



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



**REGIONE AUTONOMA  
 FRIULI VENEZIA GIULIA**



**CONFERENZA DELLE REGIONI E  
 DELLE PROVINCE AUTONOME**

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

# **REGIONE FRIULI VENEZIA-GIULIA**

## **PROVINCIA UDINE**

### **COMUNE DI TALMASSONS**

## **MICROZONAZIONE SISMICA**



## **RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

**geol. Francesco CAPRONI**



<b>PECISIONI</b>	DATA:	0		1	
	VERIFICATO:				
	APPROVATO:				



## 1 INTRODUZIONE

Il Comune di Talmassons, in data 6 ottobre 2016 affidava allo scrivente, geol. Francesco Caproni, l'incarico di collaborazione finalizzato all'espletamento dello studio di Microzonazione Sismica di Primo Livello del Comune di Talmassons, in collaborazione con il geol. Alessandro Pavan, iscritto all'Albo Professionale da meno di 5 anni ed unitamente al tecnico abilitato per la realizzazione degli studi della Condizione Limite per l'Emergenza, Ing. Lionello Caproni. La presente relazione di Microzonazione Sismica (MS) e l'allegata cartografia illustrano e descrivono metodologie, indagini, e risultati.

La delimitazione dell'area di studio (Fig. 1), inviata come Prima Fase dello studio, nel Novembre 2016, alla "Commissione Regionale per la Microzonazione Sismica – Servizio Edilizia", è stata fatta sulla base degli studi urbanistici del Comune. In particolare ci si è riferiti al PRGC in vigore, secondo quanto indicato dall'Ufficio Tecnico Comunale, con il quale la perimetrazione è stata condivisa.

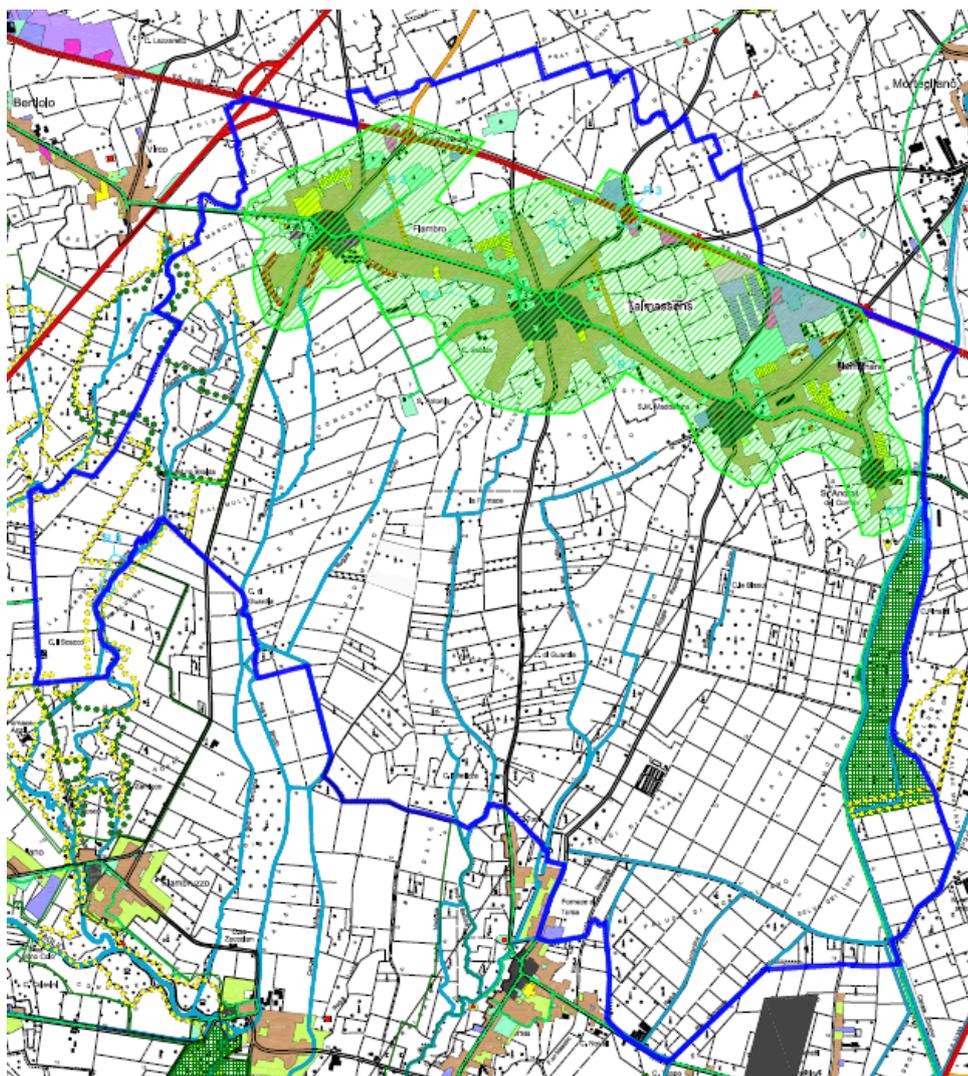


Fig. 1.0: Perimetrazione area MS (in verde) rispetto al confine comunale (in blu)



Con il termine *microzonazione sismica (MS)* si intende la “valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l’individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo”. In sostanza la MS individua e caratterizza le *zone stabili*, le *zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico* e le *zone suscettibili di instabilità*.

La MS ha lo scopo di riconoscere su scala *comunale* o subcomunale le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

Gli elementi caratterizzanti la Microzonazione Sismica (MS) possono essere tratti dal capitolo introduttivo del testo “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (ICMS) - Gruppo di lavoro MS, 2008 - Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile - Roma”

In sostanza, lo studio di MS viene sintetizzato con una rappresentazione cartografica del territorio nella quale sono indicate:

1. le *zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali* di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;

2. le *zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali* di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;

3. le *zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma* (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.)

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, gli studi di MS possono essere effettuati a livelli di approfondimento crescenti:

- livello 1 (oggetto del presente studio): è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte;

- livello 2: introduce l’elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la Carta di microzonazione sismica di livello 2;

- livello 3: restituisce una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Gli studi di MS sono di fondamentale importanza nella pianificazione al fine di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini e i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

Nella pianificazione d’emergenza, inoltre, gli studi di MS consentono una migliore e consapevole individuazione degli elementi strategici di un piano di emergenza e in generale delle risorse di protezione civile.



Parte integrante dello studio di MS è infatti l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE). La CLE è la condizione per la quale un insediamento urbano, a seguito di un evento sismico, può subire danni fisici e funzionali tali da portare all'interruzione di quasi tutte le funzioni urbane, ma conserva comunque la funzionalità della gran parte delle funzioni strategiche per l'emergenza e la loro connessione ed accessibilità rispetto al contesto territoriale limitrofo. La conoscenza fornita dalla MS riguardo ai possibili effetti locali indotti da un evento sismico contribuisce alle scelte nell'ambito della CLE.

L'analisi della CLE delle zone perimetrata è stata effettuata utilizzando la modulistica predisposta dalla Commissione Tecnica di cui all'articolo 5 commi 7 e 8 dell' O.P.C.M 3907/2010 ed emanata con apposito decreto del Capo della Protezione Civile.

Tale analisi comporta (art.18 O.P.C.M. 4007/2012):

- a) l'individuazione degli edifici e delle aree che garantiscono le funzioni strategiche per l'emergenza;
- b) l'individuazione delle infrastrutture di accessibilità e connessione con il contesto territoriale, degli edifici e delle aree strategiche e gli eventuali elementi critici;
- c) l'individuazione degli aggregati strutturali e delle singole unità strutturali che possono interferire con le infrastrutture di accessibilità e di connessione con il contesto territoriale

L'analisi della CLE per il comune di Talmassons è stata condotta assieme all'Ing. Lionello Caproni.

Il presente studio di Microzonazione Sismica, sulla base dei dati geologici, geotecnici e geofisici acquisiti in bibliografia, dei dati delle indagini pregresse e delle indagini sismiche eseguite per questo studio, si prefiggeva una suddivisione del territorio comunale in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Valutati i dati esistenti relativi alle indagini sul sottosuolo del territorio da indagare, considerata l'assenza o quasi di indagini geofisiche specifiche da relazionare con le stratigrafie raccolte, si è predisposta una campagna di n. 7 indagini geofisiche con registrazione di microtremore a stazione singola (HVSR), distribuite opportunamente sul territorio comunale.

Tali indagini sono un utile indicatore nella definizione del modello geologico in quanto permettono, in prima approssimazione, di valutare la possibilità che si verifichino nel sito di misura fenomeni di risonanza, legati a significativi contrasti di impedenza nel sottosuolo dovuti alle diverse caratteristiche meccaniche dei materiali.

Sono state così individuate sul territorio 1 zona stabile, 4 zone suscettibili di amplificazione sismica causata dalle condizioni litostratigrafiche e 1 zona di attenzione per instabilità.

Il lavoro è stato condotto in conformità alle indicazioni dei documenti tecnici e ai sensi del quadro normativo vigente, del quale si riportano i documenti principali a livello nazionale e regionale:

A livello Nazionale e Regionale i riferimenti normativi e tecnici che disciplinano



la materia sono i seguenti:

- Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) – Conferenza delle Regioni e Province Autonome e Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 2008.
- Studi di Microzonazione Sismica – OCDPC n.52/2013 - Decreto Direttore Servizio Edilizia (Regione Friuli Venezia Giulia) n. 2347/PMTM del 06/08/2015: “Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica, precisazioni e integrazioni, Regione Friuli Venezia Giulia” (versione aggiornata); “Indirizzi regionali di utilizzo per la rappresentazione e archiviazione informatica ai sensi della DGR 1661 dd.13/09/2013 (versione aggiornata).
- Manuale per l’analisi della Condizione Limite per l’Emergenza (CLE) dell’insediamento urbano – Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica – Ver 1.0 (Roma 2014).
- Commissione tecnica regionale per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell’OPCM 13 novembre 2010, n. 3907) – Indirizzi regionali di utilizzo per la rappresentazione e archiviazione informatica ai sensi della DGR 1661 dd.13/09/2013 (versione 1.2)- Trieste 20 luglio 2015.
- “Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica ” - Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell’OPCM 13 novembre 2010, n. 3907), Versione 3.0 —Roma, Ottobre 2013.
- “Analisi della Condizione Limite per L’emergenza (CLE) - Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica ” Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell’OPCM 13 novembre 2010, n. 3907), Versione 3.0.1 —Roma, Settembre 2015
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006: Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- Delibera di Giunta Regionale n. 845 del 06.05.2010: Classificazione sismica del territorio del Friuli Venezia Giulia – Allegato 1.
- “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica, precisazioni e integrazioni. Regione Friuli Venezia Giulia”, approvati con il Decreto del Direttore del Servizio Edilizia PMT/167/ED-ECA.
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11.03.1988, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 16.01.1996, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- D.M. 14.01.2008: Norme Tecniche per le Costruzioni.
- D.M. 17.01.2018: Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

Altre normative sismiche

- Legge 02.02.1974, n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Legge 10.12.1981, n. 741, Ulteriori norme per l’accelerazione delle procedure

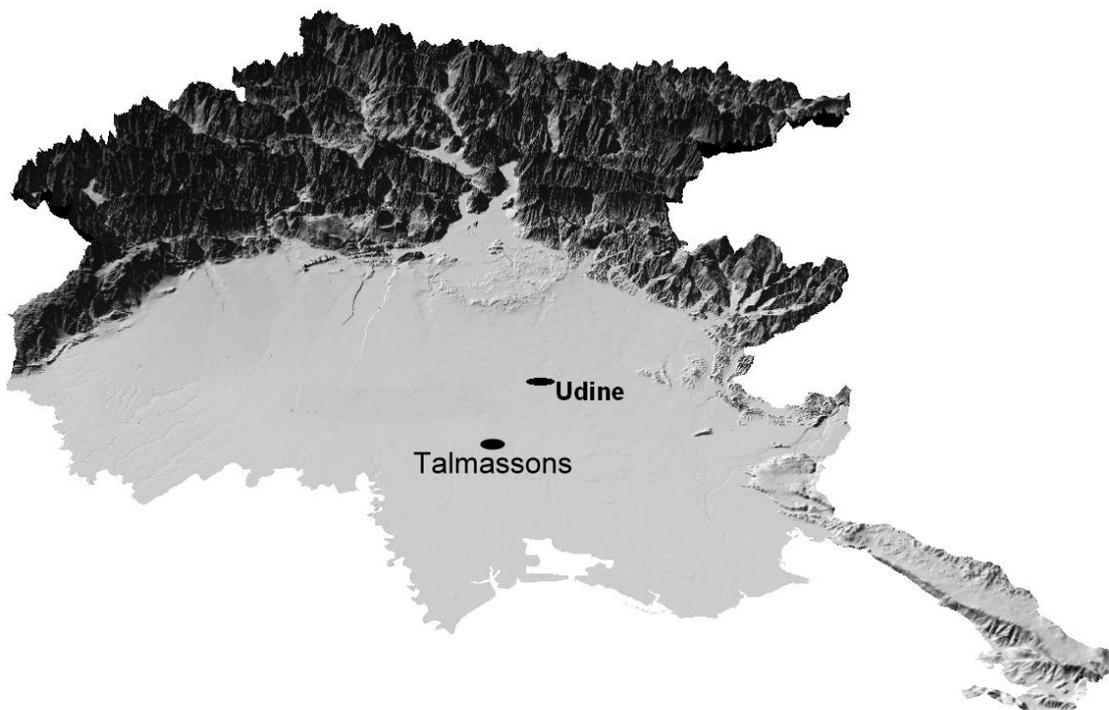


per l'esecuzione di opere pubbliche.

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20.03.2003, n. 3274, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03.05.2005: Ulteriori modifiche ed integrazioni all'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 recante 'Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica'.
- Decreto di Giunta regionale n. 2325 del 01.08.2003, Recepimento dell'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- O.P.C.M. N. 3907 del 13.11.2010
- O.P.C.M. n. 4007 del 29.02.2012 e delibera regionale n. 1047 del 15.06.2013
- D.G.R. n°1661 del 13/09/2013.

## 1.1 TERRITORIO COMUNALE

Il territorio comunale di Talmassons è situato a SW rispetto a Udine, al confine tra la Alta e la Bassa Pianura Friulana (Fig. 2.0).

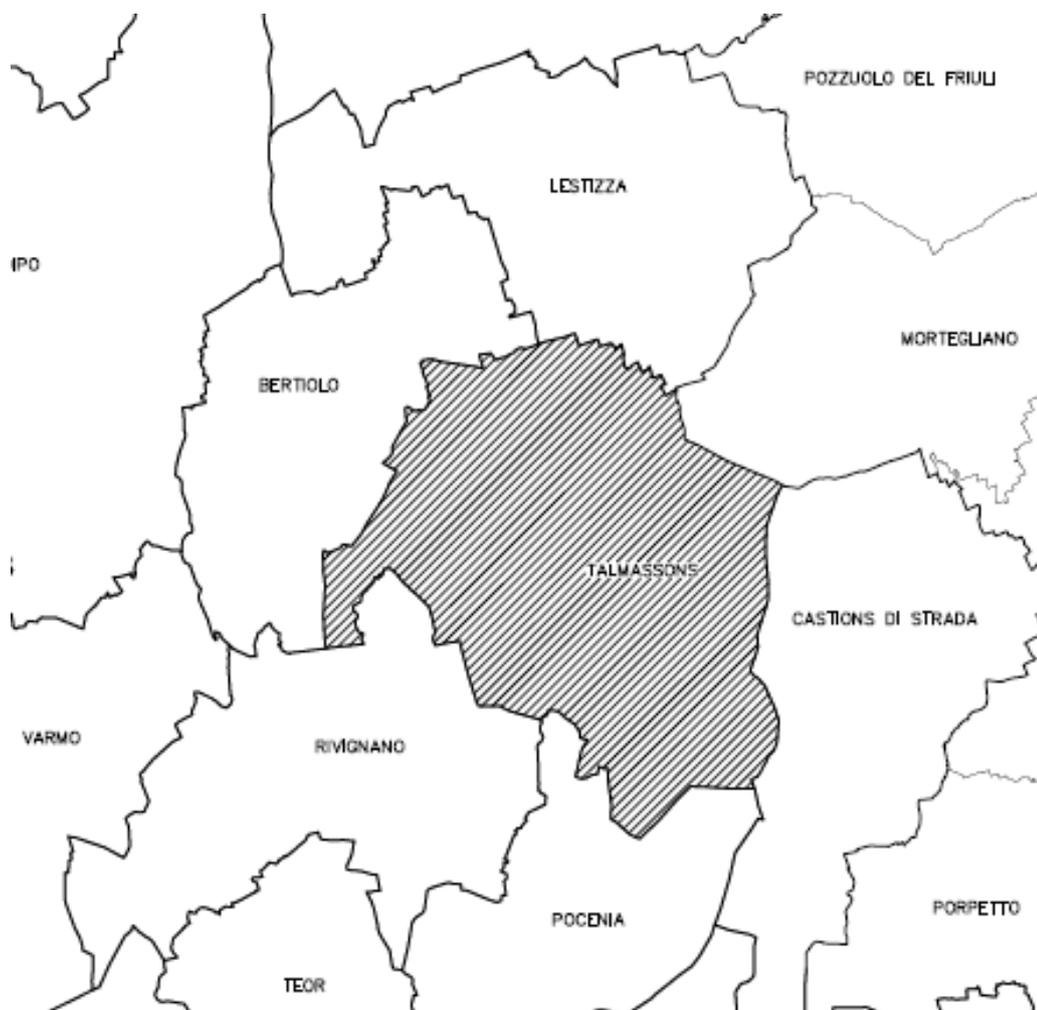


*Fig. 2.0 Restituzione tridimensionale della morfologia del Friuli Venezia-Giulia sulla base dei dati numerici forniti dalle Carte Tecniche Regionali . In evidenza il comune oggetto di studio*



La superficie comunale è di circa 4000 ettari, leggermente digradante verso Sud, con una pendenza media dell'ordine del 3,5 per mille. La quota massima è di 37m s.l.m.m., mentre quella minima è di 4m s.l.m.m..

Confina con i Comuni di Bertiole, Lestizza, Mortegliano, Castions di Strada, Pocenia, Rivignano-Teor (Fig. 3.0).



*Fig. 3.0 Rappresentazione dei comuni confinanti*

Il Comune è costituito dai seguenti centri abitati (da W a E):

- Flambro;
- Talmassons, sede municipale;
- Flumignano;
- Sant'Andrat del Cormor.

Gli abitati si estendono immediatamente a monte del limite superiore della fascia delle risorgive.



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

### 2.1 DEFINIZIONI DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE (DA ICMS-2008)

- *Pericolosità sismica* : la stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, o con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di pericolosità sismica di base e di pericolosità sismica locale.
- *Pericolosità sismica di base*: la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica) per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (*terremoto di riferimento*). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.
- *Pericolosità sismica locale*: la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali (litostratigrafiche e morfologiche). Lo studio della pericolosità sismica locale è condotto a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base ( *terremoto di riferimento*) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici e geofisici del sito; permette di definire le amplificazioni locali e la possibilità di accadimento di fenomeni di instabilità del terreno. Il prodotto più importante di questo genere di studi è la *carta di microzonazione sismica*.

Sul sito dell'INGV è stato possibile visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°.

Le mappe riportano due parametri dello scuotimento: a(g) (accelerazione orizzontale massima del suolo, come definita dall'OPCM 3519/2006, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA) e Se(T) (Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T, in accelerazione).



Le mappe in a(g) sono state calcolate per differenti probabilità di superamento in 50 anni (in totale 9, dal 2% all'81%). Per il Comune di Talmassons il valore di a(g) calcolato per una probabilità di superamento del 10% in 50 anni è compreso tra 0.100g e 0.150g (Fig. 4.0).

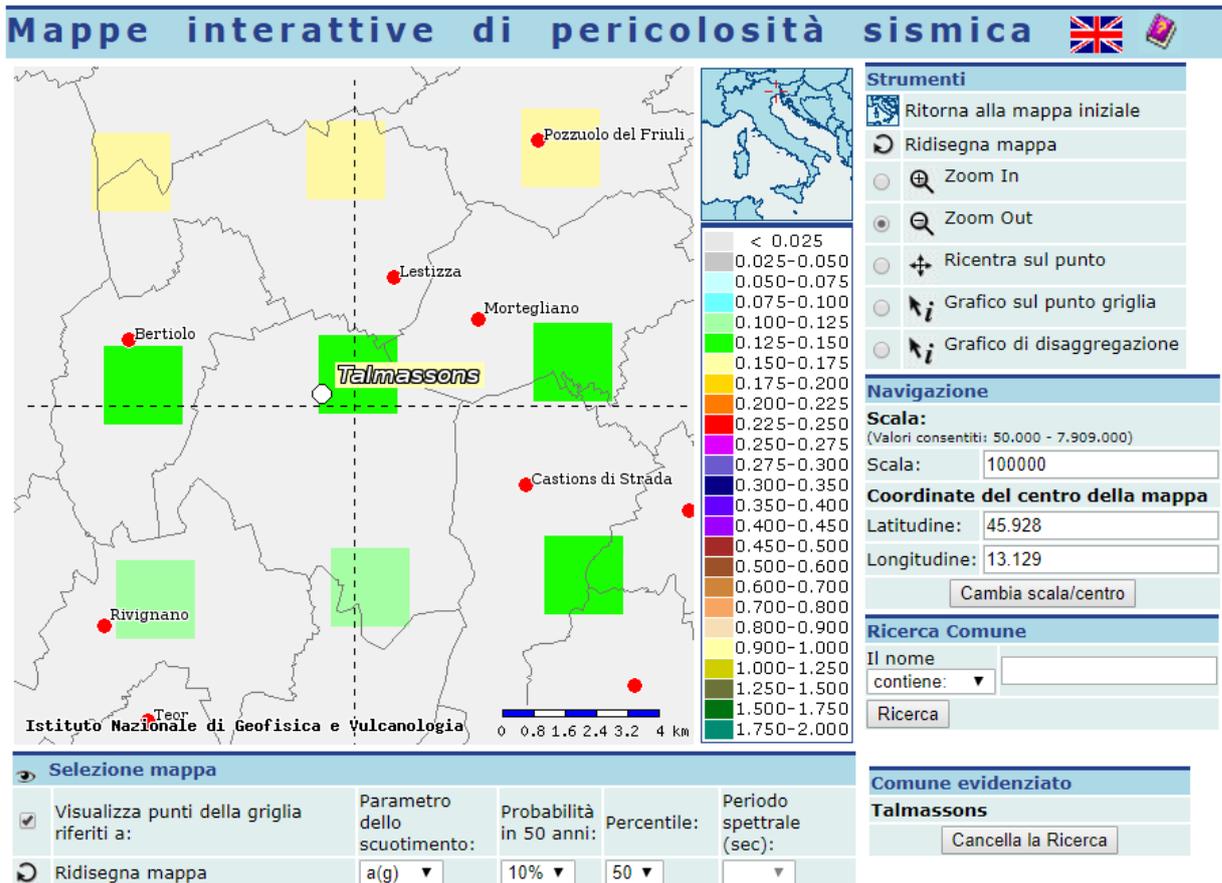
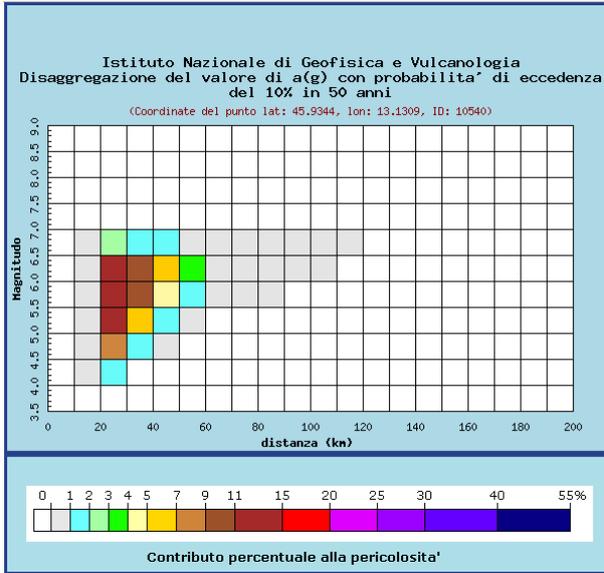


Fig. 4.0: Mappe interattive di pericolosità sismica – Valore di a(g) per il Comune di Talmassons (da sito INGV)

L'analisi di disaggregazione è stata effettuata solo per il nodo ricadente nella porzione nord del territorio comunale (a(g) compresa tra 0.125g e 0.150g), in quanto qui sono concentrati tutti i centri abitati.

L'analisi della disaggregazione dei valori di a(g) riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza; questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici ed è utile in analisi di microzonazione.

Per il nodo di riferimento si osserva che il maggior contributo percentuale alla pericolosità dell'area è dato da sorgenti sismogenetiche poste tra i 20 e i 30 km di distanza dal nodo di riferimento e capaci di dar luogo a terremoti con magnitudo superiore a 6 (Fig. 5.0).



Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.9344, lon: 13.1309, ID: 10540)										
	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.168	0.604	0.743	0.700	0.524	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	1.180	7.270	11.900	13.600	12.100	2.040	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	1.410	5.880	9.270	10.400	1.990	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.009	1.360	4.040	5.800	1.250	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	1.620	3.200	0.768	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.278	0.945	0.253	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.221	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.081	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	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
5.770	32.500	1.670

Fig 5.0: Grafico e Tabella dei valori di disaggregazione per il Comune di Talmassons (da INGV)

In riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio del Friuli Venezia Giulia (D.G.R. 845/2010), il comune di Talmassons   stato compreso tra le zone sismiche Zona 3 a bassa sismicit  (Fig. 6.0).

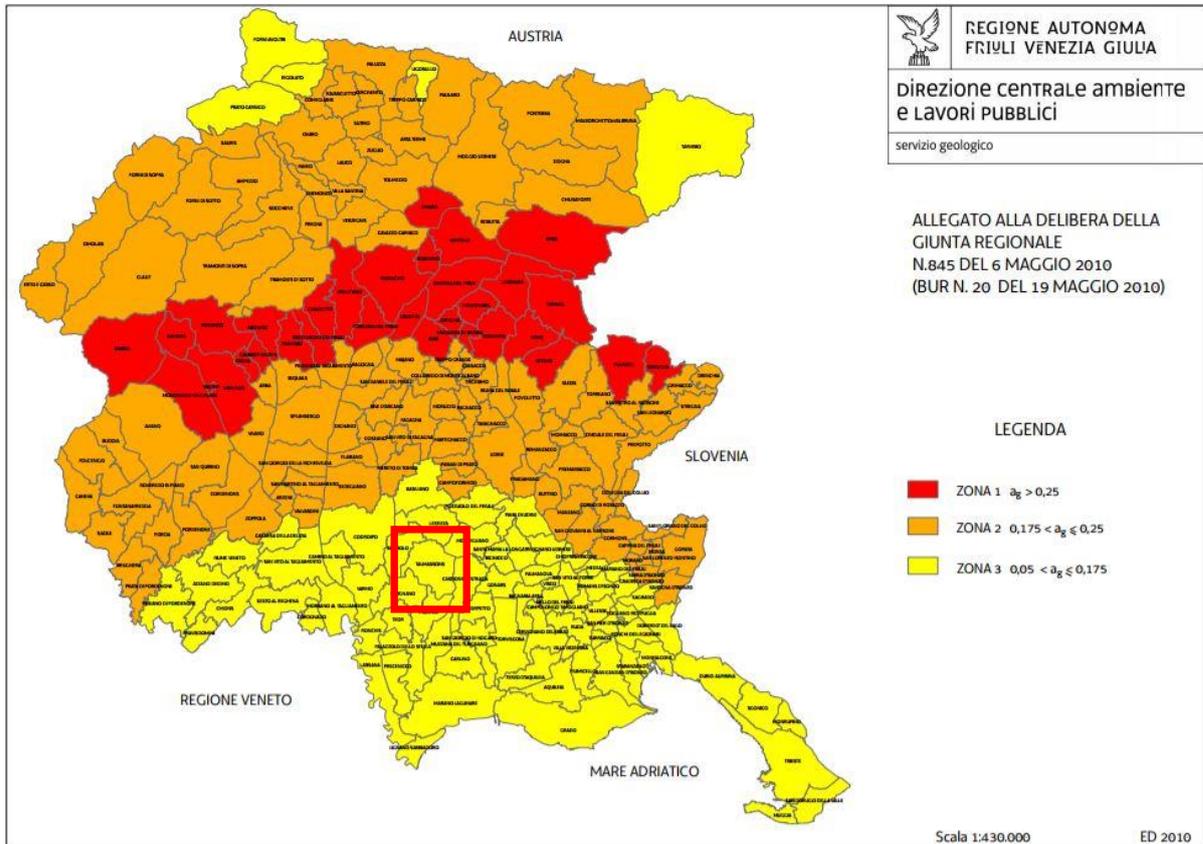


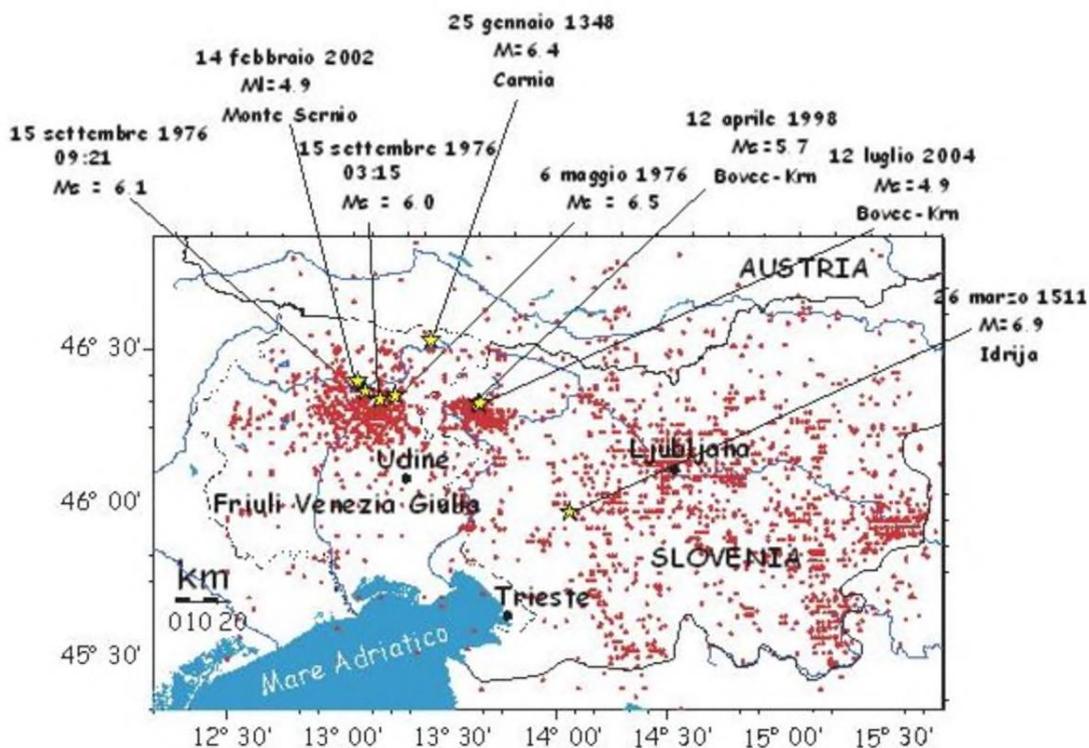
Fig. 6.0: Classificazione Sismica del territorio del Friuli Venezia Giulia - DGR 845/2010 . Talmassons ricade in "ZONA 3 - Bassa Sismicit "



## 2.2 SISMICITA STORICA

La sismicità storica che interessa l'area è riferita ai risentimenti di terremoti con epicentro localizzato nella fascia prealpina o in quella montana, italiana, austriaca e slovena.

Essi sono: il terremoto del 25 gennaio 1348 ( $I_{max}$  IX), con epicentro non definito (probabilmente in Carinzia o in Carnia), che causò gravi danni nella zona di Udine; il terremoto del 1511 ( $I_{max}$  X) con epicentro probabile in Slovenia occidentale; il terremoto del 6 maggio 1976 ( $I_{max}$  = X) e le sue repliche di settembre (epicentri nel gemonese), che causò quasi 1000 vittime e danni gravissimi in un'area molto vasta. Qui di seguito (Fig.7.0) si riporta una mappa relativa agli epicentri di terremoti che si sono verificati in epoca storica in FVG e Slovenia.



*Sismicità relativa al periodo 567-2004 (NE Italia: catalogo da [www.inogs.it](http://www.inogs.it). Slovenia: catalogo dall'ARSO.)*

Fig.7.0: [http://www.protezionecivile.fvg.it/ProtCiv/default.aspx/218-rischio\\_sismico.htm](http://www.protezionecivile.fvg.it/ProtCiv/default.aspx/218-rischio_sismico.htm) - Sismicità del periodo 567-2004



## 2.3 STORIA SISMICA DI TALMASSONS

Per la storia sismica locale si è consultato Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15), che fornisce i dati disponibili per una data località quando per essa esistano almeno 3 segnalazioni di risentimenti sismici.

Il catalogo include i terremoti con intensità massima o epicentrale maggiore di 5, insieme a quelli con magnitudo strumentale equivalente a Mw 5.0 o superiore, nella finestra temporale 1000-2014.

La consultazione ha restituito 6 eventi per i quali si hanno dati di intensità, a partire dal sisma avvenuto in Carnia nel 1928 (Fig. 8.0); il terremoto che ha prodotto la maggiore intensità è quello del Friuli del 1976 (VI).

### Talmassons



PlaceID	IT_31659
Coordinate (lat, lon)	45.929, 13.118
Comune (ISTAT 2015)	Talmassons
Provincia	Udine
Regione	Friuli-Venezia Giulia
Numero di eventi riportati	6

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	1928	03	27	08	32		Carnia	359	9	6.02
6	1976	05	06	20			Friuli	770	9-10	6.45
NF	1988	02	01	14	21	3	Friuli	273	6	4.62
3	1990	11	11	22	16	2	Slovenia occidentale	101	5-6	4.59
3-4	1991	10	05	05	14	5	Prealpi Giulie	186	5-6	4.51
4	2004	07	12	13	04	0	Slovenia nord-occidentale	353		5.12

Legenda:

Int = Intensità al sito (NF = Not Felt)

Ax = Denominazione dell'area con maggiori effetti

NMDP = Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto

Io = Intensità epicentrale [MCS]

Mw = Magnitudo da momento

Fig. 8.0: Storia sismica di Talmassons (da Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani - Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>)



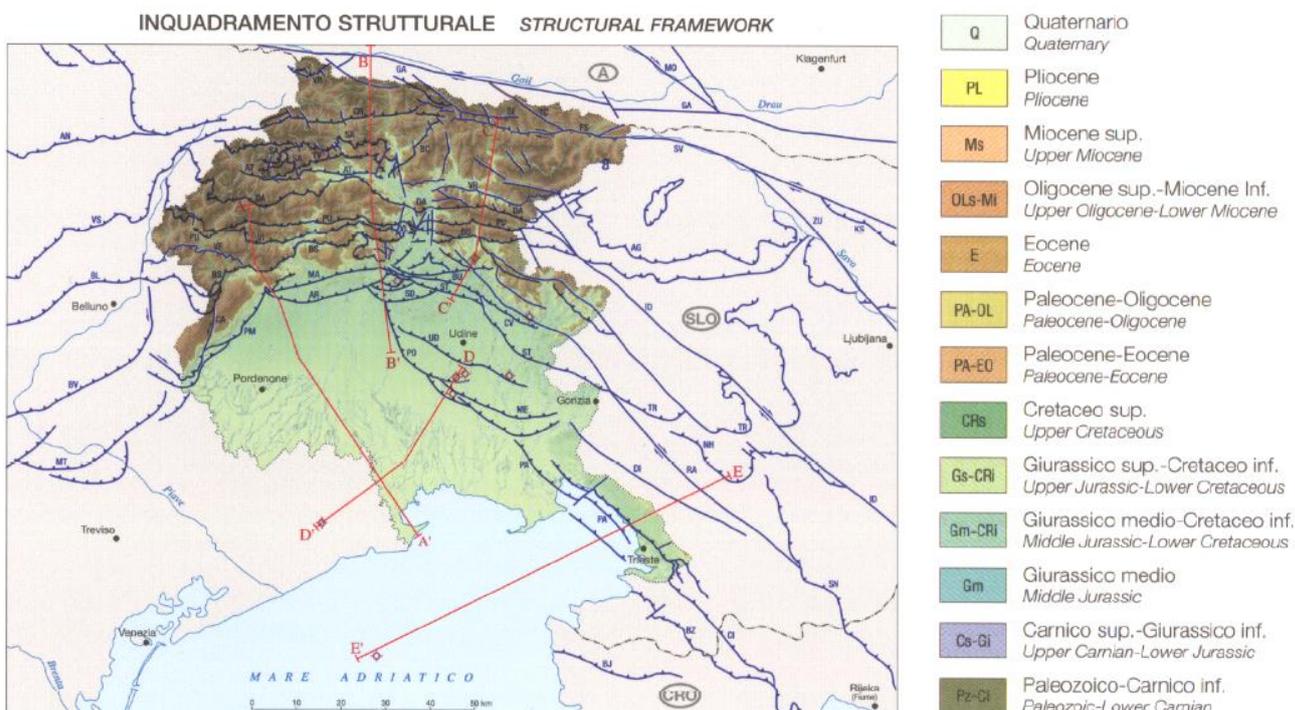
## 2.4 INQUADRAMENTO STRUTTURALE DELL'AREA

L'area è caratterizzata da una tettonica estensionale mesozoica e da una tettonica compressionale recente.

La sismicità del settore alpino orientale è collegata, come noto, al movimento relativo tra la microplacca adriatica (Adria) e la placca euroasiatica, che ha generato un sistema di pieghe, faglie inverse e sovrascorrimenti, con forte raccorciamento e ispessimento crostale nell'area friulana.

Lo scontro tra le due placche è rilevabile dai dati geodetici forniti dai satelliti (dati GPS), che mostrano i vettori di movimento dei capisaldi posti nelle due placche e misurano un raccorciamento regionale di circa 2 mm/anno.

La Pianura Friulana fa parte del fronte pliocenico-quadernario della Catena Sudalpina Orientale (CSO) e del relativo avampaese. La CSO, nel suo insieme, rappresenta un sistema a pieghe e sovrascorrimenti sudvergenti in evoluzione dal Miocene Medio; in particolare l'area friulana centrale è caratterizzata dalla presenza di sovrascorrimenti ciechi che hanno deformato i terreni quaternari, originando le anomalie morfologiche dell'Alta Pianura (Galadini et al., 2005). Nonostante le intense fasi tettoniche che hanno interessato dal Messiniano Sup. al Pleistocene Inf. il margine sud-alpino e quello dinarico, non sono riconoscibili invece significative flessurazioni indotte sull'avampaese che permane essenzialmente indisturbato (Fig.9.0).



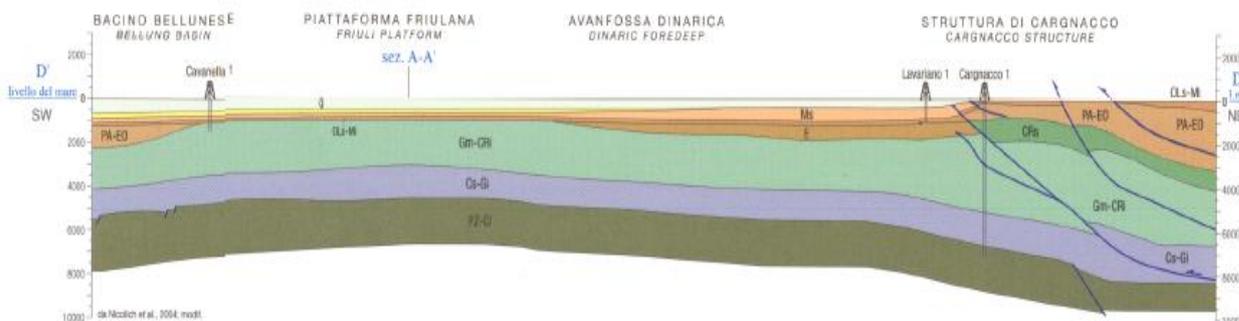


Fig. 9.0: Estratto dalla Carta Geologica del FVG (a cura di Carulli G.B. – Università degli Studi di Trieste, 2006) – Inquadramento strutturale dell'area friulana con evidenziata la Sezione D-D' la cui traccia attraversa il territorio in prossimità del Comune di Talmassons.

## 2.5 ZONAZIONE SISMOGENETICA

Sulla base della zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), l'ambito comunale di Talmassons si trova a Sud della zona sismogenetica 905 e ad Ovest della zona sismogenetica 904 (Fig. 10.0). La zona 905 comprende tutta la fascia prealpina veneto–friulana dalla faglia Schio–Vicenza fino al confine italo–sloveno ed è caratterizzata da strutture a pieghe sud-vergenti del Sudalpino orientale e faglie inverse associate (Zanferrari et al., 1982; Slejko et al., 1989; Valsenise e Pantosti, 2001; Peruzza et al., 2002; Galadini et al., 2002) e, nelle aree ad est del confine friulano, da faglie trascorrenti destre con direzione NW – SE (trend dinarico) (es. Bernardis et al., 2000; Bajc et al., 2001; Vrabc, 2001).

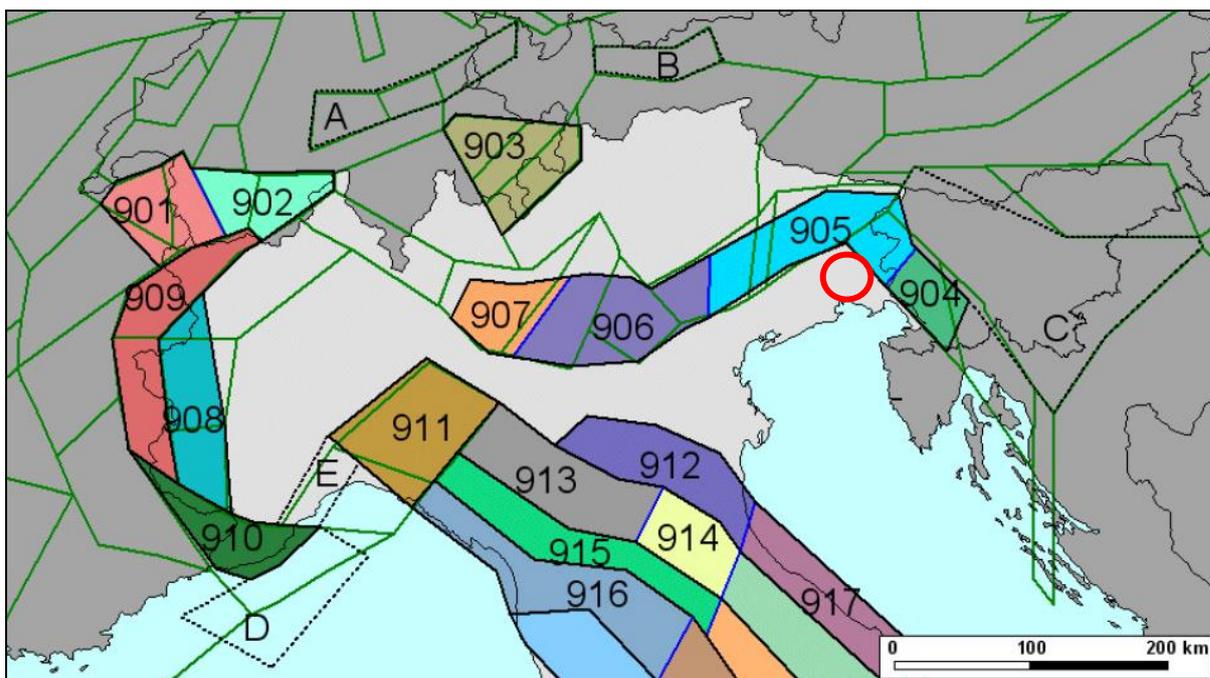


Fig. 10.0: Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004). Il cerchio rosso indica la zona in oggetto.



In generale la zona 905 si caratterizza per una sismicità di grado superiore sia per frequenza che per magnitudo degli eventi rispetto alle aree limitrofe del Sudalpino a causa del movimento della placca Adriatica verso NW contro la zolla Europea sotto l'effetto della spinta della zolla Africana. Il movimento tuttora in atto ha provocato un sensibile raccorciamento e ispessimento crostale, in particolare nell'area friulana, con formazione di faglie subverticali e sovrascorrimenti a basso angolo con piani immergenti generalmente a Nord e con direzione E–W.

La zona 904 è distinta dalla vicina 905 per le differenti caratteristiche della sismicità, in quanto la zona 904 presenta meccanismo di fagliazione prevalente di tipo trascorrente.

All'interno delle zone 904-905, il DISS (Database of Individual Seismogenic Sources, 2004) evidenzia la presenza di numerose potenziali sorgenti sismogeniche in grado di generare terremoti con Magnitudo superiore a 5.5 (Fig.11.0).



Fig. 11.0: Quadro regionale delle sorgenti sismogenetiche, individuali e composite (modificata da: INGV, DISS – Database of individual seismogenic sources); in verde il territorio comunale.



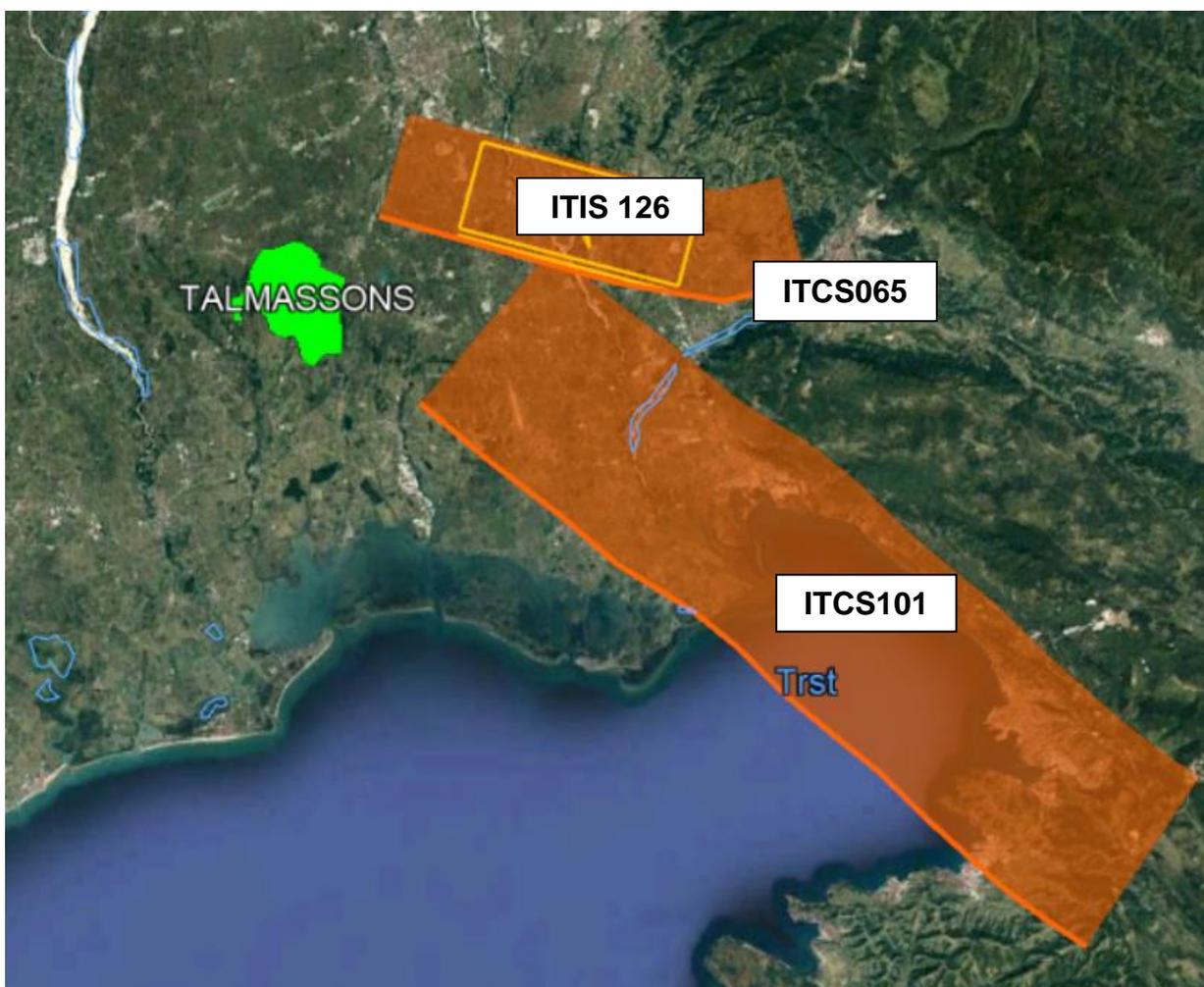
Le sorgenti sismogeniche si suddividono in individuali e composite.

Le sorgenti individuali (ITIS) sono rappresentazioni tridimensionali semplificate di un piano di faglia rettangolare, all'interno delle quali si assume un determinato comportamento in termini di magnitudo attesa.

Le sorgenti composite (ITCS) sono rappresentazioni tridimensionali semplificate di una faglia crostale contenente un numero imprecisato di sorgenti sismogeniche non identificabili, che non sono associate ad uno specifico tipo di terremoti.

Le sorgenti che interessano l'area di studio sono (Fig. 12.0):

- sorgente sismogenica individuale ITIS126: Medea;
- sorgente sismogenica composta ITCS065: Medea;
- sorgente sismogenica composta ITCS101: Southern Trieste Gulf;



*Fig. 12.0: Particolare relativo alle sorgenti sismogenetiche individuali e composite prossime all'area di studio (modificata da: INGV, DISS – Database of individual seismogenic sources); in verde il territorio comunale.*



Le informazioni parametriche riguardanti queste sorgenti sono riportate nelle tabelle sottostanti.

DISS-ID	ITIS126
Name	Medea
Length [km]	16
Width [km]	9
Min Depth [km]	0,5
Max depth [km]	6,9
Strike [deg]	285
Dip [deg]	45
Rake [deg]	120
Slip per event [m]	1
Slip Rate [mm/y] min...max	0,1...0,28
Recurrence [y] min...max	3571...10000
Max Magnitude (Mw)	6,4

DISS-ID	ITCS065	ITCS101
Name	Medea	Southern Trieste Gulf
Min Depth [km]	0,5	1,5
Max depth [km]	8	12
Strike [deg] min...max	255...300	320...350
Dip [deg] min...max	40...50	30...45
Rake [deg]	110...130	100...120
Slip Rate [mm/y] min...max	0,1...0,3	0,1...0,3
Max Magnitude (Mw)	6,4	6,5

## 2.6 FAGLIE CAPACI

La stima della pericolosità legata ai terremoti ed alla fagliazione superficiale è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza la conoscenza approfondita e la corretta collocazione delle faglie capaci assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia (Fig. 13.0), 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. Il catalogo ITHACA fornisce una prima indicazione sull'eventuale presenza di faglie attive e capaci in un determinato territorio, ma non può essere utilizzato per la loro caratterizzazione di dettaglio. Il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate (rilevabile dal campo "study quality") e della scala alla quale è stato pubblicato il dato, indicata nel campo "mapping scale", presente nella scheda descrittiva associata ad ogni faglia.



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel./Fax 0432/282782

**MICROZONAZIONE SISMICA**

**Comune di Talmassons**

doc. MS\_01

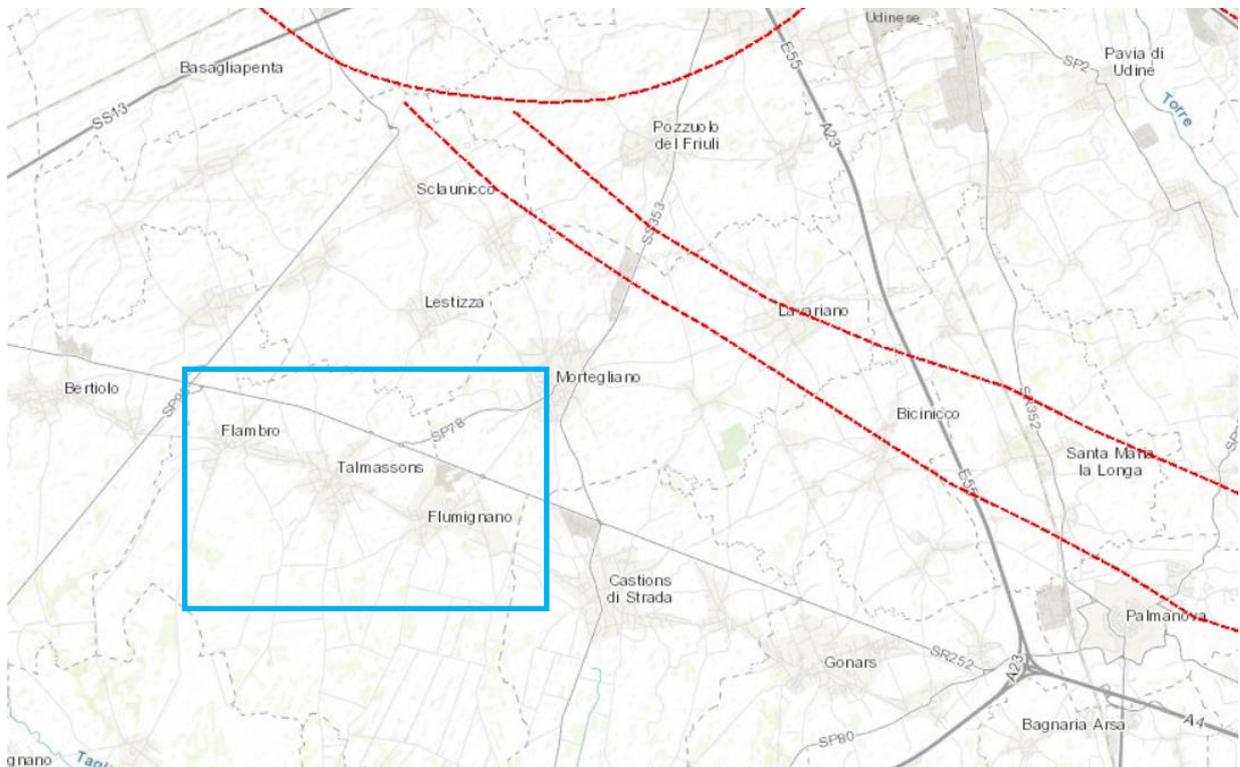
Rev.0-

Pagina 18 di 44



*Fig.13.0: Faglie potenzialmente capaci all'interno del territorio nazionale (immagini tratte da Portale Servizio Geologico d'Italia – ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Progetto ITHACA).*

All'interno del Comune di Talmassons non sono state individuate faglie potenzialmente attive e capaci (Fig. 14.0).



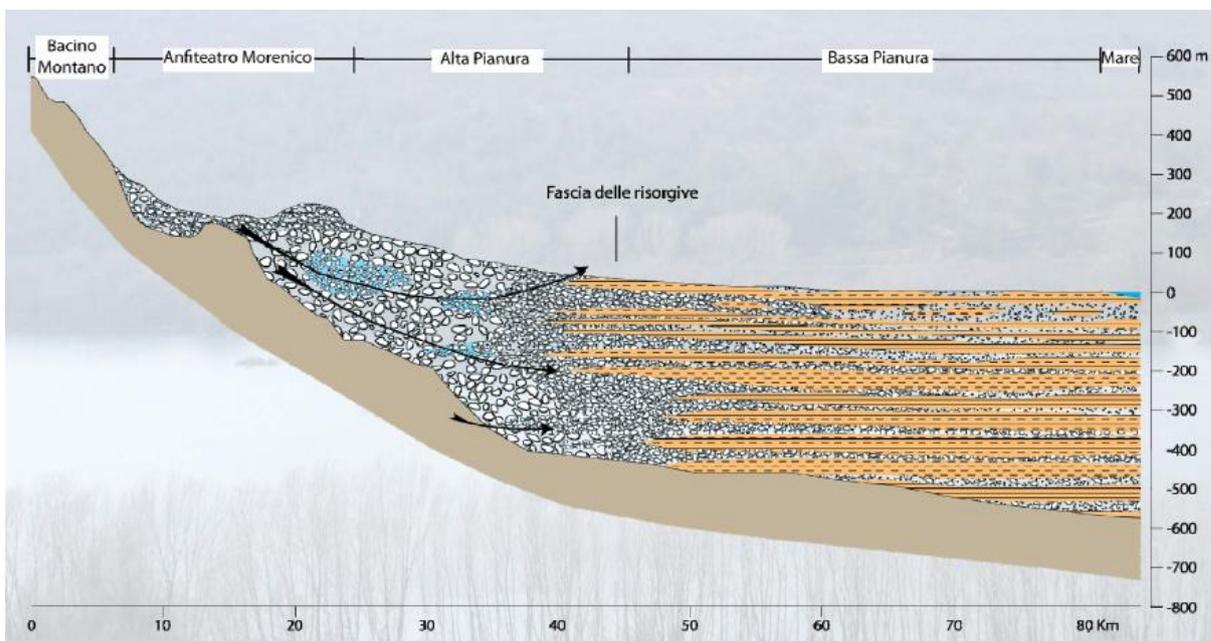
*Fig.14.0: Faglie capaci nella Bassa Friulana (immagini tratte da Portale Servizio Geologico d'Italia – ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Progetto ITHACA). Nel riquadro azzurro l'area di Talmassons.*



### 3 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA – MODELLO DEL SOTTOSUOLO

#### 3.1 LINEAMENTI GEOLOGICI

Il territorio comunale risulta compreso tra il limite superiore ed inferiore della fascia delle risorgive; questa fascia di transizione tra l'alta e la bassa pianura friulana è caratterizzata dall'intersezione tra la superficie topografica e il livello superiore della falda freatica; l'intersezione determina la venuta a giorno di parte delle acque che saturano le alluvioni grossolane, mentre le restanti vanno ad alimentare le falde artesiane della bassa pianura (Fig.15.0).



*Fig.15.0: Sezione idrogeologica schematica dell'Alta e Bassa Pianura Friulana (in celeste i depositi ghiaiosi e sabbiosi permeabili in cui risiedono la falda freatica e i sistemi di acquiferi artesiani, in arancione i depositi limoso-argillosi impermeabili, in beige il basamento prequaternario; le frecce indicano le direzioni preferenziali di deflusso). Figura tratta da: Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità e utilizzo – I sistemi di acquiferi del Friuli Venezia Giulia (Calligaris, 2011) – Università degli Studi di Trieste*

Sotto l'aspetto geomorfologico, il territorio comunale fa parte del conoide del torrente Cormor, formatosi in seguito all'accumulo del materiale clastico trasportato durante le fasi di massima espansione glaciale; nella porzione meridionale, lungo le tracce dei paleoalvei dei vecchi scaricatori glaciali si è sviluppata una fitta rete di fiumi di risorgiva. In Fig. 16.0 è riportato il DEM del terreno con le quote rappresentate dai diversi colori.

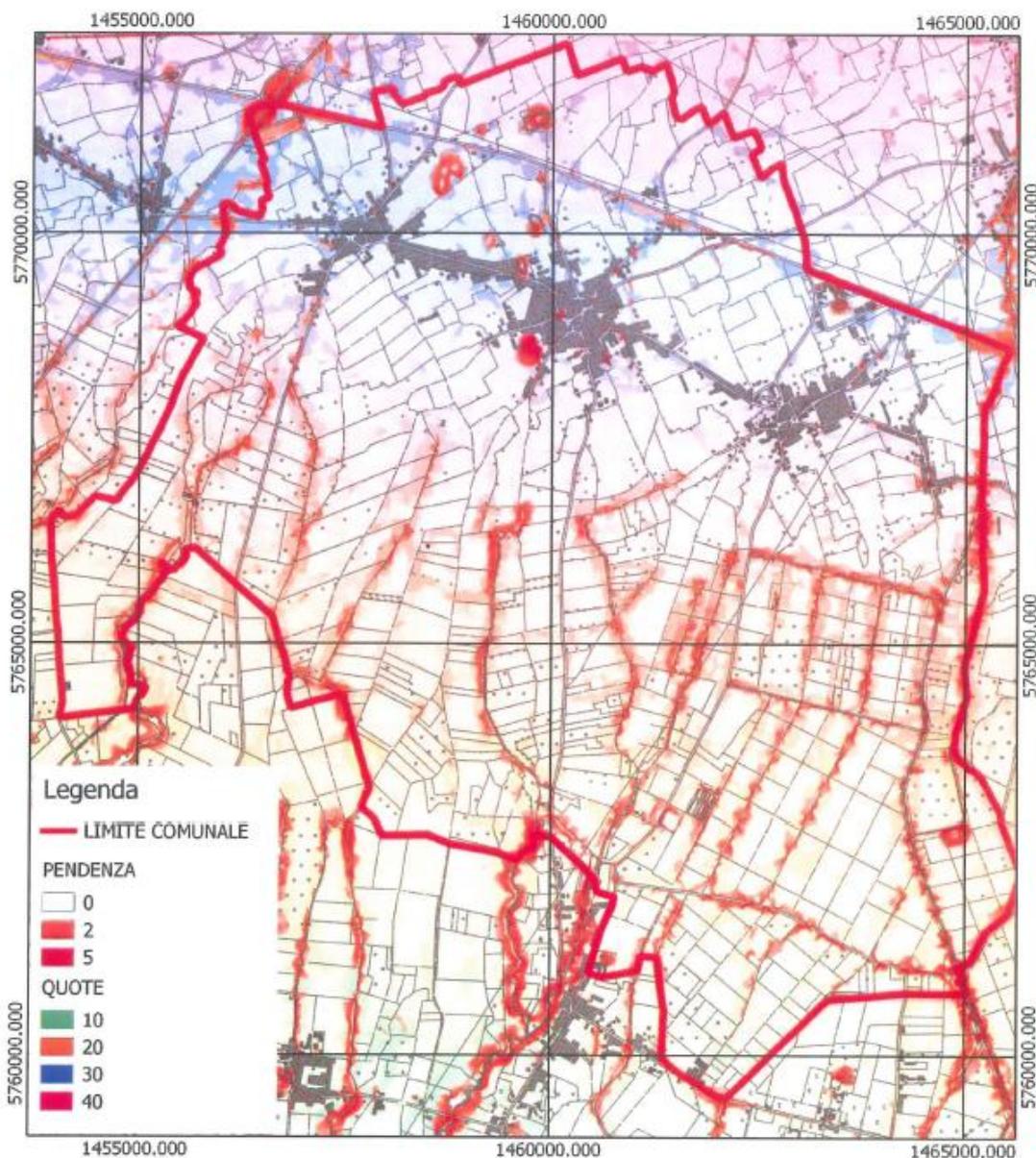


Fig. 16.0: Estratto Relazione geologica per la variante urbanistica n°28 del PRGC (Studio Geomas, 2014)

Per quanto riguarda le caratteristiche litologiche dei terreni superficiali, si evidenzia che nella parte settentrionale del territorio, quella interessata dai centri urbani (in questa porzione di territorio rientra la totalità dell'area MS), sono prevalenti le ghiaie sabbiose con subordinata matrice fine limoso-argillosa; localmente, ai depositi ghiaiosi, si intercalano lenti e livelli a tessitura prevalentemente limoso-argillosa. Nella parte meridionale, al di sotto della fascia delle risorgive, i terreni sono per lo più limoso-argillosi con sabbie. In corrispondenza degli antichi paleoalvei i terreni sono prevalentemente ghiaiosi con limo e argilla in proporzioni variabili. In profondità sono presenti fenomeni di cementazione delle ghiaie (conglomerati).

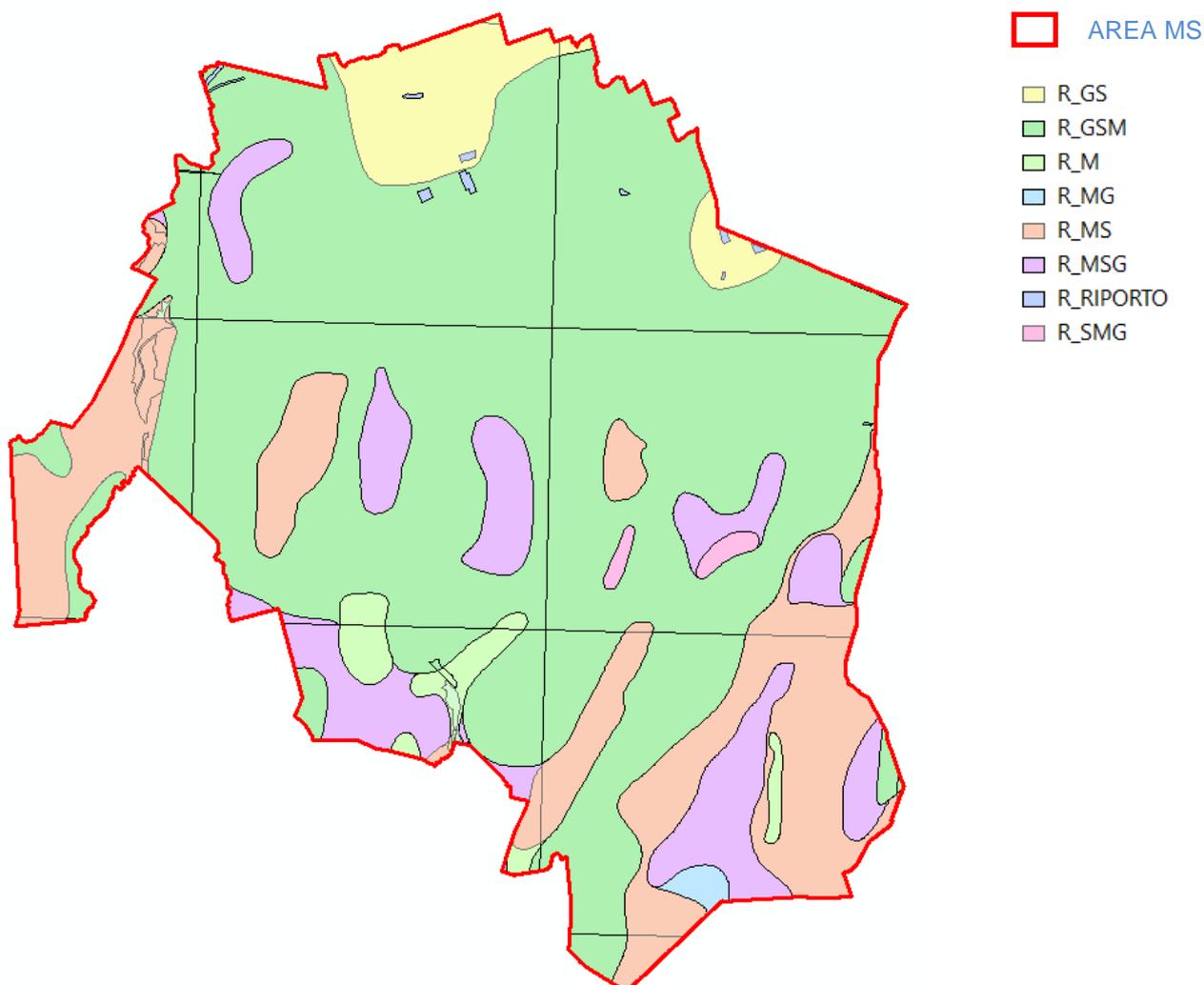


Fig. 17.0: Cartografia CGT Regione FVG

Per quanto riguarda il substrato, nella porzione SW della Regione (maggior parte del territorio comunale), la base del Quaternario corrisponde al tetto delle sabbie e argille plioceniche. Il riflettore sismico che lo indica è debole o discontinuo, mal differenziato nella risposta dai soprastanti depositi quaternari. Esso è stato verificato sulla base dei dati stratigrafici rivisitati del Pozzo Cesarolo 1 e dai riscontri indiretti sui pozzi per la ricerca d'acqua. Nella porzione NE della Regione (settore NE del territorio comunale), le litofacies di base del Quaternario sono di difficile separazione da quelle del tetto del Miocene quando ambedue sono conglomeratiche. Il tetto del Miocene corrisponde ad una marcata discordanza erosiva del Messiniano sulla quale poggiano i sedimenti dell'ingressione marina pliocenica (da *Note Illustrative – Carta del sottosuolo della Pianura Friulana, Nicolich et al., 2004*).

Nel territorio comunale, il basamento roccioso si trova a profondità comprese tra i 370-410 m dal p.c. circa (Fig. 18.0).

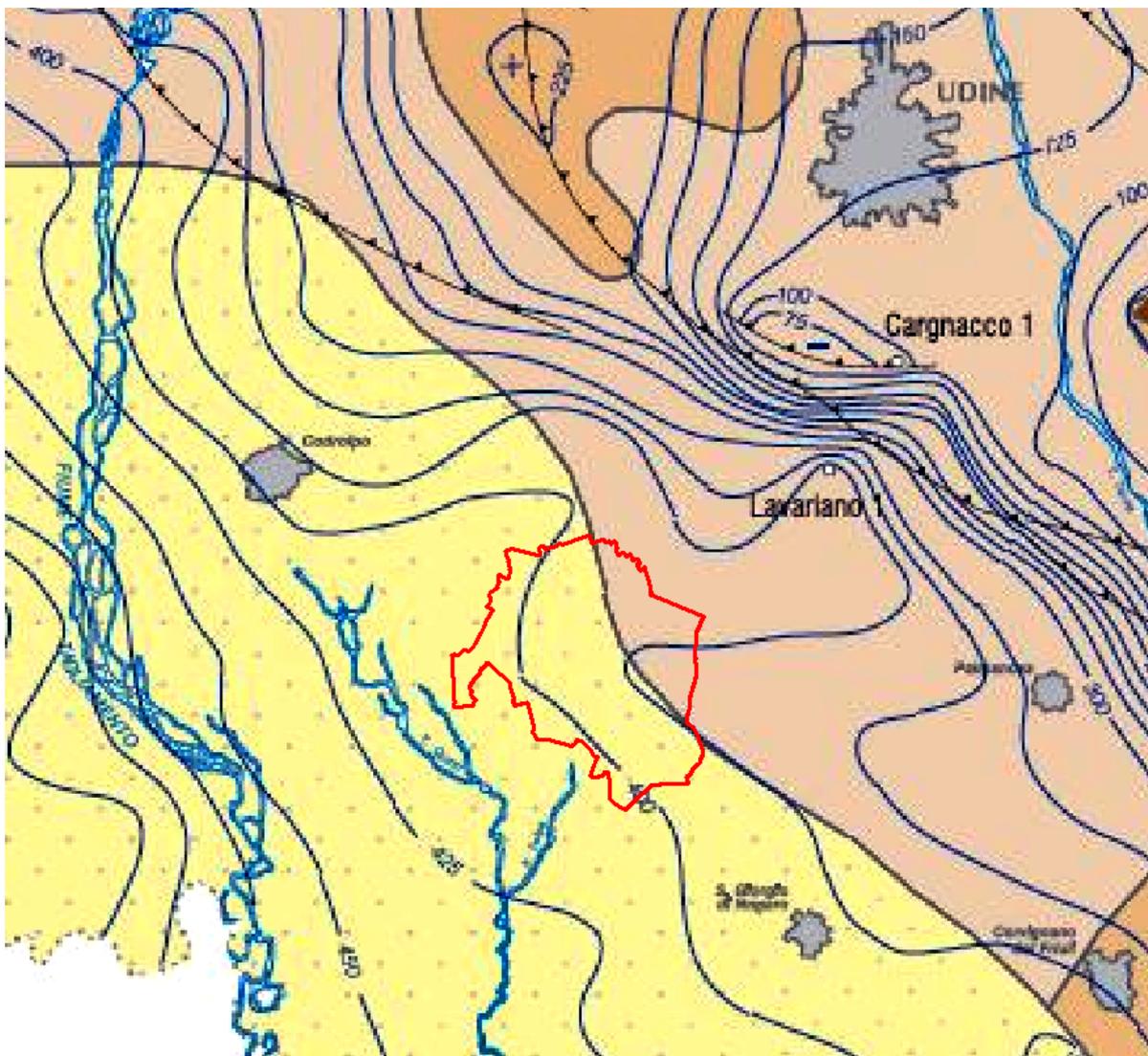


Fig. 18.0: Estratto (modificato) Carta Isopache del Quaternario (Carta del Sottosuolo della Pianura Friulana - Nicolich, Della Vedova, Giustiniani, 2004). In rosso il limite comunale di Talmassons.

### 3.2 IDROGRAFIA

I corsi d'acqua principali che interessano l'ambito comunale sono il torrente Cormor, che lambisce ad Est l'abitato di Sant'Andrat e la roggia di Martignacco che attraversa la parte orientale di Talmassons.

Il Torrente Cormor è un corso d'acqua a regime temporaneo con presenza d'acqua unicamente a seguito di consistenti precipitazioni meteoriche.

La roggia di Martignacco fa parte dei canali secondari del sistema irriguo gestito dal Consorzio Ledra-Tagliamento.



Nella porzione meridionale, i riordini fondiari e le bonifiche hanno comportato l'incanalamento delle acque di risorgiva nelle numerose rogge che solcano il territorio.

Per l'allagabilità si è tenuto conto del "Progetto di Piano Stralcio per L'assetto Idrogeologico dei Bacini Regionali (PAIR)", specificamente delle Tav 28, 29, 33, 34 (settembre 2016). La maggior parte del territorio comunale risulta allagabile; tutti i centri abitati (ad esclusione di Flambro e della parte occidentale di Talmassons) sono interessati da una lama d'acqua che va da 0 a 0,5m, come indicato nella seguente planimetria (Fig. 19.0).

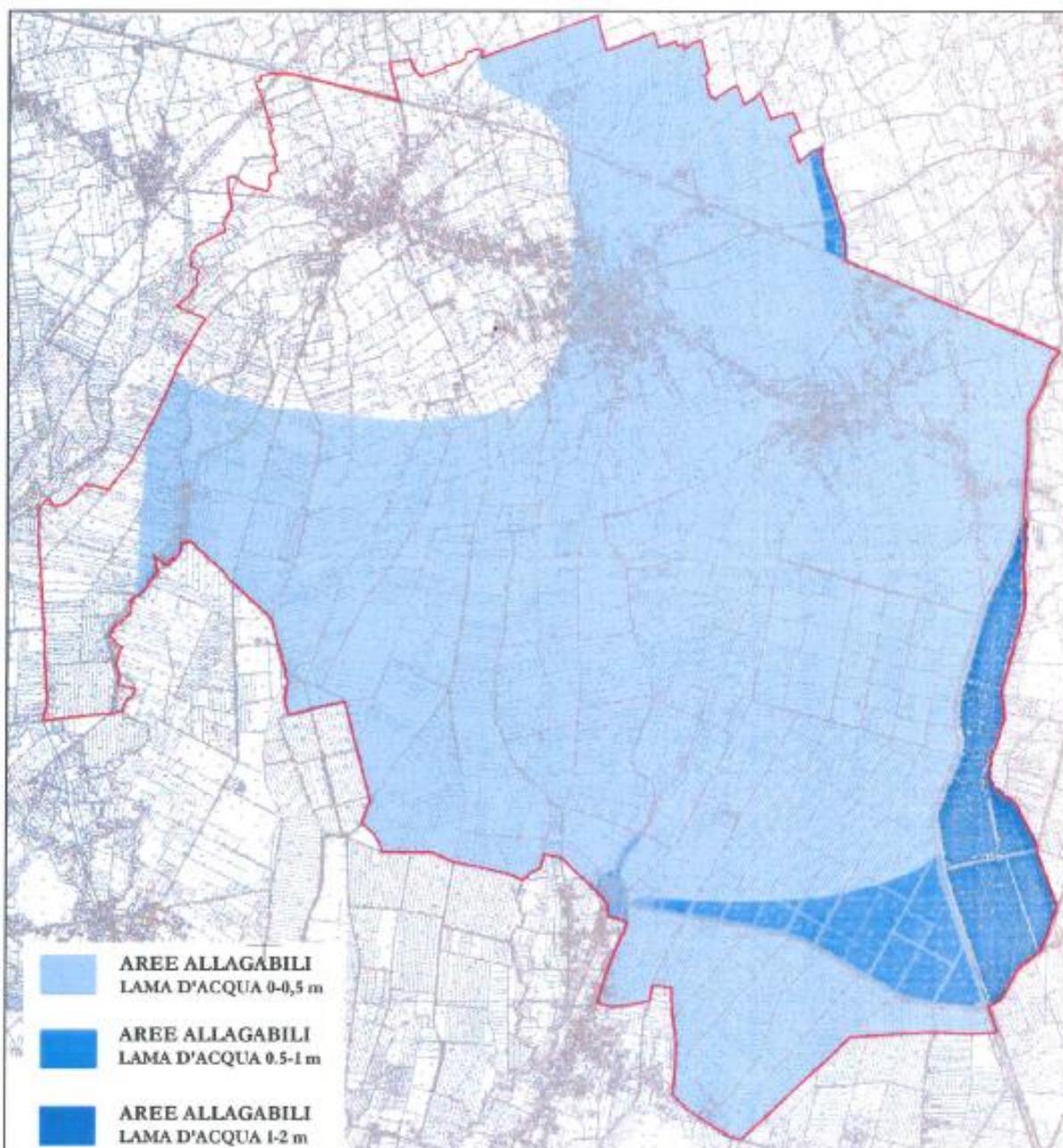


Fig. 19.0: zone esondabili per il comune di Talmassons



### 3.3 IDROGEOLOGIA

Il territorio comunale risulta compreso tra il limite superiore ed inferiore della fascia delle risorgive; lungo la direttrice NNE-SSW, in superficie, ai depositi alluvionali ghiaiosi e permeabili che caratterizzano l'acquifero freatico dell'Alta Pianura si sostituiscono i terreni più fini e poco permeabili della Bassa Pianura; questo passaggio determina la venuta a giorno di parte delle acque che saturano le alluvioni grossolane, mentre le restanti vanno ad alimentare le falde artesiane della Bassa Pianura.

La falda è dunque di tipo freatico nella porzione settentrionale del territorio comunale, mentre nella parte meridionale è di tipo artesiano.

In Fig. 20.0 viene indicato il livello di massimo impinguamento della falda (isofreatiche in metri sul l.m.m.); come si può osservare, la direzione di propagazione delle acque di falda è NNW-SSE.

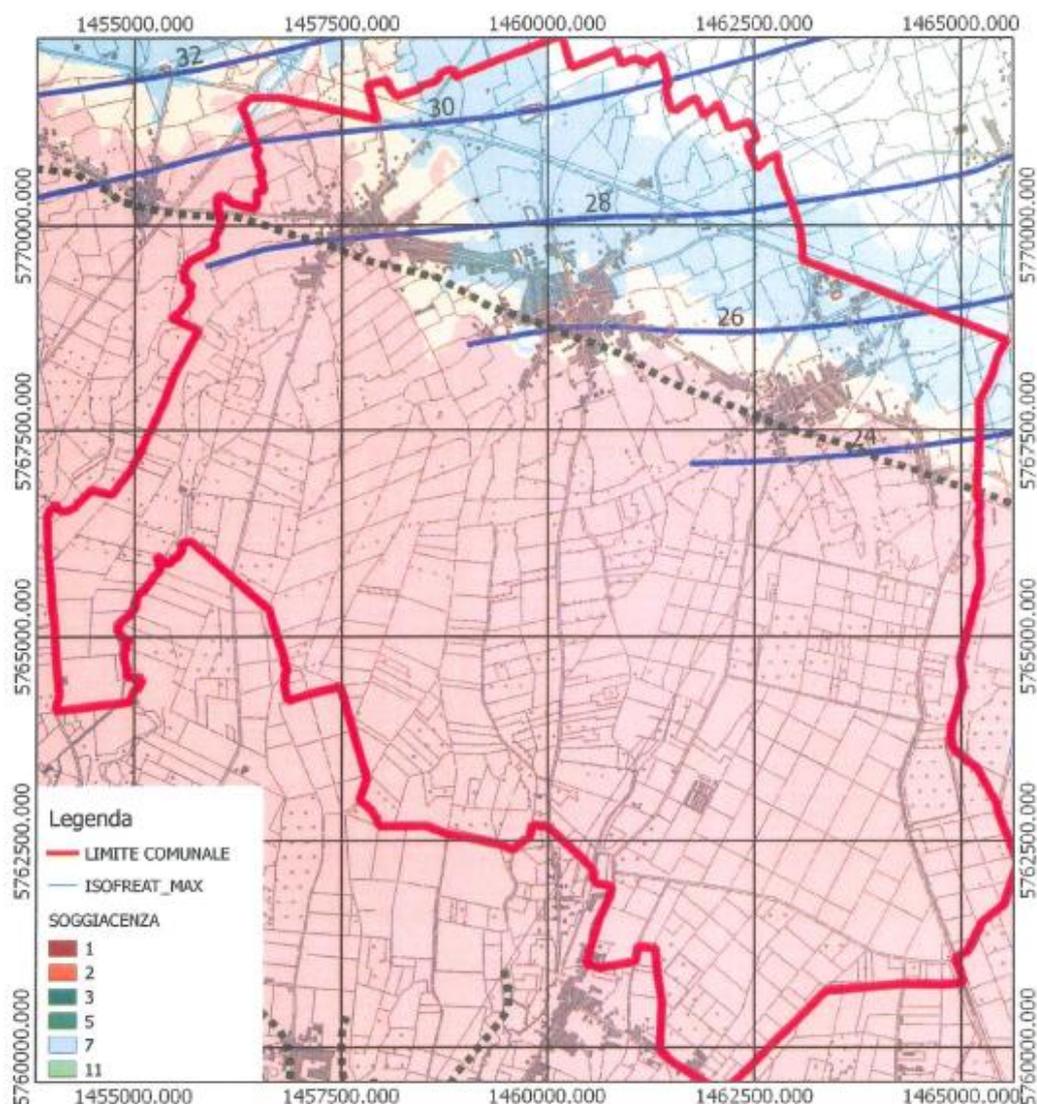


Fig. 20.0: Isofreatiche massime per il comune di Talmassons (Studio Geomas, 2014)



## **4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI**

### **4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI**

Allo scopo di ricavare informazioni sulla geologia di superficie e del sottosuolo, sono stati consultati i dati preesistenti relativi a indagini geognostiche effettuate in passato nel territorio comunale.

Il database fornito dalla Regione FVG contenente i dati del progetto Carta Geologico Tecnica (CGT) e le stratigrafie informatizzate della pubblicazione “Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Catasto regionale dei pozzi per acqua e delle perforazioni eseguite nelle alluvioni quaternarie e nei depositi sciolti del Friuli Venezia Giulia” ha offerto una prima mole consistente di dati; su di essi è stata fatta una scrematura che ha portato a non considerare nel presente lavoro le indagini che:

- non presentavano informazioni sulla loro ubicazione;
- erano ubicate molto al di fuori dell’Area MS;
- fornivano informazioni geologiche solo entro profondità di 1-2 metri dal piano topografico;
- risultavano di dubbia attendibilità;

Ulteriori fonti di consultazione per la ricerca di indagini geognostiche pregresse sono state la relazione geologica allegata al PRGC comunale, da alcune relazioni geologiche per lavori pubblici comunali e per privati, da alcuni lavori svolti dallo scrivente nel comune di Talmassons.

Le indagini geofisiche prese in considerazione sono solamente quelle svolte con strumentazione moderna (indagini HVSR svolte nell’ambito del presente studio).

Le indagini preesistenti selezionate e riportate nella Carta delle Indagini, sono le seguenti:

- n° 17 sondaggi meccanici a distruzione di nucleo;
- n° 1 prove penetrometriche dinamiche superpesanti;
- n° 4 prove penetrometriche dinamiche medie;
- n. 2 trincee o pozzetti esplorativi;
- n. 2 analisi di laboratorio;
- n° 7 indagini di microtremore sismico HVSR a stazione singola;



## **5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI**

### **5.1 METODO HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)**

La tecnica HVSR consiste nella misura passiva di rumore sismico ambientale (microtremori), ovvero di oscillazioni continue di piccola ampiezza originate dalla sovrapposizione di effetti generati sia da sorgenti naturali (perturbazioni meteorologiche a larga scala, vento, onde oceaniche,...) che da sorgenti antropiche (traffico, attività industriali,...).

Le linee guida della tecnica per l'ottimizzazione del rilievo sono state illustrate dal progetto SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitation); in particolare, nell'effettuare la misura, il protocollo sperimentale raccomanda di:

- verificare il buon accoppiamento tra il sensore e il terreno;
- verificare la sufficiente distanza da edifici, alberi, strutture in elevazione;
- verificare l'assenza di sorgenti dominanti di rumore o sorgenti ad elevata intensità in prossimità del sito di misura;

Le ipotesi alla base della tecnica sono:

- una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz);
- assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze;
- sorgenti di rumore uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione.

Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto



spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito (frequenza di risonanza).

Possono esistere anche picchi HVSR di natura antropica ma questi sono solitamente molto stretti e si presentano come picchi positivi, di diversa ampiezza, su tutte e tre le componenti (Verticale, Nord-Sud ed Est-Ovest) del moto mentre generalmente il picco HVSR di origine naturale è determinato da una depressione nello spettro di ampiezza della componente verticale.

### Criteri di ammissibilità

Dopo aver calcolato la curva HVSR media occorre eseguire le verifiche di attendibilità del risultato in termini di affidabilità e di chiarezza del picco massimo in frequenza.

Le condizioni di affidabilità della curva HVSR sono indicate nella tabella sottostante; i ricercatori del progetto SESAME suggeriscono di ritenere affidabile una curva HVSR che soddisfi tutti e 3 i criteri di affidabilità (criteria for a reliable H/V curve) e di ammettere come chiaro un picco che soddisfi almeno 5 su 6 dei criteri di chiarezza (criteria for a clear H/V peak).

<b>Criteria for a reliable HVSR curve</b>			
[All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.56 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1437.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 76 times	OK	
<b>Criteria for a clear HVSR peak</b>			
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.031 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.84 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00199  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00311 < 0.15625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3107 < 1.78$	OK	

Tabella 1.0: condizioni di affidabilità della curva H/V e di chiarezza del picco H/V suggerite dal progetto SESAME

Il significato dei criteri di ammissibilità dei risultati è riportato qui di seguito.

### Condizioni di affidabilità della curva HVSR:

- 1) in corrispondenza della frequenza del picco di interesse, vi siano almeno 10 cicli significativi in ogni finestra temporale individuata nel segnale registrato.
- 2) è necessario utilizzare un grande numero di finestre temporali e di cicli (almeno 200).



- 3) il livello di scattering, cioè di dispersione delle curve HVSR, ottenute nelle diverse finestre temporali deve essere moderato, altrimenti potrebbe essere sintomo di rumore ambientale fortemente non stazionario, che influenza la forma della curva HVSR in maniera non ripetibile.

Le condizioni 1) e 2) confermano che la durata del segnale registrato sia sufficientemente estesa, la condizione 3) assicura che la curva HVSR misurata sia di buona qualità e poco dispersa.

#### Condizioni di chiarezza del picco massimo:

Le condizioni 1) e 2) confermano che il picco sia sufficientemente isolato sia a sinistra (condizione 1)), sia a destra (condizione 2)) del picco. La condizione 3) assicura che il picco sia sufficientemente elevato e questo dipende dall'entità del contrasto di rigidità tra gli strati.

#### Condizioni sulla stabilità della curva HVSR:

- 4) il picco dovrebbe comparire alla stessa frequenza (entro il  $\pm 5\%$ ) nelle curve H/V
- 5) lo scarto quadratico medio  $\sigma$  deve essere inferiore ad un valore limite  $\varepsilon(f)$  dipendente dalla frequenza come riportato in tabella
- 6)  $\sigma A(f_0)$  deve essere inferiore ad un valore limite  $\theta(f)$  dipendente dalla frequenza come riportato in tabella.

In aggiunta alle condizioni sopra riportate occorre sempre verificare che:

- la frequenza di picco sia compatibile con la frequenza cut off del geofono.
- il picco individuato non sia di origine industriale o artificiale (riconoscibili nello spettro in ampiezza perché presentano un massimo su tutte e tre le componenti).

#### CENNI TEORICI SULLA TECNICA HVSR

La risonanza è un fenomeno fisico che interviene quando si verifica una variazione di impedenza acustica  $I$  tra due mezzi ( $I = \rho v$ , dove  $\rho$  è la densità del mezzo attraversato e  $v$  è la velocità di propagazione delle onde sismiche nello stesso). Nell'esempio semplificato di un sistema omogeneo e isotropo a due strati, quando all'interfaccia tra i due mezzi il rapporto delle impedenze supera il 25%, si genera un picco sulla curva del rapporto spettrale H/V in corrispondenza della frequenza di risonanza del sito ( $f_0$ ). Tale frequenza dipende dalla profondità dell'interfaccia che genera il contrasto di impedenza ( $H$ ) e dalla velocità media di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) nello strato superficiale secondo la formula :

$$f_0 = V_s / 4H$$

Da ciò ne consegue che, a parità di  $V_s$  dello strato più superficiale, maggiore è la frequenza del picco di risonanza del sito e minore è la profondità della discontinuità che lo genera all'interno del sottosuolo.



Viceversa, l'assenza di picchi di risonanza significativi sulla curva del rapporto spettrale H/V, indica sostanziale omogeneità all'interno del sottosuolo. Tale situazione si verifica o in siti su roccia o in siti in cui la velocità di propagazione delle onde di taglio aumenta gradualmente con la profondità, senza significative variazioni di impedenza all'interno dello stesso.

Tuttavia, se la velocità delle onde di taglio per lo strato superficiale non è nota, esistono infinite soluzioni tutte ugualmente valide; per ovviare a tale problema e fornire un profilo di velocità con la profondità, è necessario vincolare la curva H/V; per fare ciò occorre tarare le indagini HVSR, effettuando una misura in corrispondenza di un punto in cui è nota la profondità di un orizzonte da prove dirette (sondaggi o prove penetrometriche) e riconoscere il rispettivo marker sulla curva H/V. Solo in questo modo è possibile conoscere la Vs dello strato superficiale ed estendere in maniera areale le indagini effettuate.

Il grafico HVSR è generalmente un grafico frequenza–ampiezza del rapporto H/V. Ciascun picco nel grafico H/V corrisponde ad un livello stratigrafico che presenta un contrasto di impedenza rispetto al livello sottostante. Maggiore è il contrasto di impedenza, maggiore è l'ampiezza attesa del picco H/V sebbene la relazione tra le due variabili non sia lineare. È ovvio che il numero di picchi visibili in un grafico HVSR dipende dal contrasto, dalla distanza tra le due discontinuità e dalla funzione di lisciamento impiegata. Un contrasto basso tra due discontinuità vicine le renderà difficilmente individuabili singolarmente ed allo stesso tempo un lisciamento ampio, agendo da filtro passa basso, renderà coalescenti le discontinuità minori. Per le stesse ragioni l'aumento del lisciamento porta anche ad una diminuzione dell'ampiezza assoluta di ciascun picco.

## 5.2 INDAGINI ESEGUITE

Nell'ambito dello studio di microzonazione sismica di primo livello per il Comune di Talmassons sono state considerate nel complesso n°7 indagini sismiche effettuate mediante tecnica HVSR. Si propone qui di seguito una tabella riassuntiva con i risultati delle indagini (Tabella 2). L'analisi è stata condotta su un range di frequenze generalmente compreso nell'intervallo 0,1÷25Hz.

HVSR	Località	frequenza risonanza [Hz]	ampiezza	altri picchi [Hz]	ampiezza	altri picchi [Hz]	ampiezza	altri picchi [Hz]	ampiezza
1	SR252 Napoleonica	0,19	2,5	1	1,8				
2	Sant'Andrat - Via Cavour	0,23	2,7	1,14	1,9			24,86	3
3	Flumignano - Via Papa Giovanni XXIII	0,19	2,7	0,94	2,1			24,88	2,9
4	Talmassons - Via Cossio	0,2	2,6	1,1	2	9,24	2,2	20,18	2,5
5	Talmassons - Polo Scolastico	0,2	2,4	0,97	1,9			17,17	2,1
6	Flambro - Campo Sportivo Via Spinucci	0,2	2,1	0,96	2			15,43	2,1
7	Flambro - Via Piave	0,2	2,7	1,03	2,2	10,42	2,8		

Tabella 2.0: Indagini HVSR eseguite in Comune di Talmassons

L'acquisizione in campagna è stata effettuata mediante un sismografo triassiale denominato SR04HS Geobox della ditta Sara Srl ed il relativo software di acquisizione Seismolog-MT; per l'esecuzione corretta di queste misure sono state tenute in considerazione le indicazioni contenute nel Progetto SESAME (Site EffectS Assessment using Ambient Excitations, 2004).



La durata dell'acquisizione è stata di 40 minuti per ogni singola misura.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata mediante software GeoExplorer della ditta Sara Srl. Per un corretto confronto tra le varie misure si è utilizzato la medesima procedura di elaborazione che è consistita in:

- suddivisione del segnale temporale in finestre di 100s;
- tapering 30%;
- smoothing (triangolare proporzionale) 10%;

I risultati delle misure, riportati nei pdf allegati alla presente relazione, comprendono:

- Il “place information” con le indicazioni delle coordinate del sito nel sistema WGS84 e le principali condizioni metereologiche in cui sono state effettuate le misure;
- Il “photographic references” con la documentazione fotografica delle misure effettuate;
- Il “signal and windowing” con le tracce di registrazione relative alle tre componenti N-S, E-O e Verticale;
- La HVSR Analysis con riportate le curve HVSR e l'analisi della persistenza del segnale e della direzionalità;
- La Verifica dei criteri “SESAME” per i picchi H/V selezionati.

Dall'analisi dei risultati delle indagini HVSR effettuate si può osservare in prima approssimazione che:

- è presente un picco sulla curva H/V attorno alla frequenza di 0,2 Hz circa (valore minimo di 0,19Hz e massimo di 0,23Hz) in tutte le misure effettuate; tale picco, generalmente abbastanza ben definito, si ritiene sia dovuto al contrasto di impedenza presente a qualche centinaio di metri di profondità tra i depositi sciolti prevalentemente ghiaiosi e il basamento pre-quadernario (da bibliografia, tra i 370 e i 410m dal p.c.). Tale frequenza è stata considerata frequenza di risonanza per l'area in esame.
- è presente un altro massimo sulla curva H/V, attorno alla frequenza di 1 Hz circa (valore minimo di 0,94Hz e massimo di 1,14Hz) in tutte le misure effettuate; si ritiene che esso sia dovuto al contrasto di impedenza, non particolarmente elevato (ampiezza attorno al valore di 2) ma presente a profondità variabili (dell'ordine di un centinaio di metri) tra i depositi ghiaioso-sabbiosi superficiali e orizzonti, di potenza significativa, caratterizzati dalla presenza di ghiaia cementata e/o di conglomerato maggiormente addensati, così come evidenziato dalle stratigrafie dei sondaggi profondi.
- sono presenti altri picchi a frequenze superiori, legati presumibilmente a locali orizzonti conglomeratici presenti a qualche metro di profondità (HVSR 4 e HVSR 7 - frequenze dei picchi attorno ai 9-10 Hz), o a spessori localmente maggiori di materiali limoso-sabbioso-argillosi poco addensati in superficie e presenti al di sopra delle ghiaie (HVSR 2, 3, 4, 5, 6 – frequenze dei picchi tra 15 e 25 Hz circa).



## 6 INTERPRETAZIONE ED INCERTEZZE

L'interpretazione litologica del territorio indagato si è basata principalmente sulle indagini geognostiche pregresse e le indagini HVSR di nuova acquisizione.

Le incertezze che tuttora permangono nella definizione del modello di sottosuolo per l'area in esame a seguito dello studio effettuato si riconducono principalmente a due aspetti:

- profondità dei contrasti di impedenza;
- distribuzione spaziale e proprietà fisiche dei terreni;

Per quanto riguarda il primo aspetto, le misure di microtremore ambientale hanno permesso di definire, in tutto il territorio indagato, fondamentalmente due contrasti di impedenza sismica all'interno del sottosuolo: uno più superficiale, attorno ai 100m dal piano campagna, è stato imputato al minore addensamento dei terreni ghiaioso-sabbiosi, presenti in superficie, rispetto agli orizzonti di ghiaie cementate e/o conglomerato in profondità; l'altro, a qualche centinaio di metri dal piano campagna, si ritiene dovuto alla presenza del substrato profondo.

Nel primo caso, la profondità è stata stimata sulla base della stratigrafia del sondaggio 030114P1SD1 e dell'indagine sismica 030114P10HVSR12, ubicati nel medesimo punto. Allo strato di ghiaia cementata presente alla profondità di 100m dal p.c. (Fig. 22.0) è stato associato il massimo presente sulla curva H/V alla frequenza di circa 1 Hz (Fig. 21.0).

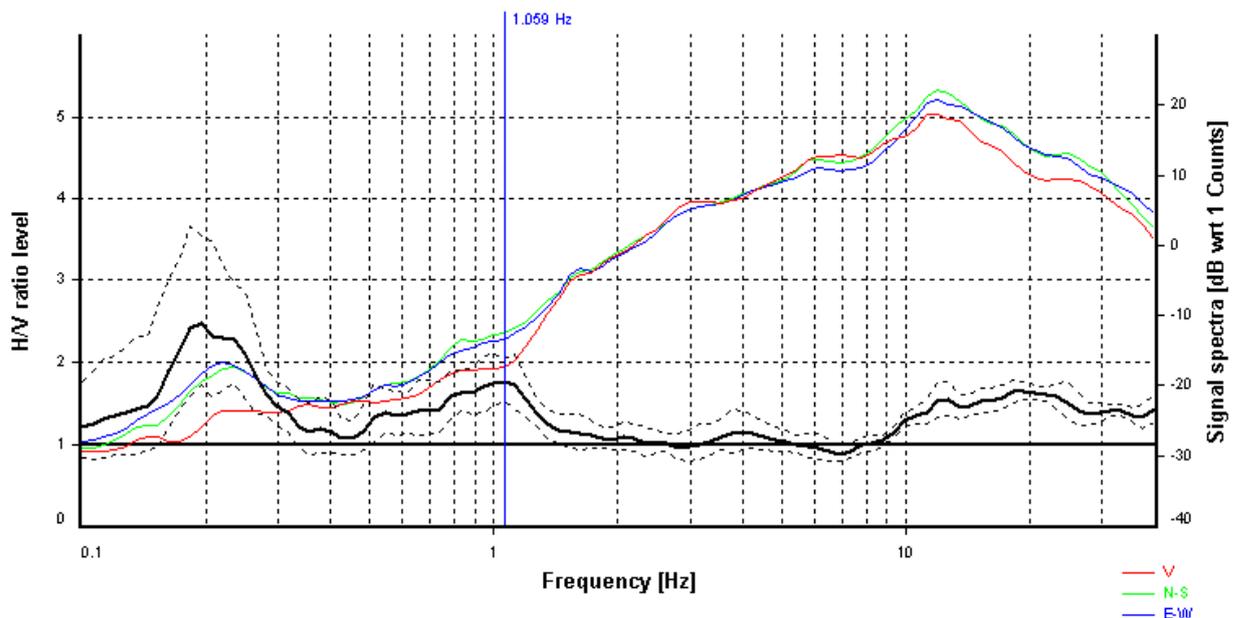


Fig. 21.0: Curva H/V relativa all'indagine 030114P10HVSR12

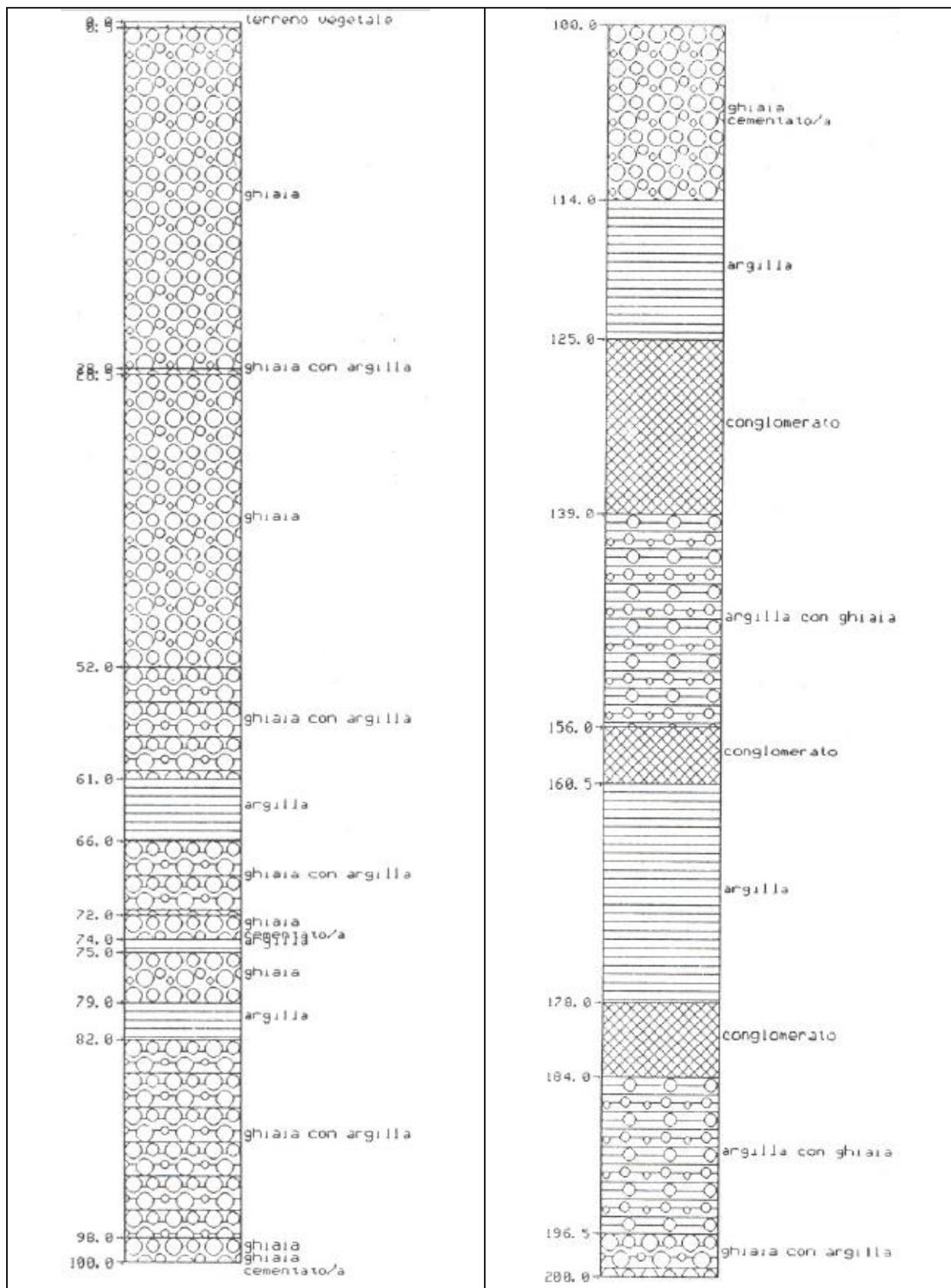


Fig. 22.0: Stratigrafia relativa all'indagine 030114P1SD1



Dato che la frequenza dipende dalla profondità dell'interfaccia che genera il contrasto di impedenza (H) e dalla velocità media di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) nello strato superficiale secondo la formula:

$$f_0 = V_s / 4H$$

sostituendo a  $f_0$  il valore di 1 e a H il valore di 100, si evince una stima della  $V_s$  nei primi 100m di 400m/s. Tale stima andrà sicuramente validata nelle successive fasi della Microzonazione Sismica (Secondo e Terzo Livello), attraverso una campagna di indagini integrate geognostiche e geofisiche.

La sostanziale congruenza di tutte le indagini HVSR effettuate, relativamente alle frequenze più basse, ha permesso di considerare dal punto di vista sismico tutta l'area MS come un unico areale sostanzialmente omogeneo, da cui l'unica Zona MOPS cartografata; permangono ancora incertezze riguardo all'interpretazione dei contrasti superficiali (frequenze superiori a 9 Hz), relativamente alla loro natura e alla loro estensione spaziale. Nelle successive fasi della Microzonazione Sismica (Secondo e Terzo Livello) sarà opportuno approfondire tali aspetti con indagini geognostiche e geofisiche mirate, al fine di ottenere una valutazione più accurata delle litologie e delle geometrie più superficiali.

Per quanto riguarda le profondità del substrato, sono stati riportati nelle sezioni geologico-tecniche i valori presenti nella Carta delle Isopache del Quaternario (Carta del Sottosuolo della Pianura Friulana – Nicolich, Della Vedova, Giustiniani, 2004); tuttavia non sono presenti in bibliografia sondaggi o pozzi che hanno raggiunto il substrato, a conferma delle profondità indicate.

Lungo le tracce delle sezioni sono presenti numerosi sondaggi geognostici profondi che hanno consentito di effettuare una correlazione di massima tra i diversi orizzonti (essenzialmente un'alternanza di depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e di livelli più marcatamente limoso-argillosi); tuttavia la continuità degli orizzonti così come illustrata è puramente indicativa e non si esclude una distribuzione spaziale più complessa degli stessi.

## **7 ELABORATI CARTOGRAFICI**

Le carte realizzate per questo studio sono archiviate, in formato .pdf, nella cartella Plot/MS, in conformità ai già citati Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica – Versione 3.0, Roma Ottobre 2013 - Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 OPCM 3907/2010).

Tutti gli elaborati cartografici hanno come base cartografica la Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRN), in formato dxf e GeoTIFF convertita dal Nuovo Sistema Geodetico Nazionale ETRS89-TM33n in WGS\_1984\_UTM\_Zone\_33N.

Le carte sono rappresentate in scala 1:10.000 ed in formato A1.



## 7.1 CARTA DELLE INDAGINI

Nella Carta sono state cartografate le seguenti indagini:

- n° 17 sondaggi meccanici a distruzione di nucleo;
- n° 1 prove penetrometriche dinamiche superpesanti;
- n° 4 prove penetrometriche dinamiche medie;
- n. 2 trincee o pozzetti esplorativi;
- n. 2 analisi di laboratorio;
- n° 7 indagini di microtremore sismico HVSR a stazione singola;

Sono stati inseriti anche dati riguardanti siti ubicati qualche centinaio di metri esternamente all'Area MS.

Non sono stati reperiti dati significativi riguardo ad indagini lineari.

Le indagini penetrometriche, data la natura essenzialmente ghiaiosa dei depositi superficiali, non hanno raggiunto profondità significative; nella carta delle indagini, sono state inserite solamente quelle effettuate dallo scrivente.

Le indagini inserite sono qui di seguito specificate.

INDAGINI PUNTUALI			
Id INDAGINE	PRECEDENTE IDENTIFICATIVO	LOCALITA'	PARAMETRO CONSIDERATO

SONDAGGIO A DISTRUZIONE DI NUCLEO			
030114P1SD1	186 0023	Zona Artigianale	litologia strato
030114P2SD2	326242	Flambro	litologia strato
030114P3SD3	330049	Flambro	litologia strato
030114P4SD4	330053	Flambro	litologia strato
030114P5SD5	330055	Talmassons	litologia strato
030114P6SD6	330059	Flumignano	litologia strato
030114P7SD7	330073	Flumignano	litologia strato
030114P22SD24	Sondaggio N°2	Flambro	litologia strato
030114P23SD25	Sondaggio N°3	Talmassons	litologia strato
030114P24SD26	Sondaggio N°4	Talmassons	litologia strato

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel./Fax 0432/282782**MICROZONAZIONE SISMICA****Comune di Talmassons**

doc. MS\_01

Rev.0-

Pagina 35 di 44

030114P25SD27	Sondaggio N°5	Sant'Andrat	litologia strato
030114P26SD28	Sondaggio N°6	Sant'Andrat	litologia strato
030114P27SD29	Pozzo privato	Flambro	litologia strato
030114P28SD30	Pozzo privato	Flambro	litologia strato
030114P29SD31	Pozzo privato	Flumignano	litologia strato/sogg. falda
030114P30SD32	Pozzo privato	Flumignano	litologia strato/sogg. falda
030114P31SD33	Pozzo privato	Sant'Andrat	litologia strato
<b>TRINCEE O POZZETTI ESPLORATIVI</b>			
030114P8T8	19_stratigrafia	Talmassons	litologia strato
030114P9T10	119_stratigrafia	Flumignano	litologia strato
<b>ANALISI DI LABORATORIO</b>			
030114P8SM9	19_4_01	Talmassons	Analisi granulometrica
030114P9SM11	119_4_01	Flumignano	Analisi granulometrica
<b>MICROTREMORI A STAZIONE SINGOLA</b>			
030114P10HVS R 12	HVSR 1	Zona Artigianale	frequenza di risonanza
030114P11HVS R 13	HVSR 2	Sant'Andrat	frequenza di risonanza
030114P12HVS R 14	HVSR 3	Flumignano	frequenza di risonanza
030114P13HVS R 15	HVSR 4	Talmassons	frequenza di risonanza
030114P14HVS R 16	HVSR 5	Talmassons	frequenza di risonanza
030114P15HVS R 17	HVSR 6	Flambro	frequenza di risonanza
030114P16HVS R 18	HVSR 7	Flambro	frequenza di risonanza
<b>PENETROMETRIE DINAMICHE MEDIE</b>			
030114P17DN19	Prova nr.2	Flambro	numero di colpi
030114P18DN20	Prova nr.1	Flambro	numero di colpi
030114P19DN21	Prova nr.2	Flambro	numero di colpi
030114P20DN22	Prova nr.1	Talmassons	numero di colpi
<b>PENETROMETRIE DINAMICHE SUPERPESANTI</b>			
030114P21DS23	Prova nr.1	Flumignano	numero di colpi

Tabella 3.0: Indagini inserite nel soft\_MS per il Comune di Talmassons



## 7.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA

La carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica, propedeutica alla definizione del modello di sottosuolo e funzionale alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, è stata prodotta in scala 1:10.000. Per la sua realizzazione si è fatto riferimento alla Carta Geologico Tecnica (GEO-CGT) della Regione FVG, agli studi geologici per il PRGC, ai dati di pozzi e sondaggi del database CGT, nonché ad altri dati geognostici reperiti e ad altri dati bibliografici, come pure alle indagini di nuova esecuzione. Le litologie rappresentate si riferiscono alla profondità di 3m dal p.c..

Lo shapefile inviato dalla Regione FVG e denominato "CGTFVG.LITSTRUTTURALE\_A.shp" ha offerto una prima suddivisione del territorio (Fig. 23.0); in prima analisi, all'interno dell'area MS, è evidente la predominanza dei terreni essenzialmente ghiaioso sabbiosi (GS e GSM); vi è solamente una fascia, all'estremità occidentale dell'area MS, in cui è cartografato un areale caratterizzato da una maggiore percentuale di terreni fini (MSG).

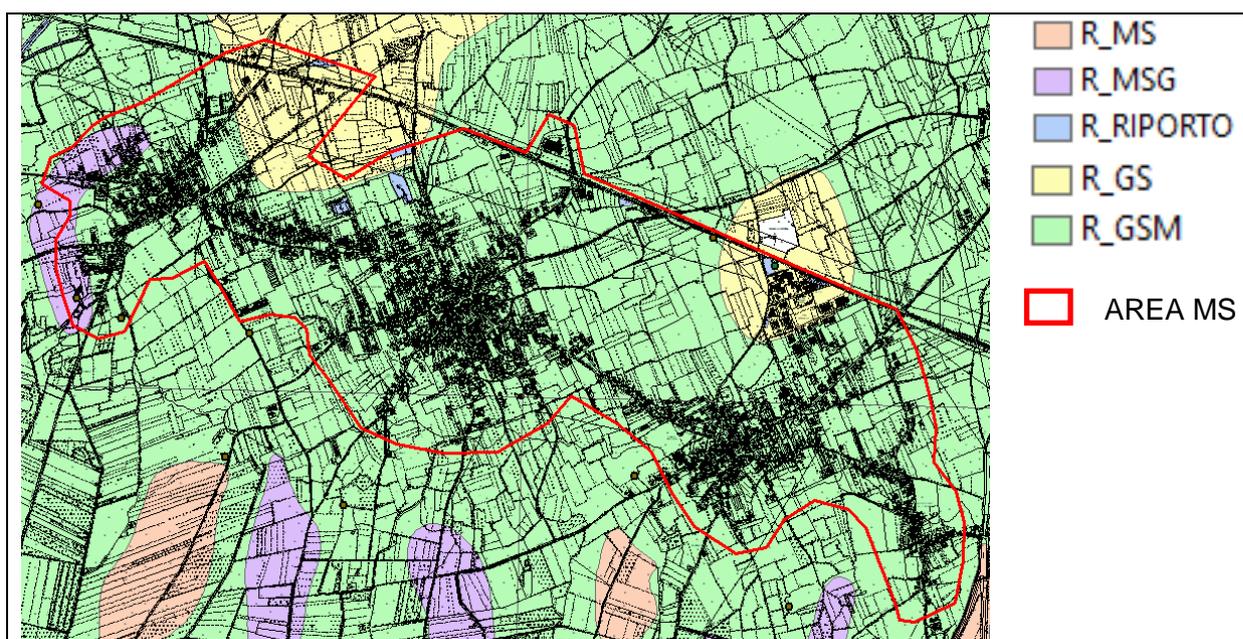


Fig. 23.0: Shapefile "CGTFVG.LITSTRUTTURALE\_A.shp" relativo alla suddivisione dei depositi superficiali nel Comune di Talmassons

Tale areale, tuttavia, non ha trovato riscontro nelle indagini geognostiche presenti all'interno di esso; infatti, i sondaggi 030114P2SD2, 030114P3SD3, 030114P22SD24 evidenziano, alla profondità di 3m dal p.c., la presenza di sedimenti prevalentemente ghiaiosi, con la presenza di materiale fine confinata solamente nella parte più superficiale del terreno (Fig. 24.0).

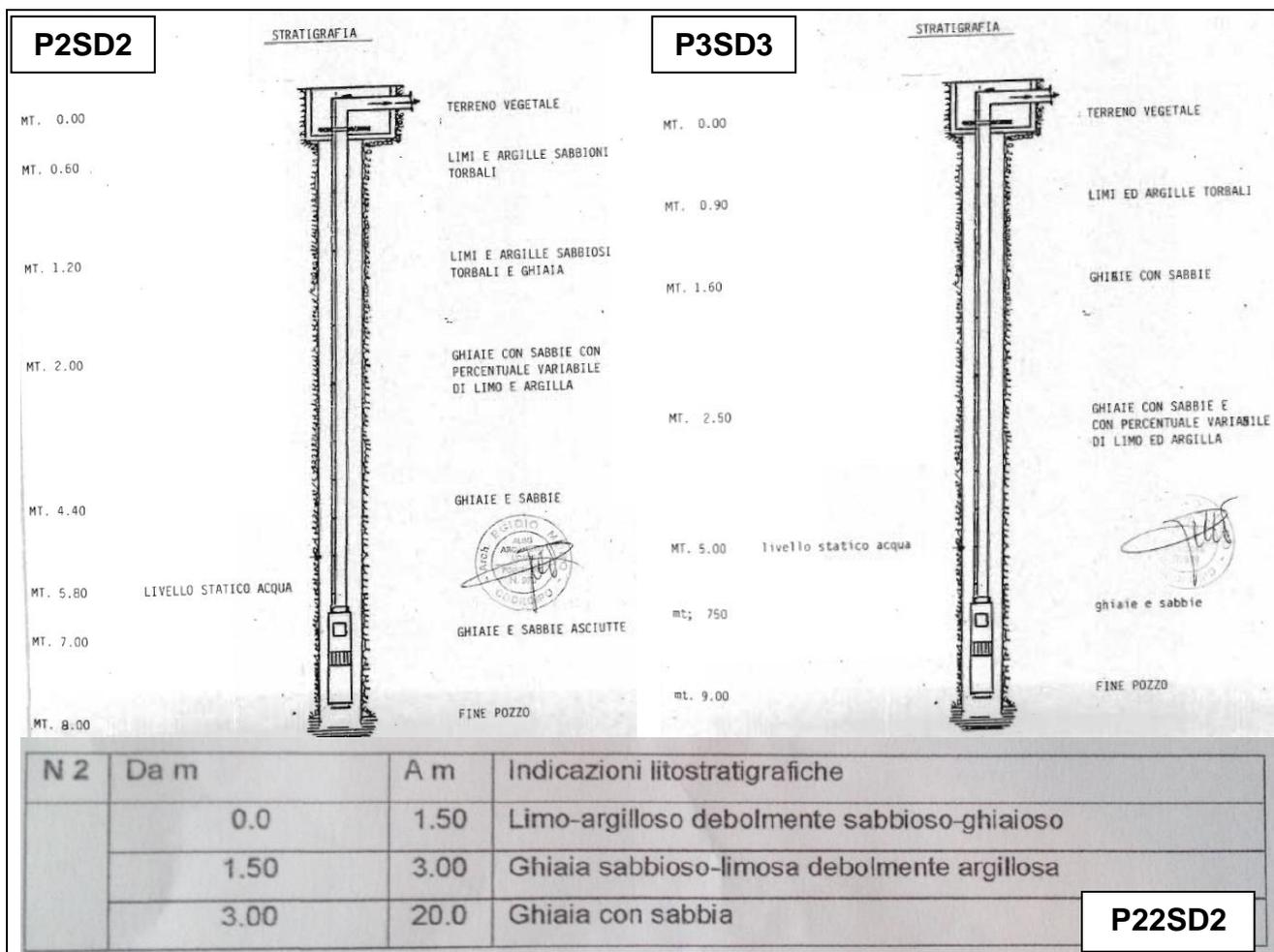


Fig. 24.0: Indagini geognostiche reperite in bibliografia ubicate all'interno dell'areale "MSG" dello shapefile "CGTFVG.LITSTRUTTURALE\_A.shp"

Alla luce di quanto appena espresso, si è pertanto deciso di non cartografare nella CGT del presente lavoro l'areale "MSG" evidenziato nello shapefile CGTFVG.LITSTRUTTURALE\_A.shp.

Le aree cartografate come "riporto" nello shapefile CGTFVG.LITSTRUTTURALE\_A.shp, non sono state invece cartografate in quanto, nella maggior parte dei casi, rappresentano vecchie cave di ghiaia che sono state riempite con materiale non dissimile dai depositi sottostanti e che pertanto, dal punto di vista granulometrico, non presentano differenze sostanziali.

Quello che ne risulta, nella carta CGT del presente lavoro, è un unico areale in cui emerge la sostanziale omogeneità dei depositi, caratterizzati essenzialmente da ghiaie sabbiose, in cui la percentuale di materiali fini è molto ridotta; qui di seguito viene elencata la tipologia litologica utilizzata per l'elaborazione della carta geologico-tecnica, secondo gli standard di archiviazione informatica MS.



<b>Tipo_gt</b>	<b>Litotipo</b>
GWfg	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, localmente cementate, miscela di ghiaia e sabbia di origine fluvioglaciale

Altri elementi cartografati sono:

- l'ubicazione di n°17 sondaggi utilizzati nel presente lavoro;
- la profondità della falda rilevata in due di questi sondaggi;
- le tracce delle sezioni (n°2);

Non sono presenti elementi strutturali (faglie) all'interno del territorio comunale.

### 7.3 SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE – MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Sono state eseguite n°2 sezioni geologico-tecniche al fine di descrivere il sottosuolo con i dati a disposizione. Le sezioni sono state tracciate come in Fig. 25.0, tenendo conto dei motivi morfologico-strutturali e della qualità e presenza di dati del sottosuolo.

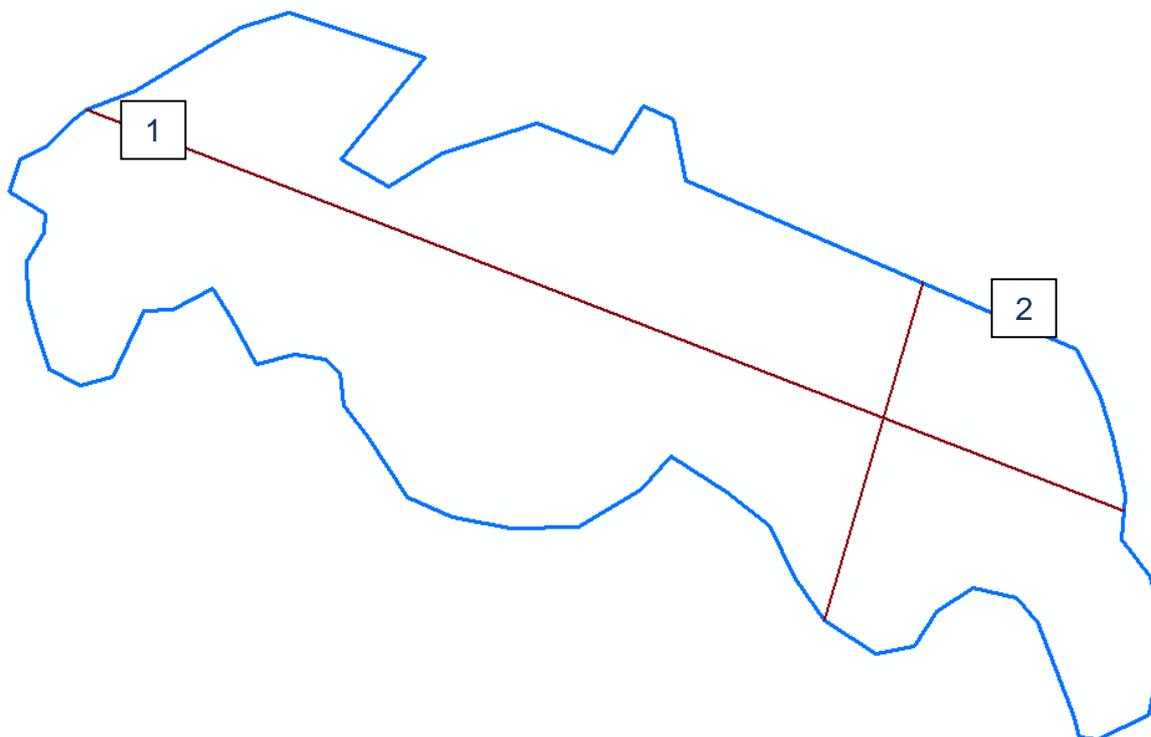


Fig. 25.0 – Traccia delle sezioni geologiche (in blu il limite MS)



La scala orizzontale e verticale è diversa, scelta opportunamente per ognuna delle sezioni per mettere in risalto in modo ottimale tutte le informazioni geologiche e topografiche presenti lungo la traccia. Sulle sezioni sono riportate le posizioni di sondaggi e indagini HVSR, con identificativo come inserito nel SOFT\_MS.

Nelle sezioni compaiono sostanzialmente dall'alto verso il basso due motivi:

- la parte superficiale (fino al substrato profondo) caratterizzata da frequenti e cicliche alternanze di strati a granulometria variabile (ghiaie, sabbie, limi, argille), con predominanza della componente ghiaiosa;
- il substrato profondo (da circa 370m di profondità minima) con il passaggio, andando da N a S e da E a W, da termini granulari cementati e stratificati (GRS – Molasse Oligo-Mioceniche) a termini coesivi sovraconsolidati e stratificati (COS - Depositi Pliocenici).

Inserendo le tracce delle sezioni (Fig. 26.0) sulla Carta delle Isopache del Quaternario (Carta del Sottosuolo della Pianura Friulana – Nicolich, Della Vedova, Giustiniani, 2004) si osserva che:

- nella Sezione 1 (direzione W-E) il substrato passa da una profondità di 405m circa a Ovest ad una profondità di 380m circa a Est;
- nella Sezione 2 (direzione N-S) il substrato passa da una profondità di 385m circa a Nord ad una profondità di 375m circa a Ovest.

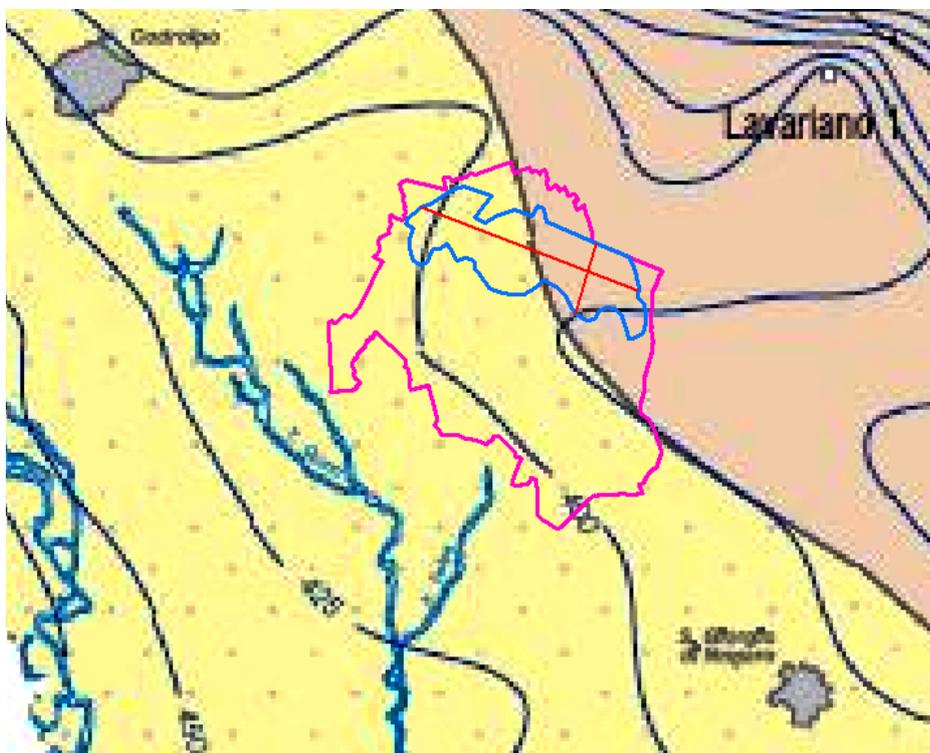


Fig. 26.0 – Estratto (modificato) Carta Isopache del Quaternario (Carta del Sottosuolo della Pianura Friulana - Nicolich, Della Vedova, Giustiniani, 2004). In blu il limite MS di Talmassons, in fucsia il limite comunale e in rosso le tracce delle Sezioni.



#### 7.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica cerca di definire, sulla base dei dati geologici, geomorfologici e geofisici, in particolare le indagini HVSR, settori dove sia prevedibile un determinato effetto in caso di sisma, in termini di amplificazione o instabilità.

Per quanto riguarda il Comune di Talmassons nonostante la profondità della falda molto prossima al piano campagna, considerata la granulometria dei terreni entro i primi 15m quasi esclusivamente ghiaiosa, si è ritenuto, in prima approssimazione, di poter escludere l'area MS dal potenziale di rischio di liquefazione in caso di sisma.

Data la sostanziale omogeneità dei terreni rilevati all'interno dell'area MS, il territorio comunale è stato classificato in n. 1 "ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI" (definite come: "zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio"), di cui si riporta qui di seguito (Fig.27.0) il log stratigrafico e la descrizione.

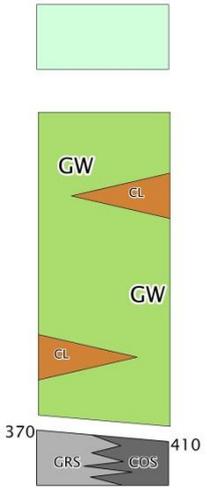
Colonna stratigrafica	MOPS
<p style="text-align: center;"><b>Zona 1 (2001)</b></p> 	<p><b>Zona 1 (2001)</b></p> <p><i>Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, localmente cementate, miscela di ghiaia e sabbia (GW) presenti a partire dalla superficie e comprendenti orizzonti e lenti discontinue costituite da argille inorganiche, argille ghiaiose o sabbiose (CL). Il substrato (GRS/COS) si trova a profondità dal p.c. comprese tra 370m e 410m.</i></p>

Fig. 27.0 - Log stratigrafico delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) individuate



La Zona 1 (2001) è caratterizzata da frequenti e cicliche alternanze di strati a granulometria variabile (ghiaie, sabbie, limi, argille) con netta prevalenza delle ghiaie, le quali si presentano mediamente addensate in superficie.

Tutte e tre le zone riportano il substrato (GRS/COS) tra i 370 e i 410m di profondità, come già descritto al Par.7.3 della presente Relazione.

## 8 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Come evidenziato dai dati del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15) precedentemente analizzato, l'evento passato di riferimento con i maggiori effetti al sito è il terremoto del Friuli del 1976. Il territorio comunale di Talmassons ricade nell'area che risentì di una intensità macrosismica di grado VI (Fig. 28.0).

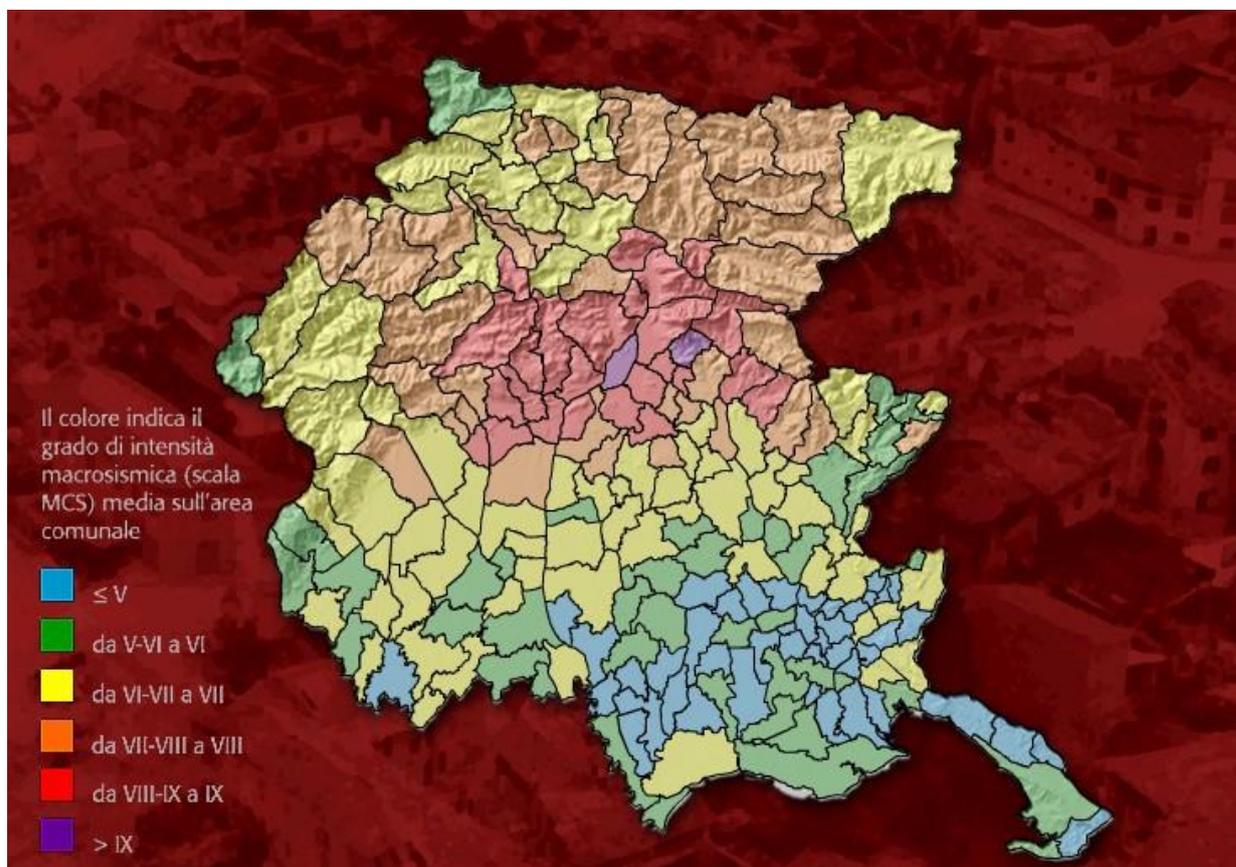


Fig. 28.0 Intensità macrosismica per i Comuni della Regione FVG a seguito del sisma del Friuli 1976 da CD della Prot. civ. FVG "1976 - 2006 30 anni dal terremoto del Friuli - 30 anni di protezione civile".

L'unica fonte reperita per una panoramica sui danni causati sul territorio comunale dal sisma del 1976 è il CD della Prot. civ. FVG "1976 - 2006 30 anni dal terremoto del Friuli - 30 anni di protezione civile" non dà testimonianza di danneggiamenti significativi nell'ambito del territorio comunale (Fig. 29.0).

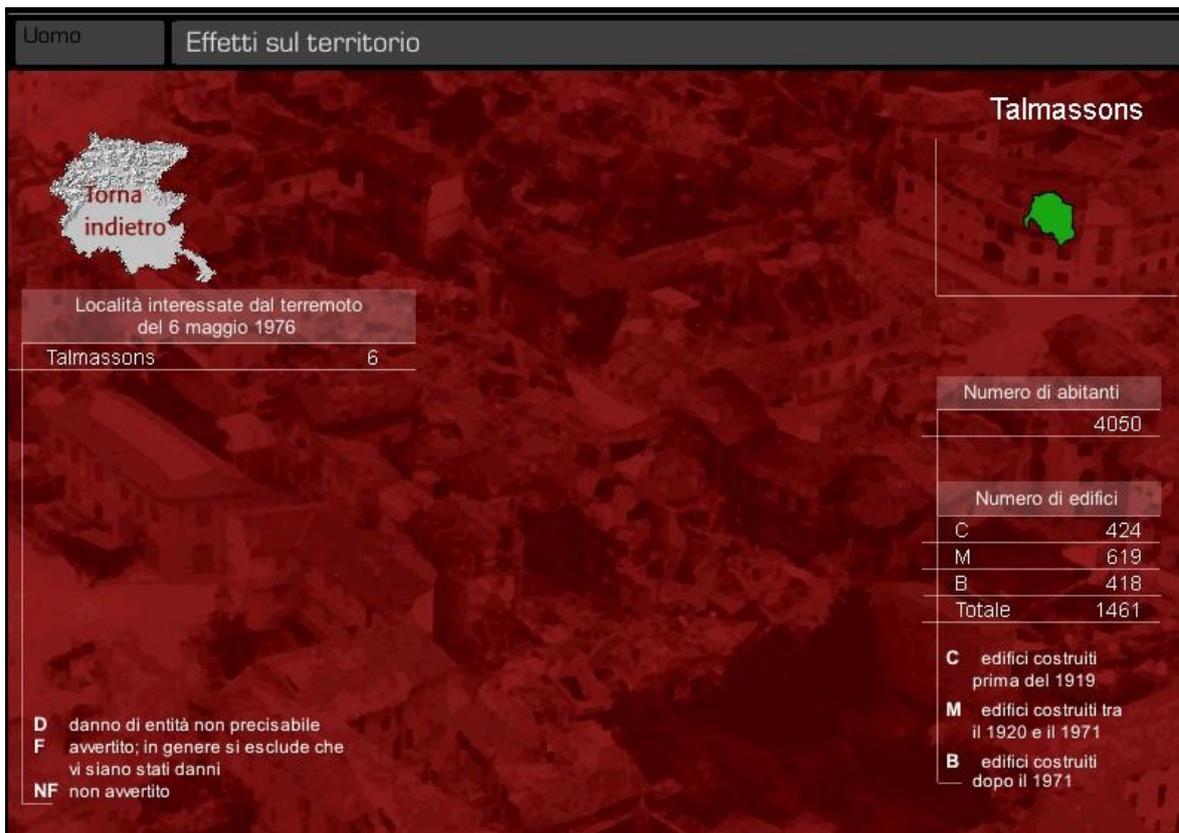


Fig. 29.0 Effetti sul territorio del Comune di Talmassons del sisma del Friuli 1976 da CD della Prot. civ. FVG "1976 - 2006 30 anni dal terremoto del Friuli - 30 anni di protezione civile".



## 9 BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. (1987): Modello sismo tettonico dell'Italia nord-orientale. CNR- GNDT, Rend. N. 1, 82 pp., 3 carte scala 1:25 000, Trieste.
- A.A.V.V. (2008): Carta di sintesi geologica GEO-CGT Foglio 087 Palmanova sezioni 110 e 150. Trieste.
- AMATO A., BARNABA P.F., FINETTI I., GROPPI G., MARTINIS B., MUZZINA A. (1976): Geodynamics outline and seismicity of Friuli Venetia Julia region. Boll. Geof. Appl. 72(1), 217-256, Trieste.
- BASILI R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics, [doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2007.04.014)
- BELTRAME S. (1985) – Studio geologico-tecnico in prospettiva sismica del territorio comunale;
- BRESSAN G., SNIDARCIC A. & VENTURINI C. (1998). Present state of tectonics stress in the eastern Southern Alps (Friuli region). Tectonophysics, 292, 211-227.
- CALLIGARIS C. (2011) Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità e utilizzo – I sistemi di acquiferi del Friuli Venezia Giulia – Università degli Studi di Trieste
- CARULLI G.B. & PONTON M. (1992): Interpretazione strutturale profonda del settore centrale carnico-friulano. Studi Geol. Camerti, vol. spec., 2, 1992, CROP 1 – 1A, 275-284, Camerino.
- CARULLI G.B. (a cura di) (2006): Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia. Scala 1:150 000, SELCA, Firenze.
- CARULLI G.B. (a cura di) (2006): Note illustrative della Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia., 44 pp., SELCA, Firenze.
- CASTELLARIN A. (a cura di) (1981): Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1:200 000, Pubbl. n° 441, P.F. Geodinamica, CNR.
- CREPELLANI T. (1999): Effetti di sito e fenomeni di instabilità indotti dai terremoti nei depositi e nei pendii. In: *“Ingegneria Geotecnica nelle aree sismiche”*, Ed. Teresa Crespellani, International Centre for Mechanical Sciences, CISM, Udine, 1-24.
- CREPELLANI T. & FACCIORUSSO J. (2010): Dinamica dei terreni per le applicazioni sismiche. Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- CROCE D. (2009) – Piano Generale della Rete Fognaria Pubblica.
- DISS Working Group (2015). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0.
- GALADINI F., POLI M.E. & ZANFERRARI A. (2005): Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with M>=6 in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy). Geophys. J. Int. (2005), 161, 739-762.
- GORTANI M. (1960): Bibliografia geologica d'Italia. Vol. VI: Friuli. CNR, 228 pp., Napoli.
- GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004): Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna.
- GRUPPO DI LAVORO MS (2008): Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma.
- <http://www.protezionecivile.fvg.it/ProtCiv/default.aspx/218-rischiosismico.htm> - Sismicità del periodo 567-2004
- LOCATI M., CAMASSI R. E STUCCHI M. (a cura di), (2011). DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>, DOI: 10.6092/INGV.ITDBMI11.
- MELETTI C., MONTALDO V., (2007). Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>
- MONTALDO V., MELETTI C., (2007). Valutazione del valore della ordinata spettrale a 1sec e ad altri periodi di interesse ingegneristico. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D3, <http://esse1.mi.ingv.it/d3.html>



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel./Fax 0432/282782

**MICROZONAZIONE SISMICA**

**Comune di Talmassons**

doc. MS\_01  
Rev.0-  
Pagina 44 di 44

MUCCIARELLI M. (1999): Indagini strumentali per la microzonazione sismica di alcuni centri colpiti dagli eventi sismici in Umbria, Marche e Slovenia. In: *"Ingegneria Geotecnica nelle aree sismiche"*, Ed. Teresa Crespellani, International Centre for Mechanical Sciences, CISM, Udine, 89-107.

Nicolich R., Della Vedova B., Giustiniani M., Fantoni R. (2004) - Carta del Sottosuolo della Pianura Friulana. Regione FVG-Servizio Geologico e Università del Studi di Trieste – 2004.

OGS (1977-1981): Bolletino della Rete Sismologica del Friuli – Venezia Giulia. OGS, Trieste.

OGS (1982-1990): Bolletino della Rete Sismometrica dell'Italia Nord-Orientale. OGS, Trieste.

OGS (1991-1999): Bolletino della Rete Sismometrica del Friuli – Venezia Giulia. OGS, Trieste.

PAIR: " Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di interesse regionale (settembre 2016).

POLI M.E., PERUZZA L., REBEZ A., RENNER G., SLEJKO D. & ZANFERRARI A. (2002): New seismotectonics evidence from the analysis of the 1976-1977 and 1977-1999 seismicity in Friuli (NE Italy). *Boll.Geog. Teor. Appl.*, 43, 1-2, 53-78, Trieste.

Portale Servizio Geologico d'Italia – ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Progetto ITHACA.

Regione FVG – Direzione Regionale dell'Ambiente (1990): Catasto regionale dei pozzi e delle perforazioni eseguite nelle alluvioni quaternarie e nei depositi sciolti del Friuli Venezia Giulia. 7 voll., Trieste 1990.

Regione FVG – Direzione Regionale per la Sperimentazione Agraria (1982): Carta pedologica della pianura friulana e del connesso anfiteatro morenico del Tagliamento, Trieste 1982.

ROVIDA A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>

Servizio Geologico, Direzione centrale ambiente ed energia, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia per dati del progetto Carta Geologica Tecnica (CGT) e del Catasto informatizzato dei pozzi con stratigrafia

SESAME EUROPEAN RESEARCH PROJECT (2004): Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements, processing and interpretation. European Commission – Research General Directorate.

SGOBINO F. (2009) – Studio geologico per la Variante al P.R.G.C..

SLEJKO D., NERI G., OROZOVA I., RENNER G. & WYSS M. (1999): Stress field in Friuli (NE Italy) from fault plane solutions of activity following the 1976 main shock. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 1037-1052.

SLEJKO D., CARULLI G.B., GARCIA JULIO & SANTULIN M. (2011): The contribution of "silent" fault to the seismic hazard of the northern Adriatic Sea. *Journal of Geodynamics*, 51(2011), 166-178.

SPALLAROSSA D., BARANI S., 2007. Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-ε. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D14, <http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>

STUDIO GEOMAS (2014) – Relazione geologica per la variante urbanistica n°28 del P.R.G.C. del Comune di Talmassons.

Ufficio Idrografico Magistrato alle Acque di Venezia – Carta Geologica d'Italia (1951): Gorizia, Firenze, 1951.

Ufficio Idrografico Magistrato alle Acque di Venezia – Carta Geologica delle Tre Venezie (1958): Palmanova, Bologna, 1958.