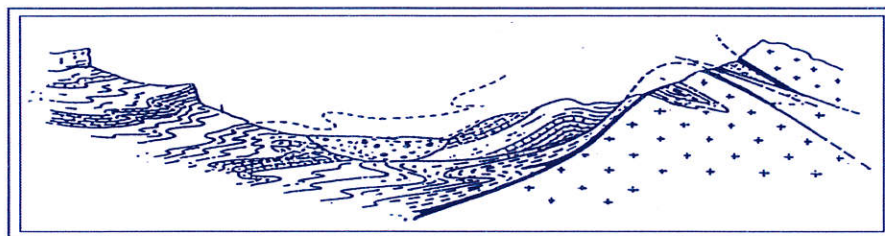


GEOPROGETTI

Dott. Geol. Pellicciotta Domenico

- CONSULENZA GEOLOGICA
- SONDAGGI GEOGNOSTICI
- IDROGEOLOGIA
- INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO
- GEOTECNICA

Via Quadroni, 117 - 66040 **PERANO** (Chieti) - Tel. e Fax 0872 856019 - Cell. 347.9533083 - e-mail: domenic.pellicciotta@virgilio.it**COMUNE DI QUADRI**

(PROVINCIA DI CHIETI)

	<i>Relazione Specialistica</i>
<i>All. H1</i>	RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA

PROGETTO:	Richiesta di finanziamento ai sensi della legge 9/08/2013, n.98, di conversione, con modifiche, del D.L. 21/06/2013, N.69 recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia. INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DELL'EDIFICIO SCOLASTICO SEDE DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "B. CROCE" DI QUADRI.
COMMITTENTE:	AMMINISTRAZIONE COMUNALE
DATA:	Perano, dicembre 2016

IL TECNICO
Geol. Domenico PELLICCIOTTA

<i>Facciate Testo relazione</i>	23
<i>Facciate Allegati</i>	9
<i>Facciate elaborato TOT</i>	32

--INDICE--

CAP.1 – PREMESSA.....	pag.3
CAP.2 – CARATTERI GEOLOGICI.....	pag.4
2.1 Aspetti geologici regionali.....	pag.4
2.2 Assetto stratigrafico locale.....	pag.5
CAP.3 – CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	pag.7
CAP.5 – CARATTERI SISMICI E PERICOLOSITA' DI BASE.....	pag.9
4.1 Sismicità storica e recente	pag.9
4.2 Pericolosità sismica e normativa	pag.11
4.3 Stima della magnitudo attesa.....	pag.13
CAP.5 –INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	pag.17
5.1 Scopo delle indagini.....	pag.17
5.2 Ampiezza e mezzi di indagine	pag.17
5.3 Risultati delle indagini	pag.19

--ALLEGATI--

COROGRAFIA GENERALE	Scala 1:25.000
CARTA GEOLOGICA	Scala 1:50.000
CARTA GEOMORFOLOGICA	Scala 1:25.000
CARTA DELLA PERICOLOSITA'	Scala 1:25.000
STRALCIO CATASTALE	Scala 1:1.000
CARTA DELLE MOPS (da Microzonazione di I Livello)	
UBICAZIONE INDAGINI	
INDAGINE SISMICA MASW	

CAP.1 - PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Quadri (CH), è stato eseguito uno studio geologico per il progetto **“Richiesta di finanziamento ai sensi della legge 9/08/2013, n.98, di conversione, con modifiche, del D.L. 21/06/2013, N.69 recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia. INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DELL'EDIFICIO SCOLASTICO SEDE DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO “B. CROCE” DI QUADRI.**

Il progetto prevede la realizzazione di interventi di messa in sicurezza della scuola “B. Croce”, le opere riguardano le strutture in elevazione, in particolare è previsto il rifacimento della copertura con struttura in legno, mentre non sono previsti interventi alle fondazioni, che sono stati già oggetto di consolidamento, mediante micropali, in passato, in ordine alle caratteristiche plano-volumetriche e alle caratteristiche architettoniche dell'opera si rimanda agli elaborati tecnici approntati dal progettista incaricato.

Il presente studio, basato sul **rilevamento geologico e geomorfologico** della zona, sull'analisi della **letteratura specifica** e di **indagini in sito**, è teso alla comprensione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal progetto, al fine di poter valutare le condizioni di stabilità dell'area e dare indicazioni sulle fondazioni più idonee e gli interventi tecnici atti alla risoluzione dei problemi incontrati.

Quanto eseguito risponde a:

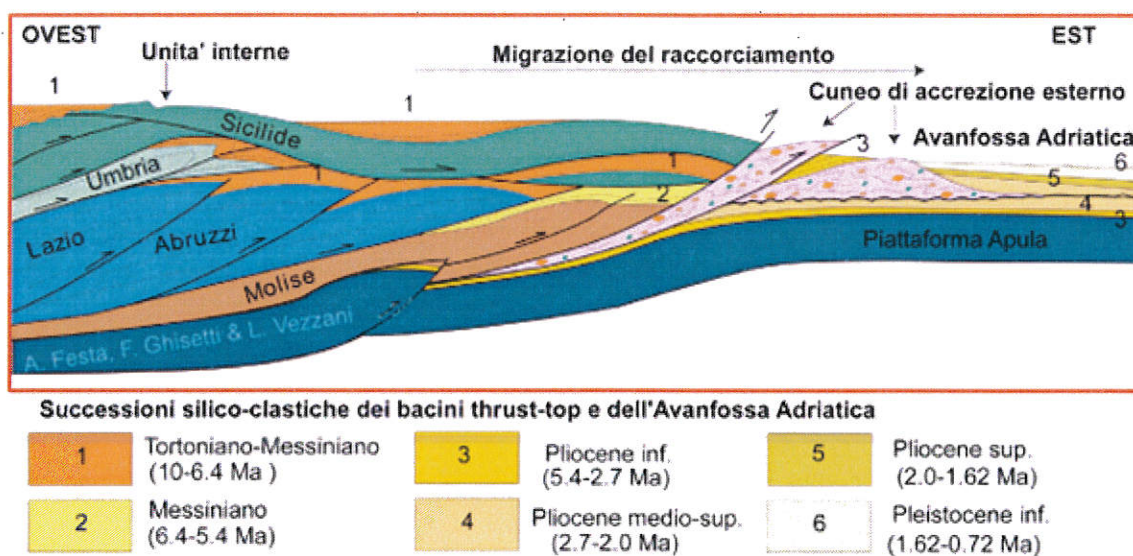
- **L.R. n. 28/11**
- **Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003** della Presidenza del Consiglio dei Ministri.
- **D.M. 14 gennaio 2008.**

CAP.2 - CARATTERI GEOLOGICI

2.1 – Aspetti geologici regionali

L'area in esame è ubicata a sud del centro urbano del comune di Quadri, come riportato nella corografia allegata.

L'area in esame rientra in un territorio caratterizzato da una geologia molto articolata connessa all'evoluzione paleogeografica dell'Appennino. Le strutture della catena dell'Appennino centrale sono rappresentate da pieghe e sovrascorrimenti e, nel regime tettonico compressivo post-collisionale, la deformazione procede in una determinata direzione conseguente alla regionale distribuzione degli sforzi. In tale ottica si sviluppa ed evolve un sistema orogenico, sistema catena-avanfossa-avampaese, costituito da una fascia deformata (catena), da un bacino sedimentario caratterizzato da un'elevata subsidenza ubicato a ridosso della porzione frontale della catena (avanfossa) e, al di là di questo bacino, da una zona crostale non ancora interessata da deformazione (avampaese).



L'area in esame ricade in un settore dell'Abruzzo sud-orientale, in cui i rapporti tra i domini paleogeografici abruzzesi e molisani sono oggetto di controverse interpretazioni. *CASNEDI et alii* (1982) e *CRESCENTI* (1975), grazie ai numerosi sondaggi profondi effettuati per la ricerca degli Idrocarburi, hanno ricostruito rapporti stratigrafici delle unità distinte all'interno del Bacino Molisano, distinguendo un substrato pre-pliocenico, costituito dal basso verso l'alto da calcari

organogeni medio-miocenici, presumibilmente correlabili con la Formazione di Bolognano e generalmente trasgressivi su successioni carbonatiche mesozoiche, e dalle anidriti e gessi del Messiniano; una successione terrigena riferibile al Pliocene inferiore medio; una coltre alloctona intercalata entro la precedente successione pliocenica.

In generale, la formazione delle argille varicolori si presenta notevolmente caoticizzata e con aspetto “scaglioso” (SELLI, 1962; BALDONI, 1968; BERGOMI & VALLETTA, 1971; CATENACCI, 1974; BETTELLI *et alii*, 2006, VEZZANI *et alii*, 2004) e secondo alcuni Autori la componente argilloso-marnosa costituisce la matrice di un melange tettonico con inglobati blocchi di diversa natura (Vezzani *et alii*, 2004). FESTA, GHISETTI e VEZZANI (2006), interpretando il sistema sovrascorso Molisano come costituito, dal basso verso l’alto, dalle tre principali unità tettoniche dei M. della Daunia, dei M. Pizzi-Agnone e Colle dell’Albero-Tufillo, e di Montenero Val Cocchiara collocano la formazione di Tufillo al di sopra della Falda dell’alto Molise. La formazione di Tufillo, sempre secondo gli stessi Autori sarebbe costituita da una fitta alternanza di calcilutiti e calcari marnosi bianchi, marne argillose bluastre a siltiti tripolacee in strati da 5 a 10 m con intercalazioni di biocalcareni. Nella parte inferiore si riconoscono calciruditi, microconglomerati e biocalcareni torbiditiche con noduli di selce nera. Attribuiscono l’età della stessa al Tortoniano p.p. – Serravaliano

2.2 – Assetto stratigrafico locale

Il territorio è caratterizzato dalla presenza di depositi sedimentari marini appartenenti essenzialmente all’Unità dei M. Pizzi-Agnone (Miocene Medio-inferiore), e da depositi sedimentari continentali depositatesi dal Pleistocene inferiore a tutto l’Olocene. Le caratteristiche geologiche dell’area sono evidenziate nella *Carta Geologica d’Abruzzo foglio Est* (scala 1:100.000), mentre le caratteristiche litologiche sono state desunte da sopralluoghi effettuati nel sito in esame.

L’unità strutturale di base è rappresentata dalla “Colata Gravitativa Aventino-Sangro”, costituita principalmente dalla formazione denominata “Argille varicolori”. All’interno di tale unità si

rilevano formazioni distinte da caratteristiche litologiche eterogenee con contatti spesso di natura tettonica.

Gran parte del territorio comunale si sviluppa sulla formazione denominata “Flysch di Agnone”(67), costituita prevalentemente da un’alternanza argilloso-arenacea in strati sottili con livelli arenaci. Su questa unità è sovrascorsa la “Formazione di Gamberale-Pizzoferrato”(69) distinta dall’alternanza di conglomerati ben cementati in banchi da 1 a 2 mt., e marne argillose rosse e verdi; la parte alta (69a) presenta intercalazioni di calciruditi bioclastiche in banchi lenticolari spessi 3-5 m, con selce.

In successione stratigrafica, invece, alla base della Formazione di Gamberale-Pizzoferrato affiora un’altra unità rappresentata dalle *Argille marnose policrome* (70), con sottili intercalazioni di radiolariti rosse, calcari micritici e calcareniti torbiditytiche.

Le argille policrome e la formazione di Gamberale-Pizzoferrato danno origine ad un crinale di forma allungata in direzione appenninica, in una struttura di tipo compressivo delimitata ad est ed ovest da due fronti di sovrascorrimento pseudo-paralleli.

Per quanto riguarda i depositi continentali, si riscontra la presenza di depositi eluvio-colluviali di versante, costituiti da litotipi eterogenei e rimaneggiati, depositatisi a seguito di processi geomorfologici erosivi e gravitativi, oltre ai depositi fluviali appartenenti al bacino del fiume Sangro, costituiti da ghiaie e sabbie mediamente addensate.

CAP.3 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI

La morfologia della fascia appenninica centrale, è notevolmente articolata in quanto influenzata da diversi fattori. Procedendo da ovest verso est sul versante adriatico, si distinguono 3 grandi unità geomorfologiche: la fascia montuosa interna, la fascia pedemontana e la fascia costiera.

L'area in esame è inserita in quella pedemontana, caratterizzata da rilievi che raggiungono anche quote di 1.000 m, e che sono separati da incisioni vallive profonde e a forte pendenza. La geomorfologia locale risulta influenzata dalla natura litologica delle formazioni affioranti e si contraddistingue da processi di versante che si manifestano soprattutto in corrispondenza di litologie argilloso-arenacee e che mostrano una maggiore vulnerabilità nei confronti della dinamica esogena. I litotipi calcareo-marnosi (formazione di "*Formazione di Gamberale - Pizzoferrato*"), presentano una durezza sicuramente maggiore di quelli argillosi, tuttavia, la loro instabilità si lega alla particolare configurazione geologica, che si manifesta con elevate pendenze e scarpate ad alto angolo. I fronti di tali scarpate sono soggetti a processi di erosione e di taglio (lungo i piani di fatturazione e stratificazione) che ne determinano un progressivo arretramento. I processi erosivi più comuni per le suddette litologie sono dovuti a *processi crioclastici, termoplastici e azione solvente dell'acqua*. Fenomeni, questi, che determinano un disfacimento meteorico che portano alla frantumazione in granuli, o in blocchetti secondo i piani di debolezza dati dalle fratture e dai piani di stratificazione, o in scagliette secondo i piani di scistosità; infine a fenomeni clastici quali la *desquamazione* e la *esfogliazione*, secondo superfici parallele a quella esterna o anche nella rottura in frammenti separati da superfici irregolari di neoformazione (*deflagrazione*).

Si notano spesso movimenti gravitativi, soprattutto movimenti innescati dall'azione dell'acqua che può avere effetti sia nella diminuzione delle resistenze meccaniche, sia nell'aumento delle forze instabilizzanti. Assumono particolare rilievo i depositi continentali formati per effetto dell'azione erosiva espletata dagli agenti esogeni; tali depositi presentano una composizione litologica eterogenea e caratteristiche geomeccaniche scadenti per il grado di rimaneggiamento subito durante

i processi erosivi. In presenza di infiltrazioni d'acqua e di pendii scoscesi possono subire movimenti gravitativi da veloci (colate) a estremamente lenti (soliflusso, creep), oltre a coinvolgere volumi notevoli di materiale. I processi e i tipi di forme che caratterizzano l'area in esame sono, quindi, essenzialmente costituiti da: forme di versante dovute alla gravità e forme legate alle acque correnti superficiali. I processi di instabilità geomorfologiche si localizzano in modo particolare sui depositi argilloso – sabbiosi ed eluvio-colluviali rimaneggiati collocati su versanti a medio ed alto angolo. L'equilibrio dei pendii in formazioni fortemente consolidate e diagenizzate come quella in esame, è molto frequentemente condizionato dalla presenza di coltri eluviali e colluviali derivate dalle formazioni stesse (ESU, 1977). Queste coltri sono presenti soprattutto sui pendii “maturi”, nei quali i processi erosivi in senso lato sono ormai attenuati (Hutchinson, 1967; Gray e Gardner, 1977) e possiedono caratteristiche meccaniche sensibilmente inferiori rispetto a quelle delle formazioni di provenienza (Chandler, 1972; D'Elia ed ESU, 1974; A.G.I. 1979).

In genere, i movimenti che si verificano su questi pendii sono molto lenti (soliflusso) e possono interessare la sola coltre o anche la sottostante porzione degradata del substrato, tuttavia il fattore acqua, soprattutto nei casi di carenza di sistemi di drenaggio, può determinare il passaggio da movimenti di tipo “plastico” (lente) a movimenti di “taglio” o di tipo “colate” (veloci).

Focalizzando l'attenzione sull'area di intervento, essa si colloca a sud nel capoluogo di Quadri, su un versante distinto da acclività media. La cartografia ufficiale (*PAI – Fenomeni gravitativi e processi erosivi*) evidenzia un'ampia area di versante interessata da un processo gravitativo del tipo *frana di colamento allo stato quiescente*, rilievi in sito non hanno rilevato forme di riattivazione, tuttavia, si consiglia di regimare le acque superficiali e di infiltrazione provenienti da monte al fine di evitare possibili riattivazione del fenomeno attraverso un processo di deterioramento delle caratteristiche geomeccaniche dei litotipi argillosi.

La presenza di un corpo di frana (colata) allo stato quiescente ha determinato, nell'ambito della Microzonazione Sismica di I Livello, una classificazione ZONA DI ATTENZIONE PER INSTABILITA' (v. allegato Carta delle MOPS).

CAP.4 – CARATTERI SISMICI E PERICOLOSITA' DI BASE

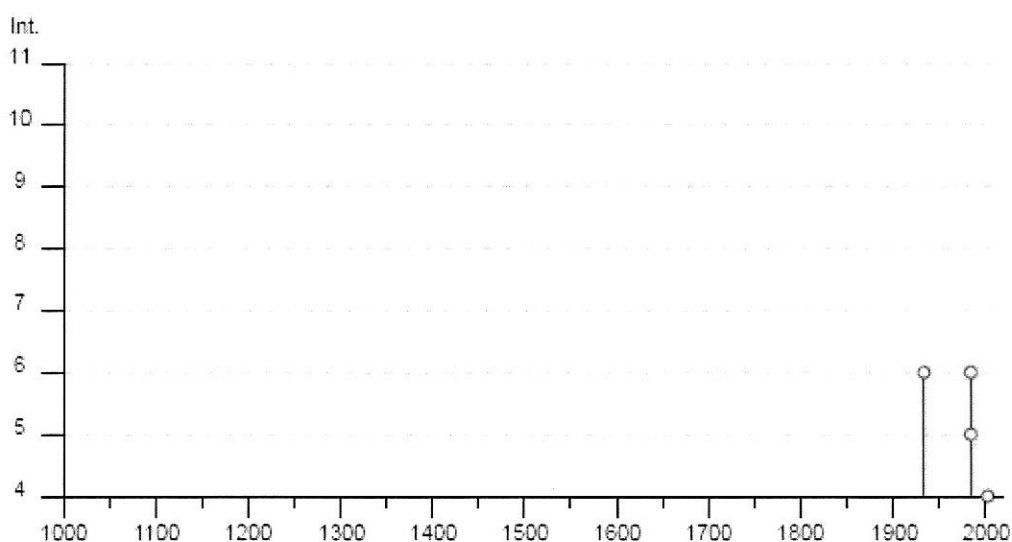
4.1 – Sismicità storica e recente

Il comune di Quadri in passato ha subito gli effetti di diversi terremoti, con danni registrati a infrastrutture ed abitazioni.

Infatti, consultando il catalogo parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15) e il Database Macrosismico dei Terremoti Italiani 2015 (DBMI15), disponibili su internet al sito <http://emidius.mi.ingv.it/>, si osserva che il comune di Guardiafreale ha registrato danni fino a un grado 7-8 della scala di magnitudo Mercalli-Cancani-Sieberg (scala basata sul danneggiamento delle strutture e del suolo),

VII Scossa fortissima. Difficile stare in piedi. Avvertita da conduttori di automezzi. Tremolio di oggetti sospesi. Danni ai mobili e alle murature composte da malte povere. Rottura di comignoli, caduta di tegole, cornicioni, parapetti e ornamenti architettonici. Formazione di onde sugli specchi d'acqua, intorbidimento di acque. Forte suono di campane. Piccoli smottamenti in depositi di sabbia e ghiaia

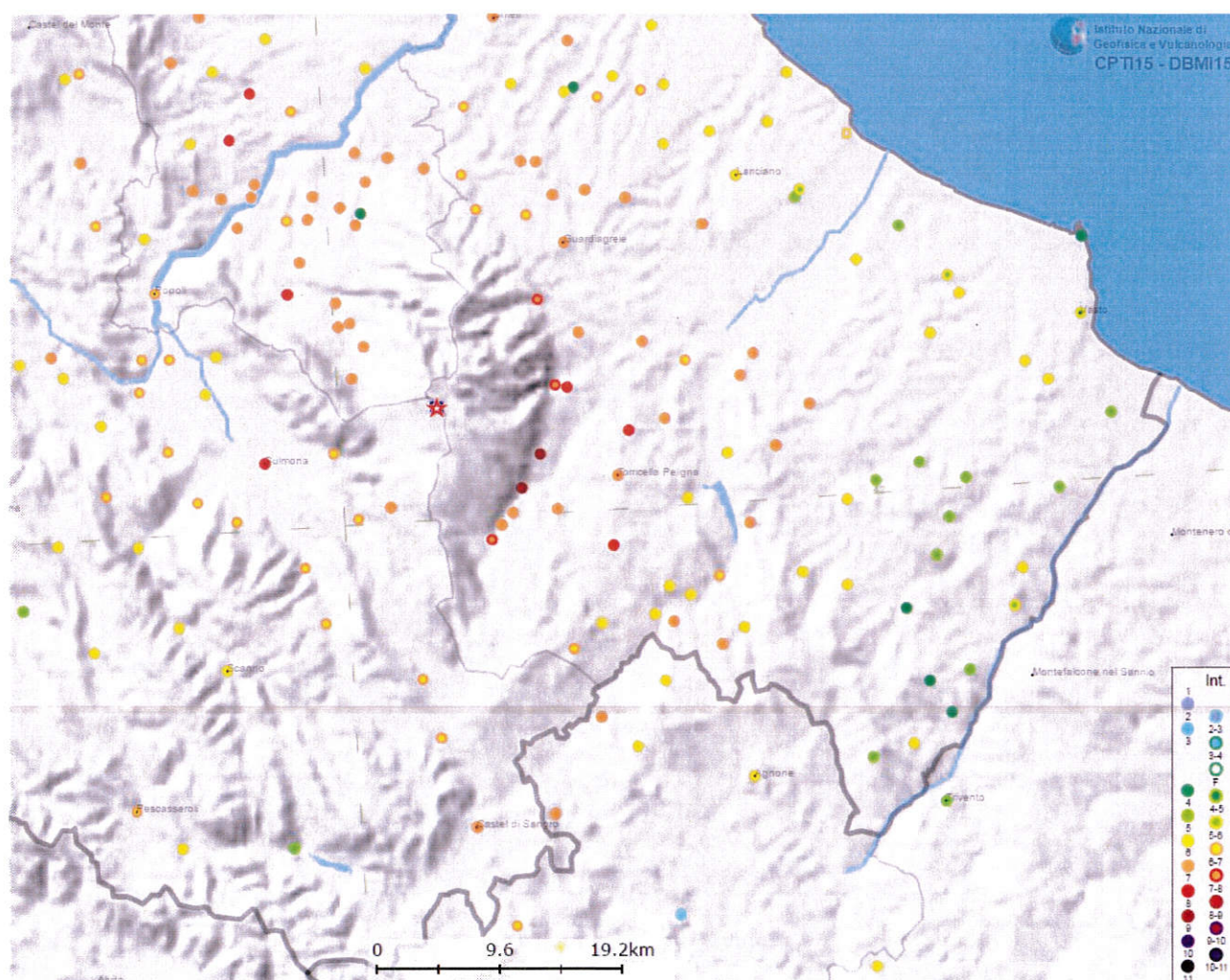
a cui corrisponde un grado intorno a 6.1 della scala Richter (scala basata sulla misura dell'energia sprigionata). Di seguito si riportano l'andamento nel tempo dei fenomeni registrati nel comune e la relativa storia sismica.



Fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/>

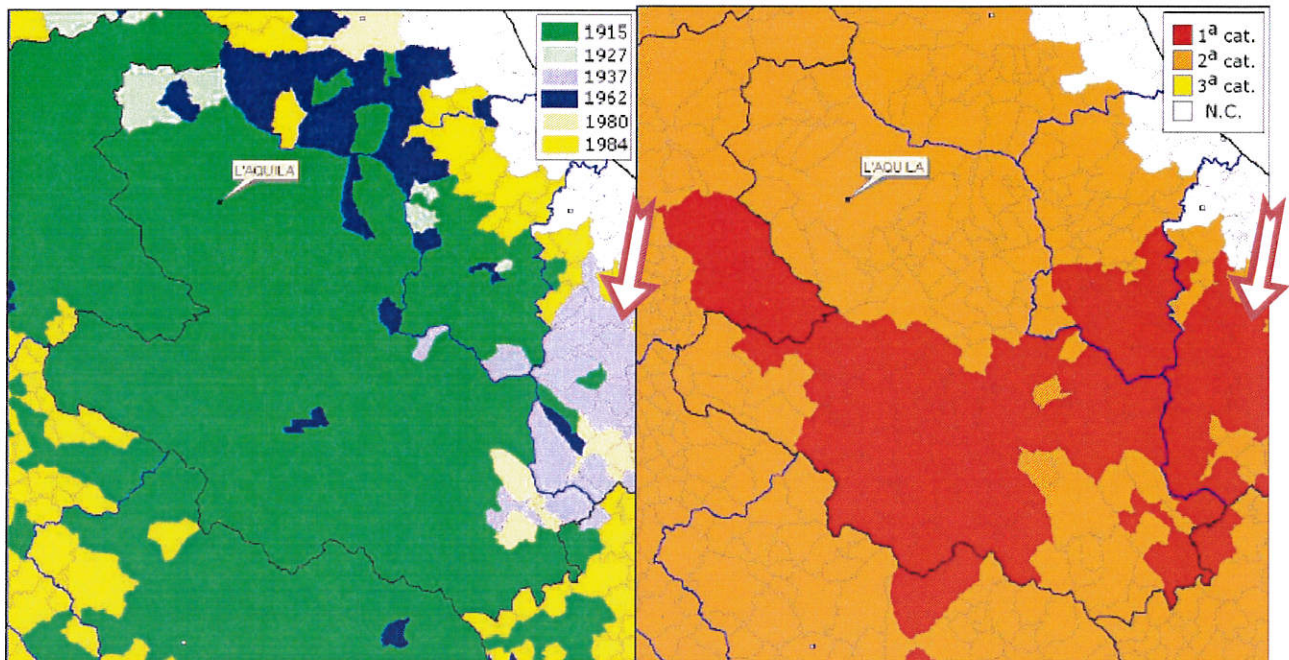
Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
6	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9 5.90
6	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8 5.86
5	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7 5.47
NF	1987	07	03	10	21	5	Costa Marchigiana	359	7 5.06
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7 5.72
2-3	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6 4.57
NF	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5 4.44
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384	4.64

Fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/>



4.2 – Pericolosità sismica e normativa

Nel 1927 furono introdotte le classi (ovvero zone) sismiche.



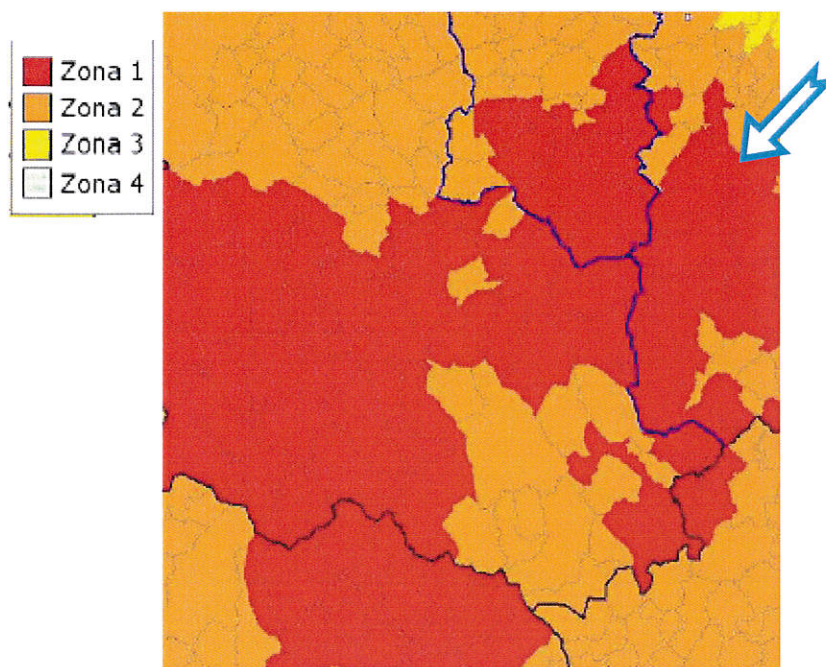
In seguito al terremoto di Irpinia e Basilicata del 1980, nel 1984 tutto il territorio nazionale fu riclassificato con criteri omogenei, sulla base della “Proposta di riclassificazione sismica” del Progetto Finalizzato Geodinamica (GdL, 1980), e al comune di Guardiaagrele venne assegnata la 1ª categoria.

Nel 1998 uno studio svolto per conto del Dipartimento della Protezione Civile (“Proposta 1998”, pubblicato come Gruppo di Lavoro, 1999) propose una nuova classificazione dei comuni italiani, secondo la quale il comune di Guardiaagrele veniva declassificato dalla 1ª alla 2ª categoria, che tuttavia non venne adottata dalle autorità competenti.

In seguito al Dlgs 112/1998, la competenza in materia di aggiornamento dell’assegnazione dei Comuni alle zone sismiche passò a Regioni e Province Autonome. Allo Stato rimase la competenza di definire i criteri generali per tale aggiornamento e la competenza in materia di norme tecniche.

Il terremoto di San Giuliano di Puglia del 2002 riportò drammaticamente alla attenzione il fatto che la situazione delle norme e della classificazione era ancora la stessa del 1984.

Con un intervento di emergenza, l'Ordinanza PCM 3274/2003 aggiornò l'assegnazione dei comuni alle zone sismiche, combinando la classificazione allora vigente con la "Proposta 1998" e definendo per la prima volta la zona 4; da allora tutta Italia appartiene a una delle 4 zone sismiche. L'Abruzzo (DGR n.438 del 29/3/2003) recepì le assegnazioni dell'Ordinanza senza modificarle, secondo la quale Guardiagrele tornava ad essere Zona 1.

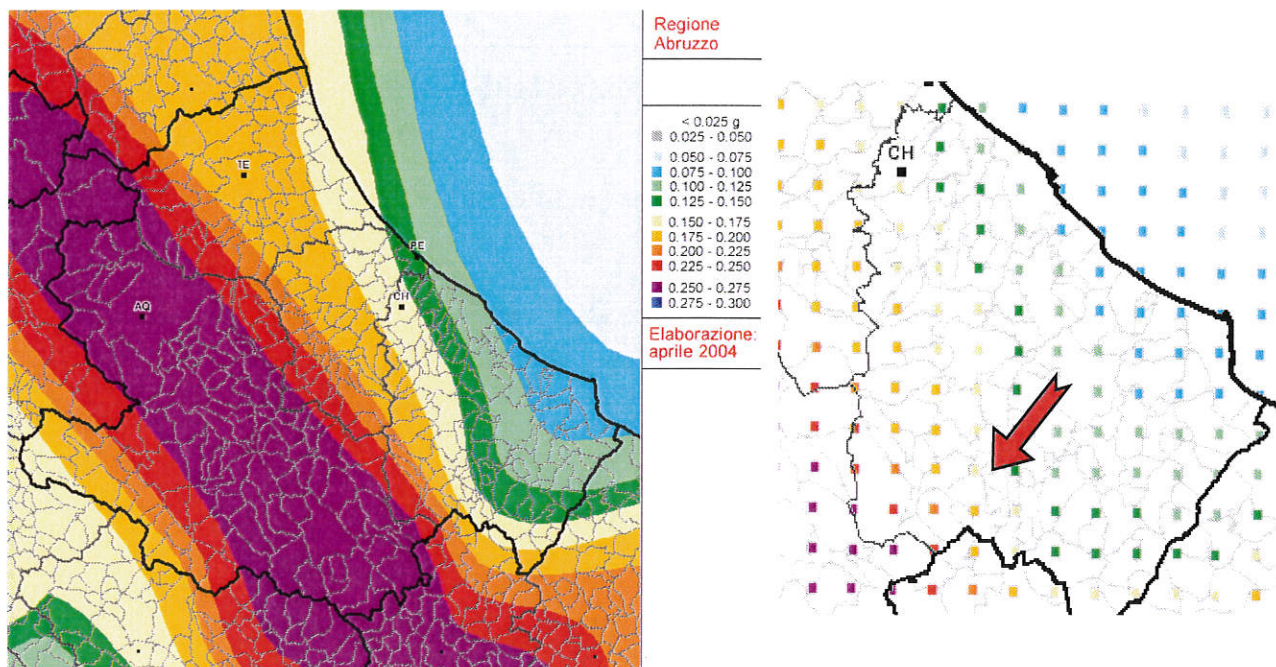


Da allora non siamo più in presenza di una "classificazione sismica nazionale", ma di distinte "classificazioni regionali".

Nell'Aprile 2004 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha presentato alla Commissione Grandi Rischi, Sezione Rischio Sismico, una nuova mappa di pericolosità sismica (MPS04) elaborata secondo i criteri proposti dall'Ordinanza PCM 3274 (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>). La Regione Abruzzo ha recepito l'OPCM 3274 senza ulteriori modifiche.

Nel corso del 2006 una nuova Ordinanza (OPCM 3519/2006) ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale e ha definito i criteri che le Regioni devono seguire per aggiornare le afferenze dei Comuni alle 4 zone sismiche.

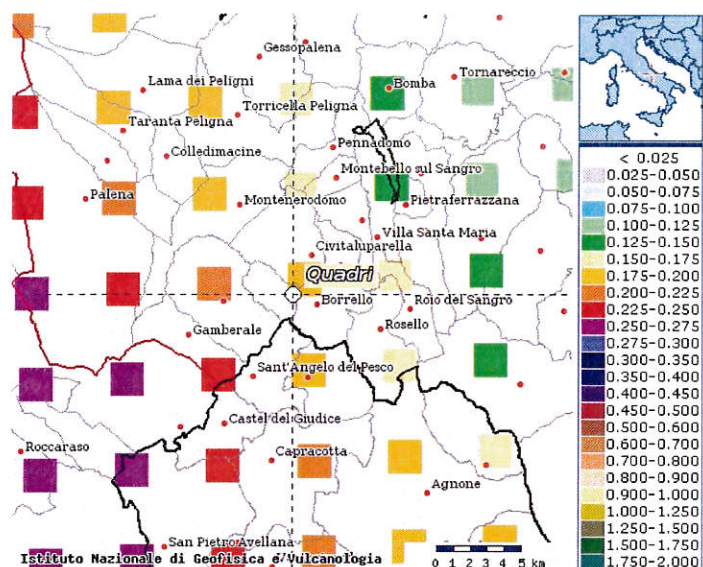
Quindi, attualmente, il comune di Quadri rientra nella **Zona Sismica 2** a cui è associata un'accelerazione massima su suolo rigido ag, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresa tra **0.15 e 0.25g**.



4.3 – Stima della magnitudo attesa

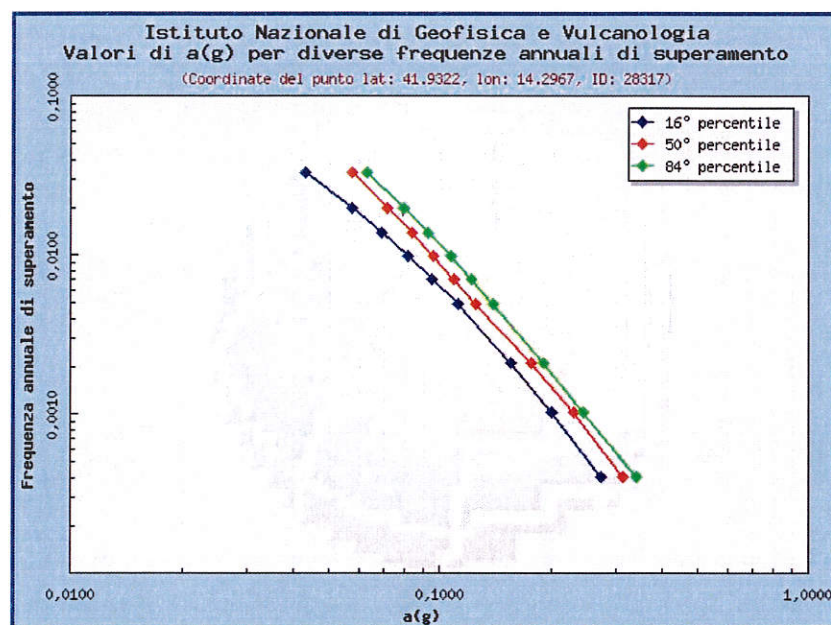
La magnitudo è una grandezza molto importante per la definizione della pericolosità sismica e, quindi, dell'azione sismica. Un metodo semplice per stimare tale valore è quello che considera la zonazione sismo genetica **ZS9**, secondo la quale la sismicità è suddivisa in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una magnitudo massima attesa.

Nome ZS	Numero ZS	M _{max}
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



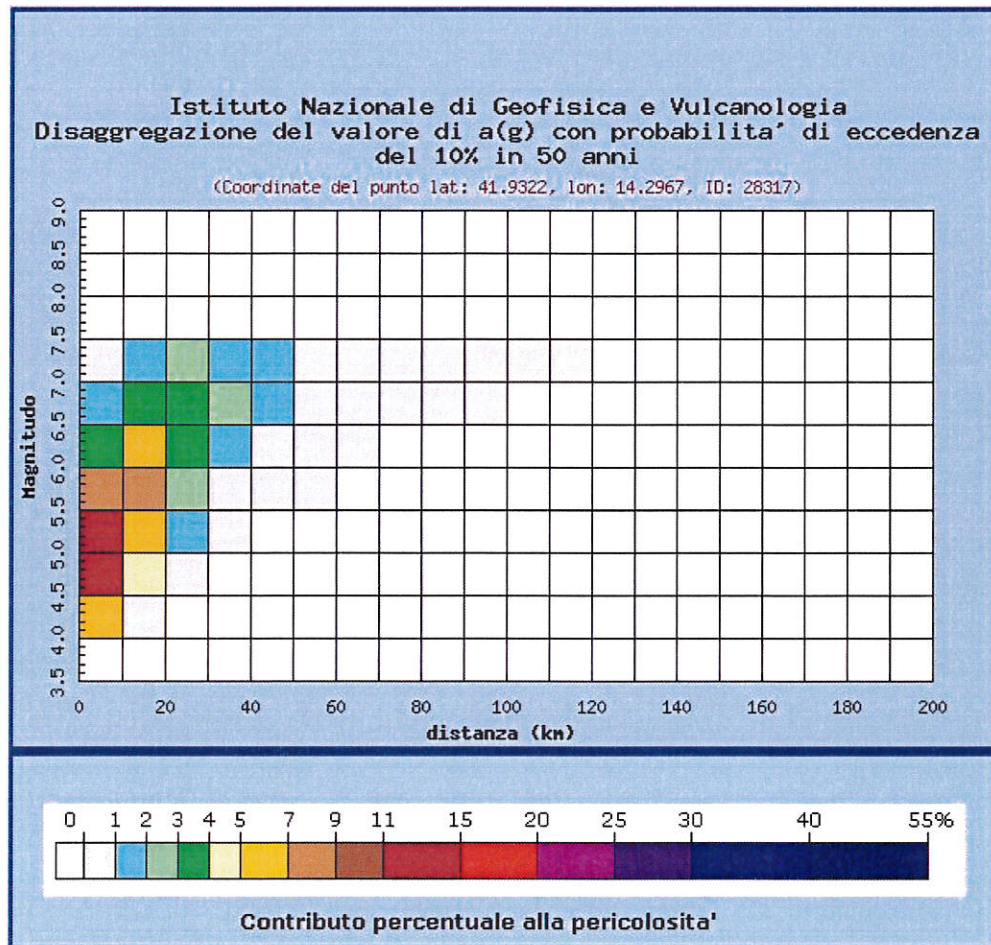
Consultando il catalogo del progetto S1

dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>), è possibile risalire ad una più dettagliata caratterizzazione della pericolosità sismica del territorio comunale ai sensi dell'OPCM 3274 e ad integrazione della zonazione MPS04.



Frequenza annuale di superamento	$a(g)$ (Coordinate del punto lat: 41.9322, lon: 14.2967, ID: 28317)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2714	0.3114	0.3414
0.0010	0.2003	0.2288	0.2428
0.0021	0.1555	0.1759	0.1901
0.0050	0.1114	0.1248	0.1392
0.0071	0.0950	0.1088	0.1210
0.0099	0.0814	0.0955	0.1064
0.0139	0.0692	0.0831	0.0925
0.0200	0.0572	0.0716	0.0789
0.0333	0.0427	0.0571	0.0628

Tra i risultati degli studi eseguiti per tale progetto, è stato possibile stimare per qualunque sito una coppia di riferimento magnitudo-distanza (M-R) al fine di individuare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito, cioè la disaggregazione della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999).



La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso, considerando i valori di accelerazione orizzontale di picco su suolo rigido con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 41.9322, lon: 14.2967, ID: 28317)										
	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	6.660	14.900	11.200	7.320	3.830	1.060	0.401	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.918	4.190	6.340	7.110	6.140	3.840	1.830	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.145	1.200	2.650	3.560	3.460	2.120	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.047	0.661	1.550	2.120	1.620	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.585	1.160	1.070	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.147	0.593	0.666	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.210	0.306	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.116	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.053	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.021	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	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
5.680	14.700	0.979

Terremoti da moderati a forti, a distanze non superiori di 10 Km controllano le pericolosit  in siti caratterizzati da alti valori di scuotimento, mentre in siti caratterizzati da eventi frequenti di modesta magnitudo la pericolosit    dominata da terremoti deboli e locali.

CAP. 5 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

5.1 - Scopo delle indagini

Le indagini geognostiche sono state programmate al fine di verificare i dati di carattere geologico acquisiti dalla Letteratura specifica e dal rilevamento di campagna. Nella programmazione si è tenuto conto della tipologia delle opere previste in progetto e delle caratteristiche geomorfologiche dell'area.

Le indagini in sito si propongono di ricostruire la stratigrafia del sito; di valutare le caratteristiche geotecniche; di rilevare eventuali falde freatiche.

5.2 - Ampiezza e mezzi di indagine

Tenuto conto della tipologia delle opere in progetto, che non prevedono interventi sulle fondazioni, e in accordo con il Progettista, si è ritenuto utilizzare i dati di precedenti indagini eseguite nel sito in esame e in aree limitrofe, ed è stata programmata la seguente campagna di indagine:

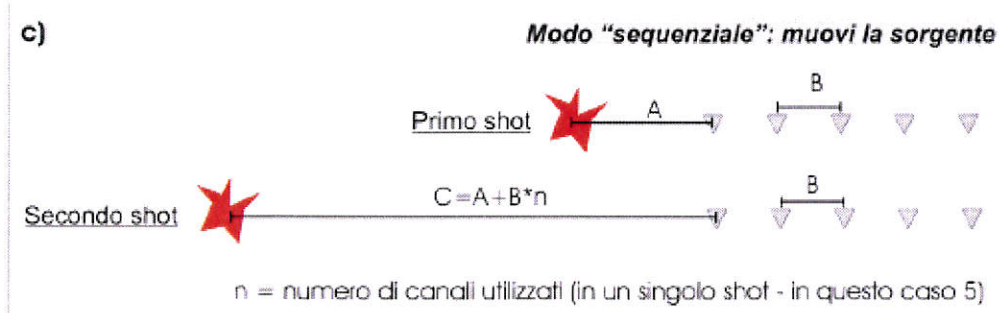
- ***n.1 indagine sismica del tipo Masw.***

PROSPEZIONE SISMICA MASW

MASW è l'acronimo di *Multi-channel Analysis of Surface Waves* (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie, più specificatamente la dispersione delle onde di superficie.

La MASW standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente delle onde di Rayleigh), generate da una sorgente ad impatto verticale (classica martellata), tramite comuni geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5Hz.

Dal momento che la strumentazione utilizzata si componeva di un sismografo da 12 canali, è stato necessario fare una doppia acquisizione e sommare successivamente i due dataset (da 12 tracce) per ottenere un unico dataset che “simula” un’acquisizione a 24 tracce.



L’acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 12 canali (mod. DOREMI della SARA Electronic Instruments srl) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz (spaziatura tra geofoni 2m, 1s di acquisizione, offset minimi di 2 e 10 m).

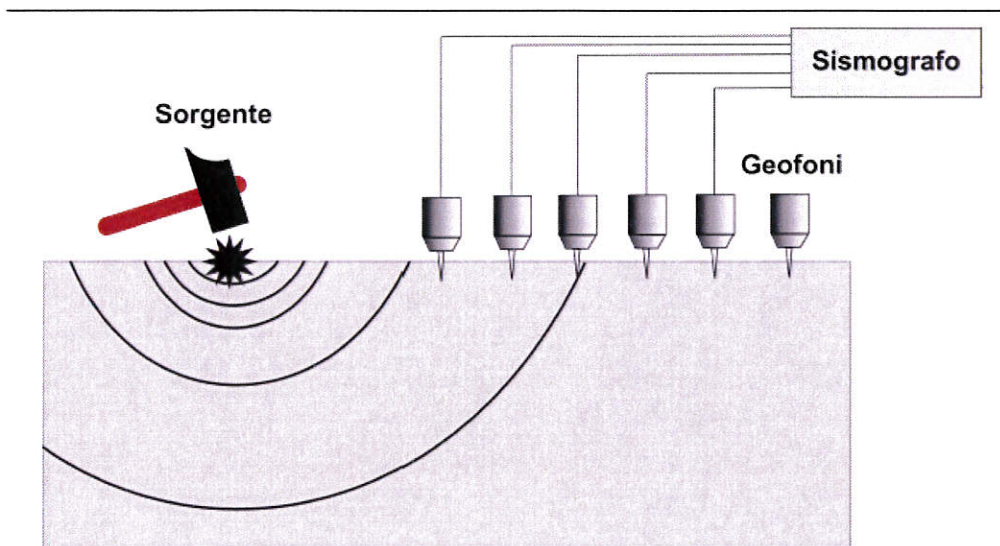


Figura 1. Stendimento sismico. Nel caso si utilizzi una sorgente ad impatto verticale e geofoni a componente verticale, si acquisiranno dati utili all’analisi delle onde di Rayleigh.

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software winMASW 6.0 Standard (www.eliosoft.it).

5.3 - Risultati delle indagini

Sulla base dei risultati delle indagini di seguito si riporta una caratterizzazione stratigrafica e fisico-meccanica dedotta da altri studi degli orizzonti attraversati.

CARATTERI STRATIGRAFICI

Orizzonte A

Terreno vegetale-colluvi alterati costituiti da argille, limi, sabbie con inclusioni detritiche.

Orizzonte B

Alternanza irregolare di limi grigio-avano e argille limose con intercalazioni sabbiose giallastre a livelli arenacei.

CARATTERI GEOTECNICI

Orizzonte A

Le caratteristiche geotecniche sono variabili per il grado di eterogeneità litologica e l'elevata compressibilità

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0.2 - 0.3 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0.05 - 0.07 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 19 - 23^\circ$

Peso di volume..... $\gamma = 1.8 - 1.9 \text{ T/m}^3$

Modulo edometrico..... $E = 30 - 40 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Winkler..... $W = 1.5 - 2.4 \text{ Kg/cm}^2$

Orizzonte B

Tale orizzonte può presentare forti variazioni della consistenza (che aumenta con la profondità), pertanto, di seguito si riportano valori medi.

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0.8 - 1.3 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0.12 - 0.14 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 23^\circ - 25^\circ$

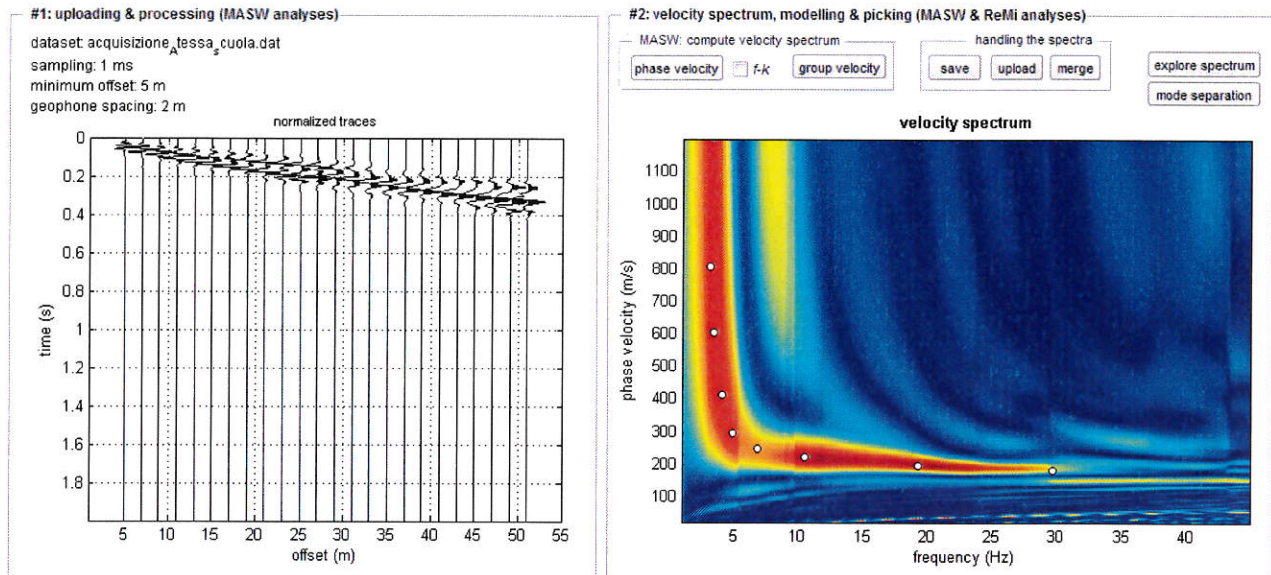
Peso di volume..... $\gamma = 1.9 - 2.1 \text{ T/m}^3$

Modulo edometrico..... $E = 70 - 120 \text{ Kg/cm}^2$

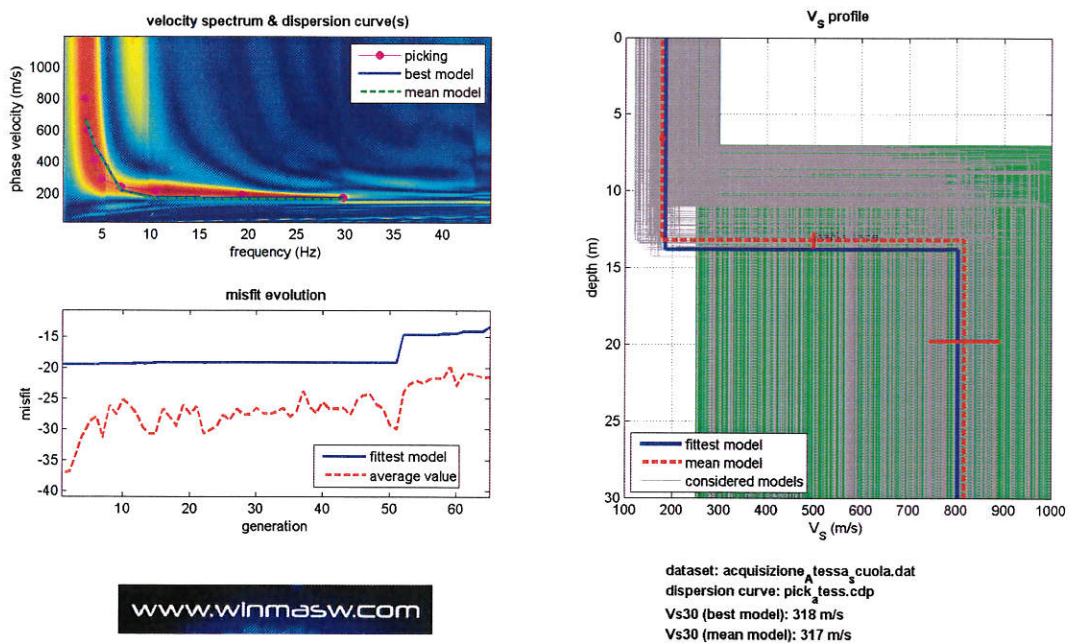
Modulo di Winkler..... $W = 3.0 - 5.0 \text{ Kg/cm}^2$

CARATTERI SISMICI

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS). Di seguito lo spettro di velocità calcolato. Il dataset appare dominato dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

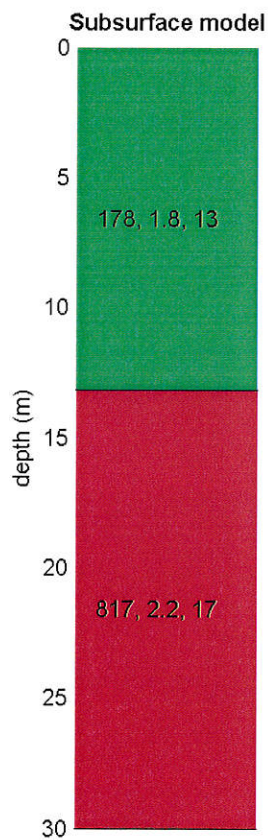
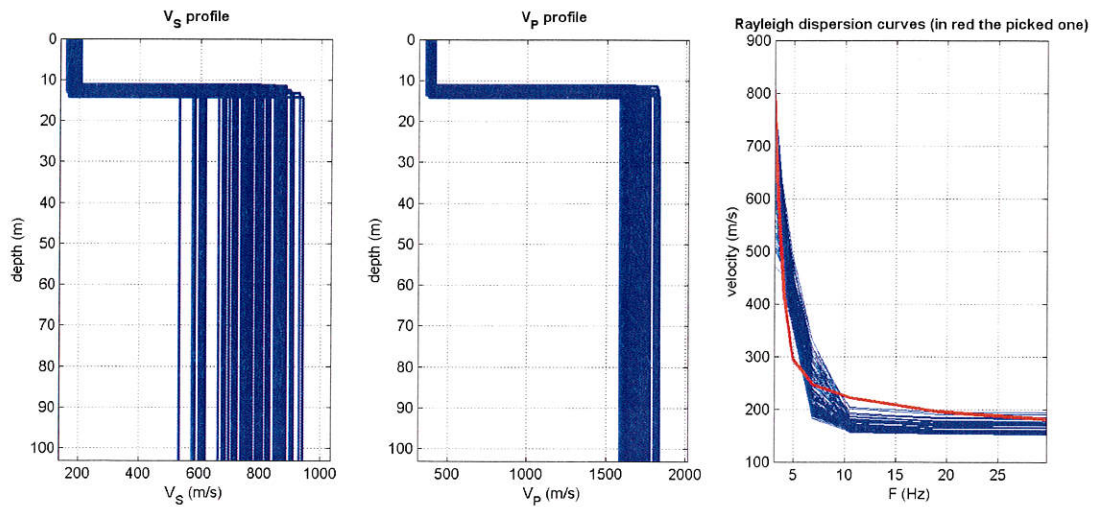


Nella seguente immagine si riportano i risultati dell'inversione della curva di dispersione.



Il primo grafico rappresenta lo spettro osservato, le curve di dispersione piccate e le curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra, invece, si mostra il profilo verticale V_s . In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni".

Dall'elaborazione vengono fuori anche i profili di velocità per le onde S e le onde P.



V _s	density	thickness
(m/s)	(gr/cm ³)	(m)

Il modello medio individuato per il sottosuolo è il seguente, con un valore medio del V_{s30} pari a circa **317 m/s** (**Categoria C** - “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina”).

Definizione dell'azione sismica (cap. 3.2.3 delle NTC 2008)

Le attuali NT per le Costruzioni (DM 14.01.2008) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona, e quindi territorio comunale, precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche. Dal 1 luglio 2009, con l'entrata in vigore delle Norme, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento “**propria**” individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera.

Considerando per l'opera una vita nominale di 50 anni ed una classe d'uso I ($C_U = 0.7$), si ottiene un periodo di riferimento V_R pari a 35.

In ordine ai valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* da utilizzare per definire l'azione sismica del sito di progetto nei modi previsti dalle NTC del DM 14 gennaio 2008, si utilizzeranno i dati riportati nella Tabella seguente e riferiti a suolo rigido con morfologia orizzontale:

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.052	2.369	0.304
50	0.066	2.487	0.314
72	0.079	2.526	0.324
101	0.091	2.545	0.336
140	0.104	2.558	0.343
201	0.121	2.554	0.353
475	0.168	2.523	0.386
975	0.219	2.509	0.397
2475	0.300	2.506	0.406

A partire da questi dati, si ricavano gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali e verticali del moto per gli stati limiti di esercizio e per gli stati limite ultimi, in funzione anche delle amplificazioni stratigrafiche e topografiche di sito.

Il calcolo delle amplificazioni stratigrafiche S_s è funzione dei parametri sismici sopra riportati, mentre per quanto riguarda il **coefficiente di amplificazione topografica**, ST , ad esso si associa una **categoria topografica T1**.

COROGRAFIA

Scala 1:25.000



Area in esame



CARTA GEOLOGICA

Scala 1:50.000

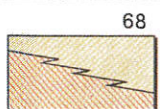
(dalla Carta Geologica d'Abruzzo - Fg. Est, Scala 1:100.000 - redatta da Ghisetti e Vezzani)



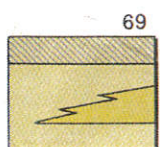
Area in esame



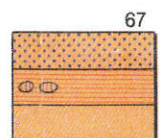
Depositi lacustri argilloso-limoso-sabbiosi; depositi fluviali e fluvio-glaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi; travertini (1). Depositi sabbiosi delle piane costiere (s). Depositi alluvionali terrazzati (t). Detriti di falda e coperture detritico-colluviali; depositi residuali; terre rosse (a). Sedimenti morenici (b). *Olocene - Pleistocene superiore*.



Marne ad Orbulina equiv., Marne con Cerrogna equiv. Marne e calcari marnosi con rara selce in liste e noduli, in alternanza con argille marnose grigie, talora arenacee, caratterizzate nella parte inferiore da intercalazioni di calcareniti massicce a Briozoi, Litotamni e Pectinidi, con sottili e frequenti intercalazioni marnose verdastre (a). Spessore: 150-200 m. *Messiniano inferiore - Miocene medio*.



Formazione di Gamberale - Pizzoferrato. Alternanza di conglomerati ben cementati in banchi da 1 a 2 m, e marne argillose rosse e verdi (a volte difficilmente differenziabili dalle sottostanti Argille policrome), con intercalazioni di calciruditi bioclastiche con selce, in banchi lenticolari spessi da 3 a 5 m (a). Conglomerati e paraconglomerati con abbondante matrice sabbioso-argillosa (Gamberale) a prevalenti clasti di calcari, selci ed argille, con diametro fino a 10-20 cm (Colle Zingaro). Faune ad *Amphistegina* spp., Nummuliti e Rudiste rimaneggiate. Calcareniti zonate giallastre con intercalazioni di peliti rosse e verdi (b, Pietransieri). Spessore: 300-800 m. *Miocene medio-inferiore*.



Flysch di Agnone. Alternanza argilloso-arenacea in strati sottili (a) con livelli arenacei che tendono ad aumentare in spessore (fino a 1-2 m) e frequenza verso l'alto, ove assumono anche granulometrie più grossolane, localmente fino a conglomeratiche (Ateleta, M. dell'Ellera). L'intervallo mediano (b) è caratterizzato da un'alternanza pelitico-arenacea con intercalazioni calcarenitico-calciruditiche e con olistoliti di Calcareniti a Briozoi e Litotamni, Calciruditi a Rudiste, Marne ad Orbulina e calcareniti a Macroforaminiferi (Pietraferazzana, Castiglione Messer Marino). La parte alta della Formazione (c) è costituita da un'alternanza di argille e marne argillose con sottili intercalazioni di arenarie fini grigie. Spessore: > 200 m. *Messiniano*.

scala 1:25.000

(Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo Regionale Abruzzese e del bacino interregionale del F. Sangro) ▲

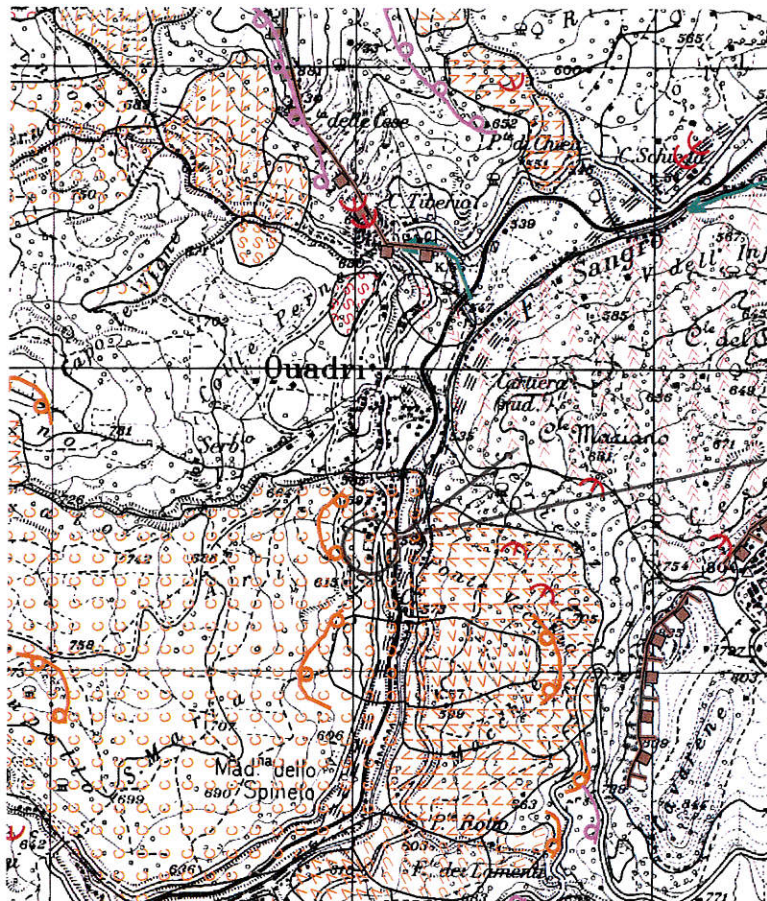
Tavola GM - Foglio n° 379 e



Ubicazione area in esame



NORD



	STATO DI ATTIVITA'		
	ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana			
Trincea o fessura			
Frattura di trazione			
Versante interessato da deformazione profonda			
Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
Corpo di frana di crollo e ribaltamento			
Corpo di frana di scorrimento:			
(A) Traslativo			
(B) Rotazionale			
Corpo di frana di colamento			
Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)			
Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
Contropendenza significativa nel corpo di frana			

Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
Alveo con tendenza all'approfondimento			
Solco da ruscellamento concentrato			
Superficie a calanchi e forme simili			
Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso			
Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato			
Conoidi alluvionali			
Cono di origine mista			

STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA'

scala 1:25.000

(Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo Regionale Abruzzese e del bacino interregionale del F. Sangro)

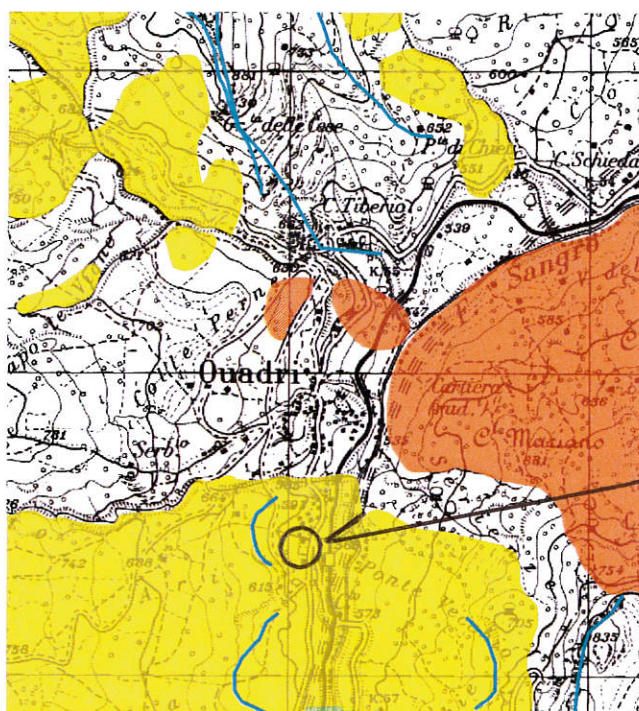
Tavola P – Foglio n° 379 e








Ubicazione area in esame



NORD

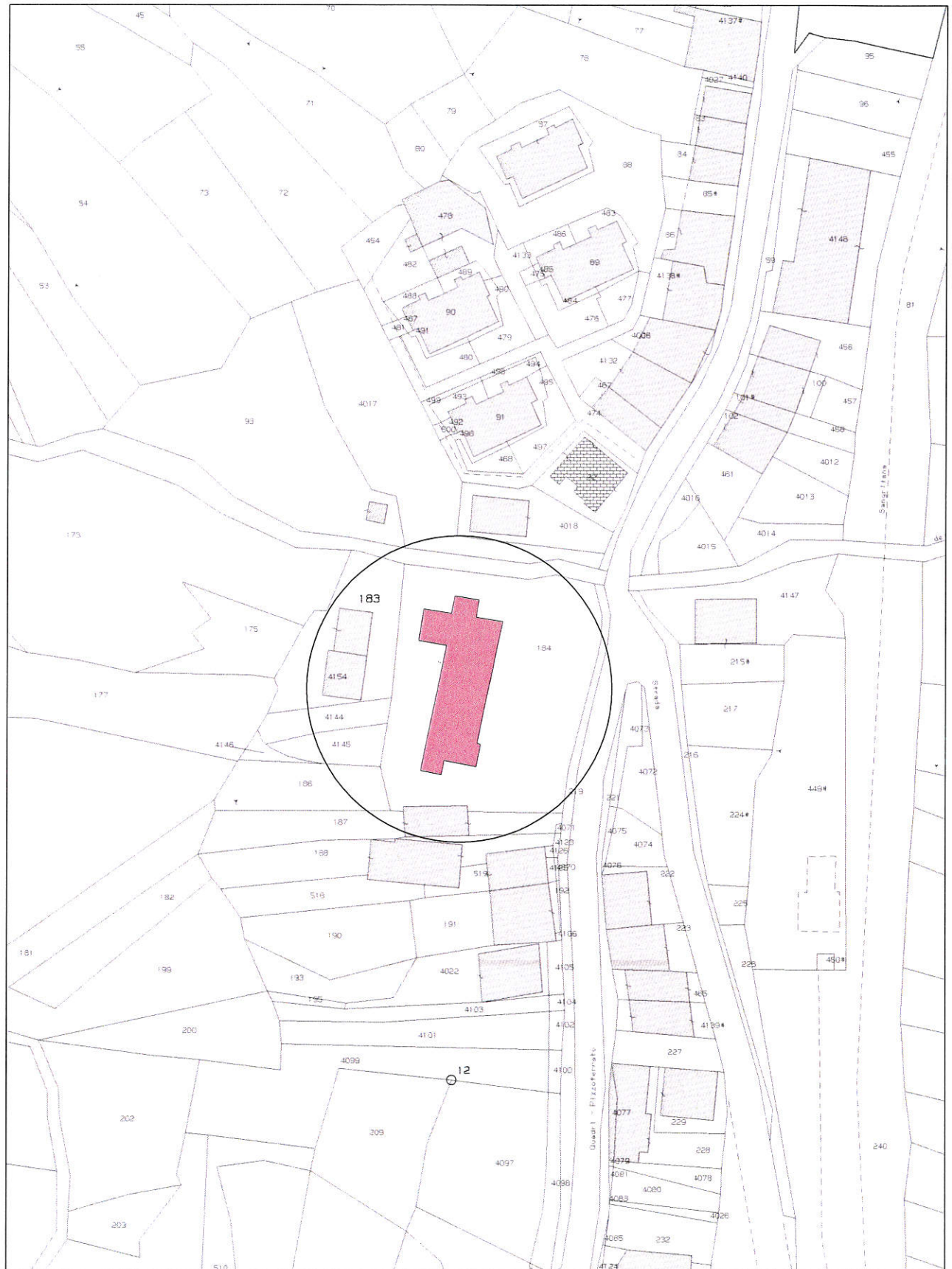


	CLASSE DI PERICOLOSITA'
	P3 – Pericolosità Molto Elevata Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente
	P2 – Pericolosità Elevata Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione
	P1 – Pericolosità Moderata Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione
	P scarpate – Pericolosità da Scarpate Aree interessate da Dissesti tipo Scarpate
	Aree in cui non sono stati rilevati Dissesti

Stralcio catastale

Foglio 8 - Part. 184

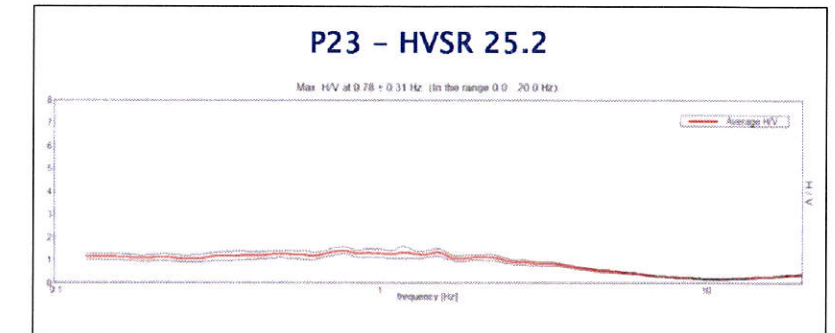
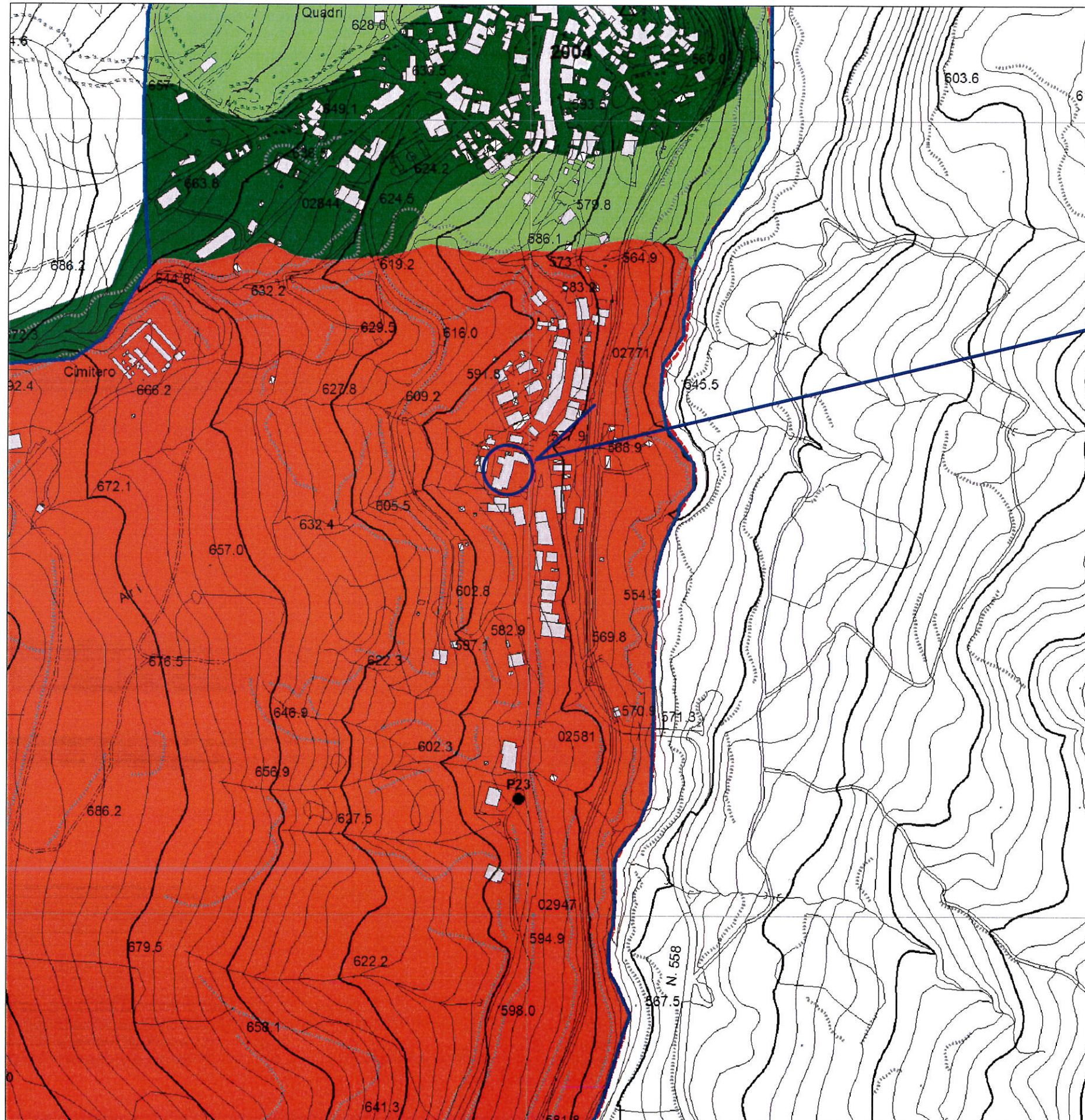
Scala 1:1.000



CARTA DELLE MOPS

(dalla Microzonazione SISMICA di I livello)

○ Ubicazione sito in esame.



Legenda

Zone stabili

3001 Substrato costituito dall'alternanza di litotipi lapidei marnoso-calcarei e livelli argillosi.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

MICROZONA 1
2001

Substrato costituito dall'alternanza di litotipi lapidei marnoso-calcarei e livelli argillosi con pendenza > 15°
Vs=800 m/s

MICROZONA 2
2002

Depositi alluvionali ghiaiosi interdigati alla coltre eluvio-colluviale limoso-argillosa
Vs=800 m/s
3-10 m
Substrato fratturato o alterato
Vs=800 m/s
5-10 m
Substrato costituito dall'alternanza di arenarie, argille-siltose e subordinatamente calcari-marnosi
Vs=800 m/s

MICROZONA 3
2003

Deposito alluvionale ghiaioso
Vs=800 m/s
3-10 m
Substrato costituito dall'alternanza di litotipi lapidei marnoso-calcarei e livelli argillosi
Vs=800 m/s

MICROZONA 4
2004

Substrato fratturato o alterato
Vs=800 m/s
5-10 m
Substrato costituito dall'alternanza di arenarie, argille-siltose e subordinatamente calcari-marnosi
Vs=800 m/s

Zone di attenzione per instabilità

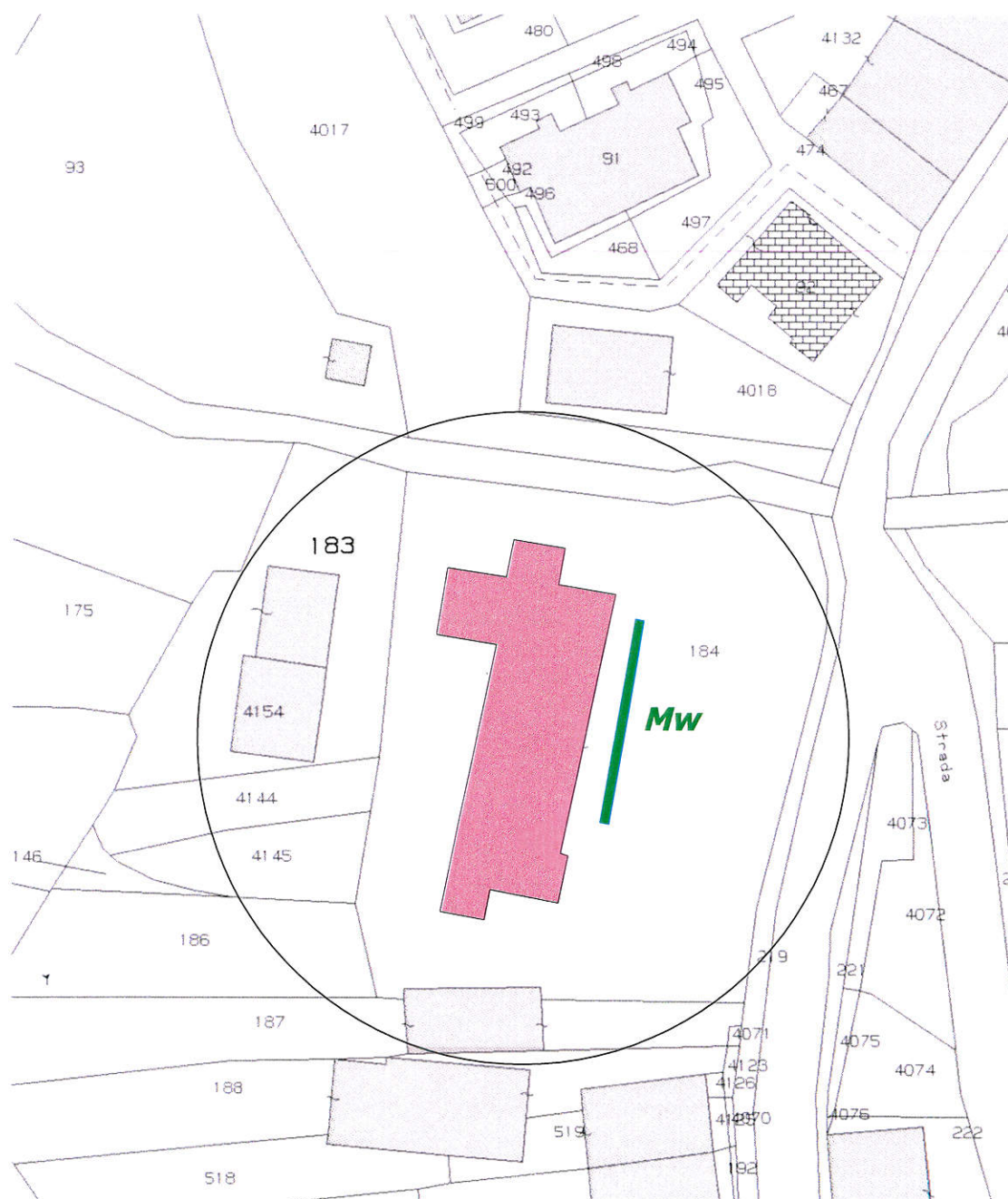
3012 ZA_FR_A - Zona di attenzione per instabilità di versante attiva

3023 ZA_FR_Q - Zona di attenzione per instabilità di versante quiescente

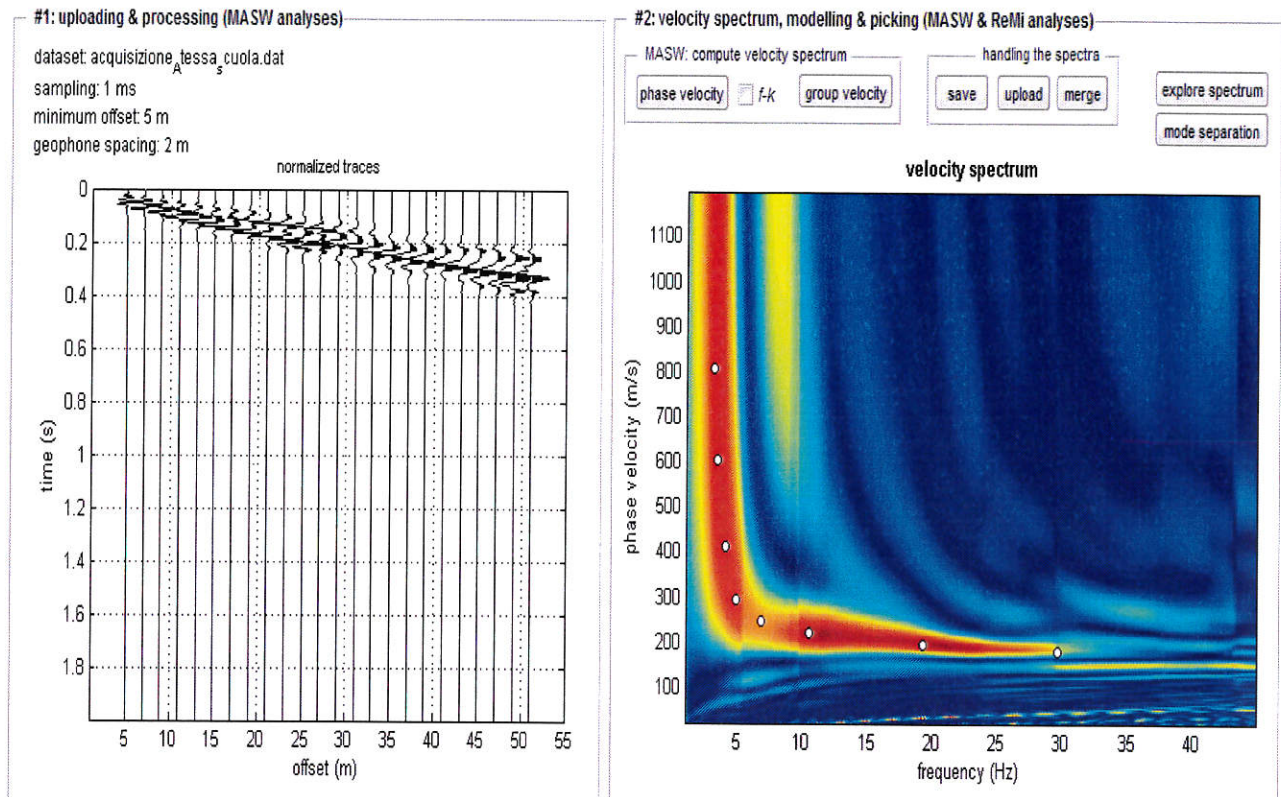
UBICAZIONE INDAGINI



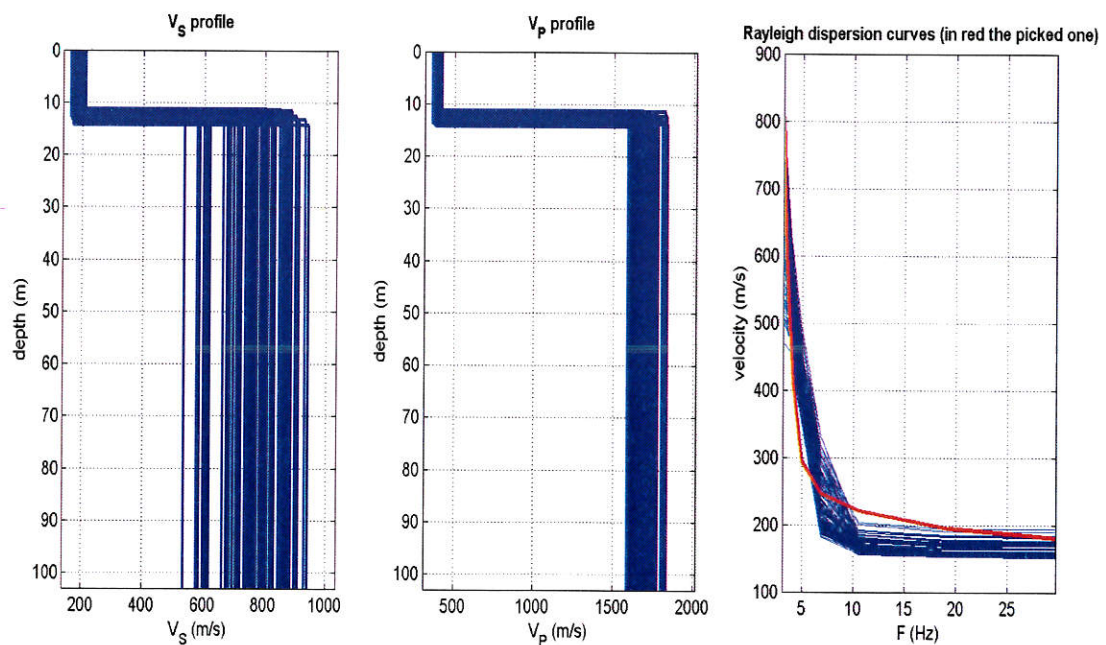
Mw Stendimento sismico del tipo Masw



TABULATI ELABORAZIONI INDAGINE SISMICA MASW

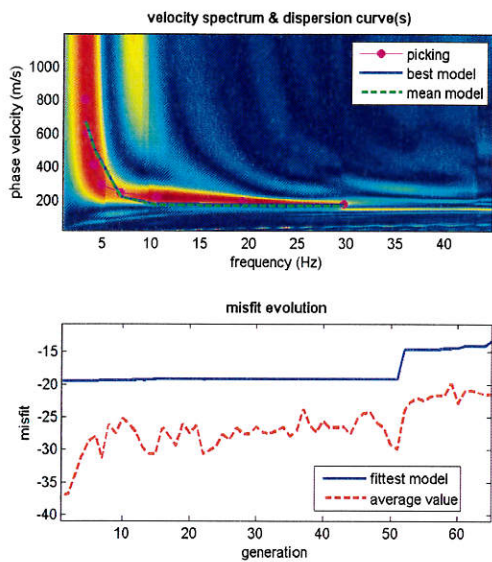


Spettro delle velocità.

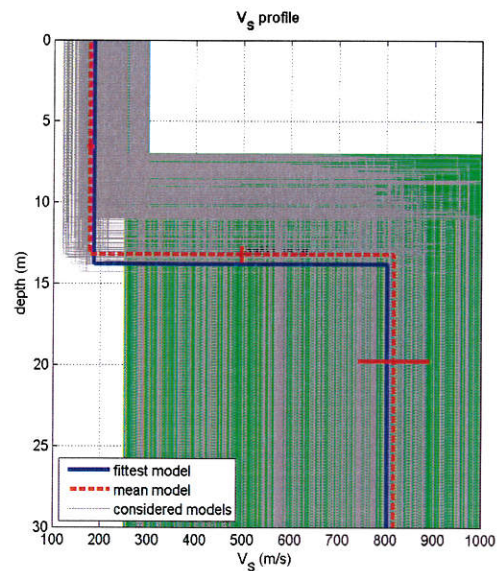


Elaborazione profili di velocità onde S e P.

TABULATI ELABORAZIONI INDAGINE SISMICA MASW

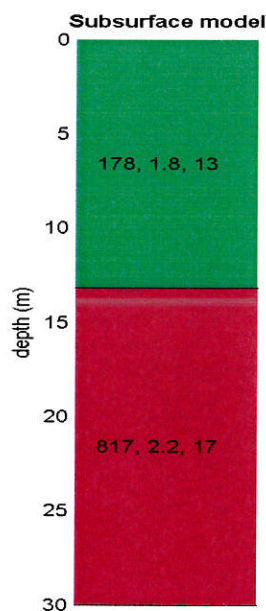


www.winmasw.com



dataset: acquisizione_A_tessa_cuola.dat
dispersion curve: pick_A_tess.cdp
 V_{s30} (best model): 318 m/s
 V_{s30} (mean model): 317 m/s

Inversione curva di dispersione.



V_s	density	thickness
(m/s)	(gr/cm ³)	(m)
178	1.8	13
817	2.2	17

Modello sismico del terreno.