



PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
 DELLE PROVINCE AUTONOME

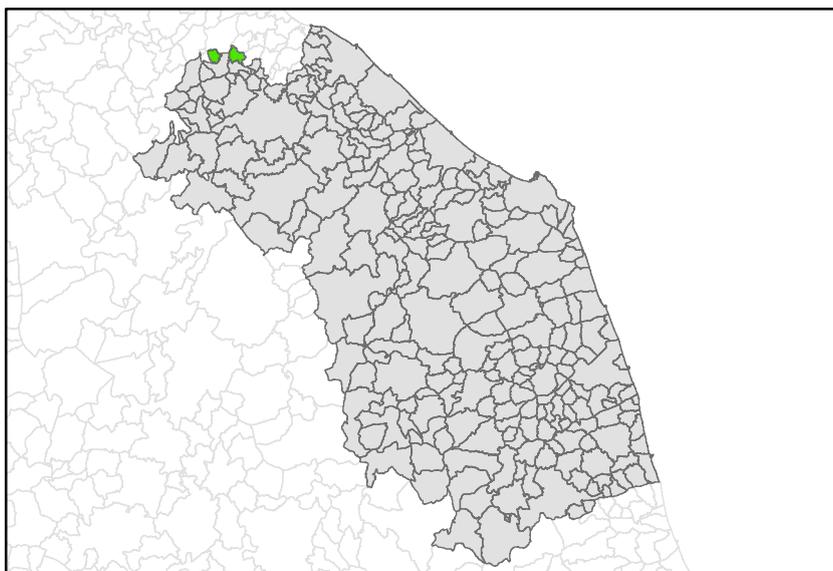
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77
 OCDPC)' & / 201,

PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA. ANNUALITA' 201,

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Marche Comune di Sassofeltrio



Regione



Soggetto realizzatore:

Geol. Paolo Ciacci

Collaboratori:

Geol. Leonardo Celli

Geol. Luca Bianchi

Data:

ClttcVfy'&\$%-

INDICE GENERALE

1. PREMESSA.....	2
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI SISMICI DI RIFERIMENTO.....	3
2.1 <i>Inquadramento sismotettonico.....</i>	3
2.2 <i>Pericolosità sismica di base.....</i>	6
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	10
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	13
5. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	14
5.1 <i>Dati Geotecnici.....</i>	14
5.2 <i>Dati Geofisici.....</i>	14
6. MICROZONAZIONE DI LIVELLO 1.....	15
6.1 <i>Premessa.....</i>	15
6.2 <i>Carta delle Indagini.....</i>	15
6.3 <i>Carta Geologico-Tecnica.....</i>	15
6.4 <i>Sezioni Litotecniche.....</i>	16
6.5 <i>Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.).....</i>	16
6.6 <i>Considerazioni Conclusive.....</i>	18
7. MICROZONAZIONE DI LIVELLO 2.....	19
7.1 <i>Premessa.....</i>	19
7.2 <i>Aree oggetto di studio.....</i>	19
7.3 <i>Metodologie di Elaborazione.....</i>	19
7.4 <i>Elaborati Cartografici.....</i>	22
7.5 <i>Effetti Morfologici – Amplificazione Topografica.....</i>	23
7.6 <i>Considerazioni Conclusive.....</i>	24

Allegati:

Carta delle Indagini (scala 1:10.000).

Carta Geologico - Tecnica (scala 1:10.000).

Sezioni Litotecniche (scala 1:2.000).

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (scala 1:10.000).

Carta delle Frequenze (scala 1:10.000).

Carta di Microzonazione Sismica FA 0.1-0.5 s (scala 1:10.000).

Carta di Microzonazione Sismica FA 0.4-0.8 s (scala 1:10.000).

Carta di Microzonazione Sismica FA 0.7-1.1 s (scala 1:10.000).

DVD contenente il materiale informatizzato secondo gli standard.

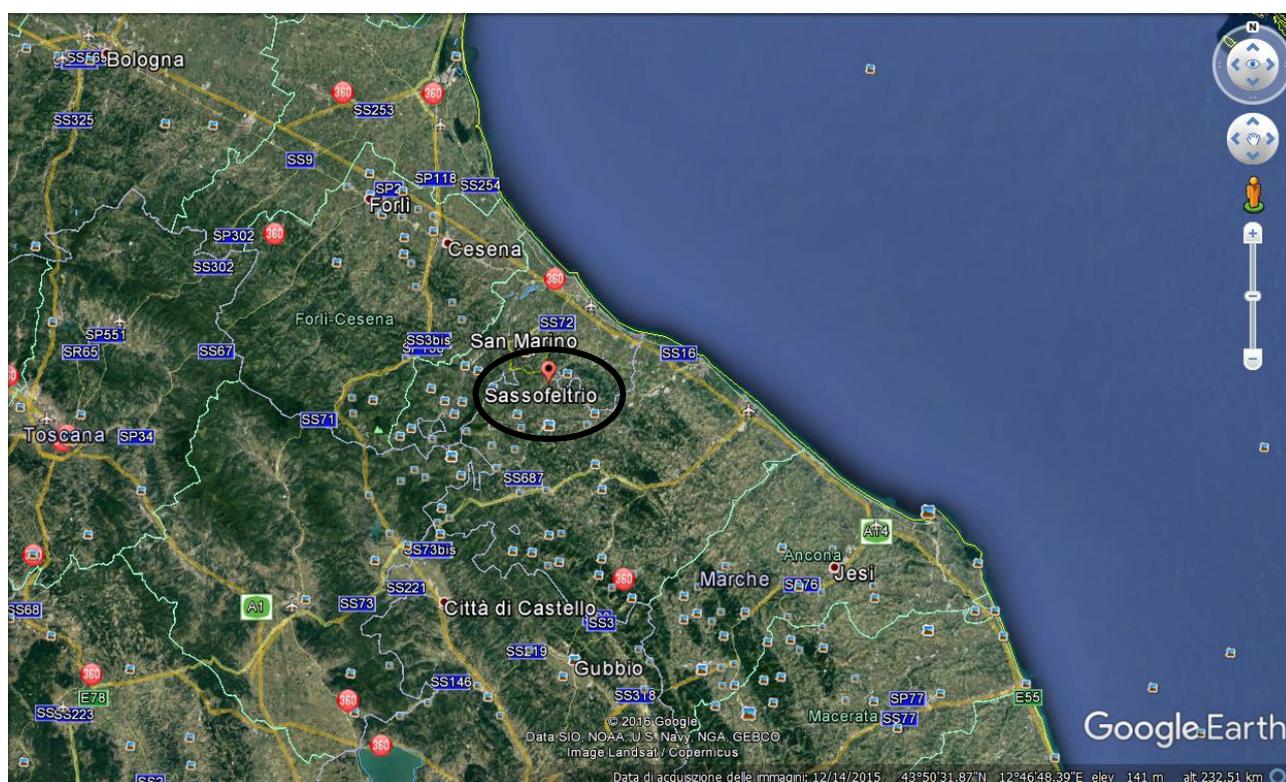
1. PREMESSA.

Su incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Sassofeltrio (PU) in data 12.04.2019, si redige il presente studio di **Microzonazione Sismica di Livello 2** e di aggiornamento del precedente studio di **Microzonazione Sismica di Livello 1**, prefiggendosi come obiettivo la determinazione della pericolosità sismica del territorio Comunale, necessario all'analisi del rischio sismico, applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica e della pianificazione dell'emergenza.

La normativa legislativa di riferimento, in attuazione dell'Art. 11 della Legge 24 Giugno 2009 n. 77, è rappresentata dall'OCDCPC N. 532 del 12.07.2018 e Decreto n. 8/SPC del 05/02/2018.

La normativa tecnica di riferimento in materia di microzonazione sismica è rappresentata dagli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (I.C.M.S.) redatti dal Dipartimento della Protezione Civile ed approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Il territorio del Comune di Sassofeltrio (PU) ha un'estensione complessiva di circa 30 kmq e si sviluppa geograficamente sulle prime propaggini collinari prospicienti la costa romagnola, lungo la valle del Torrente Conca. È delimitato a Sud-Est dal Torrente Conca e dal territorio comunale di Mercatino Conca (PU), ad Est dal territorio comunale di Gemmano (RN), a Nord-Est dal territorio comunale di Montescudo (RN), a Nord-Ovest dalla Repubblica di San Marino (RSM) e ad Ovest dal territorio comunale di Monte Grimano Terme (PU).



2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI SISMICI DI RIFERIMENTO.

2.1 Inquadramento sismotettonico.

Il bordo appenninico esterno e l'attuale fascia costiera sono il prodotto di un sistema ad embrici e accavallamenti che regola il sollevamento e lo sviluppo della catena appenninica. Secondo le ricerche dell'AGIP (Pieri e Groppi, 1981) la Pianura Padana meridionale costituisce una stretta fascia allungata parallelamente ai rilievi del bordo appenninico entro cui si è verificato un consistente accumulo di depositi soprattutto neogenici. La presenza di strutture tettoniche sepolte drappeggiate ed annegate da tali depositi, storicamente ipotizzata, è stata accertata attraverso la realizzazione di sezioni sismiche.

Lungo il bordo appenninico esterno e la fascia di pianura antistante gli elementi strutturali accatastati vengono a formare un prisma di accrezione che per la complessa interferenza tra l'attività tettonica e quella sedimentaria assume i caratteri di una pronunciata fossa tettonica (Scandone, 1980) denominata "Avanfossa appenninicoadriatica" (Ori, Roveri e Vannoni, 1986).

La struttura principale di questo settore della costa romagnola è un sovrascorrimento cieco, con al tetto un'anticlinale sepolta, appartenente al fascio delle Pieghe Adriatiche, considerato tuttora attivo (Boccaletti et al., 2004; Vannoli et al., 2004; Lavecchia et al., 2004).

Si vedano inoltre i risultati del profilo CROP03 (*La linea CROP 03: Appennino Settentrionale*).

Questa struttura immerge, lungo l'asse, verso WNW ed emerge verso ENE, nel pesarese.

Da "*La sismicità della zona costiera adriatica nord-marchigiana di Stefano Mazzoli e Chiara Macchiavelli*" si trae che studi effettuati in tempi recenti da gruppi di ricerca (Borraccini et alii, 2002, 2005; Di Bucci et alii, 2003; Santini et alii, 2011; Macchiavelli et alii, 2012) indicano che la sismicità della zona costiera delle Marche settentrionali mostra un comportamento complesso, caratterizzato da una notevole variabilità delle orientazioni degli assi di massima e minima compressione (Fig. 1).

Tale complessità è tipica delle zone esterne dell'Appennino, che sono caratterizzate da terremoti con soluzioni focali di vario tipo (da faglia inversa, da faglia trascorrente, da faglia normale, da faglia a scorrimento obliquo con variabili componenti laterali, normali o inverse) ed orientazione variabile degli assi di compressione (P) e di estensione (T) (Gasparini et alii, 1985; Zollo et alii, 1995; Frepoli & Amato, 1997; Gruppo di Lavoro CPTI, 1999; Mariucci et alii, 1999; Frepoli & Amato, 2000; Galadini et alii, 2000; Meletti et alii, 2000, 2008; Selvaggi et alii, 2001; Di Bucci et alii, 2003; Santini et alii, 2011).

Nonostante esista un notevole dibattito scientifico circa la cinematica delle faglie attive ed il campo di stress attualmente dominante nell'area d'interesse (Frepoli & Amato, 1997, 2000; Montone et alii, 1999, 2004, 2012; Boncio et alii, 2000; Di Bucci & Mazzoli, 2002; Vannoli et alii, 2004; Chiarabba et alii, 2005; Pondrelli et alii, 2006; Basili et al., 2007; Boncio & Bracone, 2009; Piccinini et alii, 2009; Pierdominici et alii, 2012; Macchiavelli et alii, 2012), tutti gli Autori concordano sul fatto che le faglie attive principali che controllano la sismicità dell'area siano rappresentate da strutture con direzione circa parallela alla costa e immersione dominante verso sud-ovest (costituite, almeno originariamente, da faglie inverse).

Tali faglie sono efficacemente rappresentate all'interno del database delle sorgenti sismogenetiche individuali (DISS) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV (<http://diss.rm.ingv.it/dissNet/>; Fig. 2).

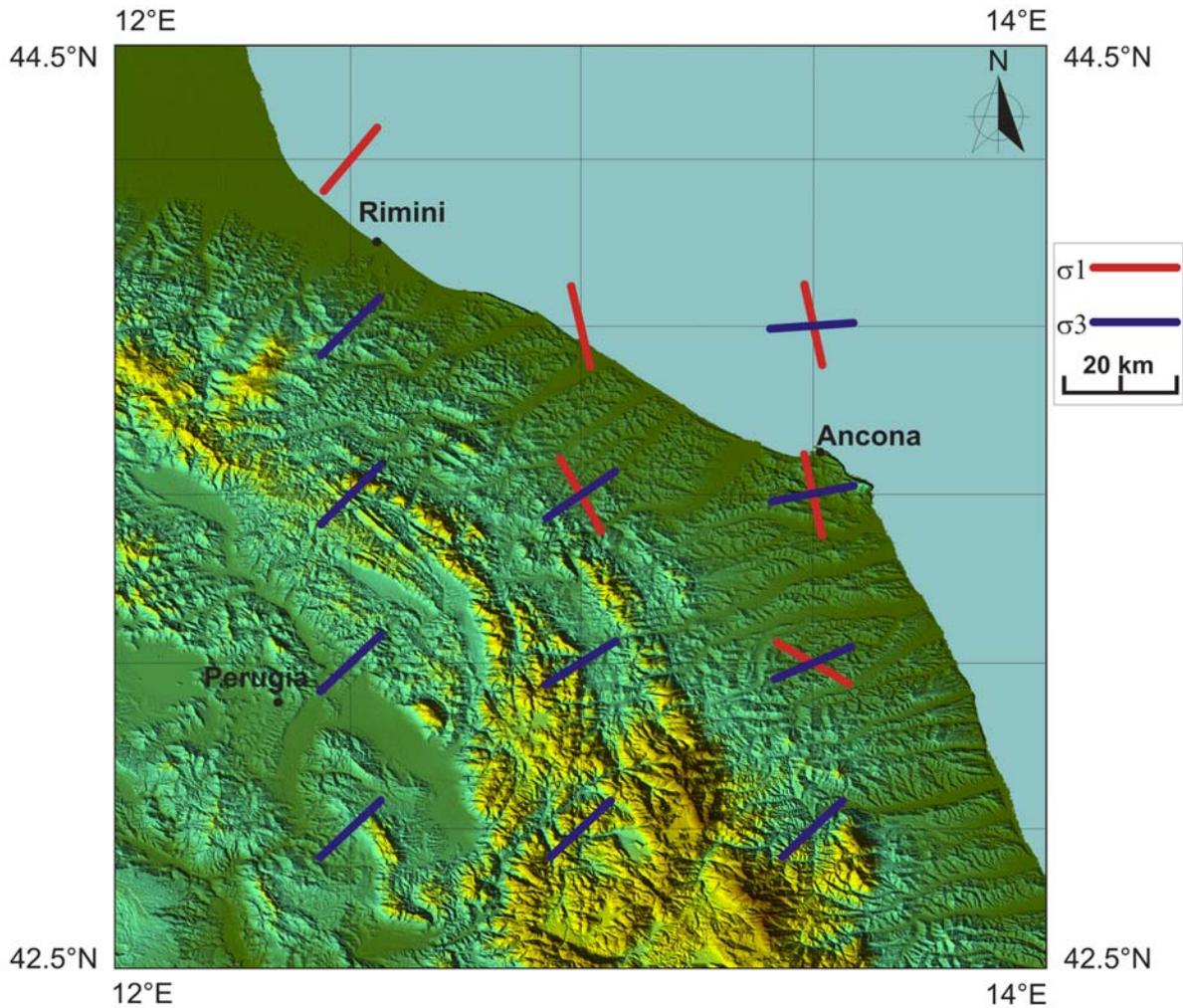


Fig. 1. Proiezione in mappa degli assi di massima compressione (σ_1) e minima compressione (σ_3) per l'area umbro-marchigiano-romagnola (da Macchiavelli et alii, 2012).

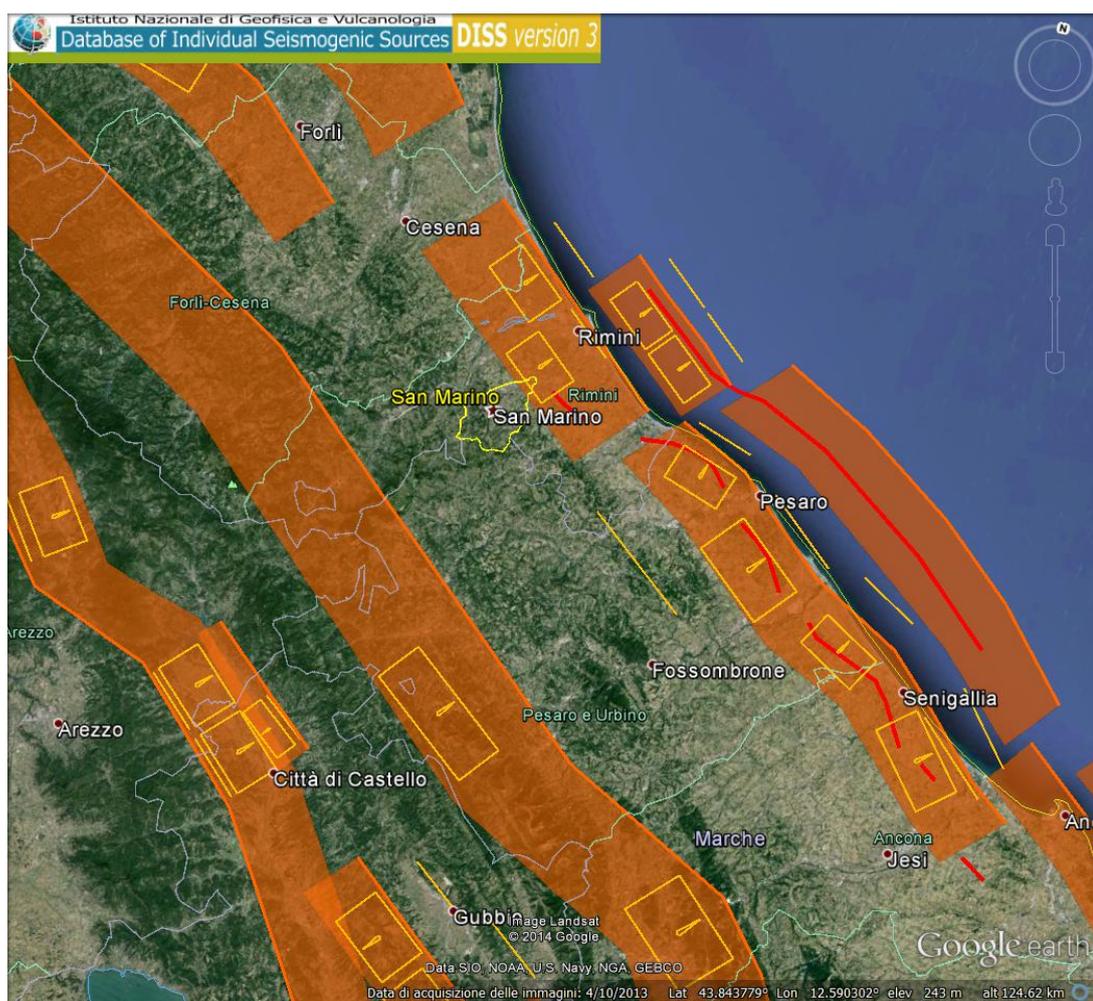
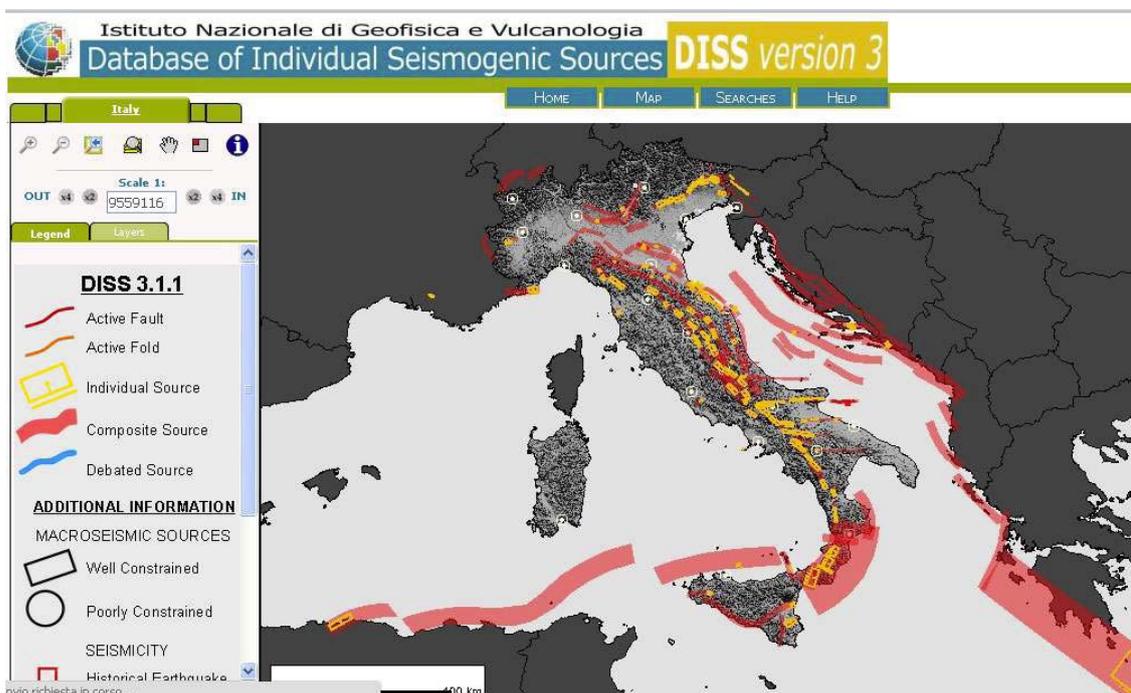


Fig. 2. Immagini tratte dal database delle sorgenti sismogenetiche individuali (DISS) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV (<http://diss.rm.ingv.it/dissNet/>).

Sulla base del database delle sorgenti sismogenetiche individuali (DISS), risulta evidente come la costa adriatica nord-marchigiana sia caratterizzata da un'elevata densità di faglie attive e sorgenti sismogenetiche.

L'interpretazione di profili sismici a riflessione e la costruzione di sezioni geologiche bilanciate hanno permesso l'individuazione di faglie profonde che coinvolgono il basamento, interessando tutta la crosta superiore (v. anche Barchi *et alii*, 1998), con un potenziale sismogenetico ben diverso da quello comportato dalla presenza di faglie pellicolari suggerite in studi precedenti (Bally *et alii*, 1986).

2.2 Pericolosità sismica di base.

Sulla base del Data Base Macrosismico Italiano (Stucchi *et al.*, 2007), si riporta la storia sismica del Comune di Sassofeltrio.

Sassofeltrio



PlaceID	IT_50967
Coordinate (lat, lon)	43.890, 12.512
Comune (ISTAT 2015)	Sassofeltrio
Provincia	Pesaro e Urbino
Regione	Marche
Numero di eventi riportati	4

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3-4	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
4	1987	07	05	13	12	3	Montefeltro	90	6	4.44
NF	1993	06	05	19	16	1	Valle del Topino	326	6	4.72
4	2001	11	26	00	56	5	Casentino	211	5-6	4.63

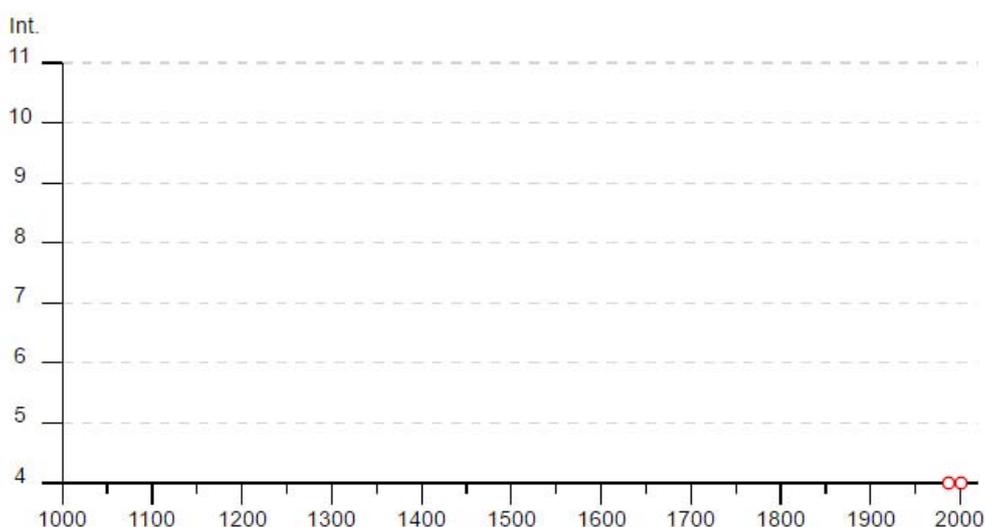


Fig. 3. Storia sismica del Comune di Sassofeltrio. (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15>).

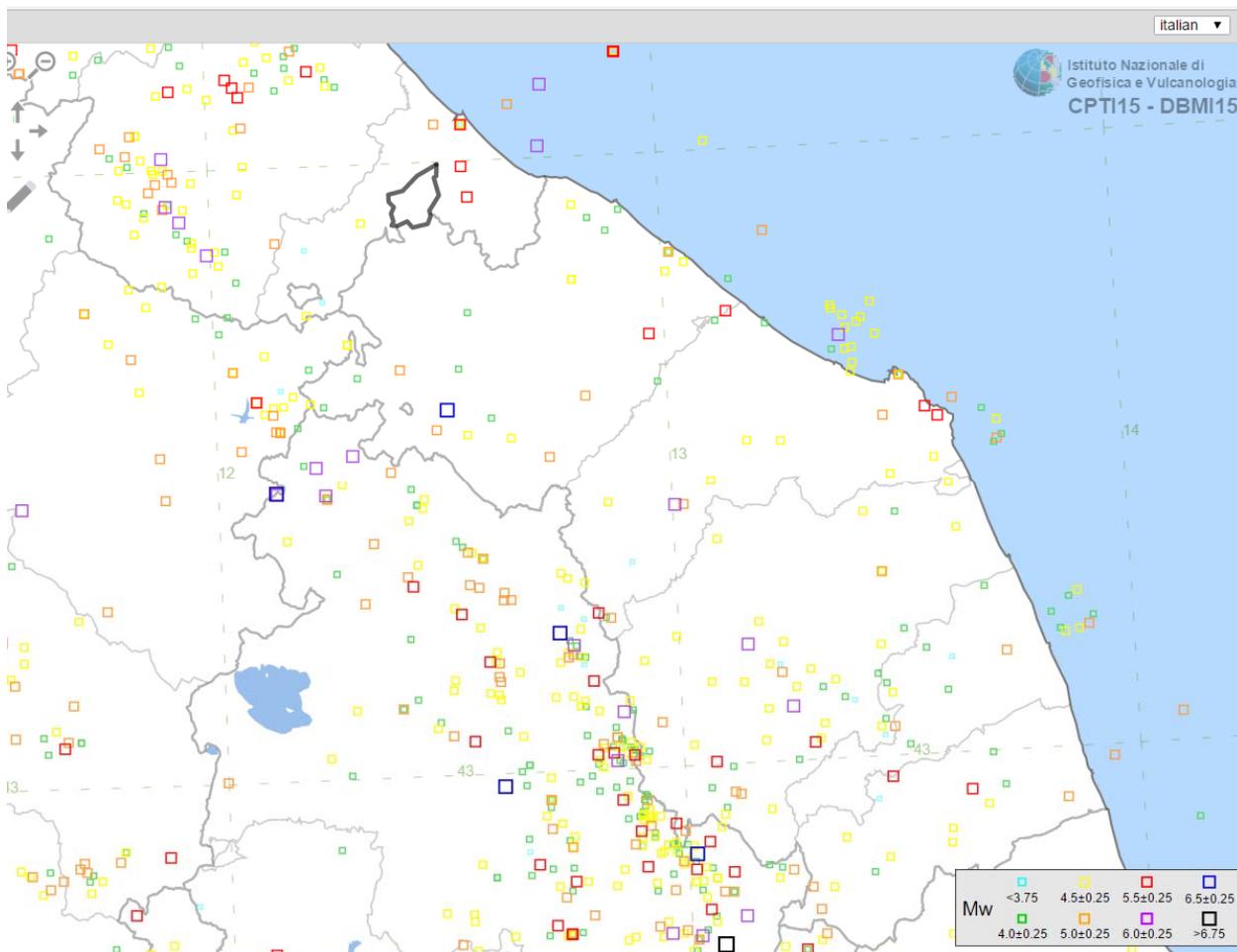


Fig. 4. Distribuzione degli eventi sismici (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15>).

I dati sismici storici sopra riportati sono reperibili al seguente indirizzo web <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>

Si riporta inoltre la storia sismica del Comune di Rimini e del Comune di Pesaro.

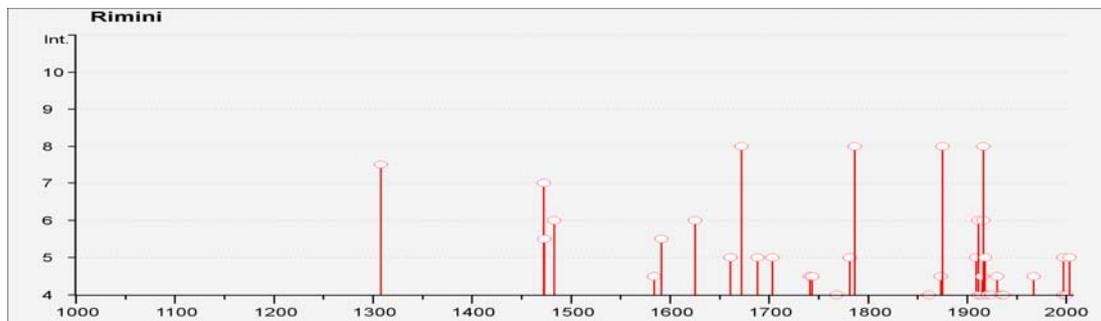


Fig. 5. Storia sismica del Comune di Rimini (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>).

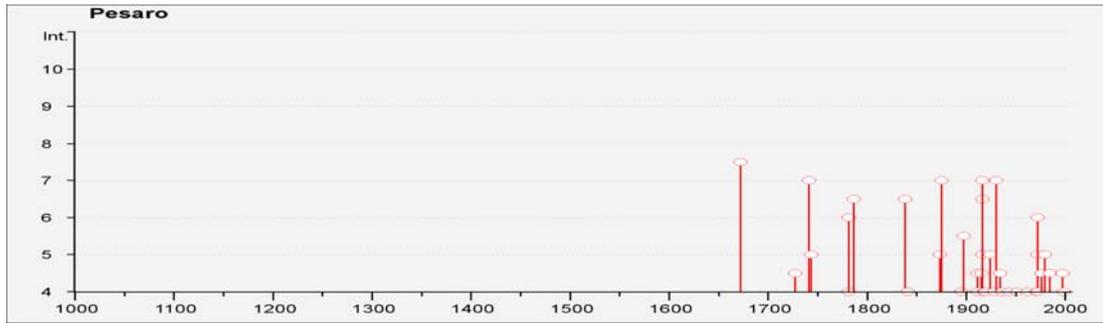


Fig. 6. Storia sismica del Comune di Pesaro (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>).

Da queste storie sismiche emerge che questo settore nord-marchigiano e della costa romagnola è soggetto ad una sismicità medio-elevata, caratterizzata da terremoti che hanno raggiunto Intensità pari all’VIII grado della scala MCS, con Magnitudo stimate fino a 6.14 (Alto Adriatico del 1916).

Lo studio ZS9 del 2004 (“Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica” dell’INGV) è una rielaborazione della precedente sismozonazione ZS4 (Meletti et al, 2000) ripensata in base sia a nuove valutazioni del potenziale sismogenetico sia rispetto a nuove analisi eseguite sui terremoti storici e considerazioni statistiche.

L’area di studio ricade nella zona “Rimini-Ancona” definita come ZS n. 917 in figura 7.

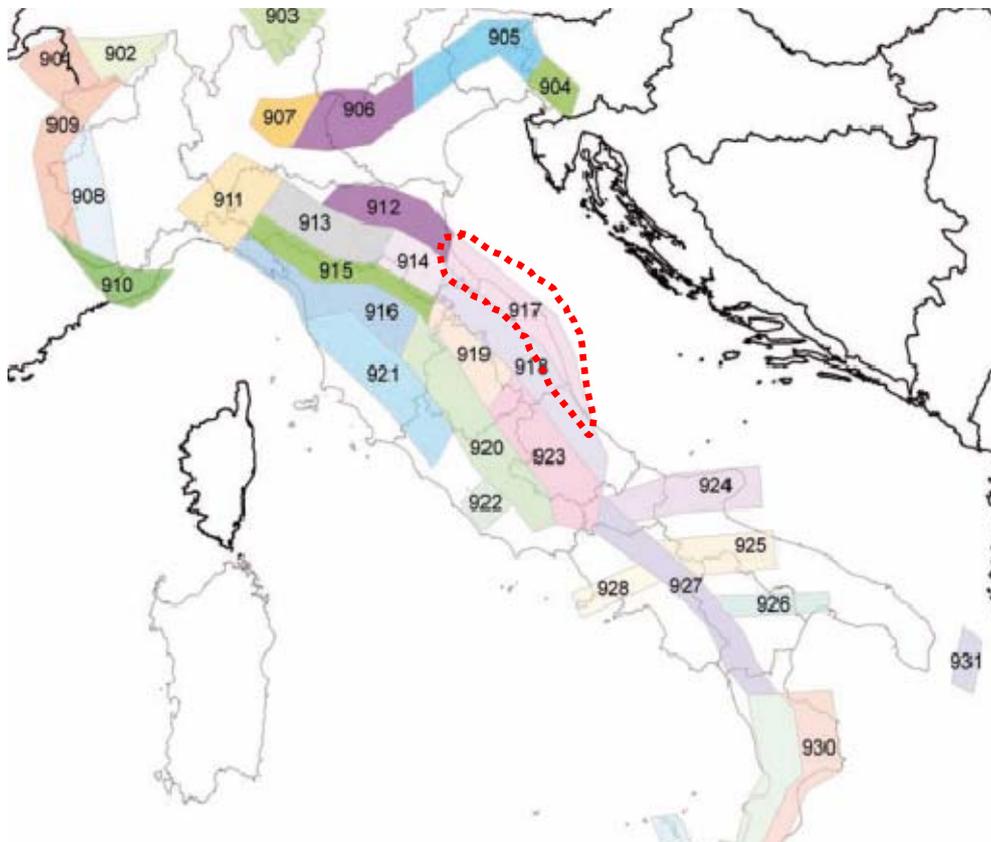


Figura 7–Dettaglio della Zonazione Sismogenetica ZS9 (“Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica” dell’INGV, 2004). Evidenziata in rosso la ZS n. 917 “Rimini-Ancona”.

Le caratteristiche associate a tale zona prevedono:

- Un meccanismo focale prevalente di tipo “inverso”.
- Una Magnitudo Momento Massima “Osservata” (M_w -max1) definita sia dalle analisi legate agli eventi storici sia su basi geologiche legate al Database of Individual Seismogenic Sources (DISS).
- Una Magnitudo Momento Massima “Cautelativa” (M_w -max2) definita aggiungendo un margine di sicurezza rispetto alla M_w -max1.

In dettaglio, l'area n.917 prevede sia la M_w -max1 che la M_w -max2 pari a 6.14. Le caratteristiche dell'area, permettono di ritenere, infatti, tale valore già di per sé sufficientemente cautelativo e a carattere “previsionale”.

Pertanto la **M_w max di 6.14** è stata considerata come Magnitudo di Riferimento per l'area di studio.

Attualmente il Comune di Sassofeltrio è classificato in zona 2 dalla vigente classificazione sismica nazionale (OPCM 3274/2003).

Sulla base dei dati per l'analisi della pericolosità sismica del territorio nazionale (ai sensi dell'OPCM 3274/2003 e del DM 14/9/2005 – Fig. 8) resi disponibili da INGV, l'accelerazione massima al suolo mediamente attesa per un periodo di ritorno di 475 anni nel territorio di Sassofeltrio è pari a 0,178g.

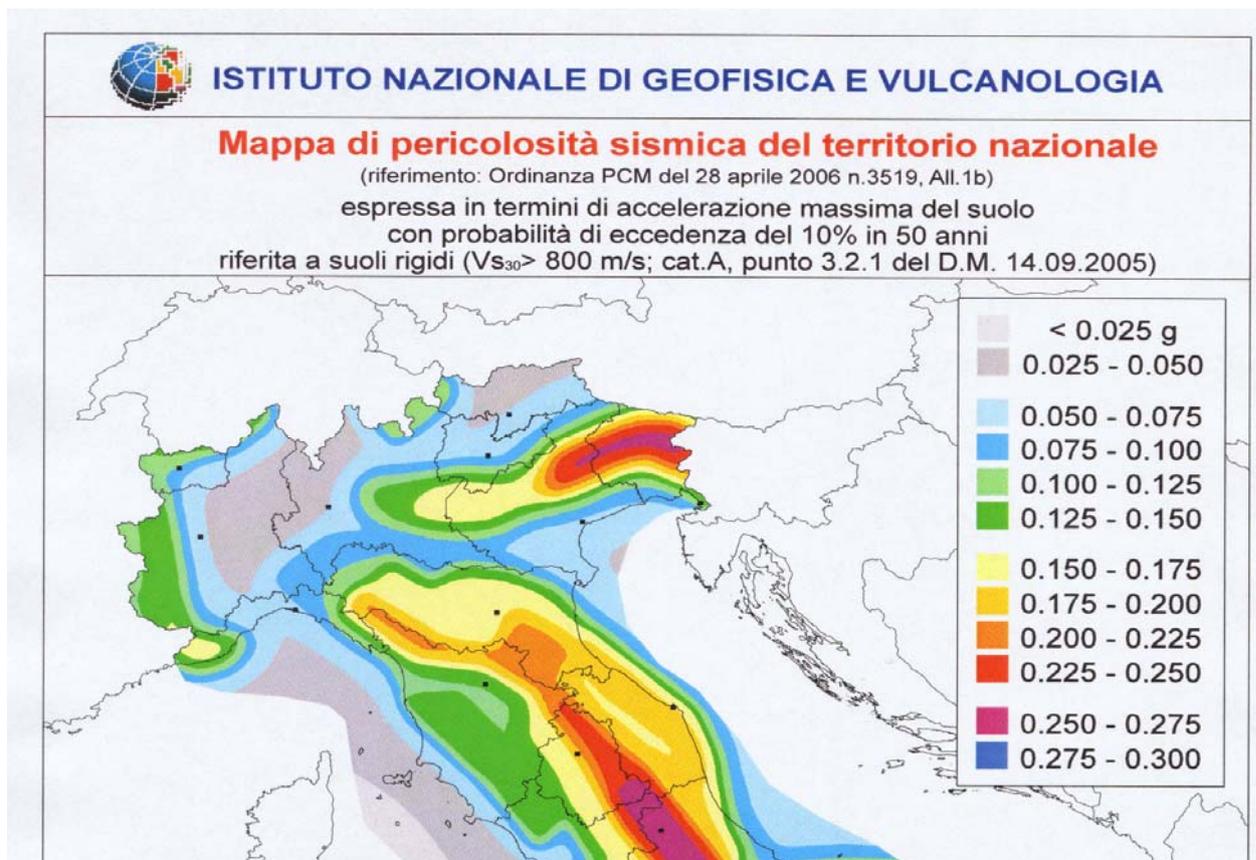


Fig. 8. Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale. Elaborazione: aprile 2004.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

Il territorio del Comune di Sassofeltrio ricade nella fascia di affioramento della **Colata Gravitativa della Valmarecchia** che si ferma poco a est contro una struttura a pieghe a tipico assetto appenninico (*anticlinale Montefiore-Gemmano-Montescudo*). I terreni affioranti appartengono al complesso alloctono, denominato nella geologia regionale "**Complesso caotico eterogeneo**".

Si tratta di formazioni eterogenee di età Eocene-Miocene non depositate localmente in bacini marini, ma trasportate su piani inclinati da forti colate gravitative sottomarine che scardinavano ed inglobavano le formazioni incontrate durante il percorso.

Per questi motivi in gran parte dell'area comunale sono frequenti grossi alloctoni rocciosi, fratturati e fagliati in modo complesso, e distribuiti indistintamente nelle argille scagliose di base che li inglobano sempre totalmente.

Caratteristica del territorio comunale e delle sue adiacenze è la presenza di ammassi gessosi di medie e grosse dimensioni (**Monte del Gesso, Monte di Sassofeltrio, Monte Giardino**) che affiorano in continuità stratigrafica con argille mioceniche all'interno di un complesso geologico denominato "*Formazione di Casa i Gessi*".

Le formazioni geologiche presenti all'interno del territorio comunale sono nove e divisibili in tre gruppi secondo considerazioni legate all'età ed alla storia geologica:

-Unità Alloctone Liguri.

Sono i terreni più antichi tra quelli affioranti nel Comune di Sassofeltrio e si sono depositati in un antico bacino marino detto "Oceano Ligure Piemontese".

- Argille Varicolori della Val Marecchia (AVR).
- Formazione di Monte Morello (MLL).
- Formazione di Sillano (SIL).

-Unità Alloctone Epiliguri.

Anche questi terreni sono alloctoni, si sono depositati in varie fasi sopra le unità Liguri.

- Formazione di Acquaviva (AQV).
- Argille di Casa i Gessi (CGE).
- Evaporiti (EVA) (ge).

-Unità autoctone - Successione Umbro Marchigiano Romagnola.

Queste formazioni rappresentano i termini più recenti della Successione Umbro Marchigiano Romagnola, i cui termini più antichi risalgono al mesozoico ed affiorano nei massicci dell'Appennino Umbro Marchigiano.

- Formazione delle Argille Azzurre (FAA) e (FAAc).

Argille Varicolori della Val Marecchia (AVR) - Affiorano su gran parte del territorio del Comune di Sassofeltrio e sono costituite da argille di colore molto variabile. Il colore predominante è il grigio, con frequenti variazioni di tonalità, fino al rosso mattone. L'estesa fratturazione che suddivide le argille in scaglie di dimensioni millimetriche o centimetriche, determinandone il caratteristico aspetto, è l'eredità della tormentata storia geologica, così come la presenza di blocchi rocciosi di varie dimensioni e natura (calcarei, calcari marnosi, marne e arenarie). Le Argille Varicolori della Val Marecchia, note

anche come *Argille scagliose*, hanno un'età che va dal Cretacico all'Eocene inferiore e si sono depositate in un mare profondo. Le specie mineralogiche sono numerose ed hanno caratteristiche particolari. La pirite e la marcasite, che hanno stessa composizione chimica ma forma cristallina differente si ritrovano sotto forma di noduli, incrostazioni e cristalli isolati. La calcite si rinvengono sotto diverse forme, come le tipiche vene fibrose e le concrezioni discoidali, che erano chiamate popolarmente "scodelle del diavolo". La barite si trova in noduli fibroso raggiati, grigio verdastro o rossastri e si distingue da altri minerali apparentemente simili per l'elevato peso specifico.

Formazione di Monte Morello (MLL) - Si rinvengono in numerose località del territorio comunale di Sassofeltrio, e presenta un'ampia varietà di litologie, che va da calcari biancastri con selce nera in livelli sottili, ad arenarie torbiditiche brune, calcari marnosi giallastri e grigi e marne ed argille grigio azzurre. I processi deformativi tettonici hanno fratturato e smembrato i calcari, le arenarie, ed i calcari marnosi e ridotto in scaglie le marne e le argilliti. La Formazione di Monte Morello, nota anche come "*Alberese*", risale all'Eocene medio e superiore e si è originata in un ambiente di piana sottomarina con profondità variabile. I fossili sono scarsi e si limitano a nummuliti (foramminiferi tipici dell'inizio dell'era Terziaria) e a tracce di organismi fossili. Abbondanti sono i minerali, come la calcite e la pirite. La selce si trova in piccoli livelli e noduli di vari colori.

Formazione di Sillano (SIL) – Si rinvengono nell'isola amministrativa di Valle Sant'Anastasio, in località Cà Albano e Seriola. Si tratta di alternanze di strati di spessore variabile da decimetrico a metrico di peliti grigie e calcari grigio-verdastri. Potenza variabile della Formazione da pochi metri a oltre 300 metri. Il limite stratigrafico inferiore è rappresentato dalle Argille Varicolori, quello superiore, talora eteropico, dalla formazione di Monte Morello. L'ambiente di deposizione è di mare profondo e l'età della Formazione è Cretaceo sup. – Eocene inf.

Formazione di Acquaviva (AQV) – L'affioramento principale si sviluppa in direzione Sud-Ovest dal cimitero comunale fino alla località Cà Paciano. Tale formazione prende nome dalla vicina località di Acquaviva della Repubblica di San Marino e presenta una notevole variabilità: alla base si rinvengono conglomerati costituiti da ciottoli calcarei ben arrotondati in matrice arenacea, che lateralmente e verso l'alto passano ad arenarie giallastre e brune con frequenti intercalazioni argillose. La formazione di Acquaviva risale al Tortoniano. Le arenarie, facilmente alterabili, sono chiamate con il termine popolare di «tuff» (tufo), che in genere indica una roccia con granulometria arenitica.

Argille di Casa i Gessi (CGE) – Affiorano in diverse aree del territorio comunale di Sassofeltrio. Sono costituite da argille di colore grigio chiaro, fratturate irregolarmente, che verso l'alto passano ad arenarie e marne, con livelli carboniosi. L'ambiente deposizionale è assimilabile ad un bacino marino di media profondità. L'età è Messiniano inferiore.

Formazione della Gessoso-Solfifera (GES) – Sono rappresentati da gesso selenitico da grigio a giallastro, alternato a livelli di arenarie gessose, con frequenti intercalazioni argillose ed arenacee. Gli affioramenti principali sono costituiti dai rilievi su cui sorgono il capoluogo comunale Sassofeltrio e le località di Gesso, Le Ville del Gesso ed il retrostante monte del Gesso. Le evaporiti sono interessate da fratture aperte o riempite da sabbia e limo. L'età

è Messiniano superiore e l'ambiente di deposizione corrisponde ad un bacino marino non troppo profondo sottoposto a forte evaporazione. I cristalli di **gesso selenitico** (geminati «a coda di Rondine») possono raggiungere anche grandi dimensioni. Gli affioramenti di gesso presenti nella zona sono stati utilizzati e sfruttati per ottenere materiali da costruzione (gesso e scagliola). Alcune importanti cave sono ancora attive (Monte del Gesso). Olistoliti della formazione della Gessoso-Solfifera (**ge**) si rinvengono nella località di Molino Renzini.

Formazione delle Argille Azzurre (FAA) - Si rinvengono in maniera estesa in corrispondenza dell'abitato di Fratte e delle località di Molino Renzini, Cà Maggio, Cà La Palma e Il Poggio. Sono costituite da argille limose grigio azzurre in strati non molto spessi, talora fratturati, con frequenti livelli sabbiosi (**FAAc**). Si sono depositate nel Pliocene inferiore in un bacino marino con ambienti variabili.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.

Morfologicamente il paesaggio naturale ha un aspetto collinare, ben marcato ed accidentato in conseguenza alla diversità dei litotipi e delle formazioni geologiche affioranti.

Le zone più alte sono rappresentate dalla dorsale Monte della Valle, Monte San Paolo, Monte Grillo con quote assolute di 830,0 - 860,0 mt. sul livello del mare, mentre l'abitato di Sassofeltrio è posto su un dosso morfologico stretto ed allungato, di natura gessosa, emergente dalla valle del Conca con quote di 468,0 mt. s.l.m.

La rete idrografica principale è rappresentata dal torrente Conca che taglia il territorio comunale con direzione da Sud-Ovest verso Nord-Est, l'asta fluviale rappresenta la parte più bassa con quote 200 - 250,0 mt. s.l.m.; qui le zone pianeggianti sono limitate alla fascia del fondovalle alluvionale ed ai terrazzi laterali sopraelevati di circa 30 metri rispetto al fondovalle; sul terrazzo laterale in sinistra orografica sorge l'abitato di Fratte.

5. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.

5.1 Dati Geotecnici.

Per la caratterizzazione dei terreni di copertura e del substrato geologico si è provveduto a reperire il maggior numero possibile di indagini pregresse ritenute attendibili.

Il risultato di tale lavoro, come si può vedere dalla CARTA DELLE INDAGINI, è una buona copertura all'interno delle aree oggetto di microzonazione sismica.

In sintesi sono state cartografate le seguenti indagini geognostiche:

- N. 9 sondaggi a carotaggio continuo SS.
- N. 5 sondaggi a distruzione di nucleo SDS.
- N. 8 trincee e/o pozzetti esplorativi T.
- N. 113 prove penetrometriche statiche CPT.
- N. 44 prove penetrometriche dinamiche medie DN.
- N. 54 prove penetrometriche dinamiche pesanti DP.
- N. 11 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DS.

Nelle zone di pianura è stata pertanto possibile la ricostruzione dello spessore dei depositi alluvionali che ricoprono il substrato geologico, nelle zone di collina lo spessore dei depositi eluvio-colluviali che ricoprono il substrato geologico.

5.2 Dati Geofisici.

Le indagini geofisiche pregresse reperite sono di seguito sintetizzate:

- N. 21 indagini sismiche passive a stazione singola HVSR.
- N. 6 prospezioni sismiche a rifrazione attiva con metodo MASW.

Per il completamento dello studio di microzonazione sismica di 2° Livello del territorio comunale di Sassofeltrio, le indagini sismiche sopra elencate sono state integrate mediante l'esecuzione di indagini sismiche di nuova realizzazione, costituite da:

- N. 8 indagini sismiche passive a stazione singola HVSR.
- N. 5 prospezioni sismiche a rifrazione attiva con metodo MASW.

Le suddette indagini sono distribuite sul territorio comunale in funzione delle finalità di caratterizzazione sismica delle aree urbanizzate, degli ambiti suscettibili di urbanizzazione e delle principali infrastrutture viarie.

6. MICROZONAZIONE DI LIVELLO 1.

6.1 Premessa.

In contraddittorio con L'Amministrazione Comunale di Sassofeltrio, si è concordato di inserire nel lavoro di Microzonazione Sismica tutti i centri abitati principali, tutte le aree edificate e suscettibili di edificazione e, qualora vi fosse disponibilità di indagini, le infrastrutture viarie principali.

Il risultato che ne è derivato risulta, sotto questo punto di vista, soddisfacente.

In riferimento agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica del Dipartimento di Protezione Civile, sono state individuate e delimitate le zone a comportamento omogeneo in occasione di sollecitazione sismica.

Dall'analisi dei dati e delle cartografie emerge che tutta l'area comunale risulta suscettibile di amplificazione, prevalentemente per caratteristiche stratigrafiche.

Le prove geofisiche disponibili, rappresentate prevalentemente da indagini svedite di sismica passiva HVSR, mostrano che i depositi eluvio-colluviali di copertura, rappresentati prevalentemente da limi argillosi (ML) e argille limose (CL) hanno V_s mediamente comprese tra 180 e 240 m/s, mentre i depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi (GM) hanno V_s dell'ordine di 320-380 m/s.

Relativamente alle Formazioni Geologiche il valore di V_s è compreso tra i valori di 350 m/s nella porzione apicale più decompressa ed alterata ed i 600 m/s a maggiore profondità.

Né in affioramento né in nessuna delle verticali indagate, sono stati incontrati terreni caratterizzati da $V_s \geq 800$ m/s (*substrato sismico*).

6.2 Carta delle Indagini.

La Carta delle Indagini, restituita alla scala 1:10.000, è stata elaborata cartografando le indagini pregresse reperite presso il Comune di Sassofeltrio, integrate mediante la realizzazione di ulteriori n°8 indagini sismiche a stazione singola (HVSR) e n°5 prospezioni sismiche a rifrazione attiva (MASW).

Si ritiene buona la distribuzione delle indagini all'interno degli ambiti oggetto di microzonazione sismica.

6.3 Carta Geologico-Tecnica.

La Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica riporta tutte le informazioni di base relativamente a geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, ed idrogeologiche.

La base di tale elaborato è desunta dalla Carta Geologica e dalla Carta Geomorfologica Regionale alla scala 1:10.000.

Sono stati cartografati gli affioramenti della Formazione Gessoso-Solfifera ove lo spessore dei terreni di copertura era variabile da 0 a 3 m.

Sono stati cartografati i terreni di copertura (con spessori > 3 metri) suddivisi su base granulometrica con l'indicazione dell'ambiente genetico deposizionale.

Sono state cartografate le instabilità di versante, a base prevalentemente desunta dal PAI dell'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia-Conca, con distinzione dello stato di attività e della tipologia di movimento.

Sono state inoltre cartografate le forme di superficie (falde detritiche).

Infine tra gli elementi geologici e idrologici sono state cartografate la giacitura degli strati, in corrispondenza degli affioramenti del substrato marino e l'indicazione dei sondaggi con le relative profondità previste dagli standard di rappresentazione.

Sono inoltre rappresentate le tracce delle due Sezioni Litotecniche elaborate.

6.4 Sezioni Litotecniche.

Sono state elaborate n° 2 sezioni litotecniche denominate Sezione 1, Sezione 2.

La Sezione 1 comprende l'abitato di Sassofeltrio e l'abitato della località Fratte. La Sezione 2 comprende la zona di Valle S. Anastasio nell'isola amministrativa. Le due sezioni elaborate sono considerate le più significative in funzione delle caratteristiche del territorio.

L'elaborato è restituito alla scala 1:2.000.

6.5 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.).

Ricostruita la geologia, la geomorfologia, i rapporti stratigrafici delle varie formazioni ed analizzate le indagini geognostiche e geofisiche, si è elaborata la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) che è il documento fondamentale del primo livello di approfondimento della microzonazione sismica. Essa rappresenta le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica.

L'elaborato è stato restituito alla scala 1:10.000.

In funzione delle informazioni rappresentate, la legenda è distinta nelle seguenti parti:

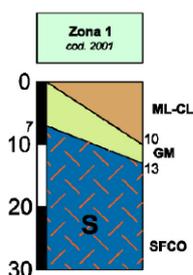
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (*Zona 1, Zona 2, ...*).
- Forme di superficie e sepolte (*zone di attenzione per instabilità di versante, falde detritiche*).
- Punti di misura di rumore ambientale (*HVSR*).
- Altri elementi in carta.

Nel territorio del Comune di Sassofeltrio, non sono state riconosciute zone stabili e quindi non suscettibili di amplificazioni sismiche in quanto i substrati geologici che caratterizzano il territorio sono costituiti da rocce tenere mostranti velocità di propagazione delle onde di taglio Vs sempre inferiore ai 700/800 m/s e quindi non classificabili come substrato rigido.

Inoltre, laddove il substrato risulta affiorante (Sassofeltrio e località Gesso) è in genere caratterizzato da diffusa fratturazione ed alterazione.

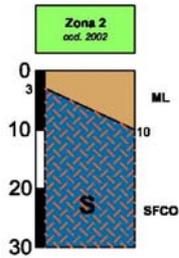
Rispetto al lavoro di Microzonazione Sismica di Livello 1 precedente, alcune zone sono state modificate rendendo più omogenee le formazioni geologiche al di sotto dei terreni di copertura.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI.



ZONA 1 COD. 2001. Coperture di terrazzo fluviale a granulometria prevalentemente argillosa limosa (CL) e/o limosa argillosa (ML) a bassa plasticità, con spessore massimo di 10 m, a seguire ghiaie limose (GM) di spessore massimo 7 m, soprastanti il substrato geologico lapideo coesivo sovraconsolidato fratturato e alterato (SFCO), rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

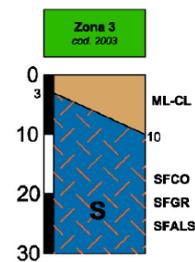
L'area inclusa in questa microzona è rappresentata dall'abitato della località Fratte e dalla località Molino Renzini. Il contrasto di impedenza evidenziato dall'indagine di microtremore HVSR, rapporto H/V > 3 in corrispondenza della frequenza di 4.5 Hz, è indotto dal passaggio dalle coperture continentali al substrato geologico.



ZONA 2 COD. 2002. Coperture eluvio colluviali a granulometria prevalentemente limosa argillosa a bassa plasticità (ML), spessore massimo 10 m, soprastanti il substrato geologico lapideo coesivo sovraconsolidato fratturato e alterato (SFCO), rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

L'area inclusa in questa microzona è rappresentata dal versante Ovest dell'abitato della località Fratte.

I contrasti di impedenza evidenziati dalle indagini di microtremore HVSR, rapporto $H/V > 3$ in corrispondenza della frequenza media di 5.5 Hz, sono indotti dal passaggio dalle coperture continentali al substrato geologico.

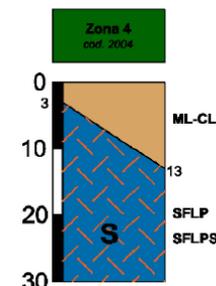


ZONA 3 COD. 2003. Coperture eluvio colluviali a granulometria prevalentemente argillosa limosa (CL) e limosa argillosa (ML) a bassa plasticità, spessore massimo 10 m, soprastante il substrato geologico rappresentato dalle unità appartenenti alla Colata Gravitativa della Valmarecchia quali Argille Varicolori, Formazione di Acquaviva, Formazione di Sillano.

Le aree incluse in questa microzona di maggiore importanza sono:

- Lungo la strada provinciale che collega l'abitato di Sassofeltrio con l'abitato di Fratte, compreso il cimitero comunale.
- Aree a Sud dell'abitato di Sassofeltrio.
- Area lungo la Strada Provinciale del Conca in loc. Cà Antonietta.
- Aree nell'isola amministrativa di Valle Sant'Anastasio: località Seriola, La Fornace, ecc.

Il contrasto di impedenza evidenziato dalle indagini di microtremore HVSR disponibili in corrispondenza delle medie/alte frequenze, è indotto dal passaggio dalle coperture continentali al substrato geologico marino.

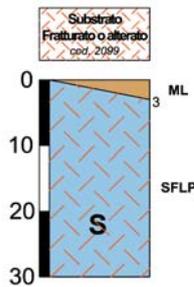


ZONA 4 COD. 2004. Coperture eluvio colluviali a granulometria prevalentemente argillosa limosa (CL) e limosa argillosa (ML) a bassa plasticità, spessore massimo 13 m, soprastanti il substrato geologico lapideo, stratificato fratturato e alterato (SFLPS) rappresentato dalla Formazione di Monte Morello e Formazione Gessoso Solifera (SFLP).

Le aree incluse in questa microzona di maggiore importanza sono:

- Nucleo abitativo in loc. Campolungo-Casetta Bianca.
- Nucleo abitativo in loc. Cà Micci.
- Località Albani (isola amministrativa).
- Area a nord dell'abitato di Sassofeltrio.

I contrasti di impedenza evidenziati dalle indagini di microtremore HVSR in corrispondenza delle medie frequenze (4-8 Hz), sono indotti dal passaggio dalle coperture continentali al substrato geologico.



COD. 2099. Substrato geologico lapideo fratturato e alterato (SFLP) rappresentato dalla Formazione Gessoso-Solfifera (GES) affiorante. I terreni di copertura qualora presenti, hanno spessore generalmente inferiore ai 3 m.

Le aree incluse in questa microzona sono l'abitato di Sassofeltrio, la località Le Ville del Gesso e la località Gesso.

Non si escludono fenomeni di amplificazione del moto sismico in quanto la formazione lapidea è caratterizzata da diffusa fratturazione ed alterazione e per questo anche soggetta, nelle zone a maggiore acclività, a frane di crollo.

6.6 Considerazioni Conclusive.

Nell'individuazione delle varie Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, si è tenuto conto principalmente delle caratteristiche intrinseche delle varie Formazioni Geologiche presenti nel territorio comunale. In pratica è sembrato opportuno non accomunare nella stessa microzona Formazioni Geologiche con caratteri decisamente differenti anche a fronte di stratigrafie simili, rapporti H/V desunti dalle indagini geofisiche di microtremore comparabili in ampiezza e frequenza.

Tale scelta appare coerente con le finalità del Livello 1 di approfondimento degli studi di microzonazione sismica che prevedono un approccio prevalentemente geologico e qualitativo nella definizione dello studio.

7. MICROZONAZIONE DI LIVELLO 2.

7.1 Premessa.

Il Livello 2 si pone due obiettivi da raggiungere:

- Compensare le incertezze relative al Livello 1.
- Fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi), della modificazione locale del moto sismico in superficie.

Il risultato di questo Livello è la **Carta di Microzonazione Sismica**, ottenuta associando una quantificazione numerica degli effetti, con metodi semplificati, alle zone, o parti di esse, della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica del Livello 1.

In accordo con L'Amministrazione Comunale di Sassofeltrio, si è concordato di inserire nel lavoro di Microzonazione Sismica di Livello 2 i maggiori centri abitati.

Ad integrazione delle indagini sia pregresse da archivio che di nuove indagini realizzate in fase di Livello 1 sopra descritte, sono state eseguite ulteriori indagini sismiche come segue:

- N. 8 indagini sismiche passive a stazione singola HVSR.
- N. 5 prospezioni sismiche a rifrazione attiva con metodo MASW.

Né in affioramento né in nessuna delle verticali indagate, sono stati incontrati terreni caratterizzati da $V_s \geq 800$ m/s (*substrato sismico*) a profondità inferiore a 30 m.

7.2 Aree oggetto di studio.

In accordo con l'Amministrazione Comunale le aree oggetto di studio di Livello 2 sono costituite dai maggiori centri abitati del comune di Sassofeltrio, in particolare:

- Sassofeltrio capoluogo, Località Calmenghi e Casetta.
- Località Fratte.
- Località Valle S. Anastasio, Cà Micci e Castello.
- Località Gesso e Ville del Gesso.

7.3 Metodologie di Elaborazione.

La realizzazione della Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2 avviene mediante l'utilizzo di abachi forniti dalla Regione Marche, Servizio Protezione Civile.

Relativamente al dominio geologico di appartenenza, al comune di Sassofeltrio è stato attribuito il Dominio V – Valmarecchia. Tuttavia per tale dominio gli abachi non sono ancora disponibili. Pertanto si è operato attribuendo il Dominio A – Alluvionale alle aree di pianura alluvionale del Torrente Conca, ed il Dominio T – Terrigeno alla restante parte di territorio comunale studiato.

Gli abachi utilizzati sono i seguenti:

ZONA ALLUVIONALE Profondità basamento sismico > 30 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs30 (m/s)	<200	1.0	1.3	1.5							1.3
	300	1.3	1.4	1.5	1.8	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	1.5
	500	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5
	700	0.9	1.1	1.3		1.4			1.2	1.1	1.1
	≥800										

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs30 (m/s)	<200	1.8	2.1	2.1							2.0
	300	1.6	2.0	1.9	1.8	1.7	1.9	1.9	1.7	1.7	1.9
	500	1.3	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5
	700	1.1	1.3	1.5		1.3			1.3	1.3	1.3
	≥800										

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs30 (m/s)	<200	2.5	2.7	1.8							2.6
	300	2.0	2.2	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.9
	500	1.5	1.5	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5
	700	1.3	1.4	1.3		1.2			1.3	1.4	1.4
	≥800										

ZONA TERRIGENA Profondità basamento sismico > 30 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	1.2	1.6	2.0							1.5
	300	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3	2.2	2.0	1.9	1.7
	500	1.2	1.3	1.6	1.5	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.6
	700	0.9	1.3	1.4	1.6	1.5	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4
	≥800										

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	2.0	2.6	2.7							2.5
	300	1.6	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.9
	500	1.3	1.5	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6
	700	1.2	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6
	≥800										

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	2.6	3.0	2.9							2.9
	300	1.9	2.0	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.6	1.8
	500	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5
	700	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4
	≥800										

7.4 Elaborati Cartografici.

Carta delle Frequenze.

La Carta delle Frequenze naturali dei terreni, restituita alla scala 1:10.000, deriva da indagini speditive di sismica passiva HVSR. Sono riportati tutti i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore del picco più significativo nell'intervallo 0.5÷20 Hz, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale f_0 e di altri picchi significativi o indicazione dell'assenza di picchi).



Carte dei Fattori di Amplificazione.

Le Carte dei Fattori di Amplificazione, restituite a scala 1:10.000, costituiscono l'elaborato principale del Livello 2 di approfondimento di Microzonazione Sismica.

La stima dell'amplificazione tramite procedure semplificate (utilizzo di abachi) è possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

Gli elaborati finali, sono costituiti da n°3 carte di Microzonazione Sismica:

- Carta di MS rappresentativa dei parametri di FA corrispondenti a 0.1÷0.5 secondi.
- Carta di MS rappresentativa dei parametri di FA corrispondenti a 0.4÷0.8 secondi.
- Carta di MS rappresentativa dei parametri di FA corrispondenti a 0.7÷1.1 secondi.

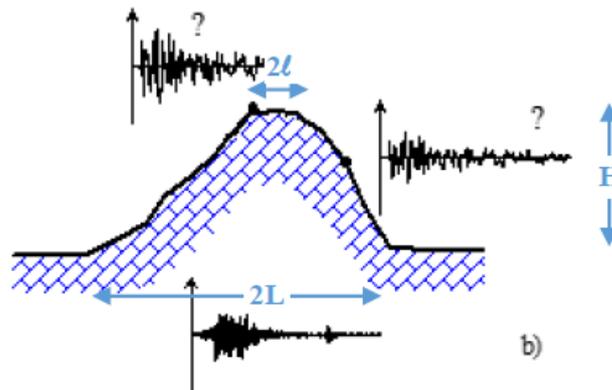
Per le zone di attenzione per instabilità si precisa che il territorio del Comune di Sassofeltrio ricade all'interno dell'autorità di Bacino ex Marecchia-Conca che classifica le frane da assoggettare a verifica (Art. 17) in attive e quiescenti. Alle frane attive è attribuita una pericolosità molto elevata P4, mentre alle frane quiescenti è attribuita una pericolosità elevata P3. Le frane oggetto di verifica (ex Art. 17) e quindi di successiva ripermetrazione vengono classificate in dissesto attivo (Art. 14) e/o in dissesto quiescente (Art. 16), ai quali viene

attribuita rispettivamente una pericolosità molto elevata P4 e una pericolosità elevata P3.
 Pertanto non si è provveduto ad attribuire alcun fattore FA come chiarito e comunicato dal Servizio Protezione Civile della Regione Marche.

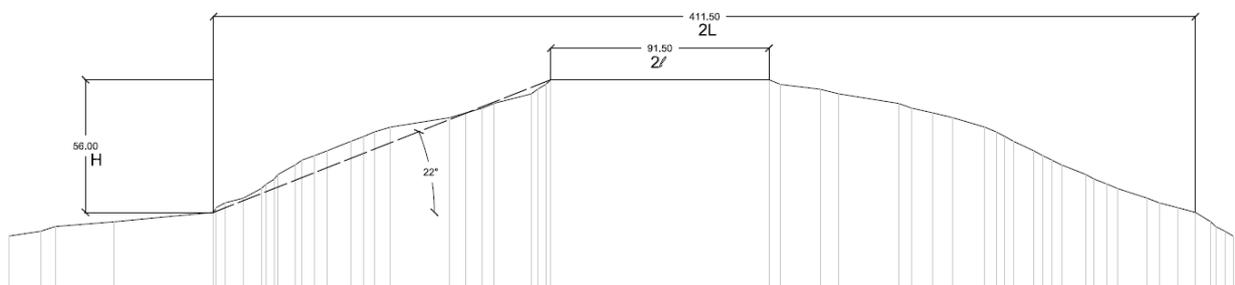


7.5 Effetti Morfologici – Amplificazione Topografica.

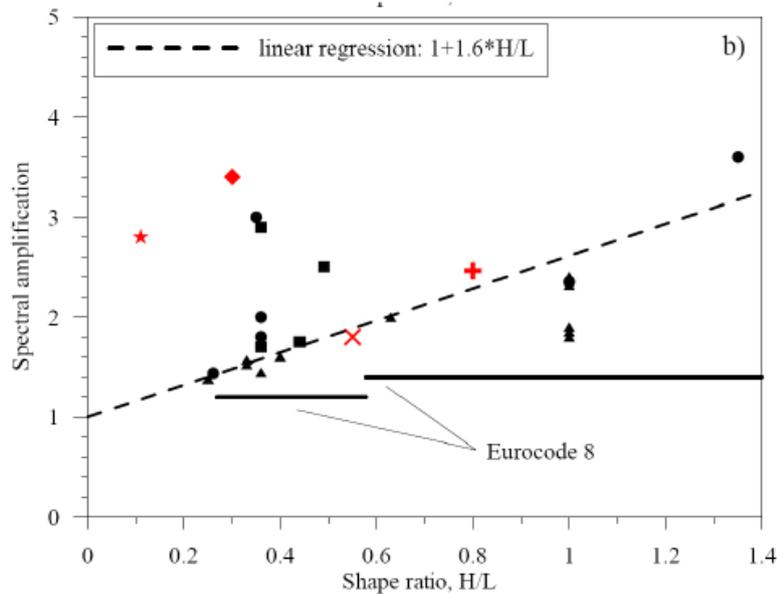
La procedura che segue, serve per stimare, in prima approssimazione, l'amplificazione topografica per pendii e rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ($l < L/3$).



Tale situazione morfologica è riscontrata nel rilievo gessoso su cui sorge il capoluogo Sassofeltrio, del quale si riporta di seguito una sezione topografica rappresentativa.



Il **fattore di amplificazione topografica (Ft)** in cresta, può essere valutato a partire dalla retta di regressione riportata nella figura sottostante, in funzione del rapporto di forma H/L con H altezza del rilievo.



Lungo i fianchi del rilievo, se l'inclinazione è compresa tra 15° e 30° si pone $F_t=1.2$; se l'inclinazione è maggiore di 30° si pone $F_t=1.4$.

Alla cresta di rilievi isolati i fenomeni di amplificazione topografica interessano prevalentemente i valori di periodo intorno a:

$$T_o = 1.1 * 2L/V_s$$

Dove L è la semi-larghezza del rilievo misurata alla base, V_s la velocità delle onde di taglio media dei materiali che costituiscono il rilievo.

Pertanto avremo:

$$T_o = 1.1 * 410/500 = 0.9 \text{ s}$$

In conclusione per il capoluogo di Sassofeltrio avremo:

$$\mathbf{F_t = 1.4 \quad e \quad T_o = 0.9 \text{ s}}$$

A tal proposito saranno necessari ulteriori approfondimenti in occasione di successivi studi di Livello 3.

7.6 Considerazioni Conclusive.

È doveroso specificare che lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 è uno studio qualitativo del territorio comunale che funge da base per gli studi quantitativi di maggior dettaglio riguardanti l'amplificazione sismica locale dei singoli siti di indagine quali il Livello 2.

Peraltro obiettivo del Livello 2 è fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi), della modificazione locale del moto sismico in superficie.

Le finalità di detti studi sono esclusivamente di supporto alla Pianificazione Urbanistica, pertanto nella progettazione di opere strutturali per singoli interventi edilizi, tali studi **non potranno essere utilizzati in sostituzione ai rilevamenti ed alle indagini necessarie alla scala di progettazione previste dalla normativa vigente.**

Sassofeltrio (PU), Ottobre 2019

Dott. Geol. Paolo CIACCI

Collaboratori:

Dott. Geol. Leonardo CELLI - Dott. Geol. Luca BIANCHI