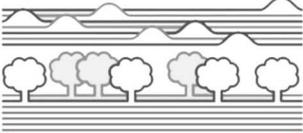


PAT2017



PAT 2017

COMUNE DI MASER (TV)

Piano di Assetto del Territorio (PAT)
Piano Regolatore Comunale LR 11/2004

Elaborati descrittivi
RELAZIONE SISMICA

Elaborato 32



VENETO PROGETTI

ARCH. LION

Approvato in
Conferenza dei Servizi
del 30.01.2018

Piano di Assetto del Territorio (PAT)
Legge Regionale n. 11 del 2004 e s.m.i.

GEOL. LIVIO SARTOR

Relazione Microzonazione Sismica



COMUNE DI MASER
Piazza Municipio, 1 – Maser (TV)
Tel. +39 (0423) 565144

Il Sindaco
Daniele DE ZEN

L'Assessore all'Urbanistica
Claudia BENEDOS

Il Segretario
Dott. Massimo CARGNIN

Il Responsabile
Ufficio Urbanistica ed Edilizia Privata
Arch. Serenella SERATO

GRUPPO DI LAVORO

Analisi sismica
Geologo Livio SARTOR

Sommario

1.	INTRODUZIONE	5
2.	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	Premessa	6
2.2	Sorgenti sismogenetiche responsabili di terremoti	11
2.3	Principali faglie nell'area in studio	18
3.	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL' AREA.....	22
3.1	Caratteristiche litologiche e geomorfologiche	22
3.2	Caratteristiche idrogeologiche	23
3.3	Sezioni geologiche.....	26
4.	DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	29
4.1	Parametri geotecnici	29
4.2	Prove geofisiche.....	30
4.2.1	Indagine sismica mediante la tecnica dei microtremiti "ReMi"	31
4.2.2	Indagine sismica mediante la tecnica "MASW"	33
4.2.3	Indagine sismica mediante la tecnica "HVSr" a stazione singola	34
4.2.4	Analisi delle risultanze.....	37
5.	MODELLO DEL SOTTOSUOLO	50
6.	INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....	61
7.	METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	63
8.	ELABORATI CARTOGRAFICI	65
8.1	CARTA DELLE INDAGINI.....	65
8.1.1	Indagini geognostiche, geotecniche, idrogeologiche.....	65
8.1.2	Indagini sismiche	66
8.2	CARTA GEOLOGICO-TECNICA	66
8.2.1	Terreni di copertura	66
8.2.2	Substrato geologico rigido	67
8.2.3	Forme di superficie e sepolte	67
8.2.4	Instabilità di versante.....	67
8.2.5	Elementi tettonico strutturali.....	67
8.2.6	Elementi geologici e idrogeologici	68
8.2.7	Altri elementi	68
8.3	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA.....	68
8.3.1	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	69
8.3.2	Zone di attenzione per instabilità	79
8.3.3	Forme di superficie e sepolte	79
8.3.4	Punti di misura di rumore ambientale	79
9.	CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DI DANNI PER EVENTI PASSATI	80
10.	PROPOSTA DI NORMATIVA TECNICA.....	85
11.	BIBLIOGRAFIA.....	87

1. INTRODUZIONE

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 questo comune è stato classificato sismico e rientra nella "zona n.2"

Il presente studio è stato redatto ai sensi di quanto previsto dall'OPCM 3907/2010 e in particolare si è ottemperato a seguire le direttive di:

- *"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica"* approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome il 13.11.2008;
- *"Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" – Simbologia per la stesura della Carta delle indagini secondo quanto previsto dagli indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (versione 3.0) del Ottobre 2013* – approvati dalla Commissione Tecnica per il Monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.
- *"Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e criteri di Microzonazione sismica"* autori vari in rivista di Ingegneria sismica n.2-2011.

E' stato validato dalla "Commissione Tecnica per il supporto e il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica" **il 17.12.2014**, ed è stato redatto anche in conformità alla DGRV n. 1572 del 03.09.2013. Rispetto allo studio validato in data 17.12.2014, è stata apportata una sola modifica nella Carta Geologico-Tecnica e in quella delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica: la faglia inversa è stata rappresentata come "potenzialmente attiva" (FPAC) e non come "attiva presunta" (FAC). Questa scelta è stata determinata da recenti indirizzi scientifici su tale tematica.

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

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

La cartografia di base utilizzata, per la realizzazione di questo studio, è la CTR della Regione del Veneto alla scala 1:5.000, la rappresentazione grafica è a scala 1:10.000.

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Premessa

Con la nuova normativa sismica, per definire l'azione sismica di progetto, si deve valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. In caso alternativa si può utilizzare la classificazione dei terreni presente nelle "Norme tecniche per le Costruzioni" (dm 14.01.2008), basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s entro 30 metri di profondità. Un modello di riferimento per la descrizione del moto sismico sul piano di fondazione è costituito dallo spettro di risposta elastico, altro modello consiste nel descrivere il moto del suolo mediante accelerogrammi.

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

Con l'OPCM n. 3519 del 28.04.2006 e DGRV n.71/2008 si approva la "Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale" espressa in termini di accelerazione massima al suolo (ag_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) riferita ai suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/sec). Il valore di "ag", per il Comune di Maser, in zona "2", riferita a suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/s) varia da 0.200g a 0.225g.

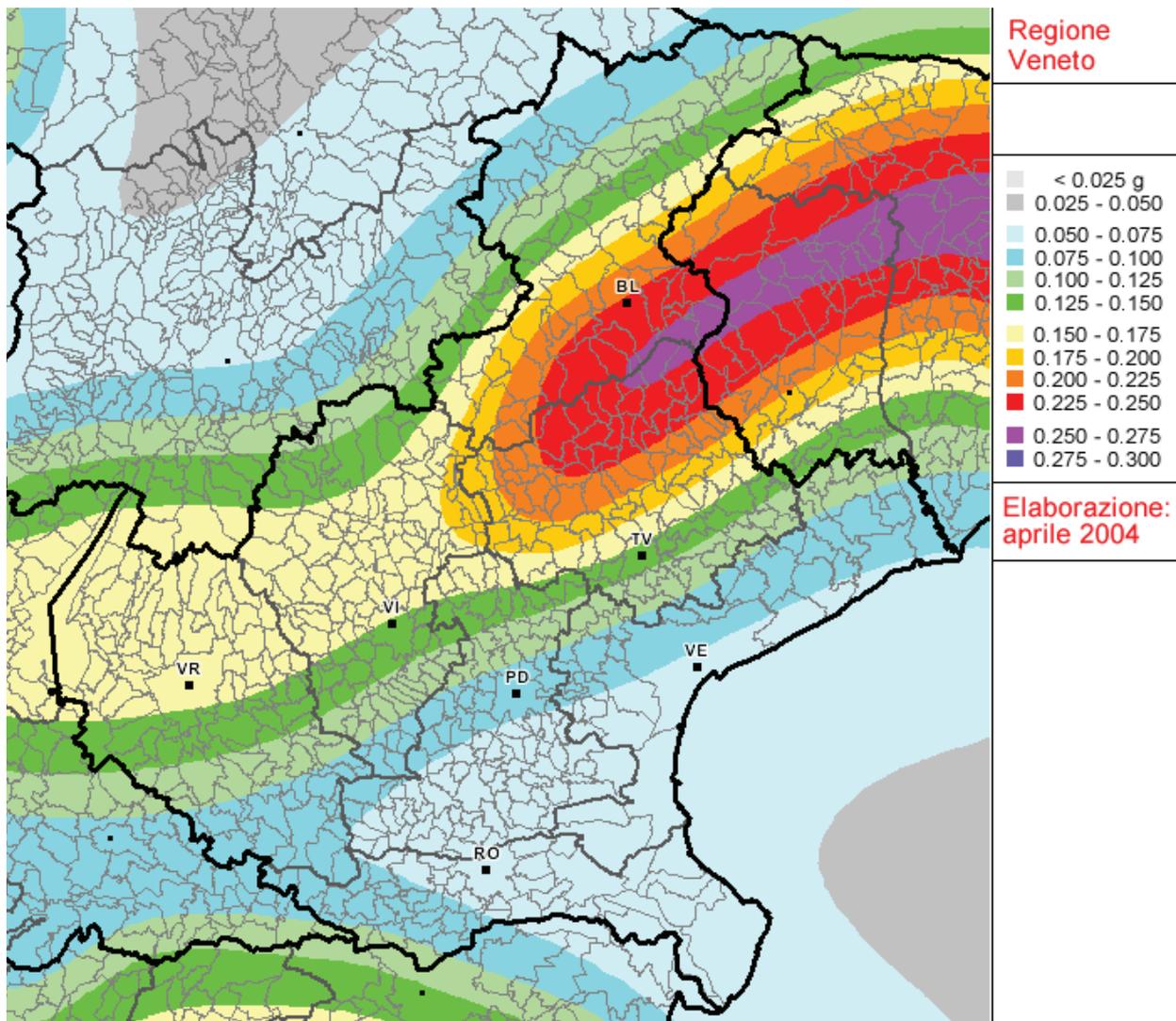


Fig. 1 - Mappa della pericolosità sismica della Regione del Veneto espressa in termini di accelerazione massima al suolo ($a_g \max$) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) riferita ai suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/sec)

Nel 2004 è stato aggiornato il Catalogo Parametrico dei Terremoti (CPTI04 – catalogo dei terremoti dal 217 a.C. al 2002) da parte di INGV; dall'analisi di questo catalogo possiamo rilevare che i terremoti aventi epicentro entro un raggio di circa 30 km dal centro abitato di Maser e con magnitudo $M_{aw} \geq 5$ sono i seguenti:

- anno 1268 nel Trevigiano con $M_{aw}=5.37$;
- anno 1695 nell'Asolano con $M_{aw}=6.61$;
- anno 1836 nel Bassanese con $M_{aw}=5.48$;
- anno 1860 nel Valdobbiadene con $M_{aw}=5.17$;

- anno 1861 nella zona di Castelfranco V.to con $M_{aw}=5.03$;
- anno 1887 nell'Asolano con $M_{aw}=5.17$;
- anno 1894 nella zona di Fonzaso con $M_{aw}=5.03$;
- anno 1895 nel Valdobbiadene con $M_{aw}=5.06$;
- anno 1900 nel Valdobbiadene con $M_{aw}=5.22$;
- anno 1943 nel Valdobbiadene con $M_{aw}=5.18$.

La legenda della Tab. 1 è la seguente:

- **N** numero progressivo dei terremoti presenti nel catalogo CPTI04;
- **Tr** tipi di informazione che è alla base dei parametri;
- **Tempo origine (Anno, Me, Gi, Or, Mi, Se)** data in cui è avvenuto il sisma;
- **AE** denominazione dell'area dei massimi effetti;
- **Rt** codice dell'elaborato di riferimento;
- **Np** numero dei punti di intensità;
- **Imax** intensità massima;
- **Io** intensità epicentrale
- **Lat, Long** coordinate in gradi sessadecimali del luogo dell'epicentro;
- **Magnitudo** sono state indicate tre alternative di magnitudo: M_{aw} con errore D_{aw} e tipologia di stima TW , M_{as} (calcolata sulle onde superficiali) con errore D_{as} e tipologia di stima TS , e infine M_{sp} (da utilizzare nella relazione di attenuazione di Sabetta Pugliese) con errore M_{sp} e tipologia di stima D_{sp} .
- **ZS9** è la zona sorgente cui l'evento è associato, secondo la zonazione sismogenetica ZS9, descritta nell'appendice 2 del rapporto conclusivo.

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (45.808, 11.973) e raggio 30 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	M_{aw}	D_{aw}	TW	M_{as}	D_{as}	TS	M_{sp}	Dep	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
19	DI	778						TREVISIO	CFTI	1	85	85		45.67	12.25	A	5.24	0.14	5.20	0.21	5.20	0.21				78		19	
55	DI	1263	11	4				TREVIGIANO	CFTI	4	80	75		45.73	12.08	A	5.37	0.30	5.10	0.45	5.27	0.42	905	G		117	197	55	
126	DI	1403	1	17				VERONA	CFTI	5	85	80		45.8	11.6	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	G		170	235	126	
415	DI	1895	2	25	5	30		ASOLANO	CFTI	82	100	95	M	45.8	11.95	A	6.61	0.11	6.61	0.11	6.61	0.11	905	G	276	204	415		
550	CP	1756	2	25	21			ROSE'	POSSE			55		45.75	11.75		4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	906	G		205	550		
551	DI	1756	4	13				TREVISIO	DOM	1	65	65		45.669	12.244	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45				206	551		
662	DI	1789	8	4				TRAMONTI	DOM	5	55	55		45.938	12.303	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	905	G		117	662		
813	DI	1836	6	12	2	30		BASSANO	DOM	26	80	75		45.807	11.823	A	5.48	0.13	5.26	0.19	5.42	0.18	906	G	389	207	813		
909	CP	1857	3	10	3			PIEVE DI SOLIGO	POSSE			55		45.9	12.1		4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	905	G		208	909		
918	DI	1859	1	20	7	55		COLLALTO	DOM	36	70	65		45.893	12.103	A	4.97	0.16	4.50	0.24	4.71	0.22	905	G	411	209	918		
924	CP	1860	7	19	15	38		VALDOBBIADENE	POSSE			70		45.9	12.05		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	G		211	924		
928	CP	1861	5	19	13	45		CASTELFRANCO	POSSE			65		45.75	11.917		5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	905	G		212	928		
1130	CP	1887	4	14	1	11	6	ASOLO	POSSE			70		45.8	11.917		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	G		217	1130		
1218	DI	1894	11	28				FONZASO	DOM	11	65	65		46.006	11.821	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	906	G		219	1218		
1231	DI	1895	6	10	1	47		VALDOBBIADENE	DOM	73	65	65		45.943	12.073	A	5.06	0.15	4.64	0.22	4.84	0.20	905	G		220	1231		
1273	CP	1897	6	11	11	40	52	MONTEBELLUNA	POSSE			60		45.817	12.033		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	905	G		221	1273		
1325	DI	1900	3	4	16	55		VALDOBBIADENE	DOM	99	65	60		45.85	12.067	A	5.22	0.10	4.88	0.15	5.06	0.14	905	G		222	1325		
1685	CP	1919	7	12	12	6		ASOLO	POSSE			55		45.8	11.917		4.98	0.09	4.52	0.13	4.73	0.12	905	G		223	1685		
1723	DI	1921	9	12	25			ASOLO	DOM	3	40	40		45.77	11.768	A	4.83	0.14	4.29	0.21	4.52	0.19	906	G		224	1723		
1733	CP	1922	11	8	10	28	28	FELTRE	POSSE			60		46	12		4.78	0.15	4.23	0.22	4.46	0.20	905	G		225	1733		
1951	CP	1940	1	3	19	15		FONZASO	POSSE			60		46.033	11.8		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	A		228	1951		
1987	DI	1943	7	24	1	44		VALDOBBIADENE	DOM	29	70	65		45.986	11.884	A	5.18	0.09	4.82	0.13	5.01	0.12	906	G		229	1987		
1991	CP	1943	11	15	8	30		FONZASO	POSSE			60		46.017	11.8		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	A		230	1991		

Tab. n.1 - Terremoti avente epicentro entro un raggio di circa 30 km dal centro abitato di Maser, con magnitudo da $3.92 \leq M_{aw} \leq 7.41$ (dal catalogo CPTI04)

Il sisma con maggiore intensità negli ultimi 2000 anni, con epicentro entro i 30 km circa di raggio è avvenuto il 25.02.1695 nell'asolano (lat. 45°48', long. 11°57' poco a Est della Chiesa di Crespignaga di Maser) con intensità epicentrale di 9.5 e magnitudo $M_{aw}=6.61$.

Il DBMI11 dell'INGV (Database Macrosismico Italiano 2011) di fig.2 e fig. 3 evidenziano la distribuzione delle intensità sismiche (scala MCS- Mercalli/Cancani/Sieberg1930) dei due terremoti di maggiore magnitudo (1695-1836), avvenuti nelle aree immediatamente vicine al sito d'interesse.

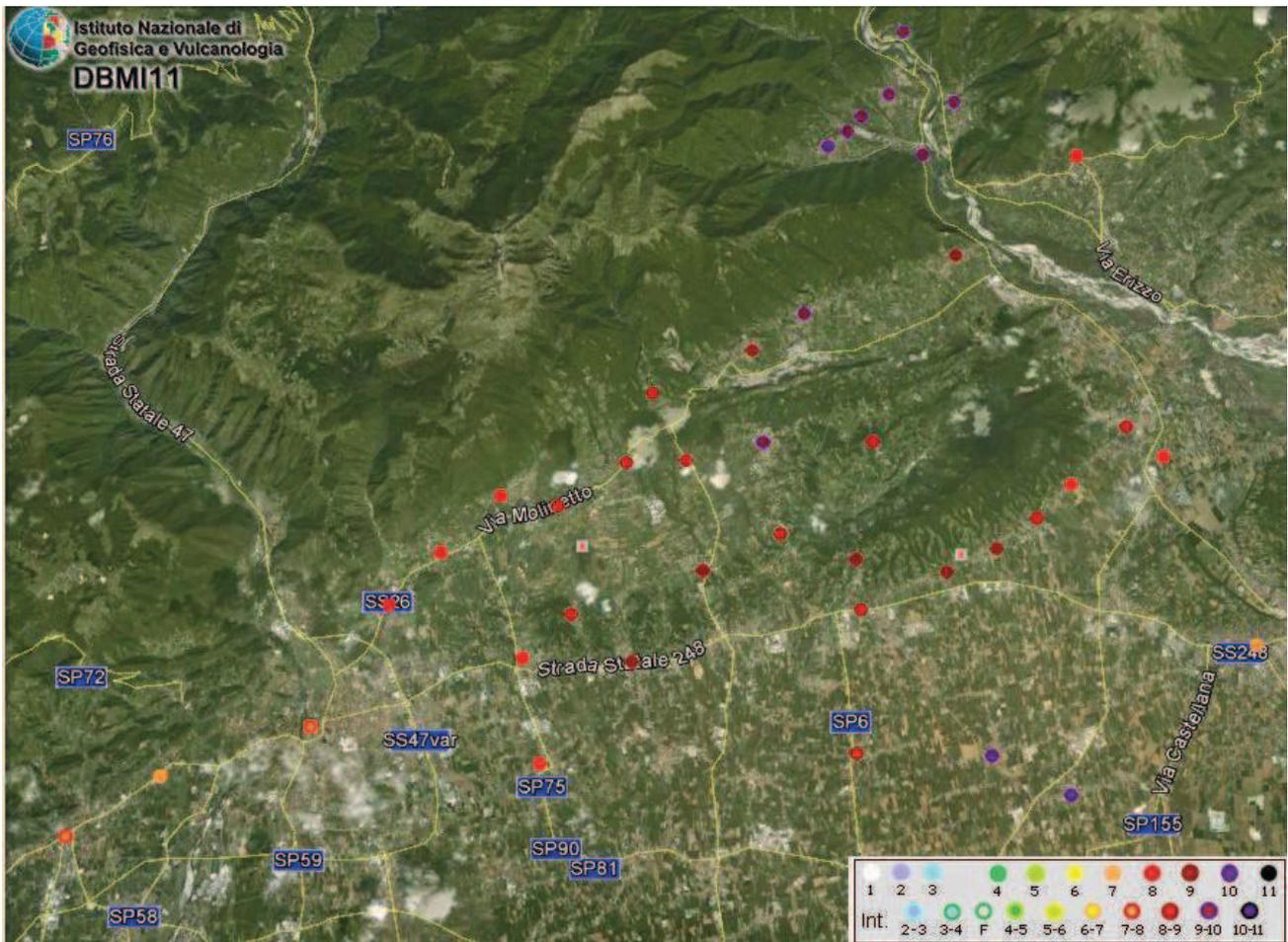


Fig. 2a - Distribuzione delle intensità dal terremoto del 1695 con epicentro a Coste-Crespignaga di Maser (TV).

Terremoto **1695 02 25 05:30 Asolano**
Studio macros. **Guidoboni et al., 2007** [Np 82, Imax 10]

Epicentro: **CPTI11** **Mw 6.48**
macrosismico **Mw 6.48**

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

Fig. 2b - Distribuzione delle intensità dal terremoto del 1695 con epicentro a Coste-Crespignaga di Maser (TV).

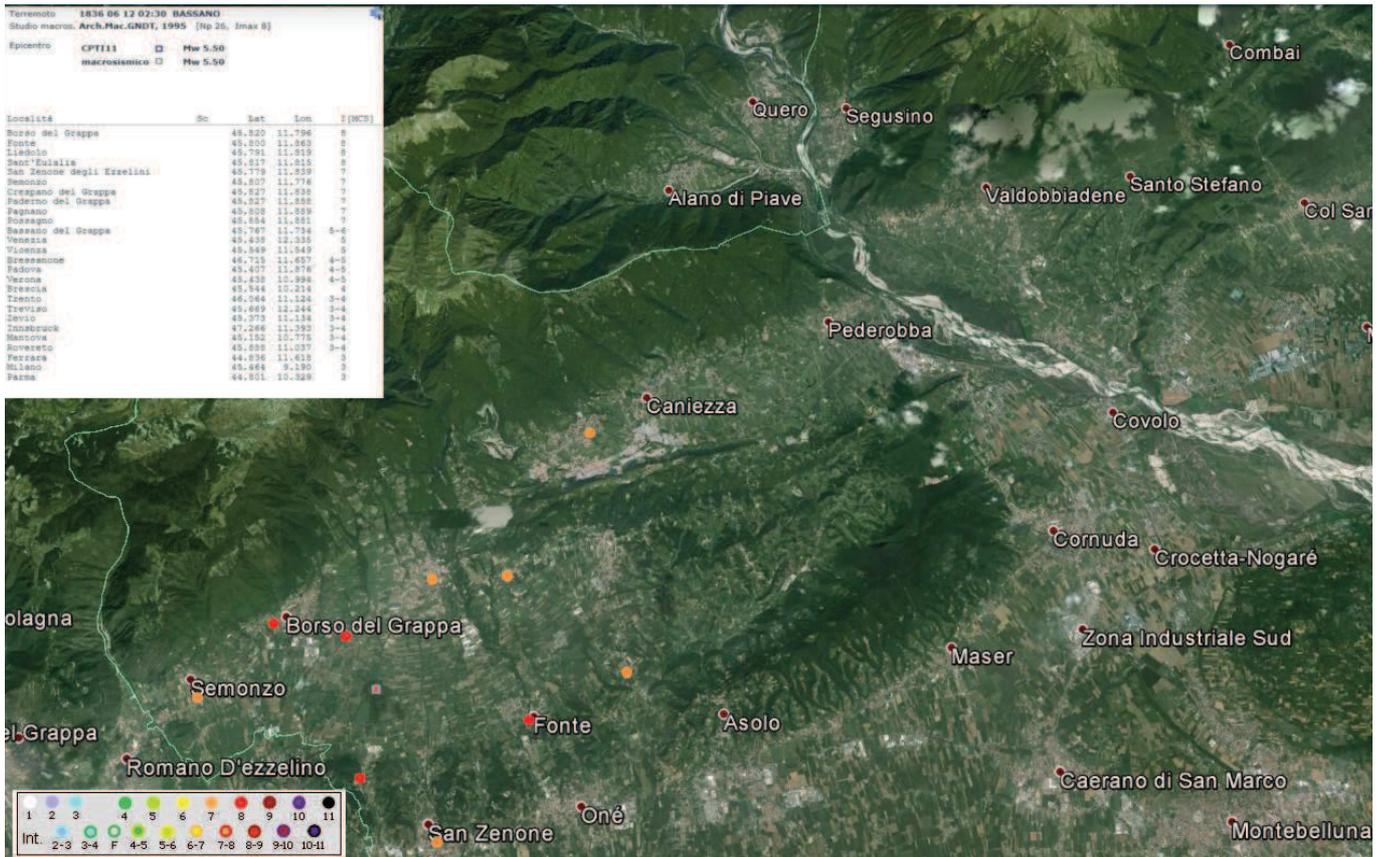


Fig. 3 - Distribuzione delle intensità dal terremoto del 1836 con epicentro poco a Nord di Liedolo di S. Zenone degli Ezzelini (TV).

2.2 Sorgenti sismogenetiche responsabili di terremoti

Il quadro sismotettonico disponibile sino alla metà degli anni '90 era dominato da un rilevante cilindrisimo, con fronti di accavallamento, ritenuti attivi durante il Quaternario nella loro interezza, senza evidenze di segmentazione (v. Fig.4 Castaldini-Panizza). Da Sud a Nord si trattava del sovrascorrimento di Sacile, di quello di Aviano, del Bassano-Valdobbiadene e a Nord della linea di Belluno-sovrascorrimento periadriatico.

Verso la fine degli anni '90 sono iniziate delle ricerche geologico-strutturali, sul fronte pliocenico (7-1.5 milioni di anni fa) - quaternario (1.5 milioni all'attuale) nell'Italia Nord Orientale e sul suo potenziale sismogenetico; con tale studio sono stati ridefiniti l'architettura del fronte sepolto della pianura friulano-veneta, lo schema dei rapporti fra i sovrascorrimenti paleocenici dinarici WSW-vergenti e quelli nealpini SSE-vergenti e il quadro dell'evoluzione miocenica superiore-quaternaria dell'area.

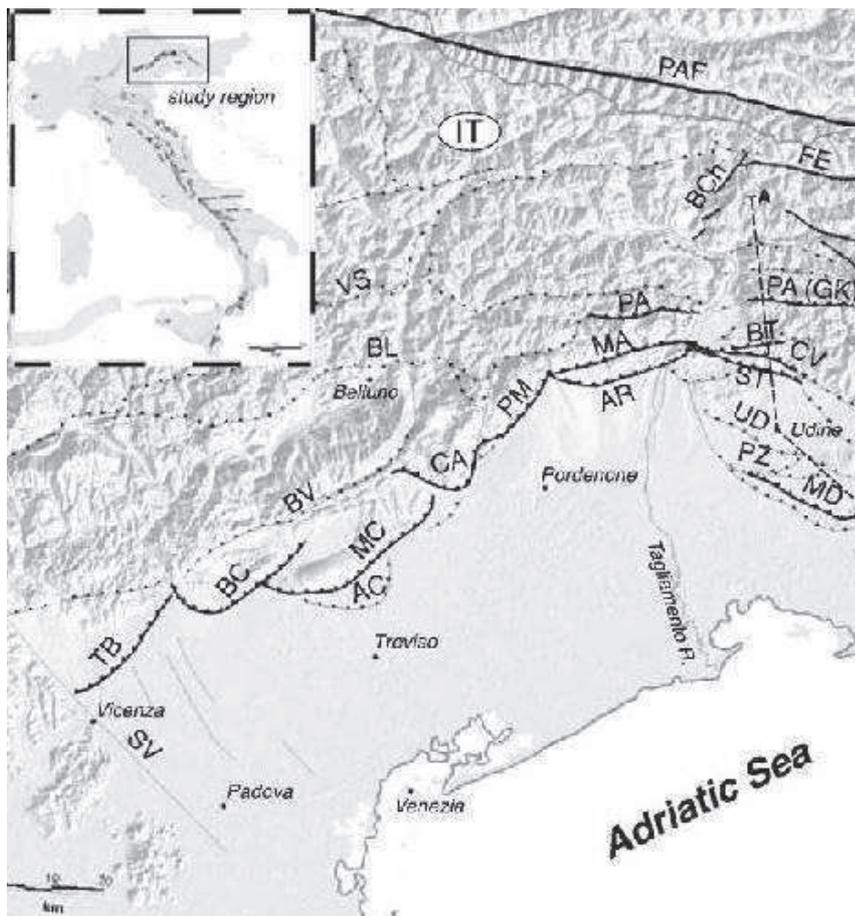


Fig. 5 - Schema strutturale semplificato del Sudalpino orientale (da Burrato e altri - 2009).
Legenda: **BC**=sovrascorrimento Bassano-Cornuda; **BV**= sovr. Bassano-Valdobbiadene;
TB= sovr. Thiene- Bassano; **MC**: sovr. Montello-Conegliano; **AC**: sovr. Arcade.

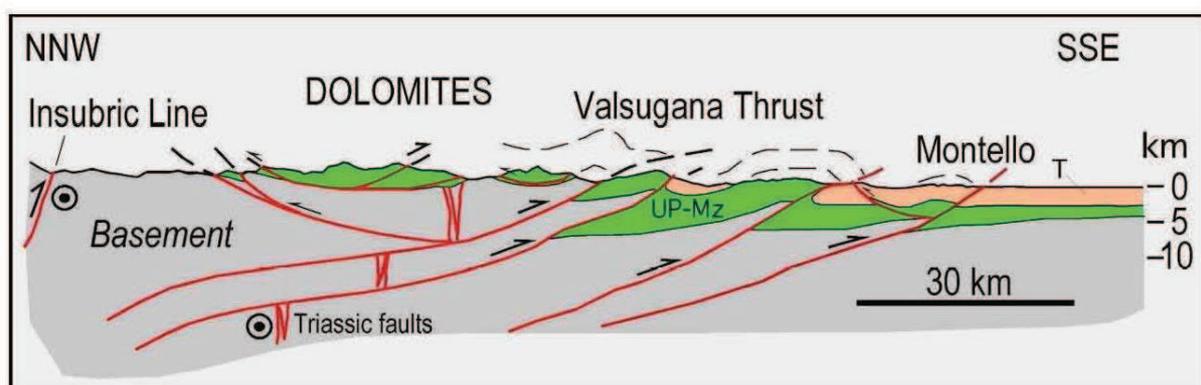
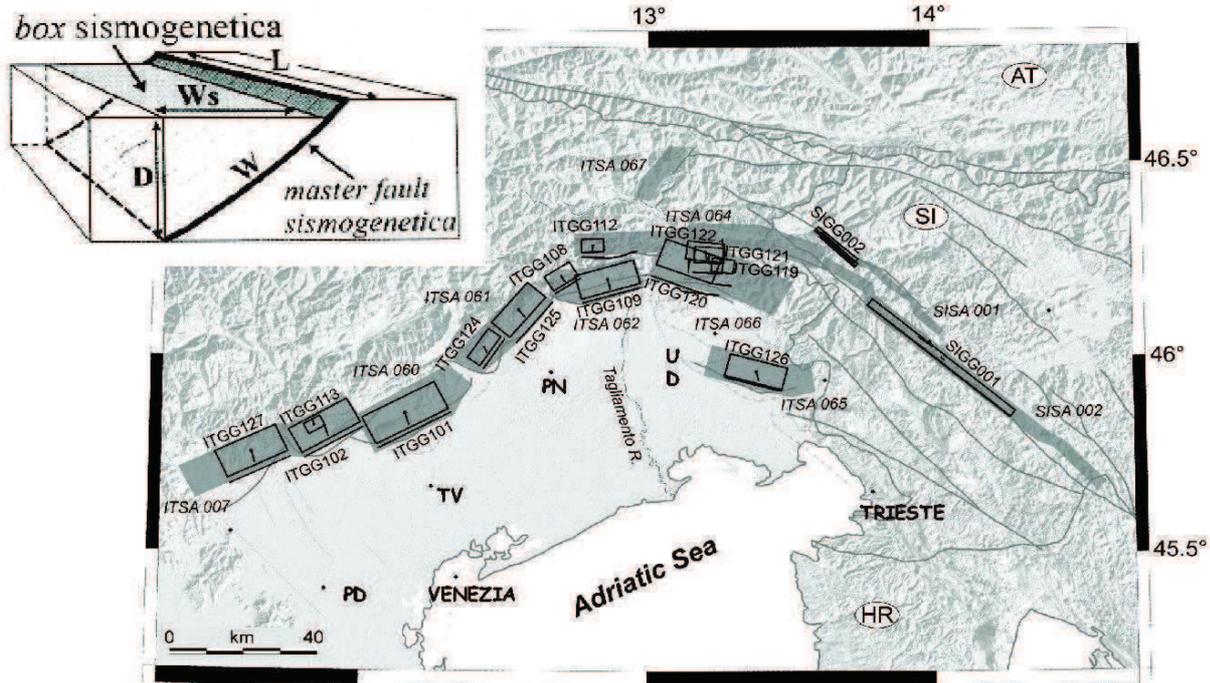


Fig. 18 - Sezione del ventaglio embriciato delle Alpi Meridionali, dalla Val Pusteria alla pianura veneta. Le Vette Feltrine, immediatamente a sud del *pop-up* delle Dolomiti, sono a letto del sovrascorrimento della Valsugana. UP-Mz, Permiano superiore-Mesozoico; T, Cenozoico (da DOGLIONI & CARMINATI, 2008).

Fig. 6 - Sezione geologico strutturale rappresentativi



Le sorgenti sismogenetiche individuate nell'Italia nord-orientale e nella Slovenia occidentale inserite nel DISS - vers. 03 (Database of Individual Seismogenic Sources).

Le sorgenti sismogenetiche individuali sono evidenziate in nero. Esse sono rappresentate con un rettangolo che è la proiezione del piano di faglia sulla superficie esterna e da una linea che rappresenta la proiezione della linea di rottura sulla superficie stessa. La freccetta nera all'interno del rettangolo rappresenta la direzione del vettore di movimento (vettore di slip sotto forma di angolo di rake). In grigio le aree con caratteristiche sismogenetiche omogenee (aree sismogenetiche). (Burrato et al., Tectonophysics, 2008).

Fig. 7 - Sorgenti sismogenetiche dell'Italia Nord-Orientale (Buratto e altri 2008)

In figura n. 7 è rappresentato lo schema dei segmenti ritenuti attivi, accompagnati dalla proiezione in superficie del piano di rottura rettangolare. In particolare per l'area del trevigiano Nord-occidentale, evidenziamo tre sorgenti sismogenetiche:

- ITGG101 (Montello) alla quale non è associato alcun terremoto significativo (zona silente), ed è associata all'area sismogenetica ITSA060 Montello-Conegliano;
- ITGG113 (Monte Grappa) a cui è associato il sisma del 12.06.1836 con epicentro nel Bassanese; appartiene all'area sismogenetica ITSA007 Thiene-Cornuda;
- ITGG102 (Bassano-Cornuda) a cui è associato il sisma del 25.02.1695 con epicentro nell'Asolano; appartiene all'area sismogenetica ITSA007 Thiene-Cornuda.
- ITGG127 (Bassano-Thiene) alcuni autori l'associano l'area al terremoto del 03.01.1117 con epicentro nel Veronese; appartiene all'area sismogenetica ITSA007 Thiene-Cornuda.

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

ID	Name	LAT	LON	Length (km)	Width (km)	Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	Slip rate (mm/a)	Associated earthquake	M_w
ITGG127	Thiene-Bassano	45.69	11.54	18.0	9.5	1.0-5.8	244	30	80	0.10-1.00	Unknown	6.6
ITGG102	Bassano-Cornuda	45.75	11.79	18.0	9.5	1.0-6.4	240	35	80	0.70-0.87	25 Feb 1695	6.6
ITGG113	Monte Grappa	45.85	11.85	5.0	3.9	0.5-2.7	60	35	80	0.10-1.00	12 Jun 1836	5.5
ITGG101	Montello	45.88	12.31	22.0	11.2	1.0-8.2	242	40	80	0.47-1.56	Unknown	6.7
ITGG124	Cansiglio	45.98	12.41	10.0	6.4	1.5-6.4	214	50	60	0.52-0.65	18 Oct 1936	6.1

Tabella n. 2 - Caratteristiche sismogenetiche di alcune sorgenti di Fig.7

Le zone sismogenetiche sono state definite in base a uniformità dello stile deformativo e della congruenza cinematica con il modello deformativo. In base alla cartografia ZS9 (v. fig. 8). Le aree del trevigiano settentrionale possono essere associate alle zone 905 e 906, caratterizzate da strutture a pieghe sud-vergenti del Sudalpino orientale e faglie inverse associate; la zona 905 include sorgenti sismogenetiche potenzialmente responsabili di terremoti con magnitudo $M > 6$, e racchiude un'area in cui la frequenza di eventi sismici (anche di magnitudo medio-alte) è nettamente superiore a quella delle zone adiacenti. La zona 905 comprende anche la sorgente del Montello (potenzialmente responsabile di terremoti con $M > 6$), che, in base ai dati attualmente disponibili, è definita come "silente" (cioè mancano, nei cataloghi disponibili, terremoti storici con magnitudo prossima a quella massima attesa). La zona 906 interessa l'area che va da Bassano del Grappa fino a Verona.

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

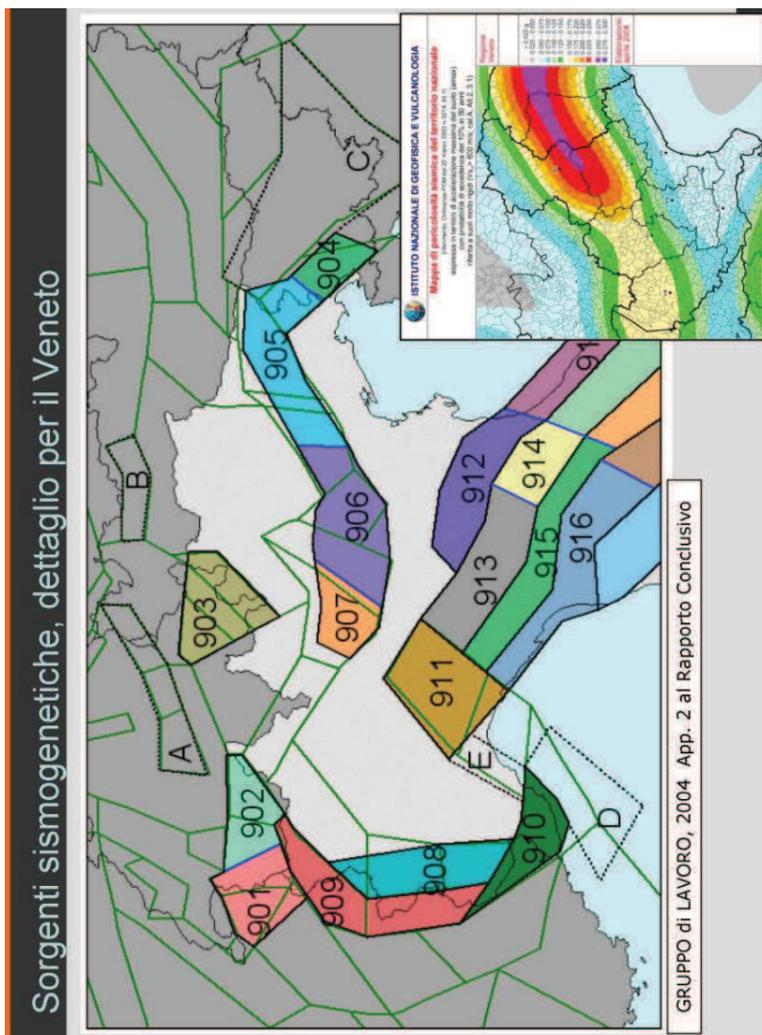


Fig. 8 - Zonazione sismogenetica ZS9 del Veneto

La catena alpina è stata prodotta dalla convergenza della micro-placca Adriatica verso l'Europa; attualmente in corrispondenza del Veneto, il raccorciamento misurabile tramite GPS è dell'ordine di circa 2mm/anno, con una velocità di circa 2 km ogni milione di anni, compatibile con un raccorciamento di circa 20 km per gli ultimi 10 milioni di anni. In particolare nell'area in oggetto è stimabile in circa 1.7 mm/anno (v. fig. 9).

Accumulo di Deformazione Attraverso le Alpi Meridionali

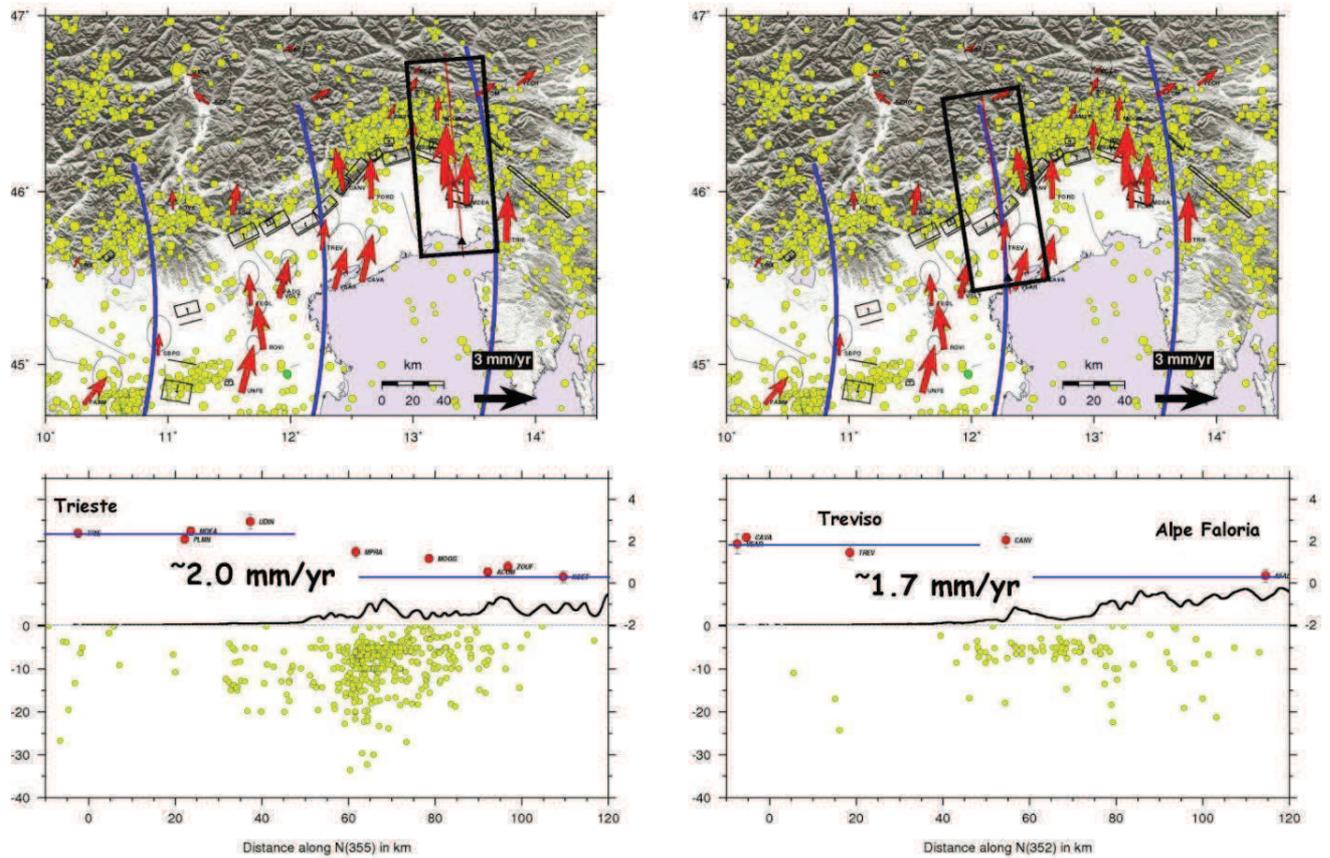


Fig. 9 - Accumulo di deformazione attraverso le Alpi Meridionali, con evidenziate l'area Trieste- Salzburg e Treviso-Belluno (E. Serpelloni –2008)

2.3 Principali faglie nell'area in studio

Nella Fig. 10 sono indicate le faglie attive, nell'area di Maser, dal progetto Ithaca (Italy Hazard from Capable Faults) aggiornato al Marzo 2014.



Fig. 10 - Faglie attive nell'area di Maser dal progetto Ithaca (Italy Hazard from Capable Faults 2014) – le linee verdi sono i confini comunali, quelle rosse/arancioni sono le faglie.

La lineazione che interessano il territorio del Comune di Maser è la “Faglia Bassano-Cornuda”, posta nel settore centrale del comune, ed ha andamento ENE-WSW.

La presenza di “faglie attive” nel territorio comunale di Maser e nelle vicinanze, è stato effettuata da dati bibliografici, attraverso i tabulati sotto allegati (v. Tab.3), presenti nel progetto Ithaca (Italy Hazard from Capable Faults):

NOME DELLA FAGLIA	ULTIMA ATTIVITA'	POSSIBILITA' CHE LA FAGLIA SI RIATTIVI IN FUTURO	TIPO DI FAGLIA
Faglia Bassano-Cornuda	in corso di studio	/	inversa
Faglia Montebelluna	Olocene (<10.000 anni)	(bassa)	non definita
Faglia Montello Line	Olocene (<10.000 anni)	(media)	inversa

In questo studio di Microzonazione sismica di primo livello non è stato riscontrato alcun elemento fisico sul terreno, tale da poter determinare la traccia di faglia attiva e capace presente nel Progetto Ithaca. Di conseguenza la "Faglia Bassano-Cornuda" è stata cartografata come faglia potenzialmente attiva e capace (FPAC).

Si sottolinea che l'individuazione delle faglie attive e capaci è di fondamentale importanza. Per faglia attiva si intende una faglia che si è rotta almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (limite inferiore certo dalle datazioni radiometriche). Una faglia attiva è detta capace se raggiunge la superficie producendo una frattura del terreno ovvero deformazioni in superficie; l'andamento di questa rottura in superficie è la superficie della faglia (v. cap. 3.1.4 "Indirizzi e criteri di microzonazione sismica – 2008 Conferenza Stato Regioni).

FAGLIA IN CORSO DI DEFINIZIONE

FAULT NAME	Bassano-Cornuda
FAULT CODE	70303
MACROZONE	0
REGION NAME	Veneto
SYSTEM NAME	Aviano line
RANK	
AVERAGE STRIKE	240
DIP	NW
KINEMATICS	REVERSE
LOCATION RELIABILITY	0
SURFACE EVIDENCE	
APPLIED TECHNIQUES	
EVIDENCE FOR CAPABILITY	
LAST ACTIVITY	
ACTIVITY RELIABILITY	
STUDY QUALITY	
REFERENCES	Galadini et al (2005)

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
FAULT NAME	Montello Line
FAULT CODE	70300
MACROZONE	2
REGION NAME	Veneto
SYSTEM NAME	Montello Line
RANK	PRIMARY
AVERAGE STRIKE	240
DIP	0
LENGTH (Km)	80
GEOMETRY	
SEGMENTATION	
DEPTH (Km)	0
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:500000
LAST ACTIVITY	Holocene generic (<10,000)
ACTIVITY RELIABILITY	Medium reliability
RECURRENCE INTERVAL (yr)	750
SLIP-RATE (mm/yr)	1.9
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	1000
MAX CREDIBLE SLIP (m)	2000000
KNOWN SEISMIC EVENTS	Sulla base del catalogo dei terremoti storici nell'area a Nord di Treviso si associano a questo thrust i seguenti sismi, con I>VIII: 778; 1268; 1859 d.C
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	6
MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)	
STUDY QUALITY	FAIR
NOTES	La Max Credible Magnitude è ipotizzata da Benedetti et al. (2001)

REFERENCES

FAULT CODE	AUTHORS	TITLE	REFERENCES	YEAR
70300	CASTALDINI D. & PANIZZA M. (1991)	Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave ed il lago di Como (Italia settentrionale).	Il Quaternario, 4(2), 333-410.	1991
70300	BENEDETTI L., TAPPONNIER P., KING G., MEYER B., MANIGHETTI I. (2000)	Growth folding and active thrusting in the Montello Region, Veneto, Northern Italy	Journal of Geophysical Research,	2000

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
FAULT NAME	Montebelluna
FAULT CODE	74200
MACROZONE	2
REGION NAME	Veneto
SYSTEM NAME	Montebelluna
RANK	
AVERAGE STRIKE	140
DIP	0
LENGTH (Km)	60
GEOMETRY	
SEGMENTATION	
DEPTH (Km)	0
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:
LAST ACTIVITY	Holocene generic (<10,000)
ACTIVITY RELIABILITY	Low reliability
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0
SLIP-RATE (mm/yr)	0
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	0
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0
KNOWN SEISMIC EVENTS	
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	
MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)	
STUDY QUALITY	LOW
NOTES	

REFERENCES

FAULT CODE	AUTHORS	TITLE	REFERENCES	YEAR
74200	CASTALDINI D. & PANIZZA M. (1991)	Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave ed il lago di Como (Italia settentrionale).	Il Quaternario, 4(2), 333-410.	1991
74200	AA.VV.	CNR (1983) - Neotectonic map of Italy, scale 1:500.000. P.F. Geodinamica, Quad. Ric. Scient., 114	CNR (1983) - Neotectonic map of Italy, scale	1983

Tab.3 - Faglie attive nelle vicinanze del Comune di Maser dal progetto Ithaca (Italy Hazard from Capable Faults-2014)

Nel Comune di Maser, ma al di fuori dell'area d'indagine, vi sono delle faglie a sviluppo trasversale rispetto alla dorsale dei Colli Asolani. Per questo gruppo di faglie, non presenti nel progetto Ithaca,

non sono state riscontrate evidenze superficiali, scarpate di neoformazione, che possano attestare il loro stato di attività attuale, anche se di per sé non è da escludere.

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 Caratteristiche litologiche e geomorfologiche

La morfologia locale, come si può osservare nella cartografia alla scala 1 :10.000, può fornire un tipico esempio di quanto il paesaggio di una zona sia influenzato dalla propria situazione geologica. Il settore Nord Occidentale della Provincia di Treviso è geologicamente e geomorfologicamente dominato dal Massiccio del Grappa e da una serie di colline quasi parallele tra loro, orientate grosso modo secondo la direzione Nord-Est Sud-Ovest.

Si ha una nettissima relazione tra geologia e geomorfologia, che si esplica soprattutto nell'erosione selettiva dei vari termini della serie geologica : maggiore erosione nei terreni più teneri (marne e argille) che diventano facile preda delle acque meteoriche, e una erosione minore, per non dire quasi assente nei terreni più duri (arenarie, calcari e conglomerati) .

Viene così a formarsi il tipico paesaggio, detto "a corde", dell'alta pianura, in cui si riconoscono file di rilievi collinari intercalati da valli ad esse parallele.

La situazione geologica dell'area in esame impone, sia dal punto di vista litologico che da quello idrogeologico, una netta distinzione tra la zona collinare e quella pianeggiante.

I rilievi collinari si sono formati durante le fasi dell'orogenesi alpina, per piegamento e sollevamento derivante dall'attività di un complesso sistema di pieghe e di faglie.

Nella fascia pedecollinare vi sono depositi fluviali del Mindel. Sono argille rosso-brune alterate poggianti sul substrato roccioso "Conglomerato Messiniano".

Ai piedi del rilievo collinare, allo sbocco delle valli in pianura, si aprono a ventaglio conoidi alluvionali, dovuti ad apporto misto detritico ed alluvionale dei corsi d'acqua. Questi depositi sono costituiti da materiali a tessitura eterogenea ma prevalentemente limoso e/o argillosa. Le acque torrentizie, che dalle colline si riversavano e procedevano sull'antistante pianura ghiaiosa, venivano assorbite, e abbandonavano di conseguenza su di essa le loro torbide residue, costituendo un cappello di copertura. Si delineava perciò una zona di raccordo tra i depositi di conoide e le masse alluvionali deposte dalle grandi correnti del F. Piave. In questa zona vi sono dei terreni tessitura eterogenea ma prevalentemente limoso e/o argillosi con inclusioni sabbioso-ghiaiose.

Gran parte del territorio centro meridionale pianeggiante è dominato dai depositi fluvioglaciali wurmiani del F. Piave, prevalentemente ghiaiosi con matrice sabbiosa.

Attualmente nella zona centro meridionale del territorio comunale, il reticolo idrografico è per lo più artificiale, rappresentato da una rete di scoli; infatti l'estensione e lo spessore delle ghiaie costituenti il sottosuolo, estremamente permeabile, determinano la scarsità di corsi d'acqua naturali. I caratteri geomorfologici sono stati abbondantemente approfonditi da numerosi studi, da cui risulta che l'attuale struttura deriva dalla sovrapposizione di più cicli di sedimentazione fluvioglaciali e alluvionali, riferibili al massimo al Wurmiano. Nell'area infatti affiorano terreni connessi con le divagazioni del F. Piave, che con le sue imponenti correnti interessava la pianura. Le varie direttrici hanno pertanto generato dei propri coni di sedimentazione che si sono variamente sovrapposti e anastomatizzati. La deposizione dei materiali, orizzontale e verticale, è stata determinata dalla granulometria degli stessi, nonché dall'energia idraulica delle correnti di deposizione. Si è venuto in tal modo a creare una classazione in senso Nord-Sud delle alluvioni: a Sud della zona collinare, che limita l'alta pianura trevigiana, si sviluppa una estesa fascia (denominata alta pianura) in cui il materasso alluvionale risulta costituito prevalentemente da ghiaie più o meno sabbiose con strati conglomeratici.

Spostandosi verso Sud la percentuale della matrice fine aumenta sempre più evidenziata dalla formazione di lenti argillose che via via diventano più consistenti formando livelli spessi e continui.

In particolare la litologia dell'area è nota nei suoi caratteri generali dalla bibliografia e da tutta una serie di indagini condotte in zona per studi di carattere stratigrafico ed idrogeologico.

L'esame della stratigrafia dei pozzi siti nelle vicinanze alla zona in esame, permette di confermare il modello indicato.

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

3.2 Caratteristiche idrogeologiche

Nel territorio comunale vi è una netta distinzione tra la zona collinare e quella pianeggiante. Mentre i rilievi sono costituiti da terreni coerenti mediamente permeabili, il materasso alluvionale della pianura e del fondovalle è invece formato da ghiaie grossolane ad elevata permeabilità, che permettono l'esistenza di un'importante falda freatica, principale fonte di alimentazione del sistema acquifero della media e bassa pianura veneta. A rendere complicata la situazione idrogeologica della zona collinare hanno notevolmente contribuito le varie vicende tettoniche succedutesi nel tempo, ripiegando e fratturando i "conglomerati messiniani", che rappresentano i terreni più antichi della zona, esse hanno infatti favorito l'instaurarsi di un fenomeno carsico. In questi litotipi la circolazione idrica superficiale è

stata sostituita da una circolazione sotterranea, che alimenta le sorgenti del fondovalle, per lo più mascherate dal sovralluvionamento postglaciale.

Un maggiore interesse idrogeologico hanno invece gli acquiferi posti nelle alluvioni della pianura. La situazione idrogeologica del sottosuolo è condizionata dalle caratteristiche granulometriche e strutturali del materasso alluvionale e soprattutto dalla differente distribuzione dei materiali ghiaiosi e sabbiosi da Nord a Sud.

La Pianura Veneta è costituita da un materasso di materiali sciolti i cui caratteri granulometrici, e la successione stratigrafica, risultano notevolmente variabili sia arealmente che in profondità. In generale si suddivide la pianura in due zone con caratteristiche diverse: l'alta pianura e la media-bassa pianura. Il passaggio tra l'alta e la media-bassa pianura è individuabile in corrispondenza della fascia delle risorgive (intersezione tra superficie freatica e superficie topografica), cioè in corrispondenza di quelle sorgenti che si formano per contrasto di permeabilità, in seguito all'aumento, nella sezione verticale, della frazione limoso-argillosa. Tale aspetto è peraltro molto rilevante anche dal punto di vista idrografico.

Nell'area di media-bassa pianura predominano i sedimenti a granulometria fine (argilla, limo) che costituiscono livelli arealmente discontinui e potenti con intercalazioni di livelli ghiaioso-sabbiosi suborizzontali.

Dal punto di vista idrogeologico, nell'alta pianura è presente un unico acquifero indifferenziato freatico, mentre nell'area di media-bassa pianura coesistono diversi livelli acquiferi in pressione. Nell'insieme essi formano un sistema multifalde in pressione alimentato direttamente dall'acquifero indifferenziato presente nell'alta pianura, che viene intensamente utilizzato per usi civili e per attività produttive.

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

La circolazione idrica sotterranea del territorio comunale è condizionata dalle caratteristiche granulometriche e strutturali del materasso alluvionale. In quest'ultimo è presente una falda, la cui alimentazione è soprattutto legata, oltre alla ricarica meteorica, alle dispersioni del F. Piave, che in zona scorre su alluvioni ad elevata permeabilità.

Il sottosuolo è solcato soprattutto dai paleovalvei del F. Piave che, in epoca geologicamente recente, ha più volte cambiato il suo percorso determinando delle zone con terreni a permeabilità differenziata.

L'elemento idrografico che risulta di gran lunga il più importante dell'alta pianura trevigiana è il Fiume Piave. Sul totale della superficie di bacino si ha una superficie permeabile pari al 77%. Lungo tutto il tracciato del Fiume Piave esistono laghi naturali, artificiali e numerose derivazioni ad uso generalmente irriguo che ne modificano il regime; tra le derivazioni principali sulla riva destra ricordiamo quella del canale Brentella di Pederobba che preleva circa 46 mc/sec. ed il canale della

Vittoria che, presso Nervesa, preleva in media circa 26 mc/sec. La portata media annua del Fiume Piave, nel periodo 1967-1971 è stata di 80 mc/sec.; le portate medie mensili raggiungono valori massimi nei mesi di Maggio e Giugno, in corrispondenza del regime pluvio-nivale di tipo prealpino, inoltre piene si hanno anche nel periodo autunnale. Le magre del fiume si manifestano durante il periodo estivo ed invernale, quando generalmente si prolungano sino ad Aprile; a volte le magre estive sono interrotte da morbide intense nel bacino montano.

La presenza di materiali prevalentemente grossolani permette, come accennato, l'esistenza di una potente falda idrica a carattere freatico.

L'acquifero indifferenziato ha una notevole continuità laterale in senso Est-Ovest; numerosi studi hanno dimostrato che l'alimentazione dell'acquifero nell'alta pianura trevigiana avviene prevalentemente in seguito a dispersioni del subalveo del F. Piave, quantificate in circa 29 mc/sec (valore medio annuo) da A. Dal Prà – L. D'Alpaos; secondariamente contribuiscono le precipitazioni efficaci, le irrigazioni ed i deflussi provenienti dalle zone pedemontane lungo paleoalvei sepolti. I fattori di alimentazione naturali delle falde sono individuabili nella dispersione dei corsi d'acqua, nella infiltrazione diretta degli afflussi meteorici e nella infiltrazione dei ruscellamenti dai versanti posti ai limiti settentrionale e occidentale della pianura Veneta.

Il fattore di ricarica più importante è la dispersione di subalveo dei corsi d'acqua. Il processo inizia allo sbocco in pianura delle valli montane e prosegue per vari chilometri verso valle. Lungo i tronchi d'alveo disperdenti la carta delle isofreatiche fa rilevare marcatissimi assi di alimentazione. L'alimentazione per dispersione d'acqua dagli alvei al sottosuolo determina tutta una serie di caratteri peculiari nelle falde: una strettissima analogia tra il regime dei corsi d'acqua e quello degli acquiferi sotterranei; una maggiore oscillazione della falda a ridosso dei tratti disperdenti; direzioni di deflusso della falda divergenti lateralmente dai letti fluviali. Il processo di dispersione è messo in risalto dalla mancanza di deflussi superficiali in alveo per estesi periodi dell'anno lungo buona parte dei tronchi disperdenti. Il fenomeno si verifica quando le portate di magra sono interamente assorbite dal sottosuolo allo sbocco del fiume in pianura, una situazione che si verifica quasi ogni anno per il Piave. L'importanza del processo di dispersione nella ricarica naturale degli acquiferi sotterranei è valutabile dalle dimensioni delle portate disperse e dal confronto tra queste e i valori delle portate di alimentazione attribuibili agli altri fattori. Il Piave, lungo il tratto disperdente tra Nervesa e le Grave di Papadopoli, con una portata media annua in entrata dell'ordine di 80 mc/sec, disperde circa 29 mc/sec, pari a 2.3 mc/sec per chilometro. Portate in ingresso di 8-10 mc/sec si disperdono interamente nel sottosuolo. A valle del tratto disperdente la portata di riassorbimento non varia sensibilmente al variare della portata fluente in alveo, essendo influenzata soprattutto dal regime dell'acquifero drenato. La portata media annua riassorbita è di 12-14 mc/sec. Le precipitazioni efficaci sono un altro fattore di alimentazione naturale della falda freatica. Generalmente il regime delle

precipitazioni ha un'importanza fondamentale per l'alimentazione di un sistema idrogeologico; nel nostro caso l'influsso del F. Piave e l'apporto irriguo rendono l'apporto meteorico un fattore di alimentazione secondario. Da valutazioni eseguite nella pianura trevigiana risulta che la portata media di precipitazioni immessa nel terreno è di circa 11 mc/sec. Un contributo importante all'alimentazione delle falde è fornito dall'infiltrazione delle acque irrigue, il cui uso è ancora ampiamente diffuso nella pianura del Piave. Le irrigazioni forniscono al sottosuolo ghiaioso dell'alta pianura infiltrazioni fino al 30-40% delle acque immesse. Il contributo alle falde operato da questo fattore per la sola area di pianura tra Piave e Brenta è stato stimato pari a circa 15-18 mc/s. Nel territorio comunale la superficie della falda, nelle alluvioni ghiaiose fluvioglaciali, è a una profondità variabile di circa 50 - 70 metri dal piano campagna.

La falda sotterranea, oltre a variazioni a lungo periodo nel corso dell'anno subisce delle escursioni stagionali di qualche metro. Dall'analisi delle isofreatiche, risulta che la falda è abbastanza articolata, con una direzione principale di deflusso circa NW-SE nella zona meridionale del territorio comunale e NE-SW nel settore nord orientale.

3.3 Sezioni geologiche

In fig. 11 e 12 è rappresentata la morfologia del substrato roccioso e gli spessori del Quaternario, con la traccia delle sezioni, entrambe sono rappresentate anche nella Carta geologico-tecnica allegata. Dall'esame delle sezioni emerge una profondità del substrato roccioso a profondità variabile, e non determinabile nella zona centro meridionale del territorio comunale.

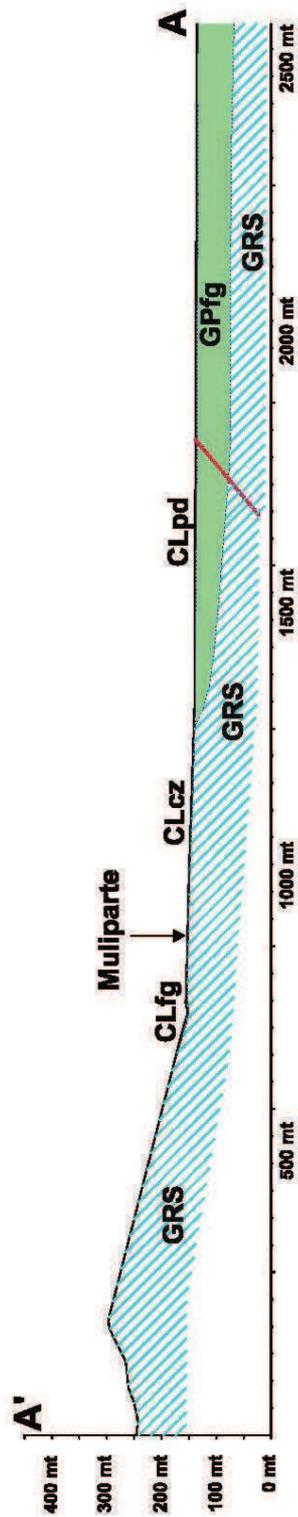


Fig. 11 - Sezione geologica A-A'

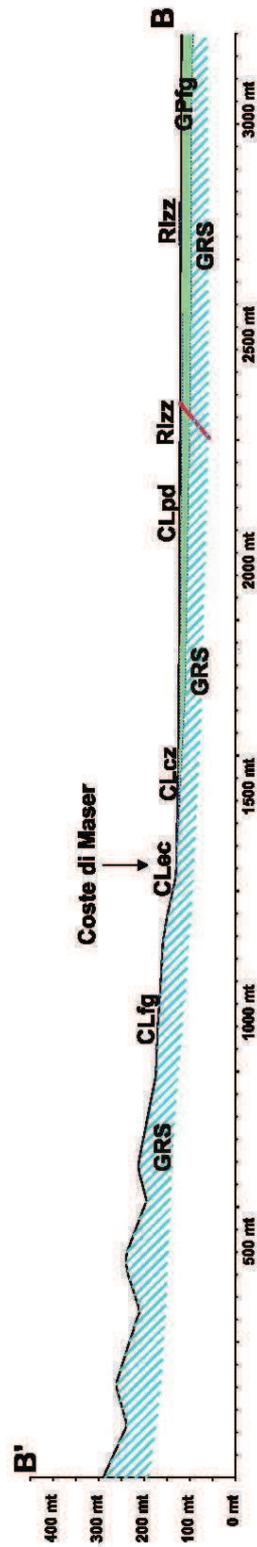


Fig. 12 - Sezione geologica B-B'

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

I dati geotecnici e geofisici recuperati da indagini eseguite nel territorio comunale (indagini di enti pubblici e ditte private) sono carenti di parametri geotecnici e geofisici. Allo scopo di definire le caratteristiche sismiche del sottosuolo sono state eseguite, ex novo, n. 55 HVSR, n. 7 ReMi e n. 2 Masw (Allegato).

4.1 Parametri geotecnici

Si sono reperiti parametri geotecnici da tre sondaggi a carotaggio continuo (uno intercetta il substrato), da 5 prove penetrometriche statiche (CPT) e da nove prove penetrometriche dinamiche leggere (DL), cartografati nella “Carta delle Indagini”.

- Nei sondaggi a carotaggio continuo sono state effettuate prove S.P.T. con il dispositivo standard. I dati sono riassunti nella tabella allegata.

SONDAGGIO	PROFONDITA' (mt)	N° COLPI	N SPT	PUNTA
S 1	3.00 – 3.45	46 - rif. 5 cm	rifiuto	chiusa
S 1	4.50 – 4.95	48 - 49 - rif. 5 cm	rifiuto	chiusa
S 2	3.00 – 3.45	4-7-10	17	chiusa
S 2	6.00 – 6.36	13 - 40 - rif. 6 cm	rifiuto	chiusa
S 2	7.50 – 7.71	35 - 50 - rif. 6 cm	rifiuto	chiusa
S 2	9.00 – 9.45	24 – 33 - 41	rifiuto	chiusa
SS1	3.00 – 3.45	3 -1 – 3	4	chiusa
SS1	6.00 – 6.45	4 – 6 – 9	15	chiusa
SS1	9.00 – 9.45	3 – 5 – 7	12	chiusa
SS1	12.00 – 12.45	10 – 12 – 17	29	chiusa
SS1	15.00 – 15.45	8 – 13 - 15	28	chiusa

Tab. 4 - Prove SPT (v. Carta delle Indagini)

Nelle prove penetrometriche statiche sono stati elaborati i valori di resistenza alla punta (q_c). La cpt 1 è stata realizzata in corrispondenza del litotipo “materiali di copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti di frazione limoso-argillosa prevalente, con inclusioni sabbioso-ghiaiose” (CLec), la cpt 2,4,5 sono state eseguite nel litotipo “materiali a tessitura eterogenea, ma prevalentemente limoso-argillosa dei depositi di conoide di deiezione torrentizia” (CLcz), la cpt 3 è

stata eseguita nel litotipo “depositi di origine fluviale del Mindel a tessitura prevalentemente limoso-argillosa” (CLfg). I dati complessivi sono presenti negli allegati.

- Nelle prove penetrometriche dinamiche leggere (DL) sono stati inseriti i numero di colpi (NDL). La DL 1 è stata realizzata in corrispondenza del litotipo “CLpd” (depositi alluvionali a tessitura prevalentemente limoso-argillosa con inclusioni ghiaioso-sabbiose), le DL 2, 6 e 9 sono state realizzate in corrispondenza del litotipo “CLfg” (depositi di origine fluviale del Mindel a tessitura prevalentemente limoso-argillosa), le DL 3, 4, 5, 7 e 8 sono state realizzate in corrispondenza del litotipo “CLcz” (“materiali a tessitura eterogenea, ma prevalentemente limoso-argillosa dei depositi di conoide di deiezione torrentizia”). I dati sono rappresentati negli allegati.

4.2 Prove geofisiche

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

- n. 55 prove REfraction Microtremors;
- n. 2 MASW;
- n. 7 HVSR.

La normativa prevede il calcolo del parametro V_{s30} , indicando come metodologia di elezione la misura della velocità delle onde di taglio ed in subordine la prova SPT e, nei mezzi coesivi, il valore della cu. Detto parametro si calcola attraverso la relazione:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1, N} h_i / V_i$$

dove h_1 e V_1 indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori. Si ricorda che la velocità delle onde di taglio (V_s) è quella che meglio di ogni altro parametro fisico caratterizza i materiali dal punto di vista del loro comportamento meccanico.

In modo più coerente con le caratteristiche dei processi fisici responsabili dei fenomeni di amplificazione del moto sismico, le “Linee Guida per la Microzonazione Sismica - 2008” hanno individuato (per la definizione di carte di II livello) parametri dinamici simili ma con importanti differenze in merito:

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

In questo studio sono stati perciò realizzati n.7 profili ReMi, n.2 Masw, e n. 55 test di Nakamura (HVSR), per la misura della curva di risposta elastica del terreno ovvero per i seguenti obiettivi:

- ricostruire la stratigrafia sismica del sottosuolo;
- stimare il profilo della velocità delle onde di taglio (V_s) per fornire indicazioni della categoria di suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14.01.2008);
- caratterizzare le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo.

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

Le prove a stazione singola (HVSR) sono state effettuate ponendo il Nord strumentale secondo il Nord geografico. Nella elaborazione dei dati, sono stati eseguiti prima gli array (ReMi e MASW), in quanto servono da vincolo per l'inversione delle curve H/V, derivanti dalle prove a stazione singola (HVSR). Si sottolinea che le tecniche in array, si fondano sull'assunto di sottosuolo a strati piani e paralleli; questo è un requisito fondamentale per l'inversione dei dati sperimentali. Al fine di verificare se l'assunto sia o meno soddisfatto è buona norma effettuare alcune registrazioni a stazione singola in punti diversi lungo lo stendimento, o ripetere le misure ReMi lungo altre direzioni e confrontare le curve di dispersione ottenute.

4.2.1 Indagine sismica mediante la tecnica dei microtremiti "ReMi"

Le tecniche correntemente usate per la stima della velocità di taglio per caratterizzare un sito sotto il profilo della risposta sismica sono troppo costose per essere impiegate come indagine di routine negli studi di microzonazione. In particolare esse richiedono l'adozione di sorgenti di elevata energia per

essere significative in ambienti rumorosi, come quelli urbani, o registratori indipendenti da disporre in estesi stendimenti.

La tecnica qui adottata (ReMi = Refraction Microtremor) si basa sulla constatazione che le registrazioni del rumore di fondo ambientale, fatte con uno stendimento sismico “tradizionale” per rifrazione, possono essere utilizzate, con un opportuno trattamento numerico, per stimare la velocità delle onde di taglio V_s fino a profondità che possono essere superiori a 100 metri con una precisione del 20%. Questa metodologia studiata e sperimentata da J.N. Louie del Seismological Laboratory and Dept. Of Geological Sciences dell’Università del Nevada, si basa su due idee cardine, la prima delle quali è quella che molti sistemi di acquisizione di sismica a rifrazione (con dinamica a 24 bit) sono in grado di registrare onde di superficie con frequenze fino a 2 Hz, la seconda è quella che una semplice trasformata bidimensionale ($p-f$) *slowness* ($1/velocità$) – *frequenza* della registrazione di un rumore di fondo (*microtremor*) è in grado di separare le onde di Rayleigh da altri tipi di onde che compongono il sismogramma rendendo possibile il riconoscimento delle vere velocità di fase dalle velocità apparenti.

Il profilo verticale delle V_s può essere ricavato per inversione monodimensionale o per modellazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh e/o Love) (Dorman e Ewing, 1962). Le onde di Rayleigh (1885) costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell’interferenza tra onde di pressione (P-waves) e di taglio verticali (Sv-waves).

Tali onde sono presenti in natura e sono conosciute con il termine di microtremori. Possono venire accuratamente captate ed analizzate nei loro contenuti cromatici ed energetici con un array geometrico lineare simile a quelli utilizzati nella prospezione sismica classica. In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh.

La dispersione è un fenomeno indotto dalla deformazione del treno d’onda che produce una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

Le registrazioni ottenute sono state analizzate con la seguente metodologia:

- 1) la traccia originaria di circa dieci minuti di durata, viene suddivisa in finestre di 10 secondi;
- 2) su ciascuna finestra viene eseguito lo slant-stack per valori diversi di V_s e la trasformata di Fourier, ottenendo così un diagramma “velocità di fase dell’onda di Rayleigh” – “frequenza”, il cui massimo energetico indica la curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh. Poiché la direzione prevalente (se esiste) delle sorgenti di microtremore non è individuabile in modo univoco da uno stendimento lineare, per evitare di restituire la velocità apparente, il picking della curva di dispersione nei grafici a contouring va effettuato al di sotto della fascia di massima energia.

- 3) si conservano le sole finestre utili (eliminando quindi quelle in cui compaiono eventualmente solo modi superiori).
- 4) si produce una curva di dispersione media che può essere invertita tramite confronto con una curva di dispersione teorica derivante da un modello di sottosuolo che va modificato fino ad ottenere una buona somiglianza tra curva sperimentale e teorica.

Per l'acquisizione di questo tipo di dati è stato utilizzato il software SoilSpy Rosina.

Operativamente sono stati realizzati due stendimenti e utilizzati geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz), con spaziatura di tre metri, la lunghezza dell'array è di 21 metri. Nello studio del sito in questione è stata adottata la tecnica sopradescritta e l'elaborazione dei dati è stata facilitata dall'uso di un software dedicato denominato *Grilla*.

4.2.2 Indagine sismica mediante la tecnica "MASW"

Il metodo d'indagine MASW, basato su un'energizzazione sismica artificiale del suolo e sull'analisi spettrale delle onde di Rayleigh presenti nel segnale, consente di ricostruire il modello sismostratigrafico del sottosuolo. La propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei, non esiste più un'unica velocità, ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione, a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda che interessano il terreno a diverse profondità e che risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche. Questo comportamento viene definito "dispersione" ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno a interessare il terreno più in profondità, quelle più piccole, che sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze alla superficie. Lo studio dello spettro della velocità derivante dall'analisi di un sismogramma registrato, consente di definire la "curva di dispersione" che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è estraibile (picking) dallo spettro del segnale, poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

In particolare, utilizzando specifiche tecniche di analisi spettrale risulta possibile identificare non solo il modo di vibrazione fondamentale, ma anche gli eventuali modi superiori e definire le curve di dispersione. Queste curve andranno interpretate ed invertite, per ricavare informazioni utili sul profilo di velocità nel sottosuolo. La profondità d'investigazione dipende dalla massima lunghezza d'onda misurata, questa determina la massima profondità di esplorazione. A parità di velocità di propagazione " V_R " la lunghezza d'onda (λ) dipende dalla frequenza (f) di vibrazione considerata $\lambda = V_R / f$. Quindi la massima lunghezza d'onda misurabile dipende dalla minima frequenza osservabile.

L'esperienza mostra che le sorgenti artificiali risultano povere delle basse frequenze, in pratica, scendere sotto i 10 Hz è assai difficile e implica che lunghezze d'onda maggiori di 40-50 metri (e quindi $h > 30$ metri) sono difficilmente utilizzabili con sorgenti artificiali. Una stima conservativa della profondità d'investigazione indica un valore pari a circa 1/3-1/2 della massima lunghezza d'onda misurabile, quindi la profondità massima raggiungibile è dell'ordine della grandezza delle dimensioni dello stendimento. Per superare questo problema si utilizzano le sorgenti e/o vibrazioni naturali o antropiche (tecniche passive, esempio ReMi – HVSR).

La tecnica MASW sottintende un metodo interpretativo indiretto attraverso il quale, a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici. La procedura è articolata in tre passi successivi:

- acquisizione, registrazione e analisi dei dati sismici, contenenti le onde di Rayleigh per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze;
- individuazione sullo spettro, della curva di dispersione funzione delle caratteristiche geosismiche del terreno;
- inversione, ovvero reiterazioni successive per la definizione di un modello geosismico finale, le cui caratteristiche (densità e V_s) meglio si approssimano a quelle reali.

Dal punto di vista esecutivo, le acquisizioni sono state effettuate con stendimenti lineari, in cui i geofoni sono collocati su una linea retta, ad una distanza reciproca costante, determinata dalle condizioni geologiche e logistiche. È importante che non vi siano variazioni stratigrafiche laterali nell'ambito della lunghezza dello stendimento e che lo stesso non subisca brusche variazioni di quota. La sorgente è stata posizionata esternamente allo stendimento (prima del primo geofono G1), e sempre in asse con esso. Per l'acquisizione di questo tipo di dati è stato utilizzato il software SoilSpy Rosina.

Operativamente è stato realizzato uno stendimento e utilizzati geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz), con spaziatura di tre metri, la lunghezza dell'array è di 21 metri. Nello studio del sito in questione è stata adottata la tecnica sopradescritta e l'elaborazione dei dati è stata facilitata dall'uso di un software dedicato denominato *Grilla*.

4.2.3 Indagine sismica mediante la tecnica "HVSR" a stazione singola

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

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

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

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

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

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

$$\mathbf{SM} = \mathbf{Se/As} \Leftrightarrow \mathbf{SM} = \mathbf{H_sV_b/V_sH_b}$$

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

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

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

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

Nei siti in esame si è correlato i valori di picco, degli spettri di risposta HVSR, con le frequenze fondamentali di risonanza del sito. Si sono ricavate le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica,

interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH.

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

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

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

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

Le caratteristiche di queste classi sono le seguenti:

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

ECCEZIONE: misure effettuate su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico profondo (tipicamente > 1 km) possono non mostrare alcun picco statisticamente significativo della curva H/V nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, a causa

dell'assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questi casi, in cui la curva H/V apparirà piatta e con ampiezza circa pari a 1, il criterio "e" risulterà non verificato anche se la misura è di fatto attendibile. In questo solo caso la misura può ricadere nella classe "A", ma si consiglia di ripetere la misura per confermare l'effettiva assenza di massimi significativi.

- **Classe "B"** : curva H/V sospetta (da interpretare); va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze e deve avere:
 - a. almeno una delle condizioni della classe "A" non è soddisfatta, a condizione che non si rientri nell'ECCEZIONE citata per la classe "A".
- **Classe "C"** : curva H/V scadente e di difficile interpretazione; non va utilizzata. Essa può presentare:
 - a. misura tipo "B" nella quale la curva H/V mostra un'ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva), indice di un movimento dello strumento durante la misura;
 - b. misura tipo "B" nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di potenziale interesse.

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

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

4.2.4 Analisi delle risultanze

Le prove "sismiche" in sito sono state realizzate in n. 51 siti, in particolare sono state eseguite misure n.55 misure HVSR, n.2 stendimenti MASW e n.7 ReMi (v. Allegati).

Le tecniche in array (es. MASW e ReMi) usate si fondano sull'assunto di sottosuolo a strati piani e paralleli. Questo è un requisito fondamentale per l'inversione dei dati sperimentali. Al fine di verificare se l'assunto sia o meno soddisfatto è buona norma effettuare alcune registrazioni a stazione singola in punti diversi lungo lo stesso stendimento. Essendo il metodo a stazione singola particolarmente sensibile, nei primi metri, alla stratigrafia "puntuale" sotto il punto di misura, eventuali differenze tra curve registrate in punti vicini sarebbero indicative di sottosuolo non assimilabile a strati piani e paralleli. L'inversione delle curve di dispersione è stata effettuata congiuntamente a quella delle curve H/V, pertanto il modello di Vs in 7 siti è stato dato dal miglior "fit" con le curve di dispersione MASW e/o ReMi e H/V.

➤ **Sito n.1**

Nel sito in esame sono state eseguite due HVSR (n.48 e 49), una misura MASW (n.1) e una ReMI (n.1). L'utilizzo incrociato delle tre tecniche sismiche ha permesso di ottenere un modello sismostratigrafico affidabile. Negli array di 21 metri sono stati dispiegati 8 geofoni ad intervalli di tre metri, per circa dieci minuti alla frequenza di campionamento di 512 Hz e analizzato su finestre di 10 secondi di lunghezza, nella Remi.

Sono state messe a confronto le curve H/V registrate in testa e in coda allo stendimento al fine di verificarne la somiglianza e stabilire che il terreno in analisi sia o meno assimilabile a terreno a strati piani e paralleli, requisito di base per l'inversione delle tecniche in array. Le due curve sono simili, e ben sovrapponibili.

Nelle curve H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

La misura HVSR 48, realizzata in prossimità del geofono G7, presenta frequenze di risonanza significative, nell'intervallo d'interesse ingegneristico 1 a 20 Hz: vi è un picco a 3.45 Hz con ampiezza di circa 2.92, abbastanza esteso in quanto da circa 3.05 a 5.8 Hz l'ampiezza è superiore a 2.7.

La misura HVSR 49, realizzata in prossimità del geofono G1, presenta frequenze di risonanza significative, nell'intervallo d'interesse ingegneristico 1 a 20 Hz: vi è un picco a 3.41 Hz con ampiezza di circa 3.4, abbastanza esteso in quanto da circa 2.75 a 5.11 Hz l'ampiezza è superiore a 3.0.

Si sottolinea che le linee guida per le misure HVSR, contenute nel progetto SESAME, ritengono 2 il rapporto H/V sotto il quale si possono non considerare le amplificazioni sismiche dovute ad effetti locali di natura stratigrafica.

Il modello di sottosuolo ottenuto è mediamente il seguente:

Spessore degli strati (metri)	Vs (m/sec)
2.2	220
20	400
0	680

La **Vs30** (velocità media delle onde di taglio dei primi 30 metri) calcolata ai sensi del DM 14.01.2008, con il piano di fondazione coincidente con il piano campagna attuale è di circa 405 m/sec. Se, a favore della sicurezza, consideriamo un valore d'incertezza dell'ordine del 15%, il valore minimo sarà di circa 344 m/sec, perciò la categoria del suolo, in virtù della normativa vigente sarebbe **C**.

➤ **Sito n.2**

Nel sito in esame sono state eseguite due HVSR (n.53 e 54), una misura MASW (n.2) e una ReMI (n.2). L'utilizzo incrociato delle tre tecniche sismiche ha permesso di ottenere un modello sismostratigrafico affidabile. Negli array di 21 metri sono stati dispiegati 8 geofoni ad intervalli di tre metri, per circa dieci minuti alla frequenza di campionamento di 512 Hz e analizzato su finestre di 10 secondi di lunghezza, nella Remi.

Sono state messe a confronto le curve H/V registrate in testa e in coda allo stendimento al fine di verificarne la somiglianza e stabilire che il terreno in analisi sia o meno assimilabile a terreno a strati piani e paralleli, requisito di base per l'inversione delle tecniche in array. Le due curve sono simili, e sovrapponibili. Nelle curve H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Nelle curve H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. La curva HVSR 53 ha un picco a 8.26 Hz con ampiezza 4.14, e un secondo esteso da 5.77 a 8.78 Hz con ampiezza di circa 3.76. La curva HVSR 54 ha un picco a 6.03 Hz con ampiezza 3.0, e un secondo da 9.39 Hz con ampiezza di circa 3.26.

Si sottolinea che le linee guida per le misure HVSR, contenute nel progetto SESAME, ritengono 2 il rapporto H/V sotto il quale si possono non considerare le amplificazioni sismiche dovute ad effetti locali di natura stratigrafica.

Il modello di sottosuolo ottenuto è mediamente il seguente:

Spessore degli strati (metri)	Vs (m/sec)
5.3	200
17	450
0	700

La Vs₃₀ (velocità media delle onde di taglio dei primi 30 metri) calcolata ai sensi del DM 14.01.2008 è di circa 391 m/sec (312 m/sec per un' incertezza dell'ordine del 10%). Qualora il piano di fondazione venga posto al piano campagna, la categoria del suolo è "C".

➤ **Sito n. 3**

Nel sito in esame sono state eseguite due HVSR (n.50 e 51), una misura e una ReMI (n.3). L'utilizzo incrociato delle tre tecniche sismiche ha permesso di ottenere un modello sismostratigrafico

affidabile. Negli array di 21 metri sono stati dispiegati 8 geofoni ad intervalli di tre metri, per circa dieci minuti alla frequenza di campionamento di 512 Hz e analizzato su finestre di 10 secondi di lunghezza, nella Remi. Sono state messe a confronto le curve H/V registrate in testa e in coda allo stendimento al fine di verificarne la somiglianza e stabilire che il terreno in analisi sia o meno assimilabile a terreno a strati piani e paralleli, requisito di base per l'inversione delle tecniche in array. Nelle curve H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. La curva HVSR 50 ha una frequenza di risonanza a 19.7 Hz con ampiezza di 2.5, la HVSR 51 non presenta effetti di risonanza.. La curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh nel modo fondamentale della ReMi risulta abbastanza visibile nell'intervallo tra circa 10 e 25 Hz.

La V_{s30} (velocità media delle onde di taglio dei primi 30 metri, e da -2.50 dal p.c) calcolata ai sensi del DM 14.01.2008 è di circa 447 m/sec (402 m/sec per un' incertezza dell'ordine del 10%). Qualora il piano di fondazione venga posto al piano campagna, la categoria del suolo è "B".

➤ **Sito n. 4**

Nel sito in esame sono state eseguite due HVSR (n.42 e 43), una misura due ReMI (n.4 e 5). L'utilizzo incrociato delle tre tecniche sismiche ha permesso di ottenere un modello sismostratigrafico affidabile. Negli array di 21 metri sono stati dispiegati 8 geofoni ad intervalli di tre metri, per circa dieci minuti alla frequenza di campionamento di 512 Hz e analizzato su finestre di 10 secondi di lunghezza, nella Remi. Nelle curve H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. La curva HVSR 42 ha una frequenza di risonanza a 13.45 Hz con ampiezza di 2.65; la HVSR 43 a 12.94 Hz con ampiezza di 2.56. L'esito delle analisi ReMi è rappresentato dal contouring a colori. La curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh nel modo fondamentale della ReMi risulta abbastanza visibile nell'intervallo tra circa 7 e 25 Hz.

Il modello di sottosuolo ottenuto è il seguente:

Spessore degli strati (metri)	Vs (m/sec)
2.6	170
13	410
30	570
0	820

La V_{s30} (velocità media delle onde di taglio dei primi 30 metri) calcolata ai sensi del DM 14.01.2008 è di circa 395 m/sec (355 m/sec per un'incertezza dell'ordine del 10%). Qualora il piano di fondazione venga posto al piano campagna, la categoria del suolo è "C".

➤ **Sito n. 5**

Nel sito in esame sono state eseguite una HVSR (55), due ReMI (n.6 e 7). L'utilizzo incrociato delle tre tecniche sismiche ha permesso di ottenere un modello sismostratigrafico affidabile. Negli array di 21 metri sono stati dispiegati 8 geofoni ad intervalli di tre metri, per circa dieci minuti alla frequenza di campionamento di 512 Hz e analizzato su finestre di 10 secondi di lunghezza, nella Remi. Nelle curve H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica. La curva HVSR 55 ha una frequenza di risonanza a 17.5 Hz con ampiezza di 2.2. Il modello di sottosuolo ottenuto è il seguente:

Spessore degli strati (metri)	Vs (m/sec)
3.5/4	210-250
30	450

La V_{s30} (velocità media delle onde di taglio dei primi 30 metri) calcolata ai sensi del DM 14.01.2008 è superiore a 360 m/sec ragion per cui il sito ricade in categoria **B**.

➤ **Sito n. 6**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 1.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.04 Hz con ampiezza di 3.89, e a 18.2 Hz con ampiezza di 1.72.

➤ **Sito n. 7**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 2.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.71 Hz con ampiezza di 4.14, e a 13.37 Hz con ampiezza di 2.34.

➤ **Sito n. 8**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 3.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.37 Hz con ampiezza di 3.37.

➤ **Sito n. 9**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 4.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.89 Hz con ampiezza di 3.65, e a 20.7 Hz con ampiezza di 2.29.

➤ **Sito n. 10**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 5.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.19 Hz con ampiezza di 3.59.

➤ **Sito n. 11**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 6.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.69 Hz con ampiezza di 4.73, e a 21.05 Hz con ampiezza di 2.04.

➤ **Sito n.12**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 7.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.28 Hz con ampiezza di 4.44, e a 18.13 Hz con ampiezza di 3.04.

➤ **Sito n.13**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 8.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.94 Hz con ampiezza di 5.60.

➤ **Sito n.14**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 9.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 2.6 Hz con ampiezza di 2.16, a 6.34 Hz con ampiezza di 2.03, e a 14.37 Hz con ampiezza di 2.93.

➤ **Sito n.15**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 10.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.81 Hz con ampiezza di 5.71.

➤ **Sito n.16**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 11.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.62 Hz con ampiezza di 4.36.

➤ **Sito n.17**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 12.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.75 Hz con ampiezza di 4.49, e a 22 Hz con ampiezza di 2.15.

➤ **Sito n.18**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 13.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 5.61 Hz con ampiezza di 3.44.

➤ **Sito n.19**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 14.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 6.68 Hz con ampiezza di 3.68.

➤ **Sito n.20**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 15.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.55 Hz con ampiezza di 2.69.

➤ **Sito n.21**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 16.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.37 Hz con ampiezza di 6.55, e 22.6 Hz con ampiezza di 3.34.

➤ **Sito n.22**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 17.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 5 Hz con ampiezza di 3.94.

➤ **Sito n.23**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 18.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 7 Hz con ampiezza di 3.85.

➤ **Sito n.24**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 19.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 6.52 Hz con ampiezza di 3, e a 18.43 Hz con ampiezza di 2.27.

➤ **Sito n.25**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 20.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.6 Hz con ampiezza di 3.96.

➤ **Sito n.26**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 21.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.53 Hz con ampiezza di 2.5, a 10.9 Hz con ampiezza di 3.28, e a 14.29 Hz con ampiezza di 3.66.

➤ **Sito n.27**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 22.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 6.52 Hz con ampiezza di 2.59.

➤ **Sito n.28**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 23.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 2.7 Hz con ampiezza di 2.13, e a 18.23 Hz con ampiezza di 2.02.

➤ **Sito n.29**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 24.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.58 Hz con ampiezza di 2.12.

➤ **Sito n.30**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 25.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 15.96 Hz con ampiezza di 2.75.

➤ **Sito n.31**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 26.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 27.45 Hz con ampiezza di 4.49.

➤ **Sito n.32**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 27.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 6.1 Hz con ampiezza di 2.07 e a 15.44 Hz con ampiezza di 2.11.

➤ **Sito n.33**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 28.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 2.99 Hz con ampiezza di 2.03.

➤ **Sito n.34**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 29.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 7.82 Hz con ampiezza di 2.03.

➤ **Sito n.35**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 30.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 7.05 Hz con ampiezza di 2.05.

➤ **Sito n.36**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 31.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 8.45 Hz con ampiezza di 2.32.

➤ **Sito n.37**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 32.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 2.76 Hz con ampiezza di 2.06.

➤ **Sito n.38**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 33.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.73 Hz con ampiezza di 2.13.

➤ **Sito n.39**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 34.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 2.2 Hz con ampiezza di 1.92.

➤ **Sito n.40**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 35.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 5 Hz con ampiezza di 3.34.

➤ **Sito n.41**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 36.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 17.15 Hz con ampiezza di 2.05.

➤ **Sito n.42**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 37.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 15.27 Hz con ampiezza di 2.81.

➤ **Sito n.43**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 38.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 18.95 Hz con ampiezza di 2.08.

➤ **Sito n.44**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 39.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.89 Hz con ampiezza di 7.27.

➤ **Sito n.45**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 40.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.75 Hz con ampiezza di 4.31.

➤ **Sito n.46**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 41.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.39 Hz con ampiezza di 2.27.

➤ **Sito n.47**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 44.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.62 Hz con ampiezza di 4.13.

➤ **Sito n.48**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 45.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.33 Hz con ampiezza di 4.41.

➤ **Sito n.49**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 46.
Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.
Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.5 Hz con ampiezza di 4.19.

➤ **Sito n.50**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 47.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 4.33 Hz con ampiezza di 4.41.

➤ **Sito n.51**

Nel sito in esame è stata eseguita la misura HVSR 52.

Nella curva H/V si riscontrano degli artefatti di origine antropica.

Vi sono delle frequenze di risonanza a 3.45 Hz con ampiezza di 2.13, a 4.6 Hz con ampiezza di 2.17, e a 7.08 Hz con ampiezza di 2.09.

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

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

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

I dati bibliografici più interessanti, utilizzati per questo studio, sono stati desunti dal PRG, Piano di settore ambientale e paesaggistico dei Colli Asolani.

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

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

Per ricostruire le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo sono state utilizzate n. 60 indagini pregresse, reperite principalmente presso l'ufficio tecnico comunale. Sono state raccolte n. 34 trincee esplorative, n. 5 pozzi per acqua, n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, n. 1 sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato, n. 4 sondaggi a distruzione di nucleo, n. 5 prove penetrometriche statiche (cpt) e n. 9 prove penetrometriche dinamiche leggere (DL).

La profondità massima raggiunta da queste indagini è di 162 metri.

Queste indagini sono state ritenute insufficienti per una ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo, per cui si è ritenuto opportuno eseguire n. 64 indagini sismiche ex novo: n. 55 HVSR, n.2 MASW e n.7 REMI.

Il modello del sottosuolo del territorio comunale in esame, va inquadrato nella struttura complessiva del Monte Grappa, nell'ampia piega anticlinalica, allungata in direzione circa NE-SW, nota come anticlinale M. Grappa-M.Tomatico. Nel versante meridionale del M. Grappa si osserva un brusco cambiamento d'inclinazione degli strati, che da debolmente inclinati verso sud, si flettono rapidamente fino a divenire sub-verticali o addirittura a rovesciarsi, all'estremo margine meridionale del M. Grappa. Questa situazione rappresenta l'espressione della nota flessura o "piega a ginocchio", che interrompe bruscamente verso sud il fianco meridionale dell'anticlinale principale. Questa flessura fa parte di una

struttura tettonica d'importanza regionale: la "flessura pedemontana", che va dall'altopiano di Asiago al Col Visentin. Questa struttura iniziò probabilmente a delinarsi verso la fine del Miocene, una decina di milioni di anni fa, e si realizzò fino al grado di evoluzione attuale solo dopo il Pliocene, circa 2 milioni di anni fa; la sua evoluzione è tutt'ora in atto.

Tutta la zona pedemontana è principalmente caratterizzata da sovrascorrimenti ad andamento Alpino immergenti verso NNW. Tali strutture sono dislocate da lineamenti sub verticali trascorrenti destri con direzioni NW-SE e NNW-SSE, facenti parte della tettonica pleistocenica-olocenica.

Nell'area in esame è presente la "lineazione Bassano-Cornuda", sovrascorrimento con andamento ENE-WSW, con la superficie d'immersione verso NNW. Si tratta di una faglia sepolta obliterata dai depositi alluvionali, la cui ubicazione è stata ricavata dal progetto Ithaca.

E' presente inoltre un sistema di faglie trascorrenti subverticali al sovrascorrimento sopracitato, con andamento circa NW-SE, rilevabili in campagna nell'estremo settore settentrionale del comune, al di fuori dell'area d'indagine. Non è stato possibile stabilire se esse siano attive.

Mediante le analisi sopraesposte è stato possibile procedere alla realizzazione di sezioni geologiche e alla ricostruzione dell'assetto litostratigrafico dell'area.

Il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza dei seguenti **terreni di copertura** *CLfg*, *CLcz*, *CLec*, *CLpd*, *GPfg* e *RIzz* :

- (**CLfg**):materiali di origine fluviale del Mindel a tessitura prevalentemente limoso-argillosa depositati circa 500/400.000 anni fa. Questo terreno affiora nella fascia pedecollinare ed è stato depositato durante il periodo fluviale del Mindel. Sono argille rosso-brune alterate, con laccature di idrossidi di manganese, con ciottoli (al massimo 20 cm di diametro) di selci, di porfidi quarziferi violacei, di porfiriti, di gneiss, di filladi quarzifere, ecc., poggianti sul Conglomerato Messiniano. La potenza di questo deposito a volte supera i dieci metri. Le indagini sismiche ci hanno consentito di valutare una Vs30 variabili, spesso inferiori ai 360 m/sec, e presentano valori di risonanza medi. Sono dotati di caratteristiche tecniche variabili: superficialmente scadenti, più in profondità da mediocri a buone.

Committente		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Via S. Giorgio	SDS3	1
Località	Maser (TV)		
Data Inizio	21.10.2013	Data Fine	23.10.2013
Il geologo			

Scala 1:500	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza
5		Argilla debolmente limosa con elementi ghiaiosi di colore rossastro		14.00
10				
15		Conglomerato poco cementato	14.00	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				69.00
55				
60				
65				
70				
75				
80				
85		Conglomerato fessurato	83.00	
90				17.00
95				
100			100.00	

A fine sondaggio il livello della falda era a -47.0 metri dal piano campagna.

- (**CLcz**): materiali a tessitura eterogenea, ma prevalentemente limoso-argillosa dei depositi di conoide di deiezione torrentizia. Ai piedi del rilievo collinare si aprono questi conoidi di estensione e spessore variabili, dovuto all'apporto misto detritico dei corsi d'acqua. In corrispondenza di materiali granulari, vi possono essere modeste falde acquifere; la massima oscillazione della superficie freatica può raggiungere livelli prossimi al piano campagna. Le caratteristiche litologiche sono state definite attraverso sondaggi geognostici e prove geofisiche. Le indagini sismiche ci hanno consentito di valutare una V_{s30} mediamente inferiore ai 360 m/sec, e talvolta valori di risonanza medio-alta. I terreni del conoide poggiano sul substrato roccioso conglomeratico. La profondità del substrato roccioso è variabile, può raggiungere anche i venti metri, e sono dotati di caratteristiche tecniche da mediocri a scadenti. Le indagini sismiche non ci hanno permesso di valutare con esattezza la sua profondità.

Committente	Amministrazione Comunale di Maser (TV)	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Ristrutturazione edificio pubblico	SS1	a
Località	Maser (TV)	Il geologo	
Data Inizio	01.03.2005	Data Fine	08.03.2005
		Sartor dott. Livio	

Scala 1:50	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza	S.P.T.			
					10	20	30	40
		Terreno di riporto con frammenti di laterizio, limi argillosi di colore da marrone rossastro ad ocra e ciottoli (da 0.0 a circa 0.60 metri dal p.c. presenza di terreno di colore nerastro)		3.70				
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm), per lo più calcarei e in misura minore silicei	3.70	0.80				
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm), per lo più calcarei e in misura minore silicei	4.50	0.50				
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm), per lo più calcarei e in misura minore silicei	5.00					
				1.60				
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi, e con rari frustoli carboniosi	6.60	0.40				
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 3 cm)	7.00					
				1.40				
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli e da -8.80 a -9.00 metri dal p.c. abbondante presenza di frustoli carboniosi	8.40	0.60				
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 3 cm)	9.00	0.15				9.00
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi, e con rari frustoli carboniosi	9.15	0.35				9.45
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi, e con rari frustoli carboniosi	9.50	0.50				
			10.00					

Si sono riscontrate venute d'acqua alla profondità di -4.06 metri dal piano campagna.
A fine sondaggio non vi era la presenza di acqua nel foro. (N.B. durante l'esecuzione della perforazione sicuramente sino a -11.60 il livello della falda era a -4.06 mt dal p.c.).

Committente	Amministrazione Comunale di Maser (TV)	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Ristrutturazione edificio pubblico	SS1	b
Località	Maser (TV)	Il geologo	
Data Inizio	01.03.2005	Data Fine	08.03.2005
		Sartor dott. Livio	

Scala 1:50	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza	S.P.T.			
					10	20	30	40
		Argilla di colore marrone con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi	10.00	1.60				
		Argilla di colore marrone con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 3.0 cm) in aumento da 11.60 a 12.10	11.60	0.50	12.00			
		Argilla di colore marrone con ciottoli da subarrotondati a spigolosi	12.10	1.10	12.45			
		Argilla di colore grigiastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi e con diametro anche superiore ai 10 cm	13.20	0.80				
		Ghiaia grossa con ciottoli di diametro anche maggiore a 10 cm	14.00	0.60				
		Argilla di colore marrone con abbondanti ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm), e con frustoli carboniosi	14.60	0.60	15.00			
		Argilla di colore marrone passante a grigiastra con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (dia. max 2 cm)	15.20	0.70	15.45			
		Argilla di colore grigio con presenza di ciottoli prevalentemente subarrotondati (diam. max 4 cm), passante a un colore marrone-grigiastro da -16.50 a -16.80 mt da p.c.	15.90	0.90				
		Ghiaia grossa (diam. anche maggiore a 10 cm)	16.80	0.30				
		Argilla di colore marrone-grigiastro con abbondante presenza di ciottoli di diametro anche superiore ai 5.0 cm	17.10	0.60				
		Argilla di colore da grigiastro a marrone con presenza variabile di ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm)	17.70	1.90				
		Argilla di colore marrone-grigiastro con rari ciottoli	19.60	1.50				

Si sono riscontrate venute d'acqua alla profondità di -4.06 metri dal piano campagna.
A fine sondaggio non vi era la presenza di acqua nel foro. (N.B. durante l'esecuzione della perforazione sicuramente sino a -11.60 il livello della falda era a -4.06 mt dal p.c.).

Committente	Amministrazione Comunale di Maser (TV)	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Ristrutturazione edificio pubblico	SS1	c
Località	Maser (TV)	Il geologo	
Data Inizio	01.03.2005	Data Fine	08.03.2005
		Sartor dott. Livio	

Scala 1:50 Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza	S.P.T.			
				10	20	30	40
	Argilla di colore marrone-grigiastro con rari ciottoli		1.50				
	Conglomerato con matrice limosa di colore nocciola chiaro	21.10		21.00	21.45		
	Conglomerato con matrice sabbiosa di colore biancastro	23.30	2.20				
		30.00	6.70				

Si sono riscontrate venute d'acqua alla profondità di -4.06 metri dal piano campagna.
A fine sondaggio non vi era la presenza di acqua nel foro. (N.B. durante l'esecuzione della perforazione sicuramente sino a -11.60 il livello della falda era a -4.06 mt dal p.c.).

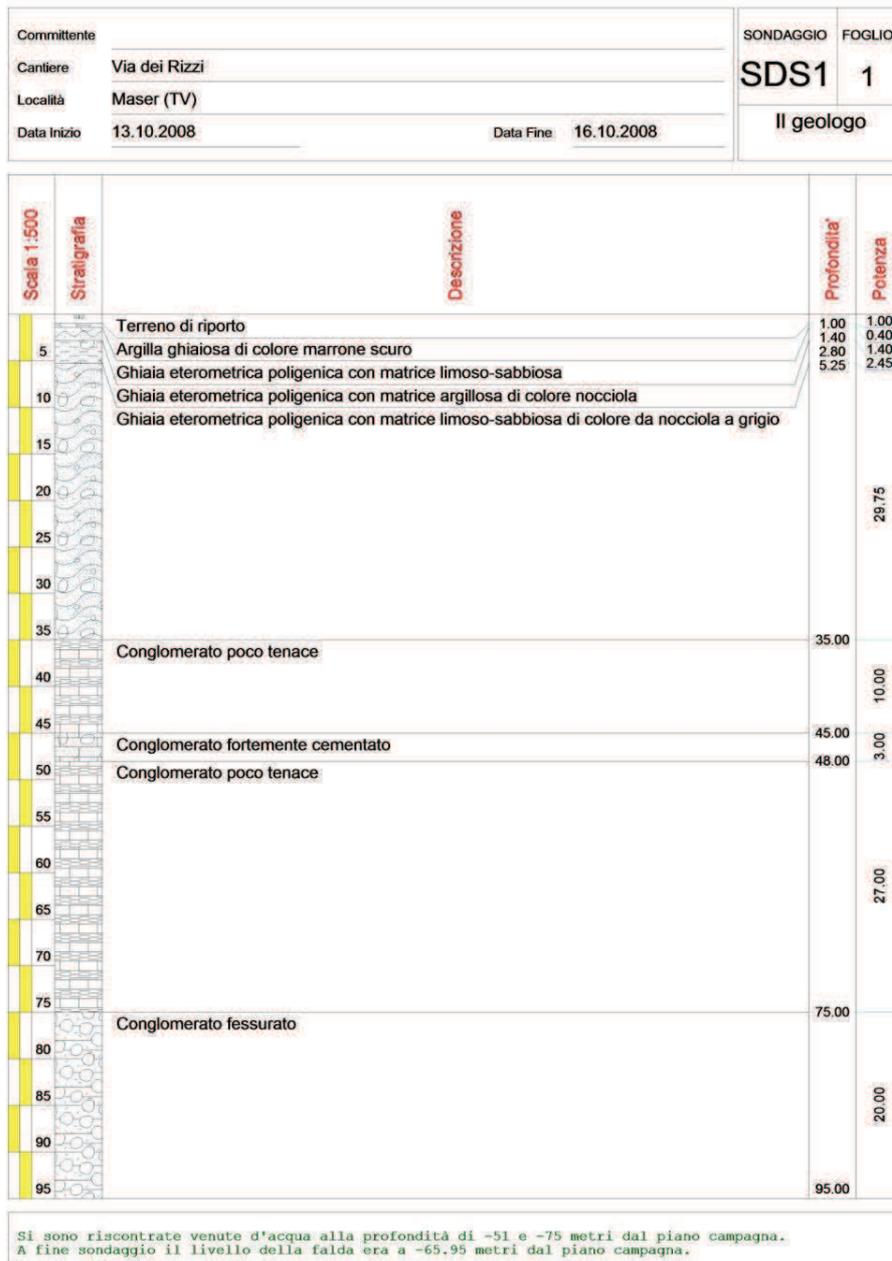
valori di risonanza medi. Tali depositi possono raggiungere uno spessore anche di una decina di metri, e sono dotati di caratteristiche tecniche da mediocri a scadenti.

Committente		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	via Motte	S2	1
Località	Maser	Il geologo	
Data Inizio	14.11.2006		

Scala 1:200	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza
		Terreno vegetale	0.80	0.80
2		Argilla debolmente limosa con abbondanti grani di ghiaia per lo più medio fine		2.20
4		Argilla debolmente limosa con rari grani di ghiaia e di colore marrone	3.00	3.30
6			6.30	
8		Argilla debolmente limosa passante a ghiaia poligenica malgradata e angolosa in matrice limoso sabbiosa debolmente argillosa		4.70
10			11.00	
12		Ghiaia poligenica malgradata e angolosa in matrice limoso sabbiosa di colore grigiastro, talvolta nocciola		19.00
14				
16				
18				
20				
22				
24				
26				
28				
30			30.00	

Prove SPT: da 3.00 a 3.45 (4,7,10), da 6.00 a 6.36 (13, 40, 50 rif. 6 cm), da 7.50 a 7.71 (35, 50 rif. 6 cm), da 9.00 a 9.45 (24,33,41)

- (**GPfg**) : ghiaie in matrice sabbiosa, con livelli sabbiosi superficiali, e ghiaie a volte cementate in profondità di origine fluvioglaciale. Le caratteristiche litologiche sono state definite attraverso sondaggi geognostici e prove geofisiche. La profondità media stagionale della falda è sempre a profondità superiori ai 40 metri dal piano campagna. Le indagini sismiche ci hanno consentito di valutare una Vs30 mediamente superiore ai 360 m/sec. Questo litotipo poggia a profondità diverse sul substrato roccioso, costituito dal Conglomerato del Messiniano.



- (**Rizz**) : Depositi di riporto antropico di varia natura. Sono presenti in ex cave e/o discariche, il loro spessore può essere anche di una decina di metri e la loro natura è variabile: riporto inerte, rifiuti speciali e/o urbani. In questa categoria sono stati inseriti anche dei terrapieni stradali. Considerata la variabilità di questi materiali, non sono state eseguite indagini sismiche.

Il **substrato geologico rigido**, GRS (Granulare cementato stratificato) ha le seguenti caratteristiche:

- **(GRS)** : Granulare cementato, stratificato: rocce tenere a prevalente attrito interno (Conglomerato del Messiniano).
- Conglomerati poligenici con lenti argilloso-sabbiose e di lignite: (Miocene) Messiniano (circa 11 -7 milioni di anni fa)

I conglomerati del Messiniano sono costituiti da banchi conglomeratici, fluviali e deltizi, a ciottoli calcarei improntati, calcari selciferi, selci, quarzo, porfidi, ecc.; i ciottoli in superficie sono carciati. Tra i banchi conglomeratici vi sono lenti argillose e/o sabbiose e/o arenacee di estensione e potenza variabile. Al letto è incluso l'orizzonte a lenti di lignite, con argille ad Helix ed Unio, testimoniando una facies lacustre. Da ricordare che sono stati trovati livelli di lignite con lenti marnose ad impasto di lumachella sfaticcia (ad esempio con "Coretus"); questi fossili testimoniano un ambiente marino salmastro.

Fondamentale memoria sulla sedimentazione ciclica e stratigrafica del Messiniano, tra Bassano e Vittorio Veneto, è stata pubblicata da F. Massari nel 1975. In particolare egli illustra la serie regressiva a conglomerati, riconoscendo varie facies organizzate sovente in modo ciclico: facies di prodelta, di piattaforma deltizia frontale, facies deltizia e facies alluvionale. La facies deltizia, che è la più comune, è rappresentata da piccoli delta conglomeratici di spessore limitato, ma di notevole estensione laterale, formanti un sistema embricato. Gli edificati deltizi sono formati prevalentemente entro bacini semichiusi o chiusi (delta baia, dapprima, poi di laguna ed infine di stagno costiero e di bacino lacustre). Si può osservare anche la presenza di associazioni miste di forme marine e salmastre o anche continentali in alcuni livelli pelitici del Messiniano, appartenenti a cicli di cordone litorale associato a depositi palustri; queste faune verrebbero interpretate come il risultato di uno spiaggiamento ad opera di violente mareggiate. La giacitura degli strati è mediamente Nord 40/60 Est con un'inclinazione verso Sud-Est normalmente sui 40/50°, talvolta, in prossimità di faglie, inclinazione è sub verticale.

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come esposto nel cap. 5 precedente, i dati per la stesura di questo studio, sono i seguenti :

- reperimento dati bibliografici ("Primi risultati di ricerche idrogeologiche sulla ricarica naturale delle falde nell'alta pianura alluvionale del Fiume Piave", 1986, "I depositi Quaternari e del Neogene superiore nella bassa valle del Piave da Quero al Montello e del paleo-Piave nella Valle di Soligo

(Treviso) - 1971, PRG comunale, Piano di settore ambientale e paesaggistico dei Colli Asolani – Provincia di Treviso, 1995).

- analisi delle foto aeree;
- osservazione di campagna;
- raccolta di indagini geognostiche pregresse (n.60: 34 trincee esplorative, n. 5 pozzi per acqua, n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, n. 1 sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato, n. 4 sondaggi a distruzione di nucleo, n. 5 prove penetrometriche statiche (cpt) e n. 9 prove penetrometriche dinamiche leggere (DL).
- esecuzione di indagini sismiche (n. 55 HVSR, 2 MASW e 7 REMI).

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

Le indagini sismiche, di nuova realizzazione, hanno individuato contrasti d'impedenza importanti, e inoltre hanno consentito di individuare le Vs30 di alcuni terreni. Nei terreni di copertura le Vs30 sono mediamente superiori ai 360 m/sec nella zona centro-meridionale del territorio comunale.

Si ritiene sia necessario programmare nuove indagini sismiche soprattutto nella zona centro settentrionale del territorio in esame, per meglio definire le Vs e gli effetti di risonanza. Indagini di risonanza terreno-struttura in prossimità soprattutto degli edifici strategici, potrebbero essere utili per valutare la vulnerabilità sismica di queste strutture.

Sarà utile inoltre realizzare o reperire ulteriori sondaggi per caratterizzare con maggiore accuratezza le caratteristiche geotecniche dei litotipi, soprattutto delle unità litologiche sprovviste di parametri geotecnici. Il livello n. 2 di approfondimento dovrà fornire una stima quantitativa degli effetti di un sisma nelle aree con una potenziale instabilità del versante.

In questo studio di microzonazione non sono stati reperiti elementi indicativi sull'attività recente di faglie sia morfologica (anomalie nelle forme del paesaggio, diversione di corsi d'acqua o di altri elementi lineari, scarpate di faglia), sia tettonica (faglie visibili in terreni tardo pleistocenici). Sarà necessario approfondire questa tematica nel livello n.2 di microzonazione sismica al fine di accertarne, se possibile, l'attività recente e la traccia planoaltimetrica certa, adottando un approccio paleosismologico.

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

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

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

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

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

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali;
- zone di attenzione per instabilità;
- forme di superficie e sepolte;
- punti di misura di rumore ambientale.

Le “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali” sono sei e sono descritte nel cap.8.

I “punti di misura di rumore ambientale” sono 55.

Nella categoria “zone di attenzione per instabilità”, sono state individuate tre tipologie d'instabilità: la zona di attenzione per instabilità di versante, i cedimenti differenziali, la sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti . Al primo tipo appartengono due movimenti franosi attivi di scorrimento, posti a Nord Est dell'abitato di Crespignaga, lungo il versante costituito dal “ferretto” del

Mindel. Il secondo tipo è costituito dalle zone con cedimenti differenziali: sono le aree di cava e/o di discarica, o i contatti tra terreni di copertura e il substrato geologico rigido; sono zone in cui si possono verificare cedimenti per la diversa competenza dei materiali. Il terzo tipo è la sovrapposizione delle aree precedentemente descritte, ovvero di instabilità differenti.

Sono state censite delle “forme di superficie e sepolte” particolarmente importanti per problematiche sismiche: i conoidi alluvionali, gli orli di scarpata morfologica maggiori di 10 metri, gli orli di terrazzi fluviali maggiori di 10 metri e le creste.

Per la valutazione delle “faglie attive e capaci” è indispensabile acquisire dati sulla traccia delle faglie in superficie, sulla litostratigrafia generale e di dettaglio in prossimità delle stesse, sull’entità delle dislocazioni, sulla geometria del piano di faglia e sulle datazioni dei movimenti di faglia. Nel territorio comunale è stata rappresentata una faglia attiva tratte dal progetto “Ithaca”; non sono state però riscontrate evidenze superficiali, scarpate di neoformazione, che possano avvalorare la presenza di faglie capaci ovvero creare una fogliazione di superficie.

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Gli elaborati cartografici prodotti in questo studio, alla scala 1:10.000 su base CTR della Regione del Veneto, sono i seguenti:

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

8.1 CARTA DELLE INDAGINI

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

8.1.1 Indagini geognostiche, geotecniche, idrogeologiche

Allo scopo di definire le esatte caratteristiche litologiche e geotecniche del sottosuolo sono state allegare e cartografate le seguenti indagini pregresse (v. allegati):

- *Trincee esplorative (T)*: sono state allegare n.34 stratigrafie, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La massima profondità raggiunta è di 5.00 metri dal piano campagna; in alcune trincee si sono riscontrate venute d'acqua.
- *Prove penetrometriche statiche (CPT)*: sono state allegare n.5 prove, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La massima profondità raggiunta è di 12.20 metri dal piano campagna.
- *Prova penetrometrica dinamica leggera (DL)*: sono state allegare n. 9 prove, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La profondità massima raggiunta è di 7.0 metri dal piano campagna.
- *Pozzi per acqua*: sono state allegare n. 5 stratigrafie, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La massima profondità raggiunta è di 162 metri dal piano campagna e hanno raggiunto la falda acquifera. Alcuni pozzi hanno raggiunto il substrato roccioso a profondità variabili.
- *Sondaggi a carotaggio continuo*: sono state allegare n.2 stratigrafie, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La massima profondità raggiunta è di 30 metri. Nei sondaggi sono state eseguite prove in foro SPT.

- *Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato*: è stata allegata una stratigrafia, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La massima profondità raggiunta è di 30 metri. Nel sondaggio sono state eseguite prove in foro SPT.
- *Sondaggi a distruzione di nucleo che intercettano il substrato*: sono state allegate n.4 stratigrafie, reperite da documentazione varia presso gli uffici comunali. La massima profondità raggiunta è di 95 metri.

8.1.2 Indagini sismiche

Per ottenere la caratterizzazione del sottosuolo ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono state eseguite dallo scrivente le seguenti indagini, ex novo (v. allegati):

- n. 7 prove REfraction Microtremors;
- n. 2 MASW;
- n. 55 HVSR.

La densità delle prove è stata sufficiente a una prima caratterizzazione "sismica" del territorio comunale. Non sono state eseguite indagini sismiche all'interno delle aree con terreni di riporto (cave, discariche, ecc.).

8.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA

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

Nel territorio in studio affiorano terreni di copertura e del substrato geologico rigido. In cartografia sono stati inoltre riportate aree con instabilità di versante, le forme di superficie e sepolte, gli elementi tettonico strutturali, quelli geologici e idrogeologici, e la traccia di sezioni geologiche.

8.2.1 Terreni di copertura

Gran parte del territorio comunale, soprattutto quello centro meridionale, è caratterizzato dalla presenza di terreni di copertura, ed è caratterizzato dalla presenza dei terreni: *CLfg*, *CLcz*, *CLec*, *CLpd*, *GPfg*, *Rlzz*.

Questi litotipi sono descritti nel cap. 5.

8.2.2 Substrato geologico rigido

Il **substrato geologico rigido**, GRS (granulare cementato stratificato) ha le seguenti caratteristiche:

- **GRS** : Granulare cementato stratificato costituito da rocce tenere a prevalente attrito interno (Conglomerato del Messiniano). Questi litotipi sono descritti nel cap. 5.

8.2.3 Forme di superficie e sepolte

Sono state censite delle “forme di superficie e sepolte” particolarmente importanti per problematiche sismiche: i conoidi alluvionali, gli orli di scarpata morfologica e terrazzi fluviali maggiori di 10 metri e le creste.

- *Conoidi alluvionali*: sono stati censiti diversi conoidi alluvionali, posti alle pendici dei rilievi collinari.
- *Orli di scarpata morfologica*: sono stati censiti scarpate naturali e di origine antropica e sono state distinte quelle con altezza dai 10 ai 20 metri e quelle con altezza superiore ai 20 metri.
- *Orli di terrazzi fluviali*: sono stati censiti i terrazzi fluviali e sono state distinti quelli con altezza dai 10 ai 20 metri e quelle con altezza superiore ai 20 metri.
- *Creste*: dall’analisi morfologica dei rilievi sono state censite delle creste per lo più arrotondate, poste nei rilievi collinari, che possono creare fenomeni di amplificazione topografica.

8.2.4 Instabilità di versante

Si sono individuate due aree d’instabilità di versante, e poste a Nord Ovest dell’abitato di Crespignaga, nei versanti costituiti dal “ferretto” del Mindel ; questi siti non sono stati censiti nel PAI o nel catalogo IFFI; sono due farne di scorrimento attive.

8.2.5 Elementi tettonico strutturali

E’ stata riprodotta la faglia potenzialmente attiva “ Bassano-Cornuda” (FPAC), come rappresentata nel progetto Ithaca (v. cap. 2.3). Nel territorio in esame non vi sono evidenze superficiali, scarpate di neoformazione, che possano avvalorare la presenza di faglie capaci ovvero creare una fogliazione di superficie.

8.2.6 Elementi geologici e idrogeologici

Gli elementi geologici e idrogeologici rappresentati sono i seguenti:

- *giacitura degli strati*. Le giaciture degli strati delle varie unità del substrato geologico rigido sono state raccolte attraverso misurazioni di campagna, la loro direzione è abbastanza costante.
- *la profondità dei sondaggi e/o pozzi che hanno raggiunto il substrato rigido*. Sono diversi quelli che hanno raggiunto il substrato geologico. I pozzi hanno raggiunto il substrato a profondità variabili: varia dai 5 ai 63 metri dal piano campagna.
- *la profondità dei sondaggi e/o pozzi che non hanno raggiunto il substrato rigido*. La profondità massima raggiunta di questi pozzi è di 162 metri.
- *la profondità della falda in aree con sabbie e/o ghiaie*. Sono stati riportati valori di profondità della falda reperiti in bibliografia e non riferiti a un unico periodo temporale. Nelle alluvioni fluvio-glaciali il livello della falda riscontrato nei pozzi varia dai 50 ai 70 metri dal p.c.. Nei depositi di conoide, colluviali, di piana pedemontana e fluviali del Mindel, si sono riscontrate venute d'acqua prossime al piano campagna.

8.2.7 Altri elementi

Sono state rappresentate le *tracce di sezione geologica* rappresentative del modello geologico, illustrate nel cap. 3.3.

8.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

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

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

- zone stabili;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali;
- zone di attenzione per instabilità di versante, liquefazione, cedimenti differenziali, faglia attiva;
- forme di superficie e sepolte (orlo di scarpata morfologica e di terrazzo fluviale, picco isolato, cresta, cavità e valle sepolta, conoide alluvionale, falda detritica).

Nella "*carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica*" sono stati cartografati i seguenti elementi:

- a. *“Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali”*;
- b. *“Zone di attenzione per instabilità”*;
- c. *“Forme di superficie e sepolte”*;
- d. *“Punti di misura di rumore ambientale”*.

8.3.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

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

- **Zona 2001:** è costituita dall'unità geologica GRS (Granulare cementato stratificato) ed è costituito da rocce tenere a prevalente attrito interno (Conglomerato del Messiniano).
- **Zona 2002:** materiali di origine fluviale del Mindel a tessitura prevalentemente limoso-argillosa depositati circa 500/400.000 anni fa. Questo terreno affiora nella fascia pedecollinare ed è stato depositato durante il periodo fluviale del Mindel. Sono argille rosso-brune alterate, con laccature di idrossidi di manganese, con ciottoli (al massimo 20 cm di diametro) di selci, di porfidi quarziferi violacei, di porfiriti, di gneiss, di filladi quarzifere, ecc., poggianti sul Conglomerato Messiniano. La potenza di questo deposito a volte supera i dieci metri. Le indagini sismiche ci hanno consentito di valutare una Vs30 variabili, spesso inferiori ai 360 m/sec, e presentano valori di risonanza medi. Sono dotati di caratteristiche tecniche variabili: superficialmente scadenti, più in profondità da mediocri a buone.

Committente			SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Via S. Giorgio		SDS3	1
Località	Maser (TV)			
Data Inizio	21.10.2013	Data Fine	23.10.2013	
				Il geologo

Scala 1:500	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza	
5		Argilla debolmente limosa con elementi ghiaiosi di colore rossastro		14.00	
10					
15			Conglomerato poco cementato	14.00	
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					69.00
55					
60					
65					
70					
75					
80					
85		Conglomerato fessurato	83.00		
90				17.00	
95					
100			100.00		

A fine sondaggio il livello della falda era a -47.0 metri dal piano campagna.

- **Zona 2003:** materiali a tessitura eterogenea, ma prevalentemente limoso-argillosa con inclusioni ghiaioso- sabbiose dei depositi di conoide di deiezione torrentizia e colluviali. In questa classe sono riuniti i terreni formati per il degrado e l'alterazione del substrato, e quelli dovuti all'apporto misto detritico dei corsi d'acqua. In corrispondenza di materiali granulari, vi possono essere modeste falde acquifere; la massima oscillazione della superficie freatica può raggiungere livelli prossimi al piano campagna. Le caratteristiche litologiche sono state definite attraverso sondaggi geognostici e prove geofisiche. Le indagini sismiche ci hanno consentito di valutare una V_{s30} mediamente inferiore ai 360 m/sec, e talvolta valori di risonanza medio-alta. I Questi terreni poggiano sul substrato roccioso conglomeratico. La profondità del substrato roccioso è variabile, può raggiungere anche i venti metri, e sono dotati di caratteristiche tecniche da mediocri a scadenti. Le indagini sismiche non ci hanno permesso di valutare con esattezza la sua profondità.

Committente	Amministrazione Comunale di Maser (TV)	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Ristrutturazione edificio pubblico	SS1	a
Località	Maser (TV)	Il geologo	
Data Inizio	01.03.2005	Data Fine	08.03.2005
		Sartor dott. Livio	

Scala 1:50	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza	S.P.T.			
					10	20	30	40
		Terreno di riporto con frammenti di laterizio, limi argillosi di colore da marrone rossastro ad ocra e ciottoli (da 0.0 a circa 0.60 metri dal p.c. presenza di terreno di colore nerastro)		3.70				
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm), per lo più calcarei e in misura minore silicei	3.70	0.80			3.00	
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm), per lo più calcarei e in misura minore silicei	4.50	0.50			3.45	
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm), per lo più calcarei e in misura minore silicei	5.00					
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi, e con rari frustoli carboniosi	6.60	1.60			6.00	
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 3 cm)	7.00	0.40			6.45	
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi, e con rari frustoli carboniosi	8.40	1.40				
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli e da -8.80 a -9.00 metri dal p.c. abbondante presenza di frustoli carboniosi	8.40	0.60				
		Argilla di colore marrone-rossastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 3 cm)	9.00	0.15			9.00	
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi, e con rari frustoli carboniosi	9.15	0.35			9.45	
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi, e con rari frustoli carboniosi	9.50	0.50				
		Argilla di colore marrone-rossastro con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi, e con rari frustoli carboniosi	10.00					

Si sono riscontrate venute d'acqua alla profondità di -4.06 metri dal piano campagna.
A fine sondaggio non vi era la presenza di acqua nel foro. (N.B. durante l'esecuzione della perforazione sicuramente sino a -11.60 il livello della falda era a -4.06 mt dal p.c.).

Committente	Amministrazione Comunale di Maser (TV)	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Ristrutturazione edificio pubblico	SS1	b
Località	Maser (TV)	Il geologo	
Data Inizio	01.03.2005	Data Fine	08.03.2005
		Sartor dott. Livio	

Scala 1:50	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza	S.P.T.			
					10	20	30	40
		Argilla di colore marrone con rari ciottoli da subarrotondati a spigolosi	10.00	1.60				
		Argilla di colore marrone con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 3.0 cm) in aumento da 11.60 a 12.10	11.60	0.50	12.00			
		Argilla di colore marrone con ciottoli da subarrotondati a spigolosi	12.10	1.10	12.45			
		Argilla di colore grigiastro con ciottoli da subarrotondati a spigolosi e con diametro anche superiore ai 10 cm	13.20	0.80				
		Ghiaia grossa con ciottoli di diametro anche maggiore a 10 cm	14.00	0.60				
		Argilla di colore marrone con abbondanti ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm), e con frustoli carboniosi	14.60	0.60	15.00			
		Argilla di colore marrone passante a grigiastra con ciottoli da subarrotondati a spigolosi (dia. max 2 cm)	15.20	0.70	15.45			
		Argilla di colore grigio con presenza di ciottoli prevalentemente subarrotondati (diam. max 4 cm), passante a un colore marrone-grigiastro da -16.50 a -16.80 mt da p.c.	15.90	0.90				
		Ghiaia grossa (diam. anche maggiore a 10 cm)	16.80	0.30				
		Argilla di colore marrone-grigiastro con abbondante presenza di ciottoli di diametro anche superiore ai 5.0 cm	17.10	0.60				
		Argilla di colore da grigiastro a marrone con presenza variabile di ciottoli da subarrotondati a spigolosi (diam. max 2 cm)	17.70	1.90				
		Argilla di colore marrone-grigiastro con rari ciottoli	19.60	1.50				

Si sono riscontrate venute d'acqua alla profondità di -4.06 metri dal piano campagna.
A fine sondaggio non vi era la presenza di acqua nel foro. (N.B. durante l'esecuzione della perforazione sicuramente sino a -11.60 il livello della falda era a -4.06 mt dal p.c.).

Committente	Amministrazione Comunale di Maser (TV)	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Ristrutturazione edificio pubblico	SS1	c
Località	Maser (TV)	Il geologo	
Data Inizio	01.03.2005	Data Fine	08.03.2005
		Sartor dott. Livio	



Si sono riscontrate venute d'acqua alla profondità di -4.06 metri dal piano campagna.
A fine sondaggio non vi era la presenza di acqua nel foro. (N.B. durante l'esecuzione della perforazione sicuramente sino a -11.60 il livello della falda era a -4.06 mt dal p.c.).

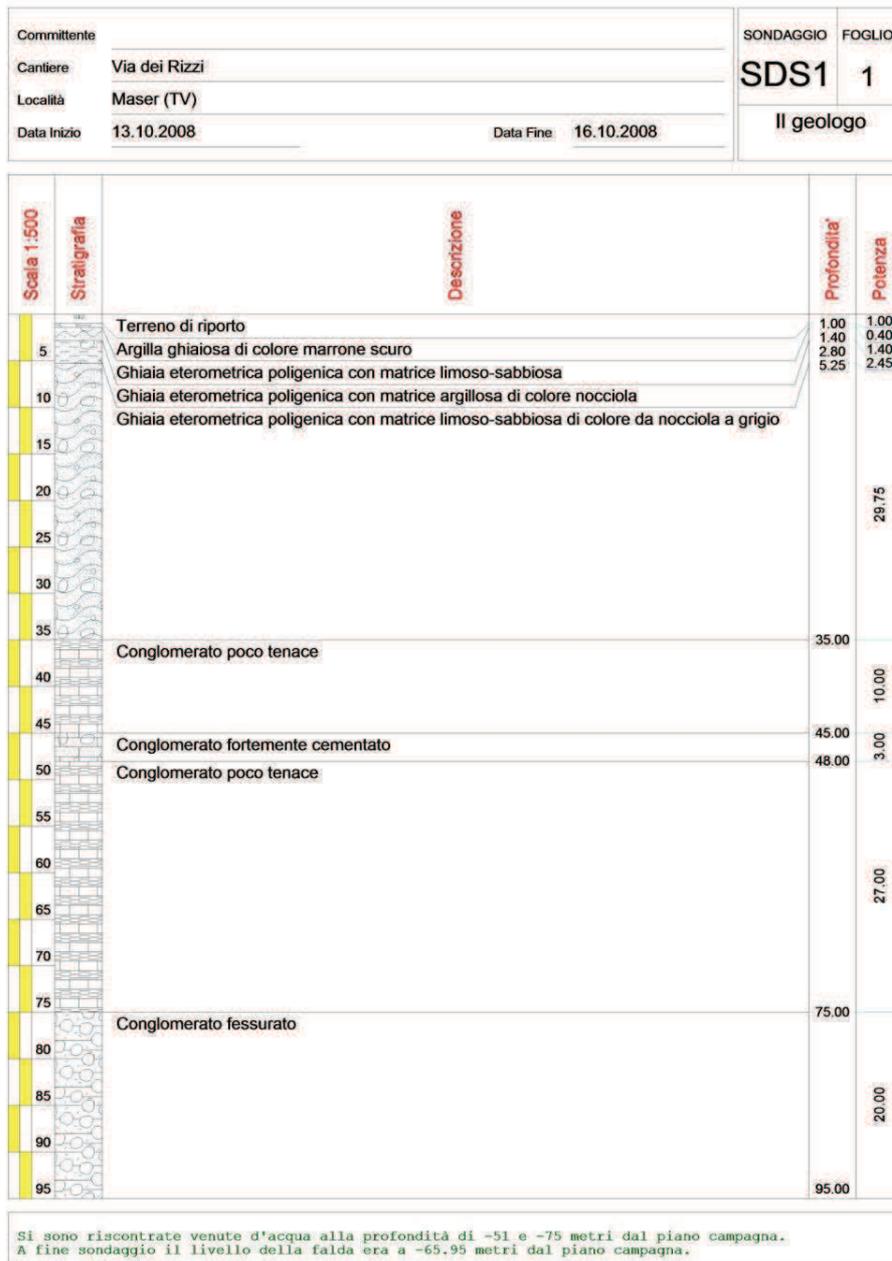
- **Zona 2004:** materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limoso-argillosa con inclusioni ghiaiose-sabbiose, di piana pedemontana. Sono terreni che costituiscono principalmente la zona di transizione dalle aree ferrettizzate (depositi di “ferretto” del Mindel delle colline asolane) e di conoide a quelle con depositi ghiaiosi fluvioglaciali del Wurm. Le acque torrentizie, che dalle colline si riversavano e procedevano sull’antistante pianura ghiaiosa, venivano assorbite, e abbandonavano di conseguenza su di essa le loro torbide residue, costituendo un cappello di copertura. Si delineava perciò una zona di raccordo tra i depositi di alluvione pedecollinare e le masse alluvionali deposte dalle grandi correnti del fiume Piave. In questa zona vi sono dei terreni prevalentemente limoso-argillosi con inclusioni sabbioso-ghiaiose, poggianti sui depositi fluvioglaciali ghiaiosi e/o sui conglomerati Messiniani. Le indagini sismiche ci hanno consentito di valutare una Vs30 mediamente inferiore ai 360 m/sec, e i valori di risonanza medi. Tali depositi possono raggiungere uno spessore anche di una decina di metri, e sono dotati di caratteristiche tecniche da mediocri a scadenti.

Committente		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	via Motte	S2	1
Località	Maser		
Data Inizio	14.11.2006	Il geologo	
	Data Fine	16.11.2006	

Scala 1:200	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Potenza
		Terreno vegetale	0.80	0.80
2		Argilla debolmente limosa con abbondanti grani di ghiaia per lo più medio fine		2.20
4		Argilla debolmente limosa con rari grani di ghiaia e di colore marrone	3.00	3.30
6			6.30	4.70
8		Argilla debolmente limosa passante a ghiaia poligenica malgradata e angolosa in matrice limoso sabbiosa debolmente argillosa		
10			11.00	
12		Ghiaia poligenica malgradata e angolosa in matrice limoso sabbiosa di colore grigiastro, talvolta nocciola		
14				19.00
16				
18				
20				
22				
24				
26				
28				
30			30.00	

Prove SPT: da 3.00 a 3.45 (4,7,10), da 6.00 a 6.36 (13, 40, 50 rif. 6 cm), da 7.50 a 7.71 (35, 50 rif. 6 cm), da 9.00 a 9.45 (24,33,41)

- **Zona 2005:** ghiaie in matrice sabbiosa, con livelli sabbiosi superficiali, e ghiaie a volte cementate in profondità di origine fluvioglaciale. Le caratteristiche litologiche sono state definite attraverso sondaggi geognostici e prove geofisiche. La profondità media stagionale della falda è sempre a profondità superiori ai 40 metri dal piano campagna. Le indagini sismiche ci hanno consentito di valutare una Vs30 mediamente superiore ai 360 m/sec. Questo litotipo poggia a profondità diverse sul substrato roccioso, costituito dal Conglomerato del Messiniano.



- **Zona 2006:** Depositi di riporto antropico di varia natura. Sono presenti in ex cave e/o discariche, il loro spessore può essere anche di una decina di metri e la loro natura è variabile: riporto inerte, rifiuti speciali e/o urbani. In questa categoria sono stati inseriti anche dei terrapieni stradali. Considerata la variabilità di questi materiali, non sono state eseguite indagini sismiche.

8.3.2 Zone di attenzione per instabilità

Gli effetti sismici attesi in queste aree sono riconducibili a caratteristiche permanenti del territorio, naturalmente per queste zone non sono esclusi fenomeni di amplificazione del moto. Sono state individuate quattro tipologie di effetti deformativi:

- *Instabilità di versante;*
- *Cedimenti differenziali;*
- *Sovrapposizione di zone suscettibili d'instabilità.*

Al primo tipo appartengono due movimenti franosi attivi di scorrimento, posti a Nord Est dell'abitato di Crespignaga, lungo il versante costituito dal "ferretto" del Mindel.

Il secondo tipo è costituito dalle zone con cedimenti differenziali: sono le aree di cava e/o di discarica, o i contatti tra terreni di copertura e il substrato geologico rigido; sono zone in cui si possono verificare cedimenti per la diversa competenza dei materiali.

Il terzo tipo è la sovrapposizione delle aree precedentemente descritte, ovvero di instabilità differenti.

8.3.3 Forme di superficie e sepolte

Sono aree in cui potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione del moto sismico. In cartografia sono state censite le seguenti forme: i conoidi alluvionali, gli orli di scarpata morfologica e fluviali maggiori di 10 metri e le creste. Questi elementi sono stati descritti nel capitolo 8.2.3.

8.3.4 Punti di misura di rumore ambientale

Sono rappresentati i 55 punti di misura di rumore ambientale (HVSR) con indicazione della frequenza più elevata.

9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DI DANNI PER EVENTI PASSATI

Dall'analisi del CPTI04 (Catalogo Parametrico dei Terremoti) possiamo rilevare che i terremoti aventi epicentro entro un raggio di circa 30 km dal centro abitato di Maser e con magnitudo $M_{aw} \geq 5$ sono i seguenti:

- anno 1268 nel Trevigiano con $M_{aw}=5.37$;
- anno 1695 nell'Asolano con $M_{aw}=6.61$;
- anno 1836 nel Bassanese con $M_{aw}=5.48$;
- anno 1860 nel Valdobbiadense con $M_{aw}=5.17$;
- anno 1861 nella zona di Castelfranco V.to con $M_{aw}=5.03$;
- anno 1887 nell'Asolano con $M_{aw}=5.17$;
- anno 1894 nella zona di Fonzaso con $M_{aw}=5.03$;
- anno 1895 nel Valdobbiadense con $M_{aw}=5.06$;
- anno 1900 nel Valdobbiadense con $M_{aw}=5.22$;
- anno 1943 nel Valdobbiadense con $M_{aw}=5.18$.

Nelle ricerche bibliografiche eseguite, pur non approfondite con ricerche documentali specifiche di atti risalenti al periodo degli eventi, si sono rilevati danni per eventi sismici nel Comune di Maser soprattutto nel sisma del 1695 (v. tab. 6), e in misura minore in quello del 1836.

Interessanti sono le documentazioni scritte di danni reperite presso la Biblioteca Comunale di Treviso, l'archivio storico di Asolo, e alcuni archivi parrocchiali, causate dal **terremoto del 25.02.1695** ore 5.30, con epicentro nell'asolano:

- *“ L'anno 1695, 25 Febbaro giorno di Venerdì ...circha l'8 hore di notte (circa alla due di notte) fecesi sentire un picholo scosso di teremotto... circha le hore 13 di giorno (probabilmente vi è un errore, in quanto la scossa avvenne circa alle ore 5.30 del mattino, documentata da diversi atti dell'epoca) in cui sentitosi un gran urtone del teremotto rivelgiando tute le anime sopite...il dano più remarcabile fù nel territorio verso il monte...nel castello di Asolo non vi è cassa che non conti qualche fracasso...con la morte di 3 persone: nella villa di cavaso oltre le rovine di assaisime casse si considerano 28 persone sepolte...In Rovigo Segusino Pedaroba Curogna, San Zenon et altre ville in quantita oltre la rotura di molte case si trovano molti Huomini perduti che forse saranno sepolti nelle rovine, in val dubiadene, oltre la rovina di case e palaggi ha aperto una grandissima montagna con istupore di tutti...”* (da “Cronaca di Treviso”).
- anno 1695, 24 Marzo “...Asolo ha risentito ...dell'eccidio di due infelici fratelli ritrovati estinti sotto le rovine...e nei 26 villaggi (la podesteria di Asolo comprendeva gran parte dei territori degli attuali Comuni di Romano d'Ezzelino, Mussolente, Borso del Grappa, San Zenone degli Ezzelini, Fonte, Crespano e Paderno del Grappa, Possagno, Cavaso, Castelcucco, Monfumo, Asolo, Maser,

Altivole, Cornuda e Crocetta del Montello) ...essersi precipitate a fundamentis 1477 case et altre 1284 case rese inhabili ne esservene rimasta illesa pur una...si meritano il compatimento de l'esenzion dal Boccatico e macina come hanno supplicato anco li comuni di Quer, Campo, Colmiran e Vas..." (lettera firmata dal Podestà di Treviso).

- 1695, 3 Aprile. Elenco dei danni nei vari paesi dal Libro Giallo (il numero che precede il nome del paese è da intendersi come il numero totale delle case presenti prima del terremoto) :

" **Crispignaga** offese le case tutte, ma non diroccata alcuna, come anco offesa la Chiesa.

20 **Coste** fuochi 100 in circa di queste parte conquassate, et parte dirroccate, et in conclusione niuna illesa. Chiesa con campanile conquassati.

30 **Maser** case tutte parte diroccate, et quelle, che sono in piedi grandemente infrante, et conquassate. Atterato il campanile di Muliparte parte della Chiesa, et conquassata la Parochiale di S. Marco."

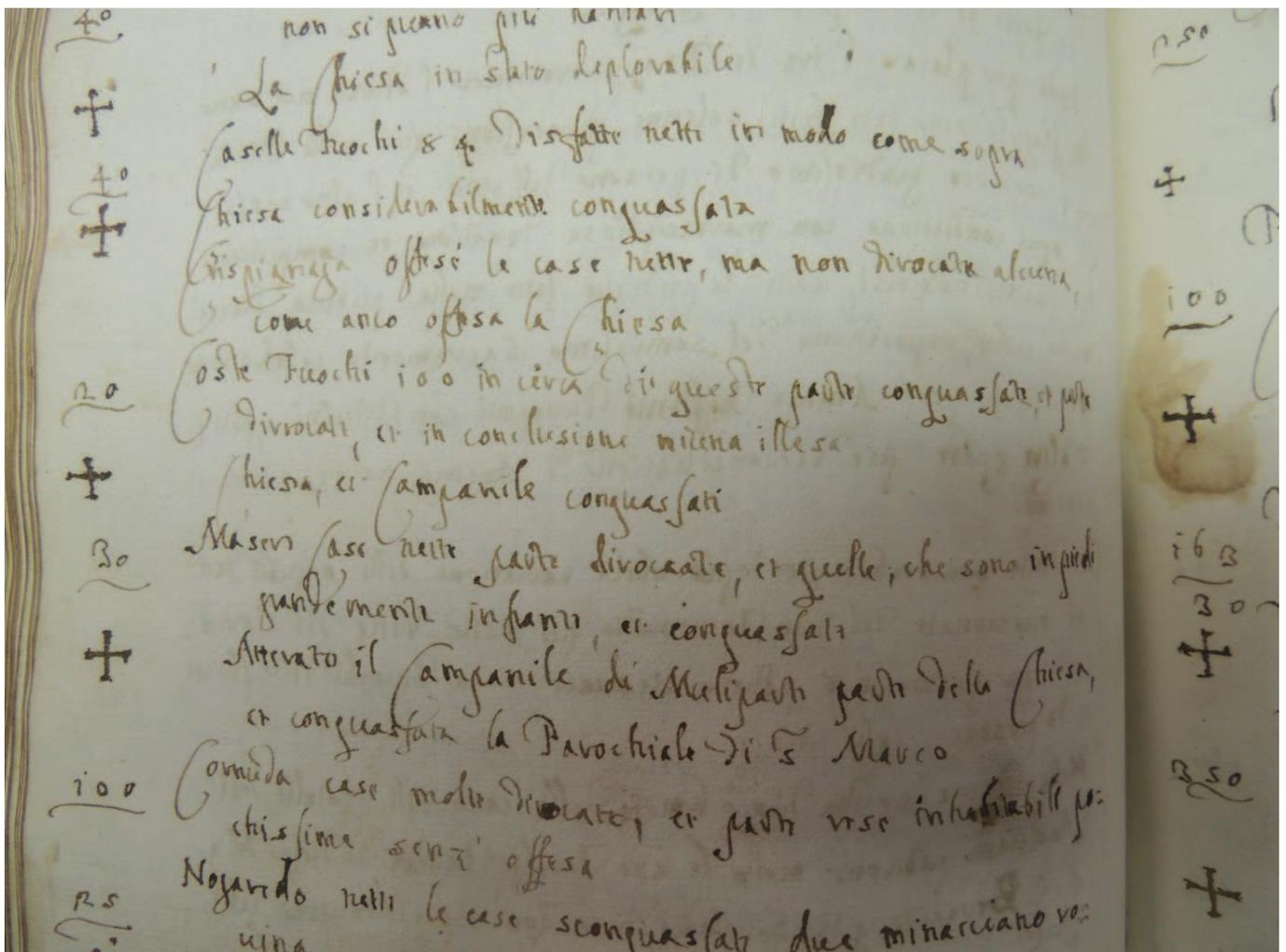


Fig. 13 – Località danneggiate nel Comune di Maser (da Libro Giallo – Archivio storico di Asolo)

- 1695, 27 Luglio. Possagno chiede l'esenzione dalle tasse come è già stata assegnata ad altri comuni: "...*Ha la Serenità Vostra consolati per tal causa con generosa indulgenza di debiti e di esentioni in avvenire li comini di Segusin, Lan, Quer e Cavaso...*". (lettera al "Serenissimo Principe").
- 1695, 20 Settembre. Relazione sul terremoto nella podesteria di Asolo: "*1477 case sin a fondamenti distrutte, 1284 rese inabitabili, ...46 persone caderono estinte e sepolte sotto le rovine...*" (lettera firmata dal Podestà di Treviso).
- 1696, 07 Marzo. Il Parroco di Paderno del Grappa Manno afferma: "...*chi desidera saper li danni, credo che in ogni luogo si troverà la memoria, però in Cavaso 28 morti* (in altri testi si afferma 44) e forse più, a Onigo e circimcirca 50. In Asolo e pertinenze 4, a Castelcucho 3 (nella lettera del 29 Agosto 1695 del Podestà di Treviso si riscontrano circa 40 vittime), a Fonte 4, 3 a Borso..." (lettera firmata dal Podestà di Treviso).
- 1696.29 Agosto: "*Serenissimo Principe...gli abitanti di Castelcucco ...numerose di 300 fuochi...nel crollar delle habitationi ...mancarono di vita circa 40 persone ...*" (lettera firmata dal Podestà di Treviso).

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

Interessante è la descrizione, conservata nell'archivio arcipretale di Borso del Grappa, dello sciame sismico che durò per circa nove mesi, l'epicentro si ritiene fosse tra S. Eulalia di Borso del Grappa e Liedolo di San Zenone degli Ezzelini (v. fig.14). I maggiori danni non furono nella prima scossa, bensì nelle seguenti: all'inizio vi fu solo "*una casa caduta e molti feriti*", successivamente "*atterrate in Borso più di 80 case, con gravi danni per tutte le altre*". Il Baratta afferma che "*...nell'area danneggiata su 1943 fabbricati 100 caddero interamente, 100 altri rimasero cadenti, 692 ebbero danni più o meno gravi e 1151 restarono illesi*".

Dall'esame dei dati del Baratta sembrerebbe che i danni fossero circoscritti (v.fig.14) verso Est al massimo ad Asolo e Possagno.

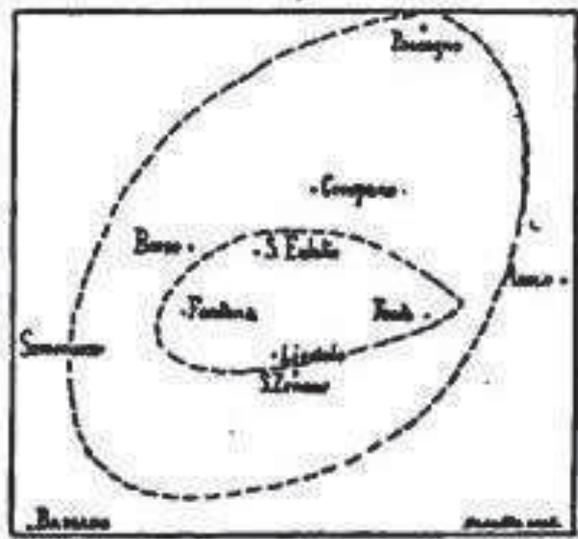


Fig. 14 – Località più danneggiate (da Baratta -1901)

Il terremoto del Giugno 1836 causò invece danni anche nel Comune di Maser, in particolare sicuramente alla Chiesa parrocchiale di Maser e la canonica di Coste. Dai consuntivi della Parrocchia di Maser sono descritte i lavori di consolidamento della chiesa a causa del terremoto del 1836: *“...il muro di ponente cioè della facciata della Chiesa Parrocchiale di Maser si è staccato dai laterali di settentrione e mezzodì presso gli angoli si sud-ovest, e di nord-ovest in forza delle scosse di terremoto dell’anno decorso. Si deve procurare di rimetterlo al sito con due tiranti che colle loro chiavi e penole esterne impediscono ulteriori movimenti. Perciò saranno applicati questi due tiranti lungo i muri di settentrione e mezzodì per l’estesa di ml. 4.00 non compresa la parte internata nel muro di ponente che è di ml 1.00. Così ogni tirante lungo in tutto ml 5.60 calcolate anche le due ribattiture presso gli occhi nei quali vanno infilate le chiavi e le penole. Sarà traforato il muro di ponente sopra la cornice interna, e poscia formato un canale lungo i muri di settentrione e mezzodì per ml 4.00 sopra detta cornice. Dopo i detti ml. 4.00 si traforeranno questi due muri per infilarvi le chiavi dei tiranti. Posti essi a sito si dovranno otturare i fori, i canali e le fenditure con cemento di calce e sabbia. La grossezza dei tiranti e delle chiavi sarà di ml. 0.01 la loro larghezza di ml 0.05. Le chiavi comprese le penole saranno lunghe ml 1.00 per cadauna, cioè in tutto ml 4.00. Saranno poi internate nell’esterno delle facciate in modo da nasconderle con la stuccatura di cemento. Spesa totale L.85.33 (Asolo li 9 Dicembre 1837 Ing. F. Martignago.*

In una lettera (forse una minuta) del Parroco di Coste di Maser del 1836, rinvenuta nell’archivio parrocchiale, si evince che anche la canonica di Coste subì danni dal terremoto del 1836:

“All’Imp. R. Commissario Distrettuale di Asolo

Il terremoto ...del 20 Luglio 1836 fece dei malanni in questa casa canonica...la Fabbriceria di questa Chiesa è povera ..occorre far riparar ai malanni predetti, già rilevati da ... 28 7bre 1836 .. don M. Bonfra (collaboratore del Parroco don Angelo Dalmistro)".

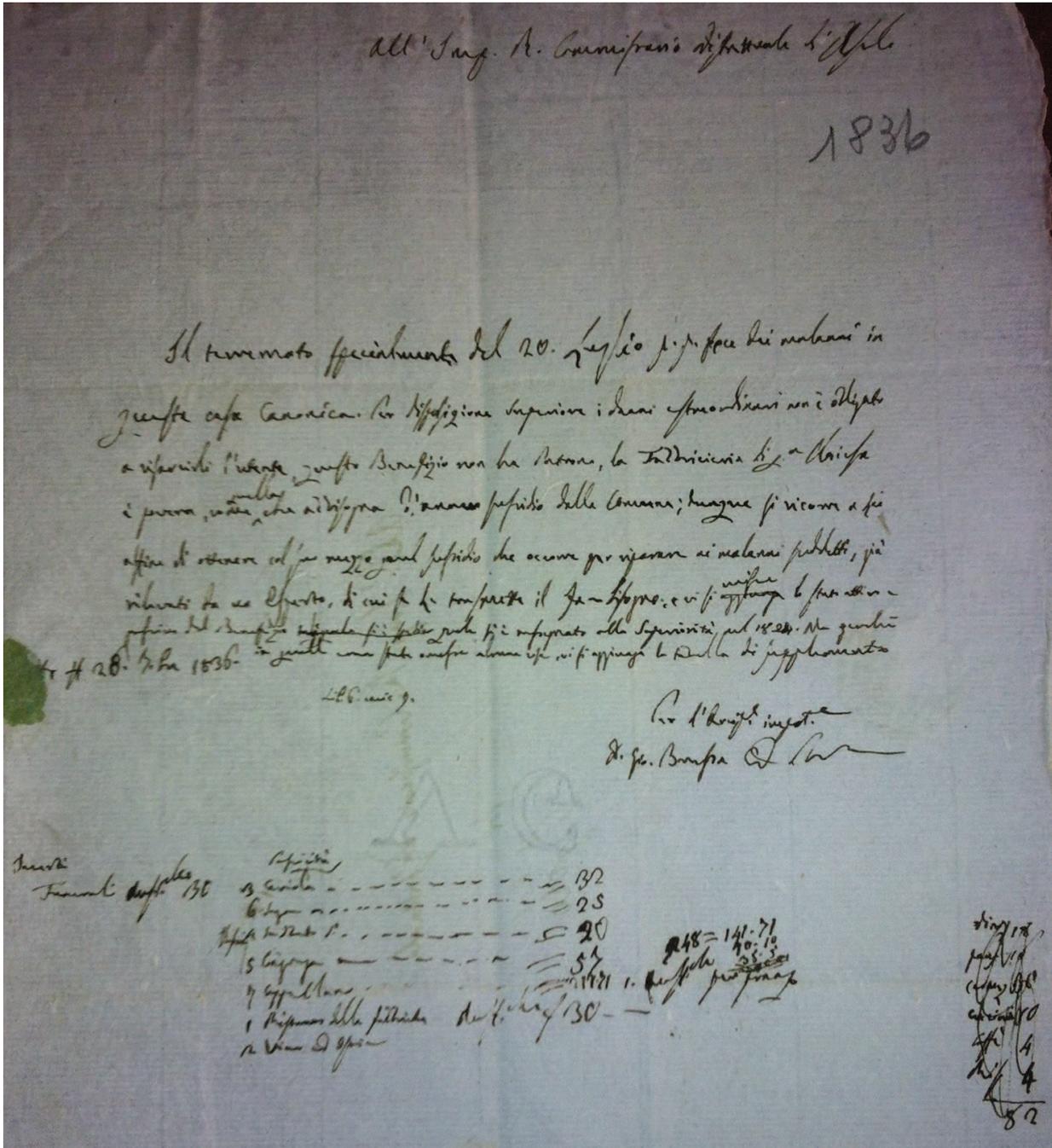


Fig. 15 – Danni alla canonica di Coste nel terremoto del 1836 (da Archivio Parrocchia di Coste)

10. PROPOSTA DI NORMATIVA TECNICA

ARTICOLO "X" - Microzonazione sismica

- ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA' (v. Carta Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica):
 - **ZAFR_A (3012)** (Zona di attenzione per instabilità di versante attiva), **3070** (Sovrapposizione di zone suscettibili d'instabilità differenti), **3080** (cedimenti differenziali) : è vietata qualsiasi tipo di costruzione appartenente alle Classi I, II, III, e IV (v. DM 14.01.2008 punto 2.4.2), a meno che, un'analisi sismica di terzo livello, valuti superabile l'instabilità definita nella Microzonazione simica di primo livello.

- FORME DI SUPERFICIE E SEPOLTE (v. Carta Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica):
 - Per costruzioni ordinarie ovvero non di carattere strategico per fini di protezione civile o rilevanti per l'uso, come elencate nell'allegato A e B della DGRV 28.11.2003 n. 3645, è sufficiente un'analisi dell'effetto topografico attraverso gli abachi presenti nella DGRV 1572/2013.
 - Per costruzioni di carattere strategico per fini di protezione civile o rilevanti per l'uso, come elencate nell'allegato A e B della DGRV 28.11.2003 n. 3645, è necessaria un'analisi sismica di terzo livello.

- ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (v. Carta Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica):
 - A) Per costruzioni ordinarie ovvero non di carattere strategico per fini di protezione civile o rilevanti per l'uso, come elencate nell'allegato A e B della DGRV 28.11.2003 n. 3645:
 - Zona 2001-2005: (Ghiaia in matrice prevalentemente sabbiosa ...) : in quest'area si prevede la determinazione delle Vs con metodologia passiva o attiva e misure HVSR per determinare i contrasti d'impedenza, e l'esecuzione di sondaggi geognostici speditivi (es. trincee esplorative).
 - Zona 2002-2003-2004: (Materiali di origine fluviale del Mindel, di copertura detritica e alluvionali a tessitura prevalentemente limoso-argillosa...): in quest'area si prevede la determinazione delle Vs con metodologia passiva o attiva e misure HVSR per valutare i contrasti d'impedenza, l'esecuzione

di sondaggi e/o prove penetrometriche. Gli abachi possono essere utilizzati per la progettazione, purchè il sito di costruzione presenti caratteristiche conformi alle ipotesi di base utilizzate all'elaborazione degli abachi stessi (sottosuolo assimilabile ad una successione di strati approssimativamente piano paralleli, con modeste irregolarità morfologiche). A partire dal confronto tra l'azione sismica dedotta dagli abachi con quella che si ottiene utilizzando la categoria del sottosuolo e lo spettro per essa previsto dalla norma, il progettista può scegliere l'azione più gravosa tra le due, e decidere l'esecuzione di ulteriori approfondimenti.

- *Zona 2006*: (Terreno di riporto antropico ecc.): in quest'area si prevede l'esecuzione dell'analisi di terzo livello, qualora gli spessori di terreno di riporto siano maggiori di tre metri, qualora siano inferiori si dovrà procedere con le stesse modalità previste per la "Zona 2002-2003-2004".

B) Per costruzioni di carattere strategico per fini di protezione civile o rilevanti per l'uso, come elencate nell'allegato A e B della DGRV 28.11.2003 n. 3645, è necessario procedere con un'analisi sismica di terzo livello, come previsto dal par. 4.2.1 della DGRV 1572/2013.

➤ FAGLIA POTENZIALMENTE ATTIVA E CAPACE (FPAC) (v. Carta Geologico-tecnica):

dovrà essere eseguito un approfondimento sismico di Livello 3; la faglia dovrà essere investigata con indagini appropriate al fine di identificarne l'eventuale attività negli ultimi 40.000 anni, oltre che definirne con certezza la geometria.

Alla relazione geologica ai fini sismici dovranno essere allegate:

- corografia con l'esatta ubicazione delle indagini alla scala minima di 1:2.000;
- stratigrafie dei sondaggi e/o grafici delle prove penetrometriche con i valori della resistenza alla punta, laterale, numero di colpi, ecc., soggiacenza della falda;
- misure HVSR: grafici H/V, delle componenti, la direzionalità e la serie temporale;
- gli spettri di velocità per le MASW, REMI, ecc., e la velocità delle onde S;
- eventuali altre tipi di prove dovranno essere allegate secondo quanto previsto dagli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – Microzonazione sismica" vers. più recente".

11. BIBLIOGRAFIA

- AGIP MINERARIA: *"Mappa delle isobate del Quaternario della Pianura Padana"*. S. Donato Milanese, 1978.
- ANTONELLI R.: *"Primi risultati di ricerche idrogeologiche sulla ricarica naturale delle falde nell'alta pianura alluvionale del Fiume Piave"*. Memorie di Scienze geologiche, V. XXXVIII, Padova, 1986.
- ANTONELLI R., DAL PRA' A.: *"Carta dei deflussi freatici dell'alta pianura veneta con note illustrative"*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, V. 51 (7), pp. 185-197, 2 figg., 3 tabb., 2 carte idrogeol., Roma, 1980.
- ANTONELLI R., DAL PRA' A.: *"Alcune analisi e correlazioni sul regime della falda freatica nell'alta pianura veneta"*. Estr. da Studi Idrogeol. sulla Pianura Padana, n. 2 clup, Milano, 1986
- ARCHIVIO PARROCCHIE DI COSTE, CRESIGNAGA, MASER, BORSO e PADERNO DEL GRAPPA.
- ARCHIVIO STORICO DI ASOLO: "Comune di Asolo Libro giallo n.2";
- ARCHIVIO STORICO DI ASOLO: "Schede Giomo- Il terremoto nell'Asolano -1695";
- ARCHIVIO STORICO DI ASOLO: cartografia e registri estimo 1717;
- ARCHIVIO STORICO DI TREVISO: cartografia e registri de catasto austriaco 1842
- ARPAV: *"Carta dei suoli del Veneto"*, 2005.
- AUTORI VARI: CARTA GEOLOGICA DELLE TRE VENEZIE: *"Foglio Bassano del Grappa"*. Scala 1:100.000, Uff. Idrogr. Mag. Acque, Venezia, 1946.
- AUTORI VARI: CARTA GEOLOGICA DELLE TRE VENEZIE: *"Foglio Conegliano"*. Scala 1:100.000, Uff. Idrogr. Mag. Acque, Venezia, 1963.
- AUTORI VARI: *"La Valcavasia – Ricerca storico ambientale"*. Comunità Montana del Grappa, 1983.
- AUTORI VARI: *"Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"*, 2011.
- AUTORITA' DI BACINO ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE: *"Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini Idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave Brenta-Bacchiglione"*, 2012
- BANCA DATI IFFI – Inventari Fenomeni Franosi in Italia.
- BANCA DATI ISPRA
- BARATTA M. : *"I terremoti d'Italia"*, 1901.
- BASSO U.: *"Cronaca di Maser"*- 1968
- BIBLIOTECA COMUNALE DI TREVISO: G. Mestriner *"Cronaca di Treviso dal 1682 al 1730, pagine 150 e 151"*. Manoscritto cod. n. 645
- BOLLETTINO DI GEOFISICA TEORICA ED APPLICATA: *"Distretti sismici del Veneto"* di M. Sugan e L. Peruzza, 2011
- BOLLETTINO DEL MUSEO CIVICO DI BASSANO DEL GRAPPA: *"I terremoti a Bassano"*, di G. Spagnolo 1907.
- BOSCARINI: *"Il terremoto del 1695 nell'asolano"*, 2003.
- BOSCHI, Buratto e altri: *"The database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: Summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology."*
- BURATTO, POLI e altri: *"Source of Mw5+ earthquakes in northeastern Italy and western Slovenia: an updated view based on geological and seismological evidence -2007"*
- CARRARO e altri: *"Incontri con il Grappa – I segreti della geologia"*. Centro con la natura Don Paolo Chiavacci di Crespano del Grappa, 1989.
- CASTALDINI-PANIZZA: *"Carta del mondo delle principali faglie attive per l'Italia Settentrionale"*, 1992.
- CASTIGLIONI G.B. et al.: *"Elementi per una ricostruzione dell'evoluzione morfotettonica delle Prealpi Venete"*. Geogr. Fis. Din. Quat., Suppl. 1, 1989.
- CASTIGLIONI G.B., PELLEGRINI G.B.: *"Note illustrative alla Carta Geomorfologica della Pianura Padana"*. Geogr. Fis. e Din. Quater., Suppl. IV, 2001
- COMUNE DI MASER – PRG comunale.
- DAL PRA' A.: *"La ricarica delle falde nell'alta Pianura Trevigiana in destra Piave"* Consorzio di Bonifica Destra Piave – Dipartimento Geologia Università di Padova, Treviso, 1989.
- DAL PRA' A., ANTONELLI R.: *"Carta dei deflussi freatici dell'alta pianura veneta con note illustrative"*. CNR-IRSA, Quaderni 51 (I), Roma, 1980.
- DAL PRA' A.: *"Carta idrogeologica dell'alta pianura veneta"*. Ist. Geol. Univ. Padova, 1983.
- DECRETO MINISTERIALE: *"Norme Tecniche sulle costruzioni"*, 2008.
- ENEL-AQUATER: *"Elementi di Neotettonica del territorio italiano"*. Milano, 1981.
- GALADINI e altri: *"Sorgenti sismo genetiche responsabili di terremoti distruttivi nell'Italia Nord-Orientale"* Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, 2002

- GEOPORTALE REGIONE VENETO – Aree carsiche, cave, discariche, fenomeni franosi, zone naturali protette.
- INGV: “CPTI04-Catalogo parametrico dei terremoti Italiani”
- INGV: “CPTI04-Catalogo parametrico dei terremoti Italiani”
- INGV: “DBMI11-Database Macrosismico Italiano 2011”
- ISTAT: “Basi territoriali – progetto Census 2010”.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - UFFICIO IDROGRAFICO: “Annali idrologici”. Annate varie, Venezia.
- PERUZZA e altri: “Distretti sismici del Veneto” Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata -2011
- PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEL MINISTRI – Dipartimento della Protezione Civile e altri: “ Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” ,2008.
- PROVINCIA DI TREVISO – PTPC.
- PROVINCIA DI TREVISO: “Idrogeologia e carta freaticometrica della Provincia di Treviso”.
- REATO S.: “Terremoto di Santa Costanza – 25.02.1695”, 2005
- REGIONE DEL VENETO - SEGRETERIA PER IL TERRITORIO -DIPARTIMENTO PER L'ECOLOGIA: “Carta isofreatica e Carta piezometrica della pianura veneta”. Venezia, 1985.
- REGIONE DEL VENETO - SEGRETERIA PER IL TERRITORIO - DIPARTIMENTO PER L'ECOLOGIA: “Censimento dei corpi idrici. Piano per il rilevamento delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici della Regione del Veneto”. Collana di divulgazione dell'Attività Legislativa e Amministrativa della Regione, n. 4, Settore Ambiente-Territorio, Venezia, 1987.
- REGIONE VENETO: “Carta Geologica del Veneto. Scala 1:250.000”. Segr. Reg. Territorio, 1990.
- REGIONE VENETO: “Carta litologica e carta idrogeologica dei monti Grappa e Cesen”. Segr. Reg. Ambiente e Territorio, 2006.
- SARTOR L.: “Piano di settore ambientale e paesaggistico dei Colli Asolani” – Provincia di Treviso, 1995.
- SLEJKO e altri: “Modello sismotettonico dell'Italia nord orientale”. CNR-GNDT, 1987
- VENZO S. e altri: “I depositi Quaternari e del Neogene superiore nella bassa valle del Piave da Quero al Montello e del paleo-Piave nella Valle di Soligo (Treviso)” - 1971
- ZANFERRARI A.et al.: “Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale”. Mem. Sc.Geol. Vol. XXXV, Univ. Padova, 1982.

Maser, Aprile 2015

Il geologo

