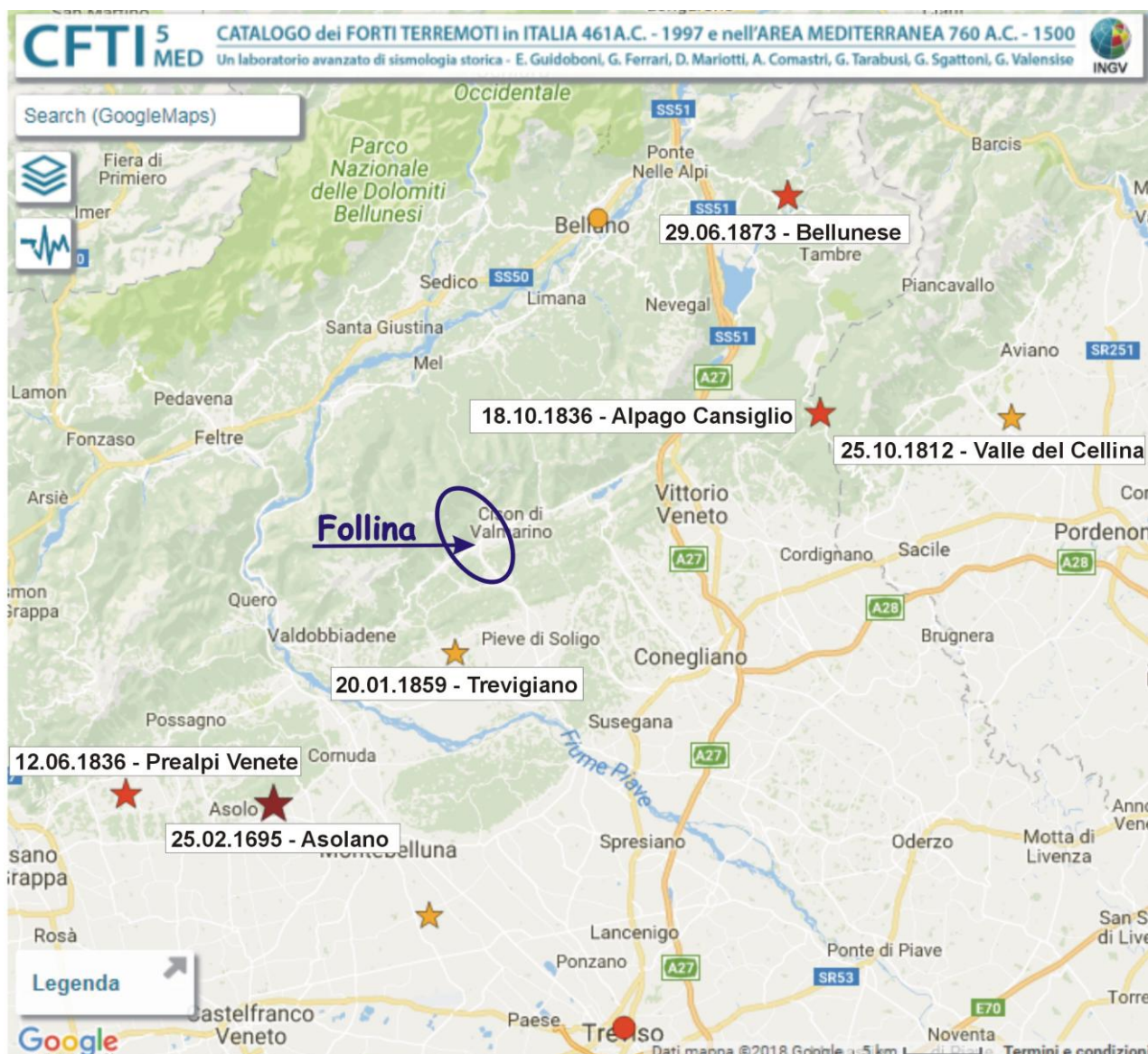


Figura 11: sismicità storica nel territorio pedemontano veneto (elaborato da CFTI5 Med)

Tabella 1: caratteri significativi dei principali terremoti storici tra Bassano ed il torrente Cellina

Data	Area Epicentrale	Latitudine	Longitudine	Imax	Me
25 febbraio 1695	Asolano	45.802	11.948	10	6.5
25 ottobre 1812	Valle del Cellina	46.029	12.573	8	5.7
12 giugno 1836	Prealpi Venete	45.808	11.823	8	5.6
20 gennaio 1859	Trevigiano	45.891	12.101	7.5	5.2
29 giugno 1873	Bellunese	46.160	12.383	9.5	6.3
18 ottobre 1936	Alpago - Cansiglio	46.032	12.411	9	6.2

Infine, è da ricordare il terremoto del 10 giugno 1895 con $M_w = 4,85$ ed epicentro situato pochi Km ad Ovest di Follina: l'intensità a Follina è risultata $I = 6$, mentre a Valmareno si è registrata $I = 6-7$. Nella Figura 12 è riportata la mappa relativa ai siti colpiti da questo terremoto.

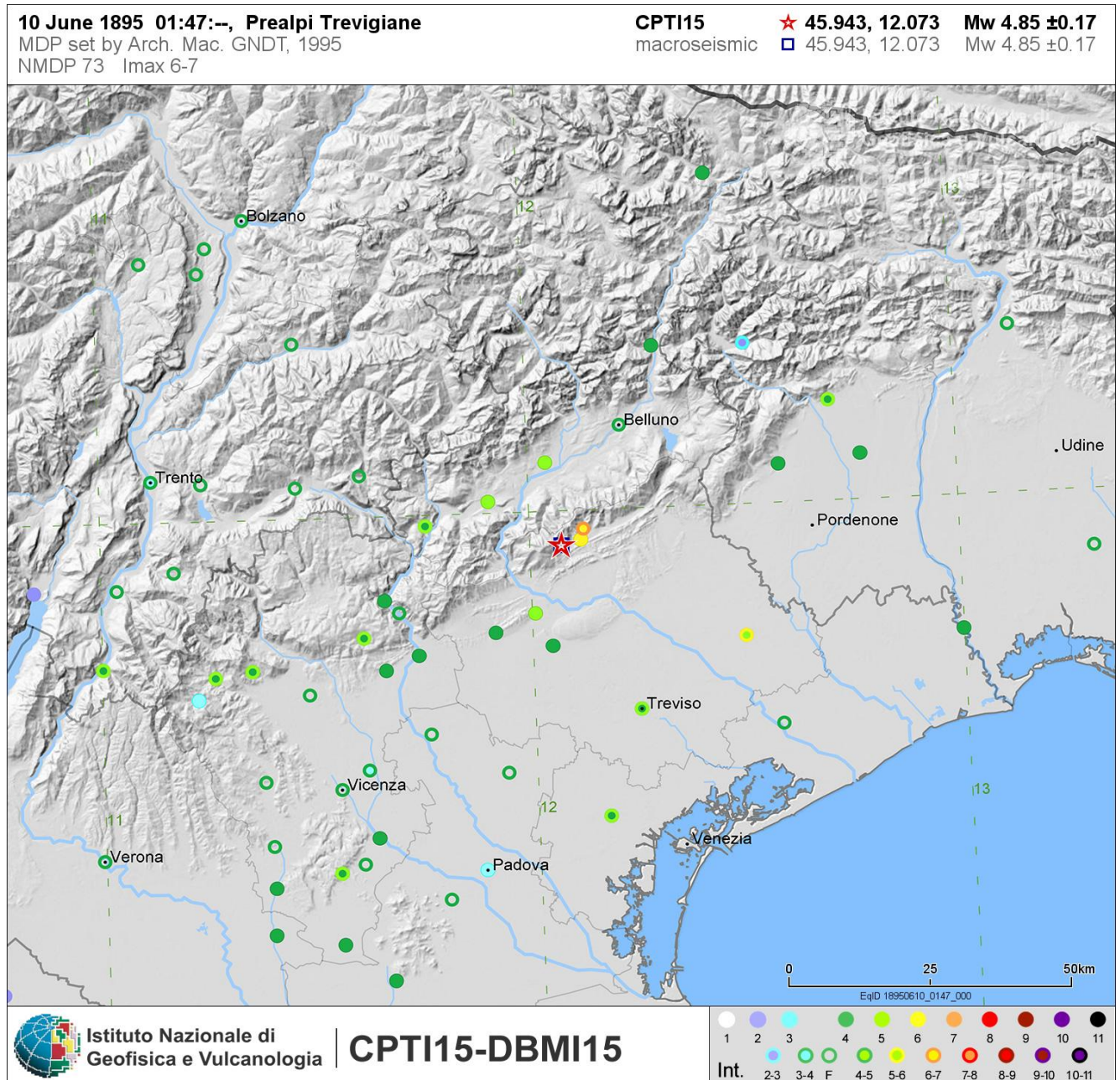


Figura 12: località colpite dal terremoto del 10 giugno 1895 (DBMI15)

2.3 Pericolosità sismica – accelerazione di base

Per quanto attiene alla pericolosità sismica, sempre nella pubblicazione di Sukan e Peruzza si legge: *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.

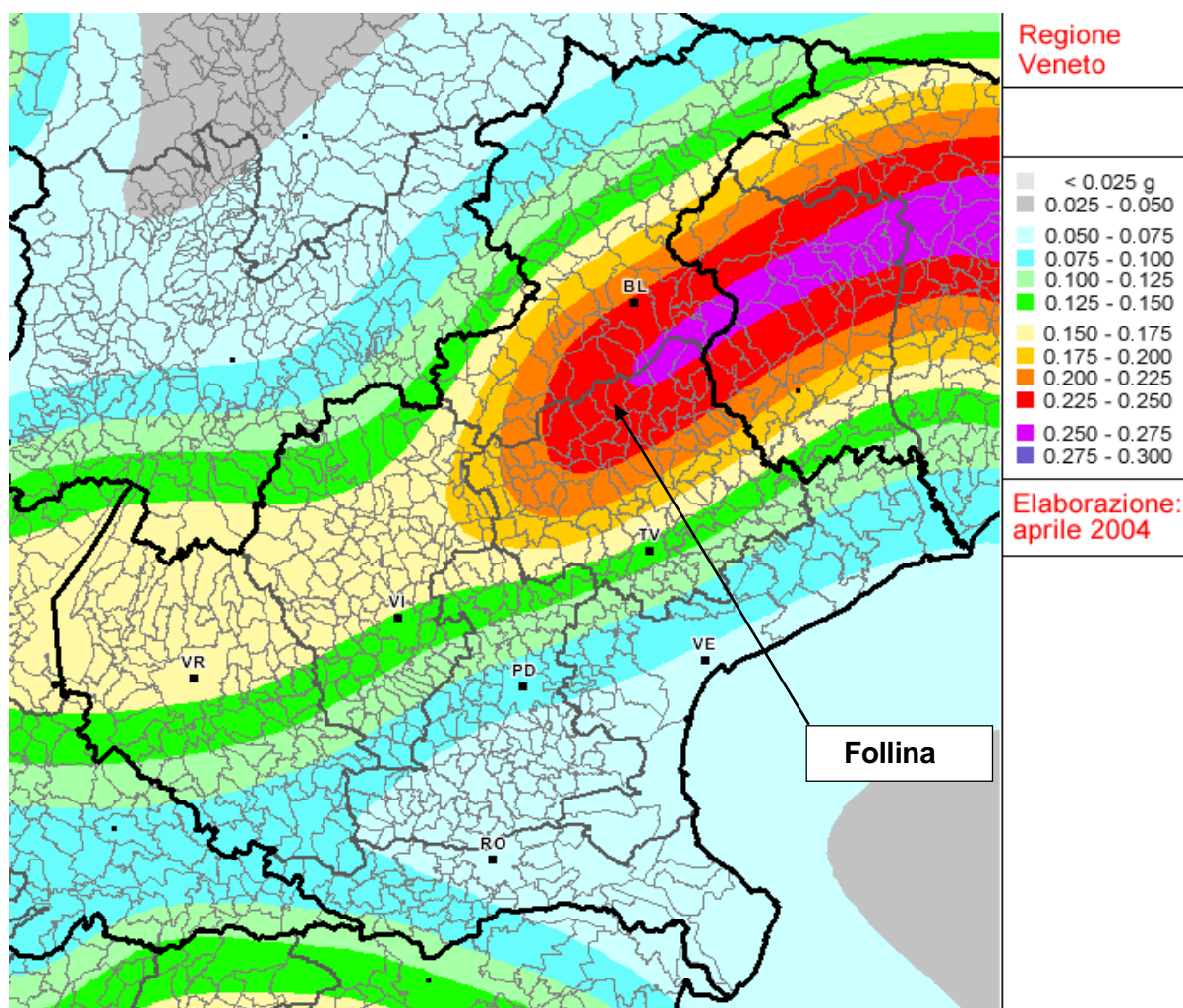


Figura 13: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale relativa alla Regione Veneto, entrata in vigore con l'Ordinanza PCM 3519/2006, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

L'OPCM 20 marzo 2003 n. 3274 stabilisce che il Comune di Follina, risulta classificato in zona sismica 2. Tale classificazione è stata recepita dalla Regione Veneto con DGR n. 67 del 3 dicembre 2003.

Tabella 2: Definizione delle zone sismiche secondo quanto stabilito dall'OPCM 3274 del 20/3/2003. In evidenza la zona sismica del Comune di Follina

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a _g /g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /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

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 14, il Comune di Follina ricade nella fascia con accelerazione (a_g) 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 0,225 g e 0,250 g.

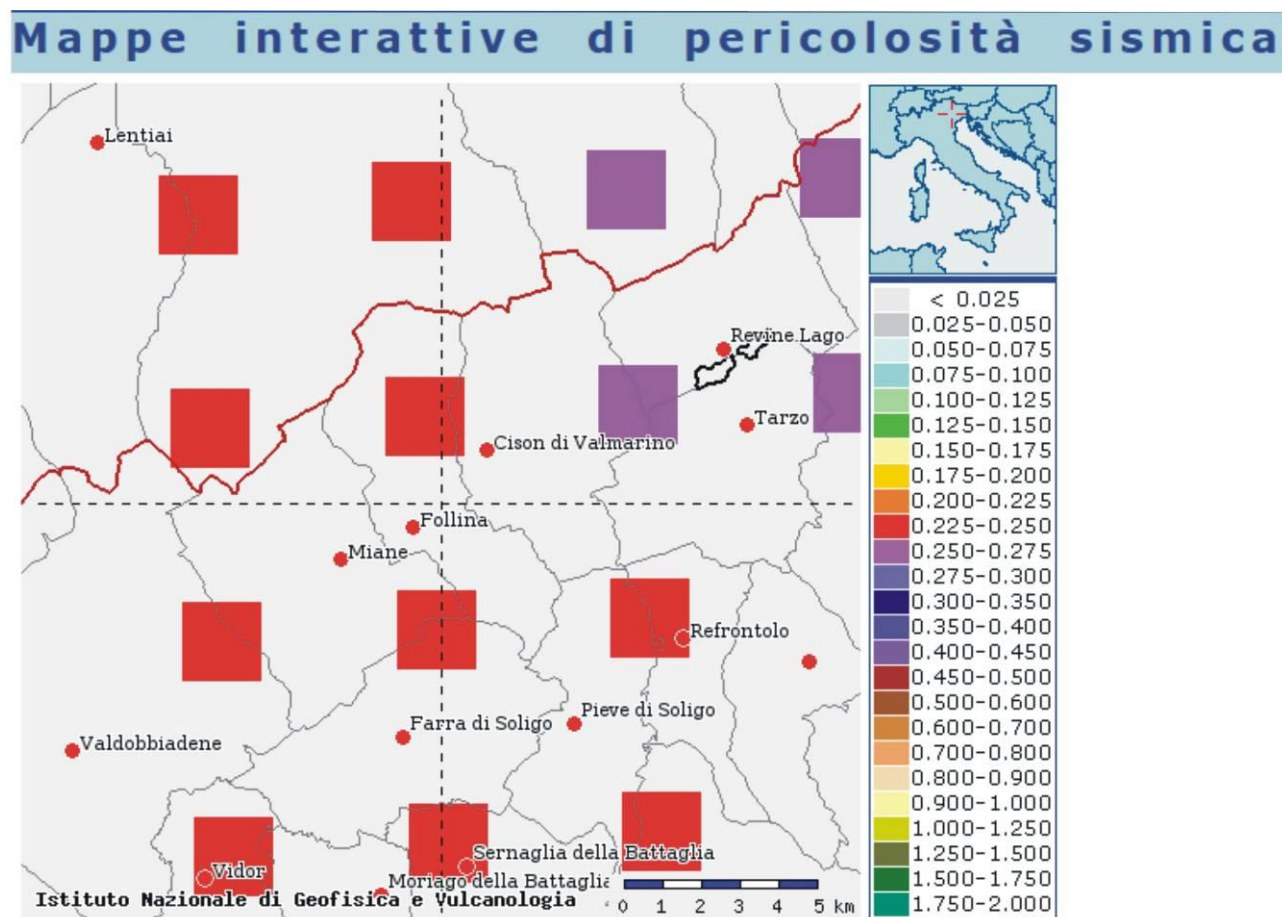


Figura 14: Mappa di pericolosità sismica relativa al territorio di studio, entrata in vigore con l'Ordinanza PCM 3519/2006, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (Vs₃₀>800 m/s; cat A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

Per valutare l'accelerazione attesa nel sito in esame, può essere utilizzato il software "Spettri di risposta" vers. 1.0.3, scaricabile dal sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Si viene così a determinare 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 0,247 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 3: indicazione dei parametri per i diversi tempi di ritorno

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,062	2,495	0,234
50	0,086	2,431	0,251
72	0,103	2,431	0,262
101	0,124	2,405	0,274
140	0,145	2,392	0,282
201	0,172	2,376	0,294
475	0,247	2,408	0,322
975	0,335	2,411	0,345
2475	0,481	2,411	0,373

Si fa notare che secondo l'O.P.C.M. n. 4007 del 29.02.2012 il Comune di Follina è classificato con $a_g = 0,248886$.

I valori di a_g da utilizzare nelle modellazioni, dovranno essere opportunamente valutati in funzione delle scelte progettuali.

Riguardo la magnitudo attesa, dalla scheda precedente relativa alla sorgente sismogenetica ITCS102 "Bassano-Vittorio Veneto", si desume che la Magnitudo massima che può verificarsi è pari a 6,5. Dati simili sono riportati 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 Follina ricade nella zona 905.

2.4 *Faglie che interessano l'area di studio*

Lo studio di Microzonazione di 1° livello ha messo in luce come il territorio comunale sia interessato da faglie attive e capaci. In quella sede le faglie sono state collocate con maggiore precisione, rispetto a quanto riportato in ITHACA (Italy Hazard from Capable faults), in base ad indicazioni morfologiche e geologiche locali. La presenza di tali strutture è stata ipotizzata in riferimento a quanto indicato nelle pubblicazioni riportate in bibliografia e nel database relativo al progetto ITHACA reperibile nel portale dell'ISPRA all'indirizzo:

<http://sgi.isprambiente.it/geoportal/catalog/content/project/ithaca.page>

Relativamente alle faglie attive e capaci ricavate dal catalogo ITHACA, si segnala che tali informazioni devono ritenersi indicative come peraltro riportato anche sullo stesso sito internet:

“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.

Inoltre:

“Limiti di applicazione

Il Catalogo ITHACA fornisce una prima indicazione sull'eventuale presenza di faglie attive e capaci in un determinato territorio, ma non può essere utilizzato per la loro caratterizzazione di dettaglio. Ciò vale in particolar modo per gli studi di microzonazione sismica.”

Le FAC (Faglie Attive e Capaci) riportate dal catalogo ITHACA e che interessano il territorio comunale sono le seguenti:

Faglia Bassano Valdobbiadene cod. 77542

Rappresenta una delle struttura tettoniche principali della pedemontana veneta: attraversa praticamente tutto il settore settentrionale della Provincia di Treviso. Passa attraverso il territorio comunale in direzione SO-NE posizionandosi lungo la valle del Soligo nel suo tratto collinare.

Faglia di Longhere cod. 70600

Struttura secondaria rispetto alla precedente con andamento sub parallelo, leggermente spostata verso sud, rappresentandone forse una vicariante. Interessa indicativamente la base settentrionale dei rilievi collinari delle Fratte.

Faglia di Farrò cod. 70700

Anche questa faglia viene indicata come secondaria rispetto alla linea Bassano Valdobbiadene, sembra essere interrotta dalla faglia di Pedeguarda descritta successivamente. Attraversa i terrazzi di Farrò e Col sempre con direzione SO-NE.

Faglia di Pedeguarda cod. 70800

Faglia trascorrente posta in direzione praticamente perpendicolare rispetto a quelle precedenti. Questa linea interessa tutta la valle del Soligo da Follina sino allo sbocco del fiume nella piana di Pieve. La direzione prevalente è NO-SE.

Lo studio di II° livello ha recepito, senza alcuna modifica, le ubicazioni delle FAC indicate nello studio di I° livello. Sono state però applicate le fasce di attenzione come richiesto dalle linee emanate in proposito dalla Protezione Civile (si veda a proposito il paragrafo 7.2.2).

3 CARTA DELLE INDAGINI - AGGIORNAMENTO

Nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica di secondo livello sono state effettuate nuove indagini geofisiche ed è stato quindi aggiornato l'elenco delle indagini pregresse. Le nuove indagini sono costituite da 44 prove puntuali con tecnica HVSR e 13 prove lineari con tecnica MASW.

Nella carta sono state inserite le indagini geofisiche (sia quelle realizzate in precedenza, sia quelle realizzate ex novo), le indagini geognostiche riportate nel primo livello e le indagini geognostiche censite nel corso di questo studio.

L'analisi delle indagini ha portato all'estrazione delle seguenti prove in sito; nella 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 realizzate ex-novo descritte nei paragrafi successivi).*

Indagini di tipo puntuale

Tabella 4: Elenco indagini puntuali

N.	Codice indagine	Tipo indagine
1	026027P1 (*)	HVSR
2	026027P2 (*)	HVSR
3	026027P3 (*)	HVSR
4	026027P4 (*)	HVSR
5	026027P5 (*)	HVSR
6	026027P6 (*)	HVSR
7	026027P7 (*)	HVSR
8	026027P8 (*)	HVSR
9	026027P9 (*)	HVSR
10	026027P10 (*)	HVSR
11	026027P11 (*)	HVSR
12	026027P12 (*)	HVSR
13	026027P13 (*)	HVSR
14	026027P14 (*)	HVSR
15	026027P15 (*)	HVSR
16	026027P16 (*)	HVSR
17	026027P17 (*)	HVSR
18	026027P18 (*)	HVSR
19	026027P19 (*)	HVSR
20	026027P20 (*)	HVSR
21	026027P21 (*)	HVSR
22	026027P22 (*)	HVSR

N.	Codice indagine	Tipo indagine
23	026027P23 (*)	HVSR
24	026027P24 (*)	HVSR
25	026027P25 (*)	HVSR
26	026027P26 (*)	HVSR
27	026027P27 (*)	HVSR
28	026027P28 (*)	HVSR
29	026027P29 (*)	HVSR
30	026027P30 (*)	HVSR
31	026027P31 (*)	HVSR
32	026027P32 (*)	HVSR
33	026027P33	PA
34	026027P34	PA
35	026027P35	PA
36	026027P36	PA
37	026027P37	DN
38	026027P38	T
39	026027P39	HVSR
40	026027P40	DS
41	026027P41	DS
42	026027P42	S
43	026027P43	S
44	026027P44	SS

N.	Codice indagine	Tipo indagine
45	026027P45	SS
46	026027P46	T
47	026027P47	T
48	026027P48	T
49	026027P49	T
50	026027P50	PA
51	026027P51	DN
52	026027P52	S
53	026027P53	S
54	026027P54	SS
55	026027P55	SS
56	026027P56	SS
57	026027P57	PA
58	026027P58	PA
59	026027P59	PA
60	026027P60	PA
61	026027P61	PA
62	026027P62	PA
63	026027P63	PA
64	026027P64 (*)	HVSR
65	026027P65 (*)	HVSR
66	026027P66 (*)	HVSR
67	026027P67 (*)	HVSR
68	026027P68 (*)	HVSR
69	026027P69 (*)	HVSR

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

Il codice delle indagini corrisponde alle seguenti tipologie:

- DN Prova penetrometrica dinamica media
- DS Prova penetrometrica dinamica super pesante
- T Trincea
- S Sondaggio a carotaggio continuo
- SS Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato
- PA Pozzo per acqua
- MASW Prova Multichannel Analysis of Surface Waves
- HVSR Prova a microtremore a stazione singola

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

N.	Codice indagine	Tipo indagine
70	026027P70 (*)	HVSR
71	026027P71 (*)	HVSR
72	026027P72 (*)	HVSR
73	026027P73 (*)	HVSR
74	026027P74 (*)	HVSR
75	026027P75 (*)	HVSR

Indagini di tipo lineare

Tabella 5: elenco indagini lineari

n.	Codice indagine	Tipo indagine
1	026027L1 (*)	MASW
2	026027L2 (*)	MASW
3	026027L3 (*)	MASW
4	026027L4 (*)	MASW
5	026027L5 (*)	MASW
6	026027L6 (*)	MASW
7	026027L7 (*)	MASW
8	026027L8 (*)	MASW
9	026027L9 (*)	MASW
10	026027L10 (*)	MASW
11	026027L11 (*)	MASW
12	026027L12 (*)	MASW
13	026027L13 (*)	MASW

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 026027) relativi al codice ISTAT della Provincia di Treviso e del Comune di Follina. Le indagini geofisiche realizzate per il presente studio sono allegare alla relazione.

3.1 Nuove indagini geofisiche

Al fine di migliorare le conoscenze relative al quadro sismostratigrafico del territorio comunale sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche, in aggiunta a quelle eseguite per lo studio di 1° livello:

- N° 13 profili sismici con tecnica MASW
- N° 44 stazioni di misura del rumore ambientale (HVSR).

Queste indagini sono state ubicate nelle aree di maggiore interesse per la stesura della carta di Microzonazione Sismica e per la ricostruzione della struttura del sottosuolo.

3.1.1 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, 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 gli 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 Vs 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. Le limitazioni sono date dalla profondità di indagine e dall'elevata sensibilità a variazioni laterali di litologia.

La conoscenza della Vs 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 Vs 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.

3.1.2 Operazioni di campagna ed Elaborazione dati

I profili sismici sono stati eseguiti adottando le geometrie indicate nella tabella seguente:

Tabella 6

<i>Codice Profilo MASW</i>	<i>Località</i>	<i>Lunghezza (m)</i>	<i>Passo inter-geofonico (m)</i>	<i>Source offset (m)</i>
026027L1	Via Ligonto-Via Talponade	69	3	6 - 9
026027L2	Via Ligonto-Via Talponade	69	3	6 - 9
026027L3	Valmareno	57,5	2,5	5 - 7,5
026027L4	Valmareno	69	3	6
026027L5	Strada Maestra	66	3	3
026027L6	Via circonvallazione Est	69	3	6 - 9
026027L7	Via Fossa (zona industriale)	69	3	6 - 9
026027L8	Via Martellin	69	3	6 - 9
026027L9	Farrò	46	2	4
026027L10	La Bella	57,5	2,5	5 - 10
026027L11	Via G. Paoletti	69	3	6
026027L12	Via Sanavalle	69	3	3
026027L13	Pedeguarda	69	3	6 - 9

Per l'acquisizione degli impulsi sismici è stato usato un sismografo digitale a 24 tracce, modello "Geode", della Ditta EG & G GEOMETRICS, 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz e 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4,5 Hz. Il tempo di registrazione è stato fissato, per ogni registrazione, pari a 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, vers. 5.2 Professional. 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 attraverso la creazione di un modello sismostratigrafico che generi una curva di dispersione compatibile con lo spettro;

- costruzione del diagramma 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 rapporto alla profondità. Nelle figure allegate sono illustrate, per ogni profilo sismico, le immagini relative ai passaggi sopraelencati.

3.1.3 Risultati ottenuti con le nuove indagini geofisiche MASW

Di seguito si riporta la tabella di correlazione tra la velocità delle onde sismiche di taglio e le tipologie di materiali presenti.

Tabella 7: correlazioni tra Vs e tipologia terreni

Tipologia	Velocità onde S (m/s)
Depositi alluvionali da poco a mediamente addensati	150 - 300
Depositi alluvionali/fluvioglaciali da mediamente a molto addensati	300 - 500
Depositi alluvionali/fluvioglaciali molto addensati o cementati	500 - 1000
Substrato roccioso	700 - 1100

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 geofisico e dal confronto con i dati ricavati dai sondaggi geognostici diretti e dalle stratigrafie dei pozzi (queste ultime sono però, talvolta, approssimative).

In particolare, nel territorio esaminato, è difficile operare una correlazione sicura quando si è in presenza di sismostrati con Vs dell'ordine di 700 – 800 m/s, poiché tali valori possono essere rappresentativi sia di depositi quaternari cementati, sia del substrato lapideo.

I valori di Vs ottenuti da tutte le misure geofisiche eseguite hanno consentito sia una ricostruzione più attendibile della struttura sismostratigrafica del sottosuolo, sia la realizzazione della Carta di Microzonazione sismica basata sulla distribuzione dei fattori di amplificazione (FA) come illustrato nei paragrafi successivi.

I risultati delle elaborazioni geofisiche sono riassunti graficamente nelle figure allegate, dove sono riportati, tra l'altro i diagrammi con l'andamento della Vs in funzione della profondità.

3.1.4 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 microtremori (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 (λ) incidente pari a 4 volte lo spessore h del primo strato (ipotesi $\lambda/4$), si può ricavare una stima della profondità del rifratte 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. Ogni stazione di misura ha avuto una durata di 20 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 nella Carta delle Indagini.

4 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI DEPOSITI

La carta delle frequenze naturali dei terreni è stata predisposta indicando per ogni stazione di misura il valore o i valori di frequenza di risonanza misurati; inoltre, le dimensioni dei simboli utilizzati sono proporzionali all'ampiezza del picco di risonanza.

La carta è stata predisposta con le HVSR disponibili, che sono risultate 45, così suddivise:

- 1 misura disponibile da studi pregressi
- 44 misure realizzate ex novo per il presente studio

Nella tabella seguente, sono riportati i risultati delle misure HVSR eseguite per la MS di 2° livello. In allegato compaiono i diagrammi delle misure eseguite nel presente studio.

La carta delle frequenze è stata realizzata utilizzando il picco di risonanza dedotto dai diagrammi delle curve H/V; nel caso fossero presenti due o più picchi, è stato scelto quello con frequenza di maggiore interesse dal punto di vista ingegneristico (riportando comunque nella carta entrambe le frequenze). Sono stati esclusi i picchi situati a frequenze maggiori di 20 Hz, poiché poco significativi dal punto di vista ingegneristico.

Tabella 8: risultati delle misure HVSR

Stazione HVSR	Località	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Note
026027P1	Via Ligonto-Via Talponade	10	5	
026027P2	Via Ligonto-Via Talponade	6	2,5	
026027P3	Via Ligonto-Via Talponade	8	3,1	
026027P4	Via Ligonto-Via Talponade	8,5	2,8	<i>incerta</i>
026027P5	Valmareno	4,2	3,8	
026027P6	Valmareno	3,5	5,4	
026027P7	Valmareno	2,6	2,9	
026027P8	Via Talponade	8,8	4,9	
026027P9	Via Talponade	7,7	4,9	
026027P10	Via Talponade	8,8	4	
026027P11	Via Talponade	11	4,9	
026027P12	Via Fossa (Z. industriale)	14	8,5	
026027P13	Via Maestra	2,5	3,2	
026027P14	Via Maestra	4,3	3,8	
026027P15	Via Circonvallazione Est	1,6 - 2,3; 18	3; 3,9	
026027P16	Via Volperara	6,5	6,3	
026027P17	Via Fratte	5,1	4,4	
026027P18	Via G. Paoletti	8,5	4	
026027P19	Paluc	10	7,4	
026027P20	Via Carniei	1,1	1,8	
026027P21	Via Martellin	2,3; 7,5	4,4; 3,7	

Stazione HVSR	Località	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Note
026027P22	Via Sanavalle	1,9; 13	3,9; 3,1	
026027P23	Via Sanavalle	4,2	7,4	
026027P24	Via Milani	3-4,5; 19	3,4; 3,3	
026027P25	Via Bernardi Jacopo	1,6; 8,4	2,4; 3,3	<i>incerta</i>
026027P26	Farrò	4; 9	4,4; 3,7	
026027P27	Guarda	7,5	4,2	
026027P28	Pedeguarda	9	4,3	
026027P29	Pedeguarda	8	7,1	
026027P30	Col	7,2	4,8	
026027P31	Via A. Andretta	8,6	3,7	
026027P32	La Bella	6,0 - 8,0	4,5	
026027P64	La Bella	6,5	3,7	
026027P65	Via Carniei	1,3; 20	3,2; 2,7	
026027P66	Via de Mari Marino	1,4	2,7	
026027P67	Via Follinetta	2,5	3,2	
026027P68	Via Cal Sotta	1,4	2,7	
026027P69	Via Donatori del sangue	1,4; 8,5	2,7; 4,1	<i>incerta</i>
026027P70	Via Prà Lovai	2	2,4	
026027P71	Via Martellin	2,5	4,1	
026027P72	Via Sanavalle	2,6	4,2	
026027P73	Via San Tomio	3,6	6,2	
026027P74	Via A. Calcinoni	1,8 ; 10	2,4; 2,4	<i>incerta</i>
026027P75	Via Circonvallazione Est	3,7; 19	2; 4,4	<i>incerta</i>

Relativamente alla tabella ed alla carta delle frequenze si possono fare le seguenti considerazioni:

- a) Le frequenze di risonanza coprono un range elevato di valori, che va da circa 1 Hz fino a 20 Hz. Tale situazione è causata dalla variabilità morfologica del territorio e dalla complessità dell'assetto geologico del sottosuolo. Si è quindi ritenuto poco significativo tracciare delle linee di isofrequenza.
- b) La presenza di diffusi livelli di conglomerato all'interno della copertura alluvionale e fluvioglaciale, determina una discreta incertezza nell'attribuire la natura del contrasto di impedenza che genera il picco di risonanza. Pertanto, solo in alcuni casi la frequenza può fornire delle informazioni "attendibili" sulla profondità del substrato lapideo; è comunque sempre necessaria una buona conoscenza della geologia del sito indagato.
- c) Le zone dove sono segnalati picchi di risonanza a frequenze maggiori di 10 Hz, nella maggior parte dei casi, sono riferibili ad un contrasto di impedenza situato al passaggio tra depositi alluvionali poco addensati e depositi ben addensati e/o cementati.

- d)** La carta evidenzia come nella maggior parte del territorio comunale le frequenze di risonanza si attestino su valori compresi tra 2 e 10 Hz; tenendo presenti le limitazioni ed incertezze citate e considerando le velocità medie misurate, tali frequenze indicano che il contrasto di impedenza tra terreni di copertura e bedrock sismico, si pone a profondità variabili tra 10 e 50 m circa.
- e)** In alcuni punti di indagine si sono misurate frequenze comprese tra 1 e 2 Hz, le quali sono, in prima approssimazione, espressione un approfondimento del bedrock sismico.
- f)** Le ampiezze dei picchi di risonanza sono quasi sempre superiori a 3 e spesso sono superiori a 4; in queste condizioni è possibile che si generino intense amplificazioni in caso di sisma. Come risulta dalla carta delle frequenze, le stazioni caratterizzate da picchi con $A > 4$, sono distribuite in tutto il territorio comunale.

5 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Prima di passare alla descrizione della carta di microzonazione sismica, si ritiene utile fare una sintesi di tutte le informazioni raccolte e proporre un modello del sottosuolo, relativamente alle aree con caratteristiche relativamente omogenee, che si possono riconoscere all'interno del territorio comunale.

5.1 Valmareno

Il territorio ove sorge la frazione Valmareno e quello posto immediatamente più a Sud è costituito da depositi alluvionali di conoide, ai quali si interdigitano depositi detritici di versante. La granulometria prevalente desumibile dai pochi dati disponibili è ghiaioso-sabbiosa, anche se non mancano livelli di materiali più fini; localmente possono presentarsi fenomeni di cementazione. Lo spessore preciso di questi depositi non è noto, poiché le indagini geognostiche censite non hanno mai raggiunto, con certezza, il substrato lapideo.

A Valmareno sono stati eseguiti i profili MASW N° L3 ed L4 e le stazioni di misura HVSR n. P5, P6 e P7. L'elaborazione di queste indagini geofisiche consente di valutare che nei punti investigati è presente una prima serie di sismostrati caratterizzati da velocità dell'ordine di 300 m/s e spessore di 5 m circa, correlabili a depositi quaternari poco addensati. Seguono sismostrati con velocità variabili tra 400 e 550 m/s e spessori di 20 - 25 m, rappresentativi di depositi con elevato grado di addensamento. Il bedrock sismico che possiede V_s compresa tra 900 e 1000 m/s è correlabile, in prima approssimazione, con il substrato lapideo e si rinviene a profondità dell'ordine di 25 - 30 m dal p.c..

5.2 Territorio compreso tra la circonvallazione Est ed il confine orientale del Comune

In questa fascia di territorio, che prende il nome di "Vallata", sorge, tra l'altro, la Zona Industriale. Il sottosuolo è costituito da una potente coltre di depositi glaciali e fluvioglaciali, con granulometria prevalentemente ghiaioso sabbiosa e presenza di diffusi fenomeni di cementazione (conglomerati). Lo spessore complessivo di questi depositi è di difficile valutazione, poiché le (poche) stratigrafie riferiscono la presenza a profondità variabili di "conglomerato" non meglio identificato. Similmente, dalle misure geofisiche è difficile trarre delle correlazioni attendibili, poiché i terreni cementati hanno velocità dello stesso ordine di grandezza del substrato roccioso. In prima approssimazione, si ritiene che il materasso quaternario possa avere uno spessore dell'ordine di un centinaio di metri.

I profili MASW N° 5 e 7 e le stazioni HVSR N° 12, 13 e 20 ubicati in questa zona, hanno consentito di rilevare che nel sottosuolo dopo un primo sottile strato di terreni più "lenti", sono presenti sismostrati con velocità elevata ($450 < V_s < 600$ m/s) indicativi di depositi ben addensati e sismostrati con velocità dell'ordine di 1000 m/s, probabilmente correlabili a depositi cementati. Il debole picco di risonanza osservabile nella stazione P20 alla frequenza di circa 1 Hz potrebbe

indicare la presenza di un contrasto di impedenza ad una profondità prossima a 120 m, ma tale informazione dovrebbe essere verificata con ulteriori indagini.

5.3 Paluc

La bibliografia geologica indica la presenza di depositi argilloso-torbosi in questa zona. Dalle stratigrafie relative alle indagini N° P58 e P60 si deduce che il sottosuolo è costituito da un primo orizzonte argilloso-torboso avente spessore di 3 m, cui seguono ghiaie fino alla profondità di 17 – 20 m. La stazione HVSR N° 19 mostra un intenso picco alla frequenza di 10 Hz, probabilmente generato del contatto tra le argille di copertura e le ghiaie, ad una profondità di circa 5 m. Un secondo debole picco ($A < 2$), posto alla frequenza di 2,7 Hz, potrebbe indicare la presenza di un contrasto di impedenza a profondità di circa 40 m dal p.c..

5.4 Follina centro

L'area ove sorge il centro comunale di Follina è una prosecuzione verso Ovest della "Vallata", con la differenza che la larghezza del fondovalle diminuisce sensibilmente. I dati geognostici (indagini N° P42, P43, P61) indicano che nella zona dell'Istituto comprensivo "A. Fogazzaro" e nel territorio limitrofo, lo spessore dei depositi quaternari è maggiore di 36 m. In corrispondenza dell'indagine N° P55 è stato incontrato il substrato arenaceo alla profondità di 22 m dal p.c..

Nella zona del centro di Follina sono stati eseguiti i profili MASW N° L6, L11 ed L12, i quali mostrano che i terreni alluvionali possiedono velocità variabili tra 250 e 450 m/s e spessore variabile tra 55 m circa (L6), 18 m (L12) e 11 m (L11). In tutti i profili è stato individuato un bedrock sismico con velocità compresa tra 750 ed 800 m/s, per il quale difficile stabilire se si tratti di ghiaie cementate o di roccia in posto.

Le stazioni HVSR N° P14, P15, P17, P18, P23, P24, P25 e P31 evidenziano significativi picchi di risonanza con ampiezza sempre superiore a 3, a frequenze variabili tra 1,5 e 8,5 Hz, in relazione alle diverse profondità del bedrock sismico. Si segnala la stazione P23, ubicata in prossimità dell'ex Collegio San Giuseppe dove è stato misurato un intenso picco alle frequenze di 4,2 Hz, con $A = 7,4$.

5.5 Follina Ovest - Fondovalle Torrente S. Pietro

In quest'area non sono state censite indagini geognostiche dirette e, pertanto, il modello geologico del sottosuolo è ricostruibile solo sulla base dei dati geofisici. In particolare, il profilo MASW L8 e le stazioni HVSR P21 e P22 indicano che i depositi quaternari hanno velocità variabili tra 220 m/s, negli strati superficiali, e 500 m/s in quelli più profondi; il loro spessore dovrebbe essere dell'ordine di 40 – 50 m, ma tale informazione risulta alquanto incerta per l'assenza di dati di taratura. Il bedrock sismico ha una velocità di circa 1000 m/s

Le misure HVSR mostrano due picchi di risonanza: il primo si colloca su frequenze prossime a 2 Hz, mentre il secondo su frequenze intorno ai 8 - 10 Hz.

5.6 Fondovalle del Fiume Soligo

All'interno di questa zona sono comprese, tra l'altro, le frazioni di La Bella e Pedeguarda. Il sottosuolo è costituito dai depositi alluvionali del Soligo, ai quali si interdigitano depositi detritici/colluviali in prossimità dei versanti che delimitano la vallata. I dati stratigrafici desumibili dai pozzi ubicati nella zona centrale della vallata, indicano che lo spessore del materasso alluvionale si attesta intorno ai 20 m. In località La Bella sono stati perforati dei pozzi dei quali però non si conosce la stratigrafia, la cui profondità è compresa tra 15 e 32 m

In corrispondenza del fondovalle (tra via Talponade e via Ligonto) sono stati eseguiti i profili MASW L1 ed L2, i quali indicano che i depositi alluvionali hanno velocità variabili tra 300 e 450 m/s ed uno spessore di circa 15 m. Il bedrock sismico ha velocità dell'ordine di 1000 m/s.

Nella medesima area sono state ubicate le stazioni HVSR P1, P2, P3, P4, P8, P9, P10 e P11, i cui diagrammi mostrano come i picchi di risonanza di collocino su frequenze comprese tra 6 e 11 Hz.

I profili MASW L10 ed L13, ubicati rispettivamente a La Bella e Pedeguarda, in posizione decentrata rispetto il centro della valle, evidenziano velocità delle coperture alluvionali comprese tra 200 e 370 m/s e spessori dell'ordine di 10 – 12 metri. Nelle stazioni HVSR P28, P29 e P32, i picchi di risonanza si trovano su frequenze comprese tra 6 e 9 Hz.

5.7 Col, Farrò e Guarda

Queste frazioni sono poste in corrispondenza a due aree subpianeggianti poste a quote di 255 m s.l.m. (Col) e comprese tra 230 e 260 m s.l.m. (Farrò e Guarda). Il sottosuolo è costituito per la prima decina di metri da terreni glaciali e fluvioglaciali alterati con formazione di "ferretto", la cui composizione è data da clasti immersi in abbondante matrice limosa che presentano alla base uno orizzonte conglomeratico ben cementato. Il substrato lapideo è rappresentato da rocce marnose arenacee. E' da segnalare la presenza di fenomeni carsici evidenziati da doline.

Nella zona di Farrò è stato eseguito il profilo MASW L9, in corrispondenza del quale sono state determinate velocità della copertura quaternaria comprese tra 150 e 320 m/s ed uno spessore di 18 metri circa. Il bedrock sismico possiede velocità di 700 m/s.

La stazione HVSR P26 evidenzia due picchi di risonanza, a frequenze di 4 e 9 Hz, mentre la stazione P27 ubicata poco più a Sud, a Guarda, ha un picco a 7,5 Hz.

A Col è stata ubicata la stazione P30, il cui diagramma della curva H/V mostra un picco alla frequenza di 7,2 Hz, indicativo della presenza di un contrasto di impedenza alla profondità di circa 10 m dal p.c..

6 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI II° LIVELLO

6.1 Premessa

Lo studio di Microzonazione Sismica di II° livello del Comune di Follina è stato redatto sulla base della DGR 1572/2013.

Nell'ambito dello studio è stata valutata la presenza degli scenari previsti dalla DGRV 1572. Nella tabella seguente (ripresa dalla fig. 2 dell'allegato A) della Delibera) viene esplicitata, per ogni singola tipologia di instabilità/amplificazione, la presenza sul territorio analizzato e le procedure applicate nel presente studio.

Tabella 9: procedure di microzonazione sismica

<i>SIGLA</i>	<i>Scenario di pericolosità</i>	<i>Presenza nel territorio</i>	<i>Procedura utilizzata</i>
P1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	SI	Individuate da PATI, PTCP e segnalazioni
P1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	SI	Individuate da PATI, PTCP e segnalazioni
P1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	SI	Individuate tramite analisi di II° livello
P2a	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali depositi altamente compressibili, ecc.	NON significativa	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P2b	Zona con depositi granulari fini saturi	NON significativa	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P2c	Zona caratterizzata da coltri di terreno di riporto o che hanno subito riempimenti antropici	NON significativa	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P3a	Linea di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc...)	SI	Analizzate le amplificazioni e stimate sulla base degli abachi.
P3b	Zona di cresta e/o cocuzzolo: appuntita – arrotondata	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative nell'area studiata. Presenti nell'area montana e collinare
P4a	Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	SI	Calcolati i valori di Fa ed Fv
P4b	Zona di fondovalle stretta (C>0.25) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P4c	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	SI	Calcolati i valori di Fa ed Fv
P4d	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P4e	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P5a	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	NON significativa	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative nell'area studiata

SIGLA	Scenario di pericolosità	Presenza nel territorio	Procedura utilizzata
P5b	Zona ove sono presenti o potenzialmente presenti cavità sotterranee o sinkhole	SI	Sono segnalate alcune morfologie carsiche sui terrazzi di Farrò e Col. Presenti inoltre nell'area montana

6.2 Valutazione degli effetti litologici

Per la valutazione degli effetti litologici, la normativa vigente indica che, per la microzonazione di 2° livello, si deve fare ricorso a metodi semplificati che prevedono l'uso di abachi. Allo stato attuale non essendo disponibili abachi specifici per la Regione Veneto, come indicato nella DGRV n. 1572 del 3 settembre 2013 – Allegato A, si sono utilizzati quelli inseriti nel Volume “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” della Protezione Civile Nazionale.

Gli abachi forniscono due valori di amplificazione sismica FA ed FV così definiti

- a) **FA**: fattore di amplificazione a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione)
- b) **FV**: fattore di amplificazione a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

Per la valutazione di FA ed FV è necessario conoscere la litologia prevalente del sottosuolo nel sito considerato, l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) con la profondità e la profondità del bedrock sismico. Gli abachi sono costruiti per tre diversi profili di velocità nel sottosuolo:

Profilo 1: velocità costante (V_{SH}) lungo tutto lo spessore del deposito

Profilo 2: velocità crescente con la profondità con il gradiente massimo

Profilo 3: profilo di velocità crescente con la profondità con gradiente intermedio tra i due precedenti

L'utente sulla base delle conoscenze geologiche e geofisiche dell'area deve scegliere quale profilo è più idoneo a rappresentare la situazione in esame. Per i territori considerati nel corso del presente studio è stato utilizzato il profilo con gradiente massimo.

Infine, gli abachi forniscono i valori di amplificazione per tre classi di ag: 0,06g, 0,18g, 0,26g. Per il Comune di Follina sono stati sempre utilizzati gli abachi riferiti al valore di 0,26g.

La stima dei Fattori di amplificazione litostratigrafici è stata ottenuta tramite i valori di V_s ricavati dalle prove MASW, le quali hanno portato a definire la velocità media delle onde di taglio della copertura. Relativamente alle caratteristiche del substrato sismico e, in particolare, la sua profondità, è stato fatto riferimento sia ai dati forniti dalle indagini geognostiche sia ai risultati ottenuti dalle misure MASW e HVSR.

Per quanto riguarda la litologia, gli abachi nazionali prevedono soltanto tre tipologie di depositi sciolti: ghiaie, sabbie e argille. Nelle necessarie semplificazioni per poter utilizzare gli abachi stessi, è stato sempre fatto riferimento all'abaco relativo ai terreni ghiaiosi.

Infine, nel caso di dati di ingresso della Vs e della profondità del substrato, non ben classificabili nell'ambito della griglia prevista dal DPC, sono stati utilizzati i metodi classici di interpolazione, oppure sono stati scelti approcci conservativi che privilegiavano il dato che determinava un FA più elevato.

Tabella 10: Valori di FA e FV ricavati dagli abachi relativamente alle misure MASW

Codice Profilo MASW	Località	FA	FV
026027L1	Via Ligonto – Via Talponade	1,85	1,06
026027L2	Via Ligonto – Via Talponade	1,88	1,09
026027L3	Valmareno	1,65	1,17
026027L4	Valmareno	2,50	1,89
026027L5	Strada Maestra	1,48	1,51
026027L6	Via circonvallazione Est	1,86	2,0
026027L7	Via Fossa (zona industriale)	2,1	1,06
026027L8	Via Martellin	1,93	1,87
026027L9	Farrò	>2,7	>1,13
026027L10	La Bella	>2,8	>1,13
026027L11	Via G. Paoletti	>2,7	>1,13
026027L12	Via Sanavalle	2,5	1,35
026027L13	Pedeguarda	2,11	1,05

Nella carta di microzonazione sismica i valori di FA riportati derivano anche dalle stime rese possibili dalla valutazione dello spessore delle coperture effettuata tramite le misure HVSR. Per tale motivo nella carta stessa i punti di misura dei FA sono più numerosi rispetto a quelli indicati nella tabella precedente.

Relativamente alla sola amplificazione di tipo litostratigrafico, l'analisi della tabella e della carta di microzonazione sismica, nella quale il territorio è stato suddiviso in classi con valori di FA crescente, consente di fare le seguenti considerazioni.

- I valori di FA variano da un minimo di 1,25 ad un massimo maggiore di 2,8.

- I valori di FA relativamente più bassi, compresi tra 1,25 e 1,51, si trovano nella zona compresa tra il centro di Follina e l'area industriale. Una seconda area con valore più bassi si colloca nella parte meridionale della valle del Soligo con valori di FA compresi tra 1,71 e 1,89.
- I valori di FA più elevati si registrano nel centro di Follina (FA 2,5 ÷ 2,86), a sud di Valmareno (FA 2,5 ÷ 2,51), nella zona di Paluc (FA 2,5), nella media valle del Soligo (FA 2,65 ÷ >2,8) e nei terrazzi di Col e Farrò (FA 2,53 ÷ >2,7).
- I valori di FV sono compresi tra 1,03 e 2,27.

Nella carta di microzonazione sono state anche indicate le amplificazioni dovute alle scarpate che, nel caso in esame, si collocano esclusivamente lungo le valli che attraversano il comune. Come si vede l'amplificazione per effetti morfologici si somma a quella litostratigrafica, per cui in alcune aree si arriva a determinare un fattore di amplificazione complessivo maggiore di 3.

Infine, nella carta sono state rappresentate anche le aree interessate da instabilità:

- Zone di attenzione per instabilità di versante
- Zone di attenzione per faglie attive e capaci.

6.3 Valutazione degli effetti morfologici

Lo studio di microzonazione sismica di II° livello non è stato esteso a tutto il territorio comunale, come peraltro previsto anche dalla DGRV 1572/2013, ma agli abitati esistenti ed alle aree urbanizzabili.

Gli effetti di amplificazione morfologica si riscontrano in corrispondenza dei cigli di scarpata che circondano i terrazzi di Farrò, Col e Guarda, in cui i versanti possono assumere pendenze rilevanti e dove il dislivello tra il fondo valle ed il ripiano dei terrazzi può superare i 70 metri complessivi.

Le fasce interessate da questo fenomeno, generato e favorito dalla estesa presenza di banchi conglomeratici postglaciali che hanno permesso la formazione di tali ripide pareti, sono quelle che si estendono sul versante idrografico sinistro della valle del Soligo nella parte meridionale del territorio comunale.

La valutazione delle condizioni morfologiche in grado di generare amplificazione sismica è stata effettuata tramite l'analisi della CTR che, pur con i limiti di precisione propri di questo supporto, ha permesso di effettuare stime e valutazioni sugli effetti legati alle amplificazioni di tipo morfologico.

I limiti di questa valutazione sono insiti nella precisione della cartografia; per approfondimenti ed affinamenti dei fattori di amplificazione specifici per ogni sito, si dovranno eventualmente

effettuare rilievi topografici in grado di meglio definire la geometria ed i limiti delle scarpate e dei relativi cigli.

6.3.1 Zona di scarpata

Le zone di scarpata che possono essere suscettibili di amplificazioni morfologiche devono possedere dei parametri che superano specifici limiti dimensionali esplicitati in modo semplificato dalla seguente figura tratta dall'Allegato A) della DGR 1572/2013.

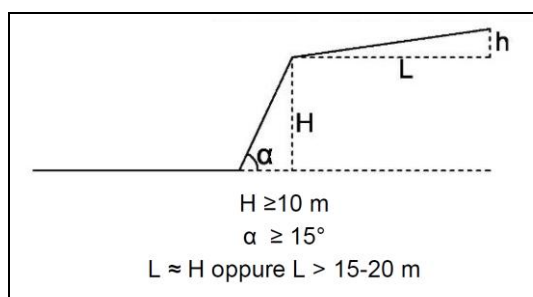


Figura 15: criteri di riconoscimento delle scarpate suscettibili di amplificazioni morfologiche

In pratica l'altezza deve essere maggiore di 10 metri e contemporaneamente l'angolo del pendio deve superare i 15°, inoltre il fronte superiore deve essere pari almeno all'altezza della scarpata o comunque non inferiore ai 15-20 metri.

I fattori di amplificazione legati alle caratteristiche geometriche delle scarpate sono riassunte nella seguente tabella (Figura 16).

Fattore di amplificazione per effetto morfologico			
Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Fa 0.1-0.5	Area di influenza
10 m < H < 20 m	15° < α < 90°	1.1	Ai = H
20 m < H < 40 m	15° < α < 90°	1.2	Ai = 3/4 H
H > 40 m	15° < α < 20°	1.1	Ai = 2/3 H
	20° < α < 40°	1.2	
	40° < α < 60°	1.3	
	60° < α < 70°	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Figura 16: criteri di assegnazione dei Fattori di amplificazione

Gli elementi esplicitati in tabella sono noti con l'eccezione dell'area di influenza Ai che rappresenta la fascia di amplificazione situata a monte del ciglio della scarpata e la cui ampiezza è indicata nell'ultima colonna della tabella.

Il Fattore di amplificazione diminuisce spostandosi dal ciglio per raggiungere l'unità alla base della scarpata e, verso monte, sino al limite dell'area di influenza Ai.

È importante sottolineare che l'amplificazione complessiva di sito (amplificazione morfologica + amplificazione litostratigrafica) si ottiene con il prodotto dei due Fa specifici e non con la somma.

Nella figura seguente (Figura 17) è riportato un esempio cartografico dei fattori di amplificazione, si può osservare l'andamento asimmetrico dell'amplificazione rispetto al ciglio di scarpata.



Figura 17: esempio di andamento del Fa in caso di scarpate

Legenda

- Fattore di amplificazione morfologica pari a 1,2
- Fattore di amplificazione morfologica pari a 1,1

La prima attività è quindi consistita nella individuazione delle morfologie, che rispondessero ai requisiti minimi descritti, tramite un'analisi della CTR e successivamente anche con sopralluoghi mirati in alcune delle aree più significative.

Le fasce di amplificazione morfologica collegate alle zone di scarpata si sovrappongono alle aree con amplificazione litostratigrafica provocando di conseguenza un incremento di tale valore il quale, poiché derivante dal prodotto dei due termini, può divenire significativo.

Le zone più interessate da questo fenomeno, nell'ambito delle aree urbane e periurbane, sono quelle relative agli alti terrazzi che circondano i centri abitati di Farrò e Col dove compaiono fattori di amplificazione, per la sola componente morfologica, compresi tra 1,1 e 1,2.

Si ritiene utile infine segnalare che lungo le scarpate, dove non è stata valutata l'amplificazione litostratigrafica, viene riportata unicamente l'amplificazione morfologica (con diverso codice cromatico). In tali situazioni, anche se non segnalata nella cartografia allegata, gli effetti di amplificazione litostratigrafica dovranno comunque essere considerati in caso di progettazione di opere, edifici o interventi.

6.3.2 Zona di cresta e/o cocuzzolo

L'esame della cartografia CTR non ha portato ad individuare, all'interno delle aree urbanizzate o delle località sparse più significative, fasce o punti specifici le cui caratteristiche geometriche porterebbero a classificarli come creste o cocuzzoli.

6.4 Liquefazione

Il fenomeno della liquefazione dei terreni si può verificare in concomitanza con eventi sismici e condizioni stratigrafiche specifiche e consiste nel quasi totale annullamento della resistenza a taglio del terreno con comportamento assimilabile ad un fluido.

L'esame dei dati resi disponibili per il territorio comunale di Follina non permette di definire in modo certo l'assenza degli elementi che concorrono al fenomeno (terreni sabbioso-limosi in condizioni sature sino a 15 metri di profondità).

L'analisi delle condizioni e delle situazioni locali non ha quindi consentito di inserire in cartografia la segnalazione della possibile occorrenza del fenomeno, ma è auspicabile che venga affrontato un particolare approfondimento del tema nella fase di progettazione delle singole opere come peraltro indicato nell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" (DM del 17 gennaio 2018).

6.5 Instabilità di versante

6.5.1 Frane attive e/o quiescenti

Sono stati riportati in cartografia, nell'area interessata dalla microzonazione di II° livello, alcuni fenomeni di instabilità di versante derivanti dalla verifica dei dati provenienti dal PATI, dal PAI prodotto dall'Autorità di Bacino competente, e dal PTCP realizzato dalla Provincia di Treviso (segnalazioni puntuali e non areali) oltre che da alcune segnalazioni arrivate direttamente dall'ufficio tecnico del Comune. Sono stati quindi riportati in cartografia alcuni modesti dissesti

gravitativi ubicati, al di fuori delle aree urbanizzate, in corrispondenza dei ripidi versanti che scendono dai terrazzi di Farrò e Col.

Queste aree non possono essere soggette a previsioni urbanistiche che ne incrementino il “carico”.

Nei casi in cui le aree classificate come frane attive o quiescenti interessino aree urbanizzate, in sede di modifiche, adeguamenti o ristrutturazione degli edifici esistenti si dovrà procedere con l'analisi di III° livello. (si veda paragrafo 7.2.5)

6.5.2 Aree potenzialmente in frana

6.5.2.1 Frane in pendii nell'ambito delle terre

La valutazione e la classificazione delle aree potenzialmente in frana, nell'ambito della MS di II° livello, avviene tramite la stima di un parametro definito come “*Massimi spostamenti attesi*” in caso di sisma, che può fornire una classificazione sulla pericolosità delle varie aree interessate.

Tale valutazione possiede un mero valore relativo permettendo il confronto tra aree diverse ma può essere considerato solo come indagine territoriale e non come valutazione di sito come peraltro specificato anche nell'allegato A) alla DGR 1572/2013 che si riporta: “*Si precisa che i risultati ottenuti con tali metodi hanno solo valore comparativo e non possono essere esportati a scala del manufatto*”.

Per il caso in esame, tra i vari indicati nell'allegato citato, si è utilizzato il metodo illustrato da Romeo R.W. (*Seismically induced landslide displacement: a predictive model. Engineering geology, 58, 337-351 – [2000]*) che è sembrato il più adatto all'ambito territoriale di Follina, sia come estensione sia per tipologia di dati disponibili.

Tra le varie espressioni previste dallo studio di Romeo per determinare lo spostamento in caso di sisma, è stata scelta quella che prende in considerazione la distanza dall'epicentro del sisma (indicata peraltro anche nella pubblicazione *Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica*) e che in forma matematica risulta così esplicitata:

$$\log_{10}D(cm) = -1,281 + 0,648M - 0,934\log_{10}\sqrt{(RE^2 + 3,5^2)} - 3,699K + 0,225S \pm 0,418$$

Dove:

M = Magnitudo attesa

RE = Distanza in chilometri dall'epicentro

K = Coefficiente che dipende dall'accelerazione di picco, dall'angolo della superficie di frana e dal fattore di sicurezza

S = Coefficiente che varia tra 0 e 1 in base alle Vs dei terreni (1=terreno soffice, 0 = terreno duro)

Il coefficiente K si ricava dalla seguente espressione (indicata anche nella pubblicazione *Indirizzi e criteri per la MS II - Linee guida, a pagina 99*)

$$K = kc \frac{g}{a_{max}}$$

Dove:

kc = Coefficiente sismico critico ($kc = a_c/g$)

g = Accelerazione di gravità

a_{max} = Accelerazione di picco in caso di sisma

Infine l'accelerazione critica a_c si ricava dalla seguente formula:

$$a_c = (FS - 1)g \text{ sen } \alpha$$

Dove:

FS = Fattore di sicurezza

g = Accelerazione di gravità

α = Angolo di inclinazione della superficie di scorrimento

Definita così la procedura di calcolo, nei paragrafi seguenti vengono descritte le modalità con cui sono stati determinati i valori inseriti nelle formule illustrate precedentemente.

Coefficiente - S

Il coefficiente varia in base alla V_s , per la valutazione è stata utilizzata la carta geologico tecnica assegnando alle diverse litologie un valore che considerasse le condizioni e le caratteristiche dei terreni interessati.

Il coefficiente varia da 0 a 1 in base alle V_s del terreno (1=terreno soffice; 0=terreno rigido).

Nella tabella seguente sono riportate le formazioni rocciose del substrato, i terreni quaternari ed il relativo coefficiente S assegnato. Come base dati è stata utilizzata principalmente la cartografia geologica dello studio di Microzonazione di I° livello (Carta geologico tecnica).

Tabella 11

Classificazione formazione carta Geologico-Tecnica MS I° livello	Coeff. S	Note
GR - Substrato granulare cementato	0,2	Calcareniti e conglomerati terziari affioranti sulle dorsali meridionali del territorio comunale
LPS - Substrato lapideo stratificato, compresi i conglomerati interglaciali	0,2	Calcari, calcari marnosi e dolomie dei massicci montuosi settentrionali. Sono stati inseriti anche i conglomerati dei terrazzi meridionali
NRS - Substrato geologico non rigido stratificato (marne, argilliti, flysch)	0,5	Formazioni marnoso argillose e argilloso-molassiche della sequenza terziari. Affiorano sulle dorsali meridionali
GM - Depositi ghiaioso limosi, miscele di ghiaia, sabbia e limo	0,6	Depositi alluvionali della vasta conoide di Valmareno e del fondovalle del Soligo

<i>Classificazione formazione carta Geologico-Tecnica MS I° livello</i>	<i>Coeff. S</i>	<i>Note</i>
CL – Argille inorganiche, miscele di argilla, ghiaia e sabbia	0,8	Compiono in alcune aree di fondovalle del Soligo e, come modeste coperture, sulla sommità dei terrazzi in sinistra idrografica del fiume

Distanza dall'epicentro del terremoto - RE

La complessità geologica e strutturale dell'area in esame rende difficile stabilire una collocazione significativa dell'epicentro del terremoto di progetto.

Per tale motivo, si è preferito definire l'ipocentro posizionandolo nel centro di Follina ipotizzando quindi per tale motivo la maggior intensità nell'area urbana, le modalità di calcolo comunque non assegnano un peso elevato alla distanza dall'ipocentro e quindi eventuali modifiche rispetto a questa ipotesi non sembrano alterare in modo significativo i risultati sugli spostamenti apparenti.

Il territorio è stato poi suddiviso in base a delle fasce di distanza pari a 500 metri dal luogo dell'epicentro. I valori variano da un minimo di 0 ad un massimo di 4,5.

Magnitudo attesa - M

È stata utilizzata la magnitudo definita per un ipotetico sisma generato dalle strutture sismogenetiche presenti nell'area e pari a 6,6 (DISS – Database of Seismogenic Sources ver. 3.2.0).

Calcolo dell'angolo della superficie di scorrimento - α

La formula utilizzata per il calcolo degli spostamenti potenziali è stata verificata dall'autore per le superfici piane di scorrimento della frana, con una modesta approssimazione si è ritenuto possibile equiparare questa inclinazione con l'inclinazione del pendio, dato più facilmente generabile in uno studio a livello territoriale.

Ipotizzando quindi una superficie di scorrimento piana e corrispondente all'inclinazione del pendio, quest'ultima è stata calcolata tramite sistemi GIS suddividendo in classi di angoli diversi l'inclinazione del pendio, con assegnazione di un codice di riferimento:

Tabella 12: Tabella classi pendio

Classi pendenza	Intervallo angoli pendio
1	0° - 5°
2	5° - 9°
3	9° - 12°
4	12° - 19°
5	19° - 23°
6	23° - 28°
7	28° - 34°
8	>34°

Valutazione del coefficiente di sicurezza statico FS

In considerazione dell'ampiezza del territorio indagato, ed in mancanza di dati specifici che permettessero di valutare il Fs per ogni singola situazione, si è stimato il suo valore in riferimento all'angolo del pendio.

Poiché il Fattore di sicurezza diminuisce con l'aumentare della pendenza, è stato utilizzato un grafico di confronto tra Fs e spostamento atteso e tramite processi interattivi è stato individuato un valore di Fs per ogni classe di pendenza, in modo tale che la distanza di spostamento apparente variasse in modo lineare al solo variare di Fs e dell'angolo del pendio (mantenendo costanti cioè tutti gli altri parametri). Le classi relative all'angolo del Pendio e del Fattore di sicurezza sono in pratica coincidenti. Il valore di Fs segue la seguente regola in funzione della classe del pendio.

Tabella 13: variazione Fs con le pendenza

Classe pendenza	Fattore di Sicurezza (Fs)
1	3
2	1,8
3	1,5
4	1,3
5	1,2
6	1,12
7	1,05
8	1

Plottando i risultati dell'applicazione del metodo di Romeo, al solo variare del Fs e dell'angolo del pendio, si è ottenuto il seguente grafico in cui sono confrontati i valori risultati dal calcolo dello spostamento apparente D al variare dell'angolo del pendio.

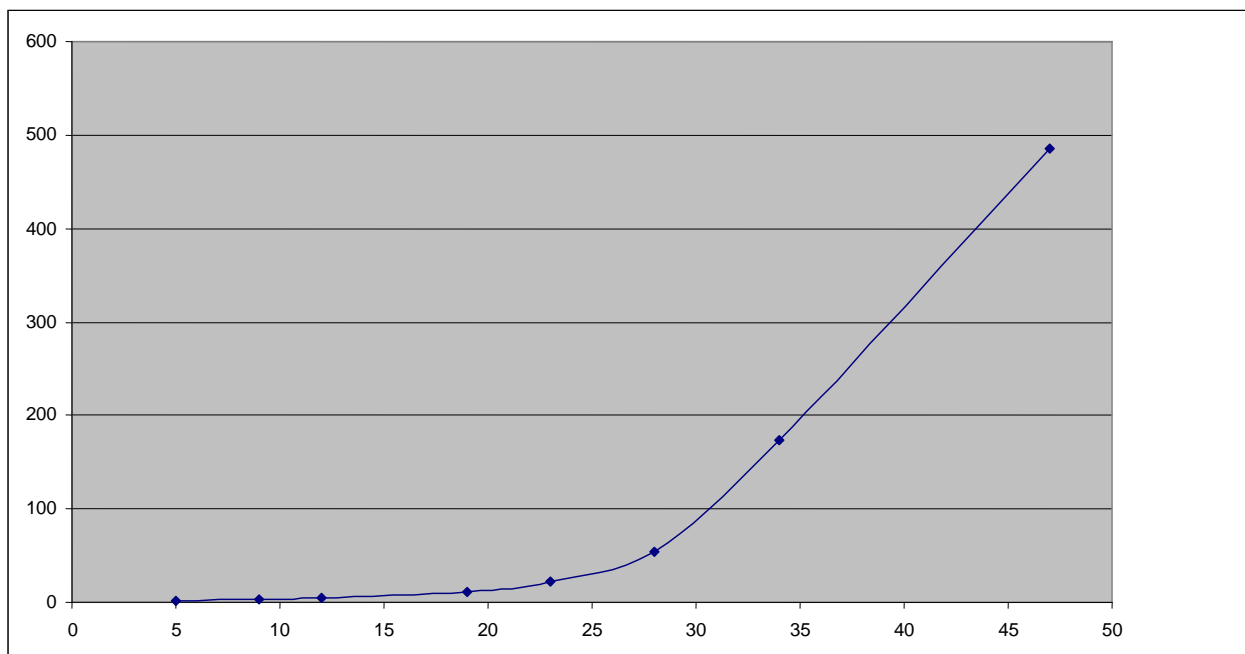


Figura 18: andamento del rapporto tra angolo del pendio (ascisse) e spostamento apparente (ordinate)

I valori così determinati del F_s sono stati poi applicati a tutti i casi reali individuati nell'area indagata per le diverse classi di superficie di scorrimento indicate in precedenza.

Assegnazione valore accelerazione di picco - a_{max}

La valutazione dell' a_{max} è stata portata a $2,45 \text{ m/sec}^2$

Algoritmo di calcolo dello spostamento apparente - D

Come accennato precedentemente, per il calcolo dello spostamento apparente è stata utilizzata la formula semplificata di Romeo e tramite applicazioni GIS si è arrivati alla redazione della carta dello spostamento apparente D , suddividendo in 7 classi i valori stimati secondo il seguente schema.

Tabella 14: classi spostamento apparente

Classi spostamento apparente	Valore spostamento apparente [cm]
0	<4,0
1	4,0 - 15
2	15 - 20
3	20 - 25
4	25 - 30
5	30 - 35
6	>35

Nella tabella seguente sono riportate le percentuali di frequenza delle diverse classi in cui è stato suddiviso il set completo di valore di D (spostamento apparente).

Tabella 15: frequenza delle classi di spostamento

Classi spostamento D [cm]	Classe	Percentuali frequenza
>35	6	36,6%
4,0 - 15	1	26,2%
<4	0	17,4%
15 - 20	2	10,4%
20 - 25	3	4,7%
30 - 35	5	4,2%
25 - 30	4	0,5%
TOTALE		100%

Dall'esame della tabella si desume che le classi più rappresentate sono la n. 6, la n. 1 e la n. 0, risulta essere di particolare significato l'abbondanza della classe 6, che indica elevata possibilità di innesco di frane in caso di sisma, ma a tale classe appartengono esclusivamente aree non urbanizzate.

La carta allegata allo studio e relativa alla potenziale instabilità sismoindotta, evidenzia come le zone più interessate siano rappresentate dai ripidi versanti posti nella fascia settentrionale del Comune e lungo le scarpate dei principali terrazzi situati ad est della valle del Soligo.

La lettura della carta evidenzia inoltre che i centri abitati ricadono, nella quasi totalità dei casi, nelle aree con classi di spostamento apparente più basse. Nella carta non sono stati riportati i valori degli spostamenti apparenti più bassi (<4 cm).

È opportuno comunque segnalare che le fasce di territorio prossime ai cigli e alla base delle scarpate, anche se non evidenziano elevate potenzialità di frana a causa delle modalità di calcolo del modello utilizzato, debbano essere attentamente valutate per i fenomeni di instabilità che potrebbero coinvolgerle in modo indiretto per effetto dell'arretramento del ciglio o per l'accumulo del corpo di frana a valle.

Pur rappresentando un valido aiuto alla comprensione del comportamento sismico del territorio comunale, si ritiene però che l'analisi qui effettuata possa essere ritenuta maggiormente significativa o per ambiti più ristretti, all'interno dei quali sia possibile assegnare i valori dei parametri di ingresso in modo puntuale e specifico, oppure su areali più ampi dove le analisi di tipo statistico-probabilistico appaiono maggiormente valide.

È stato predisposto un file shp (Rischio_frane_sismoindotte) in cui sono state ricavate delle classi numeriche semplificate. Il campo "Dis_CM" di tale file contiene i valori che corrispondono agli intervalli di spostamento indicati come riportato nella Tabella 14 (il valore del campo indica il limite superiore dell'intervallo).

Nei documenti allegati si è preferito separare la cartografia relativa al rischio di frana sismoindotta, introducendo una nuova carta riferita solo a questo tema (non prevista nell'attuali specifiche previste nell'Allegato A) alla DGRV 1572/13), per non sovraccaricare troppo la carta principale dello studio e relativa alla Microzonazione sismica delle aree urbanizzate. L'analisi della franosità sismo indotta non è stata estesa, a livello informatico, a tutto il territorio comunale; sono state escluse le aree più settentrionali dove l'urbanizzazione non è presente. Si ritiene utile segnalare infine che l'analisi delle frane nell'ambito delle terre è stata allargata ad un areale più ampio rispetto a quello della valutazione delle frane in roccia, per cui la non segnalazione di instabilità legate a fenomeni di crollo nell'area vasta non deve essere interpretata come assenza di questi ultimi fenomeni.

Le singole aree riportate in cartografia, derivando da modelli matematici, riflettono i risultati dei dati in ingresso che, ovviamente, risentono di molte variabili ed affidabilità che non dipendono soltanto dal presente studio. Tali aree si devono quindi intendere come segnalatrici di potenzialità di frane sismoindotte, e non devono intendersi come precisi indicatori geografici applicati al suolo.

Le indagini geologiche successive, anche relative a fasi progettuali di singoli edifici, dovranno completare e verificare a scala locale le indicazioni derivanti dal presente studio.

6.5.2.2 Frane in roccia

Le aree potenzialmente interessate da frane in roccia si trovano in corrispondenza dei versanti più acclivi, che scendono dai terrazzi di Farrò e Col all'interno dell'area studiata nel presente lavoro.

Si ritiene inoltre opportuno segnalare che al di fuori delle aree urbanizzate o perirubane analizzate siano presenti ulteriori aree interessate da frane in roccia sismoindotte, soprattutto nelle fascia montana del territorio comunale, ma tali valutazioni esulano dal presente studio.

Lungo i cigli di questi elementi, impostati principalmente nei conglomerati quaternari, compaiono frequenti evidenze di crolli di singoli blocchi e/o frane di crollo che interessano la piana alluvionale su cui insistono alcuni agglomerati urbani in genere di modesta entità.

Per la valutazione della pericolosità delle frane in roccia in caso di sisma è stato utilizzato il metodo, indicato nell'Allegato A) alla DGR 1572/2013, che prevede l'utilizzo di due distinte modalità di calcolo in base all'altezza relativa della base della parete rocciosa ed al ciglio della stessa: metodo del cono d'ombra e metodo dell'angolo equivalente.

I due diversi metodi sono utilizzati in base al rapporto tra le due altezze Z1 e Z2 il cui significato è intuibile dalla osservazione della Figura 19.

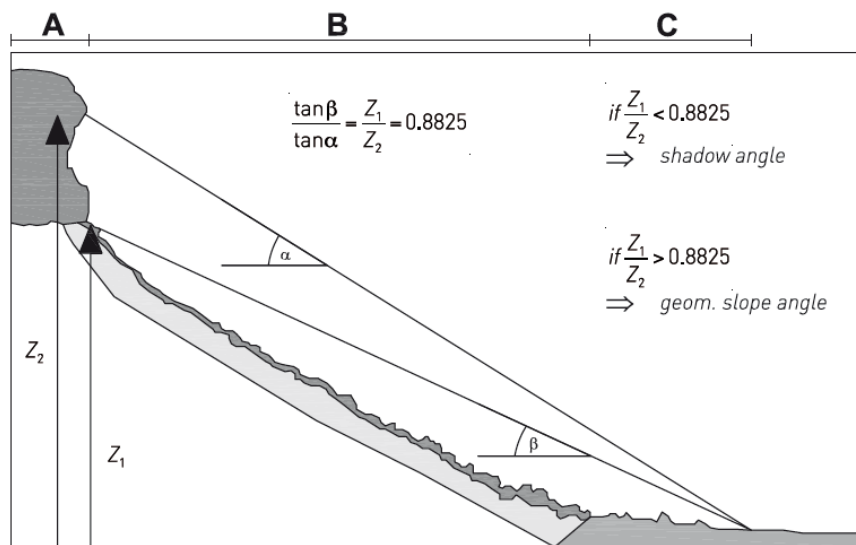


Figura 19: schema della modalità di scelta del metodo di calcolo per scarpate in roccia

- se $Z_1/Z_2 < 0,8825$ si utilizza l'angolo d'ombra;
- se $Z_1/Z_2 > 0,8825$ si utilizza l'angolo di attrito equivalente

Per poter completare le analisi, è stato quindi effettuato un sopralluogo mirato su alcune delle pareti rocciose che potrebbero coinvolgere le aree urbanizzate, volto a definire la morfologia locale e l'altezza delle pareti stesse, non altrimenti determinabili con la sola valutazione derivata dall'osservazione della Carta Tecnica Regionale.

I sopralluoghi e l'analisi sono state estese non soltanto alle aree urbanizzate ma, per maggiore completezza, anche ad alcune case sparse ritenute maggiormente significative dal punto di vista del rischio. Lo studio, come previsto dalla DGR 1572/2013, non è esteso a tutto il territorio comunale, ma ha interessato gli orli dei terrazzi di Farrò e Col e il versante posto a nord del centro abitato di Follina, dove risultano le condizioni di maggiore rischio e dove sono già stati svolti studi geomeccanici specifici.

Nella carta sono state inserite anche alcune pareti rocciose non segnalate nell'ambito degli orli di scarpata della carta Geologico Tecnico (redatta nel 1° livello di approfondimento dello studio di Microzonazione), poiché presentano altezze inferiori ai 10 metri oppure perché inserite all'interno del versante con pendenze molto acclivi e quindi non in grado di generare dei veri e propri cigli di scarpata (come ad esempio il versante situato a nord del centro abitato di Follina dove peraltro sono presenti reti paramassi).

In considerazione della copertura forestale e della complessa morfologia delle aree collinari che rendono difficili sia il sopralluogo che la verifica dell'esistenza delle pareti stesse, le indicazioni riportate nel presente studio assumono carattere indicativo poiché non è escludibile a priori che, lungo i versanti delle colline, possano staccarsi singoli massi in equilibrio precario o provenienti da modeste pareti rocciose non rilevabili alla scala di indagine dello studio.

Complessivamente sono state analizzate 13 sezioni rappresentative lungo le scarpate che si addossano ai terrazzi, tutte sono impostate sulla formazione del Conglomerato che compare sulle alture collinari poste a sud-est del centro abitato di Follina.

Un altro elemento significativo rispetto ad una valutazione specifica della stabilità delle pareti, è dovuta alla natura stessa del conglomerato, che difficilmente evidenzia giunti o soluzioni di continuità dovute a giaciture o strutture geologiche, ma molto più spesso tali discontinuità sono dovute al diverso grado di cementazione la cui variazione è del tutto casuale e caratteristica di ogni singolo affioramento. La stabilità deve quindi essere valutata in sede successiva effettuando singole indagini geomeccaniche per ogni parete e/o porzione di parete.

Nella tabella seguente sono riportate le singole scarpate analizzate ed i principali parametri caratteristici per la valutazione delle distanze di rotolamento dei massi. Si sottolinea in questa sede che tutti i parametri relativi alle quote ed alle distanze sono state ricavate dalla CTR, con le evidenti approssimazioni relative a tale documentazione (si ricorda che la tolleranza delle quote in area boscata è pari a metà dell'altezza degli alberi presenti). Le valutazioni e le stime riportate devono quindi essere considerate come tali e non come verifiche geomeccaniche dell'ammasso e analisi sulle traiettorie di caduta dei massi, che necessitano di indagini, sia geologiche che topografiche, più approfondite e precise.

Tabella 16: pareti rocciose e loro principali caratteristiche

N.	Località	Tipo coinvolgimento	Altezza scarpata	Z1 (min)	Z2 (max)	Coeff.	Metodo	Quota basale	Metodo cono d'ombra	Metodo att. Equival.
1	Roncavazzai Nord	Bosco ed aree agricole	10	215	225	0,750	cono d'ombra	185	56,42	78,51
2	Roncavazzai Ovest	Bosco ed aree agricole	10	230	240	0,818	cono d'ombra	185	84,63	107,95
3	Col nord	Bosco ed aree agricole	10	240	250	0,857	cono d'ombra	180	112,84	137,40
4	Col S - Sottoriva	Centro abitato	10	240	250	0,857	cono d'ombra	180	112,84	137,40
5	Col Sud	Bosco ed aree agricole	10	235	245	0,857	cono d'ombra	175	112,84	137,40
6	Col S - La Bella	Centro abitato	10	235	245	0,857	cono d'ombra	175	112,84	137,40
7	Farrò N - La Bella	Centro abitato	10	240	250	0,867	cono d'ombra	175	122,24	147,21
8	Farrò - La Bella	Centro abitato	10	235	245	0,867	cono d'ombra	170	122,24	147,21
9	Guarda Ovest	Area industriale	10	235	245	0,857	cono d'ombra	175	112,84	137,40
10	Guarda S - Cortivi	Centro abitato	10	235	245	0,857	cono d'ombra	175	112,84	137,40
11	Guarda Sud	Centro abitato	10	215	225	0,833	cono d'ombra	165	94,03	117,77
12	M. Tempier - Pedeguarda	Centro abitato	10	240	250	0,889	attrito equivalente	160	150,46	176,65

13	Castelletto	Centro abitato	10	190	200	0,800	cono d'ombra	150	75,23	98,14
14	Ex Lanifici Andretta - Via scolastica	Centro abitato	80	200	280	0,059	cono d'ombra	195	9,40	166,84
15	Ex Lanifici Andretta - Via scolastica zona ovest	Centro abitato	65	210	275	0,071	cono d'ombra	205	9,40	137,40
16	Ex Lanifici Andretta - Via scolastica zona più a ovest	Centro abitato	55	220	275	0,154	cono d'ombra	210	18,81	127,58
17	Via Volpere	Bosco ed aree agricole	50	225	275	0,091	cono d'ombra	220	9,40	107,95
18	Chiesa Via Pallade	Centro abitato	140	210	350	0,067	cono d'ombra	200	18,81	294,42
19	Castelbrando	Case sparse	75	275	350	0,250	cono d'ombra	250	47,02	196,28
20	Ovest Follina	Centro abitato	10	400	410	0,944	attrito equivalente	230	319,72	353,30

Nella Tabella 16 sono riportate la località, la tipologia di urbanizzazione interessata, l'altezza della scarpata (dove geometricamente definibile), i due valori di Z1 e Z2, il valore del rapporto tra Z1 e Z2, il metodo conseguente di stima, la quota del piano campagna alla base del cono di detrito o della variazione significativa di pendenza ed infine le distanze massime calcolate in modo statistico secondo le due modalità descritte e previste nell'Allegato A) della DGR n.1572/2013.

Il rapporto Z1/Z2 calcolato su tutte le pareti indagate è risultato nella maggior parte dei casi inferiore a 0,8825, mentre solo in un caso superiore, sezione 12, in ogni caso si è preferito adottare il metodo più conservativo che ha determinato le distanze maggiori di caduta massi dalla base del versante in considerazione della approssimazione legata alla corretta geometria delle scarpate.

In cartografia è stata riportata la distanza di rotolamento dei massi identificando una fascia di occupazione secondo il valore della distanza massima riportata nella Tabella 16 o sino a dove la morfologia potrebbe impedire (o favorire) di fatto il rotolamento stesso.

6.6 Zone con cavità sotterranee

Nell'ambito del territorio urbanizzato del Comune di Follina sono state segnalate le aree con cavità sotterranee in corrispondenza dei terrazzi di Farrò e Col dove sono evidenti dei fenomeni di dissoluzione carsica (doline) segnalati peraltro anche dalle carte di analisi del PTCP della Provincia di Treviso. Sono probabilmente presenti anche altre situazioni similari ubicate nelle aree montane poste a nord dei centri urbani di Follina e Valmareno, ma che non sono state oggetto di MS di II° livello.

La verifica della presenza di cavità carsiche in sottterraneo è una valutazione di complessa risoluzione, che richiede indagini geognostiche e geoelettriche specifiche e costose (sondaggi, tomografia elettrica, radar, ecc.) le quali devono essere finalizzate ad aree specifiche e puntuali da affrontare, a nostro parere, in sede locale, nell'eventualità che un progetto vada ad interessare zone interessate da questi fenomeni.

6.7 Zone interessate da comportamenti differenziali

Sulla base dei dati disponibili l'analisi delle caratteristiche dei terreni presenti e dei litotipi affioranti o sub-affioranti non ha portato ad individuare fasce interessate da fenomeni di comportamento differenziale significativi.

Una fascia potenzialmente interessata da comportamenti differenziali potrebbe essere quella che mette in contatto i conglomerati con la coltre di depositi sciolti superficiali a tessitura limoso argillosa. L'identificazione precisa di questa fascia di contatto. Si ritiene pertanto di rinviare questa tematica a valutazioni da fare in sede progettuale del singolo intervento. Qualora le indagini ne rilevino la presenza e la posizione si dovranno approfondire gli specifici studi di carattere sismico.

7 SINTESI E CONSIDERAZIONI FINALI

7.1 Premessa

La D.G.R.V. n. 1572 del 03.09.2013 “*Definizione di una metodologia teorica e sperimentale per l'analisi sismica locale a supporto della pianificazione. Linee Guida Regionali per la microzonazione sismica. (D.G.R. 71/2008, D.G.R. 2877/2008 e D.lgs. 163/2006 e abrogazione D.G.R. n. 3308/08)*” stabilisce che per definire la carta di microzonazione sismica, il territorio comunale sia mappato secondo la seguenti tipologie:

aree “stabili”, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (substrato geologico posto a profondità inferiore a 3 metri con morfologia piatta o semipianeggiante);

aree “stabili suscettibili di amplificazioni sismiche”, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;

aree “suscettibili di instabilità”, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). Le principali cause di instabilità sono: instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive, cedimenti differenziali.

Nell'Allegato A) alla DGRV n. 1572/2013 “*Linee guida per l'esecuzione di studi di Microzonazione Sismica*” sono specificate più in dettaglio queste tre categorie.

Le risultanze dello studio di Microzonazione Sismica di I° livello, hanno permesso di stabilire che nell'ambito del territorio comunale non esistono aree classificate come *Aree “stabili”, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo.*

Le indagini pregresse, desunte da documenti resi disponibili dall'Ufficio Tecnico comunale e dalla bibliografia esistente e le indagini geofisiche eseguite nell'ambito dello studio II° livello, hanno consentito di suddividere il territorio comunale, in aree con Fattori di amplificazione diversificati in relazione alle condizioni morfologiche, litostratigrafiche e geofisiche.

Relativamente alle aree di instabilità per azione sismica, sono state identificate delle zone interessate da fenomeni di instabilità ed, infine, alcuni settori del territorio comunale sono interessati dal tracciato di faglie attive e capaci.

7.2 Proposta di prescrizioni normative

Nel territorio oggetto del presente studio 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.

In considerazione delle caratteristiche sismiche e geologiche del Comune di Follina, contraddistinto da condizioni litostratigrafiche predisponenti l'amplificazione e dal rischio

potenziale di sismi di magnitudo medio-elevata (il comune è classificato in classe 2), si è ritenuto opportuno definire il grado di approfondimento delle indagini sismiche da effettuare in sede di progetto, sia in base alla tipologia di terreno interessato, sia facendo riferimento alla classificazione degli edifici prevista dalle N.T.C. ed alla normativa regionale inerente gli edifici e opere di interesse strategico ai fini di protezione civile e rilevanti per l'uso.

Tale scelta deriva dall'analisi delle condizioni locali, dalle quali appare evidente una significativa variabilità delle condizioni litostratigrafiche che devono, di conseguenza, essere verificate e confermate in fase di progetto.

La microzonazione riportata in cartografia, basata sui Fattori di amplificazione elaborati con abachi e metodi semplificati, deve essere quindi utilizzata come approccio per inquadrare la possibile risposta sismica locale e per programmare la tipologia di indagini necessarie in sede esecutiva.

La scelta della tipologia e metodologia di indagine dovrà quindi essere commisurata all'importanza dell'opera e, in ogni caso, dovrà essere adeguatamente motivata.

Sulla base delle considerazioni esposte in precedenza, vista anche la classificazione sismica del Comune di Follina, si stabiliscono diversi gradi di approfondimento dello studio sismico.

7.2.1 Modalità di applicazione degli approfondimenti

Il D.M. 17.01.2018, al paragrafo 2.4.2 "*Classi d'uso*", in presenza di azioni sismiche e con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, suddivide le costruzioni in quattro classi d'uso definite in base alla frequentazione, alla funzione, alle attività e all'utilizzo. Su tutto il territorio comunale dovranno essere effettuate le indagini e gli studi indicati di seguito.

- **Classe I:** *Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.* Per queste costruzioni, in funzione dell'ubicazione e della tipologia, potranno essere utilizzati i dati e le informazioni sismiche contenuti nel presente studio, oppure eseguite indagini come illustrato per gli edifici in classe II in base alle considerazioni e valutazioni del progettista.
- **Classe II:** *Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*

Per queste costruzioni si prevede l'esame dei dati e delle informazioni sismiche contenuti nel presente studio e, quindi, 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 $V_{s,eq}$. Poiché le caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo limitano, di solito, a pochi metri la profondità di indagine delle prove penetrometriche, si ritiene che la determinazione della velocità delle onde di taglio V_s , debba essere fatta utilizzando indagini sismiche, in superficie (MASW, Re.Mi., ESAC, sismica a rifrazione) o in foro (cross-hole, down-hole,). 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 questa categoria di edifici, particolare attenzione dovrà essere posta nell'analizzare le situazioni ricadenti nelle zone caratterizzate da valori di **FA > 2**, poiché l'assetto litostratigrafico del sottosuolo, può generare amplificazioni sismiche rilevanti. Qualora l'opera in progetto sia strutturalmente rilevante, si consiglia di procedere, anche in questo caso, con l'analisi di Risposta Sismica Locale mediante modellazione numerica.

- **Classe III:** *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*
- **Classe IV:** *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando*

appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per le costruzioni ricadenti nelle classi III e IV si prevede l'esecuzione di un'analisi della Risposta Sismica Locale (RSL) come indicato al paragrafo 7.11.3.1 del DM 17.01.2018

Risposta sismica locale: *“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 sarà condotta utilizzando codici di calcolo monodimensionali, bidimensionali o tridimensionali, in funzione dell'assetto strutturale del sottosuolo. In questa sede, si vuole sottolineare la necessità di eseguire le seguenti indagini per una corretta modellazione:

- esecuzione di sondaggi geognostici per la definizione della successione sismostratigrafica e delle diverse “unità” geotecniche.
- prove sismiche in foro (cross hole, down hole,) 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 rigidezza 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.

La relazione illustrativa delle indagini dovrà contenere i grafici relativi alle misure effettuate ed alla loro interpretazione.

Le analisi di Risposta Sismica Locale si dovranno applicare anche agli edifici e opere elencati 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).

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.

Nelle zone in cui non è stato possibile determinare i valori di FA ed FV (aree non campite nella Carta di Microzonazione Sismica) valgono le medesime norme sopraesposte.

7.2.2 Zone interessate da faglie attive e capaci

Nella Carta di Microzonazione è stata tracciata la fascia di attenzione delle faglie attive e capaci già descritte nel capitolo 2.4 e che sono rappresentate dai seguenti elementi:

- Faglia Bassano Valdobbiadene cod. 77542
- Faglia di Longhere cod. 70600
- Faglia di Farrò cod. 70700
- Faglia di Pedeguarda cod. 70800

La classificazione di queste strutture come attive e capaci comporta la definizione di un'area di attenzione di larghezza complessiva pari a 400 metri a cavallo dell'ipotetica ubicazione della faglia in superficie.

Come previsto dalle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC)" emanate dal Dipartimento della Protezione Civile, all'interno delle zone di attenzione determinate dalla presenza di FAC, non è consentita nuova edificazione e sono limitati gli interventi sull'edificato esistente. Ogni zona di attenzione ha un'ampiezza di 400 m a causa dell'incertezza nell'ubicazione delle faglie. Per una precisa definizione della traccia e delle caratteristiche delle faglie e, quindi, una corretta perimetrazione della zona di rispetto, si dovrà necessariamente procedere con uno studio di MS di livello 3, che preveda l'acquisizione degli elementi informativi specifici attraverso analisi geologico-strutturali, geomorfologiche, geofisiche e paleosismologiche.

7.2.3 Aree con effetti morfologici di scarpata

Per gli interventi posti all'interno delle aree di influenza delle scarpate individuate in cartografia, così come definite dall'Allegato A della DGRV n. 1572/2013, dovranno essere verificate

puntualmente le condizioni topografiche locali, eventualmente ricalcolata l'amplificazione morfologica e considerata, se presente, in aggiunta alla amplificazione litostratigrafica (si ricorda che l'amplificazione complessiva è generata dal prodotto delle due singole componenti).

7.2.4 Zone con cavità sotterranee

Per questa tematica, come segnalato nel capitolo 6.6, si demandano gli approfondimenti ad una fase progettuale urbanistica successiva e/o al singolo intervento. In quella sede si dovrà procedere con uno studio di III° livello che preveda obbligatoriamente delle indagini mirate, innanzitutto, alla verifica dell'esistenza di cavità carsiche poste al di sotto dell'area in oggetto. Potrà essere così definita la compatibilità del singolo intervento con le condizioni litostratigrafiche locali, vincolando le singole possibilità edificatorie alle condizioni sito-specifiche.

7.2.5 Frane attive e/o quiescenti

Le aree interessate da queste instabilità non possono prevedere incrementi di carico urbanistico. Gli eventuali interventi su edifici esistenti, che modifichino i carichi al suolo o le modalità di distribuzione degli stessi, o la realizzazione di nuove edificazioni già previste dalla pianificazione urbanistica, dovranno essere accompagnati da verifiche sismiche di III° livello nel caso in cui rientrino in questa categoria di terreni.

7.2.6 Aree potenzialmente in frana

7.2.6.1 Frane in pendii nell'ambito delle terre

Nelle aree individuate in cartografia e nelle fasce contermini, la cui ampiezza è determinata dalle condizioni geomorfologiche locali, dovranno essere verificate la stabilità globale del pendio e del complesso opera-terreno, sia in condizioni statiche che dinamiche prevedendo tutti quegli interventi che consentano di rendere stabile il sito anche in condizioni di sisma in atto.

7.2.6.2 Frane in roccia

Nel caso di frane in roccia, all'interno delle aree indicate nella carta del Rischio delle Instabilità Sismoindotte, è preclusa l'edificazione di nuovi edifici, salvo che le indicazioni derivanti da specifiche indagini topografiche, geomeccaniche e di analisi di stabilità delle pareti in roccia, definiscano un grado di rischio poco significativo e/o che siano previsti e realizzati interventi di messa in sicurezza del versante stesso nei confronti degli edifici in progetto.

Nel caso in cui nelle aree indicate siano già presenti fabbricati, si ritiene opportuno eseguire studi ed indagini di dettaglio volti a definire il grado di rischio ed, eventualmente, progettare adeguate opere di difesa.

8 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.

Callegari R. (1985): Rilevamento geologico della zona compresa tra Guia e Follina (Trevigiano orientale). Tesi di laurea inedita.

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.

Castellaro S., Mulargia F., Bianconi L. (2005): Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata veloce ed economica. *Geologia Tecnica & Ambientale*, n. 3, pp. 76-102.

CFTI Catalogo dei Forti terremoti in Italia dal 461 A.C.al 1997. Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Valensise G..

Dall'Arche L., Zanferrari A. (1979): Sull'origine e l'età di alcuni depositi conglomeratici della valle del F. Soligo (Prealpi venete orientali). *Studi Trentini di Scienze Naturali - Geologica - Volume 56* – pagg. 53-67.

Dall'Arche L., Mattana U., Toniello V. (1979): I limiti raggiunti dall'antico ghiacciaio del Piave nella Valle Lapisina e in Valmareno. *Studi Trentini di Scienze Naturali - Geologica - Volume 56* – pagg. 39-52.

Dal Moro G. (2012): Onde di superficie in geofisica applicata. Acquisizione e analisi di dati secondo tecniche MASW e HVSR. Flaccovio

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

Fileccia A. (2007): Studio idrogeologico Follina – Cison. Lavoro professionale per conto di S.A.T. Montebelluna (TV).

Galadini F., Meletti C. and Vittori E. (2001): Major active faults in Italy: available surficial data. *Geol. en Mijl.* (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.

Galli P. (2000): New empirical relationships between magnitude and distance for liquefaction. *Tectonophysics* 324, 168-187.

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.

ISPRA: Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984)

ITACA Banca Dati Accelerometrica Italiana, INGV, Milano: <http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet>

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.

Meletti C., Valensise G.: Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Marzo 2004

Molin D., Stucchi M. e Valensise G.: 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. *Quarterly 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

OMBRA Project Group, (2011) OMBRA: Observing Montello Broad Activity-Deployment of a temporary seismic network to study the deformation process across Montello fault (Eastern Alps), RT180, <http://ombra.bo.ingv.it/>

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.

Poli M.E., P. Burrato, F. Galadini e A. Zanferrari, (2008): Seismogenic sources responsible for destructive earthquakes in north-eastern Italy , INGV Roma

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini (eds), (2016): CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of 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

Sugan M. e Peruzza L.: Distretti sismici del Veneto. Bollettino di Geofisica teorica ed applicata Vol. 52 supplement - OGS - 2011

Slejko D., Carulli G.B., Carraro F., Castaldini D., Cavallin A., Doglioni C., Iliceto V., Nicolich R., Rebez A., Semenza E., Zanferrari A. e Zanolta C.: Modello sismotettonico dell'Italia nord-orientale. C. N. R. – Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti. Trieste 1987.

Venzo S., Petrucci F., Carraro F. (1976): L'apparato morenico-fluvioglaciale e fluviale del paleopiave della valle del Soligo da Revine a Pieve di Soligo (Treviso). Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova – vol. XXX

Zanferrari A., Bollettinari G., Carobene L., Carton A., Carulli G.B., Castaldini D., Cavallin A., Panizza M., Pellegrini G.B., Pianetti F. and Sauro U.; 1982: Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale. Mem. di Sc. Geol., 35, 355376.

Zanferrari A., Pianetti F., Mattana U., Dall'Arche L. e Toniello V. (1980): Evoluzione neotettonica e schema strutturale dell'area compresa nei fogli 38-Conegliano, 37-Bassano del Grappa (p.p.) e 39-Pordenone (p.p.). Unità operativa 6.2.9. Progetto Finalizzato Geodinamica – Sottoprogetto Neotettonica C.N.R. Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. Pubbl. n. 356