



COMUNE DI FREGONA

Provincia di Treviso



STUDIO DI COMPATIBILITA' SISMICA PER IL PIANO DEGLI INTERVENTI (L.R. n° 11/2004; D.G.R. n° 3308/2004)

A cura di:

Con la collaborazione di:

Dr. Geol. Collareda Matteo

Dr. Geol. Davide Dal Degan

Incarico affidato con Determina dell'Area
Urbanistica n° 6 del 8 novembre 2012

Dicembre 2013

Dr. COLLAREDA MATTEO
GEOLOGO

Via Lungo Giara 29 - 36033 Isola Vicentina (Vicenza)
Tel. / Fax. 0444 962532 - Cell. 349 0567455

e-mail: info@studiosisma.com pec: studiosisma@epap.sicurezzaepostale.it

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
2	GENERALITA'	3
3	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3.1	Inquadramento sismotettonico generale	4
3.2	Caratterizzazione sismogenetica del Comune	7
3.3	Sismicità storica.....	7
3.4	Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche	10
3.5	Pericolosità sismica di riferimento.....	13
4	INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DI SITO.....	16
4.1	Metodologia di elaborazione delle nuove indagini.....	16
4.2	Interpretazioni e incertezze	20
5	DESCRIZIONE DELLE NUOVE AREE DI ESPANSIONE.....	25
6	NORME TECNICHE	28

1 INTRODUZIONE

Tra i principali compiti che la Regione Veneto svolge in materia ambientale e di governo del territorio vi è quello di pianificare e programmare strumenti diretti alla mitigazione dei rischi naturali e antropici con l'obiettivo di favorire trasformazioni positive nella vita delle persone ed una migliore sostenibilità ambientale.

I rischi naturali possono essere mitigati attraverso azioni preventive, come la corretta gestione del territorio da parte delle Amministrazioni competenti. Attendere un evento sismico per intervenire in fase di emergenza aumenta esponenzialmente il costo di gestione degli interventi e delle successive ricostruzioni. Al contrario, agire in modo preventivo riduce i costi di gestione in fase di emergenza, poiché intervenire sulla mitigazione del rischio riduce alla fonte il loro "peso" economico e sociale sull'ambiente e sulla popolazione.

Procedere in modo preventivo, quindi, significa sviluppare una serie di norme, Linee Guida e/o comportamenti operativi e/o educativi finalizzati alla gestione dei rischi naturali, alla riduzione generale dei costi sociali e della loro ricaduta sulla popolazione.

La Regione Veneto, da diversi anni, ha attivato una serie di iniziative di tipo normativo e tecnico - operativo per conseguire efficaci progressi nella conoscenza dei fenomeni naturali del proprio territorio legati alla geologia, con l'obiettivo di attivare azioni efficaci in materia di riduzione dei rischi naturali, con particolare riguardo al rischio sismico.

Gli studi preventivi in campo sismico permettono di identificare aree in cui la pericolosità sismica raggiunge livelli che possono pregiudicare la sostenibilità del territorio, sia in termini di vite umane, sia economici e sia di degrado ambientale.

Per microzonazione sismica si intende la "valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo".

2

In sostanza, la microzonazione sismica individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità. È da tempo noto che le condizioni locali dei terreni di fondazione condizionano in modo importante gli effetti del terremoto. Lo stesso evento sismico può provocare scuotimenti decisamente differenti in dipendenza degli spessori e delle caratteristiche dei terreni più soffici presenti negli strati più superficiali o delle caratteristiche morfologiche del sito.

Le caratteristiche locali del territorio possono alterare in maniera evidente l'azione sismica. Anche in Italia, recentemente (ad esempio Umbria - Marche, 1997 - Salò, 2004 - Aquila, 2010 - Modenese, 2012), sono state evidenziate situazioni in cui vengono mostrati livelli di danneggiamento estremamente diversi in edifici simili, dal punto di vista strutturale, in siti distanti poche centinaia di metri fra loro. In alcune di queste località (ad esempio Umbria - Marche, 1997) sono state effettuate registrazioni accelerometriche durante un *aftershock*, che hanno mostrato come i livelli di scuotimento nel sito in pianura su terreni sciolti siano stati amplificati di oltre il doppio rispetto al sito su roccia ed abbiano avuto una durata molto più lunga.

Gli studi di microzonazione sismica hanno l'obiettivo di razionalizzare la conoscenza di questi fenomeni restituendo informazioni utili per chi deve pianificare o realizzare interventi sul territorio.

Il Comune di Fregona sta predisponendo lo "Studio di Microzonazione Sismica di Livello I" su tutto il territorio comunale, con le modalità riportate negli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" della Protezione Civile. Nel contempo, si è realizzato il presente elaborato che si prefigge di integrare quanto già previsto dal P.A.T. in merito alla compatibilità sismica del territorio. In particolare, sono state approfondite le conoscenze sulle aree di espansione previste dal Piano degli Interventi, eseguendo indagini geofisiche ed osservazionali mirate alla definizione dell'azione sismica nei siti individuati.

2 GENERALITA'

Il P.A.T. del Comune di Fregona e le tavole ad esso allegata sono state adottate con delibera del Consiglio Comunale n°2 del 23.01.2012; come detto in precedenza, l'Amministrazione Comunale sta predisponendo il Piano degli Interventi e, in tale fase progettuale, risulta necessario integrare lo "Studio di Compatibilità Sismica" eseguito ai sensi della D.G.R.V. n. 3308/2008 in relazione alle aree di espansione individuate.

Nella D.G.R.V. n. 3308/2008 e, in particolare, nel suo Allegato A, viene specificato che per quanto attiene al Piano degli interventi (P.I.), "... che localizza puntualmente le trasformazioni urbanistiche, lo studio di compatibilità sismica avrà lo sviluppo necessario a definire gli interventi ammissibili e le modalità esecutive nelle aree urbanizzate ed urbanizzabili".

In sostanza, in merito ai P.I., l'Allegato A riporta quanto segue:

"... all'interno dei P.I., per il territorio urbanizzato, urbanizzabile (suscettibile di trasformazioni urbanistiche per l'espansione degli abitati) e relativo ad ambiti riguardanti i sistemi, le reti infrastrutturali e i corridoi per il trasporto energetico di rilevanza strategica a livello statale o provinciale, va effettuata:

- con riferimento alle aree di cui al precedente punto 3 lettera a) la caratterizzazione del terreno tramite la misura delle V_{s30} (velocità di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità come definita dalle vigenti norme tecniche sulle costruzioni - D.M. 14.9.05 e D.M. 14.1.08);
- con riferimento al precedente punto 3 lettera b) uno studio finalizzato alla determinazione della profondità del bedrock sismico in funzione della definizione del periodo proprio di vibrazione del sottosuolo e alla definizione di profili di V_{s30} , unitamente alla valutazione degli effetti morfologici;
- con riferimento al precedente punto 3 lettera c), uno studio degli eventuali effetti di cui all'alinea precedente e uno specifico studio finalizzato all'individuazione degli ambiti potenzialmente soggetti a instabilità, utilizzando come parametri di riferimento quelli stabiliti dalla vigente normativa tecnica sulle costruzioni."

3

Pertanto, sono state eseguite una serie di indagini ad hoc (misure geofisiche di tipo Re.Mi., H.V.S.R. e tomografia elettrica, rilievo di superficie, analisi cartografica) volte a soddisfare quanto richiesto dalla D.G.R.V. n. 3308/2008. In particolare, sulla base dello studio di compatibilità sismica, le indagini sono state realizzate in aree "stabili suscettibili di amplificazione sismica", visto che le zone di espansione previste dal P.I. rientrano esclusivamente tra queste.

Si rimanda al P.A.T. del Comune di Fregona per prendere visione della cartografia geologica ad esso allegata e degli studi di compatibilità sismica precedentemente eseguiti ai sensi della D.G.R.V. n. 3308/2008.

3 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Inquadramento sismotettonico generale

Dal punto di vista strutturale, il territorio del Cansiglio - Cavallo fa parte della grande unità litologica delle Alpi meridionali. Questa è stata interessata dal *rifting* giurassico con l'individuazione di una piattaforma carbonatica bordata dal Bacino Carnico, Bacino Bellunese, Bacino di Tolmino e dal *plateau* Carnico - Giulio.

Tale situazione ne ha successivamente condizionato l'evoluzione strutturale. Infatti, a seguito della tettonogenesi alpina, i termini più plastici, rappresentati da unità bacinali terrigene terziarie, hanno reagito alle tensioni deformandosi maggiormente rispetto alle unità rigide della piattaforma carbonatica di età Giurassico - Cretacica. Ne risulta, quindi, che il Massiccio del Cansiglio - Cavallo si sia comportato come un solido rigido, che sotto la spinta delle forze orogenetiche è stato spostato verso la pianura veneto - friulana. La caratteristica tettonica dell'area è data da una serie di pieghe ad asse diretto in genere SW-NE più o meno asimmetriche, tanto da apparire talora completamente rovesciate verso Sud e da presentare uno dei fianchi fortemente stirato o addirittura in struttura di faglia. Gli strati rocciosi, suborizzontali nelle zone periferiche più elevate, si inflettono verso il centro, cosicché l'altopiano può essere suddiviso in alcuni elementi tettonici.

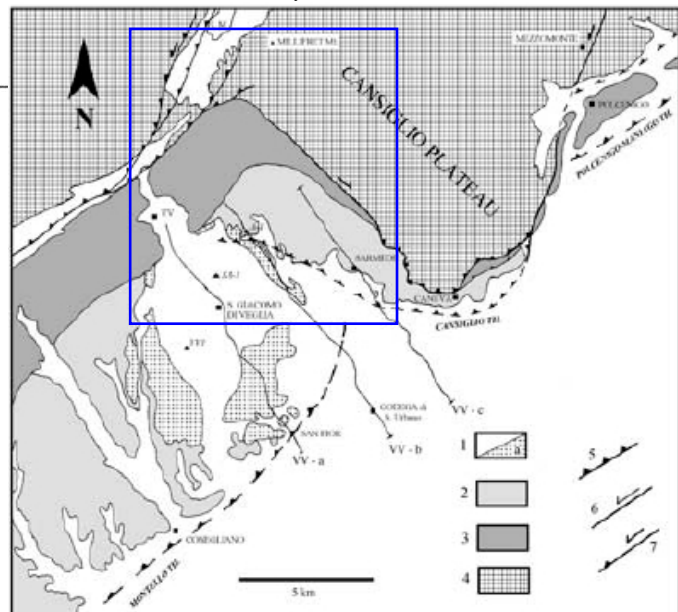
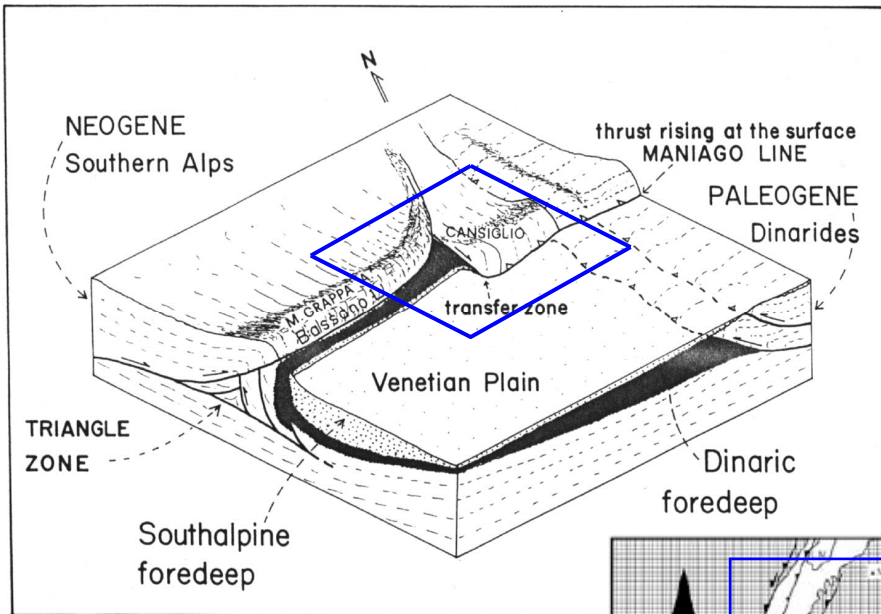
- Anticlinale del Cansiglio Nord: è una piega ad ampio raggio che, a partire da Ovest, ha l'asse dapprima orientato in direzione NE-SW e successivamente sterza verso Est; il fianco NW dell'anticlinale immerge, con inclinazione gradualmente crescente, verso il Lago di Santa Croce, mentre il fianco opposto immerge verso l'altopiano.
- Anticlinale del Cansiglio Meridionale: l'asse di questa piega ha un andamento con direzione NE - SW lungo la dorsale Candaglia - Cornier e di direzione NW - SE sulla dorsale Crosetta - Pizzoc; si tratta di una piega che manifesta la tendenza a rovesciarsi verso Sud tanto da avere il fianco meridionale interessato da profondi disturbi tettonici.
- Brachisinclinale del Cansiglio: è un'ampia piega con asse orientato NNE - SSW, che corrisponde allo stesso Pian del Cansiglio. Infatti, si può notare una notevole coincidenza tra morfologia e tettonica, perché la topografia segue spesso l'inclinazione degli strati: i fianchi della Conca coincidono con i fianchi della sinclinale, mentre la parte centrale coincide col nucleo della piega, dove gli strati di scaglia sono suborizzontali; la sinclinale è però asimmetrica, in quanto sul lato WNW è presente una flessura caratterizzata da strati subverticali, detta flessura di Vallorch, mentre verso NNW l'asse della piega viene bruscamente tagliato dalla linea di Pian dell'Osteria.

4

Nel complesso, il Massiccio del Cansiglio - Cavallo può essere considerato come un'unità tettonica omogenea compresa tra le seguenti dislocazioni di carattere regionale, che lo delimitano.

- Il sovrascorrimento Barcis - Staro Selo (a Nord): è un sovrascorrimento di importanza regionale, denominato anche "sovrascorrimento periadriatico"; si sviluppa per oltre 100 Km da Barcis (PN) a Staro Selo (Slovenia), portando la dolomia principale a contatto tettonico con terreni di età compresa tra Triassico superiore e Miocene; il piano presenta una direzione generale Est - Ovest con immersione verso Nord ed inclinazione variabile tra 20° e 60°.
- Linea di Caneva - Maniago: borda il margine Sud - orientale del Massiccio del Cansiglio - Cavallo e mette a contatto lungo un piano orientato NE - SW, immerso a Nord, i calcari di piattaforma con la successione terziaria.

- Linea del Cansiglio: faglia inversa ad alto angolo tra il Calcere del Cellina e il Calcere di Monte Cavallo, che si propaga nella parte orientale del massiccio lungo una direzione NNE - SSW fino ad incontrare a Nord il sovrascorrimento Barcis - Staro Selo e a Sud la linea di Caneva - Maniago.
- Linea di Montaner: è una dislocazione molto complessa che ha subito una evoluzione nel tempo; si sviluppa dalle pendici del M. Pizzoc fino a Caneva con orientazione NW - SE e pone a contatto i calcari di piattaforma con unità terrigene terziarie via via più recenti.
- Linea di Sacile: è una faglia inversa ad alto angolo, che assieme alle altre determina un sollevamento crescente verso NW; disloca fortemente i depositi quaternari.
- Linea di Santa Croce e di Lastra: sono due elementi che bordano il Cansiglio sul lato Nord occidentale; hanno una direzione N - S con un piano di dislocazione verticale ed hanno determinato la piccola fossa tettonica del Fadalto.



- 1 - Depositi Quaternari, 1 a - Morenico.
- 2 - Successione di Conegliano (Marne, Arenarie, Conglomerati).
- 3 - Successione terrigeno - carbonatica (Oligocene - Miocene).
- 4 - Successione Carbonatica (Giurassico - Cretaceo), Scaglia Rossa (Eocene inf. - Cretaceo sup.), Flysch marnoso arenaceo (Eocene).
- 5 - Thrust. 6 - Strike - slip fault. 7 - Transpressional fault

Le formazioni geologiche che riguardano il Massiccio del Cansiglio - Cavallo hanno un'età compresa tra il Norico (Triassico superiore) e la fine del Miocene (Terziario).

Per quanto riguarda la sola zona del Cansiglio le rocce interessate sono la Scaglia (Grigia e Rossa) e la Formazione del Calcare di Monte Cavallo.

La genesi e l'evoluzione delle suddette strutture tettoniche hanno condizionato la nascita di dislocazioni a livello locale riconoscibili nell'area del Pian Cansiglio, che può essere considerato un'ampia brachianticlinale, inflessa a bacino nella parte centrale:

- linea di Pian Osteria: è una dislocazione complessa di direzione WSW - ENE (giacitura del piano $70^{\circ}/55^{\circ}$), che passa per Pian Osteria e si dirige verso Val Menera. Nel primo tratto piega la Scaglia Grigia o Rossa, mentre da Pian Osteria a Casera Costalta mette a contatto il rosso di Col Indes col Calcare di Monte Cavallo;
- linea di Vallorch: nei pressi di Vallorch è visibile una flessura che si dirige verso Pian Osteria con orientamento NNE - SSW. Essa corrisponde alla dorsale Ovest che borda il Pian Cansiglio. È una anticlinale che viene intercettata dalla linea di Pian Osteria, con evidenti fenomeni deformativi a carattere plastico della Scaglia (sia Rossa che Grigia): le pieghe sono del tipo a *chevron* e talvolta coricate con asse SSW - NNE;
- faglia di Candaglia: è una linea strutturale orientata WSW-ENE che limita il fianco Sud - Est del Pian Cansiglio. È possibile seguire il suo sviluppo lungo tutta la strada forestale che dal passo de la Crosetta conduce al Monte Candaglia, ma non è facilmente rilevabile a causa della fitta copertura vegetale. Infatti, solo localmente è possibile osservare specchi di faglia con striature inclinate di 25° - 30° verso WSW, in prossimità di Candaglia;
- faglia presso il Col della Rizza: è una faglia orientata NNW - SSE, che passa ad Est del Col de la Rizza. Si sviluppa nel Calcare di Monte Cavallo ed è riconoscibile localmente da specchi di faglia con striature inclinate di 20° , immergenti a NNW, e dal carattere cataclasato del calcare. Tale struttura è purtroppo coperta dalla vegetazione, pertanto la sua presenza è testimoniata dall'impostazione di alcune forme carsiche (solchi, doline, crepacci, grotte) lungo direzioni preferenziali.

Si rimandano ai paragrafi seguenti le considerazioni circa l'esistenza di eventuali faglie capaci, ovvero di lineamenti che presentano caratteri sismogenici non collegabili esclusivamente a deformazioni tettoniche crostali inattive.

3.2 Caratterizzazione sismogenetica del Comune

Secondo il modello di zonazione sismotettonica del C.N.R. del 1987, il Comune di Fregona si colloca nell' "Area Bellunese".

Lo stile tettonico che contraddistingue tale area è stato descritto nei capitoli precedenti: nel Modello sismotettonico del 1987, viene evidenziato come il territorio in esame si comporti strutturalmente da passaggio fra il Sistema Valsuganese e quello Tilaentino, complicato da strutture trasversali ad andamento dinarico. Dal punto di vista neotettonico, esso denuncia quindi una deformazione articolata legata all'evoluzione differenziata di questi sistemi. La sismicità, elevata e concentrata soprattutto nella zona Alpago - Cansiglio ed in quella di Belluno, si manifesta con meccanismi focali riconducibili all'attività trascorrente di faglie trasversali che possono anche interferire con l'attività dei sovrascorrimenti sud - alpini (linea Bassano - Valdobbiadene, linea di Belluno). Tale studio evidenzia come anche la recente sismicità del Cadore, di carattere superficiale, si è prevalentemente manifestata con meccanismi trascorrenti i cui assi di massima compressione hanno direzione NNW - SSE, coerente con quella degli altri meccanismi disponibili per quest'area, riferibili però a fuochi più profondi.

3.3 Sismicità storica

Il Veneto è attualmente una regione "silente" dal punto di vista sismico. L'assenza di grossi eventi sismici recenti sorprende, ma non deve far pensare che il Veneto sia una regione tettonicamente inattiva. Evidenze di movimenti recenti (neotettonica) sono osservabili soprattutto nella fascia pedemontana (in particolare al confine tra le province di Belluno e Treviso) lungo la quale sono allineati i principali eventi storici.

La pericolosità sismica del Veneto è in parte legata all'attività dei distretti sismici del Friuli centrale e, in minor misura, dell'Alpago e del Garda. Allo stato attuale, il territorio regionale è interessato da una certa sismicità di magnitudo medio - bassa, messa in luce negli ultimi decenni dal monitoraggio strumentale dell'attività sismica.

7

Tra i terremoti storici più rilevanti con epicentro in Veneto si possono ricordare:

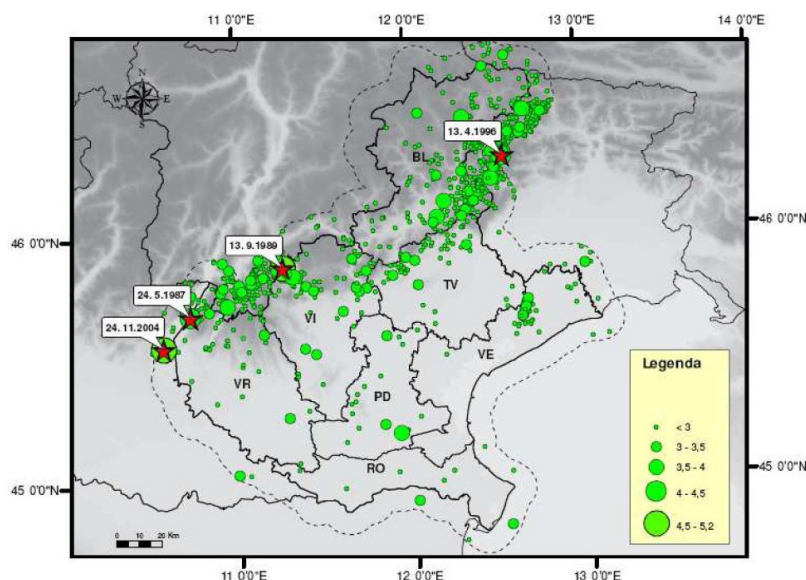
- Treviso, 778 d.C.
- Verona, 1117 d.C.
- Asolo, 25 febbraio 1695
- Alpago, 29/06/1873 e 18/10/1936

Nel periodo 1977 - 2006, la rete gestita dall'OGS - Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste ha registrato in Veneto quasi 1200 eventi sismici con magnitudo compresa tra 2,0 e 3,0.

La maggior parte di questi eventi è localizzata lungo la fascia prealpina che unisce l'Alpago al Monte Baldo. La profondità epicentrale più frequente è compresa tra i 7 ed i 15 km di profondità. Solo l'11% degli eventi si colloca a profondità maggiore (fino a 22 km).

Nella figura seguente è riportata la distribuzione di tutti i terremoti registrati da OGS distinti per classi di magnitudo di durata M_D ¹. Gli eventi con $M_D > 4$, i cui epicentri ricadono nel territorio regionale o in prossimità di esso, sono identificati con una stella rossa.

¹ La magnitudo di durata M_D è il tipo di magnitudo che si utilizza per registrare piccoli terremoti, come quelli registrati in zona vulcanica che, vicini agli strumenti, li saturano. Si basa sul logaritmo della durata dell'evento sismico



Distribuzione di tutti i terremoti recenti registrati dalla rete sismometrica gestita da OGS in Veneto nel periodo 1977 – 2006 (Priolo, 2008)

I terremoti identificati con la stella rossa sono così sintetizzabili:

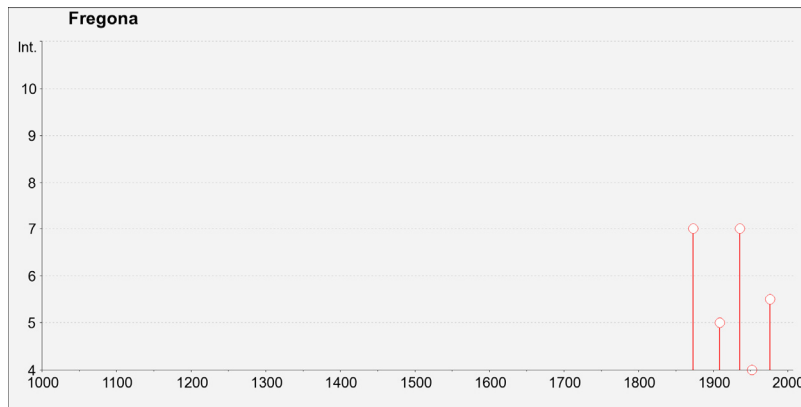
- 24/05/1987 - Garda - $M_D = 4,2$
- 13/09/1989 - Pasubio - $M_D = 4,8$
- 13/04/1996 - Claut - $M_D = 4,2$
- 24/11/2004 - Salò - $M_D = 5,2$

La ricostruzione storica degli eventi sismici che hanno caratterizzato il territorio comunale di Fregona è stata fatta utilizzando il database macrosismico italiano DBMI11 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>): rispetto al precedente DBMI04 raccomandato nelle linee guida della Regione Veneto per la realizzazione dello studio della compatibilità sismica, il DBMI11 ne rappresenta l'integrazione e l'aggiornamento, per cui è stato consultato per estrarre le seguenti informazioni.

In particolare, il Comune di Fregona appare **undici volte**, con particolari intensità registrate nei terremoti del 1873 (Bellunese), del 1936 (Bosco Cansiglio) e del 1976 (Friuli). Nella tabella seguente, sono elencati i vari eventi registrati con indicati, oltre alla intensità in scala MCS al sito in esame (Is), la data (Anno, Mese, Giorno, Ora, Minuto) in cui si è verificato l'evento Ax, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw).

Storia sismica di Fregona [46.004, 12.339] Numero di eventi: 11	Effetti	In occasione del terremoto del:			
	I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
	7	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10 6.32 ±0.11
	5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ±0.09
	7	1936 10 18 03:1	BOSCO CANSIGLIO	267	9 6.12 ±0.09
	4	1952 01 18 01:36	POLCENIGO	108	5 4.57 ±0.18
	5-6	1976 05 06 20:0	Friuli	770	9-10 6.46 ±0.09
	NF	1987 05 02 20:4	Reggiano	802	6 4.74 ±0.09
	NF	1994 04 20 21:2	CADORE	159	5-6 4.15 ±0.09
	NF	1996 02 27 11:1	Barcis	150	5 4.48 ±0.11
	3-4	1996 04 13 13:0	CLAUT-BARCIS	164	5-6 4.62 ±0.10
	3	2001 07 17 15:0	Merano	663	6 4.84 ±0.09
	3-4	2004 12 04 22:2	Valle del Piave	115	5 4.18 ±0.14

Il grafico seguente riporta la storia sismica di Fregona (per terremoti con intensità al sito superiore a 4) tra gli anni 1000 e fino al 2006.

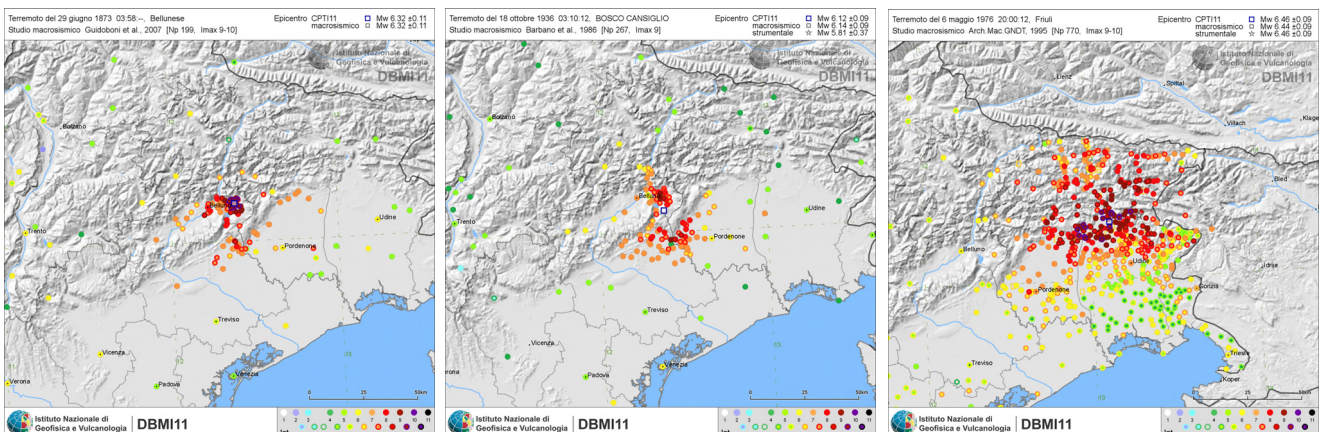


Tra le località vicine, poste entro i 10 km di distanza, si noti come Vittorio Veneto, posto sul confine Ovest, sia il Comune in cui sono stati registrati più terremoti (NMO).

Località vicine (within 10km)			
Località	Stato	NMO	Distanza
Caneva	IT	12	9km
Cappella Maggiore	IT	5	4km
Ceneda	IT	3	5km
Colle Umberto	IT	9	7km
Cordignano	IT	11	9km
Godega di Sant'Urbano	IT	8	10km
Montaner	IT	4	3km
Piano del Cansiglio	IT	10	9km
Revine Lago (Santa Maria)	IT	7	8km
San Fior (di Sopra)	IT	6	9km
Sarmede	IT	17	5km
Sarone	IT	3	10km
Stevenà	IT	3	9km
Tarzo	IT	5	9km
Vittorio Veneto [Vittorio]	IT	29	4km

L'evento registrato il giorno 06 maggio dell'anno 1976 risulta essere tra i più forti eventi riportati nei cataloghi della sismicità storica italiana, anche se nel Comune di Fregona è stato avvertito in modo minore rispetto al terremoto del 1936, avvenuto nelle vicinanze dell'area.

Secondo i cataloghi oggi disponibili (CPTI11, Guidoboni et al., 2007) la magnitudo M_w del 1976 sarebbe stata pari tra 6,46 e, a Fregona, si sarebbe avvertito con un'intensità pari a 5 - 6, mentre l'evento del 1936, con magnitudo M_w pari a 6,12 è stato segnalato con I (MCS) pari a 7, analogamente al terremoto del 1873 del Bellunese (M_w pari a 6,32 e I (MCS) pari a 7).



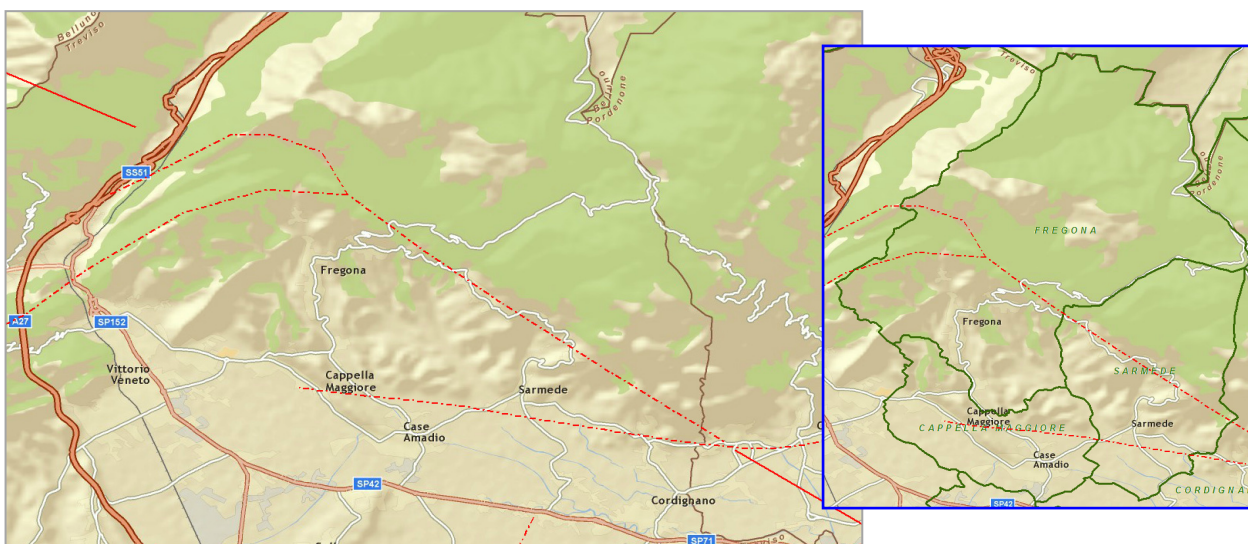
3.4 Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche

Per quanto riguarda il tema delle faglie capaci (faglie che si sono “rotte” almeno una volta negli ultimi 40.000 anni, raggiungendo la superficie e producendo una rottura del terreno) e l’inquadramento delle sorgenti sismogenetiche più prossime all’area di Fregona, si è fatto riferimento agli studi condotti dagli esperti scientifici e riportate nei cataloghi ITHACA e DISS 3.1.1.

Le sorgenti sismogenetiche rappresentano le zone che sono state riconosciute come origine dei terremoti grazie allo studio della sismicità storica e delle indagini geologiche.

ITHACA è un database creato per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili sulle strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie: dalla sua consultazione è stato possibile individuare, nel territorio in esame, una serie di faglie dirette ed inverse, ubicabili indicativamente come nelle figure sotto riportate.



Il riquadro a destra evidenzia che il Comune di Fregona è interessato da n. 2 faglie inverse (Cod. 82300 e Cod. 70600): nella tabella sottostante sono state riportate le informazioni desunte dalle schede specifiche ITHACA di tali lineamenti.

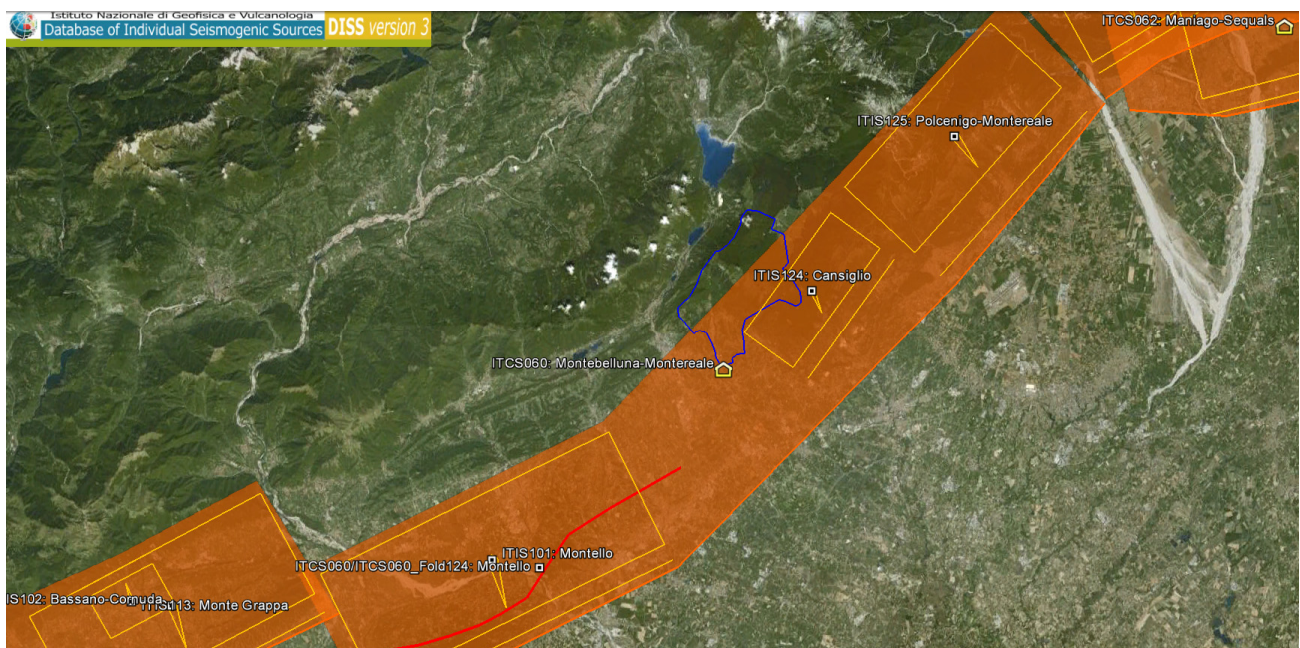
Nome faglia	Montaner	Longhere
Tipo Faglia	Inversa	Inversa
Codice faglia	82300	70600
Macrozona	2	2
Regione	Veneto	Veneto
Sistema	Montaner	Longhere
Ordine		Subordinata
Direzione media	120	60
Immersione	0	0
Lunghezza (km)	10	25
Profondità (km)	0	0
Ultima attività (anni)	Storica (< 3.000)	Ultima glaciazione (< 9.000 ÷ 15.000)
Affidabilità dato sull’attività	Bassa	Bassa
Intervallo ricorrente (anni)	0	0
Velocità di slittamento (mm/anno)	0	0
Massima lunghezza attesa di rottura	0	0
Massimo scivolamento atteso (m)	0	0
Qualità dello studio	Bassa	Bassa

La mappa dell'INGV riportata sotto, denominata **DISS 3.1.1 (Database of Individual Seismogenic Sources - DISS Version 3)**, mostra tre tipologie di sorgenti sismogenetiche.

Sorgenti individuali (IS): per le quali viene proposta una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia. Questo tipo di sorgente esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa.

Sorgenti composite (CS): sono regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti minori allineate che non è ancora conosciuto singolarmente. Le sorgenti composite non sono associate ad uno specifico gruppo di terremoti storici.

Sorgenti dibattute (DS): sono zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.



La mappa del DISS inserisce il Comune di Fregona tra le zone ITIS 124 “Cansiglio” ed ITCS 060 “Montebelluna - Montereale”.

La Zona ITCS 060 “Montebelluna - Montereale” schematizza un’area estesa contenente un numero non specificato di sorgenti minori allineate, che non sono ancora conosciute singolarmente e non sono associate ad uno specifico gruppo di terremoti storici.

Questa faglia passa lungo la fascia pedemontana veneto - friulana, a metà strada tra le città di Belluno e Pordenone e appartiene al sistema di *thrust* della catena sudalpina orientale; si tratta di un sistema di faglie vergente verso SE, associato alla convergenza tra il continente africano (microplacca adriatica) e quello europeo. I cataloghi storici mostrano una **sismicità media** associata a questa zona con eventi distruttivi concentrati nel settore orientale della faglia; tra questi si ricordano il terremoto di Pordenone del 1812 (magnitudo 5,7), quello del Bosco del Cansiglio del 1936 (Magnitudo 6,1) e quello dell’area Bellunese del 1873 (magnitudo 6,3). Il settore sudoccidentale è caratterizzato dalla presenza del *thrust* di Montello - Conegliano, la più importante struttura della catena sudalpina orientale; i dati strutturali e le evidenze geologiche di superficie mostrano che il *thrust* del Montello - Conegliano continua ad Est con il *thrust* del Cansiglio. La direzione della faglia è circa parallela all’asse delle anticlinali del Montello e del Cansiglio e la magnitudo massima associata (6,5) è quella relativa al massimo evento rilevato.

Minima profondità (km)	1
Massima profondità (km)	9
Direzione (°)	210 - 245
Inclinazione(°)	30 - 50
Rake (°)	60 -100
Velocità di movimento (mm/anno)	0,31 - 1,56
Magnitudo massima	6,5

Invece, la zona ITIS 124 “Cansiglio” propone una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia ed esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa.

La geometria della faglia del Cansiglio è stata ricavata dall’analisi di diversi lavori relativi al terremoto del Cansiglio del 1936 ed ai dati sismici della sequenza del Friuli del 1976, opportunamente mediati in relazione alla magnitudo ed all’area di rottura.

Lunghezza (km)	10
Larghezza (km)	6,4
Minima profondità (km)	1,5
Massima profondità (km)	6,4
Direzione (°)	214
Inclinazione(°)	50
Rake (°)	60
Velocità di movimento (mm/anno)	0,52 - 0,65
Tempo di ritorno (anni)	1154 - 1442
Magnitudo massima	6,1

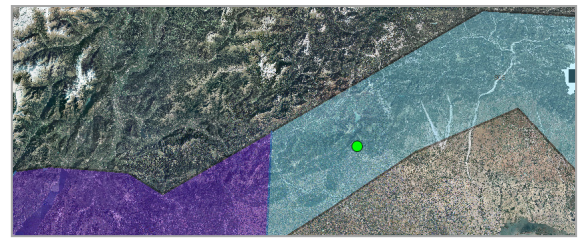
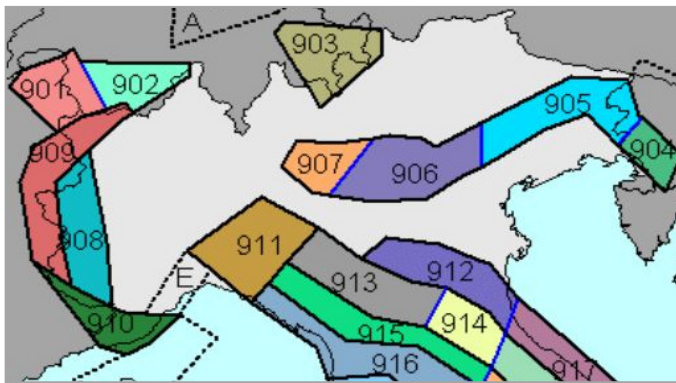
Il terremoto del 18 ottobre 1936 è l’unico evento riportato nei cataloghi che può essere associato alla Faglia del Cansiglio, sulla base della distribuzione dei danni.

Le aree maggiormente colpite furono quella a Sud del Cansiglio e la Valle dell’Alpago, le stesse zone in cui si sono registrati gli effetti più forti durante il terremoto del Bellunese del 1873. Altri dati inerenti la sismicità della faglia del Cansiglio si possono ottenere dall’analisi di lavori riguardanti l’evoluzione neotettonica del Friuli e, in particolare:

- Peruzza et al (1989) studiano le ipotesi relative alla sismogenesi dell’area del Alpago - Cansiglio, focalizzandosi sull’evento del 1936 e associandolo con una struttura appartenente al sistema di faglie del Monte Cornetto.
- Sirovich and Pettenati (2004), sempre in relazione al terremoto del 1936, descrivono alcuni lineamenti morfotettonici che confermano la recente attività del *thrust* del Cansiglio e associano l’evento del 1936 al movimento di un segmento del *thrust* di Aviano.
- Galadini et al. (2005) associando le faglie di quest’area con i principali terremoti, con particolare riferimento alla distribuzione dei punti di maggiore intensità, evidenziano che il *thrust* del Cansiglio è un segmento della più lunga linea di Aviano. Tale studio è stato successivamente implementato da Poli et al. (2008) che nel trattamento dei dati fanno riferimento alla sequenza del terremoto del Friuli del 1976 e analizzano anche la sismicità storica intermedia (eventi con magnitudo compresa tra 5,5 e 6,0).
- Burrato et al (2008) confrontando una serie di faglie sismogenetiche nell’Italia nord orientale e della Slovenia occidentale, confermano che i terremoti più distruttivi della regione del Veneto - Friuli sono generati da una serie di faglie della catena sudalpina orientale, immergenti a Nord.

Nella definizione della pericolosità sismica nazionale, i terremoti storici dell'area in esame sono stati considerati con l'introduzione della **zona sismogenetica n. 905**. Infatti, secondo la Zonazione Sismogenetica ZS 9 (Meletti e Valensise, 2004), nel Veneto ricadono le zone sismogenetiche n. 905 "Friuli - Veneto Orientale" e n. 906 "Garda - Veronese", che interessano rispettivamente la fascia pedemontana tra Bassano del Grappa ed il confine con il Friuli Venezia Giulia e la fascia pedemontana che, da Bassano, prosegue fino al Lago di Garda. Il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati in entrambe le zone è di tipo faglia inversa, con una profondità ipocentrale media stimata di 8 km.

Il Comune di Fregona si inserisce nella zona sismogenetica n. 905 della figura seguente, per cui si sviluppa all'interno di un'area sismicamente interessante, come del resto denota l'elevata pericolosità sismica definita per il territorio in esame.

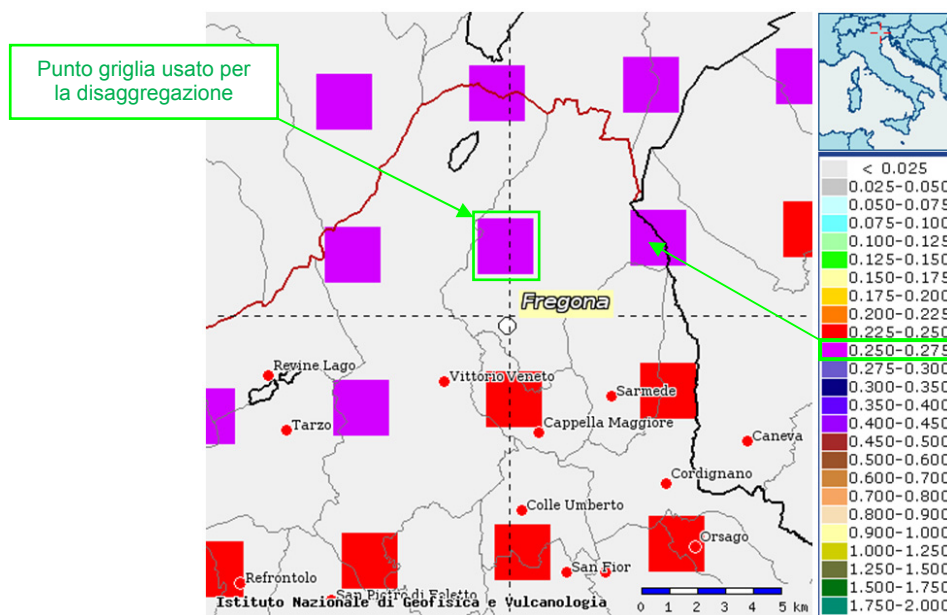


Carta delle zone sismogenetiche ZS 9 (Meletti e Valensise, marzo 2004) con indicata in verde la posizione di Fregona nella zona 905

3.5 Pericolosità sismica di riferimento

La distribuzione e caratterizzazione delle zone sismogenetiche finora riconosciute è stata tradotta in una carta di pericolosità sismica, valida su tutto il territorio nazionale ed entrata in vigore con l'O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006.

Nella carta, della quale la figura seguente ne rappresenta l'estratto per il Comune di Fregona, sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi subpianeggianti di Categoria A caratterizzati da $V_s > 800$ m/s.



Carta di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di Categoria A ($V_{s,30} > 800$ m/s) subpianeggianti (categoria topografica T1 da N.T.C. 2008)

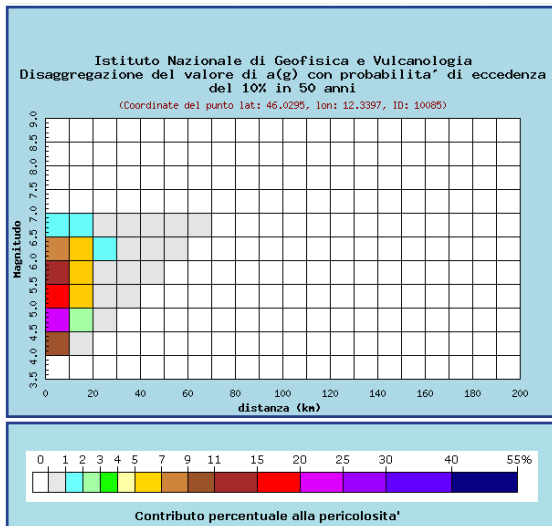
Pertanto, secondo l'O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006, la cui applicazione è stata definita dalla Regione Veneto con D.G.R.V. n. 71 del 22 Gennaio 2008 e considerata nell'emanazione del D.M. 14 Gennaio 2008, il territorio oggetto dello studio di microzonazione sismica è inseribile generalmente nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra **0,250g** e **0,275g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - mappa 50° percentile), ovvero in Zona 1, come classifica la tabella riportata sotto, estratta dall'O.P.C.M. n. 3519 stessa. Si discosta leggermente la porzione meridionale del territorio comunale, posta a cavallo della fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra **0,225g** e **0,250g** (Zona 2).

a) Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g]	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g
4	$\leq 0,05 g$	0,05 g

Invece, per gli aspetti amministrativi, Fregona rientra nella Zona 2, come classificato nell'elenco (allegato I) della Delibera di Consiglio Regionale n. 67/03 (cfr. D.G.R.V. n. 71 del 22 Gennaio 2008).

In ultima, si riporta il calcolo della disaggregazione della pericolosità: questa ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo - distanza di un evento. I grafici riportati sotto sono stati desunti dalle "Mappe interattive di pericolosità sismica" dell'INGV e sono relativi al punto della griglia definito nella figura precedente.



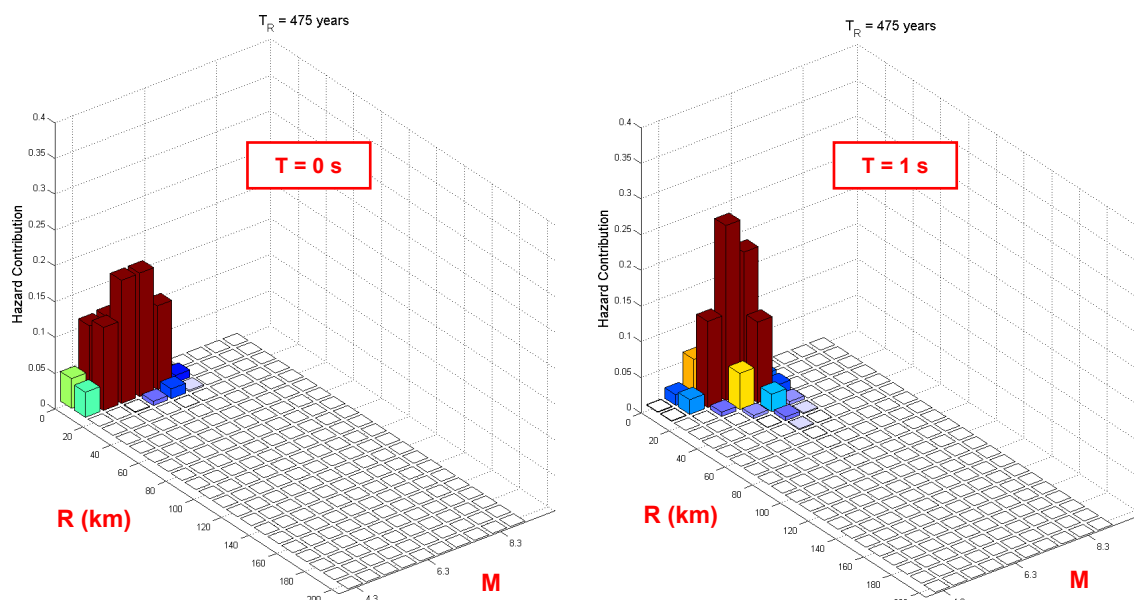
Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 46.0295, lon: 12.3397, ID: 10085)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	10.000	24.000	19.300	13.100	7.580	1.010	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.500	2.960	5.260	6.310	5.880	1.020	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.005	0.273	0.843	1.250	0.272	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.073	0.261	0.071	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.040	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.300	7.480	0.911



La stessa verifica è stata eseguita per le stesse coordinate di riferimento utilizzando Rexel v 3.4 (Beta) che ha permesso di disaggregare la pericolosità per due ordinate spettrali in termini di PGA ($T = 0$ s) e di S_a ($T = 1$ s), come nelle immagini seguenti.

Analogamente alla ricostruzione dell'INGV riportata sopra, considerando lo stesso tempo di ritorno ($T_R = 475$ anni) ed una Categoria A di Sottosuolo in condizioni subpianeggianti, si evidenzia che il maggior contributo alla pericolosità sismica locale è dato da eventi di entità M_w compresa tra 4,5 e 6,5 e relativamente vicini ($R =$ entro 15 km).



Si fa comunque presente che, come tutte le zone sismogenetiche del territorio italiano, anche quella contrassegnata al n. 905 e precedentemente descritta viene considerata omogenea ai fini della probabilità di accadimento degli eventi sismici, ovvero si ritiene che tutti i punti in essa contenuti abbiano la stessa probabilità di essere sede di eventi sismici e, in rapporto agli epicentri noti, non esiste quindi l'effetto distanza.

Secondo il Par. 2.8 degli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica", per alcune tipologie di verifiche si potrebbe assumere come valore di magnitudo attesa quella massima della zona sismogenetica di appartenenza, che per la Zona 905 in cui ricade il territorio di Fregona vale $M_{wmax} = 6,60$.

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

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

4 INDAGINI GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DI SITO

Al fine di caratterizzare, dal punto di vista sismico, il sottosuolo delle aree di espansione individuate nel Piano degli Interventi, sono stati utilizzati i metodi di prospezione sismica **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)**, che consentono di ottenere un modello verticale delle V_s , a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh, e non attraverso quelle di volume come invece accade per i metodi propri della sismica più tradizionale. Inoltre, la tecnica di Nakamura (H.V.S.R.) permette di stimare le frequenze fondamentali di risonanza del terreno, indispensabili per una corretta progettazione antisismica.

In particolare, sono state effettuate:

- n° 17 prospezioni sismiche con tecnica passiva **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** sviluppate in array lineari con n° 16 geofoni a 4,5 Hz ad asse verticale per la ricostruzione sismo-stratigrafica del sottosuolo tramite la stima delle velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,30}$) come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Allegato A alla D.G.R.V. n. 3308/2008 - Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. 14/01/2008*);
- n° 17 registrazioni di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione **H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta caratterizzazione sismica di sito (*Allegato A alla D.G.R.V. n. 3308/2008*).

In aggiunta, è stato effettuato un profilo geoelettrico 2D in configurazione Wenner per misurare la resistività dei terreni, al fine di ricostruire l'assetto stratigrafico del sottosuolo in un'area di contatto tra litologie diverse:

- n° 1 profilo geoelettrico 2D in configurazione Wenner per misurare la resistività dei terreni tramite profilo di 69 m di lunghezza con 24 elettrodi in modalità tomografica.

4.1 Metodologia di elaborazione delle nuove indagini

Indagine sismica di tipo passivo in array (Re.Mi.)

È noto che 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. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento viene definito **dispersione in frequenza** ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente, le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario, le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati con caratteristiche elastiche lineari.

La procedura Re.Mi. è un metodo di prospezione sismica sviluppato presso l'Università di Reno in Nevada (Louie, 2001) e viene classificato come metodo passivo in quanto utilizza il rumore ambientale. I vantaggi promossi da questo metodo sono molteplici: è veloce e semplice da usare in fase di acquisizione, raggiunge una buona profondità e risoluzione d'indagine ma, soprattutto, permette di ottenere migliori risultati in ambienti particolarmente urbanizzati. La fase di acquisizione deve essere effettuata con una serie di accorgimenti e precauzioni da adottare in sito e nella pianificazione della registrazione.

Tutto è finalizzato alla registrazione di dati contenenti la miglior informazione possibile riguardo alla propagazione delle onde di Rayleigh con buon rapporto segnale - rumore.

Il rumore incoerente, cioè di tipo casuale, nel caso Re.Mi. rappresenta la fonte del segnale utile che si vuole registrare. I microtremori generati dall'ambiente si propagano nel suolo e di questi si cerca di distinguere il modo fondamentale di vibrazione dell'onda di Rayleigh da quelli superiori e dall'*aliasing* spaziale: risulta quindi necessario soddisfare la condizione di "omnidirezionalità" delle sorgenti, cioè si suppone che il rumore ambientale provenga sostanzialmente da tutte le direzioni.

I tempi di registrazione dei microtremori sono decisamente più elevati rispetto alle indagini di tipo attivo. La registrazione viene analizzata in finestre temporali che variano dai 10 ai 30 secondi. Sono da considerare la lunghezza dello stendimento L e la distanza intergeofonica Δx , che agisce sul segnale come una specie di filtro in frequenza. Supponendo, infatti, che il segnale arrivi da tutte le direzioni, maggiore è la spaziatura, minore sarà la frequenza del segnale utile campionabile e viceversa: se la frequenza è più bassa, aumenta la profondità d'indagine.

La fase più delicata è quella del *data processing*, che consiste nel trattamento dei dati acquisiti con l'obiettivo di stimare la velocità di fase delle onde di Rayleigh (V_r) che sono correlabili con le velocità V_s di propagazione delle onde S ($V_s \approx 1,1 V_r$). Le varie tecniche di processing trasformano l'informazione registrata nel dominio $x - t$ (spazio tempo), in un dominio dove l'energia associata all'evento è funzione della frequenza e di altre variabili. Tutto questo allo scopo, attraverso lo spettro, di localizzare la densità di energia maggiore, alla quale sono di solito associate le onde di Rayleigh. Con procedura manuale vengono selezionati dei punti sullo spettro, che andranno a formare la curva di dispersione sperimentale.

La scelta di questi valori, denominata *picking*, è condizionata da alcune indicazioni ma è imprescindibile dall'abilità e dall'esperienza dell'interprete anche in base ad altre conoscenze in merito al sito in esame.

Il *sampling rate* utilizzato è stato di 512 Hz in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale. La durata (lunghezza temporale) del segnale registrato per ogni misura è stato di circa 6 minuti. Il software utilizzato per l'analisi spettrale è [Grilla v.6.2 - 2012](#).

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 10 Hz), sono stati utilizzati n° 16 geofoni verticali a 4,5 Hz uniti in *array* lineari totalmente digitali (*SoilSpy Rosina*). Ogni geofono è munito di un digitalizzatore che converte il segnale e lo trasmette al sismografo tramite un'interfaccia USB. Tale sistema permette di avere elevati rapporti di rumore, un perfetto sincronismo e una estrema leggerezza. La spaziatura utilizzata tra i geofoni è stata di 2 m o 3 m, quindi la lunghezza complessiva del profilo è risultata essere rispettivamente di 30 m o di 45 m. I profili realizzati non dimostravano particolari variazioni di quota, per cui i siti di misura possono essere considerati orizzontali.



Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)

La tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non richiede nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito, che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno, per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericoloso per la stabilità degli stessi;

- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito (*free field*) e capire se, in caso di sisma, la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la $V_{s,30}$ e la relativa categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008*;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un *range* di indagine compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostante 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 basi teoriche della tecnica H.V.S.R. si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

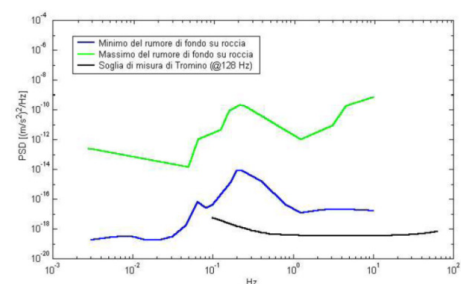
- dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ;
- dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
- dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi, poiché il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che, se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, H.V.S.R. che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo, informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Micromed S.p.a modello "*Tromino ENGY - Plus*" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra - leggeri e ultra - compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 e 256 Hz. Nella figura a fianco si riporta la curva di rumore di "*Tromino*" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



Indagine geo-elettrica con inversione tomografica

La tecnica dell'*imaging* elettrico (o tomografia elettrica) adotta una procedura automatizzata sia per l'acquisizione che per l'elaborazione delle misure e consente di raccogliere dati elettrici del sottosuolo con una densità elevata impiegando cavi *multicore* con spaziatura interelettrodica variabile (generalmente da 1 - 2 m a 10).

L'unità di misura è costituita da un georesistivimetro assistito da un computer che mediante un software dedicato gestisce la configurazione geometrica e la sequenza del grande numero di letture che vengono effettuate. Gli elettrodi da controllare sono molte decine, spesso qualche centinaio, ed i vari cavi impiegati vengono tra loro connessi e collegati all'unità di misura. Le caratteristiche tecniche principali del sistema di misurazione utilizzato (geresistivimetro modello *ELECTRA* della Micromed S.p.a.) sono riportate nel box seguente.

In pratica, il rilievo consiste dapprima nel posizionare gli elettrodi nel terreno secondo arrays 2D o 3D, quindi nell'effettuare il collegamento ai *take - out* dei cavi che portano il segnale (di input ed output) all'unità di misura. Dal software vengono poi impostate la configurazione prescelta ed i relativi parametri geometrici (passo di misura, numero di misure ecc.).

Le misure sono ciclicamente ripetute fino ad un massimo di 4 - 6 volte qualora non si raggiunga prima una stabilizzazione della lettura (indicata da un basso scarto percentuale tra il 2 - 6 %). Le misure non soddisfacenti, comunque salvate nel *data set*, potranno essere eliminate in sede di analisi. Per ottenere una densità di valori idonea alla costruzione di una pseudosezione di resistività è necessario che il passo di misura non superi la distanza interelettrodica.

Il primo risultato dell'analisi è costituito da una pseudosezione che è solo rappresentativa della sezione reale. Infatti essa ritrae l'andamento della resistività apparente, calcolata con semplici considerazioni geometriche. Ogni misura viene posta convenzionalmente al centro del quadripolo attivo ed alla pseudoprofondità che gli compete.

I dati acquisiti in campagna e rappresentati secondo pseudosezioni (2D) o pseudopiani (3D) vengono successivamente elaborati per risalire alla elettrostratigrafia reale (resistività vera) del volume indagato, che si ottiene utilizzando una tecnica di inversione.

Il sistema è interfacciato ad un PC su cui è installato un software dedicato che lavora su piattaforma Windows, per gestire sia l'attivazione successiva e programmata di 2 elettrodi di immissione, sia i rimanenti elettrodi di ricezione. Le misure vengono effettuate in corrente alternata con periodo di misura che può essere compreso tra 0,8 s e 0,12 s con cicli di alcuni secondi; i voltaggi variano da un minimo di 0,2 mV ad un massimo di 400 V picco - picco, mentre l'intensità di corrente varia da minimi di 0,005 mA a massimi di 200 mA.

ALCUNE CARATTERISTICHE TECNICHE	
ALIMENTAZIONE	batteria interna, inclusa nell'unità centrale 12 V, ricaricabile
CONVERSIONE A/D	sincrona su tutti i moduli di energizzazione e misura
NUM. MAX CANALI	255 (nominali) a gruppi di 24 o 32
UNITA' CENTRALE	
DIMENSIONI	24 x 20 x 8 cm, peso 2,3 kg
FORMA D'ONDA	convertitore D/A dalla continua all'alternata con controllo continuo di corrente e voltaggio (feedback)
CORRENTE	±200 mA valori d'uso in condizioni tipiche ±10 mA
FREQ. IMPOSTABILI	1-32 Hz
OUTPUT	selezionabile su 4 porte o su cavo
TENSIONI DI USCITA	regolazione automatica fino a 400 V p.p.
MODULI DI MISURA	
DIMENSIONI	5 x 6 x 2 cm
INGRESSO	commutabile automaticamente tra 4 diverse funzioni (stimolo positivo e negativo, riferimento, ingresso)
IMPEDENZA DI INGRESSO	100 MΩ su 6 V di dinamica 100 kΩ su 12 V di dinamica
CAMPIONAMENTO	sincrono su tutti i moduli a 256-512 Hz
TRASMISSIONE	continua e in tempo reale dei dati di conversione al modulo centrale e PC



Ogni valore di resistività apparente fornito strumentalmente è il risultato di un ciclo di misura che è costituito generalmente da 3 - 8 ripetizioni delle misure. Il valore proposto rappresenta il risultato di una media mobile tra le letture (minimo di 3 letture) protratta fino al punto in cui la differenza tra successive letture scende al di sotto di scarti compresi tra 3 e 5 %. Per evitare disturbi legati a fenomeni di polarizzazione, le misure sono separate da un ritardo di regime che di default è fissato a 2500 ms.

Nelle indagini geoelettriche è possibile scegliere diversi tipi di configurazioni in base a criteri che considerano, ad esempio, il tipo di *target* da individuare, la profondità massima da raggiungere o la sensibilità delle misurazioni condotte. Le configurazioni si distinguono in base alla distribuzione geometrica della programmazione di attivazione delle coppie di elettrodi attivati per l'acquisizione.

Nel caso in questione è stata adottata, in acquisizione, la configurazione Wenner con il seguente array geometrico: 24 elettrodi con spaziatura interelettrodica di 3 m e sono stati impostati 11 livelli di misura che hanno interessato una *tranche* massima di terreno di circa 15 m.

Questo tipo di arrangiamento è molto vantaggioso, in quanto fornisce uno tra i più elevati rapporti segnale / rumore. L'elaborazione è effettuata in termini bidimensionali con inversione del modello utilizzando il software *Res2Dinv v4.01.35* prodotto dalla Geotomo (Malesia).

Di seguito viene esposto il procedimento utilizzato comunemente per l'analisi.

1. Il procedimento di calcolo prevede la suddivisione iniziale del volume in una griglia di regolarizzazione (analoga a quella impiegata nelle computazioni ad elementi finiti). Ad ogni cella della griglia viene attribuito un valore di resistività sulla base dei dati misurati ed alle celle di confine viene impostata una resistività pari alla media delle letture eseguite.
2. Il modello iniziale viene quindi sottoposto ad un processo di inversione che utilizza una routine conosciuta con il nome di smoothness - constrained least - square method (de Groot - Hedlin e Constable 1990, Sasaki 1992) implementata con una tecnica di ottimizzazione quasi - Newtoniana (Loke e Barker 1996a) che la velocizza notevolmente. Le elaborazioni considerano in blocco tutti i dati acquisiti ed ottimizzano un modello a celle di resistività. Questo modello è meno viziato dalla assunzione di una elettrostratigrafia piana valida per il monodimensionale e risulta, quindi, più adattabile alle complesse geometrie che si incontrano nella realtà.
3. L'inversione ha termine nel momento in cui si ottiene una buona coincidenza, in senso statistico (scarto quadratico medio), tra i dati sperimentali e quelli teorici (confronto tra pseudosezioni misurate e calcolate).
4. Disponendo di una taratura (sondaggio meccanico o dati desunti da scavi) il modello geoelettrico del sottosuolo proposto al termine dell'analisi può essere ricondotto a quello geolitologico.

4.2 Interpretazioni e incertezze

La valutazione della risposta sismica locale, sia con approccio semplificato sia con modellazioni avanzate, non può prescindere da un'accurata ricostruzione del modello geosismico del sottosuolo tramite l'utilizzo di indagini geofisiche specifiche.

Le misurazioni effettuate hanno permesso di ricostruire modelli sismo - stratigrafici accurati e precisi in quanto i segnali si presentano quasi sempre privi di artefatti e con una elevata coerenza.

I risultati hanno evidenziato un modello geologico del sottosuolo abbastanza irregolare soprattutto per quanto riguarda le coperture. Lo spessore della coltre, come ben noto, contribuisce in maniera determinante nella valutazione della risposta sismica locale amplificando gli effetti in modo considerevole. Tali amplificazioni saranno tanto più marcate quanto più elevati sono i contrasti di rigidità tra i vari sismo - strati.

I terreni indagati nel comune di Fregona si presentano caratterizzati da contrasti sismici di modesta intensità, poiché le coperture sono addensate e le formazioni rocciose sottostanti moderatamente rigide.

Solamente in poche occasioni si osservano importanti aumenti di velocità di propagazione delle onde S con la profondità e picchi H / V di elevato valore.

A seguire, si riporta un commento sui risultati ottenuti dalle indagini effettuate e si rimanda alle schede allegate a fine testo per la presa visione dei modelli completi.

ZONA PRODUTTIVA SUD	
MODELLI SISMO - STRATIGRAFICI DA ARRAY	FREQUENZE DI VIBRAZIONE DEI DEPOSITI DA H.V.S.R.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gli spettri di velocità si presentano definiti nel modo fondamentale con una buona coerenza fino alle medio - basse frequenze. 2. I modelli sismo - stratigrafici hanno evidenziato la presenza di una copertura moderatamente addensata (V_s compresa tra 150 - 200 m/s) fino a circa 3,5 m dal p.c. locale, mentre per profondità maggiori il grado di rigidità aumenta e si stabilizza a circa 400 m/s. Tra circa 8 m e circa 15 m dal p.c. locale, in base al punto considerato, la velocità di propagazione delle onde S si stabilizza tra 650 m/s e 700 m/s. Il <i>bedrock geofisico</i>, inteso come quel materiale che presenta una $V_s \geq 800$ m/s, è stato rilevato nei pressi delle misure n°1 e n°3. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tutte le misure risultano attendibili e assenti da artefatti di rilevante importanza. 2. I valori di frequenza registrati si posizionano alle medio - alte frequenze con valori H/V di poco maggiori a 3.

ZONA CENTRO FREGONA	
MODELLI SISMO - STRATIGRAFICI DA ARRAY	FREQUENZE DI VIBRAZIONE DEI DEPOSITI DA H.V.S.R.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gli spettri di velocità si presentano definiti nel modo fondamentale con una buona coerenza fino alle medio - basse frequenze. 2. I modelli sismo - stratigrafici hanno evidenziato la presenza di una copertura moderatamente addensata (V_s compresa tra 190 - 320 m/s) fino a circa 3 m dal p.c. locale, mentre per profondità maggiori il grado di rigidità aumenta e si stabilizza tra 420 m/s e 550 m/s. Tra circa 21 m e circa 26 m dal p.c. locale, in base alla misura considerata, la velocità di propagazione delle onde S si stabilizza tra 760 m/s e 810 m/s (<i>bedrock geofisico</i>). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le misure n°1 e n°2 risultano attendibili e assenti da artefatti di rilevante importanza, mentre la n°3 presenta un artefatto generato da una sorgente di rumore elettromagnetico. 2. Tutte le misure presentano un <i>trend</i> pressoché piatto e al di sotto di un rapporto H/V di 2 nel normale intervallo di interesse ingegneristico - strutturale (0,1 - 20 Hz). <u>Risulta assente una frequenza principale di vibrazione.</u>

ZONA MEZZAVILLA	
MODELLI SISMO - STRATIGRAFICI DA ARRAY	FREQUENZE DI VIBRAZIONE DEI DEPOSITI DA H.V.S.R.
<p>1. Gli spetti di velocità si presentano definiti nel modo fondamentale e in quelli superiori con una buona coerenza fino alle medio - basse frequenze.</p> <p>2. I modelli sismo - stratigrafici n°1, n°4 e n°5, a differenza dei n°2 e n°3, presentano una copertura superficiale poco addensata caratterizzata da una V_s compresa tra 160 m/s e 175 m/s fino ad un massimo di circa 5 m dal p.c. Oltre tale profondità e dal piano campagna per le misure n°2 e n°3, la velocità di propagazione delle onde S si stabilizza tra circa 330 m/s e 500 m/s. Tra circa 8 m e circa 23 m dal p.c. locale, in base alla misura considerata, la rigidità del sottosuolo diventa elevata (V_s compresa tra 600 m/s e 800 m/s). Nelle misure n°1 e n°3 è stato rilevato il <i>bedrock geofisico</i> ($V_s = 800$ m/s).</p>	<p>1. Tutte le registrazioni risultano interpretabili anche se le misure n°4 e n°5 presentano un artefatto e quindi necessitano di una maggiore attenzione nella loro valutazione.</p> <p>2. Le misure n°1 e n°4 sono caratterizzate da una frequenza principale di vibrazione alle medio - alte frequenze (10 - 15 Hz) con un rapporto H/V di circa 4. Le altre curve presentano un andamento pressoché piatto e solo occasionalmente superano un rapporto H/V di 2.</p>
<p>In località Mezzavilla è stato effettuato il profilo geoelettrico. Nella specifica scheda allegata viene mostrato l'andamento della resistività del sottosuolo attraverso una scala di colori che parte dal blu e incrementa al viola. Lo spessore delle unità geoelettriche possono essere stimate attraverso la scala metrica posta sulle ordinate del grafico.</p> <p>La sezione è stata eseguita in prossimità del contatto tra i materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi e le rocce tenere prevalenti alternate a interstrati o bancate resistenti. Il modello elettrico ottimizzato, che restituisce la resistività reale del terreno, presenta un <i>range</i> di valori compresi tra pochi ohm*m e oltre 100 ohm*m.</p> <p>Mediamente il sottosuolo nella zona topograficamente più bassa risulta decisamente poco resistivo (materiali fluviali e/o fluvioglaciali con probabile presenza di materiale fine e/o circolazione idrica superficiale) rappresentato dai colori nero - blu mentre nella zona topograficamente più elevata la resistività aumenta probabilmente a causa della variazione litologica (rocce tenere). Tali osservazioni sono graficamente visibili nell'"<i>Interpretazione del modello di resistività</i>" sempre riportato nella scheda allegata.</p>	

ZONA OSIGO	
MODELLI SISMO - STRATIGRAFICI DA ARRAY	FREQUENZE DI VIBRAZIONE DEI DEPOSITI DA H.V.S.R.
<p>1. Gli spetti di velocità si presentano definiti nel modo fondamentale con una buona coerenza fino alle medio - basse frequenze.</p> <p>2. I modelli sismo - stratigrafici n°1 e n°2, a differenza del n°3, presentano una copertura superficiale poco addensata caratterizzata da una V_s compresa tra 140 m/s e 170 m/s fino ad un massimo di circa 3 m dal p.c. locale. Oltre tale profondità e dal piano campagna nella misura n°3, la velocità di propagazione delle onde S si stabilizza tra circa 270 m/s e 520 m/s. Oltre i 9 m dal p.c. nei pressi della misura n°1 ed oltre i 25 - 29 m dal p.c. locale nelle altre due misure, la rigidità del sottosuolo diventa elevata ($V_s \geq 650$ m/s). Le misure n°1 e n°2 hanno rilevato il <i>bedrock geofisico</i> ($V_s = 900 - 950$ m/s) dalle profondità rispettive di 39 m e 29 m dal p.c. locale.</p>	<p>1. Le misure n°1 e n°3 risultano attendibili e assenti da artefatti di rilevante importanza, mentre la n°2 presenta una serie di artefatti generati da una sorgente di rumore elettromagnetico e quindi necessita di una maggiore attenzione nell'interpretazione.</p> <p>2. Le misure n°1 e n°2 presentano una frequenza principale di vibrazione a circa 5 - 7 Hz con un rapporto H/V di circa 3 - 4. L'andamento della misura n°3 risulta pressoché piatto nel normale intervallo di interesse ingegneristico - strutturale.</p>

ZONA SONEGO	
MODELLI SISMO - STRATIGRAFICI DA ARRAY	FREQUENZE DI VIBRAZIONE DEI DEPOSITI DA H.V.S.R.
<p>1. Lo spettro di velocità si presenta definito principalmente nei modi superiori mentre compare marginalmente quello principale alle alte frequenze.</p> <p>2. Il modello sismo - stratigrafico presenta una copertura superficiale moderatamente addensata, caratterizzata da una V_s di circa 250 m/s fino a circa 8 m dal p.c. Oltre tale profondità, la velocità di propagazione delle onde S si stabilizza a circa 450 m/s. A circa 26 m dal p.c. locale la rigidità risulta elevata e prossima a quella del <i>bedrock geofisico</i> ($V_s \approx 750$ m/s).</p>	<p>1. La misura H.V.S.R. si presenta pulita e ben definita.</p> <p>2. Il picco principale, nel normale intervallo di interesse ingegneristico - strutturale (0,1 - 20 Hz), è localizzato a circa 4,5 Hz con un rapporto H/V di poco superiore a 2 (basso contrasto).</p>

ZONA CAGLIERON	
MODELLI SISMO - STRATIGRAFICI DA ARRAY	FREQUENZE DI VIBRAZIONE DEI DEPOSITI DA H.V.S.R.
<p>1. Gli spetti di velocità si presentano definiti nel modo fondamentale con una buona coerenza fino alle medio - basse frequenze.</p> <p>2. I modelli sismo - stratigrafici risultano sostanzialmente diversi in quanto rappresentativi di diverse litologie. In particolare, la misura n°1 è stata effettuata, secondo le indicazioni del PAT, in una zona di rocce compatte affioranti, mentre la n°2 in presenza di materiali fini limoso - argillosi.</p> <p>La misura n°1 presenta circa 6 m di copertura poco addensata caratterizzata da una V_s di 130 - 230 m/s. Per profondità maggiori si riscontra l'ammasso roccioso più o meno compatto (<i>bedrock geofisico</i> - $V_s \approx 820$ m/s).</p> <p>La misura n°2 presenta una copertura poco addensata ($V_s \approx 170$ m/s) fino a circa 2 m dal p.c. locale, mentre per profondità maggiori la velocità di propagazione delle onde S si stabilizza tra 320 m/s e 470 m/s. A circa 29 m dal p.c. locale si riscontra il <i>bedrock geofisico</i> ($V_s \approx 820$ m/s).</p>	<p>1. Le misure H.V.S.R. si presentano pulite e ben definite.</p> <p>2. Il picco principale nella misura n°1 è posizionato a circa 15 Hz con un elevato rapporto H/V (circa 4,5) mentre nella misura n°2 si posiziona alle medie frequenze (circa 3,3 Hz) con un rapporto H/V di poco superiore a 2.</p>

5 DESCRIZIONE DELLE NUOVE AREE DI ESPANSIONE

Zona Produttiva Sud

La **Zona Produttiva Sud** si sviluppa al margine meridionale del territorio comunale di Fregona, in località Fratte, e comprende n. 1 zona di espansione a destinazione “Produttiva”. L’ambito in esame si sviluppa sulla sinistra idrografica del Torrente Carron, all’interno della vallata che lo ospita e che risulta confinata dai rilievi collinari di Fregona, ad Est, e di Cappella Maggiore, ad Ovest. L’area risulta subpianeggiante o debolmente declinante verso il centro della valle e, secondo le informazioni del P.A.T., insiste su “Materiali granulari fluvioglaciali prevalentemente ghiaioso sabbiosi” e, in minor parte, su “alluvioni sciolte”.

Dal punto di vista della compatibilità sismica si sintetizza quanto segue:

- il sito rientra in un’area “stabile suscettibile di amplificazione sismica” per motivi di carattere litostratigrafico;
- le scarpate fluviali poste ad Ovest hanno altezze generalmente inferiori o pari a 10 m, per cui, in riferimento al D.M. 14 Gennaio 2008, non andrebbe considerato un eventuale fattore di amplificazione topografica;
- va segnalata la possibile amplificazione sismica dovuta alla morfologia sepolta, visto che i siti si sviluppano in una valle non particolarmente estesa, incisa sul substrato roccioso e riempita da depositi fluvioglaciali e fluviali;
- per quanto riguarda la **pericolosità di base**, in riferimento all’O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006, il calcolo eseguito con il programma “Spettri di risposta - ver. 1.0.3” del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica locale con un valore di a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari a **0,248g** (riferito alle coordinate più cautelative e ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - $T_r = 475$ anni);
- i valori di $V_{s,30}$ individuati con n. 3 stendimenti geofisici eseguiti nei pressi dell’area in esame hanno restituito un *range* di velocità compreso tra 427 m/s e 532 m/s, a partire dal piano campagna delle prove.

25

Si rimanda alla scheda allegata a fine testo per la lettura completa delle informazioni riguardanti tale zona.

Zona Centro Fregona

La **Zona Centro Fregona** comprende una serie di siti di espansione residenziale posti in prossimità o sul culmine della dorsale collinare che separa la valle del Rio Dolza (ad Est) dalla valle del Torrente Carron (ad Ovest). Le aree sono localmente subpianeggianti o debolmente declinanti verso Sud e, secondo le informazioni del P.A.T., insistono su “Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi”.

Dal punto di vista della compatibilità sismica si sintetizza quanto segue:

- i siti rientrano in un’area “stabile suscettibile di amplificazione sismica” per motivi di carattere litostratigrafico (contatto tra terreni a differente risposta sismica) e morfologico (dorsale stretta ed allungata in direzione Nord - Sud, con inclinazioni differenti dei due fianchi e talora superiori a 30°). Tali “effetti di sito” sono associabili tra loro;
- per quanto riguarda la **pericolosità di base**, in riferimento all’O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006, il calcolo eseguito con il programma “Spettri di risposta - ver. 1.0.3” del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica locale con un valore di a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari

a **0,251g** (riferito alle coordinate più cautelative dell'area e ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - $T_r = 475$ anni);

- i valori di $V_{s,30}$ individuati con n. 3 stendimenti geofisici eseguiti nei pressi delle aree in esame hanno restituito un *range* di velocità compreso tra 418 m/s e 501 m/s, a partire dal piano campagna delle prove.

Si rimanda alla scheda allegata a fine testo per la lettura completa delle informazioni riguardanti tale zona.

Zona Mezzavilla

La **Zona Mezzavilla** comprende una serie di siti di espansione residenziale posti in prossimità o sul culmine delle dorsali collinari che separano la valle del Rio Dolza (ad Est) dalla valle del Torrente Carron (ad Ovest) e la valle del Rio Dolza da quella del Torrente Bordon (più ad Est). Le aree sono localmente subpianeggianti o debolmente declinanti, a seconda che si sviluppino in prossimità del culmine delle dorsali o alla testata dei versanti. Secondo le informazioni del P.A.T., insistono su ambiti litologici differenti, come esplicitato nella schedatura allegata.

Dal punto di vista della compatibilità sismica si sintetizza quanto segue:

- le aree rientrano in una zona “stabile suscettibile di amplificazione sismica” per motivi di carattere litostratigrafico (contatto tra terreni a differente risposta sismica) e morfologico (dorsali allungate in direzione Nord - Sud, con inclinazioni differenti dei due fianchi e talora superiori a 30° , a morfologia complessa). Tali “effetti di sito” sono associabili tra loro;
- per quanto riguarda la **pericolosità di base**, in riferimento all'O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006, il calcolo eseguito con il programma “Spettri di risposta - ver. 1.0.3” del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica locale con un valore di a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari a **0,252g** (riferito alle coordinate più cautelative dell'area e ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - $T_r = 475$ anni);
- i valori di $V_{s,30}$ individuati con n. 5 stendimenti geofisici eseguiti nei pressi delle aree in esame hanno restituito le seguenti velocità:
 - 543 m/s a partire dal piano campagna della prova, in corrispondenza dei terreni detritici del punto 1 (vedi scheda);
 - 488 m/s, a partire dal piano campagna della prova, in corrispondenza dei materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali del punto 2 (vedi scheda);
 - 544 m/s, a partire dal piano campagna della prova, in corrispondenza delle rocce tenere prevalenti del punto 3 (vedi scheda);
 - 359 m/s, a partire dal piano campagna della prova, in corrispondenza delle rocce tenere prevalenti del punto 4 (vedi scheda);
 - 455 m/s, a partire dal piano campagna della prova, in corrispondenza delle rocce tenere prevalenti del punto 5 (vedi scheda);

Si rimanda alla scheda allegata a fine testo per la lettura completa delle informazioni riguardanti tale zona.

Zona Osigo

La **Zona Osigo** comprende una serie di siti di espansione residenziale posti su aree inclinate o subpianeggianti della base dei versanti terminali del Cansiglio o sul culmine delle dorsali di Osigo. Secondo le informazioni del P.A.T., tali aree insistono su ambiti litologici differenti, come esplicitato nella schedatura allegata.

Dal punto di vista della compatibilità sismica si sintetizza quanto segue:

- i siti rientrano in un'area "stabile suscettibile di amplificazione sismica" per motivi di carattere litostratigrafico (contatto tra terreni a differente risposta sismica) e morfologico. Tali "effetti di sito" sono associabili tra loro;
- per quanto riguarda la **pericolosità di base**, in riferimento all'O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006, il calcolo eseguito con il programma "Spettri di risposta - ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica locale con un valore di a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari a **0,251g** (riferito alle coordinate più cautelative dell'area e ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - $T_r = 475$ anni);
- i valori di $V_{s,30}$ individuati con n. 3 stendimenti geofisici eseguiti nei pressi delle aree in esame hanno restituito le seguenti velocità:
 - 395 m/s a partire dal piano campagna della prova, in corrispondenza dei terreni detritici del punto 1 (vedi scheda);
 - compreso tra 392 m/s e 440 m/s, a partire dal piano campagna delle prove, in corrispondenza dei materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali dei punti 2 e 3 (vedi scheda).

Si rimanda alla scheda allegata a fine testo per la lettura completa delle informazioni riguardanti tale zona.

Zona Sonogo

La **Zona Sonogo** comprende n°2 siti di espansione residenziale posti in prossimità del culmine della dorsale collinare che separa la valle di un affluente del Torrente Carron (ad Est) dalla valle del Torrente Carron stesso (ad Ovest). Le aree sono debolmente declinate verso Sud e, secondo le informazioni del P.A.T., insiste su "Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi" al contatto con "materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura minuta prevalente, per spessori maggiori di 3 m".

27

Dal punto di vista della compatibilità sismica si sintetizza quanto segue:

- l'area rientra in una zona "stabile suscettibile di amplificazione sismica" per motivi di carattere litostratigrafico (contatto tra terreni a differente risposta sismica) e morfologico. Tali "effetti di sito" sono associabili tra loro;
- per quanto riguarda la **pericolosità di base**, in riferimento all'O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006, il calcolo eseguito con il programma "Spettri di risposta - ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica locale con un valore di a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari a **0,252g** (riferito alle coordinate più cautelative dell'area e ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - $T_r = 475$ anni);
- il valore di $V_{s,30}$ individuato con n. 1 stendimento geofisico eseguito nei pressi dell'area ha restituito una velocità pari a 388 m/s, a partire dal piano campagna della prova.

Si rimanda alla scheda allegata a fine testo per la lettura completa delle informazioni riguardanti tale zona.

Zona Caglieron

La **Zona Caglieron** comprende il sito in cui si trovano gli imbocchi principali delle grotte omonime. L'area è caratterizzata da condizioni morfologiche molto complesse, essendo prevalentemente all'interno di un vajo fortemente inciso, con disturbi antropici legati all'attività di cava. Secondo le informazioni del

P.A.T., insiste su “Rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti alternate” (ad Est), al contatto con “Rocce compatte per cementazione” (ad Ovest).

Dal punto di vista della compatibilità sismica si sintetizza quanto segue:

- il sito rientra in una zona “stabile suscettibile di amplificazione sismica” per motivi di carattere morfologico e, per le condizioni morfologiche complesse in cui si trova, anche per motivi topografici. Tali “effetti di sito” sono associabili tra loro;
- va segnalata la possibile amplificazione sismica e le problematiche legate alle morfologie sepolte, ovvero alle cavità ipogee;
- per quanto riguarda la **pericolosità di base**, in riferimento all’O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006, il calcolo eseguito con il programma “Spettri di risposta - ver. 1.0.3” del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica locale con un valore di a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari a **0,252g** (riferito alle coordinate più cautelative dell’area e ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - $T_r = 475$ anni);
- i valori di $V_{s,30}$ individuati con n. 2 stendimenti geofisici eseguiti nei pressi dell’area ma esternamente alla stessa (su depositi di copertura del materiale lapideo) hanno restituito un range di velocità compreso tra 388 m/s e 506 m/s. Si ritiene che per il Piano di intervento del “Caglieron”, sia invece da riportare il valore caratteristico dei materiali lapidei ivi presenti, quindi maggiori ad 800 m/s (considerando ammasso roccioso in tutta l’area).

Si rimanda alla scheda allegata a fine testo per la lettura completa delle informazioni riguardanti tale area.

6 NORME TECNICHE

Le zone di espansione previste da questo Piano degli Interventi sono generalmente modeste e per la maggior parte di esse, sfruttando gli studi di Microzonazione Sismica in corso di realizzazione (Livello 1), sono state eseguite indagini geofisiche specifiche, sia di tipo sismico sia di tipo elettrico.

Tali indagini, associate ad un rilievo di superficie e ad un’analisi delle informazioni geologiche contenute nel P.A.T., hanno permesso di proporre una normativa tecnica specifica per alcuni siti, di approfondimento alle leggi vigenti in materia di costruzioni (D.M. 14.01.2008 e Circolare n. 617 del Ministero dei Lavori Pubblici del 02 Febbraio 2009, e s.m.i.).

In aggiunta, per una corretta progettazione delle opere risulterà necessario eseguire sia indagini geologico - geotecniche rivolte ad approfondire a scala adeguata le informazioni del P.A.T. sia indagini geofisiche per l’analisi sismica del sito di costruzione. I rilievi e le indagini geologico geotecniche serviranno a confermare la compatibilità di quanto previsto dal P.A.T. e a restituire al Progettista gli elementi tecnici utili alla scelta delle soluzioni progettuali ritenute più idonee in rapporto alle caratteristiche locali (ad esempio tipologia dell’edificio, forma e dimensioni delle fondazioni, modalità esecutiva degli scavi).

In sostanza, per le aree individuate dal Piano degli Interventi e, in generale, per tutte le opere che dovranno essere realizzate nel Comune di Fregona, si dovrà prevedere quanto segue:

1. Rilievi ed indagini geognostiche per la verifica del sottosuolo, spinti fino a profondità tali da caratterizzare il volume significativo influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.
2. Rilievi ed indagini geofisiche / geotecniche per la caratterizzazione sismica del sito di intervento. La normativa prevede di valutare l’effetto della risposta sismica locale (RSL) mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull’individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento. In ogni caso, il D.M. 14.01.08 raccomanda la misura diretta delle

velocità di propagazione delle onde di taglio V_s e, per Categorie di Sottosuolo speciali o nel caso di specifiche analisi di risposta sismica locale, impone di approfondire le conoscenze del sottosuolo mediante specifiche indagini in sito (ottimizzandole per soddisfare anche quanto richiesto del precedente paragrafo) e prove di laboratorio, e di eseguire analisi numeriche di RSL.

3. Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute, non è da escludere che le informazioni di carattere geotecnico e sismico possano derivare da altre indagini eseguite nei lotti limitrofi o in sede di lottizzazione. In questo caso, il tecnico estensore dello studio nonché il Progettista delle opere dovranno prendersi la piena responsabilità di quanto assunto e delle scelte progettuali. Ad ogni modo, le indagini utilizzate dovranno essere riprodotte nella relazione specifica dell'intervento.
4. Redazione degli elaborati tecnici ai sensi del D.M. 14.01.08 (Caratterizzazione del sito e Modello Geologico Locale, Caratterizzazione e Modello Geotecnico Locale, interazioni tra opera e geologia locale, relazione geotecnica sulle fondazioni) ricostruiti sulla base dei risultati delle indagini previste nei paragrafi precedenti e comprensivi della relazione sismica (analisi di risposta sismica locale e valutazione degli effetti di sito).
5. Specificatamente al Piano degli Interventi, dovrà essere posta particolare attenzione all'analisi sismica locale in corrispondenza della Zona Produttiva Sud (località Fratte) e nella Zona del Caglieron; infatti, in tali aree sono prevedibili amplificazioni del moto sismico in superficie non definibili con approcci semplificati, per la presenza di morfologie sepolte di natura fluviale (Zona Produttiva Sud) o carsica / antropica (cavità ipogee del Caglieron) che potrebbero dar luogo ad effetti di sito bi - tridimensionali. Pertanto, per tali zone si consiglia la realizzazione di analisi specifiche di RSL, come suggerirebbe anche la bibliografia di carattere sismico.
6. Sempre in relazione alla bibliografia più recente, si consiglia di definire la frequenza fondamentale del sottosuolo in funzione del periodo di risonanza dell'edificio in progetto. Infatti, è ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella dell'edificio.

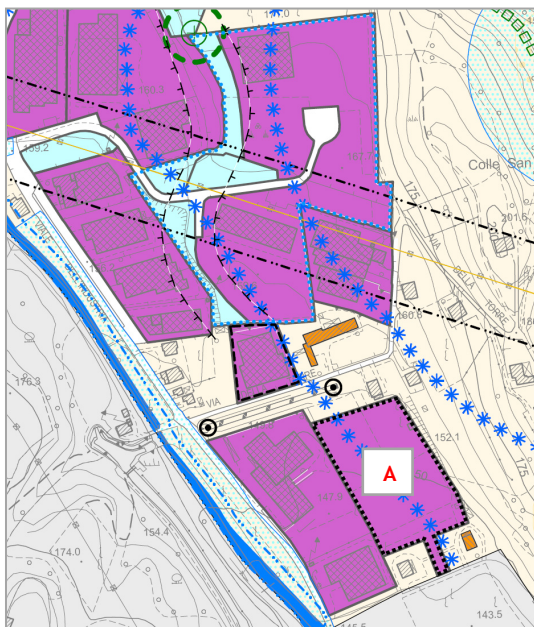
La scelta delle tecniche e delle indagini per l'analisi sismica locale viene rimandata al tecnico estensore dello studio, come del resto la tipologia di indagine geognostica, che dovrà essere definita a seconda dell'ambito geologico in cui si trova il sito di intervento. Si ritiene che per una corretta progettazione, le indagini debbano essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e di comune accordo tra Geologo e Progettista.

ZONA PRODUTTIVA SUD

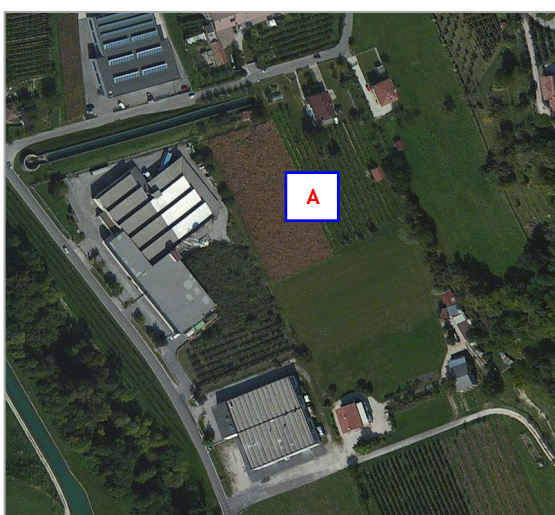
DESCRIZIONE LUOGO	Area subpianeggiante di fondovalle posta in località Fratte		
LITOLOGIE SUPERFICIALI	Materiali granulari fluvioglaciali prevalentemente ghiaioso sabbiosi e alluvioni sciolte		
CONDIZIONI MORFOLOGICHE	Area di pianura. Non ci sono versanti incombenti sulle zone in esame		
INDAGINI SISMICHE UTILIZZATE	N. 3 stendimenti sismici Re.Mi. e N. 3 misure a stazione singola H.V.S.R.		
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	SI		
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	NO		
AMPLIFICAZIONE PER MORFOLOGIE SEPOLTE	SI		
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE WGS 84 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO)	45,983404	12,348072	
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE ED 50 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO)	45,984297	12,349067	
ACCELERAZIONE a_g SU SUOLO RIGIDO SECONDO O.P.C.M. N. 3519 DEL 28.04.2006 (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni)	0,248 g		
VALORI DI $V_{s,30}$ OTTENUTI DALLE N° 3 INDAGINI SPECIFICHE EFFETTUATE	427 m/s	532 m/s	468 m/s
SPESORE DELLO STRATO SUPERFICIALE A BASSA VELOCITÀ	1,2 - 3,5 m di spessore ($V_s \approx 150 - 200$ m/s)		
FREQUENZA DI RISONANZA NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz DALLE N° 3 INDAGINI SPECIFICHE EFFETTUATE	9,38 Hz	15,0 Hz	1,13 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	Si da misure H.V.S.R.		

ZONA PRODUTTIVA SUD

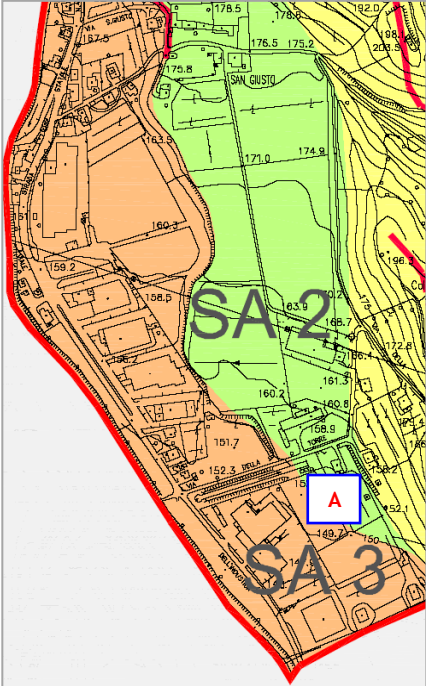






























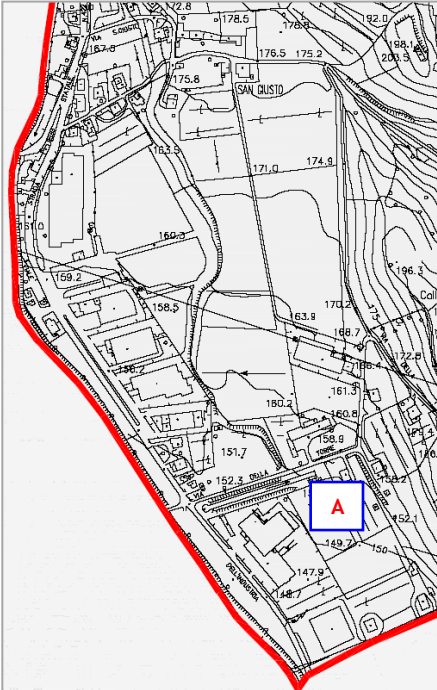
Inquadramento territoriale
Estratto dalla cartografia del Piano degli Interventi



Ortofoto dell'area in esame
Estratta da Bing Maps

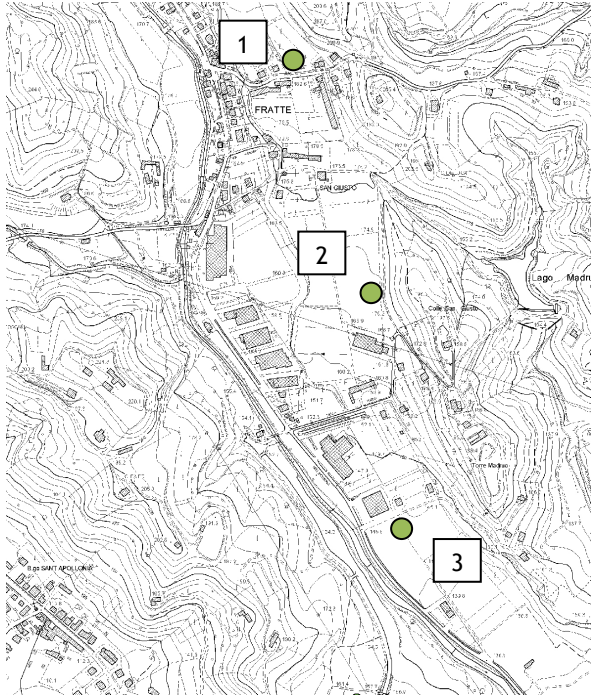


ZONA PRODUTTIVA SUD

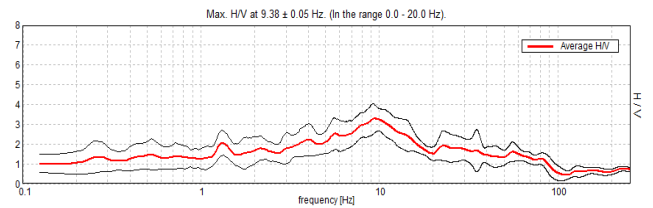
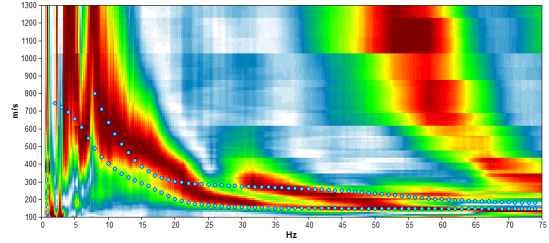
<p>Estratto dalla “Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica” del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008</p>	<p style="text-align: center;">Legenda</p>														
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td>SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Linee di cresta</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Scarpate</td> </tr> </table>		SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri		SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)		SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)		SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)		SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)		Linee di cresta		Scarpate
	SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri														
	SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)														
	SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)														
	SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)														
	SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)														
	Linee di cresta														
	Scarpate														
<p>Estratto dalla carta delle “Zone Omogenee in prospettiva sismica” del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008</p>	<p>AREE STABILI</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td>Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica</td> </tr> </table> <p>AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td>Crollo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Colamento superficiale (mud flow)</td> </tr> </table>		Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica		Crollo		Colamento superficiale (mud flow)								
	Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica														
	Crollo														
	Colamento superficiale (mud flow)														
															

ZONA PRODUTTIVA SUD

Ubicazione delle indagini eseguite

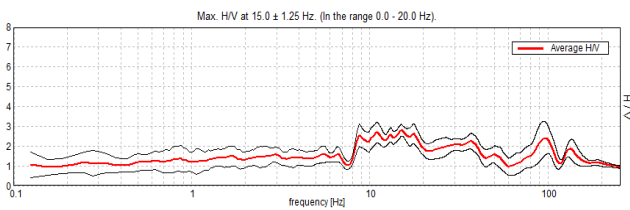
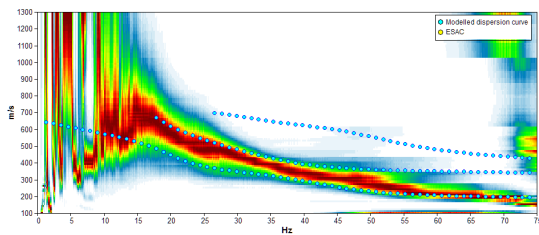


Risultati delle indagini - Punto n° 1 (Re.Mi. + H.V.S.R.) $V_{s,30}$ da p.c. locale: 427 m/s Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 9,38 Hz



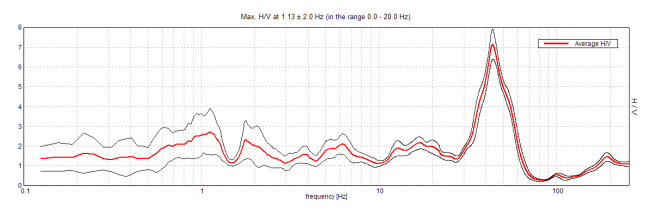
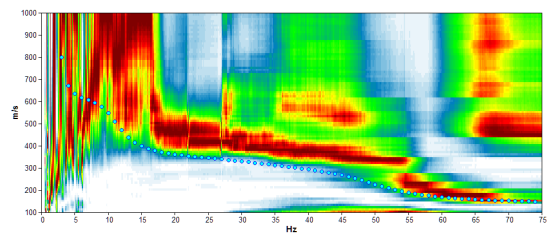
SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
3,5	0,0 - 3,5	160
8	3,5 - 11,5	400
20	11,5 - ≈ 31	650
SEMISPAZIO	≈ 31 - SEMISPAZIO	850

Risultati delle indagini - Punto n° 2 (Re.Mi. + H.V.S.R.) $V_{s,30}$ da p.c. locale: 532 m/s Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 15,0 Hz



SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
2	0.0 - 2.0	200
6	2.0 - ≈ 8	400
SEMISPAZIO	≈ 8 - SEMISPAZIO	700

Risultati delle indagini - Punto n° 3 (Re.Mi. + H.V.S.R.) $V_{s,30}$ da p.c. locale: 468 m/s Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 1,13 Hz



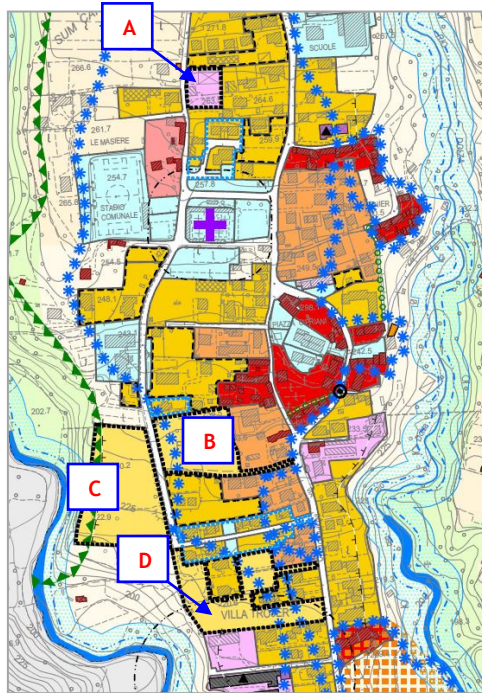
SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
1.2	0.0 - 1.2	150
14	1.2 - ≈ 15	400
90	≈ 15 - ≈ 105	700
SEMISPAZIO	≈ 105 - SEMISPAZIO	1200

ZONA CENTRO FREGONA

DESCRIZIONE LUOGO	Area subpianeggiante posta sul culmine della dorsale di Fregona		
LITOLOGIE SUPERFICIALI	Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi		
CONDIZIONI MORFOLOGICHE	Area di collina. Dorsale stretta ed allungata in direzione Nord - Sud, con inclinazioni differenti dei due fianchi e talora superiori a 30°		
INDAGINI SISMICHE UTILIZZATE	N. 3 stendimenti Re.Mi. e N. 3 misure H.V.S.R.		
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	SI		
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	SI		
AMPLIFICAZIONE PER MORFOLOGIE SEPOLTE	NO		
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE WGS 84 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO PIÙ SETTENTRIONALE)	46,003901	12,339613	
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE ED 50 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO PIÙ SETTENTRIONALE)	46,004793	12,340609	
ACCELERAZIONE a_g SU SUOLO RIGIDO SECONDO O.P.C.M. N. 3519 DEL 28.04.2006 (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni)	0,251 g		
VALORI DI $V_{s,30}$ OTTENUTI DALLE N° 3 INDAGINI SPECIFICHE EFFETTUATE	501 m/s	418 m/s	480 m/s
SPESORE DELLO STRATO SUPERFICIALE A BASSA VELOCITÀ	1,5 - 3,0 m di spessore ($V_s \approx 190 - 320$ m/s)		
FREQUENZA DI RISONANZA NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz DALLE N° 3 INDAGINI SPECIFICHE EFFETTUATE	5,63 Hz	2,94 Hz	Non attendibile
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	No da misure H.V.S.R.		

ZONA CENTRO FREGONA

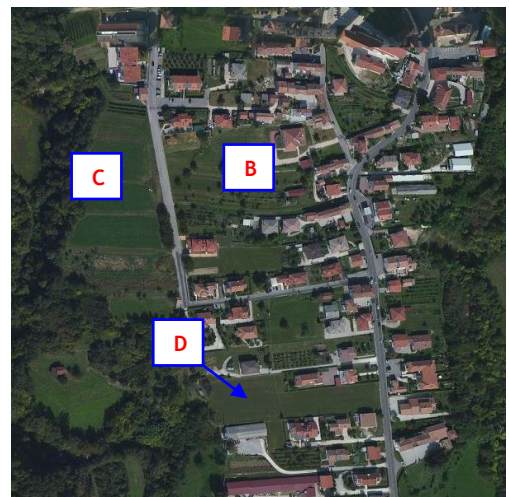
Inquadramento territoriale
Estratto dalla cartografia del Piano degli Interventi



Ortofoto dell'area in esame
Estratta dal Geoportale Nazionale



Ortofoto dell'area in esame
Estratta da Bing Maps

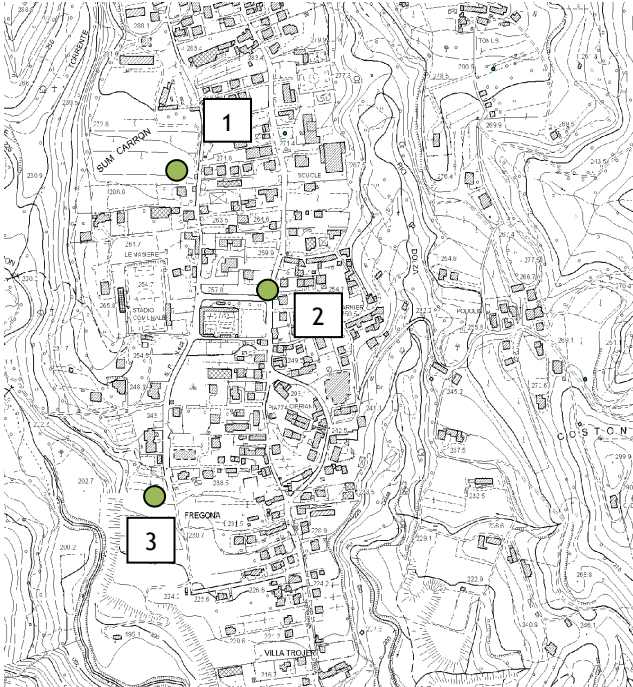


ZONA CENTRO FREGONA

Estratto dalla "Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008	Legenda														
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Linee di cresta</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Scarpate</td> </tr> </table>		SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri		SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)		SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)		SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)		SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)		Linee di cresta		Scarpate
	SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri														
	SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)														
	SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)														
	SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)														
	SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)														
	Linee di cresta														
	Scarpate														
<p>Estratto dalla carta delle "Zone Omogenee in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008</p>															
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">AREE STABILI</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Crollo</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Colamento superficiale (mud flow)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	AREE STABILI			Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica	AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA			Crollo		Colamento superficiale (mud flow)				
AREE STABILI															
	Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica														
AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA															
	Crollo														
	Colamento superficiale (mud flow)														

ZONA CENTRO FREGONA

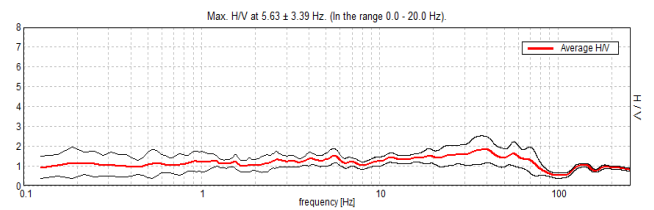
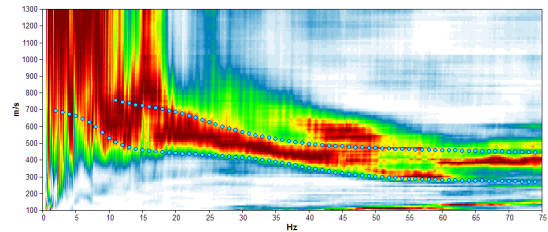
Ubicazione delle indagini eseguite



Risultati delle indagini - Punto n° 1 (Re.Mi. + H.V.S.R.)

$V_{s,30}$ da p.c. locale: 501 m/s

Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 5,63 Hz

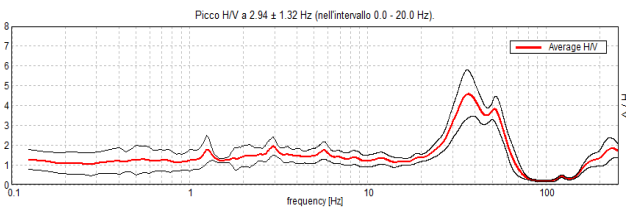
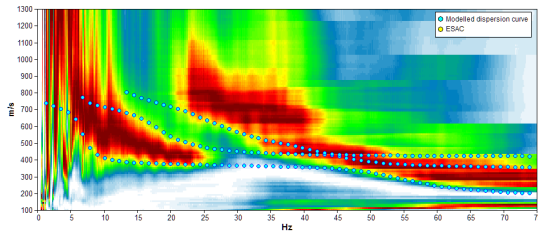


SPessore SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
3	0.0 - 3,0	280
20	3,0 - ≈ 23	500
SEMISPAZIO	≈ 23 - SEMISPAZIO	760

Risultati delle indagini - Punto n° 2 (Re.Mi. + H.V.S.R.)

$V_{s,30}$ da p.c. locale: 418 m/s

Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 2,94 Hz

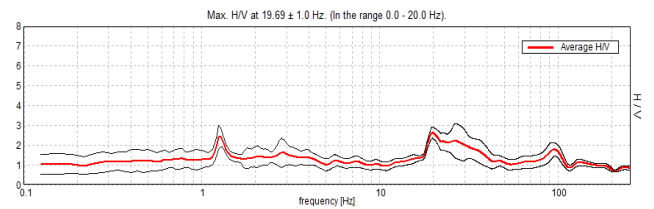
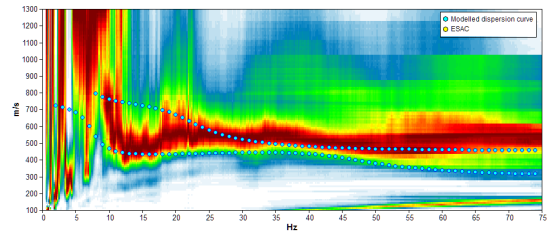


SPessore SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
1,5	0,0 - 1,5	190
25	1,5 - ≈ 26	420
SEMISPAZIO	≈ 26 - SEMISPAZIO	810

Risultati delle indagini - Punto n° 3 (Re.Mi. + H.V.S.R.)

$V_{s,30}$ da p.c. locale: 480 m/s

Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): non attendibile - artefatto



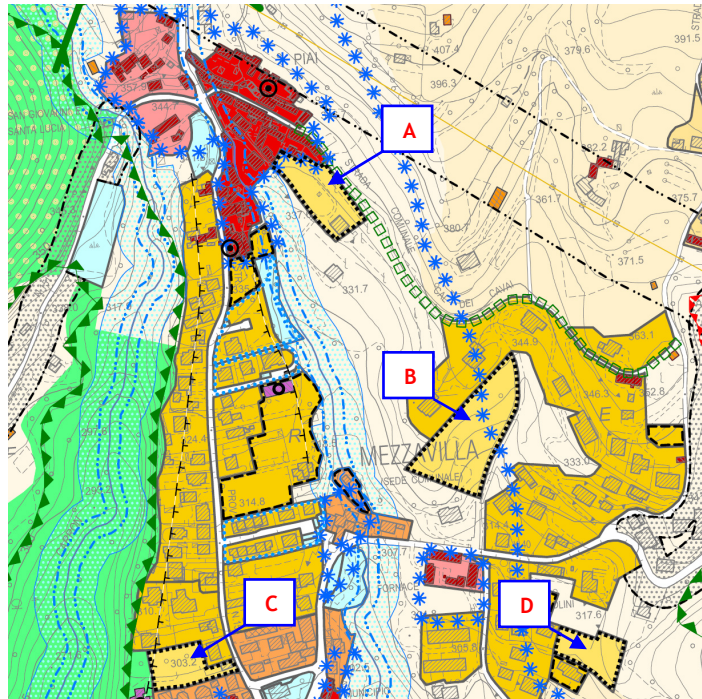
SPessore SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
3	0,0 - 3,0	320
5	3,0 - 8,0	550
17	8,0 - ≈ 25	450
SEMISPAZIO	≈ 21 - SEMISPAZIO	800

ZONA MEZZAVILLA

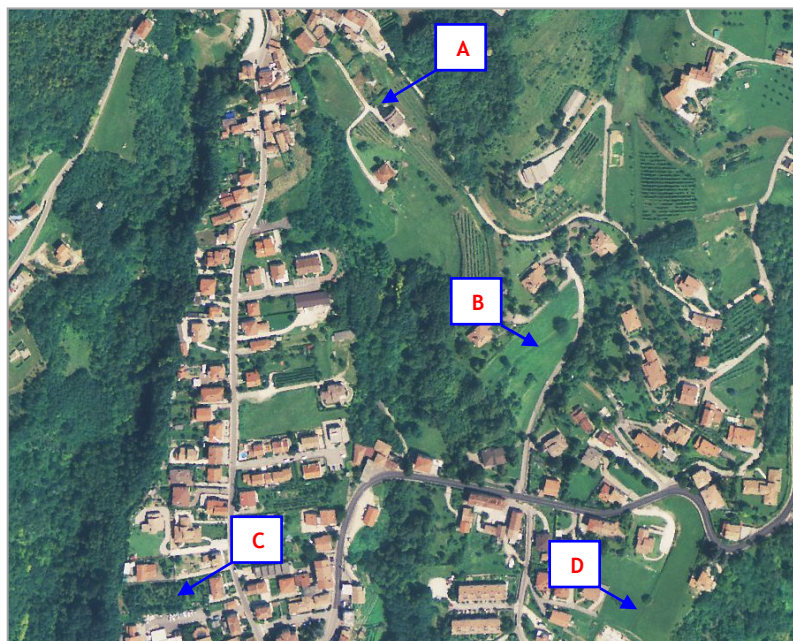
DESCRIZIONE LUOGO	Area subpianeggiante o debolmente inclinate poste sul culmine della dorsale di Mezzavilla - Fregona				
LITOLOGIE SUPERFICIALI	Sito A. Materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura minuta prevalente, per spessori maggiori di 3 m				
	Sito B. Rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti alternate				
	Siti C. Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi				
	Sito D. Zona di contatto tra i materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi e le rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti alternate				
CONDIZIONI MORFOLOGICHE	Condizioni morfologiche complesse dell'ambito collinare. Dorsali allungate con inclinazioni differenti dei fianchi e talora superiori a 30°				
INDAGINI SISMICHE UTILIZZATE	N. 5 stendimenti Re.Mi. - N. 5 misure H.V.S.R. N. 1 linea Geoelettrica				
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	SI				
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	SI				
AMPLIFICAZIONE PER MORFOLOGIE SEPOLTE	NO				
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE WGS 84 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO PIÙ SETTENTRIONALE)	46,012214		12,339648		
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE ED 50 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO PIÙ SETTENTRIONALE)	46,013106		12,340644		
ACCELERAZIONE a_g SU SUOLO RIGIDO SECONDO O.P.C.M. N. 3519 DEL 28.04.2006 (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni)	0,252 g				
VALORI DI $V_{s,30}$ OTTENUTI DALLE N° 5 INDAGINI SPECIFICHE EFFETTUATE	543 m/s	488 m/s	544 m/s	359 m/s	455 m/s
SPESSORE DELLO STRATO SUPERFICIALE A BASSA VELOCITÀ	1,3 - 4,8 m di spessore dove presente ($V_s \approx 160 - 175$ m/s)				
FREQUENZA DI RISONANZA NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz DALLE N° 5 INDAGINI SPECIFICHE EFFETTUATE	14,63 Hz	17,31 Hz	Incerta	9,44 Hz	Incerta
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	Si da misure H.V.S.R.				

ZONA MEZZAVILLA

Inquadramento territoriale
Estratto dalla cartografia del Piano degli Interventi



Ortofoto dell'area in esame
Estratta dal Geoportale Nazionale

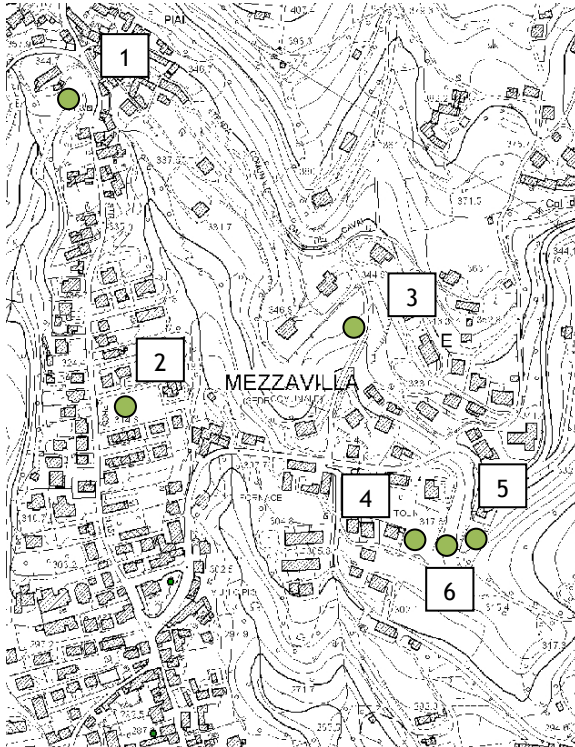


ZONA MEZZAVILLA

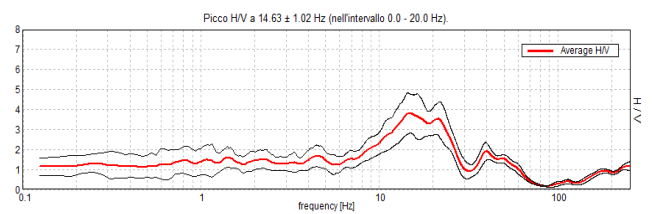
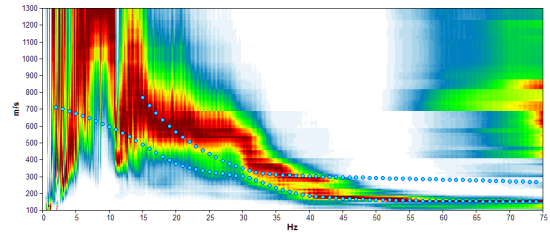
Estratto dalla "Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008	Legenda
	SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri
	SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)
	SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)
	SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)
	SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)
	Linee di cresta
	Scarpate
Estratto dalla carta delle "Zone Omogenee in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008	
	AREE STABILI
	Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica
	AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA
	Crollo
Colamento superficiale (mud flow)	

ZONA MEZZAVILLA

Ubicazione delle indagini eseguite

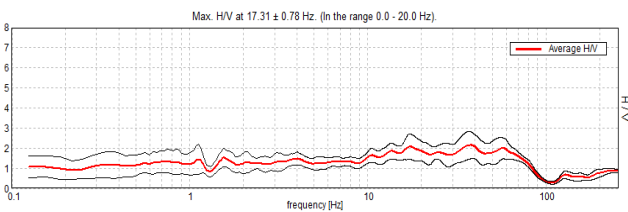
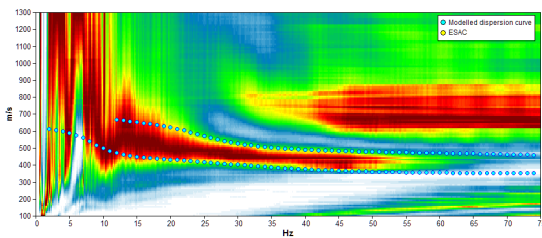


Risultati delle indagini - Punto n° 1 (Re.Mi. + H.V.S.R.)
 $V_{s,30}$ da p.c. locale: 543 m/s
 Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 14,63 Hz



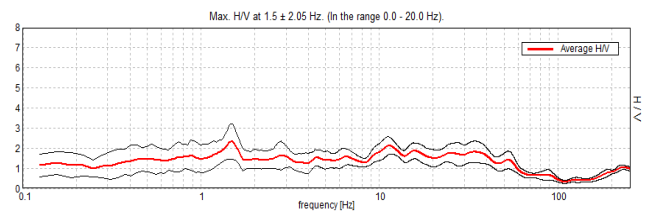
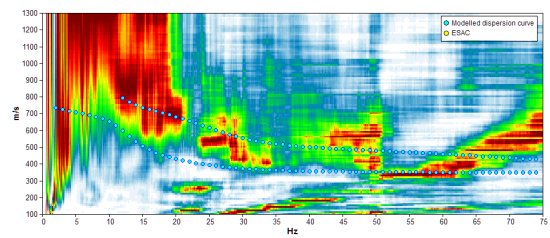
SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
2	0.0 - 2,0	160
6,5	2,0 - ≈ 8,5	410
SEMISPAZIO	≈ 8.5 - SEMISPAZIO	800

Risultati delle indagini - Punto n° 2 (Re.Mi. + H.V.S.R.)
 $V_{s,30}$ da p.c. locale: 488 m/s
 Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 17,31 Hz



SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
5	0,0 - 5,0	370
18	5,0 - ≈ 23	480
SEMISPAZIO	≈ 23 - SEMISPAZIO	670

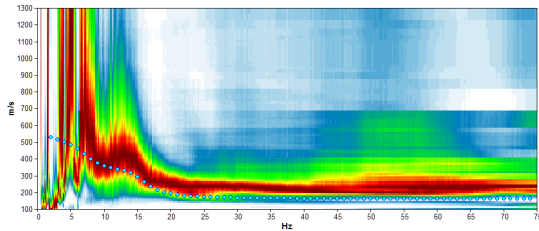
Risultati delle indagini - Punto n° 3 (Re.Mi. + H.V.S.R.)
 $V_{s,30}$ da p.c. locale: 544 m/s
 Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): non attendibile - artefatto



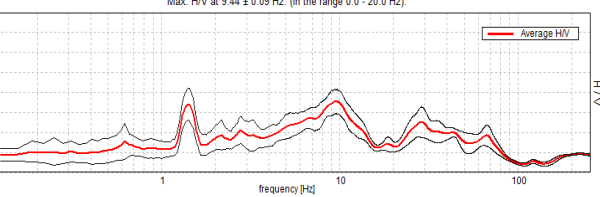
SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
7	0,0 - 7,0	370
10	7,0 - ≈ 17	500
SEMISPAZIO	≈ 17 - SEMISPAZIO	800

ZONA MEZZAVILLA

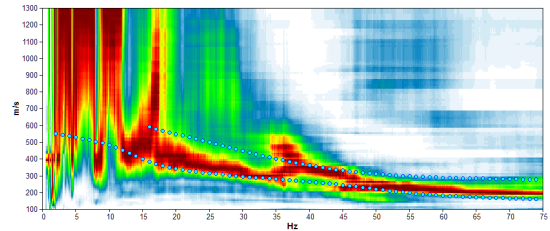
Risultati delle indagini - Punto n° 4 (Re.Mi. + H.V.S.R.)
 $V_{s,30}$ da p.c. locale: 359 m/s
 Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 9,44 Hz



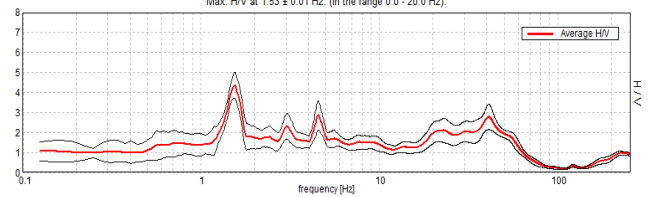
Max. HV at 9.44 ± 0.09 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz)



Risultati delle indagini - Punto n° 5 (Re.Mi. + H.V.S.R.)
 $V_{s,30}$ da p.c. locale: 455 m/s
 Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): non attendibile - artefatto

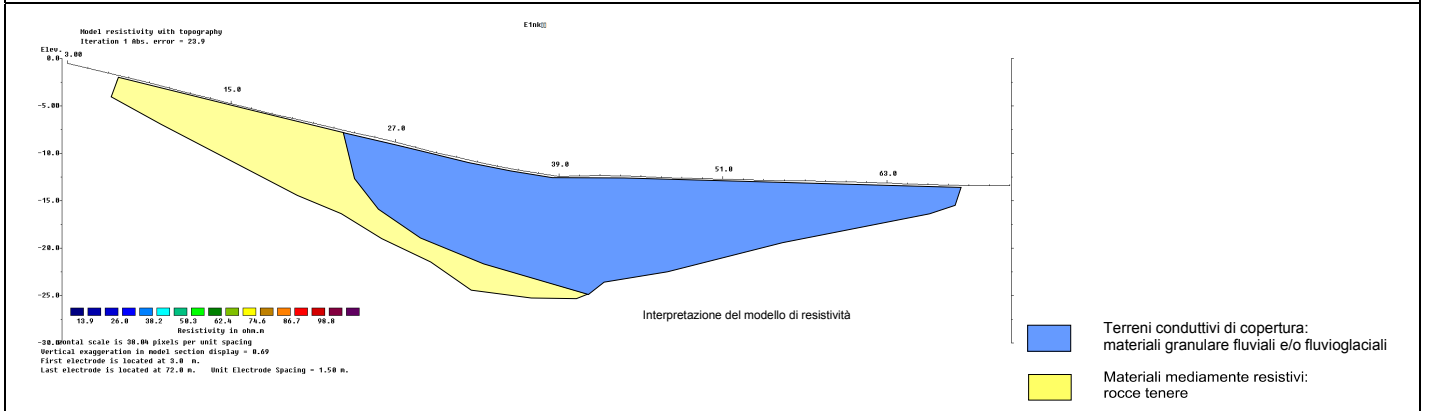
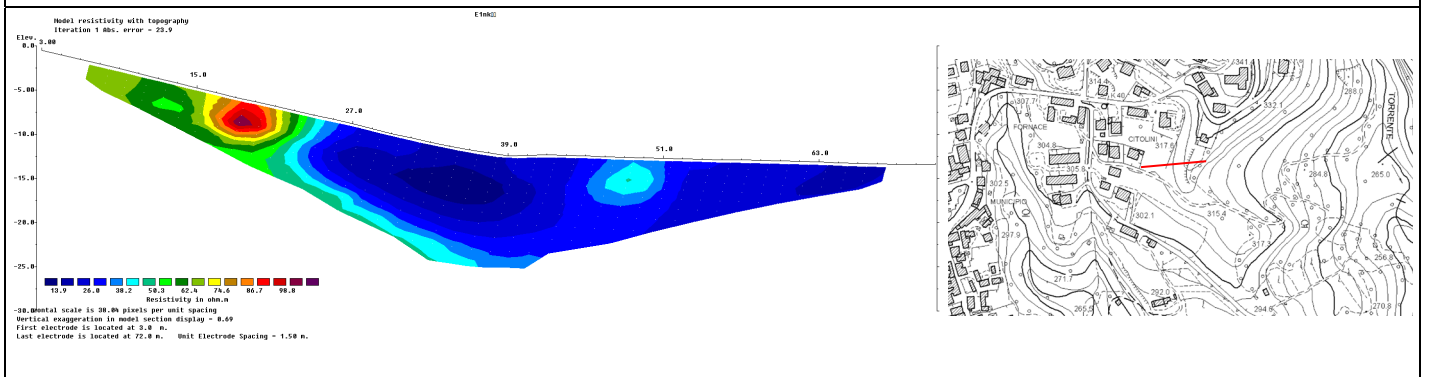


Max. HV at 1.53 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz)



SPESSORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	Vs [M/s]	SPESSORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	Vs [M/s]
4,8	0,0 - 4,8	175	1,3	0,0 - 1,3	160
17	4,8 - ≈ 22	400	3	1,3 - 4,3	330
SEMISPAZIO	≈ 22 - SEMISPAZIO	600	7	4,3 - ≈ 11	400
			SEMISPAZIO	≈ 11 - SEMISPAZIO	600

Risultati delle indagini - Punto n° 6 (Linea Geoelettrica)

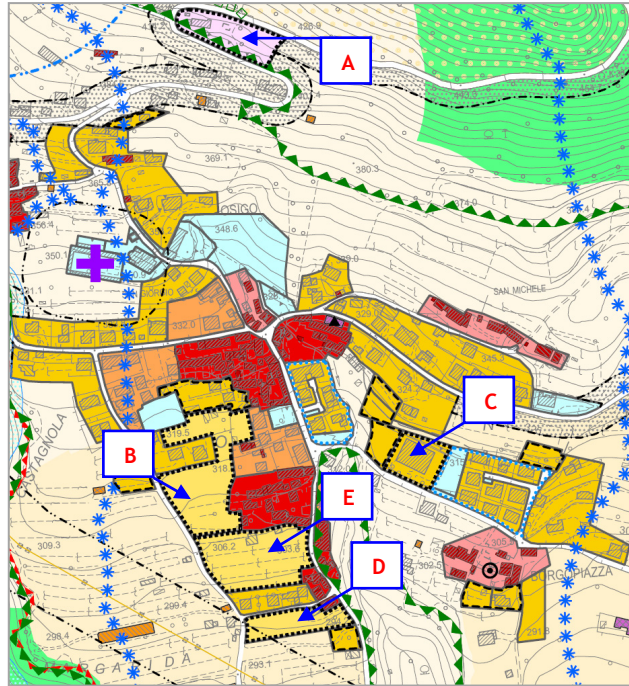


ZONA OSIGO

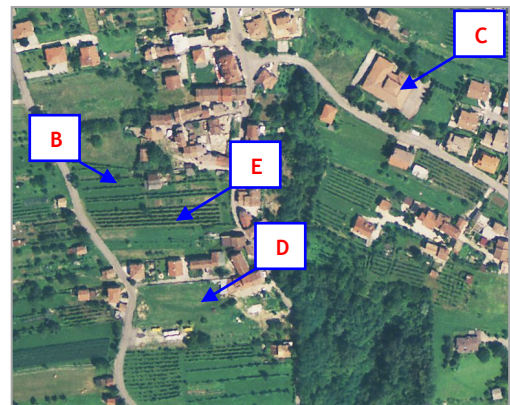
DESCRIZIONE LUOGO	Aree subpianeggianti e inclinate poste sui versanti terminali del Cansiglio o sul culmine delle dorsali di Osigo		
LITOLOGIE SUPERFICIALI	Sito A. Materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura minuta prevalente, per spessori maggiori di 3 m		
	Siti B, C, D, E. Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi		
CONDIZIONI MORFOLOGICHE	Sito A. Versante inclinato verso Sud - Sud ovest		
	Siti B, C, D, E. Condizioni morfologiche complesse dell'ambito collinare. Versante con inclinazioni differenti fino ad un massimo di circa 20°		
INDAGINI SISMICHE UTILIZZATE	N. 3 stendimenti Re.Mi. e N. 3 misure H.V.S.R.		
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	SI		
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	SI		
AMPLIFICAZIONE PER MORFOLOGIE SEPOLTE	NO		
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE WGS 84 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO PIÙ SETTENTRIONALE)	46,014381	12,350740	
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE ED 50 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO PIÙ SETTENTRIONALE)	46,015273	12,351736	
ACCELERAZIONE a_g SU SUOLO RIGIDO SECONDO O.P.C.M. N. 3519 DEL 28.04.2006 (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni)	0,251 g		
VALORI DI $V_{s,30}$ OTTENUTI DALLE N° 3 INDAGINI SPECIFICHE EFFETTUATE	395 m/s	392 m/s	440 m/s
SPESORE DELLO STRATO SUPERFICIALE A BASSA VELOCITÀ	2,5 - 9,0 m di spessore ($V_s \approx 140 - 300$ m/s)		
FREQUENZA DI RISONANZA NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz DALLE N° 3 INDAGINI SPECIFICHE EFFETTUATE	6,78 Hz	4,56 Hz	19,97 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	Si da misure H.V.S.R.		

ZONA OSIGO

Inquadramento territoriale
Estratto dalla cartografia del Piano degli Interventi



Ortofoto dell'area in esame
Estratta dal Geoportale Nazionale

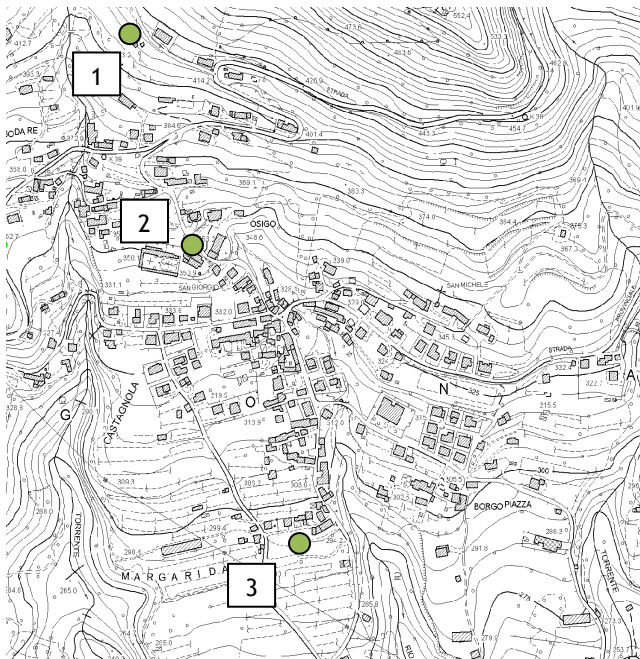


ZONA OSIGO

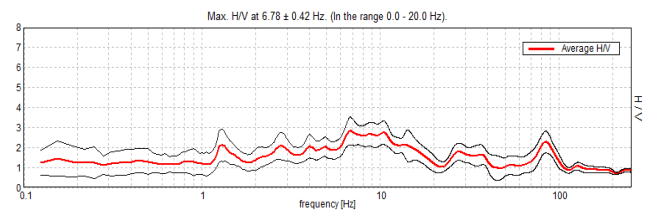
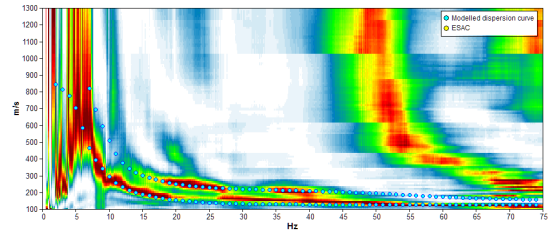
Estratto dalla "Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008	Legenda														
	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: cyan; width: 30px;"></td> <td> SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri </td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow; width: 30px;"></td> <td> SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06) </td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgreen; width: 30px;"></td> <td> SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08) </td> </tr> <tr> <td style="background-color: orange; width: 30px;"></td> <td> SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05) </td> </tr> <tr> <td style="background-color: purple; width: 30px;"></td> <td> SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner) </td> </tr> <tr> <td style="border-top: 2px solid orange; width: 30px;"></td> <td> Linee di cresta </td> </tr> <tr> <td style="border-top: 2px dashed red; width: 30px;"></td> <td> Scarpate </td> </tr> </table>		SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri		SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)		SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)		SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)		SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)		Linee di cresta		Scarpate
	SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri														
	SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)														
	SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)														
	SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)														
	SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)														
	Linee di cresta														
	Scarpate														
Estratto dalla carta delle "Zone Omogenee in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008															
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">AREE STABILI</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightgrey; width: 30px;"></td> <td> Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA</td> </tr> <tr> <td style="background-color: grey; width: 30px;"></td> <td> Crollo </td> </tr> <tr> <td style="background-color: cyan; width: 30px;"></td> <td> Colamento superficiale (mud flow) </td> </tr> </table>	AREE STABILI			Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica	AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA			Crollo		Colamento superficiale (mud flow)				
AREE STABILI															
	Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica														
AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA															
	Crollo														
	Colamento superficiale (mud flow)														

ZONA OSIGO

Ubicazione delle indagini eseguite

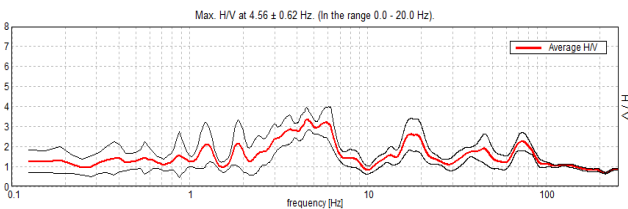
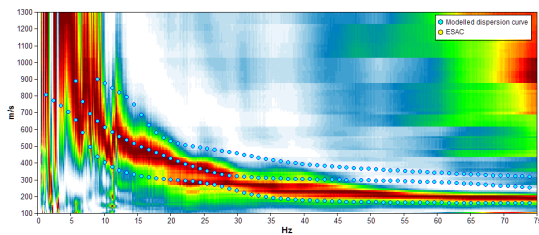


Risultati delle indagini - Punto n° 1 (Re.Mi. + H.V.S.R.) $V_{s,30}$ da p.c. locale: 395 m/s Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 6,78 Hz



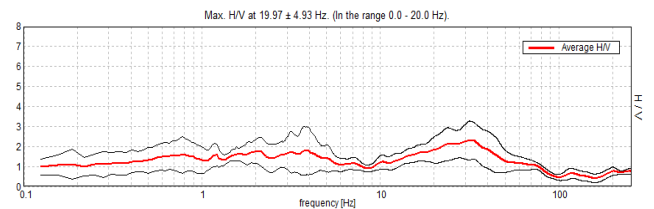
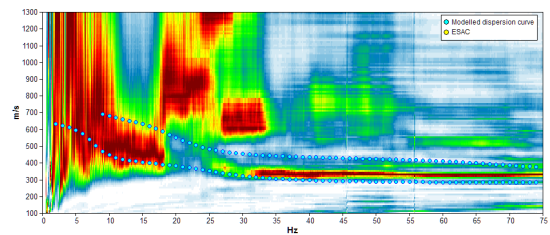
SPessore SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
3	0,0 - 3,0	140
6	3,0 - 9,0	270
30	9,0 - ≈ 39	650
SEMISPAZIO	≈ 39 - SEMISPAZIO	950

Risultati delle indagini - Punto n° 2 (Re.Mi. + H.V.S.R.) $V_{s,30}$ da p.c. locale: 392 m/s Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 4,56 Hz



SPessore SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
2,5	0,0 - 2,5	170
10	2,5 - ≈ 12	350
17	≈ 12 - ≈ 29	520
SEMISPAZIO	≈ 29 - SEMISPAZIO	900

Risultati delle indagini - Punto n° 3 (Re.Mi. + H.V.S.R.) $V_{s,30}$ da p.c. locale: 440 m/s Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 19,97 Hz



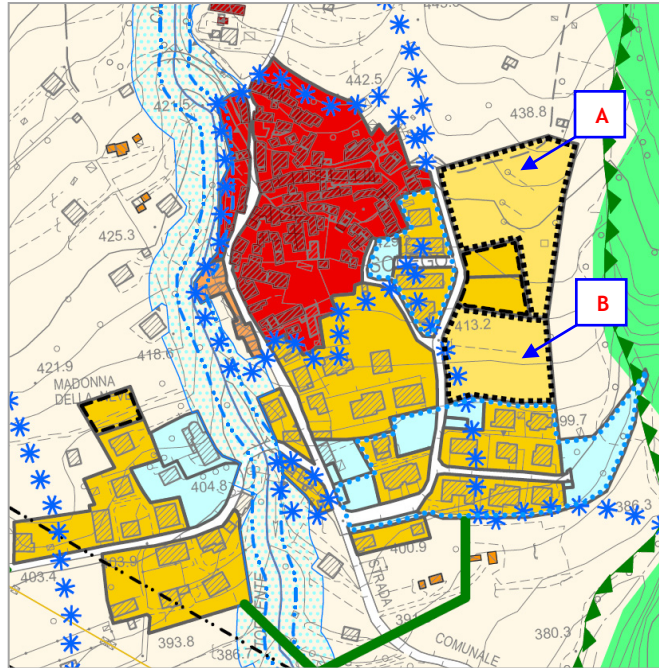
SPessore SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	V_s [m/s]
5	0,0 - 5,0	300
20	5,0 - ≈ 25	450
SEMISPAZIO	≈ 25 - SEMISPAZIO	700

ZONA SONEGO

DESCRIZIONE LUOGO	Area subpianeggiante posta sul culmine della dorsale di Sonogo	
LITOLOGIE SUPERFICIALI	Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi al contatto con materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura minuta prevalente, per spessori maggiori di 3 m	
CONDIZIONI MORFOLOGICHE	Condizioni morfologiche complesse dell'ambito collinare. Dorsali allungate con inclinazioni differenti dei fianchi e talora superiori a 20°	
INDAGINI SISMICHE UTILIZZATE	N. 1 stendimento Re.Mi. e N. 1 misure H.V.S.R.	
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	SI	
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	SI	
AMPLIFICAZIONE PER MORFOLOGIE SEPOLTE	NO	
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE WGS 84 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO PIÙ SETTENTRIONALE)	46,018766	12,337715
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE ED 50 (IN CORRISPONDENZA DEL SITO PIÙ SETTENTRIONALE)	46,019658	12,338711
ACCELERAZIONE a_g SU SUOLO RIGIDO SECONDO O.P.C.M. N. 3519 DEL 28.04.2006 (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni)	0,252 g	
VALORE DI $V_{s,30}$ OTTENUTO DALL'INDAGINE SPECIFICA	388 m/s	
SPESSORE DELLO STRATO SUPERFICIALE A BASSA VELOCITÀ	8 m di spessore ($V_s \approx 250$ m/s)	
FREQUENZA DI RISONANZA NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz DALL'INDAGINE SPECIFICA	4,5 Hz	
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	Si da misure H.V.S.R.	

ZONA SONEGO

Inquadramento territoriale
Estratto dalla cartografia del Piano degli Interventi



Ortofoto dell'area in esame
Estratta dal Geoportale Nazionale

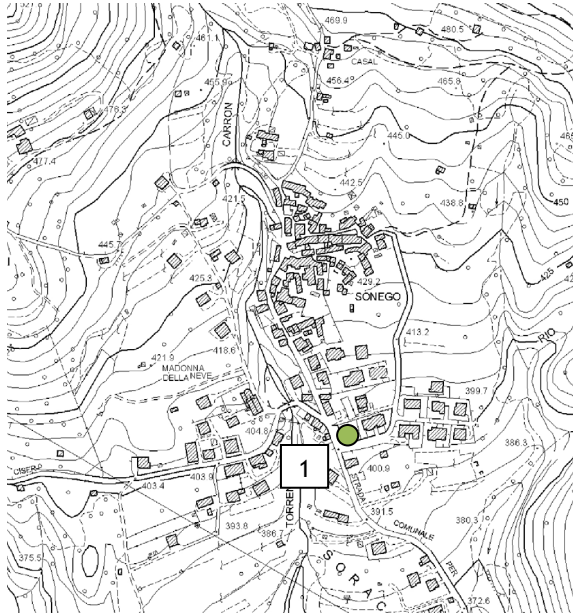


ZONA SONEGO

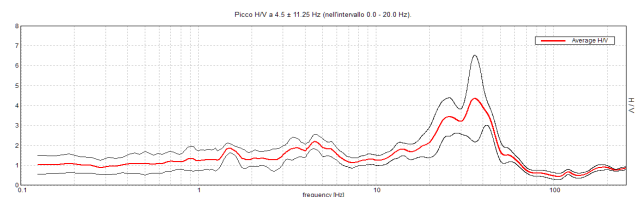
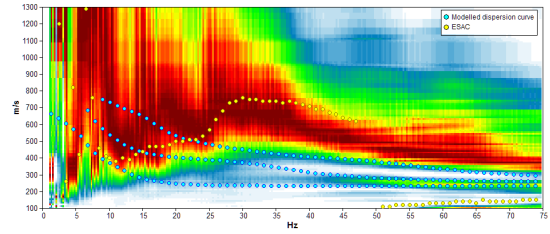
<p>Estratto dalla "Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008</p>	<p>Legenda</p>														
	<table border="1"> <tr> <td></td> <td> <p>SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>Linee di cresta</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>Scarpate</p> </td> </tr> </table>		<p>SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri</p>		<p>SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)</p>		<p>SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)</p>		<p>SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)</p>		<p>SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)</p>		<p>Linee di cresta</p>		<p>Scarpate</p>
	<p>SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri</p>														
	<p>SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)</p>														
	<p>SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)</p>														
	<p>SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)</p>														
	<p>SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)</p>														
	<p>Linee di cresta</p>														
	<p>Scarpate</p>														
<p>Estratto dalla carta delle "Zone Omogenee in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008</p>															
	<p>AREE STABILI</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td> <p>Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica</p> </td> </tr> </table> <p>AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td> <p>Crollo</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>Colamento superficiale (mud flow)</p> </td> </tr> </table>		<p>Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica</p>		<p>Crollo</p>		<p>Colamento superficiale (mud flow)</p>								
	<p>Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica</p>														
	<p>Crollo</p>														
	<p>Colamento superficiale (mud flow)</p>														

ZONA SONEGO

Ubicazione delle indagini eseguite



Risultati delle indagini - Punto n° 1 (Re.Mi. + H.V.S.R.) $V_{s,30}$ da p.c. locale: 388 m/s Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 4,5 Hz



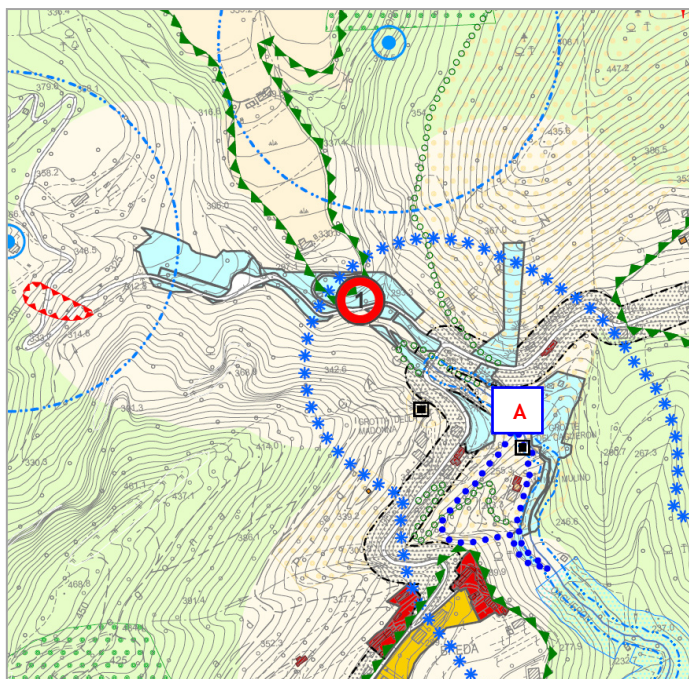
SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	Vs [M/S]
8	0,0 - 8,0	250
18	8,0 - ≈ 26	450
SEMISPAZIO	≈ 26 - SEMISPAZIO	750

ZONA CAGLIERON

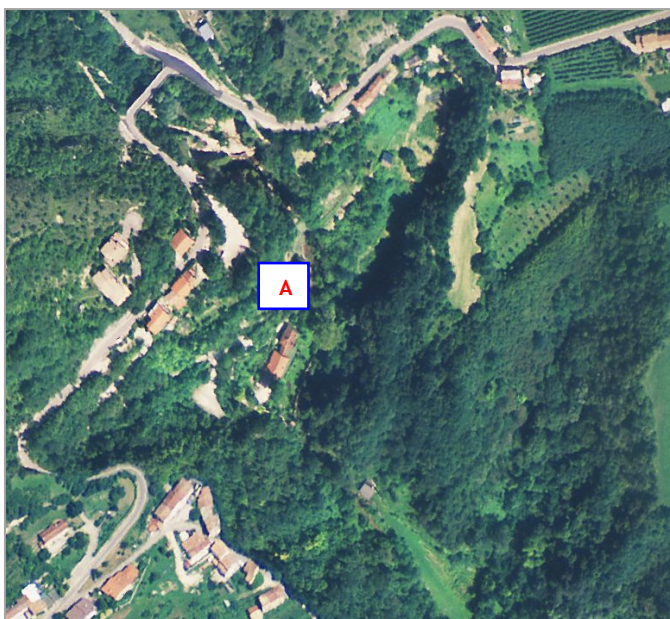
DESCRIZIONE LUOGO	Incisione valliva della località Caglieron	
LITOLOGIE SUPERFICIALI	Rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti alternate (ad Est) a contatto con rocce compatte per cementazione (ad Ovest)	
CONDIZIONI MORFOLOGICHE	Condizioni morfologiche complesse di vajo fortemente inciso, complicate dalla presenza di disturbi antropici legati all'attività di cava	
INDAGINI SISMICHE UTILIZZATE	N. 2 stendimenti Re.Mi. e N. 2 misure H.V.S.R.	
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	NO	
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	SI	
AMPLIFICAZIONE PER MORFOLOGIE SEPOLTE	SI	
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE WGS 84	46,007573	12,330974
COORDINATE MEDIE UTILIZZATE ED 50	46,008465	12,331970
ACCELERAZIONE a_g SU SUOLO RIGIDO SECONDO O.P.C.M. N. 3519 DEL 28.04.2006 (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni)	0,252 g	
VALORE DI $V_{s,30}$ OTTENUTO DALLE INDAGINI SPECIFICHE	506 m/s	388 m/s
SPESORE DELLO STRATO SUPERFICIALE A BASSA VELOCITÀ	6,0 - 29,0 m di spessore ($V_s \approx 130 - 470$ m/s) - Misure esterne all'area in esame dove c'è, invece, roccia subaffiorante	
FREQUENZA DI RISONANZA NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	12,81 Hz	3,28 Hz
CONDIZIONE DI AMPLIFICAZIONE NELL'INTERVALLO 0,1 - 20 Hz	Si da misure H.V.S.R.	

ZONA CAGLIERON

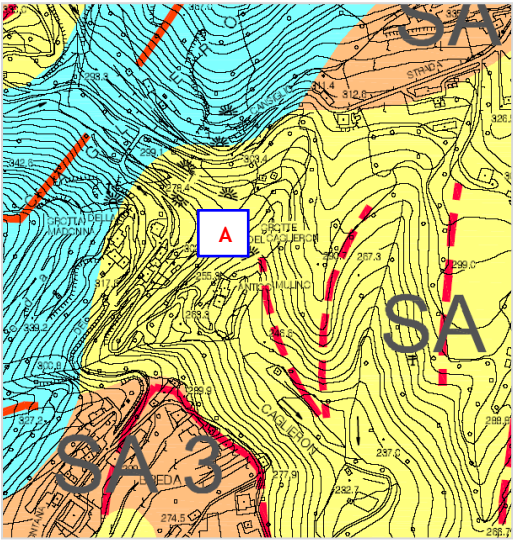







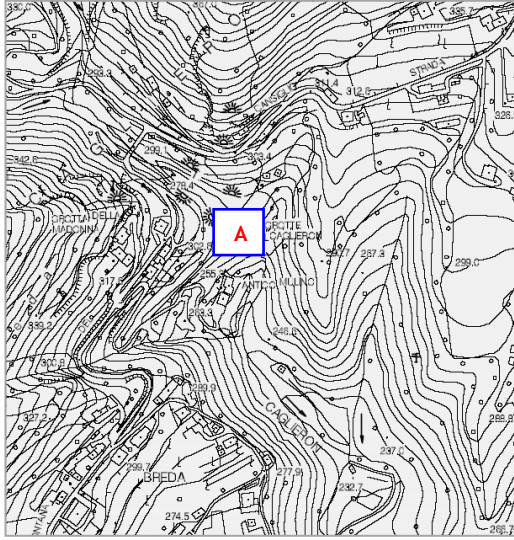



Inquadramento territoriale
Estratto dalla cartografia del Piano degli Interventi



Ortofoto dell'area in esame
Estratta dal Geoportale Nazionale

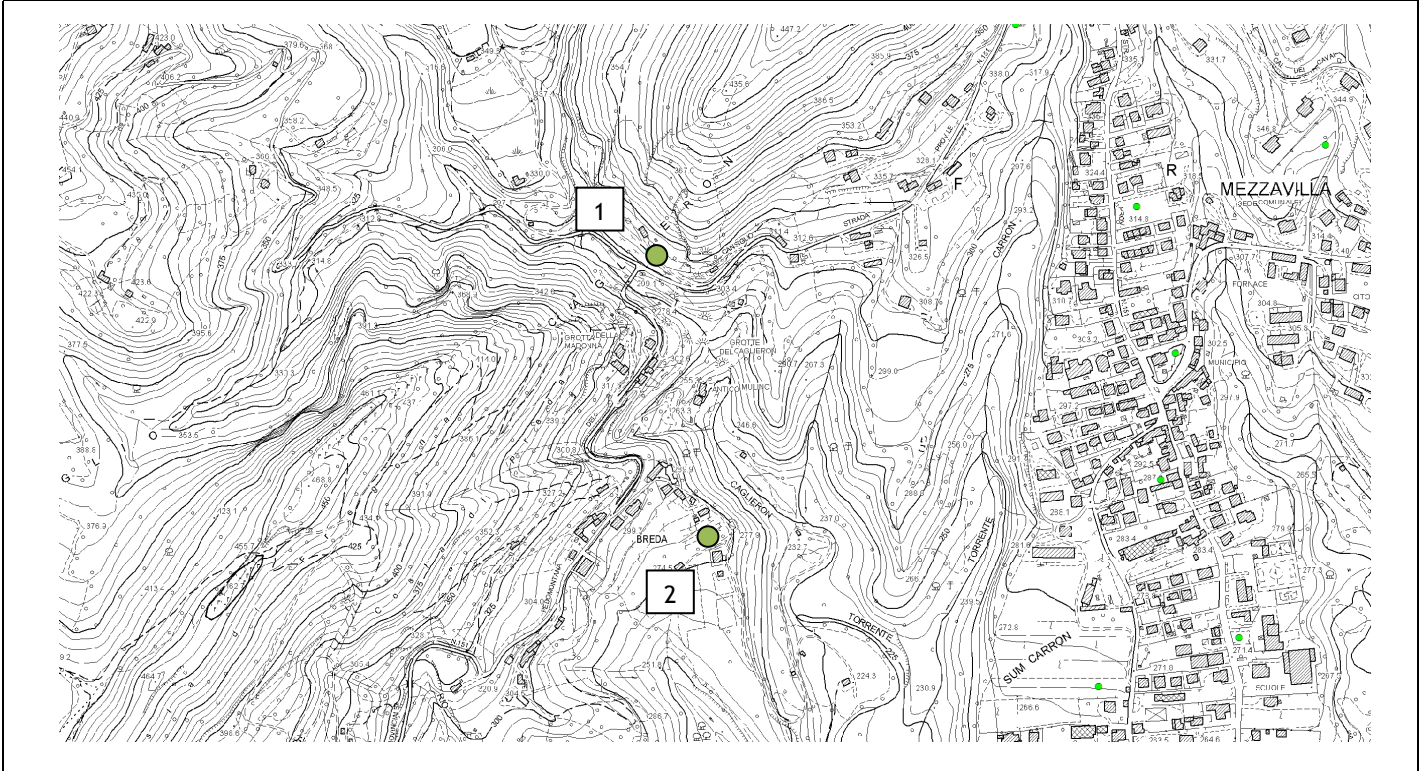


ZONA CAGLIERON

Estratto dalla "Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008	Legenda
	 SNA Calcarei bioclastici (L-SUB-01), conglomerati ed arenarie (L-SUB-02), calcari marnosi e marne (L-SUB-03), calcari con intercalazioni argillose (L-SUB-05), coperture con spessori non superiori a 5 metri
	 SA1 Argille e limi sabbiosi con intercalazioni di livelli di puddinghe e strati arenacei (L-SUB-06)
	 SA2 Materiali granulari fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (L-ALL-01), materiali d'accumulo morenico in matrice fine sabbiosa stabilizzati (L-ALL-08)
	 SA3 Materiali della copertura detritica eluviale e colluviale poco addensati (L-DET-01 / L-DET-04) materiali sciolti per accumulo detritico di falda (L-DET-01 / L-DET-08), materiali alluvionali sciolti di deposito recente (L-ALL-04), materiali alluvionali e morenici a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L-ALL-05)
	 SA4 Zona a substrato lapideo fratturato per motivi tettonici (linea di Montaner)
	 Linee di cresta
	 Scarpate
Estratto dalla carta delle "Zone Omogenee in prospettiva sismica" del P.A.T. - D.G.R.V. n. 3308/2008	
	AREE STABILI
	 Aree Stabili suscettibili di amplificazione sismica
	AREE INSTABILI PER AZIONE SISMICA
	 Crollo
 Colamento superficiale (mud flow)	

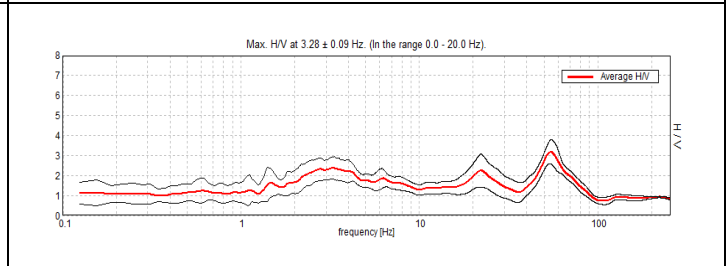
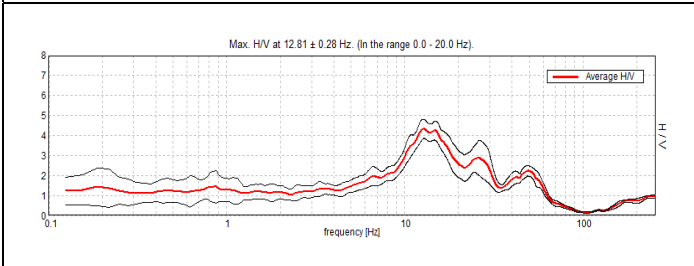
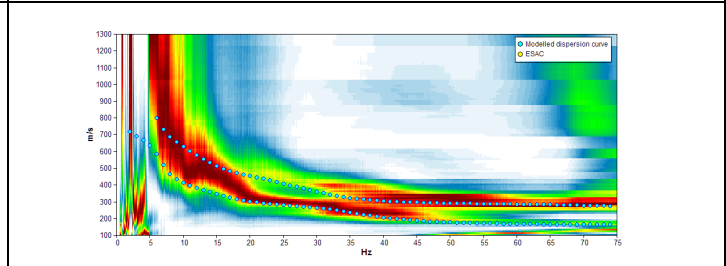
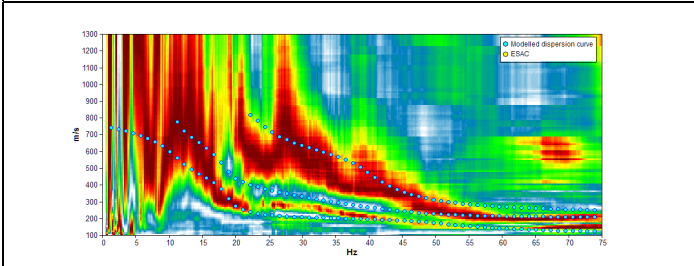
ZONA CAGLIERON

Ubicazione delle indagini eseguite



Risultati delle indagini - Punto n° 1 (Re.Mi. + H.V.S.R.)
 Vs,30 da p.c. locale: 506 m/s
 Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 12,81 Hz

Risultati delle indagini - Punto n° 2 (Re.Mi. + H.V.S.R.)
 Vs,30 da p.c. locale: 388 m/s
 Frequenza principale (0,1 - 20 Hz): 3,28 Hz



SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	Vs [M/s]	SPESORE SISMO - STRATO	PROFONDITÀ	Vs [M/s]
1	0,0 - 1,0	130	2	0,0 - 2,0	170
			7	2,0 - ≈ 9	320
5	1,0 - ≈ 6	230	20	≈ 9 - ≈ 29	470
SEMISPAZIO	≈ 6 - SEMISPAZIO	820	SEMISPAZIO	≈ 29 - SEMISPAZIO	820