



UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

UNIMORE E IL TERREMOTO DEL 2012 IN EMILIA-ROMAGNA

Interventi e ricerche per fronteggiare l'emergenza e
sostenere la ripresa

A cura di Dino Giovannini e Loris Vezzali





UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

UNIMORE E IL TERREMOTO DEL 2012 IN EMILIA-ROMAGNA

Interventi e ricerche per fronteggiare l'emergenza
e sostenere la ripresa

A cura di
Dino Giovannini e Loris Vezzali

EDIZIONI
APM

In copertina: *Rocca Estense di San Felice sul Panaro (lato Sud-Ovest)*.
Foto di Angelo Marcello Tarantino.

Ia edizione maggio 2016

ISBN 978 88 89109 89 2

© Fotografie: gli autori o gli aventi diritto

© APM Edizioni
via R. Diesel 2 - 41012 Carpi (MO)
tel. +39 059 691118 - www.apmedizioni.it

Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta o trasmessa
in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico o altro
senza l'autorizzazione scritta dei proprietari dei diritti.

La casa editrice, esperite le pratiche per acquisire i diritti delle immagini,
rimane a disposizione di eventuali aventi diritto fino ad ora non rintracciati.

Stampa
Formagrafica, Carpi (MO)

Indice

Prefazione del Magnifico Rettore Unimore Angelo O. Andrisano	Pag	5
Introduzione dei curatori del volume Dino Giovannini e Loris Vezzali	»	9

Sezione 1

Emergenza sismica, criticità, effetti sismoindotti ambientali e prospettive di evoluzione nella progettazione e nella ricostruzione

Le attività del DIEF nell'emergenza sismica e nella ricostruzione		
<i>Angelo Marcello Tarantino</i>	Pag	15
Problematiche tecniche, metodologiche e normative nel restauro strutturale degli edifici monumentali danneggiati nel sisma del 2012		
<i>Giorgio Serafini, Valentina Calì, Martina Ferrari, Isabella Gianni, Paola Sandoni</i>	»	23
I danni subiti dai capannoni industriali durante il sisma del 2012: analisi delle criticità e prospettive di evoluzione nella progettazione		
<i>Giorgio Serafini, Federico Oyedéji Falope, Martina Ferrari, Alice Gorlato</i>	»	33
Effetti ambientali sismoindotti e “rumours” relativi alla sequenza sismica emiliana del 2012		
<i>Doriano Castaldini</i>	»	43
Liquefazione delle sabbie durante gli eventi sismici del maggio 2012 in Pianura Padana: distribuzione areale e provenienza del materiale		
<i>Daniela Fontana, Stefano Lugli, Simona Marchetti Dori, Chiara Fioroni, Giovanni Bertolini</i>	»	53

Sezione 2

Impatto sulla salute, supporto alle persone e analisi di situazioni specifiche

“Differenze di Genere” nelle cause di accesso ai Pronto Soccorso di Modena (Policlinico e Baggiovara) durante il terremoto del 2012		
<i>Maria Grazia Modena, Giovanni Pinelli, Antonio Luciani, Erminio Mauro, Elisa Giubertoni, Daniele Pettorelli, Giulia Lauria</i>	Pag	63
Il ruolo della Scuola di Specializzazione di Pediatria di Unimore nell'assistenza ai bambini vittime del terremoto		
<i>Lorenzo Iughetti, Margherita Codifava, Giulia Vellani, Zaira Pietrangiolillo, Stefania Cipolli, Cristina Venturelli, Laura Lucaccioni</i>	»	75
Impatto degli eventi tellurici del 2012 sul controllo glicemico di bambini e adolescenti affetti da diabete mellito di tipo 1		
<i>Patrizia Bruzzi, Barbara Predieri, Simona Filomena Madeo, Laura Lucaccioni, Lorenzo Iughetti</i>	»	81

L'Ospedale dei Pupazzi: gli studenti di medicina del SISM fra i bambini dei campi allestiti nelle aree colpite dal sisma	
<i>Stefano Guicciardi, Riccardo Stanzani, Giorgia Adani</i>	» 89
Il terremoto dell'Emilia-Romagna del 2012: prevalenza e persistenza del disturbo post-traumatico da stress nei bambini e negli adolescenti	
<i>Elena Righi, Barbara Forresi, Gabriella Aggazzotti, Ernesto Caffo</i>	» 97
Le relazioni tra italiani e stranieri all'indomani del terremoto	
<i>Loris Vezzali, Dino Giovannini, Gian Antonio Di Bernardo, Alessia Cadamuro, Annalisa Versari</i>	» 109
I bambini e il terremoto: strategie per fronteggiare lo stress	
<i>Alessia Cadamuro, Annalisa Versari, Loris Vezzali, Dino Giovannini</i>	» 121
I laboratori del DESU e il terremoto: la pratica educativa come sostegno e sfida	
<i>Laura Cerrocchi, Giuseppe Malpeli</i>	» 131
Finanziare la ricostruzione: attività e attori coinvolti nel sisma dell'Emilia-Romagna	
<i>Elisabetta Gualandri, Alessia Pedrazzoli, Paola Vezzani</i>	» 143

Sezione 3

Prevenzione, progetti e iniziative, ricerche e divulgazione scientifica

Imparare dal terremoto	
<i>Milena Bertacchini</i>	Pag 157
Un laboratorio di ricerca e sviluppo di Unimore finalizzato a supportare le aziende nella fase di ripartenza post terremoto	
<i>Angelo O. Andrisano</i>	» 163
Il <i>Technopark for Medicine</i> di Mirandola nella ricostruzione del polo biomedicale	
<i>Aldo Tomasi, Maurizio Malavolta</i>	» 175
Coesistenza tra insetti ed alimenti nelle aree coinvolte dal sisma del maggio 2012	
<i>Davide di Domenico, Lara Maistrello</i>	» 185
Il progetto "Energie Sisma Emilia"	
<i>Margherita Russo, Massimo Brunetti, Anita Chiarolanza, Francesco Pagliacci, Paolo Silvestri</i>	» 197
Analisi degli effetti socioeconomici del sisma	
<i>Paola Bertolini, Enrico Giovannetti, Elisa Martinelli, Monica Palmirani, Anna Francesca Pattaro, Margherita Russo, Laura Sartori</i>	» 209
Indice autori	» 221

Effetti ambientali sismoindotti e “rumours” relativi alla sequenza sismica emiliana del 2012

Doriano Castaldini

Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Unimore

Il 20 maggio 2012 alle 4,03 ora locale, una larga parte della Pianura Padana centro-meridionale tra le città di Ferrara, Modena, Reggio Emilia e Mantova è stata colpita da un terremoto distruttivo (Magnitudo = 5,9; Intensità = 7,5, Ipocentro a 6,3 km di profondità) con epicentro nella zona di Finale Emilia. Il 29 maggio 2012, alle 9,00 ora locale, un altro forte terremoto ($M = 5,8$; $I = 7,5$, Ipocentro a 10,2 km di profondità) si è verificato con epicentro nella zona di Medolla-Cavezzo; l'epicentro di questo evento è situato circa 12 km più ad ovest rispetto a quello del 20 maggio. Inoltre la sequenza sismica è consistita in altri cinque terremoti con $M > 5$ (ultimo il 3 giugno 2012) e in oltre 2.500 terremoti di magnitudo minore in circa un anno (Figura 1).

La sequenza sismica nella Pianura Padana del 2012 è stata studiata, dal punto di vista geologico, sotto diversi aspetti (sismologici, tettonici, geofisici, geomorfologici, sedimentologici, ecc.) da ricercatori di università ed enti di ricerca sia italiani sia stranieri. I

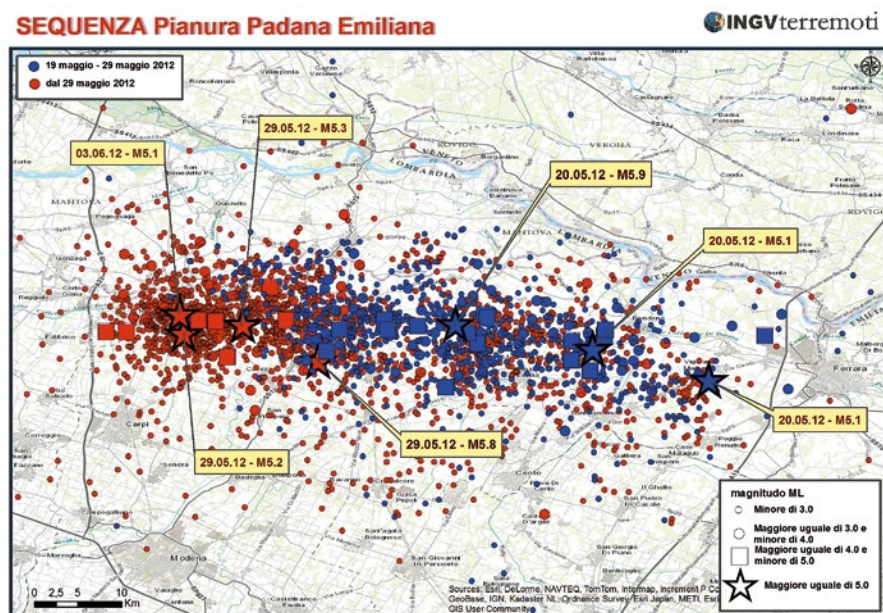


Figura 1. La Sequenza sismica emiliana dal 19 maggio 2012 al 19 maggio 2013

(da INGV <https://ingvterremoti.wordpress.com/2013/05/20/un-anno-dopo-il-terremoto-in-emilia/>)

dati acquisiti sono stati descritti in numerose pubblicazioni tra cui degna di particolare menzione è quella di Anzidei e colleghi¹, che raccoglie numerosi articoli realizzati nei mesi immediatamente successivi ai principali eventi sismici e dai quali sono tratti alcuni dei dati qui illustrati.

Le strutture geologiche responsabili dei terremoti appartengono ad un tratto delle “Pieghe Ferraresi” che si sviluppano in forma arcuata (da cui anche il nome “Arco Ferrarese”) tra Reggio Emilia e Ravenna. In particolare, si tratta di rocce piegate e fagliate appartenenti all'Appennino che in Pianura Padana sono sepolte dai depositi alluvionali del fiume Po e dei fiumi appenninici. Le “Pieghe Ferraresi” sono strutture sismogenetiche attive; ciò è testimoniato, ad esempio, dal forte terremoto del 15 ottobre 1996 ($M = 5,4$; $I = 7,0$) con epicentro a Correggio, oltreché dagli 11 terremoti del 2015 (con M da 2,0 a 3,5) e da una dozzina di terremoti da gennaio a metà aprile 2016 con magnitudo da 2,0 a 3,0 e con epicentri variamente distribuiti.

Molti “geologi” del Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche (all'epoca Dipartimento di Scienze della Terra) si sono impegnati, in vario modo e misura, nelle ricerche in piena crisi sismica 2012 e negli anni successivi². Nel presente contributo, verranno illustrati gli effetti ambientali sismoindotti rilevati sul terreno e i “rumours” relativi alla sequenza sismica 2012.

Effetti ambientali sismoindotti

Gli effetti sull'ambiente di un terremoto possono essere raggruppati in due categorie: primari e secondari. Gli effetti primari sono quelli relativi alle fagliazioni superficiali o faglie da terremoto, cioè legati ai movimenti direttamente connessi alla faglia sismogenetica e limitati all'area di esposizione della faglia sismogenetica. Sono costituiti da scarpate, fratture, ecc., che generalmente si formano in occasione di terremoti con magnitudo superiore a 6,5 e quindi effetti di questa natura non si sono verificati nel 2012. La maggior parte dei danni causati dai terremoti sono comunque dovuti ai loro effetti secondari, quelli risultanti dalla propagazione delle onde sismiche dalla struttura sorgente. Essi risultano dal passaggio momentaneo delle onde sismiche e possono



Figura 2. Zona al confine tra i comuni di Finale Emilia (Modena) e Bondeno (Ferrara), epicentro del terremoto del 20/05/2012. A sinistra gli effetti cosismici rilevati il 21/05/2012; a destra la stessa zona il 6/09/2012. Come si può notare gli effetti sismoindotti non sono più visibili.

verificarsi su ampie estensioni territoriali causando danni diffusi. Gli effetti ambientali cosismici più comuni possono essere ricondotti a fessurazioni del terreno (in terreno rigido, in sedimenti sciolti e/o in strade asfaltate), frane in aree montuose, fenomeni di liquefazione e compattazione del suolo, sollevamenti e abbassamenti, collassi del piano campagna, anomalie idrologiche.

Gli effetti ambientali sismoindotti sono stati rilevati a partire nel giorno stesso del terremoto del 20 maggio 2012 in quanto la scossa principale ($M = 5,9$), che aveva indotto le persone ad uscire da casa, si era verificata alle 4,03 del mattino. Tali effetti sono effimeri e quindi è stato fondamentale che venissero rilevati subito dopo i terremoti che li hanno causati prima che potessero venire alterati e successivamente cancellati (Figure 2 e 3). Gli effetti ambientali sismoindotti sono consistiti soprattutto in fenomeni di liquefazione sia in forma di vulcanetti di sabbia che disposti lungo fratture.

La liquefazione è un fenomeno che spesso accompagna i terremoti con magnitudo > 5 . Essa consiste nella perdita di resistenza di terreni saturi di acqua sottoposti a sollecitazioni sismiche, in conseguenza delle quali i depositi terrosi raggiungono una condizione di liquidità a causa delle fortissime pressioni dell'acqua nei pori. I terreni soggetti a liquefazione sono quelli nei quali la resistenza alle deformazioni è dovuta interamente all'attrito tra i granuli: terreni quali le sabbie e i limi. Nei materiali argillosi, dotati di coesione, le forze tra le particelle ne riducono i movimenti; la perdita di resistenza è pertanto graduale e non consente il verificarsi della liquefazione.

Fenomeni di liquefazione disposti lungo fratture particolarmente sviluppate, non imputabili a fagliazioni superficiali ma ad espandimenti gravitativi laterali, sono stati rilevati al culmine di un dosso tra S. Agostino, San Carlo e Mirabello (Figura 4). I fenomeni di liquefazione in forma di vulcanetti di sabbia sono stati rilevati un po' ovunque (Figura 4). Inoltre sono stati rilevati, in diversi luoghi, la fuoriuscita di sabbia da pozzi per acqua (a causa dell'innalzamento della falda freatica di alcuni metri) e il rigonfiamento con emersione e fratturazione del fondale di lunghi tratti di alcuni canali (Figura 5) oltre a franamenti di sponda.

I rilevamenti seguiti all'evento sismico del 29 maggio hanno permesso di constatare una parziale riattivazione di fenomeni di liquefazione del 20 maggio e la creazione di



Figura 3. Uccivello di Cavezzo (Modena). Zona epicentrale del terremoto del 29/05/2012. A sinistra gli effetti cosismici nel cortile dei signori Zibordi rilevati poche ore dopo il sisma; a destra lo stesso cortile il 6/09/2012. Come si può notare gli effetti sismoindotti non sono più visibili perchè rimossi.

nuovi effetti nelle località più vicine all'epicentro di questo evento (come ad esempio nei Comuni modenesi di Cavezzo, San Possidonio, Concordia e in quelli mantovani di Moglia di Gonzaga, Quistello e Poggio Rusco).

I fenomeni di liquefazione hanno portato in superficie notevoli quantità di depositi prevalentemente sabbiosi e il materiale eruttato in molti casi ha raggiunto uno spessore superiore a 30 cm; all'interno di alcuni edifici, ha raggiunto anche lo spessore di 1 metro. L'ubicazione dei fenomeni di liquefazione è stata essenzialmente controllata dalla distribuzione di paleoalvei (corsi d'acqua abbandonati) del fiume Po, del Secchia, del Panaro e del Reno.

Secondo le testimonianze raccolte in tutta l'area epicentrale, i fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno sono iniziati a pochissimi minuti di distanza da entrambi i terremoti più forti, sono durati diversi minuti e sono stati anche caratterizzati dalla fuoriuscita di getti di acqua (a volte calda) alti anche oltre un metro.

Altri effetti ambientali sismoindotti rilevati dai geologi e/o segnalati dalla gente sono stati rigonfiamenti del terreno, chiazze di granoturco ingiallito (come se fosse essiccato) all'interno di campi con granoturco verdeggianti, pesci morti in alcuni canali (in totale sono stati recuperati circa 30 quintali di pesce morto per asfissia), acqua calda in alcuni pozzi per acqua.

Inoltre, un paio di giorni prima del forte evento del 20 maggio 2012, era stata notata una notevole intensificazione dell'attività lutivoma dei vulcani di fango (noti con il nome locale di "salse") di Nirano, Ospitaletto, Puianello e Regnano nel pedeappennino modenese-reggiano.

Diversi ricercatori, tra cui il sottoscritto, si sono occupati della catalogazione delle evidenze cosismiche osservate. In particolare Emergeo³, con anche l'aiuto di fotografie aeree realizzate appositamente, ha censito in un'area di 1.200 kmq ben 1.362 effetti sismoindotti che sono stati raggruppati in 485 liquefazioni, 768 fratture del terreno con liquefazione e 109 fratture.

Nell'ambito di una tesi della Scuola di Dottorato ESS (Earth System Sciences) di Unimore e del Dottorato 'Spinner' EGEST (Effetti GEologici Superficiali del Terremoto emiliano 2012: studi finalizzati al miglioramento della sicurezza e sostenibilità dello sviluppo territoriale) della Regione Emilia-Romagna (RER) è in corso di realizzazione



Figura 4. A sinistra, fratture nel terreno con fenomeni di liquefazione presso S. Carlo. (Ferrara) indotte dal sisma del 20 maggio 2012. A destra, vulcanetto di sabbia per fenomeno di liquefazione indotto dal sisma del 29 maggio 2012 presso Moglia di Gonzaga (Mantova).



Figura 5. A sinistra, sabbia fuoriuscita da un pozzo per acqua presso lo stadio di San Felice sul Panaro (Modena). Notare, oltre la rete metallica, alcune tende di terremotati. A destra, emersione con rigonfiamento e fratturazione del fondale di un canale presso San Martino Spino (Mirandola, Modena). Entrambi gli effetti sono stati indotti dal sisma del 20 maggio 2012.

un inventario degli effetti ambientali sismoindotti (attraverso operazioni di omogeneizzazione, mappatura, caratterizzazione, classificazione di effetti rilevati da vari operatori) e una cartografia sulla suscettibilità ai fenomeni di liquefazione; è stata anche condotta un'indagine sulla consapevolezza della pericolosità e del rischio sismico tra la popolazione dell'area epicentrale.

Gli effetti ambientali sismoindotti hanno rappresentato una novità per la popolazione della Pianura Padana che, a memoria d'uomo, non li aveva mai osservati in occasione di precedenti forti terremoti (ad esempio, quello del 1996 di Correggio citato in precedenza). Le ricerche di sismologia storica hanno però rilevato come in realtà fenomeni del tutto analoghi siano stati descritti in occasione del "terremoto di Ferrara" del 1570 ($M = 5,5$; $I = 7,5$).

Infine, va segnalato che un effetto geologico rilevante causato dai sismi più forti del 20 e 29 maggio, ma non osservabile direttamente sul terreno, è stato un sollevamento di 10-15 cm dell'area epicentrale (sovrastante alle culminazioni delle Pieghe Ferraresi), rilevato da immagini dei satelliti Cosmo-SkyMed applicando la tecnica Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR).

Già alla fine degli anni '70 del secolo scorso la letteratura scientifica aveva ipotizzato movimenti di sollevamento delle Pieghe Ferraresi sulla base dell'evoluzione del Fiume Po e dei fiumi appenninici e di dati del sottosuolo. I dati acquisiti con la tecnologia satellitare suggeriscono che simili sollevamenti cosismici del passato potrebbero essere la causa delle variazioni idrografiche suddette.

I "rumours" relativi alla sequenza sismica

La sequenza sismica del 2012 e, in particolare, i due terremoti più forti hanno trovato la popolazione locale psicologicamente e culturalmente impreparata, dando luogo a sospetti e mancanza di fiducia verso le autorità e la comunità scientifica. Una delle principali cause di questo atteggiamento è la carenza di conoscenze sulle caratteristiche geologiche del territorio e, di conseguenza, l'errata convinzione che la Pianura Padana

sia un'area bassa a sismicità. Ciò deriva anche dal fatto che questo settore dell'Italia è classificato dall'INGV appunto a "bassa pericolosità sismica". Una zona a "bassa pericolosità sismica" non significa che non è in grado di provocare terremoti di forte intensità, ma di farlo più raramente e senza grande costanza come invece avviene per le zone ad alta pericolosità sismica; meno probabilità quindi, ma non impossibilità di accadimento di forti terremoti.

Un'altra visione derivante da un'errata conoscenza del territorio è che i depositi alluvionali che costituiscono la Pianura Padana dovrebbero contribuire a ridurre gli effetti delle scosse sismiche, quando, in realtà, è vero il contrario.

Un'altra delle ragioni delle carenti conoscenze è la perdita di memoria storica sui forti terremoti del passato. Ad esempio, il già citato terremoto di Ferrara del 1570 ($M = 5,5$) fu richiamato alla mente solo dopo lo shock del 20 maggio 2012. Il terremoto di Ferrara è stato caratterizzato da una sequenza sismica della durata di quattro anni e pertanto, poiché all'epoca non esistevano i sismografi in grado di registrare anche gli eventi di bassa magnitudo, questo significa che sono stati quattro anni di terremoti "percepiti" dalla popolazione.

Come conseguenza di quanto detto la popolazione e i media volevano essere a conoscenza di cosa stesse avvenendo e si erano immediatamente diffuse notizie pseudo-scientifiche (i cosiddetti "rumours") più velocemente e con maggiore effetto di quelle scientifiche, perché amplificate dai *social network*.

Ad esempio circolavano notizie in base alle quali sarebbero stati diffusi dati volutamente sottostimati sulla magnitudo dei principali eventi ($M = 5,9$ e $5,8$) per evitare risarcimenti dei danni. Queste voci erano imputabili al fatto che veniva confusa la scala Richter (che misura la magnitudo, cioè l'energia sprigionata da un terremoto nell'ipocentro) con la scala Mercalli (che misura l'intensità di un terremoto, sulla base dei danni provocati; questi non dipendono solo dalla forza del terremoto, ma da diversi altri aspetti tra cui le caratteristiche del sottosuolo ed ovviamente delle costruzioni).

Altre voci riguardavano la presenza nel sottosuolo della pianura di "caverne, voragini o vulcani" da cui proveniva la sabbia che la gente ha visto fuoriuscire dalle spaccature del terreno e dai pozzi. Tale materiale invece proviene da livelli sabbiosi presenti nel sottosuolo, in corrispondenza di corsi d'acqua abbandonati, e trascinati in superficie dall'acqua per effetto della propagazione delle onde sismiche.

Inoltre parte della popolazione attribuiva i terremoti non a cause tettoniche legate alla dinamica dell'Appennino settentrionale (quindi cause "naturali"), ma alle azioni realizzate dall'uomo e, nel caso specifico, all'attività di "fracking", al "deposito gas di Rivara" e all'attività dei pozzi petroliferi di Cavone; Rivara e i pozzi di Cavone sono ubicati nell'area epicentrale.

Il "fracking", è una tecnica di microfratturazione idraulica dei sedimenti utilizzata nel nord America e solo marginalmente nel nord Europa per lo sfruttamento di gas (metano) disperso in sedimenti argillosi (*shale gas*). In alcuni casi questa tecnica crea una micro-sismicità che può dare problemi proprio perché esercitata in sedimenti piuttosto superficiali. In Italia non esistono sedimenti che contengano metano sfruttabile in modo significativo. Inoltre nessuna di queste ricerche può essere fatta di nascosto perché richiedono impianti complessi e visibilissimi.

Il progetto dell'impianto di stoccaggio di gas metano nel sottosuolo di Rivara era già stato respinto dalle autorità locali e regionali (e successivamente anche nazionali) e

quindi non è mai stato realizzato.

Per quanto riguarda il Cavone, nel novembre 2012 la Regione Emilia-Romagna, proprio per rispondere ai rumours al riguardo, ha istituito una Commissione tecnico-scientifica internazionale per la valutazione delle possibili relazioni tra l'attività di ricerca di idrocarburi e l'aumento dell'attività sismica nella zona epicentrale dei terremoti 2012: commissione ICHESE (*International Commission on Hydrocarbon Exploration and Seismicity in the Emilia Region*). La RER aveva anche deciso di sospendere i futuri programmi di esplorazione di idrocarburi in tutto il territorio colpito dalla sequenza sismica fino a quando la Commissione ICHESE non avesse espresso un parere.

Le conclusioni della commissione ICHESE (in estrema sintesi: “non si può escludere che il Cavone non abbia innescato il terremoto”) rese note nell'aprile 2014 avevano dato luogo a diverse interpretazioni e a notevoli polemiche, pertanto la RER ha istituito una nuova Commissione che nell'agosto del 2014 ha emesso un parere definitivo secondo cui “non c'è possibilità di correlazione”.

In piena crisi sismica, l'attività di informazione scientifica sui suddetti aspetti era molto importante per un'informazione corretta e responsabile in modo tale da non aggiungere ulteriore panico al già giustificato panico della popolazione terremotata.

L'attività di informazione dei geologi di Unimore è praticamente iniziata durante i rilevamenti sul terreno nelle moltissime occasioni di incontro con la gente e i giornalisti. Inoltre, per fornire al maggior numero possibile di persone una corretta conoscenza su quanto stava avvenendo, l'ex-Dipartimento di Scienze della Terra realizzò un sito web dedicato ai terremoti e in particolare alla sequenza sismica del 2012.

Comunque, l'attività informativa da parte dei geologi di Unimore è stata svolta, anche e soprattutto, nell'ambito di numerosi eventi di cui si citano di seguito solo quelli nei mesi più vicini al maggio 2012:

- 8 giugno 2012: “Conferenza stampa sulla crisi sismica emiliana” organizzata dall'Ufficio Stampa di Unimore
- 5 luglio 2012: incontro pubblico ai Giardini Ducali di Modena sul tema “Terremoti, Città, Territori. Storia e conoscenza degli eventi sismici”
- 9 luglio 2012: incontro pubblico a San Felice sul Panaro su “Terremoto: i perché della Scienza e come conviverci”
- 25 luglio 2012: incontro pubblico a Quartirolo di Carpi su “Cos'è un terremoto e le cause della sequenza sismica del 2012”
- 12 ottobre 2012: nell'ambito della serie di incontri pubblici a Mirandola su “Sapere è antisismico”, seminario dal titolo “I tanti perché dei terremoti e della sequenza sismica dell'Emilia”
- 15 e 16 ottobre 2012: nell'ambito della “Settimana del Pianeta Terra”, conferenze pubbliche a Modena su “Il terremoto in Emilia: facciamo il punto 4 mesi dopo” e su “Il terremoto in Emilia, passato, presente, futuro”.

In totale, sono stati svolti diciotto incontri pubblici molto partecipati, una dozzina di seminari didattici per studenti di scuole inferiori e superiori e cinque seminari per studenti universitari di Modena e di altre sedi (Milano, Parma, Sassari).

Questi dati, che peraltro non riferiscono sulle numerose interviste rilasciate ai giornali e alle reti televisive sia locali che nazionali, dimostrano l'intensa attività di “Terza missione” dell'Università svolta dai geologi di Unimore.

In ogni caso, il problema più importante e delicato dovuto alla sequenza sismica emiliana del 2012 ha riguardato la previsione dei terremoti. Anche se gli esperti hanno ripetutamente sottolineato in tutte le sedi e in tutte le occasioni che non è possibile prevedere i terremoti in termini di località epicentrale, tempo ed energia di loro accadimento, la popolazione ha dato credito a vari allarmi infondati che sono stati diffusi in vario modo. Per cui, ad esempio, nel settembre 2012, molte persone che erano tornati alle loro case le hanno nuovamente abbandonate per paura in seguito alla previsione ingiustificata di un imminente nuovo forte terremoto.

Le tragiche esperienze della popolazione terremotata hanno indotto molte persone nella zona epicentrale e nei suoi dintorni a prestare particolare attenzione ai fenomeni naturali che si verificano nel proprio territorio e a collegarli, a torto, a segni di premonitori di terremoti per “somiglianza” con quelli sismoindotti. Di seguito alcuni esempi. A metà febbraio 2013, ad Ambrogio (Ferrara), un getto di metano e acqua calda che sgorgava dal terreno (definito “geyser” dalla stampa locale) aveva suscitato preoccupazione fra la gente. Constatato che il getto proveniva da un vecchio pozzo metanifero mal sigillato di cui si era persa memoria, l’allarme cessò.

A metà maggio 2013, a Campagnola Emilia (Reggio Emilia), comparvero dei “vulcanetti” di terra dai quali fuoriusciva acqua, gas maleodorante e terriccio nero. Sono stati spiegati dagli esperti con l’innalzamento della falda che ha portato a giorno dei sedimenti inquinati.

A metà agosto 2013, in periferia di Ferrara, fu segnalata con preoccupazione, con anche risonanza mediatica, una frattura nel terreno lunga una ventina di metri e profonda un metro simile a quelle verificatesi nella zona in occasione dei forti sismi del 2012. Tale fessura e altre rilevate nelle vicinanze sono state spiegate con un comportamento differenziale meccanico del terreno, in quanto si trovavano in corrispondenza di piani di calpestio

Nella zona epicentrale molte persone osservarono, alcuni giorni prima e durante le scosse più forti del 2012, marcati innalzamenti del livello dell’acqua all’interno di pozzi (confermati anche da registrazioni strumentali della falda freatica). In alcuni casi è stato osservato anche un aumento della temperatura dell’acqua in pozzi di irrigazione, ma è stato verificato che questo fenomeno era legato al surriscaldamento delle pompe per acqua intasate da sabbia. Pertanto il ricordo di queste anomalie ha creato allarme e la paura di un nuovo terremoto, quando nell’ottobre 2013 presso Rivara, luogo del mai realizzato deposito gas, è stato segnalato con allarmismo un pozzo con acqua riscaldata. Nel maggio 2014 a Bondeno (Ferrara) si osservò con preoccupazione un vulcanetto di sabbia (Figura 6) in quanto del tutto simile a quelli verificatesi nel 2012 per fenomeni di liquefazione (Figura 6). In questo caso il vulcanetto era invece dovuto ad un carotaggio per scopi edilizi che ha intercettato una sacca di metano in pressione che ha spinto in superficie acqua e sabbia.

Per evitare la diffusione di ulteriori allarmismi ingiustificati su fenomeni di questo tipo, nel maggio 2014 la Regione Emilia-Romagna ha istituito un Gruppo di Lavoro finalizzato alla gestione delle segnalazioni dei “Fenomeni geologici particolari”. Del GdL fanno parte geologi del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della RER ed esperti delle Università emiliane (lo scrivente è il rappresentante di Unimore), dell’INGV, del CNR, dell’Associazione Geologi RER.

I fenomeni geologici particolari riguardano: i) fuoriuscite di gas da pozzi per acqua o

dal terreno; ii) comparsa di vulcanetti di fango o di sabbia; iii) presenza di fratture o di sprofondamenti nel terreno; iv) pozzi per acqua con presenza di acque calde. La loro catalogazione e spiegazione scientifica è fornita in un sito web appositamente realizzato (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/geologia/fenomeni-geologici-particolari>).

Da maggio 2012 a novembre 2015 sono state inoltrate alla RER, principalmente dalle zone dei terremoti del 2012, 54 segnalazioni di fenomeni geologici particolari. Fenomeni di questo tipo sono noti da sempre e si inquadrano nel contesto geologico della nostra regione. Non è stata riconosciuta alcuna relazione chiara di causa effetto tra le segnalazioni ricevute e il manifestarsi di nuove scosse di terremoto.

In particolare, per quanto riguarda la segnalazione di un pozzo con acqua a 55°C a Medolla, alcuni giorni prima del terremoto di $M = 3,5$ del 20 ottobre 2015 (epicentro tra Mirandola e Poggio Rusco), gli esperti ritengono che il fenomeno sia dovuto ad un processo di ossidazione di gas metano avvenuto alla presenza di batteri metanotrofi, che avrebbe riscaldato il sottosuolo e di conseguenza l'acqua di falda. Questo processo spiegherebbe anche il riscaldamento dell'acqua nei pozzi segnalato in alcuni casi precedenti.

Conclusioni

Per quanto riguarda gli effetti ambientali sismoindotti, quelli più comuni rilevati sono stati i fenomeni di liquefazione, caratterizzati dalla fuoriuscita di sedimenti sabbiosi da fratture, vulcanetti e pozzi per acqua. Tali fenomeni non erano distribuiti in modo casuale, ma erano in massima parte concentrati lungo allineamenti corrispondenti a corsi d'acqua abbandonati (paleoalvei). È stato fondamentale rilevarli nell'immediatezza dei principali eventi sismici in quanto nel tempo sono stati prima alterati e poi cancellati.

Gli effetti ambientali cosismici che in prima istanza sembravano del tutto nuovi ed inaspettati per la Pianura Emiliana (ne sono stati censiti oltre mille) sono risultati in realtà una riedizione di effetti verificatisi in occasione dei terremoti di Ferrara del 1570 e di Argenta del 1624 (entrambi con $M = 5,5$; $I = 7,5-8$)



Figura 6. A sinistra, vulcanetto di sabbia verificatosi in seguito ad un carotaggio nel maggio 2014 presso Bondeno (Ferrara). A destra, numerosi vulcanetti di sabbia indotti dal sisma del 29 maggio 2012 presso San Possidonio (Modena).

La mappatura degli effetti ambientali sismoindotti è stata poi fondamentale per l'elaborazione o la revisione di vari tipi di carte tematiche tra cui quelle di microzonazione sismica molto importanti ai fini della pianificazione territoriale.

Gli incontri, occasionali durante le fasi di rilevamento sul terreno o in forma organizzata tra i geologi e la gente terremotata hanno aiutato a comprendere l'importanza di un dialogo tra la popolazione e la comunità scientifica, al fine di eliminare o quantomeno ridurre le paure irrazionali e screditare i racconti e le idee pseudo-scientifiche sbagliate circa i terremoti.

Solo un dialogo ed un confronto continui saranno in grado di fornire alla gente informazioni corrette in modo di evitare di considerare i "fenomeni geologici particolari" come segnali precursori di terremoti.

Gli scienziati devono anche aver presente durante le fasi di rilevamento sul terreno il ruolo delle popolazioni locali come custodi del proprio territorio e come testimoni insostituibili di ogni cambiamento che si verifica sulla loro terra.

Note

1. Anzidei, M., Maramai, A., Montone, P. (a cura di) (2012). The Emilia (northern Italy) seismic sequence of May-June, 2012: Preliminary data and results. *Annals of Geophysics*, 55.
2. Oltre allo scrivente, essi sono: Milena Bertacchini, Giuseppe Bettelli, Daniele Brunelli, Marco Coltellacci, Stefano Conti, Chiara Fioroni, Daniela Fontana, Stefano Lugli, Mauro Marchetti, Simona Marchetti-Dori, Maurizio Mazzucchelli, Francesca Remitti, Paolo Serventi, Mauro Soldati, Giovanni Tosatti. Tali ricerche, i cui risultati sono stati illustrati in vari consessi scientifici nazionali ed internazionali e pubblicati in numerosi articoli, sono state svolte anche in collaborazione con geologi di altre Università (Ferrara, Firenze, Insubria, Milano-Bicocca, Padova, Pavia, Pisa), Enti di Ricerca (CNR sedi di Firenze, Milano e Pisa; INGV-Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia sezioni di Roma, Milano e Pisa; ISPRA-Servizio Geologico d'Italia) ed Amministrazioni Pubbliche (Regione Emilia-Romagna e Regione Lombardia).
3. Emergeo Working Group (2013). Liquefaction phenomena associated with the Emilia earthquake sequence of May-June 2012 (Northern Italy). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13, 935-947.

Autori dei contributi e loro afferenza attuale

(per chi non è più in Unimore, la posizione occupata nel 2012 è indicata nel contributo)

Giorgia Adani, *Medico di continuità assistenziale*

Gabriella Aggazzotti, *Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze, Unimore*

Angelo O. Andrisano, *Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" (DIEF), Unimore; Magnifico Rettore Unimore*

Milena Bertacchini, *Museo Universitario Gemma 1786, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Unimore*

Giovanni Bertolini, *Servizio tecnico dei bacini degli affluenti del Po, Regione Emilia-Romagna*

Paola Bertolini, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Massimo Brunetti, *Sviluppo Organizzativo Azienda USL Modena*

Patrizia Bruzzi, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Alessia Cadamuro, *Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Unimore*

Ernesto Caffo, *Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e di Sanità Pubblica, Unimore*

Valentina Calì, *Libero professionista*

Doriano Castaldini, *Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Unimore*

Laura Cerrocchi, *Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Unimore*

Anita Chiarolanza, *Sviluppo Organizzativo Azienda USL Modena*

Stefania Cipolli, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Margherita Codifava, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Gian Antonio Di Bernardo, *Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Unimore*

Davide Di Domenico, *Consulente Pest management e Sicurezza alimentare*

Federico Oyedeji Falope, *Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" (DIEF), Unimore*

Martina Ferrari, *Libero professionista*

Chiara Fioroni, *Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Unimore*

Daniela Fontana, *Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Unimore*

Barbara Forresi, *Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e di Sanità Pubblica, Unimore*

Enrico Giovannetti, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Dino Giovannini, *Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Unimore*

Elisa Giubertoni, *Scuola di Specializzazione in Malattie Cardiovascolari Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Modena*

Isabella Givanni, *Libero professionista*

Alice Gorlato, *Libero professionista*

Elisabetta Gualandri, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Stefano Guicciardi, *Scuola di Specializzazione in Igiene e Medicina Preventiva, Università di Bologna*

Lorenzo Iughetti, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Giulia Lauria, *Scuola di Specializzazione in Malattie Cardiovascolari Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Modena*

Laura Lucaccioni, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Antonio Luciani, *Pronto Soccorso Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Modena*

Stefano Lugli, *Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Unimore*

Simona Filomena Madeo, *Scuola di Specializzazione in Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Lara Maistrello, *Dipartimento di Scienze della Vita, Unimore*

Maurizio Malavolta, *Fondazione Democenter-Sipe*

Giuseppe Malpeli, *Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Unimore (deceduto)*

Simona Marchetti Dori, *Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Unimore*

Elisa Martinelli, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Erminio Mauro, *Scuola di Specializzazione in Malattie Cardiovascolari Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Modena*

Maria Grazia Modena, *Dipartimento Chirurgico, Medico, Odontoiatrico e di Scienze Morfologiche con interesse Trapiantologico, Oncologico e di Medicina Rigenerativa, Unimore*

Francesco Pagliacci, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Monica Palmirani, *Dipartimento di Scienze Giuridiche, Università di Bologna*

Anna Francesca Pattaro, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Alessia Pedrazzoli, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Daniele Pettorelli, *Scuola di Specializzazione in Malattie Cardiovascolari Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Modena*

Zaira Pietrangiolillo, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Giovanni Pinelli, *Dipartimento Interaziendale di Emergenza e Urgenza, Ospedale NOCSAE, Baggiovara*

Barbara Predieri, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Elena Righi, *Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze, Unimore*

Margherita Russo, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Paola Sandoni, *Libero professionista*

Laura Sartori, *Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali, Università di Bologna*

Giorgio Serafini, *Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" (DIEF), Unimore*

Paolo Silvestri, *Dipartimento di Economia Marco Biagi, Unimore*

Riccardo Stanzani, *Scuola di Specializzazione in Neurochirurgia, Università di Sassari*

Angelo Marcello Tarantino, *Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" (DIEF), Unimore*

Aldo Tomasi, *Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e di Sanità Pubblica, Unimore*

Giulia Vellani, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Cristina Venturelli, *Scuola di Specializzazione di Pediatria, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Materno-Infantili e dell'Adulto, Unimore*

Annalisa Versari, *Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Unimore*

Loris Vezzali, *Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Unimore*

Paola Vezzani, *Dipartimento di Comunicazione ed Economia, Unimore*

Finito di stampare
nel mese di maggio 2016
presso Formagrafica, Carpi

Il terremoto che ha colpito l'Emilia-Romagna e in particolare il territorio modenese-reggiano nel 2012 rappresenta senz'altro una delle peggiori catastrofi naturali che hanno drammaticamente sconvolto la vita e la realtà costruttiva dell'Area Nord negli ultimi decenni. Un fattore chiave per risollevarsi da una situazione critica a seguito di un evento di tale portata è senz'altro identificabile nella risposta del territorio e delle persone, senza le quali qualsiasi intervento istituzionale non può che risultare inefficace.

Unimore si è posta in tale contesto come un interlocutore primario del territorio, di cui fa parte e con il quale quotidianamente dialoga e interagisce. Questo volume vuole essere una testimonianza di quanto fatto e dell'impegno profuso a tutti i livelli da Unimore per fronteggiare la situazione e sostenere la ripresa, con interventi promossi e attuati a largo raggio, sul piano sia della ricerca che su quello più operativo.

Dino Giovannini ha iniziato la sua carriera accademica presso "Alma Mater Studiorum" Università di Bologna. Professore ordinario di Psicologia sociale dell'Università di Trento (1994-2002) e poi di Unimore (2002-2015), ha fondato e diretto (2006-2015) il Centro di Ricerca dipartimentale "Relazioni Interetniche, Multiculturalità e Immigrazione" (www.rimilab.unimore.it). Attualmente insegna Psicologia di comunità presso il Dipartimento di Educazione e Scienze Umane. I suoi interessi di ricerca riguardano le relazioni tra gruppi, la riduzione del pregiudizio e i processi di acculturazione.

Loris Vezzali è professore associato presso il Dipartimento di Educazione e Scienze Umane di Unimore, dove insegna Psicologia sociale e dei gruppi e Psicologia degli atteggiamenti e delle opinioni. Reviewer di riviste internazionali di psicologia sociale dal 2008, è attualmente Associate Editor del *Journal of Community and Applied Social Psychology*. È autore di numerose pubblicazioni su riviste e volumi nazionali e internazionali legati ai temi della riduzione del pregiudizio e dell'integrazione dei gruppi svantaggiati.

www.unimore.it

ISBN 978-88-89109-89-2



9 788889 109892

