



MISCELLANEA INGV

Raccolta di scritti sulla vicenda del
processo dell'Aquila e successive
riflessioni



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

100

Direttore Responsabile

Daniela VERSACE

Editor in Chief

Milena MORETTI

Editorial Board

Laura ALFONSI

Christian BIGNAMI

Simona CARANNANTE

Viviana CASTELLI

Luca COCCHI

Luigi CUCCI

Lorenzo CUGLIARI

Alessia DI CAPRIO

Roberto DI MARTINO

Domenico DI MAURO

Domenico DORONZO

Filippo GRECO

Alessandro IAROCCI

Mario MATTIA

Daniele MELINI

Anna NARDI

Lucia NARDONE

Marco OLIVIERI

Pierangelo ROMANO

Maurizio SOLDANI

Sara STOPPONI

Umberto TAMMARO

Andrea TERTULLIANI

Stefano URBINI

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.178 | 2014, 23 LUGLIO

© INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Presidente INGV

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma

Tutti i diritti riservati

www.ingv.it



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

MISCELLANEA INGV

Raccolta di scritti sulla vicenda del
processo dell'Aquila e successive riflessioni

*Collection of writings on the L'Aquila trial and
subsequent reflections*

Alessandro Amato

INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Nazionale Terremoti

Accettato 23 aprile 2025 | Accepted 23 April 2025

Come citare | How to cite Amato A., (2025). Raccolta di scritti sulla vicenda del processo dell'Aquila e successive riflessioni. Misc. INGV, 100: 1-196, <https://doi.org/10.13127/misc/100>

In copertina L'aula del Tribunale dell'Aquila il giorno della lettura della sentenza (Autore: CLAUDIO LATTANZIO. Ringraziamenti: ANSA. Copyright: ANSA) | Cover The courtroom in L'Aquila on the day the sentence was read (Author: CLAUDIO LATTANZIO. Acknowledgements: ANSA. Copyright: ANSA)

100

INDICE

Introduzione	7
Introduction	10
Ringraziamenti	13
LE CRONACHE	15
1. Da un'aula di tribunale agli ultimi terremoti padani Alessandro Amato da <i>Scienza in rete</i> / 12 gennaio 2012	17
2. Processo dell'Aquila: i resoconti di un testimone Alessandro Amato da <i>Scienza in rete</i> / 3 novembre 2014	22
3. Processo dell'Aquila: i resoconti di un testimone (II parte) Alessandro Amato da <i>Scienza in rete</i> / 6 novembre 2014	27
4. Processo dell'Aquila: i resoconti finali di un testimone Alessandro Amato da <i>Scienza in rete</i> / 11 novembre 2014	30
COMMENTI ALLE SENTENZE	33
5. Gli argomenti della Scienza nel processo dell'Aquila alla "Commissione Grandi Rischi" Alessandro Amato e Fabrizio Galadini da <i>Analysis</i> , 2013	35
6. In scienza e coscienza Andrea Cerase, Alessandro Amato, Fabrizio Galadini da <i>Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla "Commissione Grandi Rischi"</i> , ed. FrancoAngeli, 2015	69
7. La scienza mal compresa: esempi e riflessioni dal processo "Grandi Rischi" da <i>Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla "Commissione Grandi Rischi"</i> , ed. FrancoAngeli, 2015 Alessandro Amato e Fabrizio Galadini	78
8. Media e traduzione delle conoscenze scientifiche prima del terremoto del 2009 Fabrizio Galadini e Alessandro Amato dal libro <i>Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla "Commissione Grandi Rischi"</i> , ed. FrancoAngeli, 2015	90
9. L'incertezza della scienza dei terremoti e il problema dei linguaggi: Il caso del processo "Grandi Rischi" all'Aquila Alessandro Amato In: R. Borsari (a cura di) <i>Processo alla Scienza</i> , 2016, Padova University Press	111
RIFLESSIONI SULLA GESTIONE DEL RISCHIO...	125
10. La difesa dai terremoti in Italia dopo le tragedie dell'Aquila e di Amatrice Alessandro Amato da <i>CRIMINALIA</i> , 2016	127

11. Il ruolo della ricerca scientifica nella mitigazione del rischio sismico	136
Alessandro Amato	
In: <i>Sisma dal Friuli 1976 all'Italia di oggi</i> , 2016	
12. La Scienza dei terremoti tra incertezza, imprevedibilità e aule di tribunale	151
Alessandro Amato	
In: <i>Scienza, diritto e processo penale nell'era del rischio</i> , ed. Giappichelli, 2019	
13. I terremoti in Italia: perché non riusciamo a difenderci?	174
Alessandro Amato	
da <i>Il Nuovo Saggiatore</i> , 2019	
14. La pandemia è stata come un terremoto catastrofico. Ricerca, prevenzione e consapevolezza sono le uniche armi che abbiamo per difenderci	188
Alessandro Amato	
da <i>Riparte l'Italia</i> , <i>ThinkTank quotidiano</i> / 12 giugno 2020	
Postfazione	192
Giulio Selvaggi	

Introduzione

Questa raccolta è pensata per chi volesse avvicinarsi alla problematica del terremoto del 2009 a L'Aquila che come noto, oltre al dramma delle 309 vittime, dei tantissimi feriti e degli ingenti danni, determinò una serie di effetti a catena culminati nel processo cosiddetto "Grandi Rischi", o come introdotto nella letteratura internazionale *"The L'Aquila Seven"*, con le relative condanne (in primo grado¹) di sette tra scienziati e funzionari della Protezione Civile, e le successive assoluzioni (in appello, poi confermate dalla Corte di Cassazione) di sei dei sette condannati, con l'unica eccezione del vice capo della Protezione Civile Bernardo De Bernardinis, sia pure con la pena ridotta e sospesa.

Una vicenda terribile, principalmente per le vittime, i loro familiari, il popolo abruzzese che era stato coinvolto nel terremoto, ma anche per chi, come Giulio Selvaggi², mio collega e amico, era stato ingiustamente portato alla sbarra, processato e condannato in primo grado a sei anni di reclusione. E con lui Enzo Boschi³, il mio Presidente dell'epoca all'INGV, insieme ai sismologi, vulcanologi, ingegneri Claudio Eva⁴, Franco Barberi⁵, Gian Michele Calvi⁶, e ai funzionari di Protezione Civile Mauro Dolce⁷ e Bernardo De Bernardinis⁸.

Il 30 marzo del 2009 il Capo Dipartimento della Protezione Civile, Guido Bertolaso, aveva convocato una riunione di esperti del settore Rischio sismico della Commissione Grandi Rischi a L'Aquila per *"valutazioni sulla recente sequenza sismica nel territorio abruzzese"*. La riunione era stata convocata perché, dopo una sequenza sismica di piccoli terremoti durata tre mesi, nel pomeriggio dello stesso 30 marzo si era registrata una scossa di magnitudo 4: in città cresceva la preoccupazione per altri eventi sismici, alimentata anche dalle previsioni di un tecnico che sosteneva di poter prevedere i terremoti. In questa situazione di allarme, l'assessore alla protezione civile della Regione Abruzzo, Daniela Stati, aveva emesso nello stesso giorno un comunicato stampa in cui veniva dichiarato che non si aspettavano altre scosse. Per correggere questa erronea comunicazione Bertolaso chiamò la Stati e annunciò la riunione di esperti per il giorno successivo, il 31 marzo, parlando anche di *"operazione mediatica"*, termine successivamente criticato e usato dalla pubblica accusa per contestare ai presenti alla riunione la sottovalutazione del rischio. Come noto, alle 3.32 del 6 aprile 2009 un terremoto di magnitudo 6.3 colpì il territorio aquilano e abruzzese provocando numerosi crolli e 309 vittime.

Secondo la sentenza di primo grado i sette imputati erano stati condannati per aver effettuato, *"in occasione della detta riunione, una "valutazione dei rischi connessi" all'attività sismica in corso sul territorio aquilano dal dicembre 2008 approssimativa, generica ed inefficace in relazione alle attività e ai doveri di "previsione e prevenzione"; fornendo, in occasione della detta riunione, sia con dichiarazioni agli organi di informazione sia con redazione di un verbale, al Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, all'Assessore Regione Abruzzo alla Protezione Civile, al Sindaco dell'Aquila, alla*

¹ <https://processoaquila.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/01/sentenza-grandi-rischi-completa-1.pdf>

² quale Direttore del Centro Nazionale Terremoti dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

³ quale Presidente dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e Professore ordinario di Fisica Terrestre dell'Università di Bologna, nel 2009 componente della Commissione per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi.

⁴ quale Professore ordinario di Fisica Terrestre dell'Università di Genova, nel 2009 componente della Commissione per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi.

⁵ quale Presidente vicario della Commissione Nazionale per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi e Professore ordinario di Vulcanologia dell'Università Roma Tre.

⁶ quale Direttore della Fondazione Eucentre (European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering) e Professore ordinario di Progettazione in zona sismica dell'Università di Pavia, nel 2009 referente della sezione Rischio Sismico della Commissione Grandi Rischi.

⁷ quale Direttore dell'Ufficio Rischio Sismico del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile e Professore ordinario di Tecnica delle costruzioni dell'Università di Napoli Federico II.

⁸ quale Vice-Capo settore tecnico operativo del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile.

cittadinanza aquilana, informazioni incomplete, imprecise e contraddittorie sulla natura, sulle cause, sulla pericolosità e sui futuri sviluppi dell'attività sismica in esame, in tal modo vanificando le finalità di "tutela dell'integrità della vita, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da calamità naturali, da catastrofi e da altri grandi eventi che determinino situazioni di grave rischio".

Come già accennato sopra, a novembre 2014 la Corte d'Appello del Tribunale dell'Aquila aveva ribaltato quasi completamente la sentenza di primo grado, con la successiva conferma della Corte di Cassazione a novembre 2015, assolvendo sei dei sette imputati *"perché il fatto non sussiste"*.

Va premesso che quello che emergerà dalla lettura di questa raccolta è il punto di vista personale di chi, come il sottoscritto, non è stato coinvolto direttamente nelle vicende processuali, non ha avuto vittime tra i propri cari, né è stato imputato o consulente e neppure sentito come testimone. Tuttavia, la mia vicinanza con alcuni degli imputati, in particolare con Giulio Selvaggi che nel 2009 era il Direttore del Centro Nazionale Terremoti dell'INGV (incarico che io avevo ricoperto fino al 2007), mi aveva spinto a seguire le vicende processuali da vicino, sin dalle prime battute nel 2011, cercando di supportare i colleghi negli anni difficili dei processi e in quelli successivi, durante i quali sono stati organizzati numerosi convegni, soprattutto nel mondo giuridico, per esaminare e discutere le sentenze e i loro possibili effetti.

L'idea di questa raccolta mi è venuta durante uno di questi convegni, tenutosi a Firenze il 20 e 21 ottobre 2023. Il titolo del convegno era *"Le nuove frontiere della prova scientifica"* e tra gli oratori invitati c'era proprio Giulio, che raramente negli anni successivi al processo era voluto intervenire in consessi pubblici.

Tra gli oratori del convegno c'era anche Alessandra Stefàno, che aveva partecipato al processo come avvocatessa difensore di uno degli imputati. Proprio parlando con lei in quell'occasione mi erano tornati in testa tutti i discorsi fatti durante le varie fasi del processo, inizialmente all'interno del nostro Istituto, l'INGV, poi della nostra comunità scientifica, nazionale e internazionale, e infine con giuristi, sociologi, psicologi e giornalisti. Piano piano avevamo capito che lo sconcerto dei sismologi per la sentenza di primo grado era condiviso dalla maggior parte degli esperti che si erano trovati a studiare il caso.

Dopo la sentenza di primo grado, in Istituto avevamo creato un gruppo di studio sul processo per raccogliere in un sito internet i documenti e farli conoscere a chiunque volesse consultarli e studiarli. Ci eravamo resi conto, infatti, che la maggior parte delle opinioni che venivano offerte sui media erano frutto di ragionamenti e idee basati su una scarsa conoscenza delle fonti primarie e spesso su convinzioni preconcepite. Il sito è stato attivo tra la fine del 2012 e novembre 2015, quando la Corte di Cassazione ha emesso la sentenza definitiva. Il sito (<https://processoaquila.wordpress.com/>) è tuttora aperto con la possibilità di consultare e scaricare i documenti, compresi quelli relativi al processo, la rassegna stampa del periodo precedente e successivo al terremoto, le lettere della comunità scientifica e molto altro.

Nei primi capitoli di questo volume (capp. 1, 2, 3, 4) ho raccolto le impressioni scaturite dalle udienze del processo di appello, pubblicate su *Scienza in Rete* per richiesta dei coordinatori del sito, che approfitto per ringraziare (<https://www.scienzainrete.it/>). Nel primo processo tutto era stato così veloce (e così assurdo) che non mi ero preoccupato di fare dei resoconti, convinto, come quasi tutti, che i sismologi ne sarebbero usciti indenni. E invece ci sbagliavamo, eccome! A posteriori, possiamo dire che i segnali di una sentenza "esemplare" c'erano tutti: il Procuratore Generale di L'Aquila Alfredo Rossini che in un'intervista a un quotidiano locale aveva dichiarato *"speriamo di arrivare a un risultato conforme a quello che la gente si aspetta"*, suscitando numerose

polemiche. Poi il clima di acredine dei cittadini aquilani nei confronti dei miei colleghi durante le udienze, tenutesi proprio a L'Aquila: i cartelli esposti fuori dall'aula di tribunale erano stati per me un pugno allo stomaco. Ma come, non eravamo noi i primi a cercare di ridurre il rischio sismico? I sismologi, studiando i terremoti del passato, le faglie attive, la deformazione del territorio per permettere una sempre migliore valutazione della pericolosità; gli ingegneri, per migliorare e applicare le tecniche per costruire in modo sicuro; la Protezione civile, da sempre impegnata nella prevenzione e in tutte le emergenze? Tutto questo perché non si sarebbero dovuti avere in futuro altri morti per i terremoti. E invece, proprio "noi" accusati di omicidio? La cosa che più mi colpiva, durante le udienze e leggendo i giornali locali, era la sensazione di essere stati posti, noi ricercatori, "contro" i familiari e gli amici delle vittime, che sembravano odiarci, mentre il nostro sentimento verso di loro era di solidarietà e di grande vicinanza. Essi erano addolorati, disperati e comprensibilmente alla ricerca di un colpevole. Lo avevano identificato con gli esperti, che secondo le tesi dell'accusa li avevano "rassicurati".

Ancora più assurdo era che l'artefice del contrasto era chi doveva impartire la "giustizia", seguito o preceduto da molti giornalisti e opinionisti, più o meno informati e più o meno obiettivi.

La Protezione civile nel 2009 era quella di Guido Bertolaso, il governo era quello di Silvio Berlusconi, che certo di motivi per non farsi amare ne avevano offerti numerosi, a cominciare dall'attribuzione al Dipartimento di Protezione Civile di poteri speciali per la gestione (e i fondi) dei cosiddetti "Grandi eventi".

Tra il 2012 e il 2019, quindi, ci eravamo trovati più volte a dover argomentare sul perché a nostro avviso quella condanna fosse assurda. In primo luogo, la sentenza di primo grado conteneva numerosi errori di interpretazione scientifica, dei quali mi sono occupato con il collega Fabrizio Galadini in un intervento su *Analysis* del 2013 (riportato integralmente nel capitolo 5 di questo volume) e in seguito nel libro *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla "Commissione Grandi Rischi"* [ed. FrancoAngeli, 2015] riportati nei capp. 7 e 8 di questa raccolta. Il capitolo 6 è ancora un estratto dallo stesso volume, scritto con il sociologo Andrea Cerase e lo stesso Fabrizio Galadini, in cui abbiamo provato a ragionare sulla complessità della trasmissione e della comprensione della conoscenza scientifica. Nel capitolo 9 viene discusso il concetto dell'incertezza della scienza e il problema dei linguaggi, che nel corso del processo avevano dato luogo a numerosi malintesi. Nei capitoli successivi, infine (dal 10 al 14), ho riportato alcuni interventi proposti in diversi consessi tra il 2016 e il 2019, nei quali ho affrontato alcuni aspetti controversi della scienza dei terremoti e di come è possibile difenderci da essi.

Tornando alla sentenza di primo grado, essa conteneva anche delle indicazioni fuorvianti per la difesa dai terremoti, come quella in cui si sosteneva che la riduzione della vulnerabilità andasse considerata un esercizio di stile e fosse di fatto irrealizzabile. Un assurdo se si pensa agli sforzi pluridecennali, ma lungimiranti, di Paesi che hanno davvero ridotto il rischio sismico riducendo la vulnerabilità del costruito, come il Cile e il Giappone, due delle nazioni più sismiche del pianeta.

Fortunatamente, l'impressione iniziale di essere soli, noi sismologi, a credere nella totale innocenza dei nostri colleghi, iniziò a modificarsi quando entrammo in contatto con i giuristi che stavano studiando la sentenza di primo grado e con i sociologi e gli psicologi che avevano partecipato al processo come consulenti o che semplicemente avevano analizzato, da studiosi, la vicenda. Emergeva chiaramente un dissenso molto forte e molto diffuso verso la sentenza di primo grado, per motivazioni diverse ma tutte riconducibili a poche osservazioni decisive: la Scienza era stata male interpretata, distorta; gli imputati non avevano affatto rassicurato; il nesso causale tra comportamento tenuto dagli accusati e gli effetti sugli abitanti dell'Aquila era molto discutibile se non inesistente, e così via. Da lì prendemmo lo spunto per la raccolta dei contributi del già citato libro *Terremoti, Comunicazione, Diritto*, pubblicato nel 2015 e curato, insieme al

sottoscritto, da Andrea Cerase e Fabrizio Galadini. Il volume ha ospitato analisi e pareri di ricercatori, giuristi, ingegneri, giornalisti, tra i quali mi piace ricordare quelli del compianto Pietro Greco, che volle intitolare il suo contributo *Nuvole e orologi. L'incertezza della scienza e le certezze dei media*, nel quale, con riferimento alle condanne in primo grado, ragionava da par suo sulla logica del capro espiatorio, spesso cavalcata dai media.

Il libro uscì solo dopo il processo di appello per evitare che qualcuno potesse pensare a un tentativo di influenzare in qualche modo i giudici della Corte d'Appello di L'Aquila (ipotesi naturalmente ben poco plausibile). In seguito, molti esperti di materie giuridiche e sociali si sono occupati della vicenda in numerosi convegni e pubblicazioni. Ad alcuni di questi ho partecipato, in qualche caso scrivendo delle riflessioni riportate in questa raccolta, il cui contenuto, come accennato sopra, è un punto di vista personale sulle vicende del terremoto dell'Aquila, sul suo impatto nella comunità scientifica e sul problema più generale della riduzione del rischio sismico in Italia.

Se qualcuno avrà la curiosità e la pazienza di leggere tutta la raccolta, troverà probabilmente un po' di ridondanza in alcuni passaggi che avrò ripetuto negli otto anni abbracciati da questi scritti. Di questo mi scuso con il lettore.

Introduction

This collection is intended for those who wish to learn more about the 2009 earthquake in L'Aquila which, as is well known, in addition to the tragedy of 309 victims, countless injuries and extensive damage, triggered a series of chain reactions that culminated in the so-called 'Grandi Rischi' (Major Risks) trial, or as introduced in international literature "The L'Aquila Seven", with the related convictions (in the first instance⁹) of seven scientists and Civil Protection officials, and the subsequent acquittals of six of the seven convicted, with the sole exception of the deputy head of Civil Protection Bernardo De Bernardinis, albeit with a reduced and suspended sentence.

A terrible affair, mainly for the victims, their families, and the people of Abruzzo who had been affected by the earthquake, but also for those who, like Giulio Selvaggi¹⁰, my colleague and friend, had been unjustly brought to trial, prosecuted, and sentenced in the first instance to six years' imprisonment (luckily not confirmed in the Appeal and thus not requested). Along with him were Enzo Boschi¹¹, my president at the time at the INGV, together with seismologists, volcanologists, engineers: Claudio Eva¹², Franco Barberi¹³, Gian Michele Calvi¹⁴, and Civil Protection officials Mauro Dolce¹⁵ and Bernardo De Bernardinis¹⁶.

It should be noted that what emerges from this account is the personal point of view of someone who, like myself, was not directly involved in the trial, did not have any victims among his loved ones, was not charged or consulted, nor was he heard as a witness. However, my closeness to some of the

⁹ <https://processoaquila.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/01/sentenza-grandi-rischi-completa-1.pdf>

¹⁰ as Director of the National Earthquake Center of INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

¹¹ as President of INGV and Full Professor of Earth Physics at the University of Bologna, in 2009 component of the Commissione Grandi Rischi (Major Risks Committee).

¹² as Full Professor of Earth Physics at the University of Genova, in 2009 component of the Commissione Grandi Rischi (Major Risks Committee).

¹³ as vice President of the Commissione Grandi Rischi (Major Risks Committee), and Full Professor of Volcanology at the University Roma Tre.

¹⁴ as Director of Eucentre (European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering) and Full Professor in Seismic zone design at the University of Pavia, in 2009 Coordinator of the Seismic section of the Commissione Grandi Rischi (Major Risks Committee).

¹⁵ as Director of the Seismic Risk Office / National Civil Protection Department and Full Professor in Building Technique at the University of Naples Federico II.

¹⁶ as Vice Head of the National Civil Protection Department.

defendants, in particular Giulio Selvaggi, who in 2009 was the Director of the INGV National Earthquake Centre (a position I had held until 2007), prompted me to follow the trial closely from the outset in 2011, seeking to support my colleagues during the difficult years of the trials and in the years that followed, during which numerous conferences were organised, especially in the legal world, to examine and discuss the verdicts and their possible effects. The idea for this collection came to me during one of these conferences, held in Florence on 20 and 21 October 2023. The title of the conference was “The new frontiers of scientific evidence” and among the invited speakers was Giulio himself, who had rarely wanted to speak in public forums in the years following the trial.

Among the speakers at the conference was Alessandra Stefàno, who had participated in the trial as defence lawyer for one of the defendants. Talking to her on that occasion brought back to my mind all the discussions that had taken place during the various stages of the trial, initially within our institute, the INGV, then within our scientific community, both national and international, and finally with lawyers, sociologists, psychologists and journalists. Gradually, we realised that the seismologists’ dismay at the first-instance ruling was shared by most of the experts who had studied the case. After the first-instance ruling, we set up a study group at the Institute to collect the documents on a website and make them available to anyone who wanted to consult and study them. We realised, in fact, that most of the opinions offered in the media were the result of reasoning and ideas based on a poor knowledge of the primary sources and often on preconceived beliefs. The website was active between the end of 2012 and November 2015, when the Court of Cassation issued its final ruling, and is still open (<https://processoaquila.wordpress.com/>), offering the possibility to consult and download documents, including those relating to the trial, press reviews from the period before and after the earthquake, letters from the scientific community and much more.

In the first chapters of this volume (chapters 1, 2, 3, 4), I have collected my impressions of the appeal hearings, published on Scienza in Rete at the request of the site coordinators, whom I would like to take this opportunity to thank (<https://www.scienzainrete.it/>). In the first trial, everything had been so fast (and so absurd) that I had not bothered to write any reports, convinced, like almost everyone else, that the seismologists would come out unscathed. But we were wrong, and how! In hindsight, we can say that the signs of an “exemplary” sentence were all there: the then Attorney General of L’Aquila, Alfredo Rossini, who in an interview with a local newspaper had declared “we hope to achieve a result in line with what people expect”, sparking numerous controversies. Then there was the bitter atmosphere among the citizens of L’Aquila towards my colleagues during the hearings, which were held in L’Aquila itself: the signs displayed outside the courtroom were a punch in the stomach for me. But how could this be, weren’t we the first to try to reduce seismic risk?

Seismologists, studying past earthquakes, active faults and deformation to improve seismic hazard assessment; engineers, to improve and apply techniques for safe constructions; civil protection officers, always committed to prevention and facing all emergencies? All this because we wanted no more deaths from earthquakes in the future. And yet, it was “us” who were accused of murder? What struck me most during the hearings and when reading the local newspapers was the feeling that we researchers had been pitted “against” the families and friends of the victims, who seemed to hate us, while our feelings towards them were ones of solidarity and great closeness. They were grieving, desperate and understandably looking for someone to blame. They had identified the experts, who, according to the prosecution’s case, had “reassured” them, at least 29 of them (out of a total of 309). Even more absurd was that the architect of the conflict was the person who was supposed to dispense “justice”, followed or preceded by many journalists and commentators, some more informed and objective than others. In 2009, the Civil Protection Department was headed by Guido Bertolaso, and the government was led by Silvio Berlusconi, who certainly offered numerous reasons not to be loved, starting with the attribution to the Civil Protection Department of special powers for the management (and funds) of so-called “major events”.

Between 2012 and 2019, therefore, we found ourselves having to argue on several occasions why we believed that conviction to be absurd. Firstly, the first-instance ruling contained numerous errors of scientific interpretation, which I addressed with my colleague Fabrizio Galadini in an article published in *Analysis* in 2013 (reproduced in full in chapter 5 of this volume) and later in the volume *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Reflections on the trial of the “Major Risks Commission”* [ed. FrancoAngeli, 2015] reported in chapters 7 and 8 of this collection. Chapter 6 is another extract from the same volume, written with sociologist Andrea Cerase and Fabrizio Galadini himself, in which we attempted to reason about the complexity of the transmission and understanding of scientific knowledge. Chapter 9 discusses the concept of uncertainty in science and the problem of language, which had given rise to numerous misunderstandings during the trial. Finally, in the following chapters (10 to 14), I have included some speeches given at various forums between 2016 and 2019, in which I addressed the issue of the uncertainty of earthquake science and how we can protect ourselves.

Returning to the first instance ruling, it also contained misleading indications for earthquake risk mitigation, such as the claim that reducing vulnerability should be considered an “exercise in style” and was in fact unachievable. This is absurd when one considers the decades-long but forward-looking efforts of countries that have truly reduced seismic risk by reducing the vulnerability of buildings, such as Chile and Japan, two of the most seismically active nations on the planet.

Fortunately, the initial impression that we seismologists were alone in believing in the total innocence of our colleagues began to change when we came into contact with the lawyers who were studying the first-instance ruling and with the sociologists and psychologists who had participated in the trial as consultants or who had simply analysed the case as scholars. There was clearly very strong and widespread dissent towards the first-instance ruling, for different reasons but all attributable to a few decisive observations: science had been misinterpreted and distorted; the defendants had not been reassuring at all; the causal link between the defendants’ behaviour and the effects on the inhabitants of L’Aquila was highly questionable, if not non-existent, and so on. This inspired us to compile the contributions for the aforementioned volume *Terremoti, Comunicazione, Diritto* (Earthquakes, Communication, Law), published in 2015 and edited, together with myself, by Andrea Cerase and Fabrizio Galadini. The volume featured analyses and opinions from researchers, lawyers, engineers and journalists, among whom I would like to mention the late Pietro Greco, who chose to title his contribution *Nuvole e orologi* (Clouds and Clocks). The uncertainty of science and the certainties of the media. In this chapter, with reference to the first-instance convictions, he reasoned in his own way on the logic of the scapegoat, often used by the media. The volume was published only after the appeal process, to prevent anyone from thinking that it was an attempt to influence the judges of the Court of Appeal of L’Aquila in any way (a hypothesis that was, of course, highly implausible). Subsequently, many legal and social experts addressed the issue in numerous conferences and publications. I participated in some of these, in some cases writing reflections included in this collection, the content of which, as mentioned above, is a personal point of view on the events of the L’Aquila earthquake, its impact on the scientific community and the more general problem of seismic risk reduction in Italy.

If anyone has the curiosity and patience to read the entire collection, they will probably find some redundancy in certain passages that I have repeated over the eight years covered by these writings. For this, I apologise to the reader.

Keywords Terremoto; L’Aquila; Processo; Grandi Rischi | Earthquake; Trial; L’Aquila Seven

Ringraziamenti

Ringrazio tutti i partecipanti al Gruppo di Studio “Processo dell'Aquila”, che oltre al sottoscritto comprendeva inizialmente Massimo Cocco, Giovanna Cultrera, Fabrizio Galadini, Lucia Margheriti, Concetta Nostro, Daniela Pantosti. In seguito il gruppo si è allargato includendo altri colleghi che hanno voluto contribuire alle attività: Alessandro Bonaccorso, Thomas Braun, Paolo Marco De Martini, Martina Demartin, Raffaele Di Stefano, Ingrid Hunstad, Carlo Meletti, Silvia Pondrelli, Francesca Quareni, Francesca Pacor, Stefan Nielsen e Micol Todesco. Un grande grazie anche a Cecilia Valbonesi, Max Stucchi, Andrea Cerase, Gabriele Fornasari e Alessandra Stefàno per le tante occasioni di scambio e di approfondimento. Vorrei anche ricordare Tommaso Della Dora, scomparso prematuramente, con il quale ho condiviso molti pensieri sui temi qui trattati (sua la foto a pag. 175). Ultimo ma non in ordine di importanza, ringrazio Giulio Selvaggi per i frequenti confronti su molti dei temi trattati, oltre che per la sua resistenza. Infine, un pensiero va a Enzo Boschi con il quale ho condiviso molte avventure; sono sicuro che avrebbe approvato l'idea di questa raccolta.

Sono inoltre grato a Luca Carra (Scienza in Rete), Claudia Camerini (FrancoAngeli), Rosalba Paolini Giappichelli, Fausto Giunta (Università di Firenze per Criminalia), Riccardo Borsari (Università di Padova), Gianni Menchini (Ordine dei Geologi del Friuli Venezia Giulia), Stefano Morara (ANPRI), Marcella Missiroli (Il Nuovo Saggiatore) per aver concesso l'autorizzazione a pubblicare i testi elencati sotto.

Come ricordato nell'Introduzione, tre dei capitoli di questa raccolta sono stati pubblicati tra il 2013 e il 2015 in collaborazione con Andrea Cerase e Fabrizio Galadini, che ringrazio ancora una volta per questo e per le tante interessanti discussioni.

I testi che costituiscono la presente raccolta sono stati pubblicati sulle seguenti riviste e libri, scritti tra il 2012 e il 2019 e riportati in ordine cronologico.

Amato A., (2012). *Da un'aula di Tribunale agli ultimi terremoti padani*. Scienza in rete. Pubblicato il 2/3/2012. Da un'aula di Tribunale agli ultimi terremoti padani | Scienza in rete

Amato, A., (2014). *Processo dell'Aquila: i resoconti di un testimone*. Scienza in rete. Pubblicato il 03/11/2014. Processo dell'Aquila: i resoconti di un testimone | Scienza in rete

Amato A., (2014). *Processo dell'Aquila: i resoconti di un testimone (II parte)*. Scienza in rete. Pubblicato il 06/11/2014. Processo dell'Aquila: i resoconti di un testimone (II parte) | Scienza in rete

Amato A., (2014). *Processo dell'Aquila: i resoconti finali di un testimone*. Scienza in rete. Pubblicato il 11/11/2014. Processo dell'Aquila: i resoconti finali di un testimone | Scienza in rete

Amato A. e Galadini F., (2013). *Gli argomenti della scienza nel processo dell'Aquila alla “Commissione Grandi Rischi”*. ANALYSIS, ISSN: 1591-0695.

Cerase A., Amato A. e Galadini F., (2015). *In scienza e coscienza*. In: Amato A., Cerase A., Galadini F. (a cura di) *Terremoti, comunicazione, diritto. Riflessioni sul processo alla “Commissione Grandi Rischi”*, MILANO: FrancoAngeli, ISBN: 978-88-917-1271-4.

Amato A. e Galadini F., (2015). *La scienza mal compresa: esempi e riflessioni dal processo “Grandi Rischi”*. In: Amato A., Cerase A., Galadini F. (a cura di) *Terremoti, comunicazione, diritto*. p. 1-376, MILANO: FrancoAngeli, ISBN: 978-88-917-1271-4.

Galadini F. e Amato A., (2015). *Media e traduzione delle conoscenze scientifiche prima del terremoto del 2009*. In: Amato A., Cerase A., Galadini F. (a cura di) *Terremoti, comunicazione, diritto. Riflessioni sul processo alla “Commissione Grandi Rischi”*, MILANO: FrancoAngeli, ISBN: 978-88-917-1271-4.

Amato A., (2016). *L'incertezza della scienza dei terremoti e il problema dei linguaggi: il caso del*

processo «Grandi Rischi» a L'Aquila. In: R. Borsari (a cura di) *Processo alla Scienza*, Prima edizione 2016, Padova University Press. ISBN 978-88-6938-083-9.

Amato A., (2017). *La difesa dai terremoti in Italia dopo le tragedie dell'Aquila e di Amatrice*. Criminalia, Annuario di scienze penalistiche. EDIZIONI ETS - ISBN 978-884675106-5 ISMN 1972-3857.

Amato A., (2017). *Il ruolo della ricerca nella mitigazione del rischio sismico*. In: Fondazione Centro Studi Consiglio Nazionale dei Geologi. Gianni Menchini (a cura di), Sisma. Dal Friuli 1976 all'Italia di oggi, p. 155-173, Roma: Fondazione Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi, ISBN: 978-88-909473-7-7.

Amato A., (2019). *La scienza dei terremoti tra incertezza, imprevedibilità e aule di tribunale*. In: A. Amato, G. Flora, C. Valbonesi (a cura di) *Scienza, diritto e processo penale nell'era del rischio*, ISBN/EAN 978-88-921-2958-0, ISBN/EAN 978-88-921-8295-0 (ebook - pdf), Giappichelli, 2019.

Amato A., (2019). *I terremoti in Italia: perché non riusciamo a difenderci?* Il Nuovo Saggiatore (35), fascicolo (N. 3-4), anno (2019), pagine 82-89. Copyright Società Italiana di Fisica, 2019. <https://www.ilnuovosaggiatore.sif.it/article/207>

Amato A., (2020). *La pandemia è stata come un terremoto catastrofico. Ricerca, prevenzione e consapevolezza sono le uniche armi che abbiamo per difenderci*. <https://www.ripartelitalia.it/la-pandemia-e-stata-come-un-terremoto-catastrofico-ricerca-prevenzione-e-consapevolezza-sono-le-uniche-armi-che-abbiamo-per-difenderci/>

LE CRONACHE

1. Da un'aula di tribunale agli ultimi terremoti padani

Alessandro Amato

da *Scienza in rete* / 2 marzo 2012

L'Aquila. Mille giorni dopo il terremoto. Aula di tribunale. Non è un processo alla scienza, ha scritto qualcuno. Invece sì, lo è, almeno oggi. E io sono qui da osservatore, ma avrei potuto essere imputato o testimone dell'accusa, accidenti. Perché oggi qui è in scena un paradosso: sismologi contro sismologi, sismologi alla sbarra e sismologi chiamati a testimoniare contro i colleghi. E avvocati che cercano di metterli l'uno contro l'altro, tentando di dimostrare che chi oggi è qui come testimone si sarebbe comportato diversamente da come si comportò, quel 31 marzo del 2009, chi oggi è qui nei panni di imputato.

L'accusa è di aver sottovalutato certi chiari segni dell'arrivo del terremoto. Si incalzano i sismologi portati dall'accusa: avreste voi interpretato correttamente, e correttamente riferito a chi doveva riferirne alla popolazione, i segnali premonitori della scossa? La risposta, per noi sismologi, è chiara e netta. No. Nessun sismologo sa prevedere un preciso terremoto: nessuno può dire con certezza il momento e il luogo della prossima scossa, così come nessun cardiologo sa prevedere un preciso infarto. Entrambi, noi sismologi e il cardiologo, diciamo che ci si deve pensare prima, negli anni, e indichiamo le aree e le persone a rischio. L'unica via è la prevenzione: riduciamo i grassi, il fumo e gli abusi edilizi, ma non chiedeteci se vi verrà un colpo mercoledì o giovedì, non possiamo dirvelo. Oggi potete anche saltare il fritto o dormire in macchina, ma domani?

Tutto si gioca sul filo sottile della distinzione tra mancata previsione e assicurazione. *"Non possiamo dire che ci sarà un forte terremoto"* viene letto: *"non ci sarà un forte terremoto"*. Si parla di previsione a breve termine (quella del giorno prima, quella impossibile) usando impropriamente mappe di probabilità riferite ai prossimi dieci anni e a un'area di migliaia di chilometri quadrati. Si vorrebbero usare come prova del crimine. Si cerca di trovare il marcio: mappe occultate, rapporti di progetto secretati, dai miei colleghi, dal mio istituto. E invece tutto quello è nelle mani delle autorità competenti da tempo. Come se non si sapesse, come se non fosse noto da anni, alle autorità e a chi è deputato a informare la popolazione, che quella era ed è una delle zone a più alta pericolosità del paese.

La nuova mappa di pericolosità sismica è uscita sulla Gazzetta Ufficiale nel 2006, raro caso di trasferimento di un risultato scientifico condiviso alla società, ma non c'è bisogno della mappa più aggiornata: l'Abruzzo è classificato sismico da quasi un secolo, dal terremoto della Marsica del 1915. Lo sapevano bene alla Protezione Civile. Lo sapeva bene il Sindaco Cialente, lo sapeva il Dirigente della Protezione Civile abruzzese Leone, lo hanno detto al processo, suscitando le proteste dell'accusa che avrebbe voluto sentire altro.

Tragedia e legge

Anche dopo il terremoto del Molise, quando molti bambini morirono per il crollo di una scuola che non doveva crollare, subito si gridò allo scandalo: gli scienziati non avevano classificato la zona come sismica. Ecco i colpevoli! Che ignoranza, che vi paghiamo a fare? Era il 2002, e ci volle poco per mostrare che esisteva da anni una proposta di nuova classificazione sismica, redatta da molti ricercatori universitari e degli enti di ricerca, che classificava quasi tutto il Molise tra le aree pericolose, e che dal 1998 giaceva da qualche parte al ministero dei Lavori pubblici, in attesa di chissà che cosa. Forse del prossimo terremoto che l'avrebbe fatta approvare. Sentenza ribaltata: scienziati scagionati, politica sotto accusa.

La nuova classificazione sismica del territorio, basata su quella proposta, e le norme tecniche di costruzione antisismica, finalmente in linea con le norme europee, uscirono nel 2003, l'anno dopo il terremoto di San Giuliano. Furono subito approvate, si penserà, per evitare che le migliaia di case che si costruiscono ogni anno nelle zone sismiche del paese fossero ancora una volta costruite male. No. Vennero applicate solo in misura parziale. La nuova carta di pericolosità uscì nel 2004 con un grande impegno e una forte assunzione di responsabilità della comunità scientifica nazionale, e divenne riferimento dello Stato nel 2006. L'applicazione delle norme del 2003 venne sostanzialmente tenuta in stand-by e nel 2006 venne istituita un'altra commissione per farne di migliori, che uscirono nel 2008. Applicate subito, almeno ora? No, altro rinvio. La definitiva applicazione ha dovuto attendere un'altra tragedia, quella del 6 aprile 2009.

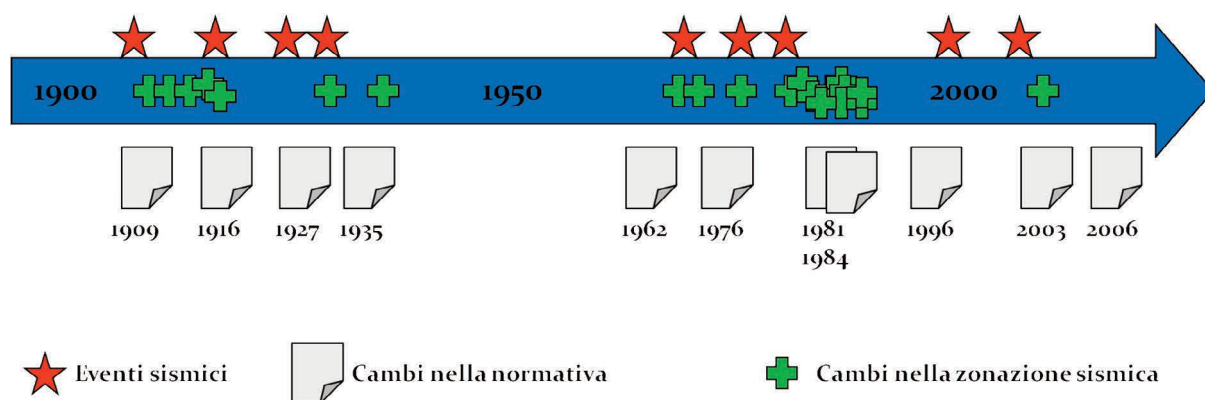


Figura 1 I cambi nella normativa sismica hanno sempre “inseguito” i forti terremoti. A parte l'ultima vicenda del terremoto di L'Aquila nel 2009, l'ultimo importante impulso è stato dato dal terremoto di San Giuliano (Molise) del 2002, che ha determinato l'attuale classificazione sismica del territorio e le nuove norme tecniche per le costruzioni (si veda: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>; figura di M. Stucchi, C. Meletti e V. Montaldo, 2006).

Comunque andrà a finire all'Aquila, nel nostro paese ci saranno altri terremoti, altri morti, altre polemiche. Potrebbe succedere nella zona dove da mesi stiamo rilevando sequenze sismiche con tanti piccoli terremoti, simili a quella aquilana prima del 6 aprile, ma potrebbe accadere quasi ovunque. Ci saranno santoni che diranno “lo avevo previsto” e cercheranno di specularci sopra. È sempre accaduto, e oggi è ancora più facile che succeda, con Internet, i social media, i giornali on-line, la TV-verità.

Scosse e incomprensioni

Qualche settimana fa, descrivendo la sequenza sismica in corso da oltre tre mesi nell'area del Pollino, l'Unità titolava “La Calabria trema: 34 scosse al giorno: Qui come a L'Aquila”. Poi, 24 ore dopo, sullo stesso giornale “Nessun allarme: Lo sciame sismico calabrese è normale”. Questi due titoli, sbagliati per ragioni opposte, rispecchiano bene l'incertezza che accompagna ogni sequenza sismica che si manifesta sul nostro territorio. Cerchiamo di fare chiarezza, per quanto si può. La sequenza del Pollino, di cui questi titoli parlano, è simile a quella rilevata a L'Aquila dalla fine del 2008 a marzo 2009. Ma altre sequenze sismiche avvenute in Italia sono state simili a quella dell'Aquila, e tutte sono finite nel niente. Anche al Pollino per ora sembra che stia andando così: poche scosse ormai da oltre un mese. Ma non possiamo dire che sia già finito tutto. Non lo sappiamo.

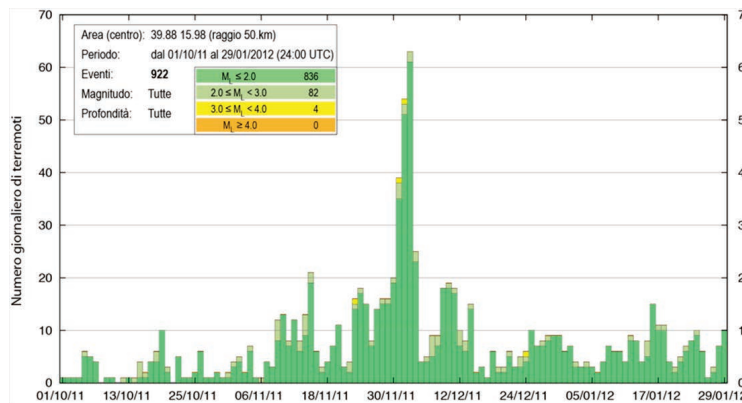


Figura 2 Numero giornaliero di terremoti dello “sciame” sismico del Pollino, al confine tra Basilicata e Calabria, dal 1 ottobre 2011 al 29 gennaio 2012. Nei quattro mesi sono avvenuti oltre 900 eventi sismici, la maggior parte dei quali ha avuto magnitudo inferiore a 2 (verde brillante), mentre solo quattro hanno superato magnitudo 3 (quadrantini gialli). L’attività più recente è ancora più frequente del periodo precedente a ottobre 2011, per cui lo sciame è ritenuto ancora in atto (figura di Milena Moretti).

Si sa che le sequenze sismiche avvengono spesso nelle regioni sismicamente attive, la maggior parte delle volte senza concludersi con una scossa significativa. In Italia ne abbiamo contate oltre 120 dal 2008 al 2010, e solo in un caso, quello di L’Aquila, la sequenza è stata seguita da un forte terremoto. Ma, proprio in Abruzzo, un altro studio recente ha mostrato che soltanto nel XX secolo ci sono state 23 sequenze, otto delle quali in prossimità di L’Aquila. Nei secoli precedenti è accaduto lo stesso, come ci dice il più famoso trattato sui terremoti storici italiani (*I Terremoti d’Italia*, Mario Baratta, 1901) e come ricostruito in un recente studio dall’autore di questo articolo e colleghi (Amato and Ciaccio, *Earthquake sequences in the last millennium in L’Aquila and surrounding regions*, Terra Nova, 2012).

Viceversa, terremoti grandi possono arrivare del tutto inattesi, senza essere preceduti da scosse di nessun tipo. Successe così per il terremoto della Marsica del 1915, come cita un sismologo dell’epoca, Alfonso Cavasino (1935) nel suo trattato su “*I terremoti d’Italia nel trentacinquennio 1899-1933*”.

È vero tuttavia che alcuni forti terremoti sono stati effettivamente preceduti da sequenze sismiche. Per questo c’è chi ipotizza che i piccoli terremoti possano “accelerare” i grandi e che si potrebbe usare quello che viene definito “forecasting” probabilistico (vedi Box) per mettere in atto azioni di riduzione del rischio subito prima di un possibile evento sismico. Questa ipotesi viene spesso ripresa anche dalla stampa. Ma va ricordato che la definizione di queste sequenze come “foreshocks” (spesso tradotto impropriamente con “scosse premonitrici”) può essere fatta solo *a posteriori*.

In un recente articolo di Nicola Nosengo sul terremoto a L’Aquila (“Scienziati a processo”, *L’Espresso* del 29/12/2011) viene espressa questa tesi, attraverso le parole di Tom Jordan, un noto sismologo americano, direttore del Southern California Earthquake Center (SCEC). Secondo Jordan le probabilità di accadimento di un terremoto in Abruzzo il 30 marzo, dopo la scossa di magnitudo 4, erano aumentate notevolmente, arrivando a una su mille, dice Jordan. Anzitutto ciò equivale a dire che c’era il 99,9% delle probabilità che non accadesse nulla. Poi Jordan non dice che nei giorni successivi, prima del 6 aprile, questo valore era sceso nuovamente a valori molto inferiori, dell’ordine di 1 su 10.000, a causa del diradarsi della sismicità. Va anche rilevato che in alcuni casi queste sequenze di “foreshocks” sono avvenute

minuti o ore prima dell'evento forte, in altri casi settimane o addirittura mesi, e sempre in maniera del tutto irregolare. E la faccenda cambia di molto. È evidente che nel primo caso non si ha il tempo di fare nulla, mentre negli altri casi si rischierebbe di mettere in atto azioni temporanee che verrebbero vanificate da un presunto ritorno alla normalità che non ha mai senso in un'area altamente sismica (leggi: la crisi è passata e non ce ne preoccupiamo più). Nel gennaio del 1693, in Sicilia sud-orientale, dopo che un forte terremoto causò alcune centinaia di vittime tra Noto e Augusta, la popolazione rimase fuori dagli edifici per 48 ore. Trascorso questo intervallo, ritenuto sufficiente per decretare scampato il pericolo, rientrò nelle case. Fu così che la sera dell'11 gennaio oltre 54.000 abitanti di Catania, Siracusa, Ragusa, Augusta, Noto, Modica e molti altri paesi persero la vita sotto le macerie. Fu uno dei più grandi terremoti della nostra storia sismica che impose la ricostruzione quasi coeva di molte città e paesi della Sicilia orientale, tanto da essere considerato l'origine del Barocco siciliano. La scossa sarebbe potuta avvenire poche ore prima, e avrebbe risparmiato migliaia di vite umane, o molti giorni dopo. Se fosse avvenuta ad esempio un anno dopo possiamo pensare che avrebbe dato ai cittadini il tempo di prepararsi, rinforzando gli edifici. O forse no, nel 1693 non si sarebbe fatto, perché il vizio di scordarci presto dello scampato pericolo è antico, ma la cosa più grave è che forse non si farebbe neanche ora.

E allora che cosa facciamo?

Il punto di snodo del processo ai sismologi in corso a L'Aquila è proprio questo: il "forecasting" dei terremoti potrebbe portare a mettere in pratica azioni di riduzione del rischio a breve termine. E, se si potesse dimostrare che le probabilità a L'Aquila erano aumentate davvero, si arriverebbe a dire che lì si poteva e si doveva fare qualcosa. Ma attenzione. Non solo non si *può dimostrare* proprio niente. Ma questa non deve essere *la* soluzione al problema del rischio sismico in Italia. Non facciamoci ingannare.

A un uso scriteriato del territorio come quello attuato negli ultimi decenni si vorrebbe porre rimedio pretendendo di allertare la gente poche ore o minuti prima di un terremoto, invitandola a uscire dalle case e magari a dormire in macchina. Anche ammesso di indovinarci una volta su cento, non solo non si eviterebbero comunque crolli e danni in quell'unico caso, ma si creerebbero moltissimi falsi allarmi con conseguente perdita di fiducia in chi formula le previsioni. Inoltre, si rischierebbe di fuorviare l'attenzione della gente e delle amministrazioni pubbliche, convincendole ulteriormente (se ce ne fosse bisogno) a non fare nulla nel medio e lungo termine perché tanto qualcuno potrà avvisarci subito prima.

Il "forecasting" non va abbandonato, certo. Va studiato, sperimentato e migliorato. E forse un giorno potrà guidare e migliorare la nostra capacità previsionale. Ma questa è, per ora, materia di ricerca. E non è la via per ridurre il rischio sismico. Il rischio sismico si affronta lavorando pazientemente, casa dopo casa, pietra dopo pietra, per anni. Mettendo in sicurezza tutto ciò che oggi non è sicuro, ed è tantissimo (dando per scontato, ma forse non dovremmo, che le nuove costruzioni siano fatte nel modo giusto). A cominciare dalle scuole e dagli edifici pubblici e strategici. Poi l'edilizia privata, con incentivi e finanziamenti ad hoc. Ma intanto dobbiamo iniziare. In realtà qualcosina si sta facendo: per la prima volta si è costituito uno specifico fondo di oltre 900 milioni di euro (con la Legge 77 del 24 giugno 2009) per interventi di riduzione del rischio da effettuare nel periodo 2010-2016. Quasi una goccia nel mare, si direbbe, ce ne vorrebbero probabilmente cento volte tanto, forse più, ma è almeno un inizio.

E intanto, altri terremoti sono arrivati, e senza nessun preavviso, a Parma come a Reggio Emilia. Per fortuna erano profondi (30 e 60 km contro i 10 di L'Aquila, dove la faglia è arrivata a rompere la superficie) e con una magnitudo massima di 5.4, di poco sotto alla soglia del danno. Forse dovremmo prenderli come un avvertimento che ci manda la Terra. Come se ci dicesse: per favore, non aspettate la prossima tragedia.

La previsione probabilistica dei terremoti (probabilistic earthquake forecasting)

Nel caso tipico della sequenza avviata da una scossa principale forte (main shock), le rocce intorno alla faglia su cui ha avuto luogo il terremoto subiscono un'alterazione delle loro condizioni fisiche, e questo determina centinaia o migliaia di aftershocks, quasi sempre più piccole della scossa principale. Quanto più forte è il terremoto, tanto più grande è la faglia che si muove, e tanto più estesi saranno l'area e il periodo in cui si registreranno gli aftershocks. Le leggi (empiriche) che governano la distribuzione spazio-temporale delle repliche sono ben conosciute e per questo motivo si può fare il cosiddetto forecasting, ossia prevedere - in termini probabilistici - il numero, la magnitudo e la localizzazione delle repliche, giorno dopo giorno. Nel secondo caso, ossia l'ipotesi secondo cui piccoli terremoti possano innescarne di più grandi, non esiste un analogo campione statistico su cui fare un modello previsionale, perché ci sono molti più casi di sequenze main shock - aftershocks rispetto alle sequenze di foreshocks - main shock. E queste ultime presentano un elevatissimo grado di eterogeneità, con durate dei foreshocks, quando si manifestano, da poche ore a diversi mesi. Si adotta quindi un modello statistico analogo a quello del caso precedente, con delle assunzioni molto più forti. Le probabilità così calcolate che, dopo uno piccolo terremoto o uno sciame, se ne verifichi uno forte, sono sempre molto basse (raramente raggiungono l'1%), quindi difficilmente utilizzabili per azioni di mitigazione del rischio su intervalli temporali di ore o giorni. Un altro problema rilevante dei modelli di forecasting sismico a breve termine è che, non conoscendo la distribuzione statistica del sistema foreshocks - main shock e pur ammettendo un aumento di probabilità determinato da un terremoto relativamente piccolo (ad esempio il terremoto aquilano del 30 marzo di magnitudo 4, che ha determinato la convocazione della Commissione Grandi Rischi del 31), non si saprebbe come gestire il periodo successivo a questa scossa. Pur assumendo che le probabilità di un forte terremoto aumentino all'aumentare della sismicità e della magnitudo dei "foreshocks", dobbiamo considerare che esse tornano rapidamente a valori bassi non appena l'attività diminuisce.

2. Processo dell'Aquila: i resoconti di un testimone

Alessandro Amato

da *Scienza in rete* / 3 novembre 2014

Il 10 ottobre 2014 è iniziato il Processo di appello ai sette esperti che il **31 marzo 2009**, pochi giorni prima del terremoto dell'Aquila, parteciparono a vario titolo alla riunione della cosiddetta **Commissione Grandi Rischi**. In primo grado i sette furono tutti condannati alla stessa pena, senza distinzione di ruoli e responsabilità, di sei anni di reclusione per l'omicidio colposo di 29 persone e per il ferimento di altre, del pagamento di oltre 8 milioni come risarcimento alle famiglie delle vittime, e alla pena accessoria di interdizione perpetua dai pubblici uffici (per la quale è stata poi richiesta la cancellazione dalla Procura della corte d'Appello, v. sotto).

L'accusa di omicidio è per avere effettuato un'analisi del rischio negligente, incompleta, imperita (colpa generica) e per aver fornito informazioni approssimative e contraddittorie agli organi di Protezione civile e alla popolazione.

I documenti che hanno portato al processo di I grado, quelli discussi nel dibattimento, il testo della memoria del PM, le motivazioni della sentenza, le memorie difensive e molti commenti successivi alla sentenza sono reperibili qui¹. Mentre attraverso questo link² è possibile leggere altri commenti alla sentenza e una cronaca in tempo quasi reale del processo di appello. Un'analisi dell'uso dei temi scientifici nel processo e della loro mediazione si trova a questo indirizzo³ (in allegato⁴ il passaggio della sentenza di I grado - motivazioni, pag. 21 dove è descritto il capo d'accusa).

I resoconti che ho redatto sono il frutto del Gruppo di Lavoro sul Processo dell'Aquila dell'INGV (di cui sono membro). Si tratta necessariamente di una cronaca non esaustiva, sia per la lunghezza (decine di ore) che per la complessità della materia trattata. Anche il linguaggio potrebbe non rispecchiare fedelmente quello giuridico usato in aula. Si è cercato di riassumere oggettivamente quanto ascoltato durante le udienze ma in qualche passaggio vengono offerti dei commenti che sono condivisi dal Gruppo di Lavoro INGV che sta seguendo il processo.

Breve sintesi dell'udienza del 10 ottobre 2014 – processo d'appello presso la Corte D'Appello di L'Aquila

1. Il collegio giudicante è composto da 3 giudici: Fabrizia Ida Francabandera (presidente), Carla De Matteis e Marco Flamini.

La Presidente del collegio giudicante ha deciso di fare udienze serrate a partire da venerdì 17, tutti i venerdì e sabato, fino alla sentenza, che verrà emessa molto probabilmente il 31 ottobre o al massimo i primi di novembre. Il Calendario provvisorio delle udienze è stato così fissato:

venerdì 17: Parti civili

sabato 18: difensori della Presidenza del Consiglio come responsabile civile - Avv. Stefàno (difesa di C. Eva) - Avv. Coppi (difesa di G. Selvaggi)

venerdì 24: Avv. Melandri (difesa E. Boschi) – Avv. Dinacci (difesa di B. De Bernardinis e M. Dolce)

sabato 25: Avv. Biondi (difesa di C. Eva) – Avv. Petrelli (difesa di F. Barberi)

¹ <https://processoaquila.wordpress.com/>

² <https://terremotiegrandirischi.com/>

³ <https://www.analysis-online.net/wp-content/uploads/2014/03/Amato-11-marzo.pdf>

⁴ <https://www.scienzainrete.it/files/amato.pdf>

venerdì 31: Musco (difesa di G. Calvi) – a seguire i giudici si riuniranno in camera di consiglio per la sentenza.

(successivamente questa tempistica è cambiata leggermente perché il Procuratore Generale Como ha chiesto di replicare alla fine delle relazioni dei difensori. È stato poi seguito da alcuni legali di parte civile e da alcuni avvocati difensori.

2. Anzitutto è stata accolta la richiesta di ammettere come ulteriore prova uno spezzone di una registrazione audio della famosa conferenza stampa del 31 marzo in cui si sente la voce di **De Bernardinis** pronunciare una frase che potrebbe essere vista come rassicurante (si tratta di uno stralcio da una puntata di Presa Diretta di circa 15 secondi). Ovviamente non si sa cosa sia stato detto prima né dopo, né si è pensato di chiedere a Presa Diretta di consegnare tutto quanto in loro possesso, o altre cose. Non sono state richieste altre prove da mettere agli atti.

3. La Presidente ha fatto una presentazione della sentenza di primo grado e dei contenuti degli appelli dei sette condannati, delineando i punti in comune a questi ultimi. Eccone alcuni: non si è trattato formalmente di una riunione della CGR (non c'erano 10 membri, convocazione fatta da Bertolaso e non dal presidente della commissione, ecc.); si afferma la correttezza scientifica di quanto detto durante la riunione; non poteva essere nota la vulnerabilità specifica degli edifici che sono poi crollati durante il terremoto; la stampa ha dato una comunicazione falsata; la condotta degli imputati non può essere considerata collettiva ma bisogna distinguere i ruoli; dubbi sull'attendibilità delle dichiarazioni dell'assessore regionale di Protezione Civile D. Stati; non può essere dimostrato il condizionamento psichico del nesso causale ("rassicurazioni" della CGR <-> morte delle vittime).

Il Procuratore ha inoltre chiesto di riconsiderare una delle vittime per le quali i condannati erano stati assolti in I grado.

4. Ha preso poi la parola il Procuratore generale Avv. Como, che rappresenta la Procura di Appello e che ha in capo anche l'inchiesta parallela su Bertolaso. L'impostazione della Procura ha sposato appieno le tesi della sentenza di I grado e ha chiesto la conferma della pena di 6 anni per tutti e del risarcimento di 8 milioni di euro. Ha chiesto invece lo stralcio delle pene accessorie (interdizione perpetua dai pubblici uffici e interdizione legale) poiché non sono applicabili per quella tipologia di reato; qualcuno ha indicato questa modifica come un segno di "superficialità" della sentenza di primo grado (la non applicabilità delle pene accessorie fu subito segnalata da molti esperti già dal pronunciamento della sentenza a ottobre 2012).

Durante la sua requisitoria, il Procuratore ha criticato la comunità scientifica, dicendo che la storia del Processo alla Scienza era un'invenzione usata strumentalmente contro la sentenza e contro i giudici e ha denunciato la pretesa intoccabilità degli scienziati (in realtà mai sostenuta ma attribuita dal Procuratore a qualcuno che forse ha semplicemente criticato alcuni aspetti della sentenza). Ha rivalutato persino Giuliani dicendo che non è un ciarlatano, ma un ricercatore di livello internazionale che alla fine ci aveva visto lungo, che in fondo stava studiando un fenomeno che molti altri scienziati studiano anche in DPC, all'INGV (appellato impropriamente l'Istituto dei terremoti, o l'Invg, o l'Istituto geo-vulcanico). Vengono nuovamente tirati in ballo articoli scientifici datati, scritti come risultato di una ricerca e non certo pensati per fare delle previsioni (per es. Boschi et al., Bull. Seism. Soc. America, 1995) e interpretati in modo funzionale alle accuse.

Ecco alcuni altri aspetti rilevanti trattati dal Procuratore:

- la convocazione della riunione è stata irrituale e molto pubblicizzata, creando molte aspettative (una novità importante rispetto al I grado è l'insistenza sull'individuazione di Bertolaso come "mandante" delle azioni dei 7 imputati). Tutti gli imputati sapevano in quale contesto stavano operando e si dovevano rendere conto che si trovavano di fronte persone estranee all'ambiente (il sindaco, l'assessore alla protezione civile, ecc.) che potevano non capire correttamente quanto veniva detto. Avrebbero dovuto quindi tarare le loro considerazioni esplicitando anche gli argomenti considerati scontati (per esempio, che la questione dello scarico di energia fosse una leggenda metropolitana).

- Continua a non esserci distinzione dei ruoli: ciascun imputato era a conoscenza di quanto fatto/detto dagli altri e quindi ne diventa co-responsabile.

Sono poi iniziati gli interventi degli avvocati di parte civile. Il primo (...) ha enfatizzato la cooperazione colposa e il ruolo di Bertolaso come “mandante”. Viene ripreso il discorso della “prevedibilità del rischio” e non del terremoto. Si ribadisce quanto espresso nella sentenza di I grado, cioè che gli “indicatori di rischio” erano la storia sismica, la statistica, ecc. e che questi dovevano essere analizzati più a fondo e utilizzati per “prevedere il rischio” e informare la popolazione. Si sostiene che non è necessario dimostrare il nesso di causalità (l'unico motivo per cui le vittime non sono uscite di casa è che si sono sentite rassicurate dalla CGR) con teorie e leggi, è sufficiente il senso comune che permette di affermare “senza ombra di dubbio” che i messaggi attribuiti alla CGR hanno portato alla morte delle vittime. Viene quindi ridimensionata drasticamente la teoria delle rappresentazioni sociali proposta come legge di copertura per spiegare il nesso causale (anche il Procuratore la sminuisce affermando che comunque non ce n'è bisogno).

Questa teoria era stata utilizzata dal PM Picuti nel primo grado di giudizio (tramite la consulenza dell'antropologo aquilano **Ciccozzi**) ed era stata sposata appieno dal Giudice Billi, che allo stesso tempo aveva sorprendentemente liquidato e bollata come “senza fondamento” la tesi del **Mario Morcellini**, sociologo consulente dei difensori di Protezione Civile.

2° udienza del 17 ottobre 2014 – processo d'appello presso la Corte D'Appello di L'Aquila

In questa udienza si sono susseguiti gli avvocati di parte civile che hanno ribadito le posizioni espresse nel processo di I grado, ricordando le storie personali delle vittime e dei familiari e la assicurazione ricevuta. Hanno ripreso molti dei punti trattati dal Procuratore Generale.

Breve sintesi della 3° udienza del 18 ottobre 2014 – processo d'appello presso la Corte D'Appello di L'Aquila

L'udienza di sabato 18 ottobre, terza del processo di appello, è stata caratterizzata dalle arringhe degli avvocati della difesa, le prime dopo quelle degli avvocati di parte civile.

Per primo ha parlato l'ultimo avvocato di parte civile e a seguire hanno preso la parola i due avvocati rappresentanti della Presidenza del Consiglio (Sica e Giannuzzi), indicata come responsabile civile. Il loro intervento ha riguardato gli aspetti di distorsione mediatica operata su una riunione in cui non si è detto nulla di tranquillizzante e sull'assenza di un nesso causale. Uno dei due avvocati, Giannuzzi, ha sostenuto con forza che *la condanna a Selvaggi grida vendetta*. Hanno ricordato che è documentato che nessuna delle vittime ha ricevuto informazioni dirette dagli imputati ma dalla stampa, ribadendo che nessuno degli scienziati ha fatto dichiarazioni rassicuranti. Anche le frasi riportate come prova della colpevolezza (es. Barberi in intervista dice “lo sciame non è indicatore di future scosse”, interpretata come una delle più rassicuranti, era seguito da “anche se non possiamo escludere un terremoto più forte”).

Il Giudice di I grado aveva dato risalto a dei testimoni (es. l'Ass. Regionale Stati) trascurandone altri (Sindaco Cialente, Resp.Prot. Civile Abruzzo Leone). Parlano di “corto circuito mediatico” richiamando la famosa intervista a De Bernardinis (dove si parlò dello “scarico di energia favorevole”) rilasciata prima della riunione e fatta passare come fosse stata fatta dopo. Critica la teoria delle rappresentazioni sociali che non può essere usata come legge di copertura (non è una legge scientifica). Non era prevedibile il terremoto ma neanche il fatto che certe affermazioni scientifiche e certe parole potessero assumere un significato rassicurante, soprattutto se estrapolate dal loro contesto.

La loro richiesta è l'assoluzione per tutti *perché il fatto non sussiste*.

Dopo questi interventi hanno preso la parola l'avvocata Stefàno, difensore di C. Eva, e l'avvocato Coppi che difende G. Selvaggi. I due interventi vanno letti insieme, nel quadro di una distinzione dei ruoli di responsabilità in luogo di un'attribuzione di colpa all'intera Commissione. Questa

lettura è agevolata dall'art. 10 della legge costitutiva della CGR, che prevede la convocazione di tavoli di esperti senza che vi sia coinvolgimento dell'intera Commissione. In questi casi, ogni singolo esperto dovrebbe rispondere in proprio delle sue affermazioni e delle eventuali conseguenze.

L'avvocato Stefàno ha fatto un'approfondita analisi di quello che è successo nella riunione sottolineando la totale assenza di frasi o concetti tranquillizzanti durante l'incontro stesso. La prova dell'assenza di "tranquillizzazione" si riscontra nei comportamenti di alcuni dei partecipanti nei giorni successivi alla riunione (sindaco, vice perfetto e assessore regionale protezione civile) che furono caratterizzati da azioni di prevenzione in netto contrasto con il presunto atteggiamento rassicurante (verifica dei piani di evacuazione, apertura h24 della sala operativa di protezione civile regionale, ecc.).

È stata inoltre sottolineata la selezione arbitraria delle frasi del verbale, del resoconto e delle interviste "a margine" utilizzate nella sentenza di primo grado, e duramente criticate le testimonianze dell'assessore Stati e del sismologo del Pinto: si è affermato, senza mezzi termini, che le loro testimonianze non sono attendibili, in particolar modo quella dell'assessore Stati che avrebbe fatto dichiarazioni in parte false per la paura di essere coinvolta nel processo. Il giornalista Colacito, autore dell'intervista a De Bernardinis fatta prima della riunione, è stato accusato dall'avvocata Stefàno di aver agito in modo non professionale a causa della ingannevole rappresentazione dell'intervista come successiva alla riunione stessa (dopo aver chiesto peraltro allo stesso di "fare finta" che l'intervista fosse fatta dopo, cosa ovviamente rifiutata dall'intervistato).

Per quanto riguarda i compiti di comunicazione, DPC non si è mai spogliata di tali doveri (comunicati stampa, conferenza stampa) e sarebbe stato suo il compito di eventuali correzioni o smentite poiché controllava la rassegna stampa e partecipò alla riunione con tre funzionari incaricati della verbalizzazione della riunione e della gestione dei rapporti con i media.

L'avvocata Stefàno si è soffermata poi a lungo sul nesso causale contestando le tesi del consulente della procura Ciccozzi e fornendo in alternativa ben più solide teorie psicologiche e sociologiche. Ha concluso la sua arringa con la richiesta di assoluzione per il suo assistito (Eva). A seguire, l'arringa di Coppi (difensore di G. Selvaggi) è stata molto tecnica trattando due aspetti fondamentali relativi alla colpa e al concorso di colpa. Ha spiegato che il reato commesso non è negligenza, imperizia e imprudenza come molti hanno frainteso nell'impostazione del processo, ma è, senza mezzi termini, omicidio. Una caratteristica fondamentale del reato di omicidio è la consapevolezza che l'azione compiuta sia un reato e che questo possa portare a un cambiamento di abitudini tali da comportare la morte di uno o più soggetti. Per fare un esempio, se una persona assume una quantità di vino superiore al consentito e si mette alla guida è consapevole che sta commettendo un reato che può portare a conseguenze come l'omicidio colposo. Gli esperti partecipanti alla riunione, invece, non potevano essere consapevoli del fatto che partecipando a quella riunione avrebbero commesso un reato e che questo avrebbe portato alla morte di 29 vittime. Considerando poi che nel corso della riunione non sono state formulate espressioni tranquillizzanti, è d'obbligo invocare l'assoluzione per i partecipanti alla sola riunione, e in particolar modo per Selvaggi. Quest'ultimo in particolare ha partecipato alla riunione con un compito specifico, ovvero quello di spiegare la sismicità in atto e il contesto storico e geologico della regione; sua sarebbe stata la colpa se le indicazioni e i dati forniti durante la riunione fossero stati errati e fuorvianti, ma così non è stato. Diversa, ma alla difesa di Selvaggi non può interessare, è la posizione di chi, per ragioni politiche o solo per leggerezza, potrebbe avere tranquillizzato o partecipato alla rassicurazione.

Il secondo punto tecnico affrontato da Coppi ha riguardato il concorso di colpa. Per poter parlare di cooperazione colposa è necessario che ognuno sappia che l'altro sta commettendo un reato. Di nuovo un esempio con il vino. Se io vado in macchina come passeggero con una persona che guida e che so che ha bevuto troppo, sono accusabile di concorso colposo in caso di omicidio

colposo, ma se non so che il guidatore ha assunto alcol allora non posso essere accusato di concorso. In riferimento alla riunione del 31 marzo, è impossibile sostenere che il messaggio risultante da una serie di singole corrette informazioni scientifiche possa alimentare il concetto di cooperazione colposa come sostenuto dalla procura, anche perché non ci sono state né votazioni né deliberazioni durante la riunione.

Nella prossima udienza di venerdì 24 ottobre parleranno gli avvocati di F. Barberi, di B. De Bernardinis/M. Dolce e di E. Boschi. Non si terrà udienza il 25 ottobre.

Breve sintesi della 4° udienza del 24 ottobre 2014 – verso la sentenza

La quarta udienza si è svolta venerdì 24 ed è stata dedicata alle difese di Barberi (avv. Petrelli), di De Bernardinis-Dolce (difesi dallo stesso avvocato, avv. Dinacci) e di Boschi (avv. Melandri). Inoltre, a fine seduta, Boschi ha rilasciato delle dichiarazioni spontanee per chiarire alcuni aspetti scientifici in riferimento a delle affermazioni fatte in sede di riunione del 31 marzo 2009 e sull'uso di un suo articolo scientifico del 1995 nel corso dell'istruttoria dibattimentale e nella sentenza di primo grado.

L'avv. Petrelli (difesa Barberi) ha sostenuto, nella sua lunga arringa, che il processo non si basa sui fatti realmente avvenuti ma su una rappresentazione distorta della realtà dei fatti. Ciò è vero per gran parte delle accuse sostenute dal giudice di primo grado nella sentenza. Un secondo aspetto su cui si è soffermato a lungo è relativo al nesso causale, fornendo una lettura a suo dire corretta dell'inconsistenza delle tesi dell'accusa. Petrelli ha poi duramente criticato il giudice di primo grado per aver scritto, in sentenza, che la prevenzione è inutile, ovvia e solo un esercizio di stile.

La difesa di De Bernardinis e Dolce, sostenuta dall'avv. Dinacci, ha sostanzialmente insistito sugli stessi argomenti rafforzando la critica al nesso di causalità. Dinacci ha anche riferito che la frase sullo scarico di energia deriva da interviste di ricercatori INGV che il De Bernardinis, ingegnere idraulico e quindi ignorante in sismologia, ha ritenuto corretta. Dinacci ha anche insistito sulla diversità dei ruoli dei suoi due assistiti, indicando Dolce come un accompagnatore di De Bernardinis e sottolineando il suo ruolo assolutamente marginale in riunione.

L'avv. Melandri (difesa Boschi) si è concentrato principalmente sull'evidenza che le frasi di Boschi non erano affatto rassicuranti. Non avendo partecipato alla conferenza stampa o non avendo rilasciato interviste, il reato può essere stato commesso solo durante la riunione ma di questo reato non si trova traccia. Per il resto si è rimesso alle relazioni dei precedenti avvocati.

Il processo continuerà venerdì 31 ottobre con l'arringa del difensore di G. Calvi (Avv. Musco), e una breve relazione dell'avv. Biondi della difesa di Eva che sarà letta dal suo sostituto avv. Stefano.

Il Procuratore Generale si è riservato di decidere se replicare alle difese. Se così avvenisse, come probabile, anche gli avvocati delle parti civili e della difesa potrebbero chiedere di intervenire e quindi slitterebbe la chiusura del processo a sabato 8 novembre o lunedì 10 novembre.

3. Processo dell'Aquila: i resoconti di un testimone (II parte)

Alessandro Amato

da *Scienza in rete* / 6 novembre 2014

Breve sintesi della 5° udienza del 31 ottobre 2014

Il 31 ottobre si è svolta la quinta udienza del processo, iniziata con la lettura da parte dell'avv. Stefano di una lettera dell'avv. Biondi (difensore di Eva) e con l'intervento dell'ultimo avvocato della difesa avv. Musco (difensore di G. Calvi). Successivamente è intervenuto il procuratore generale, permettendo così di procedere con le nuove arringhe degli avvocati delle parti civili e della difesa. Il processo si chiuderà con l'udienza del 10 novembre, quando il collegio giudicante si riunirà in camera di consiglio dopo la replica dell'avv. Coppi (difensore di G. Selvaggi) e dell'avv. Dinacci (difensore De Bernardinis e Dolce).

Avv. Musco (difensore di G. Calvi)

Musco ha ricordato che la sentenza di primo grado è stata commentata in tutto il mondo sia per gli aspetti scientifici che per quelli giuridici. In particolare, molti sono stati i giuristi (fra cui Civiello, Galluzzo, Valbonesi, Pagliaro) che ne hanno fortemente criticato la correttezza, e in particolare la concatenazione logica degli argomenti della sentenza.

L'avvocato ha poi contestato l'accusa di cooperazione colposa, applicabile solo quando viene violata una regola cautelare. Nel caso di Calvi, egli è stato condannato per avere espresso un giudizio scientifico durante la riunione, illustrando i possibili danni attesi sugli edifici a seguito degli eventi sismici in corso, i cui parametri erano stati forniti dall'INGV (Calvi non è un sismologo, bensì un ingegnere che si occupa di cose diverse da quello che fanno i sismologi): egli ha svolto quindi la funzione di tecnico e non di decisore, partecipando alla conferenza stampa solo come uditore. In questo senso non si ravvisa alcuna regola cautelare che potrebbe essere stata violata e viene distinto il ruolo di Calvi dagli altri imputati, ferma restando la condivisione dell'approccio collettivo portato avanti dai difensori durante il processo di primo grado.

L'avvocato ha quindi analizzato l'oggetto del giudizio di colpa, ovvero il concetto di rischio sismico; il suo significato è stato distorto dal giudice di primo grado per motivare la sentenza: in essa non si è tenuto conto del fatto che la valutazione del rischio richiede studi molto complessi e tempi lunghi, e non poteva quindi essere svolta durante la riunione degli esperti. Quello del giudice è stato quindi un giudizio di colpa senza che esistesse una colpa.

Infine, viene contestato l'ultimo passaggio logico che ha portato alla condanna dei partecipanti alla riunione: come potevano essere consapevoli che quanto detto durante la riunione avrebbe causato la morte delle vittime per un terremoto avvenuto 6 giorni dopo? Il giudice di primo grado ha cercato una legge di copertura tentando diversi approcci (regola generale, regola individuale, senso comune) ma nessuno di essi permette di motivare la causalità psicologica delle vittime, di cui non è possibile accertare la volontà. La teoria delle rappresentazioni sociali usata come legge di copertura non ha un coefficiente basso, come sostenuto nella sentenza, ma ha coefficiente nullo e quindi non ha valore per l'accertamento del nesso causale. L'arringa si chiude quindi con l'esortazione a non vanificare 200 anni di giurisprudenza e con la richiesta d'assoluzione.

Procuratore Generale Romolo Como (procuratore generale)

Il procuratore generale ha iniziato la sua replica esortando i giudici a non lasciarsi influenzare dagli ultimi interventi dei difensori; ha quindi esplicitamente detto che ha deciso d'intervenire per ricordare alcuni passaggi che la lunghezza del processo [20 giorni!] potrebbe aver fatto dimenticare e per permettere alle parti civili di replicare.

Ha sottolineato come le difese abbiano usato termini duri contro la sentenza, cercando di

scaricare le responsabilità sulla Stati (assessore regionale di protezione civile), sui Sindaci e sulla stampa. Ma il profilo di colpa è ben chiaro: lo scopo della riunione era ben noto (gli esperti sapevano di dover tranquillizzare); gli scienziati erano consapevoli della presenza di non-esperti che non potevano conoscere aspetti scientifici considerati scontati (il concetto di scarico di energia doveva essere esplicitamente smentito, così come l'affermazione della Stati che si dichiara tranquillizzata alla fine della riunione). Il

Il procuratore ha infine affrontato il nesso di causalità che mette in relazione la condotta degli imputati durante la riunione con la morte delle vittime: ha affermato che gli esperti dovevano essere consapevoli di come le loro parole dette durante la riunione sarebbero state percepite dalla popolazione, e che non c'è bisogno di un sociologo per spiegare il peso dell'autorevolezza degli scienziati sul comportamento delle persone come confermato dai testimoni, affidabili poiché vicini alle vittime.

Avvocati di parti civile (due sono stati gli avvocati di parte civile intervenuti: avv. Gentile e avv. Di Rocco).

Nei loro interventi hanno contrapposto la linea difensiva degli avvocati difensori, caratterizzata da interventi dottrinali e filosofici, con quella delle parti civili, semplici avvocati di provincia che non hanno bisogno di elevate citazioni giuridiche per dimostrare un caso semplice e evidente a tutti: gli imputati sono pubblici ufficiali e in quanto tali responsabili del ruolo assunto durante la riunione; il messaggio uscito è stato univoco e rassicurante in quanto affermava che il terremoto non è prevedibile, che lo sciame non è un precursore e anzi scarica energia, che la sismicità sarebbe continuata e quindi la popolazione si sarebbe dovuta abituare. Gli esperti dovevano essere consapevoli che i loro giudizi scientifici sarebbero diventati la fonte informativa verso l'esterno poiché alla riunione erano presenti degli uditori non-esperti.

Gli avvocati hanno usato parole forti contro gli imputati, definendoli superficiali, asserviti e supini, colpevoli di omicidio a causa di un errato, azzardato, temerario giudizio di prevedibilità che ha disarmato la popolazione. Non ci può essere alcun dubbio sulla cooperazione colposa, in quanto furono tutti d'accordo nell'affermare che non era prevedibile che lo sciame sfociasse in un terremoto forte e non emersero dissensi anche dopo la comunicazione dei media: gli esperti avrebbero infatti dovuto prevedere gli effetti dei loro pareri espressi durante la riunione e dissentire dalle notizie tranquillizzanti riportate dai media. Avrebbero inoltre dovuto agire come durante la riunione della CGR in occasione del terremoto dell'Emilia del 2012 [*ma si dimentica che la riunione in quel caso è avvenuta ben 15 giorni DOPO il terremoto!*].

Avvocati della difesa - L'udienza è proseguita con le repliche di tre avvocati della difesa: avv. Stefàno (difensore di Eva), avv. Petrelli (difesa di Barberi) e avv. Melandri (difesa di Boschi).

L'avv. Stefàno ha controbattuto alle dichiarazioni dell'accusa e ha ricordato l'Ordinanza PCM 3519 del 2006 con la quale lo Stato ha adottato la mappa di pericolosità sismica che, come tale, essendo legge dello stato, doveva essere conosciuta da tutti, in primo luogo dagli amministratori. Ha inoltre fatto notare che il giudice di primo grado non ha considerato la deposizione di A. Leone e del sindaco dell'Aquila: Cialente era infatti molto preoccupato, come dichiarato durante la sua testimonianza, dopo la riunione del 31 marzo chiese lo stato di emergenza e il 6 aprile si sarebbe dovuto recare con l'assessore regionale Stati da G. Letta, sottosegretario alla PCM.

L'avv. Petrelli ha ricordato come dai dati documentali risulti chiaro che dagli scienziati non è uscito nulla di rassicurante e che nessuno è riuscito a descrivere i comportamenti come colposi. Ha inoltre chiesto ai giudici di verificare il nesso causale tra la condotta degli imputati, quanto percepito dalla popolazione e la morte delle vittime, senza ricorrere ai testimoni che, seppure in buona fede, rischiano di interpretare erroneamente il comportamento dei familiari: la teoria delle rappresentazioni sociali non può avere accesso a un'aula di tribunale dove bisogna attenersi ai fatti.

L'avv. Melandri ha replicato alle accuse esortando a verificare tutte le affermazioni che sono state fatte nelle motivazioni della sentenza di primo grado, dal procuratore generale e dagli avvocati di parte civile. Esse peccano di generalizzazione (non distinguono i diversi ruoli e non valutano quanto realmente accaduto prima, durante e dopo la riunione) e interpretano in modo arbitrario quanto detto dagli esperti. Per esempio, Boschi non poteva smentire la Stati in quanto non era presente alla conferenza stampa, e non sapeva cosa avesse detto la Stati; lo stesso Boschi disse che uno sciame non è un fenomeno precursore (e lo conferma) ma non disse che non ci sarebbe stata una crescita di magnitudo.

L'udienza è stata aggiornata al 10 novembre, in cui dopo i due avvocati difensori Coppi e Dinacci la Corte si riunirà in Camera di Consiglio ed emetterà la sentenza.

4. Processo dell'Aquila: i resoconti finali di un testimone

Alessandro Amato

da *Scienza in rete* / 11 novembre 2014

Il 10 ottobre 2014 è iniziato il Processo di appello ai sette esperti che il **31 marzo 2009**, pochi giorni prima del terremoto dell'Aquila, parteciparono a vario titolo alla riunione della cosiddetta **Commissione Grandi Rischi**. Il processo si è concluso il 10 novembre. Sei assoluzioni e una condanna, con rideterminazione della pena al ribasso: questa la sentenza emessa dalla Corte d'Appello dell'Aquila nei confronti dei membri della Commissione Grandi Rischi che parteciparono alla riunione cinque giorni prima del sisma del 6 aprile 2009.

I resoconti che ho redatto sono il frutto del Gruppo di Lavoro sul Processo dell'Aquila dell'INGV (di cui sono membro). Si tratta necessariamente di una cronaca non esaustiva, sia per la lunghezza (decine di ore) che per la complessità della materia trattata. Anche il linguaggio potrebbe non rispecchiare fedelmente quello giuridico usato in aula. Si è cercato di riassumere oggettivamente quanto ascoltato durante le udienze ma in qualche passaggio vengono offerti dei commenti che sono condivisi dal Gruppo di Lavoro INGV che ha seguito il processo.

Breve sintesi dell'udienza del 10 novembre 2014 – processo d'appello presso la Corte D'Appello di L'Aquila

Dopo l'appello di rito della Presidente del collegio giudicante, **Giulio Selvaggi** ha letto una breve dichiarazione spontanea (le sue parole sono riportate qui¹). Ha ricordato l'inizio della sua carriera, oltre 25 anni fa, quando da studente partecipò a una campagna di registrazione sismica in

¹ Ill.ma Presidente e Consiglieri della Corte d'Appello

Ho iniziato a fare il sismologo nel 1987 registrando terremoti in Umbria, usando strumenti che scrivevano su carta affumicata. Dopo quasi trent'anni il mio lavoro è sostanzialmente lo stesso. Continuo a registrare terremoti ma i dati sono trasmessi in tempo reale usando connessioni a banda larga, Wi-Fi, canali satellitari, dati digitali, reti centralizzate ecc., insomma è cambiata solo la tecnologia ma non l'oggetto dei miei studi. In questa quasi trentennale attività ho seguito, studiato, approfondito quasi tutte le sequenze sismiche che sono avvenute in Italia. Io e miei colleghi abbiamo capito aspetti fondamentali dell'accumulo e rilascio dell'energia sismica, condividendo questi risultati con la comunità scientifica internazionale attraverso la pubblicazione su riviste scientifiche. Poiché siamo ricercatori sismologi il nostro obiettivo è sempre stato la comprensione profonda del fenomeno terremoto, consapevoli che il nostro lavoro implicava un importante contributo alle strategie operative per la sicurezza dei cittadini.

Lo studio delle particelle elementari ad esempio ci insegna i segreti segreti dell'origine della vita e dell'universo e ha un enorme valore culturale ma esse non rappresentano un reale e costante pericolo per la società. I terremoti, al contrario, scuotono la vita delle persone spesso in modo drammatico.

Consapevole del ruolo sociale che riveste la ricerca sui terremoti, la comunità scientifica si è ecologica ha concentrato forze sull'unico prodotto realmente utile per difendersi dai terremoti ovvero la Mappa di Pericolosità Sismica che rappresenta la sintesi del lavoro di molti, e racchiude sia i risultati positivi che quelli negativi, e, fra questi ultimi, primo fra tutti in ordine di importanza, l'impossibilità di fare previsioni a breve termine.

La mappa di pericolosità nella sua ultima versione è l'allegato 1B dell'ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519 in Gazzetta Ufficiale l'11/5/2006, in altre parole essa ha valore normativo, è lo strumento che la scienza ha dato alla società civile per difendersi dai terremoti e alla quale mi onoro di aver collaborato.

Il suo valore non sta solo nella funzione normativa perché richiama le pubbliche autorità a costruire bene e a vigilare, non è solo un monumentale riassunto di tanti buoni lavori di sismologia, ha anche un grande valore educativo. È stata realizzata semplice e di immediata lettura per tutti, pensata per chi nulla sa di sismologia: una scala di colori dove il viola rappresenta il pericolo maggiore. Questo abbiamo detto il 31 marzo. L'Aquila è viola! Penso non ci sia nulla di più importante che un sismologo debba fare, in un paese sismico, del mettersi a disposizione della società e aiutare a capire cosa succede.

Con questa convinzione sono andato alla riunione del 31 marzo e ci riandrei oggi per dire le stesse cose, trovandomi sempre d'accordo con il forte richiamo alle politiche di prevenzione fatto in conclusione. Tuttavia, la coscienza di essermi espresso con rigore scientifico e con onestà non attenua, come non ha fatto in passato, il dolore per le vittime di questo terremoto.

Questo volevo dire e vi ringrazio per avermi ascoltato.

Giulio Selvaggi (all'epoca Direttore del Centro Nazionale Terremoti dell'INGV).

Umbria, poi lo studio di tutte le sequenze italiane degli ultimi 30 anni. Queste ricerche hanno contribuito a conoscere meglio le sequenze e la genesi dei terremoti ma, nonostante la comprensione di molti aspetti fondamentali del fenomeno, la comunità sismologica non è oggi ancora in grado di fare previsioni a breve termine. È per questo che l'impegno dei ricercatori, i cui studi hanno un forte impatto sulla società, è rivolto alla valutazione sempre più precisa della pericolosità.

In Italia, l'ultima versione della carta di pericolosità, che rappresenta la sintesi di tutte le conoscenze utili alla prevenzione, è norma dello Stato dal 2006 (ordinanza 3519/2006, pubblicata in Gazzetta Ufficiale l'11/5/2006). Ne descrive le caratteristiche in modo semplice ed efficace: durante la riunione del 31 marzo 2009 è stato detto che L'Aquila era nella zona a più elevata pericolosità ed è stato spiegato perché. Quanto detto in quella riunione era corretto, e oggi Selvaggi ridirebbe le stesse cose. L'intervento si è concluso con il ricordo delle vittime del terremoto.

A seguire l'avv. Dinacci, difensore di **De Bernardinis** e **Dolce**, ha fatto la sua replica. Il difensore ha messo in evidenza il punto a suo avviso nodale del processo di primo grado: il nesso causale tra le parole degli esperti e l'evento morte. Non c'è una prova certa – ha sostenuto – del nesso causale, sia perché è impossibile prevedere un rischio che si basa su un fenomeno imprevedibile, sia perché non è possibile ricostruire tutte le cause che possono aver determinato il comportamento delle vittime. Come hanno dimostrato i consulenti sociologi e psicologi, a fronte dello stesso messaggio ci sono stati comportamenti diversi: tenendo conto di quante sono state le vittime e i tranquillizzati, quelli che non sono in questo processo, che sono la maggioranza, non si sono sentiti tranquillizzati.

È ritornato poi sul punto della mancanza di una legge di copertura scientifica per dimostrare il nesso causale. Ha ricordato che non ci sono altri processi in cui si è condannato per la mancata previsione del rischio, e che la sentenza di primo grado ha usato ragionamenti circolari, la cosa peggiore che si possa fare nel diritto. Era però l'unico modo per arrivare alla condanna. La notte del terremoto non sono cambiate le abitudini: non si può parlare di modifica dei comportamenti se il 30 marzo (prima della riunione) le persone sono uscite e poi sono ugualmente tornate a casa; e l'attività sismica è proseguita per tutta la notte. Ha quindi ricordato testimonianze (non menzionate nelle motivazioni della sentenza di primo grado) e comportamenti del sindaco Cialente e del dirigente della regione Abruzzo Leone, che hanno detto di non essersi sentiti tranquillizzati, e quanto detto dalla stampa: De Bernardinis disse al giornalista Colacito che non avrebbe potuto fare il miracolo di tranquillizzare, mentre la stampa riportava che la popolazione era in preda al panico per gli allarmi.

L'arringa si è chiusa con la richiesta di assoluzione per De Bernardinis e Dolce.

Per ultimo ha replicato l'avv. Coppi, difensore di **Giulio Selvaggi**. Ha basato la sua arringa replicando al Procuratore Generale che non ha fatto chiarezza sui punti sollevati da lui e dagli altri difensori. Come primo punto ha ribadito che non c'è stata una deliberazione unitaria nella riunione e che quindi la responsabilità dei singoli è quella del comportamento individuale, ovvero ognuno risponde per quello che ha fatto o detto in quella riunione di esperti. Il Procuratore Generale in sede di replica aveva ripetuto che tutti gli imputati non avevano valutato bene il rischio sismico, e in conseguenza di questo atteggiamento alcune persone avrebbero avuto un comportamento più "rilassato". Rimanendo nei termini della responsabilità individuale, in quali termini si è pronunciato Selvaggi? Perché si trovava all'Aquila? Le sue affermazioni avevano contenuto rassicurante? Si può dire che ha contribuito a diffondere un messaggio rassicurante? A queste domande, da lui poste nell'arringa di due settimane fa, il PG non ha risposto nella sua replica. Il concetto di colpa implica che Selvaggi avrebbe dovuto avere la possibilità di rendersi conto che le sue parole avrebbero assunto un significato fuorviante o che si sarebbero fuse con quelle degli altri in un messaggio rassicurante.

L'avv. Coppi si è quindi soffermato su cinque punti:

1- L'accusa di sottovalutazione del rischio è ridicola per i sismologi, e per Selvaggi in particolare. Il terremoto potrebbe avvenire anche in questo momento, questo hanno detto i sismologi dopo aver ricordato che chiunque millanti una capacità predittiva non è affidabile. Selvaggi durante la riunione dice che non si possono prevedere i terremoti, e mostra la mappa di pericolosità sismica, che rappresenta la sintesi delle conoscenze sui terremoti che la scienza può fornire alla società. Se non si crede alla veridicità dei verbali della riunione, ci si può basare sulla requisitoria del Procuratore Generale Picuti (primo grado) che riferiva una dichiarazione di Selvaggi due settimane prima della riunione: "uno sciame non aumenta e non diminuisce la probabilità di un terremoto, quello di cui dobbiamo preoccuparci è se le nostre case sono sicure".

2- Nella riunione del 31 marzo a Selvaggi era stato affidato un compito conoscitivo: descrivere il fenomeno (sismicità in atto, carta di pericolosità) senza fare valutazioni. Quello ha fatto, e lo ha fatto bene, senza dimenticare di rimarcare l'alta pericolosità dell'area e la necessità della messa in sicurezza degli edifici.

3- Selvaggi non ha sentito parlare di scarico di energia, e se lo avesse fatto sarebbe saltato sulla sedia e sarebbe intervenuto per confutare questa falsa notizia.

4- La riunione era politica, ovvero nell'interesse della cittadinanza dell'Aquila, terrorizzata da voci allarmistiche sulla previsione di imminenti terremoti. Non si potevano certo convocare gli scienziati all'Aquila per dire che non si possono prevedere i terremoti. Che cosa si poteva dire di diverso, dati i motivi per cui era presente alla riunione?

5- Selvaggi, come Boschi e Eva, non partecipò alla conferenza stampa: come poteva quindi ritenere che le sue parole fossero fuorvianti? Il PG afferma che nessuno ha replicato alla Stati "che dice di andare a tranquillizzare". Ma la Stati aveva domandato se "dobbiamo dare retta a chi va in giro a creare allarmismi?" A questa domanda gli esperti risposero di no, e a questa risposta si riferiva la Stati. Barberi durante la riunione sostiene che non esiste alcuno strumento in grado oggi di prevedere i terremoti. Dice "la sequenza non preannuncia niente, ma focalizza l'attenzione sul fatto che siamo in una zona dove prima o poi un grosso terremoto ci sarà". La signora Stati poi interpreta come crede, ma il messaggio non è stato rassicurante, e non ne ha responsabilità Selvaggi e nemmeno gli altri scienziati.

Il difensore di Selvaggi ha chiuso l'arringa ringraziando per il clima del processo che si è svolto in modo molto civile, e dichiarando la solidarietà con i parenti delle vittime. Ha però affermato che, seppur compiangendo i morti, la responsabilità non è degli imputati e tanto meno di Selvaggi, di cui viene chiesta l'assoluzione perché il fatto non sussiste o per non averlo commesso.

La sentenza

Intorno alle 17:30 la giuria è rientrata in aula, in un clima cambiato rispetto alla mattina, per l'imminenza della sentenza e per la presenza di molte persone riunitesi dentro e fuori l'aula. Già dalle 16 l'aula era piena di telecamere.

La Presidente del collegio giudicante ha quindi letto la sentenza: la corte d'appello assolve Boschi, Barberi, Calvi, Dolce, Eva e Selvaggi perché il fatto non sussiste. Cade così il castello del giudizio di primo grado che si basava, tra le altre cose, sulla cooperazione colposa degli imputati. La corte ha poi assolto De Bernardinis, per insufficienza di prove, per la morte di 16 delle 29 vittime i cui familiari si erano costituiti parte civile e per i 4 feriti che hanno riportato delle lesioni. Ma lo ha condannato per la "residua parte dell'imputazione", vale a dire la morte di altre 13 persone: sulla base di questa valutazione, i giudici hanno rideterminato la condanna da 6 a 2 anni, con la sospensione della pena, la non menzione della condanna stessa e il risarcimento delle spese legali. I legali di parte civile ricorreranno probabilmente in Cassazione. La sentenza è stata accolta dalle proteste di una parte del pubblico. Indipendentemente dall'esito di ieri, ci vorrà molto tempo per rimarginare questa ferita.

COMMENTI ALLE SENTENZE

5. Gli argomenti della Scienza nel processo dell'Aquila alla "Commissione Grandi Rischi"

Alessandro Amato e Fabrizio Galadini
da *Analysis*, 2013

RIASSUNTO

In questo testo ripercorriamo alcune vicende che ruotano attorno alla condanna dei sette esperti che prima del terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009 avevano partecipato, a vario titolo, a una riunione convocata dal Capo della Protezione Civile, generalmente identificata come riunione della Commissione Grandi Rischi. Ci focalizziamo in particolare sulla ricostruzione degli aspetti scientifici ampiamente discussi nel processo e su come la presunta rassicurazione, ritenuta un esito dell'incontro, abbia potuto raggiungere alcune delle vittime del terremoto. Descriviamo l'uso singolare e distorto fatto in ambito dibattimentale di molti risultati scientifici - contraddistinti, come normale, da incertezze e continue correzioni e progressi - e il significato che questi avrebbero dovuto assumere secondo il PM e il giudice in chiave previsionale. Particolare attenzione abbiamo prestato alla ricostruzione dell'informazione nei mesi dello sciame sismico e nel periodo tra la riunione del 31 marzo 2009 e il terremoto, concludendo che i messaggi "rassicuratori", se vi sono stati, non sono il frutto della riunione stessa né di interventi pubblici dei singoli esperti sismologi che vi parteciparono. Inoltre, azioni volte a rassicurare non sono individuabili nei comunicati ufficiali dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia né si possono evincere dagli interventi di singoli ricercatori.

ABSTRACT

In this paper we describe some of the issues related to the conviction of seven experts, who participated in various ways to a meeting six days before the April 6, 2009 L'Aquila earthquake. The meeting was convened at L'Aquila by the Head of the National Civil Protection and was then identified as the "Commissione Grandi Rischi" meeting. Here we focus mainly on the scientific issues that were broadly debated in the trial, and on how the supposed reassurance message could have reached some of the victims. We describe the weird and distorted way in which the scientific data and results, characterized for their nature by large uncertainties, were treated in the trial, and how, according to the judge, these should have been used as a predictive tool. Moreover, we point out how the information was conveyed by media during the seismic swarm that preceded the main shock, and in particular between the March 31 meeting and the April 6 destructive earthquake. We conclude that the "reassuring" messages, if any, were not generated during the meeting itself, or by interviews to the seismologists. Moreover, neither in the official reports of INGV nor in declarations of its scientists any clear reassuring messages can be found.

Parole chiave: L'Aquila, Terremoto, Processo, Grandi Rischi

Introduzione

La vicenda che ha portato all'incriminazione e poi alla condanna di sette esperti, sismologi e ingegneri, alcuni dei quali appartenenti alla Commissione Grandi Rischi (CGR), è molto complessa e disseminata di difficili passaggi, che toccano, oltre agli aspetti giuridici, anche argomenti squisitamente scientifici e altri ancora legati alla comunicazione.

Si tratta di un tema di risonanza non solo locale, visto che anche la comunità scientifica internazionale ha accolto la notizia del rinvio a giudizio (maggio 2011), della condanna (ottobre 2012) e le motivazioni della sentenza (gennaio 2013) con crescente incredulità e un certo smarrimento.

I sette imputati sono stati condannati per omicidio colposo, colpa consistita in *negligenza, imprudenza, imperizia*, [...] effettuando, in occasione della riunione del 31 marzo 2009, una

“valutazione dei rischi connessi” all’attività sismica in corso sul territorio aquilano dal dicembre 2008 approssimativa, generica ed inefficace in relazione alle attività e ai doveri di “previsione e prevenzione”. Inoltre, secondo il giudice, i sette imputati hanno fornito, in occasione della detta riunione, sia con dichiarazioni agli organi di informazione sia con redazione di un verbale, al Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, all’Assessore Regione Abruzzo alla Protezione Civile, al Sindaco dell’Aquila, alla cittadinanza aquilana, informazioni incomplete, imprecise e contraddittorie sulla natura, sulle cause, sulla pericolosità e sui futuri sviluppi dell’attività sismica in esame, [...] venendo così meno ai doveri di valutazione del rischio connessi alla loro qualità e alla loro funzione e tesi alla previsione e alla prevenzione e ai doveri di informazione chiara, corretta, completa.

Le motivazioni del giudice monocratico del tribunale dell’Aquila hanno seguito l’impostazione dell’accusa, basata fortemente su elementi scientifici, come l’identificazione di quali siano gli indicatori di rischio e addirittura la correlazione che, secondo l’accusa, avrebbe dovuto unirli portando alla valutazione del rischio stesso, inteso qui come rischio a breve termine.

Se, dopo la lettura della sentenza, i ricercatori hanno subito individuato dei punti critici nell’uso disinvolto e talvolta distorto degli elementi scientifici come prova della colpevolezza, anche negli ambienti giuridici sono emersi dubbi e critiche sull’impianto accusatorio e su molti passaggi della vicenda processuale. Ne sono prova i punti di vista di esponenti di diversa estrazione del mondo della giurisprudenza (tra i quali Galluccio, 2013; Gamberini, 2012; Pagliaro, 2013; Valbonesi, 2013; Zanin e Butti, 2013). Non è nelle intenzioni e nelle competenze degli autori entrare nel merito di queste valutazioni. Rimandiamo agli articoli citati sopra e al sito <http://processoaquila.wordpress.com> per approfondimenti sull’argomento. Ci soffermeremo in questa nota sugli aspetti scientifici della vicenda e su come e dove il messaggio di “rassicurazione” - attribuito alla comunità scientifica e ritenuto causa dei decessi - si sia generato e sia stato trasferito dai media alla popolazione.

Partiremo da una ricostruzione delle conoscenze disponibili nella fase precedente alla crisi, risultato dei grandi passi avanti compiuti dalla ricerca sismologica negli ultimi trent’anni, fornendo alla politica gli elementi utili per una corretta gestione del territorio e la riduzione del rischio sismico; valuteremo alcuni aspetti relativi allo sciame sismico del 2009, precedente alla riunione del 31 marzo, durante la quale secondo i PM e il giudice fu commesso il reato; analizzeremo gli argomenti scientifici riportati nella sentenza e il loro uso nel processo.

Proveremo poi a entrare nel merito della cosiddetta “rassicurazione”, che secondo il giudice ha causato la morte di 29 persone, cercando di ricostruire come questa sia effettivamente pervenuta alla popolazione, considerato che del solo Franco Barberi, tra gli esperti condannati, è nota un’intervista (subito dopo la conferenza stampa seguente alla riunione del 31 marzo e nella quale non si ravvisano “rassicurazioni”) nei giorni immediatamente precedenti al terremoto. Per far questo, presentiamo un’analisi delle numerose dichiarazioni rilasciate da esperti (di sismologia, di geologia, di protezione civile, ecc.) a vario titolo alla stampa nel corso dei mesi prima del 6 aprile, e dei comunicati ufficiali che l’INGV aveva prodotto per il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) tra la metà di febbraio e la fine di marzo del 2009 (<http://processoaquila.files.wordpress.com/2012/10/9-17febbraio2009.pdf>; <http://processoaquila.files.wordpress.com/2012/10/10-12marzo2009fin.pdf>).

Emerge chiaramente da questi ultimi il punto di vista scientifico (e istituzionale) – tutt’altro che rassicurante – sul fenomeno dello sciame sismico in corso in Abruzzo. Di contro, dalla pletora variegata di interviste a moltissimi esperti o presunti tali, derivano informazioni piuttosto vaghe e imprecise, talvolta contraddittorie, a valle di affermazioni che vengono filtrate dalla stampa, spesso in modo arbitrario e addirittura contrastante. In parte, ciò è probabilmente legato all’elevatissima incertezza sull’evoluzione possibile di una sequenza sismica come quella che si stava verificando

all'Aquila ed è certamente conseguenza della complessità degli argomenti trattati. Infine, concluderemo con un'analisi di alcune delle conseguenze del processo, di importanza per il mondo della ricerca e della comunicazione del rischio. In questo quadro, descriveremo anche quanto accaduto più recentemente in materia di gestione delle emergenze, evidenziando il difficile equilibrio che esiste tra gli attori della gestione e comunicazione del rischio (istituti di ricerca, Protezione Civile, Commissione Grandi Rischi), reso ancora più critico dal giudizio di primo grado. Come risultato, abbiamo assistito negli ultimi due anni ad azioni di segno opposto, durante alcune recenti sequenze sismiche, che hanno contribuito a disorientare i cittadini: basterà citare il fatto che in occasione della crisi sismica emiliana del 2012 e nel corso di altre importanti sequenze sismiche la CGR non fu convocata e, per contro, ricordare il rilascio di comunicati di tono "allarmistico" (o precauzionale), che hanno portato nel gennaio 2013 all'evacuazione, estemporanea e forse inutile, di una regione (la Garfagnana).

Cosa sapevamo prima del terremoto del 6 aprile

Le conoscenze sulla storia sismica, le faglie attive, e la pericolosità della regione abruzzese erano assai dettagliate ben prima del 2009. Come noto, in Italia la normativa sismica ha da sempre "inseguito" i terremoti: soltanto dopo le catastrofi e su sollecitazione della comunità scientifica, la politica si è mossa per garantire una maggiore protezione del territorio da futuri terremoti, e non sempre tempestivamente (Amato, 2012). Da questo punto di vista, L'Aquila e molti comuni abruzzesi si potrebbero considerare come privilegiati. Infatti, a seguito del terremoto del 1915 buona parte della regione (compresa L'Aquila) era stata classificata come sismica, con ciò garantendo un buon grado di protezione degli edifici già a inizio Novecento, sebbene con gli standard edilizi dell'epoca. Peraltro, diversi anni prima, nel 1887, nel corso del I Congresso Geodinamico, organizzato proprio all'Aquila dall'Associazione Meteorica Italiana, era stato divulgato un *Codice edilizio per le regioni più soggette ai terremoti*, considerando il fatto che già allora sembrava essere la sismologia *almeno in grado di porgere all'arte edilizia qualche norma sicura per menomare, se non per impedire gli effetti funesti dei terremoti* (De Giorgi, 1887).

La disponibilità di questo sapere si è articolata attraverso un lungo percorso che nei tempi più recenti è stato scandito dalla *Classificazione sismica del territorio italiano* (1984, Decreto MLP 14/07/84 e successivi), dalla *Proposta di riclassificazione sismica* (1998), dalla *Mappa delle zone sismiche del territorio italiano* (Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003) e infine dalla *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale* (Fig. 1) (Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519, pubblicata in G.U. n. 108 dell'11/05/06) (per la rassegna, si veda il sito zonesismiche.mi.ingv.it). Dunque, l'evoluzione delle conoscenze sismologiche è stata accompagnata, nell'arco di più di un secolo, dalla produzione di elaborati e documenti – che sono entrati nel panorama normativo del Paese – messi a disposizione degli amministratori pubblici.

Oggi, la mappa di riferimento per la pericolosità sismica rappresenta uno strumento insostituibile per la pianificazione dell'uso del territorio: in questo senso, meglio di altri prodotti, sintetizza l'impegno dei ricercatori per il miglioramento della qualità della vita nell'odierna società civile.

Da notare che alcune tappe della storia che ha portato alla mappa di pericolosità sono state segnate dagli effetti drammatici dei terremoti: a esempio, le zone sismiche del territorio italiano del 2003 furono realizzate a valle della tragedia di San Giuliano, nel 2002, quando per un terremoto di magnitudo moderata (5.7), morirono 27 bambini e una maestra a causa del crollo di una scuola (Fig. 2).



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

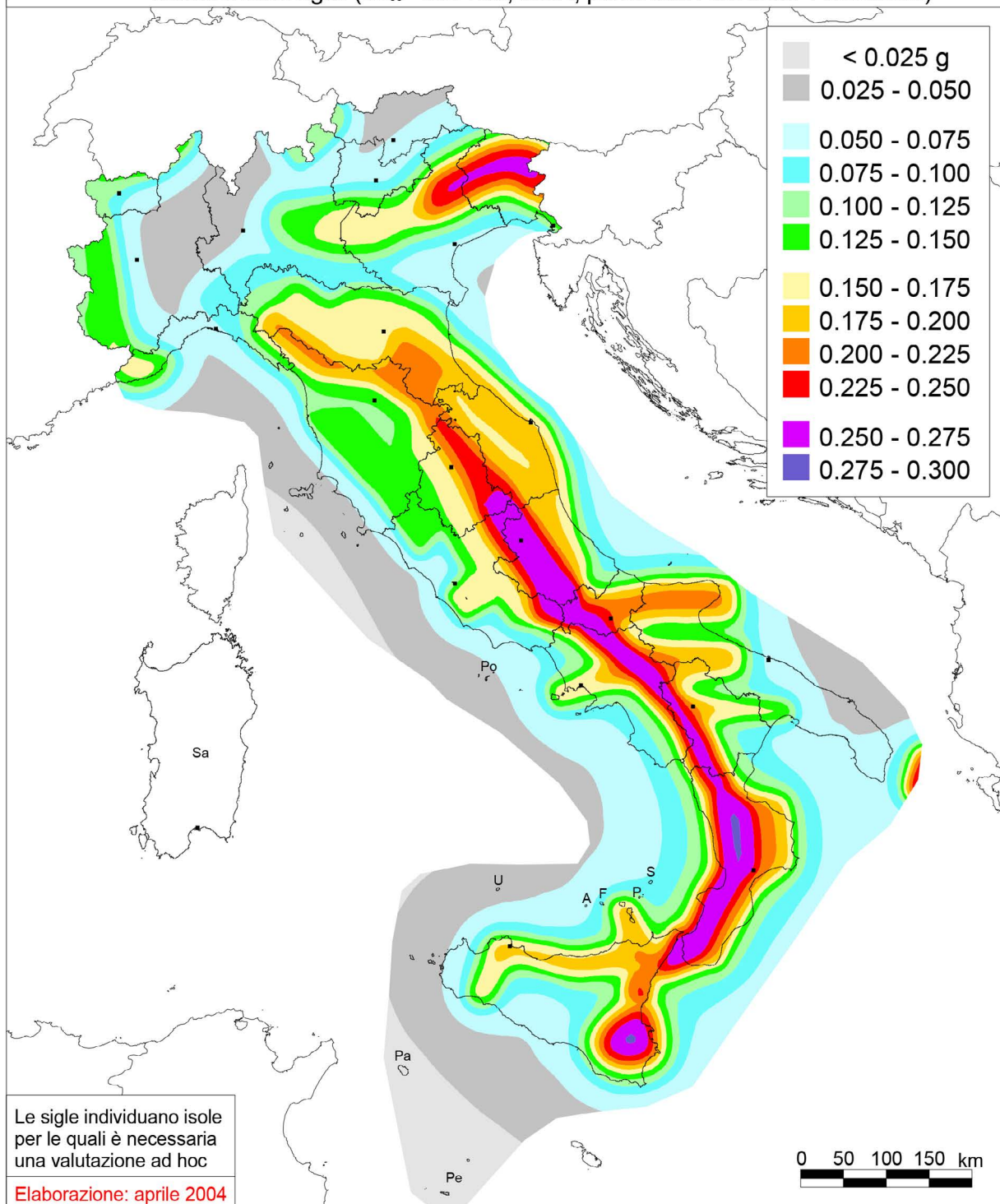


Figura 1 Mappa di pericolosità sismica in Italia. La carta, che fu mostrata e discussa nella riunione del 31 marzo, sintetizza tutte le informazioni sulla storia sismica, le faglie attive e le caratteristiche di rilascio sismico del territorio. Essa identifica chiaramente la zona dell'Aquila come una di quelle a maggiore pericolosità. (Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519, pubblicata in G.U. n. 108 dell'11/05/06) (per i dettagli, si veda il sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it>).



Figura 2 Il crollo della scuola di San Giuliano di Puglia, dopo il terremoto in Molise del 2002. Si nota chiaramente che l'edificio scolastico crollato è circondato da altri fabbricati praticamente intatti.

Anche allora si cercarono inizialmente i colpevoli tra gli scienziati che, si disse, avevano sottovalutato la pericolosità della regione. Successivamente emerse che la citata *Proposta di riclassificazione sismica* del 1998 giaceva presso il Ministero dei Lavori Pubblici, inapplicata e probabilmente dimenticata. Fu appurato che non solo quella proposta includeva il Molise tra le zone più sismiche (2a categoria), ma che i responsabili della tragedia – poi condannati – erano coloro i quali avevano commesso e permesso un abuso edilizio (uno dei tanti in Italia), aggravato dal fatto che si trattasse di una scuola pubblica. Non ci furono processi agli scienziati, nonostante, per prassi, agli esperti sismologi anche allora fossero chiesti pareri sulla sequenza sismica. Proprio la notte della tragedia di San Giuliano, il 31 ottobre, uno degli scriventi (A.A.), all'epoca direttore del Centro Nazionale Terremoti dell'INGV, fu condotto in area epicentrale, a Larino, per una riunione analoga a quella del 2009. Per fortuna, le scosse successive non causarono vittime, altrimenti chissà quali sarebbero state le conseguenze, considerando che l'analisi prodotta in quella circostanza fu molto simile a quella del 31 marzo 2009 all'Aquila.

La prassi dell'incremento di attenzione normativa a valle degli eventi distruttivi non è mutata nemmeno negli anni più recenti, considerando che anche l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni (di cui al Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture, pubblicato in G.U. n. 29 del 04/02/2008), redatte a valle della mappa di riferimento della pericolosità nazionale, ebbe un impulso decisivo dal terremoto aquilano. In effetti, nella seduta del 21 maggio 2009, l'Assemblea del Senato approvò l'anticipazione al 30 giugno dello stesso anno dell'entrata in vigore delle citate norme tecniche, riducendo di un anno il transitorio (che però per alcune regioni fu comunque esteso fino al 31 dicembre), previsto in precedenza fino al 30 giugno 2010. Motivo per cui viene da chiedersi quanti edifici siano stati costruiti in deroga alle norme già disponibili, nell'anno e mezzo di mancato adeguamento normativo, e quanti altri ne sarebbero stati costruiti senza la drastica abbreviazione del transitorio.

Tornando all'Abruzzo, una sintesi esauriente delle informazioni pre-2009 è stata fatta da Boschi et al. (2010). Da quell'analisi emerge chiaramente quanto fosse elevato il livello delle conoscenze nella regione. Chiariamo cosa intendiamo per "livello delle conoscenze elevato": gli studi storici (es. Baratta, 1901; Cavasino, 1935, tanto per citare l'origine delle moderne ricerche di sismologia storica) e le loro elaborazioni più recenti (es. Boschi et al., 2000; Rovida et al., 2011) avevano consentito di definire con buona approssimazione il comportamento sismico a lungo termine della regione. Quelli geologici (Galadini e Galli, 2000; Boncio et al., 2004; DISS Working Group, 2010, e molti altri) avevano permesso di identificare le principali faglie attive e sismogenetiche. Tutte le informazioni disponibili all'inizio di questo secolo avevano contribuito all'elaborazione della Mappa di Pericolosità (Fig. 1). Questa, va ricordato, è una fotografia della probabilità che venga superato un certo valore di scuotimento in un dato intervallo temporale (tipicamente si usa il 10% in 50 anni) in una determinata area. Nel caso della regione abruzzese, forniva (prima del 2009) e fornisce tuttora un quadro di pericolosità tra le più elevate dell'intero territorio nazionale.

Da notare che le probabilità riportate sulla mappa non cambiano né prima né dopo un forte terremoto. Sappiamo che in principio questo non è vero; sappiamo, ad esempio, che immediatamente dopo un forte terremoto le probabilità di averne altri, piccoli o grandi, aumenta sensibilmente. Ce lo dicono l'esperienza e le conseguenti leggi empiriche che già dalla fine dell'Ottocento furono ricavate dal giapponese Omori (1894). Sappiamo anche che, laddove una faglia ha accumulato per secoli energia (quella prodotta dai lenti movimenti geologici) senza rilasciarne con forti terremoti, questa sarà più prossima alla rottura di una dalla cui ultima attivazione sia trascorso un più breve intervallo temporale. Tuttavia, la mappa di riferimento della pericolosità fornisce informazioni insostituibili su grandi intervalli temporali (decine o centinaia di anni): ha quindi una funzione di indirizzo per le norme antisismiche da applicare in ogni regione, e per le azioni necessarie ad adeguare il costruito. Anche altri studi in parte successivi alla mappa (es. Faenza et al., 2003; Pace et al., 2006; Akinci et al., 2009, e molti altri) avevano mostrato una propensione all'elevata pericolosità della regione abruzzese e dell'Appennino centrale, ma nessuno di questi forniva indicazioni sul breve termine (ore o giorni), trattando tutti, necessariamente, finestre temporali di anni o decenni.

Nel "livello di conoscenze elevato" non rientra la prevedibilità a breve termine, all'Aquila come in qualunque altra parte del mondo. Anche i più convinti sostenitori dello *operational short-term earthquake forecast* (Jordan et al., 2011) – un tipo di *forecast* probabilistico a breve termine – ricordano che le probabilità di un forte terremoto, ad esempio durante uno sciame sismico e con scosse di energia elevata, restano sempre basse, minori dell'1%. Marzocchi e Zhuang (2011) precisano che i metodi più usati per tali *forecast* (ad es. l'ETAS, *Epidemic-Type Aftershock Sequence*) sono affidabili per gli *aftershock* di un forte terremoto, ma *la loro capacità di prevedere le scosse principali è ancora in discussione*. Per questo motivo in nessuna parte del mondo è ancora operativa la procedura di *forecast*. Nessuna azione di protezione civile potrebbe essere intrapresa in tali condizioni di bassa probabilità. Quelle che vengono proposte quando si affronta tale questione rimangono nella sfera della "sensibilizzazione" della popolazione. Intento ammirevole ma che meriterebbe soprattutto un investimento nel lungo termine, a cominciare dalle scuole, i luoghi di lavoro, la stampa, le autorità locali, più che uno stimolo dell'ultim'ora. La consapevolezza è il primo passo verso la riduzione del rischio, ma si acquisisce con investimenti (non enormi), determinazione e pazienza. In pratica, non avrebbe senso allertare qualcuno in un certo momento se non lo si è ben preparato prima. Lo hanno capito bene, venti anni fa, in California: dopo il terremoto di Northridge (M6.7), che causò 57 vittime ed enormi danni nell'area di Los Angeles, furono avviate importanti politiche di prevenzione e informazione, ben sintetizzate nel celebre volume *Putting down roots in earthquake country* (<http://www.earthquakecountry.org>). Da allora la California è più sicura e i cittadini più consapevoli dei rischi.

L'osservazione fatta da alcuni ricercatori (ad es. Grandori e Guagenti, 2009) e ripresa successivamente anche da non addetti ai lavori, secondo cui le scosse premonitrici sarebbero un valido precursore, è in verità un'analisi fatta a posteriori (lo stesso termine scossa premonitrice che viene usato con disinvoltura nell'articolo citato è impropria – in inglese si usa il più asettico *foreshock* - e si attribuisce sempre e soltanto dopo che l'eventuale forte terremoto successivo sia realmente accaduto). Inoltre l'analisi citata non tiene conto di un fattore decisivo: quello temporale. In altre parole, per quanto tempo si dovrebbe tenere attiva un'allerta in presenza di scosse? Anche ammettendo che dopo un terremoto, ad esempio di magnitudo 4, le probabilità di un evento anche più forte, in una qualunque regione del mondo, aumentino di un fattore 100 fino a portare le probabilità a valori dell'ordine dell'1%, è anche vero che questi valori scendono rapidamente per tornare dopo qualche giorno a quelli prossimi al "fondo" (1 per mille o per diecimila). La stessa cosa è stata verificata (sempre a posteriori) per la sequenza dell'Aquila: picco massimo il 30 marzo, discesa nei giorni successivi. E allora: che valore attribuire a queste probabilità nei giorni o settimane di una lunga sequenza, con aumenti e diminuzioni come per quella del 2009 o come per una delle tante sequenze che registriamo ogni mese in Italia (al tempo in cui scriviamo, dicembre 2013, se ne contano 18 attive contemporaneamente)?

Lo scarico di energia e gli sciame sismici

Generalmente quando si parla di sequenza sismica si intende un classico periodo sismico "mainshock-aftershocks", in cui quindi l'evento principale si pone come punto di inizio della sequenza stessa. Tuttavia, nella pratica, il termine identifica lo svolgersi di un processo sismogenetico caratterizzato da molti terremoti in un ambito areale ristretto.

Il termine sciame sismico deriva dall'inglese *seismic swarm* e fu coniato probabilmente dai sismologi giapponesi alla fine dell'Ottocento, poi usato estesamente in tutta la letteratura scientifica americana ed europea. Più correttamente, con sciame si intende un periodo sismico che non è caratterizzato da un terremoto principale (*main shock*) e dalle sue repliche (*aftershocks*), ma un processo sismogenetico durante il quale gli eventi più forti si distribuiscono in maniera casuale (http://volcanoes.usgs.gov/vsc/glossary/seismic_swarm.html). Tale modalità di rilascio sismico era quindi ben nota nella letteratura sismologica da molto tempo (per una rassegna si veda Utsu, 2002). Farebbero quindi sorridere (se non ci fossero in ballo dei lutti e delle condanne a sei anni di reclusione) le parole del consulente del Pubblico Ministero che nella sua deposizione è arrivato a sostenere che il termine "sciame" sarebbe stato usato artatamente per tranquillizzare la popolazione, in quanto uno sciame di api, evocando il miele, assumerebbe una connotazione positiva e benefica. Al di là di una facile ironia sulla reale pericolosità di uno sciame di api, va rilevato come anche il semplice utilizzo di una terminologia tecnica da parte degli addetti ai lavori sia stato usato strumentalmente per screditare con argomenti pseudo-scientifici i ricercatori, in questo caso colpevoli, secondo il consulente dell'accusa, di avere usato una terminologia errata e portatrice di rassicurazione.

Uno dei concetti più "rassicuranti", diremmo il più rassicurante, che purtroppo fece breccia nei media e nei cittadini, è quello dello "scarico di energia" che sarebbe stato in atto nelle settimane prima del 6 aprile. Secondo questa idea tanti piccoli terremoti scaricherebbero l'energia accumulata impedendo l'arrivo di una forte scossa. Vediamo perché questa idea non ha alcun fondamento scientifico, a parte alcuni casi molto particolari tra i quali non rientrano le zone sismiche italiane. Dopo l'approfondimento scientifico, nei paragrafi successivi vedremo come questa informazione si sia generata e poi propagata nei mesi in cui si è sviluppato lo sciame sismico.

È noto che un terremoto di magnitudo 6 rilascia una quantità di energia circa 32 volte maggiore di uno di magnitudo 5, circa 1000 volte quella emessa da un terremoto di magnitudo 4 e così via. Nel caso dell'Aquila, anche ammettendo di sapere a marzo 2009 che ci fosse un potenziale

di energia accumulata nei secoli precedenti pari a un terremoto di magnitudo 6 (cosa che sappiamo solo ora a posteriori, anzi non sappiamo neanche ora perché potrebbe esserci un potenziale residuo che non conosciamo), solo dopo un migliaio di terremoti di magnitudo 4 avremmo potuto fare un'affermazione del genere. Come sappiamo, fino al 30 marzo l'energia rilasciata era al massimo pari a un totale equivalente di magnitudo 3 (quindi 32000 volte inferiore a un evento di magnitudo 6), e anche dopo l'evento di magnitudo 4 del 30 marzo si trattava solo di un millesimo (ordine di grandezza) di quella presumibilmente accumulata. La frase in questione non aveva quindi senso, scientificamente. Infatti, nei comunicati ufficiali dell'Istituto (17 febbraio: <http://processoaquila.files.wordpress.com/2012/10/9-17febbraio2009.pdf>; 12 marzo: <http://processoaquila.files.wordpress.com/2012/10/10-12marzo2009fn.pdf>) non se ne fa cenno e, anzi, si esprime chiaramente il concetto secondo cui la probabilità di occorrenza di un forte terremoto non poteva considerarsi aumentata né diminuita. Affermazione corretta anche a posteriori: in sostanza, la sismicità di bassa magnitudo rilevata fino a quel momento non alterava significativamente le (intrinsecamente basse) probabilità di un forte terremoto nella zona. Chi tra i presenti alla riunione della CGR si pronunciò sulle condizioni favorevoli connesse allo "scarico di energia" (il vice Capo della Protezione Civile) lo fece in un'intervista prima della riunione stessa ed è certo che non si trattò di espressione dei sismologi presenti all'Aquila il 31 marzo, che di quell'intervista non furono a conoscenza fino alle indagini preliminari, e che mai si pronunciarono in quei termini né prima né dopo il 31 marzo.

Le sequenze sismiche in Abruzzo nella storia

La maggior parte dei forti terremoti abruzzesi del passato non fu preceduta da sciami e sequenze. Un'indagine sui forti terremoti e sulle sequenze sismiche nell'area aquilana ha mostrato che non c'è un chiaro legame tra i due fenomeni (Amato e Ciaccio, 2011). È stato osservato che, solo nel XX secolo, almeno 23 sequenze sono avvenute nella regione, senza dar luogo a forti eventi (eccetto quella del 2009). Per il XIX secolo, è ben noto il periodo sismico che interessò l'Aquila nel 1887, anch'esso senza che si verificasse un forte evento (Galadini, 2013). In precedenza, ci sono notizie di *foreshock* solo per il terremoto del 1461, mentre quello aquilano del 2 febbraio 1703 ha avuto sì una sequenza nei mesi precedenti, ma si tratta in questo caso di un processo sismogenetico completamente diverso da quello del 2009 (Rovida et al., 2011). Infatti, un terremoto distruttivo colpì l'Umbria meridionale, in particolare la zona di Norcia, il 14 gennaio 1703, causando danni anche all'Aquila (Locati et al., 2011). A questo seguì un evento di minore magnitudo (16 gennaio), con epicentro verosimilmente al confine tra Umbria, Lazio e Abruzzo. Dopo altri diciassette giorni (2 febbraio) un forte terremoto colpì l'Aquila e gli abitati dell'alta e media valle dell'Aterno, a causa dell'attivazione di una faglia in prossimità del capoluogo. In relazione con questi eventi principali, uno umbro e l'altro abruzzese, si deve verosimilmente porre la sismicità minore che venne comunque percepita dalla popolazione. Quindi, i terremoti avvertiti all'Aquila fino al 2 febbraio 1703 furono certamente, almeno in parte, legati all'attivazione di una faglia appartenente a un sistema strutturale diverso e distante (Fig. 3). Al contrario, nel 2009, la sequenza sismica fu sostanzialmente stazionaria nello spazio, entro pochi chilometri e sullo stesso sistema di faglie.

In riferimento a un altro grande terremoto abruzzese, quello del 1915 che devastò Avezzano e molti centri della Marsica, nel suo volume del 1935 sui terremoti d'Italia, il sismologo Alfonso Cavasino ebbe a scrivere: *"Sembra che la catastrofe sia avvenuta improvvisamente senza, cioè, alcun segno precursore, dappoiché, non solo non fu avvertita in precedenza la benché minima scossetta in tutta la zona mesosismica, ma nemmeno si scorge alcunché nei tracciati dei più delicati apparecchi sismici dei tre Osservatori più vicini"*.

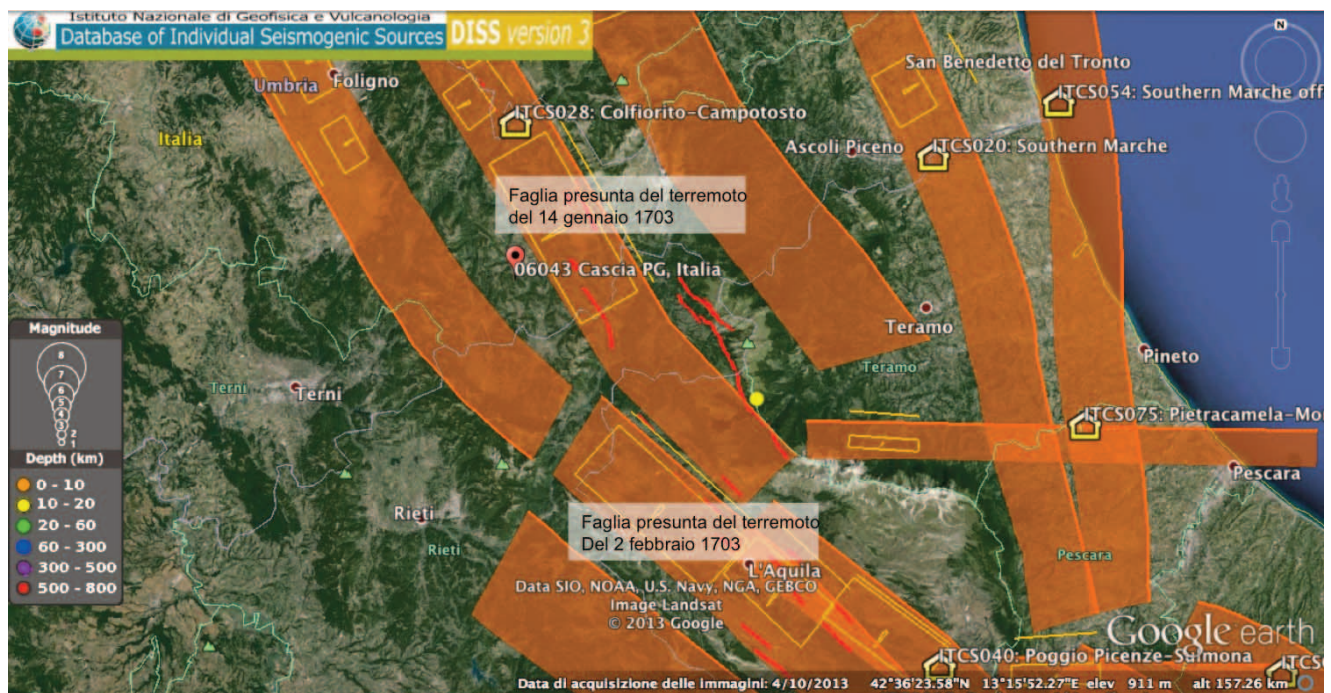


Figura 3 I sistemi di faglie sismogenetiche in Abruzzo come ricostruiti nel Database of Individual Seismogenic Sources (DISS Working group, 2010). Si nota che i due terremoti distruttivi del 1703 (Umbria a gennaio, Abruzzo a febbraio) interessarono due sistemi di faglia distinti e separati: è quindi improprio parlare di foreshock del terremoto abruzzese.

Sulla circostanza dello sciame di terremoti che interessava l'Aquila nei mesi precedenti al 6 aprile 2009 si è detto molto. Dopo la condanna si sono ascoltati (presunti) esperti affermare addirittura in una nota trasmissione televisiva su una rete pubblica che *prima di ogni forte terremoto c'è uno sciame sismico*. Si tratta, evidentemente, di un falso scientifico. A complemento, va ricordato che la stragrande maggioranza delle sequenze sismiche non si evolvono in forti terremoti. In un'analisi della sismicità italiana tra il 2008 e il 2010, Arcoraci et al. (2011) evidenziano che: a) almeno il 70% dei terremoti che avvengono in Italia sono organizzati in sequenze, e b) che nei tre anni analizzati si sono rilevate almeno 127 sequenze (oltre 40/anno), compresa quella aquilana del 2009 (Figura 4). Risulta chiaro che nei tre anni esaminati solo una sequenza su 127 ha avuto il drammatico epilogo che conosciamo. A queste sequenze potremmo aggiungere quelle del triennio 2011-2013 e quelle precedenti al 2008, tutte prive di forti terremoti. In termini più generali Marzocchi e Zhuang (2011), analizzando il catalogo italiano tra il 1950 e il 2010, calcolano che circa l'8 per mille delle maggiori sequenze sono seguite da un forte terremoto.

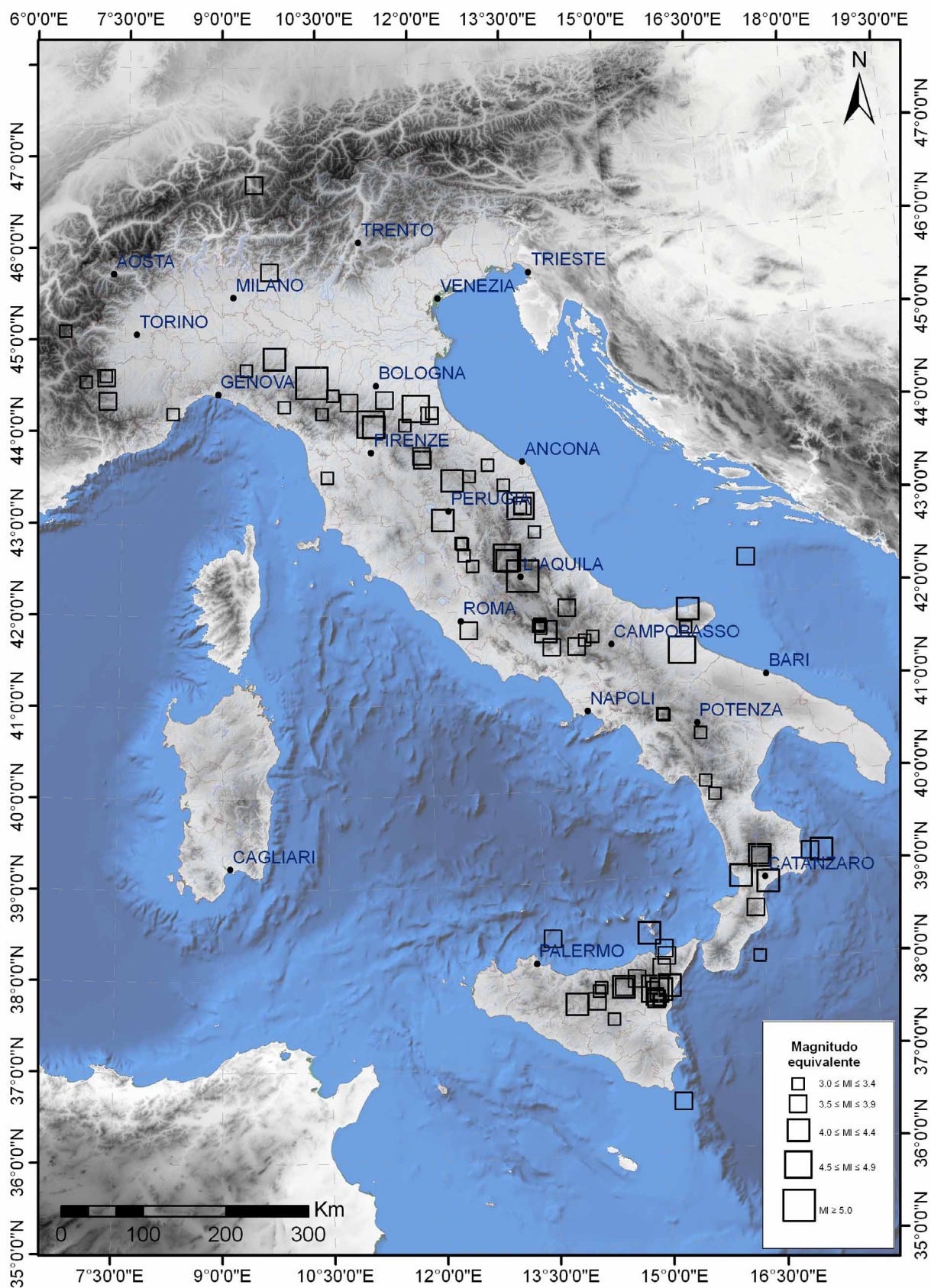


Figura 4 Localizzazione delle principali sequenze sismiche avvenute in Italia nel triennio 2008-2010 (da Arcoraci et al., 2011). Ne sono graficate 127, ossia oltre 42/anno in media, e soltanto quella dell'Aquila nel 2009 ha avuto come epilogo un forte terremoto. Si noti che quasi tutte le sequenze (o sciami) avvengono proprio nelle regioni a maggiore pericolosità (figura 1), lungo l'asse della catena appenninica, perché è lì che si concentra (e viene rilasciata) la maggior parte della deformazione tettonica. La dimensione dei quadrati è proporzionale all'energia totale emessa, secondo la scala nel box in basso a destra.

Le affermazioni sul ruolo premonitore di una sequenza sismica, sempre fatte a posteriori, sembrano pertanto il frutto di una tendenza, umana ma non scientifica, per cui l'interpretazione di un fatto dopo che questo è avvenuto fa riconsiderare la realtà in una luce completamente diversa (il cosiddetto "senno del poi"). Accadeva anche nei secoli passati: dopo il terremoto che distrusse l'Aquila nel 1703, Anton Ludovico Antinori, il grande storico aquilano del Settecento, così chiosò: *Niuno però presagì prima dell'avvenimento quello, che dopo l'avvenimento di poter naturalmente presagire dicevano quasi tutti* (Parrozzani, 1887). Frase che anticipò di poco quanto affermato dal matematico svizzero Jacob Bernoulli, uno dei padri della statistica: *Do not judge human action by what happens*. Bernoulli intendeva che una persona che prende una decisione su un evento futuro in condizioni di incertezza non necessariamente prenderebbe la stessa decisione dopo che l'evento fosse accaduto. Successivamente, siamo nel Novecento e a parlare è il premio Nobel per la Fisica Richard Feynman, la descrizione di un esperimento effettuato da uno psicologo su dei topi che si comportavano in maniera "anomala" fa emergere ancora più chiaramente il concetto secondo cui *non ha senso calcolare le probabilità di un evento dopo che questo è avvenuto* (Feynman, 1998). Nel raccontare questo e altri episodi di esperimenti scientifici e di eventi legati al caso, lo scienziato americano spiega molto bene come siano proprio l'incertezza e il dubbio i pilastri della ricerca scientifica. Questa incertezza che Feynman descrive ed esalta in tutte le sue lezioni, trascritte nel libro *Il senso delle cose*, non significa abdicazione della ragione in favore di vaghe forme di conoscenza, ma rimanda alle origini e all'essenza stessa del sapere d'Occidente. Il dubbio, che diviene quindi condizione esistenziale, apre alla mente indagatrice spazi di libertà e di sperimentazione, per rinnovare continuamente la sfida all'ignoto. Questa impostazione, su cui si radica la ricerca scientifica, è del tutto inconciliabile con la prassi del giudizio a posteriori su un evento intrinsecamente improbabile come un terremoto, che avviene in maniera irregolare e con ricorrenza plurisecolare.

La riunione del 31 marzo 2009

La riunione del 31 marzo si tenne all'Aquila, a seguito della convocazione da parte del capo del DPC Guido Bertolaso; ad essa parteciparono esperti sismologi e ingegneri (E. Boschi, G. M. Calvi, C. Eva, G. Selvaggi), il vulcanologo Franco Barberi, presidente vicario della CGR, ed esponenti a vario titolo della protezione civile nazionale e locale, come il vice capo Dipartimento Bernardo De Bernardinis, il direttore dell'Ufficio Rischio Sismico Mauro Dolce, l'assessore regionale Daniela Stati, il sindaco dell'Aquila Massimo Cialente e altri funzionari. Non erano presenti alla riunione esponenti dei mezzi d'informazione o privati cittadini; pertanto la tesi del rapporto diretto tra tecnici e pubblico nel corso dell'incontro, invocata da alcuni e richiamata nella sentenza, suscita più di una perplessità.

La convocazione fu la conseguenza del clima che si era creato intorno alle presunte previsioni che da tempo allarmavano la popolazione, articolate con messaggi confusi (terremoto a Sulmona o all'Aquila; previsioni di eventi piccoli, poi grandi, poi dichiarazioni di fine sciame, ecc. per i dettagli si veda <http://www.youtube.com/watch?v=c7-9INkA-y4>). A ciò era seguito un comunicato stampa della Protezione Civile della Regione Abruzzo che, per ridurre l'agitazione, aveva esagerato nel senso opposto: *non sono previste scosse di nessuna magnitudo*; ovviamente un errore scientifico e di comunicazione. Proprio questa situazione contraddittoria aveva scatenato la (giusta) reazione di Bertolaso nei confronti dell'assessore regionale alla Protezione civile, Daniela Stati, per l'incauta comunicazione. Come noto per la pubblicazione dell'intercettazione Bertolaso-Stati, in virtù di queste vicende del marzo 2009 il Capo della Protezione Civile aveva ritenuto opportuno convocare i *massimi esperti* all'Aquila. Da quel colloquio telefonico discende la nota questione della *operazione mediatica*, termine usato dallo stesso Bertolaso, ma emerge anche, per la prima volta, la tesi dello "scarico di energia" (che tanto peserà poi nel processo), che verrà riproposta il giorno successivo dal numero due del DPC dell'epoca, Bernardo De Bernardinis.

Qui si entra direttamente nel merito delle più recenti fasi della vicenda giudiziaria che, in vista del secondo grado di giudizio per i condannati in primo grado, sono state caratterizzate dalle indagini sull'ex Capo della Protezione Civile, dalla richiesta di archiviazione dell'inchiesta per omicidio colposo plurimo per lo stesso Bertolaso, dall'opposizione delle parti civili, in attesa della decisione del gip. Non sappiamo quindi se la tesi del presunto asservimento dei partecipanti alla riunione al volere di Bertolaso, peraltro sostenuta nella sentenza, resterà in piedi o meno. Sembra chiaro che se la posizione di Bertolaso dovesse venire archiviata, verrebbe a mancare uno dei ravvisati profili di colpa per la condanna dei sette esperti, ossia (p. 750) *l'adesione, consapevole e acritica, alla volontà del Capo del Dipartimento della Protezione Civile di fare una "operazione mediatica" [...] tesa a rassicurare.*

Nel corso della riunione emerse un quadro a nostro avviso tutt'altro che rassicurante (il verbale, le minute, la lettera di convocazione, i documenti presentati sono disponibili sul sito <http://processoaquila.wordpress.com>). Certo, nessuno dei presenti si spinse a dire (perché, come visto, era impossibile farlo) che un forte terremoto nei giorni successivi fosse prevedibile, o anche soltanto altamente probabile.

La pericolosità sismica dell'Abruzzo era invece ben nota e fu richiamata durante la riunione; certamente era conosciuta a tutti i rappresentanti del mondo della ricerca e della protezione civile nazionale e locale presenti alla riunione del 31 marzo. Doveva esserlo perché, come detto sopra, quella mappa e tutto quanto ne deriva è legge dello Stato dal 2006.

Questo è il motivo per cui non ci si deve stupire troppo se la riunione del 31 marzo durò un'ora. Era lecito assumere che i presenti, ossia i responsabili di Protezione Civile, dal Sindaco all'Assessore regionale, fino al vice Capo Dipartimento della Protezione civile, fossero ben informati sui documenti ufficiali, come la Mappa di Pericolosità o come il cosiddetto "rapporto Barberi" sulla vulnerabilità degli edifici (Dipartimento della Protezione Civile, 1999). Quel colore viola che caratterizza l'Abruzzo nella Mappa (Fig. 1), richiamato dai sismologi nel corso della riunione, contiene tutto quello che c'è da sapere: fraglie, storia, ricorrenza, scuotimento atteso. E rappresenta una previsione: anche se ancorata sul lungo termine (decenni), la Mappa di Pericolosità mostrata nel corso della riunione, riassumendo tutto quanto sopra citato, bastava da sola a far capire che un forte terremoto sarebbe potuto avvenire in qualsiasi momento, dopo un minuto o dopo cento anni. Peraltro queste stesse parole furono pronunciate da Enzo Boschi nel corso della riunione del 31 marzo, come ha ricordato il sindaco Cialente nella sua deposizione al processo: *questo è il territorio più sismico d'Italia, uno dei più sismici. Può essere questa sera, tra un anno, tra dieci anni, tra venti anni [...]*. Al contrario, per quanto detto, in quella sede sarebbe stato inutile e fuorviante trattare delle piccole variazioni di probabilità a breve termine (giorni), inutili ai fini delle azioni di protezione civile, come visto anche negli anni successivi.

In conclusione, è lecito affermare che la Mappa di Pericolosità mostrata nel corso dell'incontro certamente non poté rappresentare un messaggio rassicurante. E per nulla rassicurato si sentì, ad esempio, il sindaco dell'Aquila Massimo Cialente, come si può evincere da alcuni passaggi della sua testimonianza in sede processuale e dalle sue azioni successive alla riunione.

In controtendenza è tuttavia l'intervista rilasciata *prima* dell'incontro dal vice Capo Dipartimento della Protezione Civile, nel corso della quale venne ricordato dall'intervistato il "rassicurante" concetto dello scarico continuo di energia. Da notare che alcuni media non specificarono che si trattò di un intervento precedente alla riunione.

Dopo l'incontro, la conferenza stampa, di cui esistono solo immagini (che mostrano una sala non gremita) senza audio, fu condotta dal vice Capo dipartimento della Protezione Civile, dall'Assessore Regionale alla Protezione Civile, dal Sindaco dell'Aquila e da Franco Barberi, unico rappresentante della Commissione Grandi Rischi. Dopo la conferenza, quest'ultimo rilasciò un'intervista al canale video Abruzzo24ore.tv (<http://www.abruzzo24ore.tv/news/Niente-allarmismo-i-terremoti-non-sono-prevedibili/10340.htm>) - da cui non emerge alcuna tendenza a rassicurare - con contenuti ancora una volta mirati a stigmatizzare l'impossibilità di prevedere

i terremoti. Non sono noti altri interventi prima del 6 aprile da parte degli esperti che parteciparono alla riunione. Il verbale e le minute della stessa furono resi noti dopo il terremoto. Pertanto non è chiaro in quale misura e con quali mezzi, dal punto di vista comunicativo, gli esperti avrebbero contribuito a rassicurare la cittadinanza, dopo la riunione del 31 marzo. A questo proposito, tra i commenti alla sentenza, colpisce particolarmente un'affermazione come la seguente: *nel momento in cui i componenti della Commissione "Grandi Rischi" ritengono in via autonoma di rivolgersi alla popolazione, attraverso comunicati ed interviste, non può non rilevarsi una specifica responsabilità in capo agli stessi scienziati proprio per le loro conoscenze e capacità scientifiche* (Marinelli, 2013). Affermazione dai toni apodittici, ma che non sembra supportata da quanto realmente accaduto.

Si dice nella sentenza che la colpa dei condannati non è quella di non aver previsto il terremoto ma di non aver fatto una corretta analisi del rischio. Ci chiediamo allora, da sismologi: sapevano gli esperti che erano all'Aquila il 31 marzo che quello era lo scopo della riunione? che tipo di analisi del rischio avrebbero dovuto o potuto fare in un tale frangente?

L'analisi auspicata è descritta nelle parole del giudice: *fondata valutazione di prevedibilità del rischio* (mentre nella convocazione si parla di *valutazioni sulla recente sequenza sismica del territorio abruzzese e attenta disamina degli aspetti scientifici e di protezione civile*; <http://processoaquila.files.wordpress.com/2012/10/2-cgr-convoc-310309.pdf>). In realtà, a noi non è affatto chiaro cosa si intenda. Se si pensa a uno "scenario di danno", ossia a un'ipotesi di quello che può accadere in una delle tante aree sismiche italiane in base a un terremoto di riferimento, è noto che si tratta di prodotti speditivi realizzati dal DPC (mediante l'impiego del metodo denominato SIGE - come richiamato nella stessa sentenza - descritto su http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/scenari_rischio.wp).

Gli scenari di danno erano stati realizzati per le aree sismiche italiane e consegnati agli enti territoriali, modellando gli effetti in base alle caratteristiche dei terremoti attesi nella regione e della vulnerabilità degli edifici, nota o presunta (si veda ad esempio Gatti, 2013). Non si tratta di prodotti che vengono realizzati nel corso di una riunione del tipo di quella del 31 marzo.

Se, come suggerito da alcuni, in simili frangenti si dovesse considerare il *worst-case scenario*, non crediamo si farebbe un buon servizio alla comunità. Significherebbe tenere un livello di allerta costante per settimane o mesi, in molte regioni d'Italia contemporaneamente, con sistematiche evacuazioni, come accaduto in Garfagnana nel gennaio 2013, per periodi la cui durata verrebbe decisa arbitrariamente. È evidente che, oltre ai disagi e alla confusione, si andrebbe molto probabilmente incontro a una perdita di fiducia da parte delle autorità e dei cittadini. Inoltre, si correrebbe a nostro avviso il rischio di spostare l'attenzione verso un approccio passivo, di attesa di un eventuale allarme e di disinteresse verso la prevenzione vera, quella della riduzione della vulnerabilità e del miglioramento della resilienza.

Per quanto concerne la distinzione tra i termini *prevedibilità* e *previsione*, sono state sollevate critiche dopo la sentenza, perché nel loro utilizzo in diversi momenti del processo si palesava l'attribuzione ad essi di uno stesso significato. La distinzione in realtà non è banale: *La previsione è lo stato mentale di chi si rappresenta, come certo o come possibile, il verificarsi di un accadere futuro. La prevedibilità è la possibilità di prevedere il fatto futuro. La previsione, dunque, è lo stato psicologico effettivo di un soggetto. La prevedibilità non è uno stato psicologico effettivo: essa è il giudizio affermativo sulla possibilità che quel soggetto preveda il futuro. La effettiva esistenza della previsione va valutata al momento dell'agire. Il giudizio di prevedibilità può anche essere posteriore all'agire e può essere compiuto anche al tempo del processo, purché in questo giudizio la possibilità di prevedere sia valutata con riferimento al tempo dell'agire* (Pagliaro, 2013).

E' stato altresì notato che *la prevedibilità da parte degli imputati dei danni scaturenti dal sisma deve fondarsi sulla risposta positiva a due distinti quesiti: a fronte del verificarsi di una serie di fenomeni*

naturali annoverabili fra i cd. precursori sismici, è possibile formulare una previsione circa la possibilità che si verifichi un terremoto? È possibile, una volta stabilito che un determinato terremoto sta per verificarsi, quantificare i danni che esso produrrà in modo da approntare le misure necessarie per la prevenzione di questi ultimi? (Galluccio, 2013). A nostro avviso, se alla seconda domanda si può rispondere positivamente (i già citati scenari di danno), è impossibile dare una risposta positiva alla prima.

Riguardo poi alla carente comunicazione – pure richiamata a carico degli imputati – ci chiediamo se compito della CGR fosse comunicare con i media e la popolazione. In effetti, con riferimento alla legge 7 giugno 2000, n. 150, “Disciplina delle attività di informazione e di comunicazione delle pubbliche amministrazioni”, è stato notato che *la Protezione civile ha determinato il funzionamento dell'Ufficio stampa del Capo Dipartimento; tra i suoi compiti vi è quello di curare i rapporti con gli organi d'informazione, predisporre i comunicati stampa, monitorare le agenzie di stampa, gestire la comunicazione alla popolazione attraverso gli organi d'informazione, elaborare strategie per la comunicazione istituzionale. Incredibilmente di tutte queste corpose e delicate competenze nulla venne attivato dopo la sciagurata riunione del 31 marzo 2009. Nemmeno un comunicato stampa per spiegare le determinazioni raggiunte dalla Commissione, nemmeno un'azione di verifica di quanto, nelle ore successive, passava su radio, televisione e compariva sui giornali (De Marco, 2012).*

Il dubbio sul ruolo della CGR per quanto riguarda la comunicazione appare ancora più lecito se ci riferiamo al gruppo di esperti iscritti a posteriori alla Commissione: pensiamo al caso del sismologo Giulio Selvaggi, che non ne era componente, non era stato neanche convocato formalmente, ma era stato invitato dal presidente del suo istituto per esporre le conoscenze sullo sciame in corso. Era davvero lui che doveva comunicare le risultanze della discussione ai media e al pubblico? Nel caso specifico della conferenza stampa post-riunione, si direbbe proprio di no, considerato che la stessa fu organizzata, convocata e gestita dagli organi di Protezione Civile (nazionale e locale). Nessuno sa esattamente cosa fu detto nella conferenza stampa, non essendo di essa disponibili le registrazioni, ma è certo che se un esperto sismologo come Selvaggi avesse ascoltato, ad esempio, la tesi dello scarico di energia, avrebbe certamente obiettato.

Nella sentenza si dice che fu fatta un'analisi approssimativa, carente e inefficace del rischio. In tutto il mondo, l'analisi del rischio (sismico) si fa con riferimento al lungo termine e non nel contesto di una situazione come quella manifestatasi all'Aquila a fine marzo 2009. Prova ne sia che a) non esisteva e non esiste neanche oggi in nessun paese del mondo un *operational earthquake forecasting* attivo; b) non sono mai state fatte riunioni legate a procedure di questo tipo durante nessuna delle decine di sequenze sismiche registrate in Italia (lo stesso potrebbe dirsi per altri paesi) prima e dopo l'Aquila: come descritto sopra, dal 2008, circa 42 sequenze all'anno hanno interessato il territorio nazionale, inclusi moltissimi terremoti di M4, senza che alcuna riunione sia stata indetta per “analizzare il rischio”.

Se si dovesse prestare fede alle necessità di analisi richiamate in sede processuale, la CGR dovrebbe essere riunita permanentemente per svolgere giorno per giorno valutazioni del rischio in diverse aree del Paese (nel momento in cui scriviamo, ad esempio, in Umbria, in Calabria, nelle Marche, in alta Toscana, in Emilia, in Sicilia, sono in atto degli sciami sismici). Si vede bene come questa prospettiva non sia perseguibile. Una faglia sismogenetica non è come un vulcano, che, oltre a essere ben circoscritto spazialmente, prima di eruttare dà quasi sempre segnali premonitori, sismici, geochimici, deformativi, chiari e ben localizzati. Per quanto riguarda le faglie, un buon esempio viene dalla California, e in particolare dalla ben nota vicenda che ha riguardato uno dei segmenti della faglia di San Andreas, nella zona della cittadina di Parkfield. Poiché questo tratto della faglia sembrerebbe in grado di generare un terremoto di magnitudo 6 ogni 25 anni circa, alla fine degli anni Ottanta, sulla scorta dell'analisi di sei terremoti molto simili che avevano

interessato proprio quel segmento dal 1857 al 1966, i sismologi americani si spinsero a prevedere il successivo evento sismico in una finestra temporale di 5 anni, tra la fine degli anni Ottanta e i primi Novanta. Il terremoto non arrivò in quell'intervallo temporale, e non arrivò neanche nei dodici anni successivi. Arrivò invece nel 2004, proprio dove era atteso e con quella magnitudo, e senza alcuno sciame o altro segnale da interpretare (anche a posteriori) come precursore.

Alcuni elementi scientifici usati nel processo

In questo paragrafo esaminiamo alcuni degli elementi scientifici che sono stati usati nel processo per sostanziare l'accusa. Si tratta di argomenti di cui, dato il carattere di *work in progress*, di solito si discute nelle sale dei congressi, e la cui entrata in sede processuale, pertanto, fa sollevare più di un dubbio.

A questo proposito è necessario tornare sulla questione dello sciame come fenomeno precursore. Se da un lato, come visto, alcune teorie prevedono che un aumento di sismicità possa portare a un forte terremoto, va detto però che, secondo altre teorie, alcuni forti eventi sono stati preceduti da una quiescenza sismica (es. Habermann, 1988; Murru et al., 1999; Hough, 2009; Katsumata, 2011).

Tuttavia, dalla sentenza emerge che vari elementi attinenti la pericolosità sismica dell'area e l'aumento del numero e della magnitudo degli eventi nel corso della sequenza avrebbero dovuto portare gli esperti a una valutazione di imminenza dell'evento sismico. È pertanto del tutto ovvio che ricercatori che hanno letto la sentenza, non solo sismologi, abbiano notato il disinvoltato ingresso della giustizia nel dibattito scientifico, senza alcuna considerazione per teorie alternative a quella dello "sciame premonitore" (ad esempio la sopra citata della "quiescenza premonitrice" o il *clustering* dei terremoti, spiegato dopo, o altre). Tutte teorie non valide in assoluto, ma altrettanto possibili e oggetto di dibattito scientifico da molti anni (Hough, 2009). In un tale contesto, una specifica scelta in sede processuale, che avvenga per limitata conoscenza o per preferenza, appare discutibile.

In merito allo "sciame premonitore", ci soffermiamo qui su alcune questioni che ci hanno maggiormente colpito. La prima considerazione riguarda l'enfasi, data nel corso del processo, alla durata dello sciame sismico che ha preceduto il terremoto del 6 aprile. È un elemento che non ha un'importanza decisiva in fase di giudizio (sapere che lo sciame durasse da 1 mese o 1 anno non fa una grande differenza se, come stabilito, la vicenda sottoposta a giudizio si compì il 31 marzo). Ma a nostro avviso lascia capire come ci si sia mossi sul terreno scientifico con un approccio non corretto. Sembra infatti trasparire l'idea secondo cui la colpevolezza degli esperti sia da considerarsi direttamente proporzionale alla durata dello sciame, ritenendosi maggiore la sottovalutazione del rischio e la conseguente rassicurazione della cittadinanza in considerazione del fatto che la sismicità affliggeva la cittadinanza da mesi. In realtà, la durata dello sciame, a leggere gli atti del processo, sembra un elemento piuttosto variabile (forse ciò rende l'idea del non grande valore probatorio di tale questione scientifica): si parla di alcuni mesi, molti mesi, inizio a dicembre 2008, a ottobre, o addirittura a giugno 2008, quasi un anno prima del terremoto. Ad esempio, la sentenza riporta (p. 22): *La scossa in questione (main shock) si verificava nell'ambito di uno sciame sismico che durava già da diversi mesi (dal giugno 2008) e che, prima del 6.4.09, aveva registrato come evento maggiore la scossa di magnitudo 4.1 delle ore 15.38 del 30.3.09.* Si noti che nelle ottocento pagine della sentenza il riferimento a giugno 2008 come inizio dello sciame viene fatto oltre trenta volte. Tuttavia, una sequenza inizia non quando accade in quell'area un dato terremoto, ma quando le caratteristiche della sismicità di fondo (*background seismicity*) cambiano in maniera statisticamente significativa in termini di distribuzione spaziotemporale e di magnitudo dei terremoti. Nel caso aquilano, l'algoritmo usato dai sismologi per identificare l'inizio di una sequenza (Reasenberg, 1985) mostra come questo sia da collocare a

gennaio 2009, non prima. Il grafico della figura 5 lo evidenzia con chiarezza: da gennaio 2008 fino a circa metà del gennaio 2009 l'andamento della sismicità presenta una pendenza regolare, con poche limitate oscillazioni che alterano solo brevemente il *trend* generale. Il cambiamento si vede a metà gennaio 2009, evidenziato dall'aumento della pendenza della retta. Ricordiamo anche che a metà febbraio (diversi giorni dopo la crescita del numero di eventi e subito dopo un evento di M2.7 avvenuto il 17 febbraio 2009, fig. 5) l'INGV rilasciò il primo comunicato al DPC. Il secondo comunicato al DPC venne emesso il 12 marzo, anche in questo caso dopo un più forte evento sismico (11 marzo 2009: M2.9).

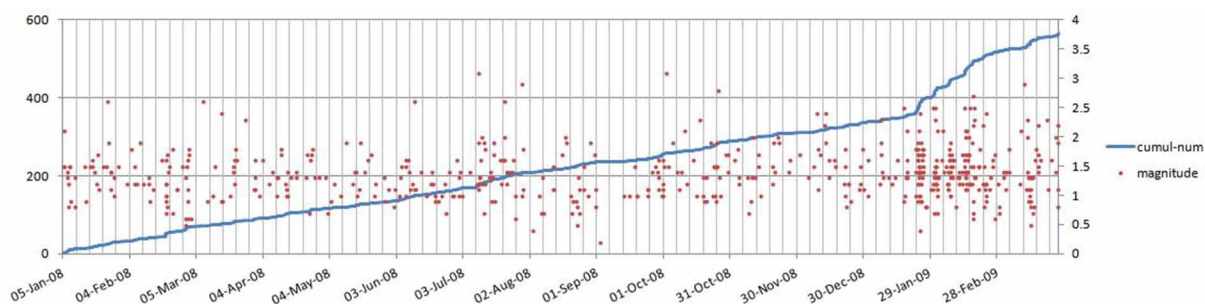


Figura 5 Andamento del numero e della magnitudo dei terremoti nella regione dell'Aquila dal 1/1/2008 al 29/3/2009. Si nota che la variazione del numero di eventi sismici nel tempo ha un unico brusco cambiamento dopo la metà di gennaio del 2009. Precedentemente, si tratta di "sismicità di fondo" (background seismicity), identificata da una pendenza costante del rilascio, e di piccole variazioni statistiche (sia nel numero che nella magnitudo), che caratterizzano tutte le aree attive (per gentile concessione, F. Mele).

Un altro aspetto molto dibattuto nel corso del processo si riferisce a un articolo pubblicato nel 1995 da Boschi e coautori sul *Bulletin of the Seismological Society of America*. Lo studio, che aveva calcolato un valore di probabilità pari a 1 per l'accadimento di un terremoto nella zona sismica intorno all'Aquila, secondo il giudice sarebbe dovuto servire come riferimento per l'imminenza della scossa avvenuta il 6 aprile. L'articolo in questione aveva numerosi problemi, già estesamente discussi (<http://bit.ly/1eJjNsT>). In questa sede ci limitiamo a ricordare che secondo questo lavoro del 1995 la citata probabilità che la zona fosse colpita da un terremoto era pari a 1 già in riferimento ai primi cinque anni successivi alle stime pubblicate. In sostanza, un terremoto avrebbe dovuto verificarsi entro il 1999-2000. Basterebbe questo per capire che il modello adottato non poteva definirsi adeguato alla previsione dei terremoti. Se entriamo nel merito, siamo anche in grado di capire la ragione della sua scarsa validità proprio per la zona aquilana. La zonazione con cui gli autori avevano diviso il territorio ai fini delle stime di probabilità prevedeva una regione troppo piccola per l'Aquila (la n. 34). Per questo motivo, nella zona 34 ricadevano soltanto tre terremoti, un campione statistico chiaramente non significativo (tre valori in molti secoli). Inoltre, questi terremoti sono avvenuti tutti tra il Seicento e il Settecento (nel 1646, 1703, 1762), motivo per cui la statistica usata avrebbe addirittura assegnato la probabilità pari a 1 già molto tempo prima del 2009, per esempio già nel corso dell'Ottocento e per tutto il '900. Restando in ambito sismologico, la certezza di un forte evento sismico all'Aquila, stando a quanto pubblicato nell'articolo, ci sarebbe stata anche quando la Basilicata fu colpita da un forte terremoto nel 1857, Messina da quello del 1908, il Belice nel 1968, il Friuli nel 1976 e l'Irpinia nel 1980, solo per citare alcuni dei terremoti maggiori degli ultimi due secoli. Tutti questi eventi sismici, e molti altri, hanno causato decine di migliaia di vittime dalle Alpi alla Sicilia, mentre (sempre in base a quanto calcolato da quel modello)

la probabilità all'Aquila continuava ad attestarsi sul 100%. Nei fatti, per oltre due secoli, all'Aquila non è successo niente, nonostante che in base alla probabilità stimata ciò non fosse possibile, e nonostante i numerosi sciame e sequenze che hanno interessato il territorio nel citato intervallo temporale. Il motivo di questa stima errata risiede nell'aver considerato come terremoti gemelli, avvenuti sulla stessa faglia e con una ripetitività perfetta, tre eventi in realtà completamente diversi, come dimostrato, ad esempio, dalla loro magnitudo (1646: M4.5; 1703: M6.7; 1762: M6.0; Rovida et al., 2011) e dal fatto che avvennero su faglie diverse. Vale la pena ricordare che un terremoto di magnitudo 6.7 è duemila volte più grande di uno di magnitudo 4.5; quindi cercare una ricorrenza tra due terremoti come questi non ha alcun senso. Si tratta comunque di questioni già affrontate dallo stesso articolo di Boschi et al. (1995), in cui si mettono in guardia i lettori da un possibile errore causato da un campione statisticamente poco significativo. Nel caso specifico, la scarsa affidabilità della stima probabilistica risiede nel fenomeno del *clustering* (ossia nella tendenza dell'attività sismica a concentrarsi nello spazio e nel tempo). Questo, piuttosto frequente nella storia sismica di molte regioni in Italia e nel mondo, si definisce come periodo relativamente breve con molti eventi sismici, seguito da secoli silenti (Chiarabba et al., 2011). Ciò considerato, il citato articolo scientifico di Boschi et al. (1995) sulla probabilità di occorrenza dei terremoti – lavoro che certamente ha rappresentato un momento di sintesi delle idee e degli approcci probabilistici al problema della previsione di una ventina di anni fa – non può certamente essere utilizzato come prova a posteriori dell'imminenza di un terremoto.

Ultimo punto su cui ci vogliamo soffermare, ma se ne sarebbero potuti esaminare molti altri, è quello secondo cui non solo i cosiddetti “elementi di valutazione del rischio” sarebbero stati di per sé stessi prognostici (cosa che abbiamo visto non essere vera almeno per l'esempio citato sopra), ma addirittura il legame tra essi avrebbe dovuto, per il giudice, portare a capire l'imminenza del terremoto (p. 750: *La carente analisi del rischio sismico non si è limitata alla omessa considerazione di un singolo fattore, ma alla sottovalutazione di molteplici indicatori di rischio e delle correlazioni esistenti tra tali indicatori*). In base a questa sottovalutazione il giudice sostiene (p. 705) che *l'istruttoria dibattimentale consente di affermare con certezza che la scossa di terremoto del 6/4/2009 (fatto avvenuto) si è posta su una linea di sviluppo della condotta colpevole ampiamente prevedibile* (p. 750).

Gli elementi che dimostrerebbero questa “prevedibilità” sono: a) la storia sismica dell'Aquila e in particolare, si legge, la ripetizione di forti terremoti preceduti da sciame sismici (cosa tutt'altro che acclarata come descritto in precedenza); b) *il particolare andamento dello sciame iniziato nel 2008, connotato da scosse progressivamente crescenti per numero e intensità [...] (anche questo non corretto: nel grafico di figura 5 si vede un andamento con aumenti e diminuzioni, analogo peraltro a quello di decine di sequenze/sciame che avvengono continuamente in Italia)*; c) le mappe di pericolosità (mostrate e discusse nella riunione del 31 marzo, che però non forniscono stime di probabilità sul breve periodo); d) l'articolo di Boschi et al. (1995) – peraltro erroneamente attribuito in sentenza (p. 705) a Boschi e Selvaggi (quest'ultimo non è tra gli autori) – di cui si è detto poco sopra. È evidente, da questa sintesi, che i quattro elementi che avrebbero dovuto dimostrare la carente analisi del rischio sono in pratica questioni poco significative dal punto di vista probatorio, trattandosi di argomenti degni di discussione in ambito scientifico e invece affrontati in maniera incredibilmente superficiale nei luoghi della giustizia. Questo trattamento ha portato, mediante una banale pratica di correlazione, ad attribuire ai citati elementi significati e conseguenze che decenni di studi sismologici in tutto il mondo non sono riusciti a stabilire.

La sequenza sismica e i media

Nel lungo periodo che ha preceduto la scossa principale, i media non hanno aiutato a fare chiarezza su quanto stava avvenendo. Di seguito, proviamo ad approfondire alcuni aspetti indicativi della confusione comunicativa.

A titolo di esempio, un passaggio de “il Centro” (19 gennaio 2009) cita: *c’è sempre un po’ di allarme, però, perché come afferma la sala sismica dell’Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia di Roma, sono oltre cento gli eventi sismici che giornalmente vengono registrati nella zona dell’Aquila dagli strumenti*. Cinque giorni dopo, il 24 gennaio, lo stesso quotidiano riporta: *una situazione che gli esperti definiscono assolutamente non allarmante, così come si evincerebbe dall’elevato numero di piccoli movimenti sismici che ogni giorno l’Istituto di geofisica registra*. Lo stesso argomento, il numero delle scosse, è fonte di preoccupazione il 19 gennaio e aspetto tranquillizzante, grazie al presunto intervento degli esperti, cinque giorni dopo. È evidente che viene tradotta in una prospettiva rassicurante la semplice “normalità” sismologica – probabilmente sostenuta, a ragione, da un qualche addetto ai lavori – di una delle tante sequenze sismiche che periodicamente interessano il territorio nazionale.

Altro esempio di confusione comunicativa: il 16 febbraio, con riferimento a nuove scosse di terremoto, “il Centro” riporta: *gli esperti ritengono che questi fenomeni, per quanto ripetuti, non siano da individuare come avvertimenti di prossime scosse di maggior rilievo e allarme*. Si tratta di un concetto espresso anche il giorno dopo sullo stesso quotidiano: *i grandi eventi sismici non sono collegati al ripetersi di scosse con una certa frequenza. Qualsiasi associazione con terremoti di portata più ampia è dunque azzardata*. Tuttavia, poco meno di un mese dopo (13 marzo), sullo stesso giornale, le parole del giornalista Vittorio Perfetto vanno in direzione opposta: *Un po’ di apprensione c’è, visto che gli esperti segnalano che “spesso, ma non sempre, un terremoto di una certa intensità è preceduto da piccoli sommovimenti detti microscosse”*. Tuttavia, ancora pochi giorni dopo (19 marzo), il giornalista Giustino Parisse, sempre su “il Centro”, scrive: *è L’Aquila la città dove si stanno ripetendo scosse ormai da tempo e con una continuità che fa un po’ impressione e non può non creare qualche apprensione anche se gli esperti continuano a ripetere che lo ‘sciame’ non presuppone eventi di maggiore portata*. E ancora (29 marzo), in modo assai poco rassicurante: *Nessun esperto è in grado di dire se e quando lo sciame sismico finirà e se preluda o meno a eventi più ‘importanti’*. Resta un fatto certo: *la zona dell’Aquila è a forte sismicità e gli eventi anche catastrofici dei secoli passati stanno lì a dimostrarlo*. Tuttavia, basterà attendere “Il Messaggero” del 3 aprile per leggere, a firma di Claudio Fazzi, *leri ancora una scossa. I cittadini sono stanchi, ma il sisma non fa più paura*, opposto alla frase riportata da Angela Baglioni su “Il Tempo” dello stesso giorno, *il ripetersi frequente di movimenti tellurici non aiuta a tranquillizzare gli animi, nonostante le rassicurazioni da parte della comunità scientifica*. In sostanza, il ruolo della sequenza sismica come premonitrice di una forte scossa è negato a febbraio, ipotizzato a marzo, nuovamente negato, poi ancora messo in dubbio nello stesso mese. Infine, in aprile, nello stesso giorno, la sequenza non fa più paura e, al contrario, non aiuta a tranquillizzare gli animi.

Il “rassicurazionismo”

Già da questi passaggi emerge l’aspetto principale attorno a cui ruotano le accuse rivolte a tutta la comunità scientifica (e, ovviamente, in particolare ai ricercatori dell’INGV) parallelamente allo svolgersi delle vicende giuridiche: quello dell’aver tranquillizzato la cittadinanza nella zona colpita dalla sequenza sismica. Il “rassicurazionismo” sembra acquisire una chiara fisionomia pochi giorni prima dall’evento sismico principale.

Il 1° aprile 2009 – vale a dire il giorno dopo la riunione della CGR – il titolo de “il Centro”, *L’Aquila, i giorni della paura*, è quietato all’interno degli articoli da passaggi come *leri sera si è riunita in città la Commissione nazionale grandi rischi e ha rassicurato i cittadini: il terremoto rilascia energia un po’ alla volta e questo è favorevole*, chiaramente mutuato dall’affermazione attribuita al vice capo dipartimento della Protezione Civile Bernardo De Bernardinis: *la comunità scientifica conferma che non c’è pericolo, perché c’è uno scarico continuo di energia; la situazione è favorevole* (si veda anche “Il Messaggero” dello stesso giorno), come accertato rilasciata precedentemente alla riunione. Sul quotidiano “Il Tempo” (1 aprile), a firma della giornalista Angela Baglioni, vengono riferite a De Bernardinis le seguenti affermazioni rilasciate dopo la riunione della CGR: *rispetto*

alle conoscenze scientifiche attuali per quanto riguarda lo sciame sismico in atto, non ci aspettiamo una crescita della magnitudo e è lecito aspettarsi altri danni [...] ma sempre su questa tipologia, vale a dire su elementi secondari (come i cornicioni), ma certamente non strutturali (si veda anche A. Baglioni su "Il Tempo" del 3 aprile).

Alla rassicurazione si oppone la sensibilità della cittadinanza, evidenziata dal fatto – ricordato da Giustino Parisse ("il Centro", 1 aprile) – che *la forte scossa di lunedì pomeriggio ha creato in tutti – anche in quelli che fino a pochi minuti prima dicevano di non temere il terremoto – un senso di precarietà che ha risvegliato paure ataviche in una terra da sempre ballerina.*

In questi passaggi si evidenzia la più volte richiamata contrapposizione tra una cittadinanza impaurita e attenta all'evolversi della sequenza e una indefinita comunità di esperti con la tendenza a tranquillizzare. Le conseguenze delle avvenute rassicurazioni emergono anche dai quotidiani, se si dà fede alle parole attribuite a Massimo Cialente, sindaco dell'Aquila, in un'intervista de "Il Messaggero" (4 aprile): *Tranquilli [...] la Protezione civile è certa che, nell'ambito dello sciame sismico, il peggio sia passato e, adesso, dobbiamo cercare di non scambiare qualsiasi tremolio per terremoto* (come detto, lo stesso sindaco avrebbe poi testimoniato di non essersi sentito rassicurato dalle affermazioni ascoltate nel corso della riunione con la CGR). Tuttavia, un senso di superamento della fase critica (probabilmente derivante da una comprensibile speranza) doveva essere in qualche modo diffuso, se si considerano le parole del giornalista Claudio Fazzi su "Il Messaggero" del 5 aprile: *La speranza è che il peggio, come affermano alcuni esperti della Protezione Civile, sia passato.*

La questione dello "scarico continuo di energia" emerge, a dire il vero, in diversi altri passaggi giornalistici. Il 2 aprile 2009, su "il Centro", si può leggere *ogni scossa produce uno scarico e quindi questo, in un certo senso, evita anche l'accumularsi di parecchia energia in grado di produrre una scossa più grande.* L'affermazione, tuttavia, non è attribuita a un ricercatore, ma a Emilio Iannarelli, funzionario della protezione civile regionale, il cui pensiero è peraltro confermato da un'intervista – di cui sono disponibili audio e video – rilasciata al notiziario online "Abruzzo 24 ore" diversi giorni prima, il 20 febbraio 2009 (<http://www.abruzzo24ore.tv/news/Centro-funzionale-della-Protezione-civile-un-eccellenza-in-Italia/9719.htm>). Ancora, in occasione dei piccoli eventi sismici che contemporaneamente interessavano la zona di Sulmona, la giornalista Barbara Delle Monache riferisce al professionista geologo Antonio Mancini le seguenti parole ("Il Tempo", 18 marzo): *Comprensibile la paura atavica del sisma ... ma questo tipo di scosse sono un segno positivo perché evitano il caricamento della faglia che potrebbe provocare sismi di più alta intensità.* Ulteriori dichiarazioni chiaramente rassicuratrici sono state riferite sul notiziario online "il Capoluogo" (25 marzo) a Giampaolo Giuliani, un tecnico allora dipendente dell'INAF, noto per le presunte previsioni sismiche basate sul radon: *Lo sciame non è un fenomeno preparatorio ad un evento sismico più rilevante [...] Mi sento di poter tranquillizzare i miei concittadini, in quanto lo sciame sismico andrà scemando con la fine di marzo* (non più disponibile su "il Capoluogo" ma facilmente rintracciabile sulla rete; es. <http://www.bambinicornaggioli.com/?q=node/1079>; <http://www.gennarocarotenuto.it/6882-cinque-domande-a-giampaolo-giuliani-era-il-25-marzo/>). Sempre a Giuliani (e sempre su una pagina de "il Capoluogo" - http://www.ilcapoluogo.com/e107_plugins/content/content.php?content.13591 - non più disponibile) viene attribuita la seguente affermazione: *Il fatto che ci siano piccoli terremoti ogni giorno non consente che si accumuli energia tale da scatenare un evento più forte* (es. http://www.chiocciolandia.it/component/option,com_docman/task,cat_view/gid,15/Itemid,99999999/?mosmsg=Stai+tentando+di+accedere+da+un+dominio+non+autorizzato.+%28www.google.it%29). Ancora, il 2 aprile, "il Capoluogo" pubblica un'intervista ad Antonio Moretti, docente di geologia dell'Università dell'Aquila, in riferimento alla recente scossa di magnitudo 4: *E' esattamente quello che è successo nel nostro caso: una serie di premonitrici, isolate e ripetute, una scossa principale, fortunatamente di moderata entità, seguita da numerose repliche di energia via via minore. E' proprio la presenza di queste repliche, che probabilmente continueranno a livello*

strumentale per settimane, che fa ben sperare per il prossimo futuro: se la legge di Omori è rispettata, l'attuale crisi aquilana dovrebbe terminare a breve e dare un poco di tregua (<http://old.ilcapoluogo.com/sciame-sismico-la-legge-di-omori-e-quella-del-menga/6612>). In sostanza, già da alcuni mesi prima del terremoto si sarebbero manifestate quelle tendenze "rassicurazioniste", in buona parte espresse mediante l'appiglio tecnico del positivo "scarico di energia". In riferimento a questo filone è pertanto lecito chiedersi quale sia stato il ruolo giocato dalla comunità scientifica sismologica, e in particolare da quella dell'INGV. Si può anticipare che l'attribuzione di veridicità ai vari passaggi giornalistici è assai discutibile e che la distorsione delle affermazioni dei ricercatori ha certamente generato messaggi non chiari. Si potrà tuttavia osservare che, anche dando fede alle varie affermazioni riportate tra virgolette nei giornali, queste in generale non possono essere definite tranquillizzanti, tantomeno in grado di supportare la falsa teoria del benefico "scarico di energia".

Anzitutto, per chiarire l'aspetto della mancanza di rassicurazione da parte dei ricercatori, sono da riportare i già citati comunicati ufficiali dell'INGV al DPC. In quello del 17 febbraio (<http://processoaquila.files.wordpress.com/2012/10/9-17febbraio2009.pdf>), dopo aver richiamato i principali terremoti della storia abruzzese e le maggiori faglie attive della regione, si osserva che *allo stato attuale delle conoscenze, si può affermare che la sequenza in atto non ha alterato le probabilità di occorrenza di forti terremoti nella zona. Si ricorda che i comuni interessati ricadono tra la prima e la seconda categoria della classificazione sismica del territorio nazionale*. In quello del 12 marzo (<http://processoaquila.files.wordpress.com/2012/10/10-12marzo2009fin.pdf>), si ribadisce meglio il concetto: *allo stato attuale delle conoscenze, si può affermare che la sequenza dei mesi scorsi non ha alterato, dunque né aumentato né diminuito, le probabilità di occorrenza di forti terremoti nella zona*. Si tratta di una visione opposta a quella dello "scarico di energia". Su questo sfondo "ufficiale", vediamo cosa accade, negli stessi giorni, sui quotidiani.

Il 25 gennaio, "il Centro" riporta l'intervista al funzionario della sala sismica INGV, colto dai giornalisti in occasione di uno dei tanti piccoli terremoti – il sismologo Alberto Michelini. Al ricercatore vengono attribuite le seguenti parole: *Se dovessimo preoccuparci di ogni attività sismica di questo rilievo [...] dovrebbe esserci un allarme costante in quasi tutta l'Italia. Queste manifestazioni telluriche [termini in genere non utilizzati dagli addetti ai lavori e quindi verosimilmente mal riportate dal giornalista, n.d.aa.] sono infatti giornaliere ma nella maggior parte dei casi vengono avvertite soltanto dai nostri rilevatori* Riteniamo che qualsiasi esperto del nostro settore scientifico sottoscriverebbe la sostanza di un'affermazione del genere. Qui non c'è traccia di una volontà di rassicurare, piuttosto di dire come stanno realmente le cose. Più avanti, ancora a Michelini è attribuita l'affermazione: *Ribadisco che questa intensa attività sismica non è affatto un indice dell'arrivo di prossimi fenomeni tellurici di grande pericolosità* [ancora una terminologia certo non attribuibile all'esperto sismologo, n.d.aa.]. *Ma va anche smentito, per essere ancora più esatti, il luogo comune per il quale molte piccole scosse sismiche possano garantire un assestamento graduale della crosta terrestre scongiurando scosse potenti* [ancora una terminologia non usuale, n.d.aa.]. Tradotto in termini pratici, al netto dell'impropria terminologia (*fenomeni tellurici di grande pericolosità, scosse potenti*, ecc.) certamente non riferibile al sismologo, si sostiene che la sequenza in corso non permette di ipotizzare né certo di scongiurare il prossimo accadimento di un forte evento sismico. Si tratta, come visto, di una verità inconfutabile. Tuttavia, oltre a questa condivisibile affermazione, a testimonianza del fatto che il *leitmotif* della rassicurazione basata sullo "scarico di energia" era già in riproduzione da tempo, colpisce la netta e corretta presa di posizione attribuita a Michelini su questa vera e propria fandonia. E' l'esatto contrario di quanto affermato da chi non è diretta espressione del mondo della ricerca scientifica.

Tuttavia, lo stesso 25 gennaio, appaiono incomprensibilmente rassicuranti le parole attribuite ancora a Michelini, stavolta dal quotidiano "Il Tempo": *tutto rientra nella normalità, sono eventi che durano qualche giorno, ma di intensità talmente bassa che noi non abbiamo sentito la necessità di avvertire la Protezione Civile*. Alla domanda *questo sciame [...] può essere un avvertimento per*

eventi più massicci?, il sismologo avrebbe risposto *Assolutamente no [...] questo è uno sciame destinato a scomparire*. Questa affermazione così decisa viene, tuttavia, messa in crisi dalla successiva anche se [...] *non potrei mettere la mano sul fuoco su un possibile evento eccezionale*, ma poi rimessa in gioco dalla frase *la sequenza in atto alza la possibilità, è vero, ma escluderei che questo sciame possa essere un preavviso di qualcosa di più corposo*. Di fronte a queste negazioni, affermazioni, e di nuovo negazioni sul possibile accadimento di un prossimo forte evento sismico, di fronte alle parole di altro segno attribuite al medesimo sismologo lo stesso giorno da un altro quotidiano, viene da chiedersi cosa abbia realmente sostenuto il nostro collega nel corso dell'intervista al quotidiano "Il Tempo". Di quale entità, ci si chiede, è stato il cambiamento delle reali parole da parte del giornalista nella traduzione verso un linguaggio più accessibile? Non deve essersi trattato di un'operazione banale, basta leggere l'ultima frase attribuita a Michelini: *E poi dobbiamo ancora valutare la profondità in cui è stato scatenato questo piccolo sisma di rimbalzo*. Cos'è un "sisma di rimbalzo"? Certo non si tratta di terminologia attribuibile al sismologo.

Potrebbero essere citate altre interviste a supporto della tesi della palese distorsione del messaggio rilasciato dai ricercatori ai giornalisti. Per brevità si tralascia il commento a quanto attribuito ai colleghi Gianluca Valensise ("il Centro", 2 febbraio), Salvatore Stramondo ("il Centro", 14 febbraio), Concetta Nostro ("il Centro", 18 febbraio), Giulio Selvaggi ("il Centro", 14 marzo). Si sottolinea comunque che in nessun contributo si esclude l'eventualità di una scossa sismica più forte di quelle che stavano caratterizzando la sequenza in corso. Anzi, in alcuni casi si nega esplicitamente la possibilità di tranquillizzare la popolazione.

Il 30 marzo, il ricercatore dell'INGV Valerio De Rubeis fornisce pareri all'agenzia Ansa sulla sequenza sismica in atto: *È un fenomeno di rilascio di stress frammentato* spiega Valerio De Rubeis [...] *La causa [...] è nella scarsa resistenza della faglia, che non riesce a sopportare carichi significativi di energia* [...] *Se la faglia fosse stata più resistente, osserva De Rubeis, avrebbe potuto accumulare energia sufficiente a scatenare un terremoto decisamente violento*. Il passaggio viene ripreso nell'articolo della giornalista Angela Baglioni su "Il Tempo" del 31 marzo.

Nel complesso, è evidente che la sequenza in corso costituisca un rilascio frammentario di energia, come tutte le sequenze di questo tipo che si verificano. Tuttavia, è possibile che la complessa affermazione sulla *resistenza* della faglia – peraltro in parte al di fuori delle virgolette che riferirebbero esatte parole all'intervistato e riferita al processo sismogenetico sviluppatosi fino a quel momento – sia interpretabile da qualcuno (soprattutto se ben disposto in tal senso) come un messaggio rassicurante. Esso comunque differisce da quanto sostenuto negli altri casi sopra citati, perché non accompagnato dal solito monito che ricorda che un forte terremoto può comunque colpire la regione in un momento qualsiasi. Si tratta, tuttavia, dell'unico caso in cui questo richiamo è assente. In effetti, per averne nuova traccia in quanto sostenuto da un ricercatore dell'INGV basterà attendere il giorno dopo.

Si tratta dell'intervista al sismologo Massimo Di Bona, cui il 31 marzo 2009 "il Centro" attribuisce le seguenti parole di significato oscuro: *C'è lo stesso rischio all'Aquila come in qualsiasi altra parte del mondo, ma non c'è alcun collegamento con lo sciame sismico. Non c'è nulla di anomalo, in Italia è così*. Si rimane perplessi poiché è noto anche ai non addetti ai lavori che l'Aquila, per quanto riguarda il rischio, non è per nulla uguale a qualsiasi altra parte del mondo. Restando in Italia, è risaputo che dal punto di vista sismico un conto è parlare dell'Abruzzo o della Calabria o del Friuli e un conto è parlare, per esempio, della Sardegna. Se è noto ai non addetti ai lavori, sembra piuttosto difficile attribuire una frase così priva di senso a un esperto sismologo come Di Bona. Del resto, l'artificiosità della frase diventa evidente subito dopo l'affermazione sul rischio, cioè con la seconda parte dell'affermazione, quella che tratta dell'assenza di *collegamento con lo sciame sismico*. Collegamento di cosa? Evidentemente del rischio. In effetti, Di Bona ha probabilmente voluto esprimere il giusto concetto che abbiamo già discusso sull'impossibilità di utilizzare la sequenza sismica come indicatore di un prossimo forte evento sismico. Questo concetto, tuttavia, deve essere stato liberamente tradotto e la distorsione dell'intervista emerge

chiaramente nella somma di un'affermazione errata (il rischio all'Aquila uguale al resto del mondo, certamente non attribuibile a Di Bona) alla poco comprensibile ed eccessiva sintesi sul significato di una sequenza sismica al fine della possibile occorrenza di un forte evento sismico. Tuttavia, leggendo l'intera intervista al sismologo dell'INGV si potrà notare un atteggiamento non "rassicurazionista": alla solita domanda del giornalista sulla possibilità di assicurare, quanto attribuito a Di Bona è piuttosto deciso e lapidario, *nessuno ci può assicurare, l'unica cosa sicura è che le case e gli edifici siano costruiti in un certo modo*. Dov'è il "rassicurazionismo" basato sullo scarico di energia?

Analogha conclusione non "rassicurazionista" si può trarre dall'intervista che lo stesso Di Bona rilascia, sempre il 31 marzo, a Angela Baglioni de "Il Tempo": *Quella in atto nell'Aquilano [...] è una frequenza [sic] che non ha nulla di preoccupante. A volte [...] eventi del genere possono durare anche mesi. Nell'Aquilano sono all'ordine del giorno terremoti di bassa intensità [...] Non si conosce l'origine dello sciame [...] né è verosimile poterne stabilire la durata, tantomeno prevedere l'arrivo di scosse distruttive*.

Dalla lettura di quanto attribuito ai ricercatori sembra chiaro che in nessun passaggio, pur considerando le evidenti distorsioni giornalistiche, si può evincere l'intento rassicurante poi attribuito ai ricercatori. Su questa linea si pone un comunicato dell'INGV all'Ansa datato 20 febbraio 2012 e firmato da Domenico Giardini, allora presidente dell'Istituto. In esso, si precisa di *non aver trasmesso al Dipartimento della Protezione Civile (DPC) alcuna comunicazione a favore della tesi secondo cui il rilascio di energia attraverso una sequenza di piccoli terremoti possa evitarne di forti*, questa precisazione era stata resa necessaria per il fatto che *nei giorni scorsi sono state riportate da fonti giornalistiche e da alcuni media dichiarazioni secondo cui l'Ingv avrebbe avallato la tesi scientifica che un rilascio di energia attraverso una sequenza di piccoli terremoti possa evitarne di forti, e che tale tesi avrebbe influenzato le decisioni prese dal DPC durante lo sciame sismico che ha preceduto il terremoto che ha colpito L'Aquila il 6 aprile 2009*. Resta un mistero il perché il Capo e il vice Capo del Dipartimento della Protezione Civile abbiano attinto alle più disparate fonti per convincersi della correttezza della teoria dello scarico di energia, senza considerare i comunicati ufficiali dell'INGV, che erano di tutt'altro segno, e senza chiedere alla comunità scientifica spiegazioni sulla materia.

L'informazione alla base di una dissonanza cognitiva?

Nel complesso, riteniamo che i giornalisti abbiano spesso male interpretato e liberamente tradotto quanto realmente affermato dai ricercatori, forse contribuendo a rassicurare la popolazione, certamente generando confusione e alimentando il dubbio nel lettore.

Sull'aspetto della rassicurazione e sul ruolo che potrebbero aver giocato i media, è utile riportare le parole della giornalista del TG3 Abruzzo Maria Rosaria La Morgia, che in un'intervista di dicembre 2010, al margine del convegno "Cahiers des doléances" (Onna, 4 dicembre 2010), reperibile sul sito 6aprile.it (<http://www.6aprile.it/media/video/2010/12/06/il-ruolo-dellinformazione-nel-pre-e-post-sisma-video.htm>), sulla questione del ruolo dell'informazione nella fase pre-sisma osserva: *Secondo me c'è stato un clima di diffusa ... tranquillizzanti ... ha cercato di tranquillizzare ... la paura di diffondere il panico. In realtà, se si fa bene informazione non si diffonde il panico. Si spiega la realtà, si dicono quali sono i rischi che si corrono e si mette la popolazione [...] in grado di prendere le sue precauzioni*. A queste frasi fa eco l'intervista sullo stesso sito a Eleonora Martini, giornalista de "il manifesto", *Certo che [la stampa] ha avuto un ruolo nel tranquillizzare eccessivamente e anzi assolutamente fuori luogo la popolazione aquilana ma semplicemente perché io credo che questo Paese, e l'Aquila l'ha dimostrato, è in piena crisi informativa e di comunicazione*.

Per quanto riguarda la confusione e il dubbio generato nel lettore, non è di nostra competenza analizzare le conseguenze in termini di scelte della cittadinanza, in una fase critica, di fronte alla necessità di sciogliere il dubbio, avendo a disposizione varie opzioni. Riteniamo che sarebbe

interessante avere il parere di esperti di un settore lontano dal nostro che approfondissero la questione, valutando gli effetti di questa “dissonanza cognitiva” (Festinger, 1957).

L'ipotesi che la contraddittorietà della rappresentazione giornalistica dei fatti accaduti prima della scossa abbia alimentato questa dissonanza è del resto argomentato nell'ampia ed efficace analisi di Mario Morcellini sull'impatto comunicativo nel corso della sequenza sismica (Morcellini, 2013). Secondo l'esperto di comunicazione, il ruolo di *primus inter pares* che in una situazione di emergenza spetterebbe alle fonti istituzionali è stato messo in discussione, come avviene puntualmente in casi simili, da forme di affollamento e protagonismo comunicativo in grado di offuscare i messaggi della comunicazione istituzionale ponendoli sullo stesso piano di altre fonti, fino a causarne la perdita di riconoscibilità e di identità (Morcellini, 2013).

Lo studioso ha altresì formulato dei dubbi sull'applicabilità del cosiddetto *modello deficitario della comunicazione del rischio* (Ziman, 1991; Rowe e Frewer, 2000) in forza di cui per limitare la vulnerabilità di una popolazione esposta ad un dato rischio, sarebbe sufficiente *trasferire* le conoscenze disponibili al pubblico attraverso fonti autorevoli per determinare l'accettazione del messaggio da parte del pubblico, e con esso i comportamenti “desiderabili”. Questo approccio non consente di esplicitare il variegato insieme di rischi insiti nell'inevitabile degradazione e/o banalizzazione dei messaggi, in conseguenza degli stili narrativi scelti dai giornalisti per adempiere al loro lavoro di semplificazione dei testi; né tantomeno le particolari logiche di narrativizzazione adottate dai media, che nel caso specifico hanno creato una forte contrapposizione tra la cosiddetta “scienza ufficiale” e un insieme multiforme di altre fonti non altrettanto garantite dal punto di vista scientifico. Non a caso la mediazione giornalistica può essere considerata nei termini di una lente deformante, che specialmente in situazioni di rischio è in grado di alterare la “corretta” percezione di quest'ultimo da parte del pubblico (Morcellini, 2013). Gli effetti di questa narrativizzazione, secondo lo studioso, si sono manifestati soprattutto nella trasformazione dei resoconti informativi in racconti veri e propri, che devono essere alimentati e, in qualche modo, ampliati, nell'ottica di un passaggio dall'informazione alla narrazione. È in questo contesto che ha luogo il potenziale distorto della spettacolarizzazione (Morcellini, 2013). Quindi, i vari processi insiti nella pratica delle rappresentazioni mediali avrebbero prodotto nel tempo *effetti distorsivi rispetto ai messaggi delle autorità di protezione*, relegando, in pratica, l'imprevedibilità dei terremoti – quindi anche la possibilità dell'occorrenza di un forte evento sismico – a un ruolo via via meno significativo rispetto a quello rassicurante della “normalità” del fenomeno in corso, che peraltro era (e sarebbe ancora oggi) una “normalità” sismologica in considerazione delle tante sequenze sismiche che interessano con una certa continuità il territorio nazionale.

Viste le caratteristiche di quanto pubblicato dai quotidiani e via via attribuito a questo o a quell'esperto, sorprende che l'antropologo Antonello Ciccozzi, ricercatore dell'Università dell'Aquila, abbia presentato una tesi sul “rassicurazionismo” di provenienza INGV nei giorni (addirittura mesi) precedenti al terremoto, utilizzando soprattutto le citate interviste pubblicate sui giornali e alcune delle frasi sopra riportate, attribuite ai ricercatori dell'Istituto (Ciccozzi, 2013a). La questione ha generato perplessità nella comunità scientifica, perché se da un giornalista non si può pretendere il rigore scientifico, al contrario il rigore nell'acquisizione e nella selezione dei dati è atteso da un ricercatore universitario, formato al metodo scientifico e alla sua quotidiana applicazione. Ciò considerato, riteniamo discutibile un'affermazione come la seguente: *nel dibattito innescato dal processo alla CGR a volte si è supposto che la responsabilità riguardo eventuali messaggi immotivatamente rassicuranti sia da attribuire a distorsioni delle analisi scientifiche prodotte dai media. Diciamo subito che si può dimostrare che i media non hanno distorto alcunché in merito alla sostanza contenuta in quelle informazioni: le rassicurazioni sono provenute dalle istituzioni scientifiche* (Ciccozzi, 2013a). Pressoché in linea con quanto sostenuto da Ciccozzi è il parere – a dire il vero più sfumato – di Cianciotta e Alessandrini (2013). Gli autori ricordano che la popolazione ha vissuto per un certo periodo di fronte alla scelta se affidarsi al tenore

genericamente rassicurante di alcune episodiche informazioni provenienti da singoli studiosi o ricercatori dell'I.N.G.V. o da esponenti politici locali, o se affidarsi alle affermazioni del ricercatore Giuliani. Si tratta di tesi in contraddizione con i contenuti dei comunicati ufficiali dell'INGV e con la nostra analisi di quanto riportato dai quotidiani o disponibile in rete. Sosteniamo, basandoci su quanto sopra discusso, che le modalità “rassicuranti” non hanno rappresentato il riferimento della comunicazione dell'Istituto e dei suoi ricercatori.

Tuttavia, quanto sopra affermato – per la verità affermato da tempo – evidentemente non riesce a essere condiviso e forse nemmeno rispettato, se anche recentemente il concetto di scienza “rassicurazionista” è stato proposto con convinzione. Ad esempio, è ancora argomento di Ciccozzi in un'intervista pubblicata da “l'Unità” il 30 settembre 2013 (p. 15), in cui il ricercatore aquilano ricorda che *già da due mesi dall'Ingv venivano messaggi rassicuranti*. E, più recentemente, nel quadro della richiesta di archiviazione dell'inchiesta a carico dell'ex capo della Protezione civile Guido Bertolaso, si osserverebbe: *egli non era un tecnico e non aveva conoscenze specifiche in campo sismico sicché la sua fonte informativa privilegiata, anche in relazione allo sciame sismico in atto all'Aquila, era l'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia. Dai tecnici e dai ricercatori frequentati per ragioni lavorative aveva appreso che lo sciame sismico scaricava energia* (“il Centro”, 1 dicembre 2013, p. 21). Da ciò non può che riproporsi la domanda sul perché Bertolaso non abbia attinto alle informazioni contenute nei comunicati ufficiali dell'INGV. E poi, la curiosità ci spingerebbe a voler conoscere i nomi dei tecnici e dei ricercatori dell'istituto *frequentati per ragioni lavorative*, cui si fa riferimento, in considerazione del fatto che le comunicazioni tra INGV e DPC sono regolamentate da accordi scritti che dettano modalità e tempistiche delle stesse, e a queste ci si riferisce anche oggi.

Nella complessa questione del “rassicurazionismo”, della distorsione dei messaggi che venivano dal mondo della ricerca, delle possibili conseguenze di questa distorsione, sembra altrettanto poco condivisibile quanto recentemente espresso dal giornalista de “il Centro” Giustino Parisse, secondo cui dagli esperti dell'INGV *con toni e modalità diverse veniva fuori sempre una sorta di 'non comunicazione': se, forse, ma, certo, non si può. Tutta una casistica di risposte della serie: ho detto tutto ma senza dire niente [...]* (Parisse, 2013). A fronte delle iterazioni di discutibili domande poste ai ricercatori (peraltro anche agli scriventi) - della serie: *ci si può aspettare un forte terremoto? cosa accadrà? è finita? possiamo stare tranquilli? potete rassicurare la popolazione?* – e di quanto più volte affermato dalla comunità scientifica (*i terremoti non sono prevedibili, la zona è caratterizzata da elevata pericolosità sismica, l'occorrenza di una sequenza sismica è un fatto quasi all'ordine del giorno in Italia, un terremoto distruttivo può avvenire in qualsiasi momento ecc ...*), viene da chiedersi cosa avrebbe voluto sentirsi dire Parisse dai ricercatori dell'INGV.

Conseguenze della sentenza

Indubbiamente il processo alla CGR ha avuto e sta avendo notevoli conseguenze. Possono essere anzitutto citati alcuni cambiamenti nelle procedure istituzionali in fase emergenziale. Se apparentemente nel 2009 ai comunicati ufficiali dell'INGV non venne dato alcun peso da parte del DPC (e di ciò è figlia la teoria dello “scarico continuo di energia”), tanto che questi non furono trasmessi alle autorità locali, né alla stampa, né furono chieste delucidazioni alla comunità scientifica, l'emergenza Garfagnana del 2013 è stata il risultato della procedura opposta: l'invio di un comunicato tecnico dell'INGV, con un terminologia forse non univocamente interpretabile – senza mediazione e senza richieste di spiegazioni ai ricercatori – agli enti territoriali.

Quando, nel gennaio 2013, si verificò l'improvvisa ed estemporanea evacuazione di abitati dell'alta Toscana, a seguito del citato comunicato in cui veniva segnalata al DPC la possibilità di altri *aftershock*, molti si chiesero se un tale avvenimento fosse preferibile a una non azione. Risulta chiaro che, con il senno di poi di cui si parlava sopra, sarebbe facile concludere che fu un errore. Invece, tornando alle conoscenze di quel momento e all'enorme responsabilità nelle mani di un sindaco che deve velocemente decidere su un fatto così imprevedibile, non si può certo

biasimare chi ha scelto la via più cautelativa. Tuttavia, viene da chiedersi in base a quale criterio si decise con altrettanta facilità di rientrare nelle abitazioni già il giorno successivo. Ad esempio, sappiamo che, nei casi di eventi multipli, con attivazione di diversi segmenti di faglia in cascata, il tempo che intercorre tra scosse di elevata magnitudo può essere di pochi secondi (come avvenne in Irpinia nel 1980), di ore (come a Colfiorito nel 1997), di giorni (come nel 1693 in Sicilia orientale, nel 1703 in Umbria e Abruzzo, o nel 1984 nell'Appennino abruzzese meridionale), di mesi (Calabria 1783, Friuli 1976), e forse di anni (Abruzzo 1904-1915[?], Irpinia 1702-1732[?]). Ricordiamo il caso del 1693 in Val di Noto, quando un terremoto di magnitudo circa 6 precedette di un paio di giorni uno molto più forte (avvenuto l'11 gennaio), valutato con M7.4. Gli abitanti allora credettero che sarebbero potute bastare 24 ore per ritenere scampato il pericolo di un altro evento e dopo il primo giorno rientrarono nelle case. Morirono oltre 67.000 persone a Catania, Noto, Ragusa e in tanti altri centri della Sicilia orientale. I sismologi stanno studiando con grande attenzione questo processo, che coinvolge la propagazione di *stress* tra faglie vicine, la migrazione di fluidi nel sottosuolo, la definizione dello stato critico delle faglie stesse. Lo fanno con studi sul terreno e con analoghi in laboratorio, tentando di riprodurre su scala centimetrica quanto avviene in zone inaccessibili all'indagine diretta, a molti chilometri di profondità nella crosta terrestre, in volumi di roccia di migliaia di chilometri cubi. Ma i notevoli progressi della ricerca di questi ultimi anni non sono riusciti ancora a farci comprendere l'enorme complessità del processo sismogenetico al punto da prevederne l'evoluzione, e forse non lo saranno mai.

Infine, nel novero delle conseguenze della sentenza, andrebbero poste numerose questioni di ordine culturale. Ad esempio, tra gli effetti delle non terminate discussioni successive alla sentenza c'è un aspetto che riteniamo ormai positivamente acclarato: il fatto che il contributo che può venire dalla comunità scientifica si inserisce necessariamente nel quadro delle azioni volte a prevenire gli effetti dei terremoti con stime tarate per il lungo periodo e non per l'immediato e che su quel contributo debbano articolarsi, per prassi, le azioni della società civile. Suonano come una conferma le parole di Vincenzo Vittorini, il quale, in un convegno su *Protezione civile e responsabilità nella società del rischio*, ha denunciato la totale assenza di una cultura della prevenzione, ricordando che *si sapeva anche ex ante quello che poteva accadere in base alle caratteristiche ed alla pericolosità del nostro territorio* (Vittorini, 2011). L'autore (medico e consigliere comunale del Comune dell'Aquila) ha ricordato che i dati sulla pericolosità *erano nei cassetti della politica o delle istituzioni*, ammettendo con ciò implicitamente l'efficacia del lavoro svolto dai ricercatori e ribaltando (lui che è oggi amministratore) le responsabilità sulle amministrazioni e sui governi degli anni passati che non hanno tradotto e non traducono o traducono parzialmente in azioni necessarie alla pianificazione dell'uso del territorio quanto disponibile dalla moderna cultura scientifica.

Sempre nel contesto culturale, si pone l'accresciuta attenzione dei ricercatori verso la questione di una "cultura sismica media" e di una sensibilità verso i contenuti della sismologia che, nella società odierna, nonostante la disponibilità di strumenti di conoscenza che poche decine di anni fa erano impensabili, rimangono molto scarse.

Da più parti si è ascoltato che l'attività di un ricercatore non dovrebbe esaurirsi nella fondamentale produzione scientifica, nella realizzazione di rapporti da consegnare ai ministeri o agli organi di Protezione Civile. I ricercatori devono anche "comunicare". In realtà, la comunità scientifica tenta di farlo e, nel nostro campo, quello della sismologia, varie esperienze e tentativi lo dimostrano ampiamente. Il progetto *Edurisk*, ad esempio, che per quasi dieci anni ha consentito l'organizzazione di campagne di informazione, progetti di comunicazione, centinaia di incontri in scuole, tendopoli, enti pubblici, ha prodotto materiale didattico distribuito a migliaia di ragazzi, ecc. (www.edurisk.it). Più recentemente, le attività in centinaia di piazze delle zone sismiche italiane della campagna denominata *Io non rischio* (www.iononrischio.it), mediante la collaborazione tra protezione civile, istituzioni e mondo della ricerca scientifica. I ricercatori,

anche quelli maggiormente impegnati su questo fronte, sanno che la loro formazione non comprende la comunicazione scientifica, né tantomeno quella, assai più difficile e delicata, del rischio. Spesso ci si improvvisa comunicatori senza averne le basi cognitive, per sopperire alla mancanza di figure specializzate che invece dovrebbero esistere negli enti di ricerca e nelle università. Peraltro, il problema della comunicazione andrebbe anche analizzato dal punto di vista opposto: perché ci sia diffusione dell'informazione scientifica occorre certamente capacità di ascolto. Un ingrediente che nel campo dei terremoti è spesso mancante, soprattutto a causa del fatto che le discussioni in Italia si risolvono generalmente nel puntare l'indice sull'insufficienza delle amministrazioni e, per il singolo cittadino, nel far sorgere il dubbio sulla sicurezza della propria abitazione. Motivi sufficienti a far sentire poco attraente, anche da parte dei media, un qualsiasi discorso sui terremoti. Inoltre è dimostrato che l'attenzione verso questi aspetti è alta nelle fasi emergenziali o in un periodo immediatamente seguente a un importante evento sismico, mentre è certamente bassa nei lunghi tempi che separano un terremoto dall'altro (Fig. 6). L'atteggiamento di molte persone in Italia è sovente quello di non volersi occupare del problema, in una forma quasi scaramantica.



Figura 6 Grafico da Google trends relativo alla ricerca della parola terremoto in Italia dal 2008 al 2014. Si nota come l'attenzione del pubblico sia molto più alta in occasione delle principali sequenze sismiche (svettano L'Aquila 2009 ed Emilia 2012 ma anche gli altri picchi sono relativi a terremoti avvertiti), e quasi nulla nel tempo che intercorre tra esse. Si nota anche un (incoraggiante?) aumento del livello di fondo che potrebbe suggerire un'attenzione aumentata al problema anche "in tempi di pace".

Ciononostante, anche in Abruzzo, ben prima del terremoto, erano state fatte campagne nelle scuole, nel tentativo di fornire opportunità di formazione a centinaia di ragazzi. Ma certo non tutti i cittadini possono essere raggiunti in questo modo e allora per una reale crescita della cultura media e della sensibilità per la difesa dai terremoti, sembrerebbe più efficace puntare su opportunità che possono nascere nell'alveo del normale percorso scolastico.

Un altro aspetto che nel quadro generale della cultura della scienza andrebbe adeguatamente discusso si individua in uno dei passaggi utilizzati in sede processuale per avvalorare la tesi del cosiddetto "rassicurazionismo". Questo sarebbe stato rafforzato, secondo la sentenza (p. 556), dal fatto che *la comunicazione istituzionale proveniente dall'autorità scientifica è quella alla quale le masse riconoscono 'la più alta espressione di autorevolezza' e che, pertanto ha 'un potenziale di massima persuasività, che si esprime nella capacità del pensiero scientifico di tradursi in rappresentazioni sociali in grado di condizionare l'agire collettivo'*. Affermazioni ribadite da Ciccozzi (2013a): *È proprio l'autorità della scienza ciò che le conferisce forza persuasiva in termini di influenza sociale, la quale si realizza attraverso la capacità di condizionare le visioni del mondo individuali e di gruppo; ossia di dare contenuto al senso comune e quindi alla cultura antropologica delle società complesse*. Si tratta di una tesi piuttosto radicata e iterata, che però contraddice lo scetticismo

più volte richiamato nei confronti della scienza legata alle questioni dei rischi e dei pericoli propri della cosiddetta civiltà tecnico-scientifica (esempi dalla vasta letteratura: Beck, 1986; Lupton, 1999; Corbellini, 2009; 2013).

Per quanto concerne il nostro orizzonte professionale, alla luce di quanto ci accade spesso, nutriamo qualche dubbio sulla “autorevolezza” degli scienziati, stante l'enorme difficoltà (spesso acuita da una certa ostilità del pubblico) con cui ci misuriamo ogni volta che qualcuno, basandosi sui più disparati metodi e dati (pleniluni, nuvolosità, scie chimiche, complotti internazionali, mal di testa, ecc.) sostiene di poter prevedere un terremoto. Basti pensare a quello che accadde a Roma l'11 maggio 2011 per una previsione (assurda e addirittura mai formulata esplicitamente) di un forte evento sismico in città: moltissime persone diedero credito alle voci che si erano rincorse sul web per settimane - attribuite erroneamente a Raffaele Bendandi (1893-1979), un artigiano che studiava i moti planetari e delle stelle - e fu difficilissimo contrastarle con seri argomenti scientifici (si veda Nostro et al., 2012) - tanto che il 20% dei cittadini romani quel giorno non si recò al lavoro preferendo luoghi “sicuri”: spiagge, parchi, ecc.

Se “cultura sismica media” e sensibilità per la sismologia restano piuttosto scarse nei non addetti ai lavori, va detto che l'intera vicenda dell'Aquila - cioè la somma del processo e delle sterili discussioni sulla possibilità di prevedere i terremoti che hanno caratterizzato la fase pre-sisma e le polemiche successive all'evento - non ha certo aiutato a rafforzare il ruolo centrale della prevenzione (e quindi della riduzione della vulnerabilità dell'edificato) in materia di difesa dai terremoti.

Che la cultura su questo aspetto sia rimasta all'anno zero è facilmente dimostrabile. Come prova, può essere citato un recente studio sulla percezione della pericolosità sismica da parte della popolazione (Crescimbeni et al., 2013). Secondo gli autori, nove cittadini su dieci residenti in zona 1 (la più pericolosa) sottovalutano il pericolo legato all'occorrenza di un terremoto. Per la zona 2, la sottostima è inferiore ma sempre significativamente attestata al 70%. Ciò significa che molti abitanti delle zone più pericolose del territorio nazionale non hanno una corretta percezione di quanto un terremoto potrebbe comportare e, di conseguenza, di quale sia il livello di sicurezza per le abitazioni e i luoghi di lavoro necessario per una moderna difesa dai disastri sismici. Pertanto, si rimane perplessi di fronte al passaggio della sentenza (p. 297) in cui, in tema di valutazione e di mitigazione del rischio sismico, si osserva che l'affermazione secondo la quale *‘l'unica difesa dai terremoti consiste nel rafforzare le costruzioni e migliorare le loro capacità di resistere al terremoto’ appare tanto ovvia quanto inutile.*

Come ulteriore prova della scarsa cultura, può essere riportato il confronto tra la citata intervista a Giulio Selvaggi, su “il Centro” del 14 marzo 2009 e le affermazioni di un sismologo dell'Ottocento. In conclusione dell'intervista a Selvaggi, si può leggere: *non è lo sciame o la sequenza che ci deve allarmare, ma dobbiamo preoccuparci se viviamo in zone sicure o no, sia per le abitazioni, che per gli edifici pubblici, come le scuole [...] i terremoti non sono prevedibili.* Facciamo un salto indietro nel tempo, e torniamo al già citato convegno geodinamico della Associazione Meteorica Italiana del 1887 all'Aquila. Nel discorso di chiusura, il vice presidente dell'Associazione, Cosimo De Giorgi, descrivendo principi di edilizia antisismica, osservava: *Ricordatevi, o Signori, che non è in nostro potere il frenare i palpiti terrestri; che nello stato presente della scienza non ci è dato neppure prevederli; e troverete l'opportunità di questo precetto edilizio. Ricordatevi che i balli sismici si ripeteranno in un carnevale che io vorrei augurarvi lontano!* (De Giorgi, 1887). Monito poco efficace, considerando che, più di cento anni dopo, Selvaggi si è trovato a rilasciare interviste ancora imperniate sul problema della qualità degli edifici per la difesa dai terremoti.

A fronte di questo, ci sentiamo di concordare con chi nei mesi passati ha ritenuto che il processo abbia steso un velo sulla questione culturale e abbia eretto un paravento sulle reali responsabilità di tutti coloro - chiara espressione dell'incultura in materia di difesa dai terremoti - che in decenni di storia non hanno voluto porre mano al problema del patrimonio edilizio. In questo filone si inserisce la condivisibile affermazione del capo dipartimento della Protezione Civile

Franco Gabrielli, rilasciata il 25 gennaio 2013, a margine di un convegno sulle catastrofi naturali organizzato a Chieti dall'Ordine dei Geologi: *La cosa che mi ha sempre preoccupato di questa vicenda è che le presunte responsabilità della comunità scientifica fossero la foglia di fico delle responsabilità di chi governa e ha governato il territorio [...] Oggi ci si chiede che cosa potevano e dovevano fare gli scienziati. Perché non ci si chiede mai che cosa non è stato fatto dal punto di vista di chi aveva il governo del territorio su quella analisi, su quella verifica della vulnerabilità degli edifici?* (riportata con leggere differenze su vari notiziari online: "ChietiToday", "Il Messaggero.it", "AbruzzoWeb", "Il Giornale della Protezione Civile", "6aprile.it", "Aquilatv", "Abruzzo24ore", ecc...). Si tratta di una visione cui si allinea il parere di molti esponenti del mondo della ricerca, ad esempio: *by convicting, this past 22nd of October 2012, seven scientists and officials to six years of jail for manslaughter, the Italian judge has essentially stated that earthquake casualties are not caused by the collapse of vulnerable structures, nor by the lack of enforcement of earthquake-resistant design and construction, nor by the failure of local governmental bodies in introducing seismic retrofitting campaigns, [...], nor by the inability of judicial systems to rapidly and effectively responsabilise those who knowingly disrespect seismic design codes, but rather can instead be solely attributed to a perceived failure from scientists in adequately communicating risk to the population during an earthquake swarm* (Pinho, 2012).

In sostanza, nel momento in cui si giunge a postulare che l'argomento centrale della prevenzione non sia più la vulnerabilità degli edifici, ovvero considerando che la società e chi giudica guardano al terremoto nel suo aspetto emergenziale, la fisiologica ricerca delle responsabilità si indirizza verso la comunità scientifica che diviene sistematicamente l'anello debole dell'intero sistema su cui dovrebbe articolarsi la difesa dalle catastrofi naturali. La sentenza dell'Aquila sembra rispondere pienamente a questa affermazione. In proposito, basterà citare ancora una volta Morcellini, che parla apertamente di *blaming o costruzione del "capro espiatorio" su cui far ricadere – anche in assenza di elementi oggettivi di colpa – la responsabilità di una situazione indesiderabile sul piano sociale, fenomeno largamente studiato nell'ambito delle scienze sociali e comportamentali e cruciale negli studi sul rischio* (Morcellini, 2013).

È certo che, proprio per questi aspetti, la sentenza di primo grado non rappresenta uno stimolo alla crescita culturale in un Paese che – come desumibile dall'attualità della citazione del sismologo di più di un secolo fa – nel campo della mitigazione del rischio sismico è decisamente arretrato. La cultura della prevenzione potrebbe trovare un freno inibitorio nella pretesa di un'improbabile valutazione e comunicazione del rischio sismico *last minute* in grado di risolvere i mali sismici del Paese.

Peraltro, sarebbe in errore chi oggi nella comunicazione individuasse, a valle della vicenda processuale aquilana, la soluzione dei problemi legati al rischio sismico. All'indomani della sentenza, c'è stato da varie parti un richiamo all'influenza che la condanna potrebbe avere sul piano deontologico per i tanti tecnici chiamati a dare pareri – e per gli amministratori che devono prendere decisioni – su questioni che interferiscono con la salute e la sicurezza dei cittadini. La questione è ben sintetizzata in un'intervista de "il Centro" (23 ottobre 2012, p. 5) alla giornalista scientifica Anna Meldolesi: *La prossima volta che uno scienziato sarà chiamato a dare un parere sul rischio di alluvioni o terremoti penserà a cosa rischia lui prima che a dare un'informazione corretta. Rischiamo che si diffonda un fenomeno come quello della medicina difensiva, con i medici che per evitare le cause scelgono la via meno rischiosa da un punto di vista legale e magari non quella più giusta per il paziente.* Un'affermazione in linea con quanto espresso da Warner Marzocchi, ricercatore dell'INGV, su physicsworld.com, secondo cui sismologi e amministratori *will be afraid to say or to do anything. I expect that this verdict may also affect many other scientific fields where important decisions have to be made under large scientific uncertainty* (Marzocchi, 2012), cui fa eco, in ambito giornalistico, il passo di Stefano Rodotà su "la Repubblica": *quali studiosi accetteranno domani di far parte della Commissione Grandi Rischi? E, comunque, non si manifesterà una attitudine simile a quella che ha dato origine alla cosiddetta 'medicina difensiva'? ... Ma un regime*

di allarme permanente e generalizzato, non filtrato da alcuna valutazione scientifica, può alterare le dinamiche sociali, produrre costi ingiustificati (Rodotà, 2012). I richiami, come ci si poteva attendere, non sono terminati col passare del tempo.

Nel complesso, la tendenza sembra proprio quella citata da Meldolesi e Rodotà, la deviazione verso le prassi proprie della cosiddetta medicina difensiva: in sostanza, si tenderà a perseguire pratiche per ridurre il rischio di responsabilità (civile e/o penale) di chi deve prendere delle decisioni, piuttosto che quelle volte a una reale difesa del “paziente” (Anderson, 1999). In pratica, si tenderebbe a un cambiamento di paradigma: dalla “prevenzione”, che impone un contenimento dei rischi scientificamente noti e prevedibili, alla “precauzione”, che opera in assenza di certezze scientifiche e già all'apparire del mero dubbio sulla sussistenza del rischio (Valbonesi, 2013).

Al di là delle parole, tuttavia, nel citato allarme del gennaio 2013 in Garfagnana è stato intravisto l'effetto tangibile di questa tendenza, conseguenza del processo. A fronte dell'interpretazione in senso allarmistico del fenomeno sismogenetico in corso, il Capo Dipartimento della Protezione Civile parlava di *frutto avvelenato della sentenza de L'Aquila* (es. http://firenze.repubblica.it/cronaca/2013/02/01/news/gabrielli_soddisfatto_per_il_modo_in_cui_hanno_reagito_i_sindaci-51690299/; Corriere Fiorentino, 2 febbraio 2013, p. 4) e, ancora, *ravvedo le scorie, peraltro comprensibili e direi inevitabili, di quella che è stata la vicenda aquilana* (intervista a “Quotidiano Nazionale”, 2 febbraio 2013, p. 3). La questione ha richiamato l'attenzione e alimentato la discussione sui giornali (Tognotti, 2013; Travaglio, 2013; Vicinanza, 2013; Gabrielli, 2013). Per brevità, a valle di quanto già detto sulla questione della Garfagnana, ci limitiamo a ricordare che all'ammissione di Franco Gabrielli secondo cui *la recente vicenda, però, ha fatto emergere nuovamente le difficoltà nello scegliere i tempi e i modi più corretti per informare la popolazione* (Gabrielli, 2013), si affianca la disquisizione di Antonello Ciccozzi sul fatto che il *dispaccio della Protezione Civile [mancando] del tutto di una stima percentuale circa la possibilità che si realizzi un evento calamitoso [...] produce una comunicazione allarmista*. L'autore afferma che *l'unica strada possibile è quella di allertare, ossia chiarire quanto pericolo c'è in termini di indici di probabilità trasparenti e inequivocabili [...] esplicitare indici percentuali di rischio, e non aggiungere nulla a tali indici* (Ciccozzi, 2013b). Con ciò l'autore mostra di non essere consapevole del fatto che, come detto, proprio sulla base di tali indici non si dovrebbe mai allertare, considerata l'irrisoria oscillazione di probabilità (inutilizzabile ai fini pratici) di occorrenza di un più forte evento nel corso delle tante sequenze sismiche (quella aquilana inclusa). Tutto ciò, senza peraltro affrontare – sempre per brevità – il problema di come le caratteristiche di un determinato rischio, pur “comunicato” nella maniera più corretta possibile, siano realmente percepite dalla popolazione e tradotte in atti pratici (Albanesi et al., 2011 e relativa bibliografia).

Conclusioni

Nell'articolo sono stati affrontati e discussi alcuni degli aspetti scientifici che hanno avuto un ruolo primario nell'articolazione del processo che ha portato alla condanna dei sette esperti che, il 31 marzo 2009, parteciparono a una riunione all'Aquila finalizzata a “valutare” la sequenza sismica in corso e a effettuare una *attenta disamina degli aspetti scientifici e di protezione civile*.

Si è osservato che le conoscenze oggi disponibili in materia di scuotimento atteso sono adeguatamente sintetizzate nella Mappa di Pericolosità Sismica di riferimento. Questo documento ufficiale, mostrato nel corso della riunione, individua le aree del territorio nazionale che possono essere colpite da un forte terremoto. Tra queste, rientra evidentemente l'Aquilano, settore appenninico nel quale un forte terremoto avrebbe potuto (e può) generarsi in qualsiasi momento. Tra gli aspetti scientifici che hanno fatto parte dell'impianto processuale, è stato anche discusso il concetto di *fondata valutazione di prevedibilità del rischio* – come uno dei compiti cui, secondo la sentenza, erano chiamati gli esperti convocati all'Aquila – per concludere sulla difficoltà a comprenderne il reale significato.

Altro aspetto analizzato in dettaglio è il cosiddetto “scarico di energia”, inteso come processo sismogenetico in grado di scongiurare l'occorrenza di un più forte terremoto, più volte richiamato nel corso del processo. Al proposito, si è dimostrata l'infondatezza scientifica dell'ipotesi. Per quanto concerne la posizione dell'INGV al riguardo, i comunicati ufficiali dell'ente (febbraio e marzo 2009), ma anche interventi di singoli ricercatori, chiarirono adeguatamente che la sequenza sismica in corso non alterava la probabilità di occorrenza di un più forte terremoto. Allora come oggi, questa è intrinsecamente bassa nel breve termine a causa dei lunghi tempi di ricorrenza (nell'ordine dei secoli e in qualche caso superiori al millennio) che caratterizzano l'attività di ciascuna faglia; tuttavia, ciò non vuol dire che un evento sismico come quello del 6 aprile o anche più forte non potesse colpire l'Aquila nei giorni successivi alla riunione del 31 marzo, come non si può escludere che possa accadere domani, in Abruzzo come in qualunque altra area sismica italiana, a prescindere dal verificarsi di una sequenza o di uno sciame.

In questo quadro c'è da chiedersi come debba essere interpretata la decisione dell'attuale CGR di non convocarsi durante una sequenza o dopo uno dei tanti terremoti di M4-5 degli ultimi anni. La lettura può essere di due tipi: da un lato si può ravvisare la tendenza “difensiva” già citata come conseguenza del processo dell'Aquila, protezione per gli esperti e detrimento per i cittadini: se il reato si consuma durante una specifica riunione su uno specifico terremoto, è sufficiente non farne per essere al sicuro; da un altro punto di vista, più realisticamente, è da ritenere che le decisioni dell'attuale CGR siano frutto della corretta convinzione secondo cui le indicazioni che potrebbero essere date nel corso di uno sciame sismico non siano realmente utili alla comunità, a causa della non prevedibilità dell'evoluzione del processo sismogenetico. In pratica, si ritiene più corretto, ai fini di una valutazione e riduzione del rischio, puntare su azioni nel medio e lungo termine.

In riferimento alla riunione del 31 marzo, si è evidenziato come sia da escludere che i sismologi che vi parteciparono possano essere stati latori di un messaggio tranquillizzante, di fronte al fatto che non sono noti loro interventi pubblici tra il 31 marzo e il 6 aprile e considerato che minute e verbale della riunione (peraltro non contenenti elementi in grado di rassicurare) furono resi pubblici dopo il terremoto.

Un argomento di particolare rilevanza ai fini dell'individuazione degli agenti di “rassicurazione” è il contenuto dei vari messaggi diffusi dai quotidiani e dai mezzi di comunicazione che sfruttano la rete. L'analisi ha evidenziato la costante tendenza alla distorsione delle conoscenze tecniche e scientifiche, con l'effetto della propagazione di informazioni mediamente incomprensibili – talora dai toni “rassicuranti” – fonti di irrisolvibili dubbi nei cittadini.

Inoltre, si è tentato di rappresentare alcune delle conseguenze della sentenza che interessano il mondo dei ricercatori. In questo contesto, l'effetto pratico più evidente è l'eccesso di intervento emergenziale – forse maturato nel quadro di tendenze “difensive” e “deresponsabilizzanti” – manifestatosi per esempio in occasione dell'emergenza Garfagnana del gennaio 2013.

In termini di difesa dai terremoti, si è anche osservato il pericolo che i contenuti della sentenza possano allontanare l'attenzione di cittadini e amministratori dal principale problema del Paese, rappresentato dall'elevata vulnerabilità degli edifici. In questo senso, è certamente non condivisibile il citato passaggio della sentenza che ricorda che l'affermazione secondo la quale *‘l'unica difesa dai terremoti consiste nel rafforzare le costruzioni e migliorare le loro capacità di resistere al terremoto’ appare tanto ovvia quanto inutile*. Non sembra ovvia né inutile, considerando che nel nostro Paese gli edifici talvolta cadono anche senza lo scuotimento sismico, o in occasione di terremoti che in altri luoghi del mondo recano danni assai meno significativi.

Infine, si è voluta stigmatizzare la carenza nel nostro Paese di una “cultura sismica media”, in base alla quale dovrebbero essere sentite come necessarie le azioni preventive in grado di mitigare gli effetti dei terremoti. Per questa ragione, la comunità scientifica – latrice di messaggi complessi e non facilmente accessibili – sembra attualmente costituire l'anello più debole della catena che lega i risultati della ricerca alla loro traduzione in atti volti ad un corretto uso del

territorio. In sostanza, complessità del linguaggio e distanza culturale dalla società civile – soprattutto oggi, nell'era della grande diffusione dell'informazione – sembrano costituire elementi di debolezza, in grado di ritorcersi contro i ricercatori, favorendo l'individuazione di colpe in seno alla comunità scientifica.

Ringraziamenti

Si ringrazia Giovanna Cultrera (INGV) per le utili discussioni e la rilettura critica del manoscritto. L'articolo contiene opinioni personali degli autori che non necessariamente riflettono quelle istituzionali.

Riferimenti bibliografici

- Akinci A., Galadini F., Pantosti D., Petersen M., Malagnini L. e Perkins D., (2009). *Effect of time dependence on probabilistic seismic-hazard maps and deaggregation for the Central Apennines, Italy*, Bull. Seism. Soc. Am., 99 (2A), 585-610. <https://doi.org/10.1785/0120080053>
- Albanesi C., Pietrantonì L., Cicognani E., Prati G. e Porretta B., (2011). *La comunicazione istituzionale dei rischi – linee guida*. http://www.rischio.unibo.it/wp-content/uploads/2011/04/Linee_Guida.pdf
- Amato A., (2012). *Da un'aula di tribunale agli ultimi terremoti padani*. Scienza in rete, 2 marzo 2012. <http://www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/da-unaula-di-tribunale-agli-ultimi-terremoti-padani>
- Amato A. e Ciaccio M.G., (2012). *Earthquake sequences of the last millennium in L'Aquila and surrounding regions (central Italy)*. Terra Nova, 24, 52-61.
- Anderson R.E., (1999). *Billions for defense: the pervasive nature of defensive medicine*. Arch. Intern. Med. 159 (20): 2399-402.
- Arcoraci L., Battelli P., Castellano C., Marchetti A., Mele F., Nardi A., Rossi A., (2011). *Bollettino Sismico Italiano 2008-2010*. 30° Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, novembre 2011, Trieste (poster).
- Baratta M., (1901). *I Terremoti d'Italia*. Arnaldo Forni Editore, Torino.
- Basili R., Valensise G., Vannoli P., Burrato P., Fracassi U., Mariano S., Tiberti M.M. and Boschi E., (2008). *The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology*. Tectonophysics, 453, 20-43.
- Beck U., (1986). *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, trad. it. 2000, *La società del rischio. Verso una seconda modernità*, Roma, 380 pp.
- Boncio P., Lavecchia G., and Pace B., (2004). *Defining a model of 3D seismogenic sources for Seismic Hazard Assessment applications: The case of central Apennines (Italy)*. Journal of Seismology, 8: 407-425, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Boschi E., Gasperini P. and Mulargia F., (1995). *Forecasting Where Larger Crustal Earthquakes Are Likely to Occur in Italy in the Near Future*. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 85, No. 5, pp. 1475-1482, October 1995.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise G., and Gasperini P. (eds), (2000). *Catalogue of Strong Italian Earthquakes*, Ann. Geofis., 43 (4), pp. 268, with database on CD-ROM.
- Boschi E., Amato A., Chiarabba C., Meletti C., Pantosti D., Selvaggi G., Stucchi M., Valensise G., (2010). *Prima del terremoto del 6 aprile 2009: conoscenze e ipotesi sismologiche*. Progettazione Sismica, 3 (2009), 15-22.
- Cavasino A., (1935). *I Terremoti D'Italia nel Trentacinquennio 1899-1933*. Appendice al Vol. IV, Ser. III Delle Memorie del R. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geofisica, Ist. Poligrafico dello Stato, Roma.
- Chiarabba C., De Gori P. and Amato A., (2011). *Do earthquake storms repeat in the Apennines of Italy?* Terra Nova, 23, 300-306.

- Cianciotta S.M., Alessandrini F., (2013). *La condanna della Commissione Grandi Rischi. Responsabilità istituzionali e obblighi di comunicazione nella società del Rischio*. Aracne editrice, Roma, 87 pp.
- Ciccozzi A., (2013a). *Parola di scienza. Il terremoto dell'Aquila e la Commissione Grandi Rischi. Un'analisi antropologica*. DeriveApprodi, Roma, 188 pp.
- Ciccozzi A., (2013b). *Terremoti, sì all'allerta ma non generica*. il Centro, 3 febbraio 2013, pp. 1 e 10.
- Cinti F., Faenza L., Marzocchi W., Montone P., (2004). *Probability map of the next $M > 5.5$ earthquakes in Italy*. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, Q11003, <https://doi.org/10.1029/2004GC000724>.
- Corbellini G., (2009). *Perché gli scienziati non sono pericolosi*. Longanesi, Milano, 248 pp.
- Corbellini G., (2013). *Scienza*. Bollati Boringhieri, Torino, 158 pp.
- Crescimbeni M., La Longa F., Camassi R., Pino N.A., (2013). *Report on risk perception*. https://sites.google.com/site/ingvdpc2012progettos2/deliverables/d2_6
- De Giorgi C., (1887). *I terremoti aquilani ed il primo congresso geodinamico italiano in Aquila dal 4 all'8 settembre 1887*. Lecce, 31 pp. Rist. In: "... pareva quel giorno dell'Universal Giudizio". *Il terremoto aquilano del 1703 tra indagine storica e sviluppo della sismologia moderna*. Cerchio (AQ), 99-130.
- De Marco R., (2012). *Ma che c'entra Galileo!* Eddyburg, <http://archivio.eddyburg.it/article/articleview/19603/1/150>
- Dipartimento della Protezione Civile, (1999). *Censimento di vulnerabilità degli edifici pubblici, strategici e speciali nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia*. Roma, 3 voll. (177 pp., 235 pp., 589 pp.).
- DISS Working Group, (2010). *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than $M5.5$ in Italy and surrounding areas*, Available at: <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, @ INGV 2010 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Faenza L., Marzocchi W., Boschi E., (2003). *A nonparametric hazard model to characterize the spatio-temporal occurrence of large earthquakes; an application to the Italian catalog*. *Geophys. J. Int.*, 155, 521-531.
- Festinger L., (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance*, Stanford University Press. Trad. it *Teoria della dissonanza cognitiva*. FrancoAngeli, Milano, 249 pp.
- Feynman R.P., (1998). *The Meaning of It All*. Trad. it. *Il senso delle cose*. Adelphi (6° ediz. 1999) pp. 125, ISBN 9788845914638.
- Gabrielli F., (2013). *Lettera al Direttore del Quotidiano Nazionale*. Quotidiano Nazionale, 3 febbraio 2013, pp. 1 e 19.
- Galadini F., (2013). *I terremoti in Abruzzo e la cultura sismologica tra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento*. In: "... pareva quel giorno dell'Universal Giudizio. Il terremoto aquilano del 1703 tra indagine storica e sviluppo della sismologia moderna". Edizioni Kirke, Cerchio, XVII-CIV.
- Galadini F. e Galli P., (2000). *Active tectonics in the central Apennines (Italy) – input data for seismic hazard assessment*. *Nat. Hazards*, 22, 202–223.
- Galluccio A., (2013). *Terremoto dell'Aquila e responsabilità penale. Nesso causale ed addebito di colpa nella sentenza 'Grandi Rischi'*. *Diritto Penale Contemporaneo*, <https://archiviodpc.dirittopenaleuomo.org/d/2659-terremoto-dell-aquila-e-responsabilita-penale-nesso-causale-ed-addebito-di-colpa-nella-sentenza--gr>
- Gamberini A., (2012). *Un processo a Galileo?: Considerazioni sul capo di imputazione del procedimento svoltosi all'Aquila ai membri della Commissione Grandi Rischi della protezione Civile*. Ius17@unibo.it, studi e materiali di diritto penale. Bononia University Press, Bologna, 3, 2012.
- Gatti F., (2013). *Quanti morti se arriva la scossa*. *l'Espresso*, <http://espresso.repubblica.it/attualita/cronaca/2013/05/20/news/quant-morti-se-arriva-la->

scossa-1.54633

- Habermann R.E., (1988). *Precursory Seismic Sequence: Past, Present and Future*. Pageoph, 126, vol. 2-4.
- Hough S., (2009). *Predicting the Unpredictable: The Tumultuous Science of Earthquake prediction*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Jordan T.H., Chen Y.-T., Gasparini P., Madariaga R., Main I., Marzocchi W., Papadopoulos G., Sobolev G., Yamaoka K., and Zschau J., (2011). *Operational Earthquake Forecasting: state of knowledge and guidelines for utilization*. Annals of Geophysics, 54, 315-391. <https://doi.org/10.4401/ag-5350>
- Katsumata K., (2011). *A long-term seismic quiescence started 23 years before the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (M = 9.0)*. Earth Planets Space, 63, 709-712.
- Lupton D., (1999). *Risk*, trad. it., 2003, *Il rischio, Percezione, simboli, culture*. Bologna, 193 pp.
- Marzocchi W., (2012). *Putting science on trial*. Physics World, 25, 17-18.
- Marzocchi W., and Zhuang J., (2011). *Statistics between mainshocks and foreshocks in Italy and Southern California*, Geophys. Res. Lett., 38, L09310.
- Morcellini M., (2013). *Quale comunicazione del rischio dopo il caso "L'Aquila"?*, relazione dall'incontro organizzato presso l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, 12 novembre 2013.
- Murru M., Console R. e Montuori C., (1999). *Seismic quiescence precursor prior to the Nihonkai-Chubu (M7.7) earthquake, Japan*. Annali di Geofisica, 42, 5, 871-882.
- Nostro C., Amato A., Cultrera G., Margheriti L., Selvaggi G., Arcoraci L., Casarotti E., Di Stefano R., Cerrato S., and the May 11 Team, (2012). *Turning the rumor of the May 11, 2011, earthquake prediction in Rome, Italy, into an information day on earthquake hazard*. Annals of Geophysics, 55, 3, 413-420; <https://doi.org/10.4401/ag-5559>
- Omori F., (1894). *On the aftershocks of earthquakes*. Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo 7: 111-200.
- Pace B., Peruzza L., Lavecchia G., Boncio P., (2006). *Layered Seismogenic source model and probabilistic seismic-hazard analyses in Central Italy*. Bull. Seism. Soc. Am., 96(1), 107-132, <https://doi.org/10.1785/0120040231>
- Pagliaro A., (2013). *Bozza di osservazioni sulla sentenza "Grandi Rischi"*. Cassazione Penale, n. 05, 2013, pagg. 1818-1822.
- Parisse G., (2013). *Prefazione*. In: Cianciotta S. M., Alessandroni F., *La condanna della Commissione Grandi Rischi. Responsabilità istituzionali e obblighi di comunicazione nella società del Rischio*. Aracne editrice, Roma, 7-10.
- Parrozzani G., (1887). *Notizie intorno al Terremoto del 2 febbraio 1703 ricavate dai manoscritti antinoriani*. In: "...pareva quel giorno dell'Universal Giudizio. Il terremoto aquilano del 1703 tra indagine storica e sviluppo della sismologia moderna". Edizioni Kirke, Cerchio, 79-96.
- Pinho R., (2012). *L'Aquila sentence - a step backwards in our efforts to mitigate seismic risk*. <http://www.globalquakemodel.org/get-involved/news/blog/laquila-sentence-step-backwards/>
- Reasenbergs P., (1985). *Second-Order Moment of Central California Seismicity, 1969-1982*. Journal of Geophysical Research, 90, 5479-5495.
- Rodotà S., (2012). *Processo alla previsione*. la Repubblica, 23 ottobre 2012, pp. 1 e 39.
- Rovida A., Camassi R., Gasperini P. e Stucchi M. (a cura di), (2011). *CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>, <https://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI11>
- Rowe G. & Frewer L.J., (2000). *Public participation methods: A framework for evaluation*. Science, technology & human values, 25(1), 3-29.
- Tognotti E., (2013). *La sindrome dell'allarme automatico*. La Nuova Sardegna, 3 febbraio 2013, pp. 1 e 19.

- Travaglio M., (2013). *Al lupo al lupo*. il Fatto Quotidiano, 3 febbraio 2013, p. 1.
- Utsu T., (2002). *Statistical features of seismicity*. In: International handbook of earthquake and engineering seismology, Vol. 81, ISBN: 0-12-440652-1, IASPEI (2002).
- Valbonesi C., (2013). *La colpa trema: Il terremoto dell'Aquila e la condanna agli scienziati della commissione grandi rischi*. La Giustizia Penale, Anno CXVIII, giugno 2013, pagg. 403-414.
- Vicinanza L., (2013). *Meglio un eccesso di cautela*. La Nuova Sardegna, 2 febbraio 2013, p. 11.
- Vittorini V., (2011). [Intervento] In: *Protezione Civile e responsabilità nella società del rischio: chi valuta, chi decide, chi giudica*, a cura di: Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri e Fondazione Cima. Edizioni ETS, pagg. 136-140.
- Zanin M., Butti L., (2013). *Responsabilità degli esperti per il terremoto dell'Aquila: un primo commento alla sentenza*. Diritto 24, Il Sole 24 Ore, 31 gennaio 2013. <http://www.diritto24.ilsole24ore.com/penale/primiPiani/2013/01/responsabilita-degli-esperti-per-il-terremoto-di-laquila-un-primo-commento-alla-sentenza.html>
- Ziman J., (1991). *Public understanding of science*. Science, Technology and Human Values, volume 16, pp. 99-105.

ALESSANDRO AMATO

(Roma, 1958). È dirigente di ricerca dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. È stato direttore del Centro Nazionale Terremoti dell'INGV dal 2001 al 2007 e dal 2012 al 2013. È stato componente della Commissione Nazionale Grandi Rischi dal 2000 al 2004. Si è occupato di monitoraggio dei terremoti, ha svolto ricerche sismologiche sui principali terremoti italiani, sulla struttura della crosta e del mantello al di sotto della regione mediterranea, di sismicità in aree vulcaniche, ambiti nei quali ha coordinato vari progetti e pubblicato numerosi articoli scientifici. Da alcuni anni si occupa di comunicazione scientifica anche attraverso l'uso dei social media.

FABRIZIO GALADINI

(Roma, 1961). È dirigente di ricerca dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e ricercatore associato dell'Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del CNR. È stato direttore della sezione di Milano-Pavia dell'INGV dal 2007 al 2010 ed è attualmente responsabile della sede INGV dell'Aquila. Si occupa di ricerche geologiche, geomorfologiche, paleosismologiche, archeosismologiche e di sismologia storica finalizzate alla difesa dai terremoti. È autore di numerosi articoli scientifici sulla caratterizzazione delle faglie attive e sui grandi terremoti del passato che hanno interessato l'Italia centrale e settentrionale, con particolare riguardo per l'area abruzzese.

6. In scienza e coscienza

Andrea Cerase, Alessandro Amato, Fabrizio Galadini

Introduzione al libro *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla "Commissione Grandi Rischi"*, ed. FrancoAngeli, 2015

L'idea di questo libro nasce a margine di una serie di incontri seminariali tenuti presso l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nel 2013, il cui principale oggetto era la disamina di quanto accaduto nella vicenda del terremoto e del processo dell'Aquila - in considerazione della condanna in primo grado di sette tra scienziati e tecnici della *cosiddetta* Commissione Grandi Rischi - e delle sue possibili conseguenze sullo studio e la mitigazione dei rischi naturali. Il terremoto del 6 aprile 2009, infatti, oltre alle sue conseguenze più dirette e purtroppo luttuose, ha anche evidenziato delle criticità nel sistema della difesa dai terremoti in Italia e più in generale nella gestione dei rischi. Questo libro si rivolge a chiunque s'interessi ai problemi connessi alla gestione dei rischi e a chi svolge attività di ricerca per evitare che essi si trasformino in disastri. La pubblicazione delle motivazioni della sentenza di primo grado aveva alimentato in diversi settori della ricerca notevoli perplessità, già evidenziate al momento del rinvio a giudizio e durante il processo, che sono ampiamente trattate nella pluralità di voci e di interpretazioni proposte in questo volume. È infatti sembrato che il dibattito attorno alla vicenda giudiziaria abbia rischiato di spostare il baricentro della discussione da una doverosa analisi delle criticità emerse e dei rimedi possibili, verso la ricerca di responsabilità individuali, senza peraltro avviare una seria riflessione sulle condizioni di esposizione al rischio di una consistente parte della popolazione italiana.

L'idea di pubblicare questo libro ha iniziato a precisarsi nel luglio 2014. Tuttavia, si è preferito attendere la fine del processo d'appello per evitare improprie "irruzioni" nel delicato dibattito processuale in corso. Ci è sembrato inoltre indispensabile tenere in considerazione il ribaltamento dell'esito del processo di primo grado e analizzare le valutazioni della Corte, che peraltro in molti casi appaiono largamente coerenti con le tesi sostenute da alcuni degli autori. Con la formula "in scienza e coscienza", presa in prestito dalla versione contemporanea del giuramento di Ippocrate, si intende riassumere il nostro metodo per articolare un civile dissenso con l'impostazione della sentenza di primo grado. Si fa riferimento, con questa formula, alla necessità di rapportare i nostri rilievi alle migliori conoscenze tecniche, scientifiche e professionali disponibili, consapevoli che esse non costituiscano "verità" in senso ontologico, e avendone chiare le rilevanti implicazioni etiche.

Ciascun autore ha liberamente deciso di analizzare i possibili vulnus introdotti dal processo in quest'ambito, argomentando le posizioni e tenendo conto degli orientamenti generali nel dibattito disciplinare e anche delle ipotesi alternative o contraddittorie. Complessivamente, gli autori hanno ravvisato numerose aporie interpretative, soprattutto nel processo di primo grado, che non possono essere facilmente ricondotte a una singola categoria di mancate azioni o decisioni in esito di una riunione, ma che andavano forse collocate in un più ampio intervallo temporale, in riferimento agli anni e ai decenni precedenti al sisma del 2009.

La "novità" dell'approccio qui proposto risiede nella presa d'atto che tali perplessità erano irriducibili ai saperi delle singole discipline scientifiche, rendendo necessaria un'analisi più articolata e dal carattere interdisciplinare, capace cioè di definire un campo di riflessioni in cui le conoscenze sismologiche, ingegneristiche, sociologiche, comunicative, psicologiche e del diritto potessero in qualche misura interagire.

L'analisi proposta in questo volume è riconducibile in prima istanza alle tre tematiche principali riassunte nel titolo: la scienza dei terremoti, la comunicazione e il diritto. Vengono pertanto dapprima descritti i temi scientifici che hanno caratterizzato il dibattito sul terremoto dentro e fuori le aule del tribunale (Amato e Galadini, *infra*), anche in relazione al contesto internazionale

(England, *infra*; Koketsu e Oki, *infra*), le conoscenze sulla pericolosità sismica della regione aquilana (Stucchi, *infra*) e sulla vulnerabilità del tessuto urbano (Paolucci, *infra*), nota da decenni ma mai al centro delle politiche di riduzione del rischio sismico. L'immagine scelta per la copertina del volume (tratta da un importante lavoro sul rischio sismico all'Aquila, datato 1989) illustra meglio di qualunque parola questo aspetto: gli edifici ad alta vulnerabilità all'Aquila erano noti da vent'anni. Paradossalmente, anche in indagini successive al terremoto del 2009, il rischio sismico appare sottovalutato in tutte le regioni italiane, compreso lo stesso Abruzzo (Crescimbeni e La Longa, *infra*). La parte centrale del volume contiene un'analisi dettagliata sulle rappresentazioni della crisi sismica offerte dai media prima del 6 aprile. I saggi evidenziano uno scenario comunicativo complesso e contraddittorio (Ciofalo; Galadini e Amato, *infra*), delineando il ruolo decisivo della comunicazione nella vicenda aquilana e più in generale la sua rilevanza nel modellare la percezione del rischio (Morcellini; Cerase; Tipaldo, *infra*). È affrontato inoltre il delicato tema delle basi neurobiologiche dei processi decisionali degli individui in condizioni di incertezza (Cappa, *infra*).

Vengono poi discusse le criticità e le contraddizioni delle due sentenze, alla luce dei non sempre facili rapporti tra scienza e diritto, sia dal punto di vista di un (ex)ricercatore (Cavallo, *infra*) che da quello più specificamente giuridico (Fornasari e Insolera; Valbonesi; Galluccio, *infra*). Per finire, i contributi di Mario Tozzi sull'Italia dei disastri, di Pietro Greco sul difficile rapporto tra scienza e informazione, e di Marco Cattaneo sulla memoria corta del nostro Paese, portano il lettore a riflettere sulla natura "culturale" della società del rischio, tracciando alcune possibili vie d'uscita. Obiettivo principale di questo libro è rilanciare un dibattito, quanto mai urgente, che possa contribuire a un approccio più consapevole all'incertezza della conoscenza scientifica sui fenomeni naturali, che renda più efficace la gestione dei rischi geologici e conduca al miglioramento delle politiche di mitigazione del rischio sismico.

Si parte necessariamente dalla constatazione che nella riunione della cosiddetta "Commissione Grandi Rischi", tenutasi all'Aquila sei giorni prima del terremoto del 6 aprile 2009, qualcosa non abbia funzionato. Tuttavia è da credere che, quando una catastrofe colpisce così duramente una comunità, si debba andare a fondo nella ricerca delle cause del disastro e delle eventuali responsabilità, senza fermarsi a considerare errori e omissioni dell'ultimo minuto. L'analisi di eventi come l'esplosione del Challenger, l'uragano Katrina o l'incidente della centrale nucleare di Chernobyl dimostrano che le catastrofi non dipendono mai da una singola decisione, ma hanno spesso un'incubazione molto lunga e più di un responsabile. Per queste ragioni non è possibile cogliere la complessità della vicenda giudiziaria conseguente al terremoto dell'Aquila se non si mettono da parte gli eccessi di semplificazione, i pregiudizi e la frettolosa ricerca di colpevoli.

L'alto livello della ricerca sismologica italiana, le ingenti risorse organizzative ed economiche di cui all'epoca poteva disporre il Dipartimento della Protezione Civile e il fatto che le nostre normative edilizie in materia di criteri antisismici siano considerate tra le più avanzate a livello mondiale purtroppo non sono state sufficienti a evitare le vittime del terremoto, a impedire i crolli e il danneggiamento di migliaia di edifici. Al di là delle vicende giudiziarie, si è determinata inoltre una situazione di indeterminatezza della quale, a oltre sei anni di distanza, ancora si stenta a intravedere la fine.

Persino la vicenda processuale non appare immune da elementi di elevata incertezza: come attestato dai numerosi rilievi della Corte d'appello alla sentenza di primo grado, il quadro su cui era stato costruito il processo non era sufficientemente chiaro, dal punto di vista del capo d'accusa e dei profili di responsabilità individuali.

Nello svolgersi di questo lavoro hanno iniziato a precisarsi alcune questioni trasversali ai singoli contributi e alle tematiche generali indicate nel titolo: l'incertezza della scienza e i suoi limiti conoscitivi; la costruzione sociale dei rischi e il ruolo della comunicazione; la catastrofe come campo conflittuale.

L'incertezza come dimensione chiave

La scienza incerta

Uno dei temi più importanti trattati in questo volume riguarda il carattere ontologicamente incerto della conoscenza scientifica e dell'expertise tecnologica, tenendo a mente che il paradigma culturale entro cui si è affermata l'idea della scienza come dispensatrice di verità e certezze si è da tempo esaurito (si veda Greco, *infra*). Per comprendere il significato dell'incertezza nelle scienze moderne è bene far riferimento all'idea di modello come rappresentazione astratta di un fenomeno, di un sistema o di un concetto, in cui vengono selezionati (più o meno arbitrariamente) alcuni aspetti della realtà empirica. Da queste scelte dipende la sua aderenza alla realtà e quindi la sua capacità di spiegare e predire la dinamica di un fenomeno, tenendo presente che nessun modello può essere una rappresentazione fedele della realtà.

Questa incertezza, che rappresenta un aspetto distintivo del rischio (senza incertezza nessun rischio può essere definito in quanto tale, *tout court*) non si presta a spiegazioni assiomatiche: per un paradosso solo apparente, questa profonda crisi epistemologica è stata innescata proprio dall'emergere del rischio come minaccia globale, conseguente agli sviluppi della scienza e della tecnologia, in cui gli effetti collaterali della decisione - spesso esito di imprevedibili effetti a catena - hanno iniziato a mostrarsi sempre più minacciosi (Cerase, 2013 e *infra*).

Per quanto si sia a lungo tentato di capire, controllare l'incertezza dell'ambiente naturale e umano attraverso le stime probabilistiche, nelle analisi del rischio legato ai fenomeni naturali questo tipo di calcoli non sempre si è rivelato sufficiente per comprendere e prevedere gli esiti delle complesse interazioni tra natura e azione umana (De Marchi, 2010).

Se l'incertezza è una caratteristica delle scienze sperimentali, lo è a maggior ragione della sismologia in cui l'elaborazione di modelli è particolarmente difficile a causa della difficoltà di studiare i sistemi geologici che originano i terremoti: in questo ambito le stime probabilistiche sono utilizzate soltanto su scale temporali di decenni o secoli, a causa della natura incerta e saltuaria degli eventi sismici. La difficoltà di prevedere i terremoti dipende in ultima analisi dal fatto che questi sono l'esito di processi non lineari, altamente influenzabili da variazioni infinitesimali dello stato complessivo della Terra (non solo nelle immediate vicinanze dell'ipocentro) e, ad esempio, in funzione di queste variazioni anche terremoti relativamente modesti hanno una certa probabilità di generare effetti a cascata dando luogo a eventi di grandi dimensioni (Geller, 1997).

Se le manifestazioni meteorologiche, le attività vulcaniche e gli tsunami si caratterizzano per una certa prevedibilità, i processi fisici che avvengono prima dei terremoti sono ancora largamente sconosciuti, ed è questo il motivo per cui essi sono i fenomeni naturali meno prevedibili: lo studio dei "precursori", un campo di ricerca molto importante nella sismologia ha fornito risultati che ancora si fatica a definire pionieristici (Hough, 2013). Gli elementi caratterizzanti la predisposizione sismica della regione aquilana - i precedenti storici, l'alta pericolosità, gli eventuali sciami, tutti fattori comuni a ogni regione sismicamente attiva del mondo - hanno un'affidabilità molto bassa come precursori di un forte terremoto. In un dibattito scientifico così profondamente segnato dall'incertezza, legare a posteriori i fenomeni verificatisi a L'Aquila in un modello concettuale di previsione a breve termine, non è scientificamente sostenibile, nonostante questa tesi sia stata più volte sostenuta nel dibattito processuale e nei media (Amato e Galadini, *infra*).

Dalla complessità alla catastrofe

Le analisi qui proposte sulle conseguenze della vicenda processuale appaiono più facilmente leggibili se rapportate all'idea della società come sistema complesso, costituito cioè da un insieme di sottosistemi interconnessi, differenziati tra loro e al tempo stesso strutturalmente interdipendenti. L'interazione tra questi sottosistemi, resa possibile dalla comunicazione,

consente quella fondamentale operazione di riduzione dell'infinita complessità dell'ambiente che può renderlo almeno parzialmente governabile (Luhmann, 1990; 1996).

La letteratura sui rischi insiste sul fatto che ogni scelta può generare catene di effetti i cui esiti sono incontrollabili e/o imprevedibili: comprenderle e fronteggiarle significa ricollocare le interazioni tra uomo e ambiente entro la logica dei sistemi complessi, abbandonando il rigido monocalismo, tipico della logica scientifica newtoniana, del tutto inadeguato per capirne il funzionamento e predirne l'evoluzione (Kauffman, 1993).

Gli effetti del terremoto dell'Aquila non fanno eccezione e possono essere compresi solo considerando il modo in cui natura e società si sono combinate negli anni e nei mesi precedenti alla scossa del 6 aprile 2009. La difficoltà di monitorare nel tempo le incerte condizioni iniziali del sistema, raccogliere le informazioni essenziali e distinguerle dal rumore di fondo ha certamente giocato un ruolo decisivo nell'amplificare l'impatto dell'evento sismico. Per capire quello che è accaduto appare indispensabile guardare a cosa concretamente sia stato fatto (o non fatto) nei venti o trent'anni precedenti in termini di prevenzione sismica, anche considerando come l'incertezza del terremoto sia stata scarsamente elaborata dalle culture scientifiche e organizzative di istituzioni e della pubblica amministrazione e rappresentata dai media. Gli effetti del sisma aquilano, come per la maggior parte dei terremoti italiani, diventano così più chiaramente legati a incuria, irresponsabilità e mancate scelte del passato (es. England, *infra*), più che agli errori di comunicazione dell'ultimo minuto, creando i presupposti di catastrofici butterfly effects che tuttora continuano a manifestarsi.

L'adozione di una simile prospettiva non significa "diluire le responsabilità" distribuendole a casaccio tra più attori, ma si riferisce al fatto che le responsabilità vadano ricercate in un arco temporale non riducibile ai pochi giorni che hanno preceduto la catastrofe e al solo gruppo dei sette esperti condannati in primo grado.

Le dimensioni sociali del rischio

Comunicazione e media

Nella vicenda aquilana è innegabile che i media abbiano avuto delle precise responsabilità: se è noto che per i giornali le cattive notizie sono buone notizie, meno nota, ma non meno preoccupante, è la tendenza a trasformare informazioni scientifiche neutre in altro da quelle originarie o addirittura in grandi scoperte, puntualmente accompagnate da annunci miracolistici (es. Ferrazzoli, 2014; Greco, *infra*). Il meccanismo è ben noto, così come sono noti gli effetti di questi lanci sensazionalistici sulle attese del pubblico, non sempre in grado di cogliere la reale incertezza del dato scientifico, e le legittime preoccupazioni degli scienziati stessi, che talvolta rilevano la deformazione e la spettacolarizzazione del dato scientifico rispetto alla sua effettiva portata e validità. Queste prassi sono ampiamente comprensibili se si ragiona sulla cosiddetta "notiziabilità", sulla natura competitiva del mercato mediale (Greco, *infra*), o sulla preparazione scientifica degli operatori dei media non riconducibili al ristretto ambito del giornalismo scientifico (si vedano al proposito Cattaneo, *infra*; Galadini e Amato, *infra*).

Nell'incertezza che di per sé caratterizza certi fenomeni si annida anche il pericolo della proliferazione di teorie pseudoscientifiche, in grado di fornire risposte semplici e (apparentemente) definitive. In questo contesto il riferimento è, ovviamente, allo spazio concesso alle singolari tesi di Giuliani allora tecnico di un ente di ricerca, noto per le presunte previsioni dei terremoti basate sulle misure del gas radon. Come accade in questi casi, l'attenzione viene spostata dall'incertezza del processo sismogenetico (con tutte le possibili conseguenze decisionali) al più semplice problema previsione sì previsione no, terremoto sì terremoto no, con la conseguenza di confondere il pubblico e le stesse autorità responsabili delle scelte politiche e comunicative.

La rappresentazione giornalistica dei fenomeni sismici prima della scossa del 6 aprile, dunque, non solo definisce un quadro di informazioni complessivamente contraddittorie (Ciofalo, *infra*)

a cui hanno peraltro contribuito anche diverse ingenuità comunicative degli scienziati, ma rende il quadro di riferimento scientifico ancor meno comprensibile da parte del pubblico (Galadini e Amato, *infra*).

Ciò ha probabilmente ridefinito anche le interazioni a valle dei messaggi mediali, e in particolare quelle tra gli attori della comunicazione istituzionale, aggravando una situazione di emergenza comunicativa permanente, in cui è più difficile imparare dagli errori (Morcellini, *infra*).

La confusione complessiva derivante da messaggi contraddittori, nei contenuti e nei toni, sulla tesi del cosiddetto “scarico di energia” (Amato e Galadini, *infra*) potrebbe essere stata all'origine di quella dissonanza cognitiva su cui si articolerebbero scelte della popolazione volte “ad aderire alla rappresentazione apparentemente più rassicurante” (Morcellini, *infra*). Se si considera la comunicazione del rischio in una prospettiva più ampia - non limitata ai singoli messaggi istituzionali ma all'intero universo di messaggi circolanti da qualsiasi emittente a qualsiasi destinatario attraverso qualsiasi canale - non c'è dubbio che questa confusione possa alimentare fenomeni di amplificazione sociale del rischio, modificandone la percezione fino a determinare una serie di impatti secondari (cfr. Renn, 1990, Cerase, *infra*).

La costruzione sociale dei rischi e il ruolo della comunicazione

Per comprendere meglio questi “errori” comunicativi e di valutazione (così come il loro impatto) sono necessarie due precisazioni. La prima è che essi non avvengono nel vuoto sociale ma nel quadro di un insieme di processi interpretativi che si collocano a monte e a valle dei messaggi; la seconda - che ne consegue - è che studiare il modo in cui questo processo contribuisce a definire il rischio rende più chiaramente leggibili gli effetti, peraltro irriducibili a qualsiasi modello deterministico. Per comprendere meglio la costruzione sociale delle situazioni di rischio è utile partire dal Teorema di Thomas - assunto chiave nel paradigma della realtà come costruzione sociale - in forza del quale “se una situazione viene definita dalle persone come reale, essa sarà reale nelle sue conseguenze osservabili” (Thomas e Thomas, 1928: 527) .

Da questo punto di vista, il rischio - come qualsiasi altro aspetto della realtà socialmente costruita - non esiste come proprietà intrinseca degli eventi naturali, e dipende anche dal modo in cui esso viene percepito e valutato. Questo approccio postula, infatti, che esso possa essere riconosciuto, selezionato ed elaborato solo attraverso l'interazione sociale e che il suo significato, così come quello delle azioni da intraprendere per mitigarne gli effetti, siano costruiti soltanto in relazione a un determinato sistema di credenze e di valori e dei processi attraverso cui costruiamo e organizziamo la nostra conoscenza del mondo, cioè alla cultura (Marinelli, 1993). Ed è bene specificare che una parte di questa “cultura” è incorporata nelle normative antisismiche, nelle pratiche organizzative e politiche dei governi e delle Istituzioni, ma anche nelle decisioni adottate da ogni singolo individuo in relazione alle scelte abitative e persino a interventi banali di autoprotezione individuale, come per esempio la disposizione e il fissaggio dei mobili alle pareti.

Tuttavia, la percezione del rischio non è riducibile a una risposta “razionale” a stime probabilistiche e a valutazioni degli esperti, soprattutto quando sembra capace di minare la nostra sicurezza ontologica, ovvero la capacità di poter confidare “emotivamente” nella continuità e stabilità del vissuto individuale e dell'ambiente sociale di riferimento (Giddens, 1994). E tuttavia il rischio percepito è in grado di influenzare significativamente i comportamenti sociali e le decisioni politiche, inclusa la domanda di “certezze” rivolta a scienziati ed autorità. Il caso dell'Aquila insegna che l'immanenza dell'incerto si sposa malissimo con la percezione di un rischio incombente, in cui aumenta a dismisura la domanda individuale e sociale di certezze, di approdi sicuri, di ancoraggi cognitivi, pretese nei termini di soluzioni immediate (Galadini e Amato, *infra*).

Si tratta di un paradosso ben noto agli studiosi degli aspetti sociali del rischio: da un lato la scienza tende a essere individuata come responsabile per la creazione di nuovi rischi, dall'altro essa viene investita dell'onere della loro eliminazione (Beck, 2000). Allo stesso tempo, la capacità

di rispondere a un dato rischio tende a diminuire quando esso inizia a essere percepito nei termini di emergenza: non solo l'incertezza aumenta, ma il consenso sulla definizione dei problemi e sulle possibili soluzioni tende a crollare (De Marchi et al., 1996).

In questo contesto l'enorme credito riconosciuto all'utopia della previsione deterministica (o predizione), fa emergere un problema culturale di fondo, che ha opacizzato le questioni scientifiche fino a esplodere nella drammatica inconciliabilità dei linguaggi di "esperti" e "profani". In questo leitmotiv della previsione si inquadra anche il comunicato stampa rilasciato dalla Protezione Civile della Regione Abruzzo il 30 marzo 2009, riconosciuto anche in sede processuale come uno degli elementi scatenanti di quel caos comunicativo che portò alla convocazione degli esperti, sbagliato sia per la sua perentorietà burocratica che per il contenuto, del tutto fuorviante dal punto di vista scientifico. Va ricordato che a oggi la previsione resta solo una legittima aspirazione, non certo uno strumento nella difesa dai terremoti e può risultare addirittura controproducente perché in grado di accreditare un falso senso di immunità, distogliendo l'attenzione di autorità e cittadini da più impegnative e prolungate misure di prevenzione antisismica (Wang e Rogers, 2014; Paolucci, *infra*).

Una questione simile emerge anche nel cosiddetto "rassicurazionismo": il bisogno quasi compulsivo di assicurare a tutti i costi i cittadini (e dei cittadini di sentirsi assicurati) di fronte ai possibili rischi naturali, anche quando non vi è nulla che giustificherebbe razionalmente questo atteggiamento. Di questo sconcertante "rassicurazionismo" si sono visti (e sono documentati in questo volume) numerosi esempi, in molti casi precedenti all'intervista di De Bernardinis (Galadini e Amato, *infra*) e che certamente non possono essere attribuiti alla sua responsabilità. Si tratta di una prassi consolidata, non riscontrata solo in occasione del terremoto dell'Aquila, che ricorre da molti decenni nelle parole dei politici e nella rappresentazione giornalistica dei disastri naturali.

Questo "rassicurazionismo" non di rado legato a una discutibile traduzione di complessi concetti sismologici da parte dei media, non solo tende a risultare tutt'altro che chiaro per il lettore, ma è potenzialmente in grado di generare dissonanze cognitive (Festinger, 1957) ed effetti di amplificazione del rischio (Kasperson et al. 1988).

Un campo conflittuale

Il conflitto tra scienza e società

Per capire la vicenda aquilana occorre far riferimento all'intrinseca conflittualità politica che la gestione dei rischi tende quasi inevitabilmente ad innescare, e la cui posta in gioco in ultima analisi non è la sicurezza quanto la tenuta delle istituzioni sociali rispetto alla crescente indeterminabilità dei pericoli e alle influenze esterne alla comunità (Douglas, 1996: 74; Douglas, 1986: 43). I conflitti legati ai rischi hanno ovviamente delle forti implicazioni anche sulle forme della conoscenza: con il ridimensionamento del monopolio del sapere scientifico essa è diventata l'oggetto e allo stesso tempo il terreno di una nuova e specifica forma di scontro politico (Beck, 2000), sollecitando approcci meno "tecnocratici" a questo tipo di problemi, come quelli che caratterizzano la scienza postnormale, che tengono conto della pluralità di punti di vista legittimi e di implicazioni etiche (Funtowicz e Ravetz, 2003).

La contrapposizione tra le "previsioni" di Giuliani e la tesi dell'imprevedibilità da parte della comunità dei sismologi che c'è stata prima e dopo il terremoto, come le rappresentazioni polarizzate della scienza proposte su alcuni giornali e in diversi blog – offrono da questo punto di vista un'importante chiave di lettura per capire la natura di questo conflitto. Il dibattito scientifico è stato talvolta descritto nei termini di pura disputa accademica, basata su ragionamenti speculativi del tutto indipendenti dai dati empirici, in cui "la conoscenza scientifica è snaturata fino a farsi opinione" (Dragotto, 2014: 74) e pertanto ogni opinione ha lo stesso valore delle altre. In altre occasioni il dibattito è stato rappresentato come una sorta di guerra tribale tra un establishment accademico, sordo alle innovazioni e indissolubilmente legato alla

politica, e un nucleo di outsider che perseguono la verità contro la mistificazione del mainstream scientifico. Sono riferibili a questa impostazione le critiche agli oltre quattromila firmatari della lettera al Presidente della Repubblica Napolitano promossa dall'Ingv o di quelli rappresentati nell'appello inviatogli dall'AAAS (2010), descritti alternativamente come degli sprovveduti privi di ogni capacità critica o piuttosto come difensori di potenti interessi corporativi. Non mancano, peraltro, descrizioni di Giampaolo Giuliani come un martire incompreso della scienza ufficiale, la stessa che, nel tentativo di individuare precursori sismici affidabili, ha per decenni studiato un vasto insieme di "anomalie" di fenomeni fisici, idrologici, chimici (incluso il radon), e anche il comportamento di formiche, rospi e serpenti, senza ottenere alcuna conferma della loro validità come strumenti utilizzabili per prevedere i terremoti (Hough, 2013). Nel loro insieme, queste rappresentazioni appaiono legate a una profonda crisi di legittimazione che attraversa tutte le scienze, e sono pericolosamente contigue alla retorica complottista che non di rado caratterizza le rivendicazioni della pseudoscienza (si veda Tipaldo, *infra*).

Ridurre il dibattito scientifico al format di un talk show televisivo non ci sembra una via d'uscita praticabile. Per quanto sia ingenuo negare che le comunità scientifiche siano attraversate da conflitti, rivalità e talvolta scontri ideologici, il risultato complessivo è la varietà di posizioni teoriche rappresentate nel dibattito.

Ma il vero conflitto, sano e necessario, da sempre riguarda la qualità della conoscenza, e cioè i dati, i metodi e gli strumenti utilizzati per produrre quei piccoli frammenti di "verità" – nei limiti consentiti dai dati e dai metodi usati – che, fino a successiva prova contraria, definiscono il sapere scientifico in un dato momento. La reazione della comunità scientifica internazionale appare così incomprensibile se rappresentata come pretesa di qualche improbabile "verità universale" mentre molto più chiaramente riguarda il rispetto delle "regole del gioco" che governano la scienza e la definiscono in quanto tale (in altre parole: il metodo scientifico). Si pongono in questi termini, oltre alle citate lettere dell'Ingv (2010) e dell'AAAS (2010), anche le dichiarazioni di IASPEI (2010), IUGG (2010) e Royal Astronomic Society (2012), ma anche la lettera degli ingegneri della JAEE (2012) e altre decine di manifestazioni di solidarietà nei confronti degli esperti italiani, in cui si argomentano con chiarezza i motivi del dissenso. Possibile che tutti questi scienziati, tecnici ed esperti si siano sbagliati o siano stati tratti in inganno?

Conflitti di carta (e non solo): il framing

Per capire meglio il clima in cui si sono svolti sia il processo di primo grado che quello d'appello, è necessario anzitutto prendere atto della adozione, da parte di numerosi media locali e nazionali, di un frame conflittuale, che, soprattutto, in Italia caratterizza sempre più le rappresentazioni mediali dei temi scientifici e più in generale le controversie ambientali. Questo concetto rende più comprensibile il modo in cui i diversi attori presenti sulla scena (tipicamente politici ed esponenti di movimenti sociali) contribuiscono attivamente alla costruzione mediale del conflitto, in cui le parti cercano di promuovere le proprie "cornici di senso" e di ritagliarsi uno spazio di visibilità tra i media, spesso rappresentando le proprie posizioni attraverso la stigmatizzazione di quelle dell'interlocutore / antagonista (Caramis e Rega, 2012: 20 - 26).

L'attribuzione di responsabilità, anche nel caso qui trattato, rappresenta una dimensione teoricamente ed empiricamente rilevante per capire le cornici di senso in cui si sono collocati i due processi penali. Come sottolineato da numerosi autori, la ricerca di responsabilità e talvolta di colpe è un tratto distintivo del processo di framing (Gamson e Modigliani, 1989; Semetko e Valkenburg, 2000) a maggior ragione in situazioni di rischio imminente o nel dibattito successivo a una catastrofe (Vasterman, et al., 2005; Barnes et al., 2008; Binotto et al., 2011). Ciò è avvenuto anche all'Aquila: un'analisi di oltre 400 articoli pubblicati nei dieci giorni successivi al sisma ha, infatti, evidenziato che il tema della ricerca delle responsabilità era dominante in quasi un quarto degli articoli (24,1%), secondo soltanto al racconto delle storie personali dei terremotati (27,3%) (Dominici, 2010). Queste cornici hanno certamente favorito la polarizzazione della vicenda giudiziaria, spesso

rappresentata nei termini di uno scontro politico tra i cittadini inermi e uno Stato estraneo, sostanzialmente ostile, unicamente interessato a proteggere sé stesso. Ciò ha alimentato un clima di conflitto e una forte mobilitazione del pubblico, pressato a prendere posizione sposando le visioni dei “colpevolisti” oppure quelle degli “innocentisti”. Peraltro, è stato fatto notare che il clima d’opinione che ha accompagnato la vicenda processuale è stato influenzato dalle tensioni tra politica e magistratura che hanno visto protagonisti il governo Berlusconi e la Protezione Civile di Bertolaso nel primo decennio del 2000 (Alexander, 2014). Ciò ha certamente alimentato una serie di critiche riguardo alla terzietà e indipendenza di ricercatori e funzionari degli enti preposti alla difesa dai terremoti, in cui si è spesso confuso l’impegno di questi nei confronti della società con un preteso asservimento alla (mala)politica, introducendo un tema che pure ha avuto qualche riverbero nel processo.

Scienza, diritto e politica

Il processo dell’Aquila rappresenta senza dubbio un punto di svolta nei rapporti tra scienza e diritto, non soltanto nel nostro paese. Il rilievo internazionale del caso e le sue rilevanti implicazioni giuridiche non cesseranno di animare il dibattito per i prossimi anni. Il processo ha rilanciato un dilemma che avrà un grande rilievo anche in futuro: qual è il modo giusto per dibattere di scienza nelle aule giudiziarie? Quali conseguenze derivano da valutazioni scientifiche sbagliate? Si tratta di questioni di grande rilevanza e centralità anche per la Magistratura, ricordando che tali questioni non attengono soltanto al diritto degli imputati di poter difendere la correttezza scientifica delle valutazioni rese (come più volte ribadito dalla Corte d’Appello) ma anche delle altre parti processuali di potersi avvalere della “migliore scienza” disponibile.

In questa difficile valutazione i giudici sono spesso sospesi tra la Scilla della *junk science*, basata su dati scientifici inconsistenti e metodi di analisi privi di fondamento (non di rado utilizzati per promuovere interessi particolari o per mascherare istanze politiche), e la Cariddi del formalismo scientifico che dovrebbe portarli a considerare soltanto le evidenze più consolidate. La giurisprudenza statunitense suggerisce che i giudici possono adottare “criteri più elastici”, che non tengono conto soltanto del “consenso generale della comunità scientifica” ma anche della “controllabilità e falsificabilità della teoria o tecnica in esame”, della “percentuale di errore” e della valutazione da parte di altri scienziati attraverso il meccanismo della peer review (Silvestri, 2004: 424).

Va peraltro segnalato come la questione dei rapporti tra conoscenze scientifiche e giudizio legale sia da tempo oggetto di particolari attenzioni da parte dei professionisti legali, volte a circoscrivere nel modo più chiaro possibile i confini che separano la libertà del giudice di produrre decisioni in scienza e coscienza dall’arbitrio ingiustificato. Vale la pena citare al riguardo il ponderoso Reference Manual on Scientific Evidence (2011) realizzato in U.S.A. per facilitare i giudici nella comprensione delle conoscenze scientifiche su cui si basano le decisioni legali.

Uno degli aspetti più peculiari e forse meno discussi del terremoto dell’Aquila e del processo alla “Commissione Grandi Rischi” riguarda il crollo sistemico e generalizzato della fiducia; in primo luogo, la fiducia (o meglio la confidenza) dei cittadini nei confronti della scienza e dell’Autorità pubblica, che certamente rappresenta una delle questioni trattate in questo volume. Ma, a ben vedere, questa confidenza presuppone anche un livello minimo di fiducia tra tutte le organizzazioni coinvolte (direttamente o indirettamente) nella valutazione, comunicazione e gestione del rischio che renda possibile una collaborazione leale, proficua ed efficace. Da questo punto di vista, la conseguenza più evidente della vicenda giudiziaria dell’Aquila è una generalizzazione della (regola di) diffidenza reciproca, che può creare pericolosi cortocircuiti nei rapporti tra autorità pubbliche ai vari livelli, enti di ricerca, politica, magistratura e rappresentanze della società civile. La sentenza di primo grado ha indubbiamente spinto verso una maggior attenzione agli aspetti formali e burocratici della gestione del rischio, ma la polverizzazione delle norme, gli innumerevoli tecnicismi del linguaggio giuridico amministrativo, così come i combinati

disposti che collegano l'attuazione o l'abrogazione di una norma ad altre precedenti e spesso indipendenti non aiutano di certo a definire un quadro sufficientemente chiaro dei doveri, competenze e responsabilità che possa mettere i cittadini nella condizione di capire di cosa si stia parlando e quindi di interagire in modo più efficace e incisivo con le autorità, e di scegliere democraticamente come reagire ai rischi.

Per contro, l'analisi effettuata dalla Corte d'Appello, sia pur indirettamente, evidenzia la necessità di un quadro normativo che - ad esempio - renda più chiara la natura precettiva o prescrittiva delle leggi, i ruoli dei vari attori coinvolti in veste di dispensatori o fruitori di informazioni tecnico-scientifiche, le loro specifiche prerogative, responsabilità ed eventuali posizioni di garanzia. C'è da chiedersi se non possa essere utile a questo scopo un'azione di razionalizzazione normativa (di cui non mancano peraltro esempi virtuosi) o, addirittura, la redazione di un Testo Unico in materia di Protezione Civile, un Codice che, attraverso un linguaggio più chiaro e semplice, faciliti la consultazione, la comprensione e l'applicazione delle leggi.

Per rendere meno opaco questo quadro dei diritti e dei doveri, sarebbe inoltre necessario tener presente che l'analisi del rischio si avvale di tre specifiche componenti, chiaramente distinte in relazione alle finalità e alle metodologie e strettamente interdipendenti tra loro nel conseguimento delle finalità generali di tutela dell'incolumità delle persone, della salute pubblica e dell'integrità dell'ambiente: la valutazione del rischio, la comunicazione del rischio e la gestione del rischio (Cerase, *infra*), tenendo soprattutto presente che "giudicare quale sia un livello di rischio «accettabile» per la società costituisce una responsabilità eminentemente politica". (Comunità Europea, 2000: 3, corsivo in originale). Al di là delle valutazioni sulla vicenda giudiziaria qui esaminata appare abbastanza evidente come l'attuale quadro normativo possa favorire o persino incoraggiare meccanismi di delega e talvolta persino di scarico di responsabilità tra i diversi attori coinvolti in questo tipo di attività.

Nella gestione del rischio, come insegna il caso L'Aquila, dopo sei anni è imperativo tentare di ripristinare le condizioni della fiducia tra i vari sottosistemi, che il processo e l'intera vicenda hanno contribuito a incrinare, e della confidenza, soprattutto quella dei cittadini, che devono poter confidare nel fatto che il costruttore utilizzi materiali di qualità, che il progettista calcoli in modo diligente, che il sismologo elabori bene i dati, che il giornalista li utilizzi senza stravolgerli, che le autorità locali approntino i piani d'emergenza, migliorando gli standard di trasparenza sui rischi (si veda anche Greco, 2013).

Nell'idea di "gestione partecipata dei rischi", sottesa a questo volume come possibile via d'uscita all'impasse dell'Aquila, ognuno di noi - politici, scienziati, giornalisti, cittadini - deve fare la sua parte.

Ringraziamenti: intendiamo anzitutto ringraziare Giovanna Cultrera per il supporto intellettuale, i feedback e i preziosi consigli nelle fasi di stesura del volume. Vogliamo manifestare la nostra gratitudine anche a Eleonora Ruotolo per il supporto tecnico all'edizione del volume e in particolare per l'aiuto ricevuto nelle fasi di impaginazione, a Irene Milana per la traduzione delle versioni in giapponese dei saggi, a Ingrid Hunstad per la traduzione dall'inglese e a Francesca Di Laura per il lavoro di progettazione grafica della copertina del volume. Desideriamo inoltre ringraziare Daniela Pantosti e Alberto Michellini, e tutti coloro che hanno condiviso con i curatori idee, suggerimenti e valutazioni utili alla realizzazione di questo volume e per il supporto morale e la pazienza con cui ne hanno sostenuto la pubblicazione. Gli autori si assumono ogni responsabilità per eventuali errori e i curatori per ogni possibile inesattezza nel lavoro di curatela.

7. La scienza mal compresa: esempi e riflessioni dal processo “Grandi Rischi”

Alessandro Amato e Fabrizio Galadini

dal libro *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla “Commissione Grandi Rischi”*, ed. FrancoAngeli, 2015

Introduzione

Il metodo scientifico è fatto di esperimenti, modelli, conferme, approssimazioni successive, cambi di rotta, innovazioni, scoperte, fallimenti. Il linguaggio che ne risulta è necessariamente all’insegna di avverbi dubitativi, di condizionali che riflettono il livello del sapere, sempre più orientato alle stime probabilistiche e sempre meno alle certezze. In particolare, nel campo dei terremoti e delle stime di pericolosità si ha a che fare con incertezze molto elevate, a causa della durata dei processi che si studiano (migliaia o milioni di anni), della finestra di osservazione disponibile (qualche decennio o al massimo qualche secolo), della complessità e inaccessibilità delle zone dove si originano i terremoti. Non tenendo in conto tutto questo, è molto facile fraintendere la rilevanza di un dato o di un particolare risultato scientifico, ancor più quando questi sono veicolati da una stampa non specializzata, spesso tendente all’allarmismo o alla rassicurazione. Come in altri campi della ricerca a elevato impatto sulla società (es. in campo medico), nella scienza dei terremoti questo travisamento può risultare deleterio, con conseguenze nefaste sui ricercatori stessi e soprattutto sui cittadini. Il processo dell’Aquila ne è un esempio.

Sebbene la sentenza di appello abbia chiarito con decisione che gli argomenti scientifici usati per dimostrare la colpa degli esperti non fossero stati trattati adeguatamente nel primo processo, crediamo utile soffermarci in questo contributo sulle modalità con cui questi temi sono stati affrontati nel dibattito e nella sentenza di primo grado (Tribunale dell’Aquila, 2013). Queste, infatti, lasciano intravedere un approccio distante dal modo di ragionare della scienza. Analoghe considerazioni sono state fatte recentemente in situazioni analoghe in cui scienza e giustizia sono venute a contatto con esiti conflittuali e negativi per i cittadini, come nel caso Stamina (Cattaneo e Corbellini, 2014) o in quello relativo ai presunti effetti dei vaccini sui bambini (Taylor et al., 2014).

La storia del terremoto aquilano e tutte le vicende che lo hanno seguito non scaturiscono da un reale problema scientifico ma principalmente da una questione di ordine pubblico (Cocco et al., 2015). I fatti che portarono alla convocazione degli esperti da parte del capo della Protezione Civile furono, sì, l’allarme cittadino dovuto allo sciame in corso, ma soprattutto la presenza di voci allarmistiche a opera di qualcuno che diceva di saper prevedere i terremoti e che, insieme ad altri soggetti, contribuì ad aumentare la confusione e il panico. Il 29 marzo 2009 alle 10:43 un terremoto di magnitudo 3.8 interessò la zona di Sulmona, l’evento più forte di uno sciame sismico che stava interessando l’area da un paio di settimane. Lo sciame sulmonese era contemporaneo a quello aquilano, iniziato a gennaio 2009 (Amato e Galadini, 2013); in entrambi i casi si ebbero i terremoti maggiori dei due sciami alla fine di marzo (il 29 a Sulmona, il 30 all’Aquila). Vale la pena osservare che, contemporaneamente a questi due sciami, nei primi tre mesi del 2009 in Italia si registravano diverse altre sequenze: nell’Appennino emiliano (due), nell’Aretino (due), in Umbria, nelle Marche, nella Marsica (con un evento principale il 22/2 di M3.2), nel Gargano, in Sicilia. L’accadimento di sequenze e sciami è un fenomeno fisiologico per un paese sismico come l’Italia, in Abruzzo come altrove (Arcoraci et al., 2009; Amato e Ciaccio, 2011). Ad esempio nei giorni in cui scriviamo (dicembre 2014), uno sciame di qualche centinaio di terremoti, il più forte dei quali di magnitudo 4.1 (il 19/12), è in corso in provincia di Firenze; un altro, legato a un evento di magnitudo 4.1 ha colpito la provincia di Campobasso (24/12), e un terzo, con un terremoto di magnitudo 4.4, ha spaventato gli abitanti di Cosenza il 28/12. Fortunatamente la stragrande maggioranza di essi finisce senza dar luogo a un forte terremoto.

La scienza nel processo

Nei commenti alla sentenza del processo di primo grado si è impropriamente parlato di processo alla Scienza. I sostenitori della condanna agli esperti hanno spesso usato questo argomento per rintuzzare e in qualche modo sviare le critiche (Tribunale dell'Aquila, 2013), spesso accompagnando questo tema al concetto degli scienziati che pretendono di non essere giudicati. Non è così. La vicenda processuale è tuttavia fortemente legata a concetti scientifici, trattati però con metodo non scientifico: una combinazione con effetti evidentemente deleteri. Ben trentuno ricercatori con competenze sismologiche sono stati chiamati a testimoniare in aula durante il processo di primo grado. Delle moltissime e ricche testimonianze ci si è limitati a selezionare alcune parti ritenute più significative, con il risultato di fornire un quadro inadeguato (quando non distorto) della complessità del fenomeno sismico, come poi acclarato nel corso del processo di appello (Corte d'Appello dell'Aquila, 2015).

I ricercatori sanno bene che un risultato scientifico può avere diversi gradi di attendibilità, in funzione dei dati disponibili e delle tecniche adottate. Alcuni risultati possono presentare margini di incertezza ridotti (se ad esempio uno stesso risultato è ottenuto con vari metodi e diverse combinazioni di dati), altri invece sono molto dipendenti dalle tecniche e dal campione di dati usato: se al variare della tecnica di misura o di calcolo, o usando un insieme di dati invece di un altro, si ottengono risultati diversi, questo è indice della loro scarsa "robustezza". Un metodo spesso usato in sismologia e in altre discipline per verificare tale robustezza è quello del bootstrap: si ripete la procedura usando dei "ricampionamenti" casuali del campione di partenza: tanto più i risultati ottenuti saranno simili, tanto più bassa sarà l'incertezza e tanto maggiore l'affidabilità. Questa tecnica però non è sempre applicabile. Non lo è quando abbiamo a che fare con campioni di pochi casi, come accade ad esempio quando trattiamo con i forti terremoti di una specifica regione, che sono numericamente scarsi. Si entra quindi nel campo delle speculazioni scientifiche, terreno insidioso in cui capita molto spesso di vedere ribaltamenti e smentite. Questi non vanno visti come sbagli o abbagli, ma come l'esito del naturale progredire delle conoscenze, che è il sale del progresso scientifico. Tale modo di ragionare, tipico della scienza, si può imparare nelle facoltà universitarie, mentre la sensibilità a questi problemi si affina facendo ricerca. Se non si adotta un simile approccio – perché non si dispone dell'adeguata consapevolezza – diventa pericoloso avvicinarsi al tema dell'incertezza del dato scientifico. Come discuteremo più avanti, uno degli errori più tipici del profano che si cimenta con questioni scientifiche è quello di vedere correlazioni e nessi di causa-effetto un po' ovunque, con particolare frequenza laddove quell'apparente nesso si sposa bene con le proprie aspettative. Questa tendenza, umana e molto diffusa in tutti noi, viene definita pregiudizio ("bias") di conferma. Selezioniamo e accettiamo maggiormente le prove a sostegno della nostra teoria preferita e ignoriamo o sminuiamo le prove che la contraddicono. Questo è ciò che mantiene in vita i miti, alimenta le teorie cospiratorie e induce intere popolazioni a dare credito a strane superstizioni. Come scrisse Bertrand Russell "Se a un uomo viene offerto un fatto che va contro i suoi istinti, egli lo scrutinerà attentamente, e a meno che l'evidenza sia soverchiante, si rifiuterà di crederci. Se, d'altro canto, gli viene offerto qualcosa che gli dà una ragione per agire in accordo coi suoi istinti, egli la accetterà anche se sostenuta dalla più piccola evidenza. L'origine dei miti viene spiegata in questo modo." (Russell, 2004: 147).

In questo quadro, a nostro parere, si inseriscono varie prese di posizione riscontrabili nella sentenza di primo grado. Ad esempio, il fatto che in essa viene spesso equivocato tra quanto si può e si deve "ricercare" in tema di precursori sismici e il fatto che tale ricerca di per sé dimostri che i precursori non solo esistevano ma rivestivano un ruolo determinante per la possibile, mancata previsione del terremoto del 6 aprile 2009.

Prima del terremoto

Le conoscenze sulla storia sismica, le faglie attive e la pericolosità della regione abruzzese erano assai dettagliate ben prima del 2009 (Boschi et al., 2009): L'Aquila e l'Abruzzo erano classificati come aree sismiche da quasi un secolo. Come noto, in Italia la normativa sismica ha da sempre "inseguito" i terremoti: soltanto dopo le catastrofi e su sollecitazione della comunità scientifica, la politica si è mossa per garantire una maggiore protezione del territorio da futuri terremoti, e non sempre tempestivamente (si rimanda a Stucchi, *infra*).

Ma quanto dettagliate erano le conoscenze sulla sismicità e sulla pericolosità della regione abruzzese prima del terremoto? Per caratterizzare una regione sismica, quello che vorremmo avere è: i) la conoscenza di tutte le faglie attive e delle loro caratteristiche; ii) una storia sismica millenaria e dettagliata che comprenda diversi cicli sismici; iii) il tasso di deformazione attuale e la percentuale di questa che viene rilasciata sotto forma di terremoti; iv) lo stato attuale di ciascuna faglia in termini di tempo trascorso dall'ultimo terremoto; v) le modalità di interazione tra faglie e i meccanismi che controllano il processo sismico. Si potrebbe andare avanti, ma bastano questi elementi per realizzare che oggi siamo molto lontani da un quadro ottimale, in Abruzzo come in tutte le regioni sismiche del mondo. Aggiungiamo che, se pure conoscessimo perfettamente tutti questi elementi, la nostra capacità previsionale a breve termine rimarrebbe comunque bassissima, se non nulla.

Possiamo quindi ancora affermare che le conoscenze della regione abruzzese fossero buone? Sì, se le confrontiamo con quelle di altre regioni sismiche italiane per le quali non c'è la stessa quantità e qualità di studi fatti sulla storia sismica e sulle faglie attive (ad esempio la Sicilia occidentale o le Alpi). O con Haiti, distrutta nel 2010 da un terremoto di magnitudo 7 che provocò oltre 100.000 vittime, in cui si vide che la mappa di pericolosità relativa alla regione colpita aveva fortemente sottostimato lo scuotimento possibile (Stein et al., 2012).

Anche nel caso dell'Abruzzo, si tratta sempre di conoscenze frammentarie se le rapportiamo ai tempi della geologia, anche se ci limitiamo alla più breve e recente delle ere geologiche, il Quaternario, quindi agli ultimi 2,6 milioni di anni. Il catalogo sismico italiano tiene traccia (raramente) di terremoti in epoca romana e si ritiene completo per i forti terremoti solo negli ultimi pochi secoli. Parliamo quindi di un intervallo temporale limitato rispetto alle centinaia di migliaia o ai milioni di anni di attività di un sistema di faglie. Le faglie abruzzesi studiate con le tecniche della paleosismologia sono in tutto una decina (si veda, per una revisione critica, Galli et al., 2008) e sono caratterizzate da eventi sismici risalenti ad alcune migliaia di anni fa, i cui tempi di ricorrenza sono generalmente superiori al millennio. Ciò chiarisce che il tempo di ricorrenza di attivazione delle faglie è in genere superiore all'intervallo temporale di completezza del catalogo sismico, motivo per cui le informazioni che abbiamo dalle fonti scritte o da quelle archeologiche non sono in grado di fornirci una visione completa della storia sismica della regione. Appare chiaro quindi che le conoscenze dettagliate sono in valore assoluto una frazione molto piccola di quanto avremmo bisogno di sapere per fare delle stime di pericolosità più affidabili (Stein et al., 2012). Da quanto detto si inizia a capire come sia stato possibile il malinteso tra linguaggio scientifico e interpretazione giuridica: l'affermazione (corretta) di Boschi, secondo cui le faglie in Abruzzo avrebbero periodi di ritorno di 2000-3000 anni, fu (ed è) fraintesa con il periodo di ritorno dei terremoti per la città dell'Aquila che invece è legato all'insieme delle faglie che la circondano (peraltro non necessariamente tutte note), e che per questo è di gran lunga inferiore. Facile poi assegnare a posteriori a quell'affermazione l'intento rassicuratorio che non aveva nel contesto in cui fu pronunciata. Come per tutti i campi del sapere scientifico, la definizione della "sismogenesi" è un processo continuo di accrescimento delle conoscenze e di messa a punto di modelli sempre più raffinati e aderenti alla realtà. Decenni di studi geologici, sismologici, geodetici sono stati tradotti in stime di pericolosità realistiche e utilissime nel lungo termine, ma la ricerca scientifica su questi temi è ancora agli inizi.

Le sequenze sismiche in Abruzzo nella storia

La maggior parte dei forti terremoti abruzzesi del passato non fu preceduta da sciame e sequenze nelle settimane prima della scossa principale. Un'indagine sui grandi eventi sismici e sulle sequenze nell'area aquilana ha mostrato che non c'è un chiaro legame temporale tra i due fenomeni: solo nel XX secolo, almeno 23 sequenze si sono verificate in Abruzzo senza dar luogo a forti eventi (Amato e Ciaccio, 2011). Per il XIX secolo, è ben noto il periodo sismico che interessò l'Aquila nel 1887, anch'esso senza che la zona fosse interessata da un forte evento (Galadini, 2013). In precedenza, ci sono notizie di "foreshock" solo per il terremoto del 1461, mentre quello aquilano del 2 febbraio 1703 ha avuto sì una sequenza nei mesi precedenti, ma si tratta in questo caso di un processo sismogenetico completamente diverso da quello del 2009. Infatti, un terremoto distruttivo colpì l'Umbria meridionale, in particolare la zona di Norcia, il 14 gennaio 1703, causando danni anche all'Aquila (Locati et al., 2011). Questo evento fu seguito da molte repliche in Umbria nelle settimane successive. Dopo diciotto giorni (il 2 febbraio) un forte terremoto colpì l'Aquila e gli abitati dell'alta e media valle dell'Aterno, a causa dell'attivazione di una faglia in prossimità del capoluogo. La sismicità che era stata percepita dalla popolazione aquilana nei giorni prima del 2 febbraio è verosimilmente legata alla sequenza sismica della zona di Norcia (distante oltre 50 km dall'Aquila). Si può ragionevolmente ipotizzare che le due sequenze del 1703 siano associate a due sistemi di faglia differenti, tra cui è possibile che si sia avuto un trasferimento di sforzo tale da provocare il terremoto aquilano del 2 febbraio. Al contrario, la sequenza sismica dal gennaio al 6 aprile 2009 fu sostanzialmente stazionaria nello spazio, entro pochi chilometri e sullo stesso sistema di faglie, come verificato a posteriori (Chiaraluce et al., 2011). Fu solo nei giorni dopo il terremoto del 6 aprile che si verificò l'attivazione di altre faglie (ad es. quella di Campotosto a nord), cosa piuttosto frequente in Italia e in molte altre regioni del mondo.

In riferimento a un altro grande terremoto abruzzese, quello del 1915 che devastò Avezzano e molti centri della Marsica, il sismologo Alfonso Cavasino (1935) scrisse: "Sembra che la catastrofe sia avvenuta improvvisamente senza, cioè, alcun segno precursore, dappoiché, non solo non fu avvertita in precedenza la benché minima scossetta in tutta la zona mesosismica, ma nemmeno si scorge alcunché nei tracciati dei più delicati apparecchi sismici dei tre Osservatori più vicini". Anche Simplicio Rosa, un erudito di origini celanesi residente all'Aquila, rimarcò la differenza tra il terremoto del 1915 e quello del 1703 con una metafora, avvalorando peraltro la tesi secondo cui le cosiddette "premonitorie" di quest'ultimo evento - percepite nel capoluogo abruzzese - non furono in realtà che gli echi della sequenza umbra: "Se per provocare un incendio basta una scintilla, come si spiega che il terremoto di Aquila del 2 Febbraio fu preceduto da altre scosse con un intervallo di ben 16 giorni, mentre quello del 13 Gennaio non fu preceduto da altre scosse?" (Rosa, 1919). Certo, considerando un'area ampia e un periodo lungo (anni) prima di un forte terremoto, sarà molto probabile trovare sempre uno o più "foreshock", come ad esempio proposto da Guidoboni e Valensise (2015) in relazione al terremoto del 1915. Ogni area sismica ha una sua naturale "sismicità di fondo" che presenta una certa regolarità ma che può avere degli alti e bassi di attività, sia come frequenza che come magnitudo degli eventi. Ma questa attività non può essere assimilata a quella definita (a posteriori) come "premonitoria" (foreshock), vale a dire a quell'attività che in genere crea panico prolungato e in qualche caso i tante volte citati comportamenti auto-protettivi tradizionali.

Eppure dopo il 2009, in questi anni di interesse (discontinuo) dei media per la sismologia, si sono ascoltati esperti (non di terremoti) affermare (in una nota trasmissione televisiva su una rete pubblica in cui si parlava della vicenda aquilana) che "prima di ogni grande terremoto c'è uno sciame sismico". Si tratta con tutta evidenza di un'affermazione scientificamente non corretta, di cui si possono facilmente immaginare gli effetti, considerato che la platea di riferimento della trasmissione si aggirò sui due milioni di spettatori.

Come anticipato sopra, la stragrande maggioranza delle sequenze sismiche non si evolve in forti

terremoti. In un'analisi della sismicità italiana tra il 2008 e il 2010, Arcoraci et al. (2011) evidenziano che: a) almeno il 70% dei terremoti che avvengono in Italia sono organizzati in sequenze, e b) che nei tre anni analizzati si sono rilevate almeno 127 sequenze (oltre 40/anno), compresa quella aquilana del 2009. Amato et al. (2014) trovano conferma di questo andamento, con 148 sequenze in poco meno di 5 anni (2010-2014), pur restringendo l'analisi a quelle con eventi con una magnitudo equivalente pari o superiore a 3.5. Risulta chiaro che dal 2008 al 2014 solo una sequenza su oltre 230 ha avuto il drammatico epilogo che conosciamo. In termini più generali Marzocchi e Zhuang (2011), analizzando il catalogo italiano tra il 1950 e il 2010, stimano che circa l'8 per mille delle maggiori sequenze sismiche è seguito da un forte terremoto.

Terremoti all'Aquila ogni 300 anni. O 60? O no?

Dopo il terremoto del 2009 abbiamo sentito molte volte ripetere che "all'Aquila i terremoti vengono ogni 300 anni". Questa affermazione, che sembra essere entrata nell'immaginario collettivo di parte della popolazione aquilana, trova riscontro anche nella sentenza di primo grado del processo "Grandi Rischi". Nelle motivazioni, infatti, questa ciclicità viene sostenuta sulla scorta delle stime di un consulente del Pubblico Ministero (Tribunale dell'Aquila, 2013) e utilizzata per rimarcare la sostanziale "normalità" del terremoto del 2009 rispetto ai precedenti storici. Questa presunta periodicità sismica sembrerebbe avvalorare la tesi secondo cui un terremoto come quello del 6 aprile 2009 fosse imminente, dato che l'ultimo si era avuto nel 1703. Si tratta di un'affermazione non corretta dal punto di vista scientifico, per vari motivi. Anche ammettendo che le premesse del consulente fossero giuste - "nel corso dei secoli la città dell'Aquila è stata investita da alcuni rilevanti terremoti, in particolare nel 1349, nel 1461 e nel 1703, tutti con intensità prossima (uguale o maggiore) a quella della scossa del 2009" - è facile verificare che gli intertempi dei tre terremoti citati sono rispettivamente 112 e 242 anni, cifre che da sole dovrebbero bastare per far abbandonare ogni velleità predittiva basata sulla periodicità a 300 anni. Inoltre i tre eventi citati (che costituiscono peraltro un campione troppo esiguo per un qualsivoglia calcolo statistico) non sono affatto confrontabili, sia per magnitudo che per ubicazione. Forse soltanto quello del 1461 potrebbe essere considerato simile a quello del 2009 (Tertulliani et al., 2009), mentre l'evento del 1703 è avvenuto su una faglia diversa (a nord dell'Aquila) e ha avuto una magnitudo ben superiore (6.7, in pratica un terremoto cinque volte più grande di quello del 2009, e che causò 2500-3000 vittime solo all'Aquila, Boschi et al., 2000). Su quello del 1349 poi si sono fatte varie ipotesi e, trattandosi di un evento così antico, le notizie storiche non sono tali da permettere di definire un quadro conclusivo. Data l'ampiezza dell'area danneggiata - dal Lazio al Molise, dall'Abruzzo all'Umbria - è probabile si tratti di più eventi sismici, con una scossa tra Abruzzo meridionale, Lazio e Molise, e un'altra più a nord, nell'Aquilano. In ogni caso, il periodo sismico del 1349 si deve attribuire a un processo sismogenetico molto diverso da quello del 2009 e dagli altri citati. Ma non basta: andando ancora indietro nel catalogo storico (Rovida et al., 2011) troviamo traccia di un altro terremoto che colpì L'Aquila e i "castelli aquilani" nel 1315. L'intertempo con l'evento successivo (1349) è in questo caso di soli 34 anni, sempre più lontani dai 300 di partenza. Anche in questo caso, molto probabilmente il terremoto è avvenuto su una faglia diversa da quella del 2009, una delle tante che attraversano il territorio abruzzese (Galadini et al., 2009). La fig. 1 mostra la storia sismica dell'Aquila (ossia tutti i terremoti di cui si conoscono gli effetti nella città) e, oltre a quelli citati, mostra molti altri eventi "minori" che hanno interessato l'abitato, alcuni con effetti superiori al grado 7 della scala Mercalli-Cancani-Sieberg.

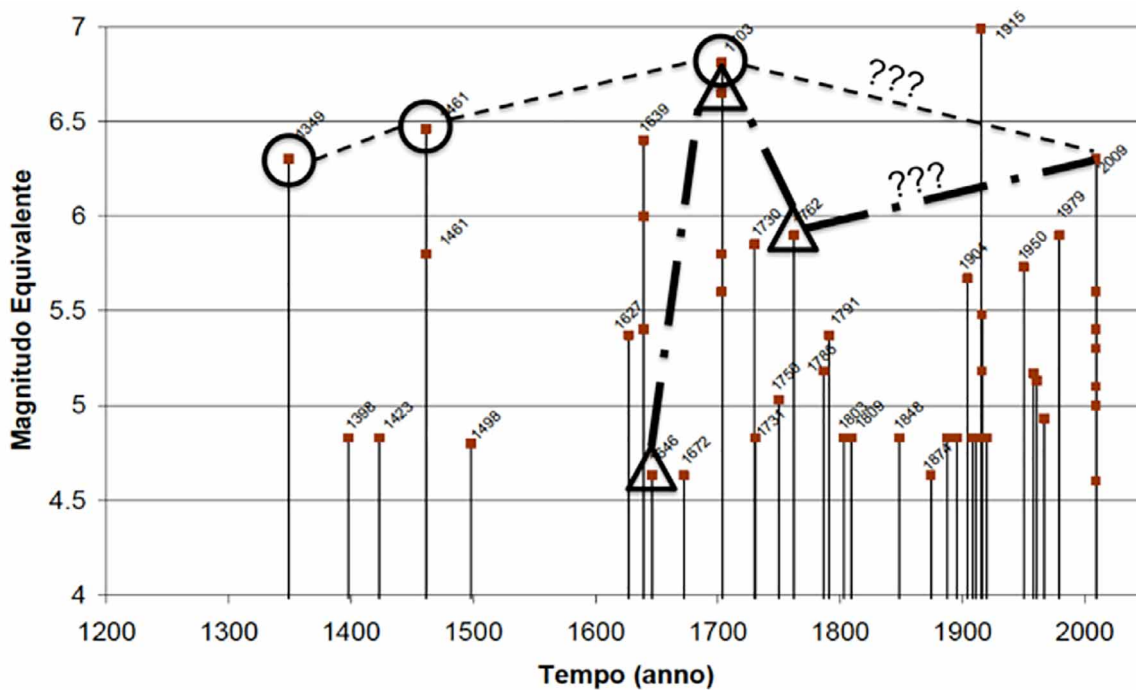


Figura 1 Storia sismica dell'Aquila dal 1200 al 2010. I cerchi indicano i maggiori terremoti della regione cui viene attribuita una periodicità di circa 300 anni (1349, 1461, 1703). I triangoli demarcano i tre terremoti della serie alla base della statistica dell'articolo di Boschi et al. (1995). Si nota la chiara irregolarità temporale e di magnitudo di entrambe le serie.

Perché questa irregolarità nella distribuzione dei terremoti? La risposta è semplice: le numerose faglie dell'Abruzzo hanno caratteristiche molto diverse tra loro, come estensione (da cui la variabilità di magnitudo nella regione), ricorrenza, grado di interazione con le faglie adiacenti. Questo fa sì che non ci sia una regolarità nella ripetizione degli eventi sismici. Ciò, del resto, è vero all'Aquila come in altre zone sismiche del mondo. All'interno della sentenza di primo grado si nasconde un'ulteriore dimostrazione della modalità con cui è stato applicato un metodo apparentemente scientifico per dimostrare qualcosa che i dati non sono in grado di dimostrare. Dopo l'assunzione dei 300 (o 325) anni come periodo di ritorno dei terremoti, stima affetta come si è visto da un'incertezza valutabile in 100-200 anni, si è usato come argomento a sostegno della colpevolezza degli imputati un risultato scientifico che diceva tutt'altro: i terremoti all'Aquila avvengono ogni 60 anni (fig. 1). Per essere precisi 61, e in questo caso con un'incertezza molto bassa, $+ / - 2$ anni. Si tratta del contributo scientifico di Boschi et al. (1995) pubblicato sull'autorevole *Bulletin of the Seismological Society of America*, usato nella sentenza di primo grado come prova del fatto che il 31 marzo 2009 fosse nota, almeno a Boschi (presente alla riunione e autore del lavoro), l'imminenza del terremoto del 6 aprile. Nello studio in questione gli autori provavano ad applicare due modelli statistici alle regioni sismiche italiane, dividendo il territorio in un mosaico di zone entro le quali venivano calcolate le probabilità di accadimento dei terremoti. Nel caso della zona aquilana (n. 34), definita con un piccolo triangolo al cui interno ricadevano tre soli terremoti, una delle due statistiche non poteva essere neanche applicata per carenza di dati, mentre l'altra (un modello - di Gauss - che prevede terremoti spazati regolarmente nel tempo) forniva un valore incredibile pari a 1 (la certezza di accadimento). Incredibile perché l'ultimo terremoto della serie dei tre era avvenuto nel 1762 (i precedenti erano quelli del 1646 e del 1703) e, in un modello periodico come quello usato dagli autori, la "certezza" di un terremoto di $M \geq 5.9$ caratterizzava la zona già nella prima metà dell'Ottocento. Da allora, moltissimi forti terremoti sono avvenuti in tutta Italia ma non nella regione aquilana distinta col numero 34 (1857

in Basilicata, 1873 nel Bellunese, 1905 in Calabria, 1908 a Reggio e Messina, 1915 al Fucino, 1920 in Garfagnana, 1968 in Belice, 1976 in Friuli, 1980 in Irpinia, 1997 in Umbria-Marche, 2002 in Molise, solo per citare i principali). Prova evidente che quel modello era, per l'area aquilana, errato: esso era stato applicato a una zona troppo piccola, troppo pochi i dati, e per giunta di magnitudo così diversa (da 4.5 a 6.7, in pratica uno degli eventi era pari a oltre mille volte l'altro) che non ha alcun senso parlare di una loro presunta periodicità (si veda Amato e Galadini, 2013 per ulteriori dettagli). Del resto, gli autori stessi mettevano in guardia da quel risultato – affermando che “mentre il piccolo numero di dati suggerisce prudenza, si potrebbe pensare a un'evidenza indiretta di clustering” – come si è soliti fare in una ricerca scientifica quando alcuni dei risultati sono meno robusti di altri. Tuttavia, poiché l'articolo di Boschi et al. (1995) è in lingua inglese, sembra che l'unica parte utilizzabile nel processo fosse la tabella (contenente solo numeri); quindi tutte le spiegazioni, i dettagli e le cautele che accompagnano questo risultato scientifico non sono state analizzate e comprese nel processo. Le testimonianze di esperti nella materia, inclusi i consulenti del PM, che avevano spiegato l'inappropriatezza del modello applicato, portarono a un aspro dibattito che si risolse con l'esclusione dei pareri di questi dalla sentenza di primo grado. La riga della tabella però rimase, e pesò moltissimo.

In sostanza la sentenza di primo grado ha avvalorato, inconsapevolmente, due modelli completamente diversi (terremoti all'Aquila ogni 300 anni o ogni 61 anni) per dimostrare che fosse evidente l'imminenza del terremoto e quindi la colpa degli esperti. Come visto, sia la ricorrenza di 300 anni che quella di 61 sono viziate da un campione statistico inaffidabile (soli tre casi e non confrontabili). Va notato peraltro che le due sequenze di eventi sismici considerati (1349-1461-1703 e 1646-1703-1762, fig. 1) hanno un solo terremoto in comune, e neanche riconducibile interamente alla faglia del 2009. L'unico elemento che hanno in comune questi due “modelli” della sismicità aquilana è che sono sbagliati, nel senso che rappresentano delle semplificazioni eccessive della realtà, ben più complessa e indefinita. L'Aquila, come tutte le città poste in aree sismiche, subisce gli effetti dei terremoti generati dalle numerose faglie che la circondano. Quanto più grandi i terremoti e quanto più vicini alla città, tanto maggiori sono i loro effetti. Questa irregolarità di accadimento, dovuta alla complessità geologica, è il motivo per cui le stime di pericolosità si basano su “zone sismogenetiche” (Meletti et al., 2008), aree piuttosto ampie all'interno delle quali si assume un'attività sismica omogenea nel lungo termine (in riferimento alla massima magnitudo attesa, ai periodi di ritorno medi, ecc.).

Sarebbe un grave errore pensare che per i prossimi 295 anni all'Aquila si possa vivere tranquilli, in attesa del prossimo terremoto che avverrà nel 2309. Recenti studi di paleosismologia sulla faglia della media Valle dell'Aterno, subito a sudest di quella di Paganica che ha generato il terremoto del 2009, hanno evidenziato un tempo intercorso dall'ultima attivazione probabilmente superiore a duemila anni (Falcucci et al., 2011). Come visto sopra, si tratta di un intervallo temporale comparabile ai tempi di ricorrenza delle faglie appenniniche: in pratica, uno dei tanti dati geologici che non consentono di avallare l'ipotesi di probabile calma sismica nei prossimi trecento anni.

L'esempio dell'articolo del 1995 è esemplare della distanza tra il modo di ragionare scientifico e quello del giudice di primo grado. È noto a chi si occupa di scienza che la ricerca è un'impresa progressiva, in cui una teoria o un modello vengono molto spesso criticati, superati e abbandonati perché se ne trova un'altra che spiega meglio gli osservabili. Fa parte del lavoro di un ricercatore mantenere la mente aperta e abbandonare una teoria che non funziona più. Nel caso dei terremoti questo può accadere perché si scoprono altri eventi storici, o si rivaluta la magnitudo di qualcuno di quelli noti, ovvero perché si delineano zone sismiche più aderenti alle conoscenze geologiche e sismologiche. È accaduto in passato a teorie ben più importanti del modello di Gauss applicato ai terremoti: l'evoluzionismo di Lamarck sostituito da quello di Darwin, la meccanica quantistica che soppianta quella classica, o la stessa teoria copernicana che prevedeva sì che la Terra ruotasse intorno al Sole, ma su un'orbita circolare e non ellittica

quale invece è. Nel caso dell'articolo del 1995, non parliamo della rottura di un paradigma scientifico di quelle proporzioni (si veda al proposito Kuhn, 1969), di quelli che resistono per secoli o decenni, ma di un'ipotesi tra tante che hanno tentato i sismologi nei passati trent'anni per avvicinarsi a un modello che consentisse un margine di prevedibilità. Finora tutti questi modelli si sono dimostrati inapplicabili.

Lo sciame "scarica" o lo sciame carica?

È vero che uno sciame scarica energia e inibisce quindi un forte terremoto? O è vero il contrario, cioè che uno sciame è precursore di un forte terremoto? Anche in questo caso, la tentazione di associare un fenomeno a un altro è forte, soprattutto a posteriori, ed è una storia antica quasi come i terremoti. Vale la pena ricordare quanto asserito dallo storico aquilano del Settecento Anton Ludovico Antinori dopo il terremoto che distrusse l'Aquila nel 1703: *Niuno però presagì prima dell'avvenimento quello, che dopo l'avvenimento di poter naturalmente presagire dicevano quasi tutti* (Parrozzani, 1887). Non è altro che il ben noto senno del poi. Come vedremo avanti, per stabilire se due variabili sono legate da un rapporto causa-effetto bisogna verificare non solo che siano correlate e che una preceda l'altra, ma anche che non esista una terza variabile che lega le prime due.

Applicando una logica semplicistica (ed errata), si potrebbe ipotizzare che gli sciame allontanino i forti terremoti, perché la maggior parte delle volte che avviene uno sciame questo non è seguito da un forte terremoto. Se a questo si aggiunge la leggenda metropolitana dello "scarico di energia" come elemento favorevole ad evitare un grande evento sismico, l'ipotesi sembrerebbe plausibile. Il concetto fu espresso in una ormai arcinota intervista televisiva che il vice-capo del Dpc De Bernardinis rilasciò a una tv locale prima della riunione della c.d. Commissione Grandi Rischi, il 31 marzo 2009 (si veda Galadini e Amato, *infra*). Secondo quanto sostenuto dal Procuratore Generale dell'Aquila e dalle parti civili nel processo di appello, concetto in parte recepito nella sentenza di seconde cure, la frase in questione rifletterebbe la volontà "rassicuratoria" del capo Dpc Bertolaso, espressa da questi in un colloquio telefonico con l'assessore regionale Stati il giorno precedente.

In effetti, ogni terremoto, quindi anche ogni sciame di terremoti, rilascia energia. Ma questa energia è in genere una frazione enormemente inferiore a quella che una faglia attiva dell'Appennino può avere accumulato nei secoli. Non ha senso quindi parlare di scarico di energia come elemento favorevole. Come spiegato sopra, tra un terremoto di magnitudo 4 e uno di magnitudo 6 c'è un fattore 1/1000 in termini di energia liberata; in altri termini ci vorrebbe una serie di mille terremoti per "scaricare" l'energia di uno di magnitudo 6. Per questo motivo i comunicati che l'Ingv emise durante lo sciame aquilano a metà febbraio e metà marzo 2009, come pure la relazione presentata e illustrata alla riunione del 31 marzo, non hanno mai trattato di scarico di energia, tantomeno come dato positivo. Al contrario hanno richiamato l'importante storia sismica dell'area, le faglie attive conosciute, la pericolosità elevata, aggiungendo che quest'ultima non veniva modificata in maniera significativa dalla sequenza in corso. In questo senso va interpretato il riferimento alle elevate conoscenze fatto dai sismologi nel corso della riunione del 31 marzo 2009. Non era in quel momento possibile, come non lo è ora, dire più di questo per caratterizzare la zona sismica aquilana. La circostanza dello sciame sismico in atto da gennaio 2009 non modificava questa realtà, pur avendo spinto molti a interpretarlo a posteriori come un "precursore".

Restando nel campo degli sciame sismici, a testimonianza di come il linguaggio scientifico possa essere frainteso (per ignoranza o per pretesto), vale la pena ricordare l'interpretazione attribuita al termine "sciame" da un consulente del Pubblico Ministero. A suo avviso il termine sarebbe stato usato perché evocando le api e il miele, portava con sé un'immagine benevola, e avrebbe quindi contribuito a rassicurare i cittadini aquilani. Una vera assurdità: il termine sciame sismico è invece un vocabolo ampiamente usato in ambito sismologico per descrivere una specifica

tipologia di sequenza di terremoti. Già dagli anni Cinquanta e Sessanta del secolo scorso i sismologi giapponesi (tra i primi Mogi, 1963) avevano introdotto il termine “seismic swarm” per descrivere una sequenza sismica che non inizia con il terremoto più forte (come nel caso classico di main shock e aftershocks) ma in cui i terremoti più forti si presentano in maniera casuale durante il periodo sismico. In una più recente rassegna, Utsu (2002) ne individua diversi tipi, a seconda della distribuzione dei terremoti nel tempo. Anche in inglese “swarm” si usa per indicare una nuvola di api o altri insetti (“cloud of bees or other insects”). In effetti, se guardiamo una carta geografica con gli epicentri relativi a uno sciame, sembra proprio di vedere una nuvola di moscerini: di certo non si capisce come ciò possa assumere una connotazione positiva (scarico di energia) o negativa (preludio di forte terremoto).

Post hoc, ergo propter hoc

Leggendo con attenzione le carte processuali (i verbali delle udienze, la memoria del PM, le motivazioni della sentenza, quanto meno) sembrerebbe che l'utilizzo delle informazioni provenienti dal mondo della ricerca sia soprattutto mirato a sottolineare le mancanze degli esperti della “Cgr”. Si tratta di un impiego dei dati scientifici che, tuttavia, segue procedure discutibili anzitutto dal punto di vista logico.

Le fallacie logiche in cui si può incorrere analizzando con occhi da profano i dati sismologici possono essere ricondotte a due tipi principali. La prima è l'iterata confusione tra correlazione e causalità, mentre la seconda è quella del “post hoc, ergo propter hoc”. Entrambe portano impropriamente a ritenere causale un rapporto tra due eventi vicini nel tempo, o tra due serie di dati tra le quali esiste una correlazione (si veda anche Cappa, *infra*). Nei documenti processuali si trovano numerose evidenze di entrambi i modi di ragionare.

Una correlazione è cosa ben diversa da una causalità. Due variabili sono correlate se al variare dell'una varia anche l'altra: se aumentano entrambe è una correlazione positiva, mentre se al crescere dell'una l'altra cala si ha una correlazione negativa. Ma questo nulla dice sul fatto che le due variabili siano una dipendente dall'altra. Famosa la storia della correlazione (vera) tra aumento della temperatura media sulla Terra e diminuzione del numero di pirati, a cui provocatoriamente venne attribuito un rapporto di causa-effetto: la diminuzione dei pirati nel '900 (reale) sarebbe la causa del *global warming*.

L'altra ben nota fallacia logica è quella secondo cui “post hoc, ergo propter hoc”, traducibile con “dopo questo, quindi a causa di questo” (talvolta nella variante “cum hoc”, insieme a questo, se i due eventi avvengono contemporaneamente). Questo sofisma presuppone l'esistenza di un rapporto di causalità tra due avvenimenti, per il solo fatto che l'uno è posteriore all'altro. Attribuire a un evento un significato dopo che questo è avvenuto è, purtroppo, prassi ricorrente. Smascherare queste fallacie è talvolta piuttosto semplice, come ad esempio nel caso del calo delle nascite in Italia causato dalla diminuzione delle cicogne (esiste davvero una forte correlazione tra questi due dati!). Più arduo il compito se si tratta di fenomeni che hanno un'origine comune e i cui meccanismi siano oggettivamente poco conosciuti, come uno sciame sismico e un forte terremoto. In questi casi è più facile cadere in errore in quanto c'è una terza variabile che lega le due cose: il fatto di trovarsi in una zona sismica dove sia gli sciami che i forti terremoti sono relativamente frequenti. Giova ricordare che il termine inglese “foreshock” viene attribuito a un terremoto soltanto dopo che si sia verificato un evento più forte (il “main shock”). Fino a quel momento, non si può parlare di “foreshock”. Un “main shock” è seguito comunemente da “aftershocks”, anche questi definiti così proprio per la loro connotazione temporale successiva al “main”. Un “main shock” resta tale solo fintanto che non arriva (e può sempre arrivare) un terremoto più forte a rimpiazzarlo. Le cose si complicano nella lingua italiana, che non ha un analogo per “foreshock” (sarebbe “avanterremoto”) ma adotta impropriamente il termine “scossa premonitrice” (o “sciame premonitore”), attribuendo quindi a posteriori al terremoto o allo sciame un valore di presagio che non avevano.

Nelle motivazioni della sentenza di primo grado (Tribunale dell'Aquila, 2013) sembra intravedersi il convincimento dell'esistenza di un legame causale tra sciame sismico e terremoto del 6 aprile. Non solo, il giudice di primo grado motiva la condanna sostenendo che gli imputati avevano effettuato un'analisi del rischio lacunosa e negligente, omettendo di individuare un legame tra quelli che egli definisce come "indicatori di rischio".

Gli elementi che dimostrerebbero questa "prevedibilità" sono: a) la storia sismica dell'Aquila e in particolare, si legge, la ripetizione di forti terremoti preceduti da sciame sismici (cosa tutt'altro che acclarata come descritto in precedenza); b) "il particolare andamento dello sciame iniziato nel 2008, connotato da scosse progressivamente crescenti per numero e intensità [...]"; c) le mappe di pericolosità (effettivamente mostrate e discusse nella riunione del 31 marzo, che però non forniscono stime di probabilità sul breve periodo); d) l'articolo di Boschi et al. (1995) – peraltro erroneamente attribuito in sentenza (p. 705) a Boschi e Selvaggi (quest'ultimo non è tra gli autori) – di cui si è detto sopra. È evidente, da questa sintesi, che i quattro elementi che avrebbero dovuto dimostrare la carente analisi del rischio sono in pratica questioni poco significative dal punto di vista probatorio, trattandosi di argomenti degni di discussione in ambito scientifico e invece affrontati in maniera incredibilmente superficiale nei luoghi della giustizia. Questo trattamento ha portato, mediante una banale pratica di correlazione effettuata a posteriori, ad attribuire ai citati elementi significati e conseguenze che decenni di studi sismologici in tutto il mondo non sono riusciti a stabilire. Questo ci riporta alle fallacie logiche descritte sopra.

Un esempio evidente di questo modo di ragionare lo abbiamo avuto durante il processo di appello, quando uno degli avvocati di parte civile, nella sua accorata replica alle difese, sostenne che gli imputati avevano trascurato "il livello di criticità dello sciame". Non esiste un livello di criticità di uno sciame perché non esiste una regola fisica che caratterizza uno sciame e lo distingue da un altro. Come visto in centinaia di sequenze e sciame antichi e recenti, ogni tentativo di formulare una previsione sulla loro evoluzione è velleitaria e inutile, se non dannosa, poiché questo tipo di approccio comporterebbe inevitabilmente la conseguenza di alimentare eccessi di allarmismo o di "rassicurazionismo", peraltro riconoscibili come tali soltanto a posteriori, quando cioè l'evento "previsto" si è verificato o non si è verificato. Insomma, le cose sono più complicate e più incerte di quanto vorremmo. La realtà è che gli sciame in Italia avvengono spesso, durano ore, giorni o molti mesi, talvolta anni, e nessuno è in grado di capire in anticipo quando finiranno e se la magnitudo registrata fino a quel momento sarà superata, quando e come.

A proposito del "post hoc, ergo propter hoc", abbiamo già richiamato sopra la sagace affermazione dell'Antinori che denunciava uno dei vizi tipici degli italiani, quello del "ve lo avevo detto". Discorso analogo potrebbe essere applicato a Giuliani, il tecnico che sosteneva (e forse sostiene ancora, con buona pace di chi gli crede) di aver previsto il terremoto. Come ormai acclarato, le cose non stanno così: le "previsioni" di Giuliani erano spesso delle "post-visioni" o delle non-previsioni (prevedere un terremoto di magnitudo 2 durante uno sciame sismico e dire poi di averci indovinato è tanto ovvio quanto inutile). Sorprendente a questo riguardo il tentativo di rivalutazione del suddetto da parte del Procuratore Generale nel processo di appello, quando ha sostenuto che alla fine "Giuliani potrebbe essere l'unico a dire di aver avuto ragione". Se così fosse, avremmo dovuto leggere, a sei anni dal terremoto, pubblicazioni importanti sul metodo di previsione, sugli strumenti usati, sulle statistiche dei successi e degli insuccessi, ecc. Questo richiede e pretende il metodo scientifico, inclusa la valutazione "tra pari" (peer review). E invece non c'è stato niente di tutto questo (si veda al riguardo Pitari et al., 2014). Ciononostante, un Procuratore Generale della Repubblica non si è premurato di verificare nelle sedi e con gli strumenti opportuni la solidità delle previsioni vantate, non ha chiesto a un esperto di verificare, ma ha ritenuto di potere trarre questa conclusione, chissà su quali basi. Il terremoto, in fondo, si poteva prevedere.

Conclusioni

I ricercatori che studiano i terremoti in Italia sono consapevoli della vulnerabilità del territorio e dell'esposizione dei cittadini al rischio sismico. Gli studi sono sempre stati mirati alla riduzione di questo rischio, che passa inevitabilmente per una maggiore conoscenza del fenomeno e per un'accresciuta consapevolezza della popolazione. Per questo motivo non ci si ferma ai laboratori o alle trincee geognostiche attraverso le faglie, e non ci si limita a pubblicare i risultati delle ricerche sulle riviste specializzate, come è pratica comune, ma si cerca di coinvolgere i cittadini nel miglioramento delle conoscenze attraverso una serie di attività di public outreach. Ciò viene fatto tramite i media tradizionali, ma anche e soprattutto con interazioni dirette, attraverso i siti web ufficiali, i social media di INGVterremoti, nelle scuole e nelle tendopoli, nelle piazze e nella sala sismica dell'Ingv. Queste attività, promosse in quanto ritenute di primaria importanza nel quadro della programmazione di ente, venivano normalmente svolte prima del 6 aprile 2009 e sono condotte anche con maggiore impegno dopo la tragedia aquilana e dopo il terremoto in Emilia del 2012. Questo è anche un modo, da parte dei ricercatori, per esprimere la vicinanza a tutte le persone che hanno subito gli effetti di un terremoto, come aquilani ed emiliani, e a quelle che, gioco forza, li subiranno domani. È ormai chiaro che la maggior parte degli italiani è esposta al rischio sismico ma non ne ha una corretta percezione (si veda Crescimbene e La Longa, *infra*), ed è proprio questa la ragione per cui è necessario adoperarsi, ciascuno per la sua parte: ricercatori, operatori della comunicazione, autorità locali, cittadini. I ricercatori sanno bene che esiste un forte rischio di essere fraintesi, dovuto a volte anche a limitate capacità comunicative, come dimostrano recenti esempi. Un caso tipico della difficoltà comunicativa è la reiterata richiesta di tranquillizzazione da parte di autorità pubbliche, cittadini e giornalisti, che pone sempre in difficoltà il ricercatore che la riceve. Spesso, nonostante gli sforzi per contrastare la necessità dei cittadini di sentirsi rassicurati, facendo tuttavia attenzione a non creare allarmismi ingiustificati, si assiste alla diffusione presso l'opinione pubblica di messaggi rassicuranti (si veda Galadini e Amato, *infra*). D'altro canto, accade anche il contrario: durante uno dei tanti sciami sismici che hanno interessato il nostro paese di recente, a dicembre 2014 nel Chianti, un giornalista scientifico ci rimproverò per avere ricordato (in un articolo sul nostro blog INGVterremoti.wordpress.com) il terremoto di Firenze del 1895 in quanto, a suo avviso, in quel modo avevamo "allarmato" la popolazione. E allora, come fare di fronte a fenomeni imprevedibili e caratterizzati da un'attenzione (dei media, del pubblico, delle autorità) così discontinua e a volte schizofrenica? Torniamo ancora una volta al vero problema della mitigazione del rischio sismico, quello della sicurezza edilizia, senza la quale ogni comunicazione scientifica sui terremoti perde significato di fronte alla domanda, comprensibile ma purtroppo senza risposta "cosa dobbiamo aspettarci?" o, ancor peggio, "possiamo rassicurare i cittadini?" Deve essere chiaro che le lacune conoscitive sui processi sismici ci sono e sono molto grandi, e se vengono manifestati dubbi e incertezze è perché questi sono inclusi nel bagaglio culturale dei ricercatori, sono parte del gioco, non perché si voglia nascondere qualcosa o perché qualcuno suggerisca cosa gli esperti dovrebbero dire o non dire.

Negli ultimi anni abbiamo assistito a numerose controversie tra scienza e giustizia. È da credere che uno dei motivi principali di esse sia da ricercare nella mancata comprensione del metodo e del linguaggio scientifici. Dovrebbe essere chiaro a un non-scienziato, che sia un cittadino, un giudice o un giornalista, che la ricerca procede per avanzamenti caratterizzati dalla messa in dubbio e dall'abbandono di paradigmi e modelli che hanno funzionato per anni o per secoli. Spesso quando si fa ricerca, soprattutto in ambiti scientifici come lo studio dei fenomeni naturali imprevedibili, si imboccano delle vie che vengono abbandonate, ma tra un'affermazione e un'abbandono la conoscenza progredisce, sovente a stento, in una cornice di forte incertezza. Quest'ultima non va vista come un limite, bensì come una ricchezza, senza la quale il progresso non sarebbe possibile.

Ma va anche tenuto presente che c'è incertezza e incertezza. Quando si forma un uragano

nell'oceano e lo si vede crescere di potenza, non si è certi della sua evoluzione finale, se ad esempio diverrà un uragano di grado 3 o 4, ma è certo che esso si abatterà sulle coste con forti venti, piogge ecc. Ciò è possibile grazie alla disponibilità di strumenti che dallo spazio e da terra permettono di osservare direttamente il fenomeno misurando i dati rilevanti (pressione, temperatura, velocità dei venti, ecc.). Non è lo stesso per i terremoti, uno sciame sismico non è un uragano in embrione, e non abbiamo (non ancora) strumenti per osservare cosa accade a diversi chilometri di profondità sotto la superficie terrestre. Il paragone tra L'Aquila e New Orleans, tra il terremoto del 2009 e Katrina, che tanto piacque nel corso del processo di primo grado, non ha alcun senso scientifico. Infatti quel disastro accadde in una cornice in cui le incertezze sull'evoluzione del fenomeno erano molto più ridotte in confronto a quanto può accadere in una situazione come quella del marzo-aprile 2009 all'Aquila. Va detto che la sentenza d'appello sembra avere colto questi aspetti con grande lucidità, ma rimangono i dubbi su come sia stato portato avanti un processo e inflitta una pesante condanna basandosi su torsioni del metodo scientifico così palesi. Riguardo alla reciproca comprensione tra scienziati e uomini di legge, particolare attenzione dovrebbe essere posta nell'uso contestualizzato dei termini usati. Scienza e legge condividono molti termini ma attribuiscono a essi significati assai differenti: basti pensare a parole come forza, evidenza, legge, errore e molti altri ancora (Goodstein, 2011). Nel giudicare in materia scientifica, i giudici dovrebbero anzitutto capire cosa le scienze naturali, sociali, l'ingegneria, possono e non possono offrire (Cohen, 2011), cercando decisioni che cadano entro i limiti della conoscenza scientifica consolidata. D'altro canto, i ricercatori dovrebbero essere formati per comprendere l'interazione tra scienza, tecnologia, amministrazione pubblica e legge, specialmente in situazioni di rischi elevati. In questo senso, una riflessione profonda sulla necessità di interazione tra tutti i possibili attori della riduzione dei rischi naturali in Italia è necessaria. Il terremoto dell'Aquila lo ha messo chiaramente in luce e gli eventi calamitosi accaduti negli anni che sono seguiti non mostrano purtroppo segnali di inversione di tendenza. È chiaro che un ruolo decisivo in questo copione lo recita la politica, che per prima dovrebbe impegnarsi nella riduzione dei rischi, a cominciare da quella della vulnerabilità degli edifici, nel miglioramento della normativa, nel trovare soluzioni e incentivi per incoraggiare autorità locali e cittadini a preoccuparsi del terremoto.

8. Media e traduzione delle conoscenze scientifiche prima del terremoto del 2009

Fabrizio Galadini e Alessandro Amato

dal libro *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla "Commissione Grandi Rischi"*, ed. FrancoAngeli, 2015

Sismologia e media: un rapporto complesso

Nel corso della sequenza sismica precedente all'evento principale del 6 aprile, l'inefficace interazione tra gli operatori dei media e gli esponenti della comunità scientifica ha complicato la comprensione del fenomeno fisico in atto. Si vedrà che ciò è da attribuire a distorsioni nella traduzione delle questioni scientifiche che hanno portato alla minimizzazione della complessità e dell'indeterminatezza del processo sismogenetico, affiancate alla necessità di acquisire e fornire informazioni utili a non allarmare la cittadinanza. Quest'ultimo aspetto emerge da domande dirette come "Quindi, nessunaassicurazione?" (il Centro, 31 marzo 2009) posta a un sismologo dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia (Ingv), oppure è desumibile indirettamente dalle affermazioni degli esperti e dai successivi commenti dei giornalisti nel corso di varie interviste.

Del resto, una certa urgenza di fornire informazioni tranquillizzanti emerge in altre situazioni analoghe, prima e dopo il terremoto del 2009. A questo proposito basterà citare due eventi sismici successivi a quello aquilano, in merito ai quali le espressioni giornalistiche lasciano perplessi proprio in virtù della già avvenuta negativa esperienza del 2009. A seguito di un piccolo terremoto di magnitudo 3.1 che ha interessato il 14 novembre 2013 la zona di confine tra Liguria e Piemonte, *Il Secolo XIX* del 15 novembre riportava a pagina 17 un'intervista a Claudio Chiarabba, direttore della Struttura Terremoti dell'Ingv, titolando "Nessun rischio per i prossimi 50 anni" e "Le assicurazioni di Chiarabba, super esperto dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia". Il contenuto dell'intervista non appare particolarmente illuminante, a parte il seguente passaggio: "In base all'analisi di tutti i dati raccolti in questi anni, le probabilità che si verifichi nel prossimo mezzo secolo un evento particolarmente intenso sono davvero basse rispetto alla media nazionale", che rappresenta una traduzione approssimativa di una lettura della mappa di pericolosità sismica, decisamente convogliata verso l'estrema sintesi rappresentata dal titolo sopra riportato. Inutile dire che i dati scientifici non consentono di assicurare nessuno e che il richiamo all'assenza di rischio rappresenta una pericolosa distorsione di quanto oggi noto sulle caratteristiche della sismicità dell'area interessata dal piccolo terremoto del 2013.

Altro esempio: il 6 marzo 2014 il *Corriere di Viterbo* dedica spazio a una lieve scossa, di magnitudo 2.3, avvenuta la sera precedente tra i comuni di Monte Romano e Vetralla, titolando "Terremoto, non c'è da preoccuparsi" e "La terra trema «Ma niente paura»". All'interno, viene richiamata l'affermazione di uno degli autori di questo capitolo (Alessandro Amato), secondo cui la zona "non desta particolari preoccupazioni". Si tratta ovviamente di contenuti non condivisibili, che hanno obbligato lo stesso sismologo a una replica il giorno successivo: "non mi sento di assicurare nessuno, sia dopo il piccolo terremoto dell'altra sera, sia più in generale in Italia, in qualunque area a forte o debole sismicità".

Al di là del singolo aspetto del cosiddetto "rassicurazionismo", su un piano generale si può anticipare che traduzione e alterazione delle conoscenze scientifiche precedentemente al sisma del 2009 hanno avuto esiti tali da creare almeno equivoci e dubbi che il cittadino può non essere stato in grado di sciogliere. In questo quadro, il presente capitolo tratta della resa informativa del dato scientifico, dei toni usati dai media per caratterizzare la fase sismica pre-6 aprile e della diffusione del messaggio rassicurante, citando e analizzando interviste legate all'informazione sul processo sismogenetico in atto e alla sua interpretazione.

Sequenza sismica, contraddittorietà del messaggio, variabilità del tono

Di seguito vengono richiamati alcuni passaggi indicativi della confusione comunicativa che ha caratterizzato il lungo periodo che ha preceduto la scossa principale. A titolo di esempio, ne il Centro del 19 gennaio 2009 si può leggere: “c’è sempre un po’ di allarme, però, perché come afferma la sala sismica dell’Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia di Roma, sono oltre cento gli eventi sismici che giornalmente vengono registrati nella zona dell’Aquila dagli strumenti”. Cinque giorni dopo, il 24 gennaio, lo stesso quotidiano riporta: “una situazione che gli esperti definiscono assolutamente non allarmante, così come si evincerebbe dall’elevato numero di piccoli movimenti sismici che ogni giorno l’Istituto di geofisica registra”. Quindi, lo stesso argomento, il numero delle scosse, è fonte di preoccupazione il 19 gennaio e aspetto tranquillizzante, grazie all’intervento degli esperti, cinque giorni dopo. È evidente che viene tradotta in una prospettiva rassicurante la semplice “normalità” sismologica – probabilmente sostenuta, a ragione, da un qualche addetto ai lavori – di una delle tante sequenze sismiche che periodicamente interessano il territorio nazionale.

Altro esempio di confusione comunicativa: il 16 febbraio, con riferimento a nuove scosse di terremoto, il Centro riporta: “gli esperti ritengono che questi fenomeni, per quanto ripetuti, non siano da individuare come avvertimenti di prossime scosse di maggior rilievo e allarme”. Si tratta di un concetto espresso anche il giorno dopo sullo stesso quotidiano: “i grandi eventi sismici non sono collegati al ripetersi di scosse con una certa frequenza. Qualsiasi associazione con terremoti di portata più ampia è dunque azzardata”. Tuttavia, poco meno di un mese dopo (13 marzo), sullo stesso giornale, le parole del giornalista Vittorio Perfetto vanno in direzione opposta: “Un po’ di apprensione c’è, visto che gli esperti segnalano che spesso, ma non sempre, un terremoto di una certa intensità è preceduto da piccoli sommovimenti detti «microscosse»”. Ancora pochi giorni dopo (19 marzo), il giornalista Giustino Parisse, sempre su il Centro, scrive: “è L’Aquila la città dove si stanno ripetendo scosse ormai da tempo e con una continuità che fa un po’ impressione e non può non creare qualche apprensione anche se gli esperti continuano a ripetere che lo ‘sciame’ non presuppone eventi di maggiore portata”.

E ancora (29 marzo), in modo assai poco rassicurante: “Nessun esperto è in grado di dire se e quando lo sciame sismico finirà e se preluda o meno a eventi più ‘importanti’. Resta un fatto certo: la zona dell’Aquila è a forte sismicità e gli eventi anche catastrofici dei secoli passati stanno lì a dimostrarlo”.

Tuttavia, basterà attendere Il Messaggero del 3 aprile per leggere, a firma di Claudio Fazzi, “Ieri ancora una scossa. I cittadini sono stanchi, ma il sisma non fa più paura”, opposto alla frase riportata da Angela Baglioni su Il Tempo dello stesso giorno: “il ripetersi frequente di movimenti tellurici non aiuta a tranquillizzare gli animi, nonostante le rassicurazioni da parte della comunità scientifica”.

In sostanza, il ruolo della sequenza sismica come premonitrice di una forte scossa è negato a febbraio, ipotizzato a marzo, nuovamente negato, poi ancora messo in dubbio nello stesso mese. Infine, in aprile (quindi dopo la riunione della “Commissione Grandi Rischi”, in seguito “Cgr” o, semplicemente “Commissione”), nello stesso giorno, la sequenza non fa più paura e, al contrario, non aiuta a tranquillizzare gli animi.

Questo carattere ondivago di toni e contenuti nell’ambito della stessa finestra temporale viene messo in luce anche nelle motivazioni della sentenza del processo di primo grado, dove – in riferimento ai mesi precedenti alla riunione del 31 marzo – si ricorda che “La lettura dei quotidiani locali a partire dal dicembre 2008 fino al marzo 2009 [...] evidenzia non tanto un alternarsi quanto piuttosto una compresenza di notizie ed affermazioni rassicuranti e di notizie ed affermazioni allarmistiche sul fenomeno in corso” (Tribunale dell’Aquila, 2012: 622).

Si tratta di un passaggio ampiamente condivisibile, anche in considerazione di quanto poco sopra desunto dai quotidiani citati. Tuttavia, poiché la vicenda processuale è legata all’ipotesi che la riunione della “Commissione” abbia comportato la variazione delle abitudini dei cittadini

mediante l'emissione di un messaggio rassicurante, è lecito chiedersi se dopo la riunione si sia verificato un cambiamento dell'atteggiamento dei media sullo sciame in corso, aspetto sul quale nelle motivazioni della sentenza di primo grado manca un chiaro riferimento. In questo quadro, la seguente analisi riguarderà soltanto toni e contenuti dell'informazione, ben sapendo che argomento assai più complesso sarebbe ipotizzare quale effetto tale eventuale modifica potrebbe avere avuto sui lettori (es. Ashe, 2013: "different readers will take different things from a news story and integrate new information into their worldviews in different ways"; si vedano anche Morcellini e Ciofalo, *infra*).

Si può anticipare che basta limitarsi ai soli titoli dei giornali dedicati allo sciame in corso per notare come la riunione della "Cgr" del 31 marzo non abbia avuto significativi effetti di smorzamento della tendenza alla drammatizzazione.

L'analisi dei quotidiani

Al proposito, si possono analizzare toni e contenuti del quotidiano il Centro. Il 1° aprile, in prima pagina si può leggere il titolo "L'Aquila, i giorni della paura". Il 2 aprile, lo stesso quotidiano presenta ancora in prima pagina il poco rassicurante "L'Aquila, stato di emergenza". Il 4 aprile, sempre in apertura, è il titolo "Terremoto, resta lo stato di allerta".

Nello stesso quotidiano, analoghe evidenze si hanno per i contenuti dei vari articoli pubblicati. Il 1° aprile, in un riquadro a pagina 2, vengono elencate "Le 10 regole contro il terremoto", elaborate in riferimento a una possibile futura scossa sismica al di sopra della soglia del danno. Nella stessa pagina viene riportata un'intervista a uno psicologo sul comportamento che gli adulti devono assumere di fronte ai bambini in caso di terremoto. Si tratta di un ulteriore argomento che non si sviluppa in un contesto di previsione di prossima quiete sismica. Sulla stessa edizione, a pagina 3, il titolo dell'articolo di Giustino Parisse – "Le ore di paura a rigirarsi nel letto" – si lega al quadro di generale preoccupazione. All'interno, viene richiamata la scossa del 30 marzo che "ha creato in tutti – anche in quelli che fino a pochi minuti prima dicevano di non temere il terremoto – un senso di precarietà che ha risvegliato paure ataviche in una terra da sempre ballerina".

Il 3 aprile, nella cronaca aquilana, sempre il Centro pubblica in un riquadro alcune indicazioni su "Come prepararsi a una nuova scossa". Anche in questo caso il riferimento è a un possibile forte terremoto, considerando che si suggerisce di avere disponibili cassette di pronto soccorso ed estintori.

Il 4 aprile, in prima pagina, si ricorda che "la paura, più o meno celata, resta". Si richiama altresì che "alcuni residenti di via Roma (la strada interessata ai lavori per la metropolitana e chiusa da anni) ne hanno chiesto la riapertura per motivi di sicurezza". All'interno della cronaca aquilana, tra le varie motivazioni della richiesta, si ricorda che "non va trascurato il fatto che in via Roma sono ubicati tutti edifici vecchi e certo non rispondenti alle norme antisismiche e pertanto anche per questioni di pubblica sicurezza la zona va resa facilmente accessibile".

Sempre nella cronaca aquilana, lo stesso giorno, viene riportata la notizia di una prova di evacuazione avvenuta in una scuola del capoluogo. Nel riquadro, accanto al breve articolo, sono schematizzati i "consigli anti-terremoto" derivati da un volantino distribuito dalla protezione civile nelle scuole. Si tratta, come nel caso del 1° aprile, di riferimenti a un possibile evento sismico al di sopra della soglia del danno.

Stranamente, su il Centro post-riunione "Cgr", a questi passaggi non certo rassicuranti non fanno eco altrettanto frequenti richiami tranquillizzanti (si veda al proposito Corte d'Appello dell'Aquila, 2015: 225-226). Peraltro, la drammatizzazione è del tutto simile a quella ravvisabile nei titoli pubblicati prima del 31 marzo. Infatti, nella cronaca aquilana del 14 febbraio, su il Centro si può leggere: "Scossa di terremoto, sgomberate le scuole. In alcuni istituti sono stati messi in atto i piani di emergenza. Nessun danno". Nel servizio, si descrive estesamente l'evacuazione di alcune scuole avvenuta il giorno prima. Con uno stile simile a quello dei quotidiani pubblicati dopo la

riunione della "Commissione", in un riquadro vengono riportate indicazioni su "Scuole: cosa fare in caso di terremoto". Il 18 febbraio, lo stesso quotidiano titola "L'Aquila, la terra non si ferma più". Ancora, il 14 marzo, il titolo nella cronaca aquilana è il poco rassicurante "Un terremoto lungo tre mesi. Paura in città: la terra trema 3 volte in un giorno". All'interno dell'articolo, si legge: "Lo sciame sismico è attivo dalla metà di dicembre e sta creando un po' di preoccupazione tra i residenti dell'Aquila, memori delle tragedie provocate dai terremoti nei secoli, l'ultimo dei quali nel 1915" cui fa seguito un altro passaggio: "In caso di eventi sismici di una certa gravità, il Comune da tempo dispone di un piano di protezione civile per poter fronteggiare eventuali emergenze". Poco rassicurante è anche il titolo della prima pagina del 19 marzo: "L'Aquila, il terremoto non dà tregua", tuttavia quietato dal sottotitolo "Ieri scossa di magnitudo 2.2. Il Comune: per ora non c'è allarme". Per contro, nella parte di articolo stampato in prima pagina viene citato lo "sciame sismico che qualche preoccupazione comincia a darla. Alcune scuole per motivi di sicurezza sono state fatte evacuare anche se per pochi minuti". Sullo stesso quotidiano, nella cronaca aquilana, il titolo è particolarmente incisivo e poco rassicurante: "Scosse a ripetizione, la terra non si ferma" ed è altresì rafforzato dall'occhiello "Alcune scuole sono state fatte evacuare per pochi minuti. L'assessore alla protezione civile: pronti a ogni emergenza". Nell'articolo di Parisse vengono attribuite all'assessore le seguenti parole che fanno capire come l'evoluzione del processo sismogenetico fosse tutt'altro che chiara: "Abbiamo intensificato le comunicazioni con il centro operativo regionale [...] al fine di gestire al meglio un'eventuale emergenza legata ai terremoti".

Per contro, nello stesso periodo pre-riunione "Cgr", in accordo con quanto riportato nelle motivazioni della sentenza di primo grado (Tribunale dell'Aquila, 2012: 622), queste evidenze del disagio causato dallo sciame sismico, reso a volte con le tinte che si addicono all'imminenza di un dramma, sono stemperate da passaggi dai toni più tranquillizzanti. A esempio, sempre con riferimento a il Centro, il 2 febbraio il titolo in cronaca aquilana è: "Gli esperti: eventi normali, nessuna preoccupazione". Il 14 febbraio, ancora nella cronaca aquilana si può leggere il titolo "«Sommovimenti normali, non c'è allarme». Il sismologo: è un'attività che non desta preoccupazione". Il 16 febbraio, un passaggio in prima pagina cita: "secondo gli esperti non c'è da allarmarsi". È del 17 febbraio il meno comprensibile passaggio "Nessun allarme da parte degli esperti che sembra siano riconducibili alla normale attività sismica [sic]. Si tratta infatti di eventi geologici di assestamento che si verificano a profondità notevoli". Da notare che nell'articolo da cui sono riprese queste frasi – non chiare, tuttavia rassicuranti – è anche riportata la meno tranquillizzante affermazione: "I terremoti non sono prevedibili secondo gli esperti e i grandi eventi sismici non sono collegati al ripetersi di scosse con una certa frequenza. Qualsiasi associazione con terremoti di portata ben più ampia è dunque azzardata".

La prevalenza del carattere "allarmista" in molti passaggi de il Centro dopo la riunione della "Cgr" non si rinviene negli altri quotidiani, ove, al contrario, è rilevabile una più netta coesistenza di preoccupazione e rassicurazione. Ne Il Messaggero del 1° aprile, il titolo nella prima pagina della cronaca abruzzese è "Nuove scosse e tanta paura all'Aquila". I testi di Antonio di Muzio fanno riferimento sia al rassicurante "scarico di energia" di cui si tratterà oltre, sia alla messa celebrata dall'arcivescovo Molinari "per scongiurare i danni causati dai terremoti" con la ripetuta invocazione rivolta alla statua di Sant'Emidio. Secondo Di Muzio, "alla celebrazione ha partecipato tanta gente e questo sta a dimostrare che il timore serpeggia nella cittadinanza". Il 2 aprile, la prima pagina della cronaca abruzzese titola "Terremoto, è una scossa continua". Anche in questo caso, vengono giustapposte informazioni di segno diverso. Infatti, nel sottotitolo si può leggere "L'Aquila chiede lo stato di emergenza. Oggi riaprono le scuole". Tuttavia, nell'articolo di Antonella Calcagni e Claudio Fazzi non si avvertono gli effetti della rassicurazione: "La terra continua a tremare. E non ci si abitua. Come potrebbe essere diversamente? La paura diventa psicosi e a ogni tremolio si alza lo sguardo al cielo". Il 3 aprile, per contro, appare assai rassicurante il titolo nella prima pagina della cronaca abruzzese: "L'Aquila torna alla normalità"

e dello stesso tono è il già citato sottotitolo: “Ieri ancora una scossa. I cittadini sono stanchi, ma il sisma non fa più paura”. Concetti ribaditi nell’articolo di Claudio Fazzi. Tuttavia, questo ritorno alla normalità viene ridimensionato il giorno dopo dal titolo “L’Aquila, ci risiamo: nuove scosse”. In questo caso, sia l’occhiello che il sottotitolo giustappongono messaggi di segno opposto: “Terremoti. Ieri altri due allarmi, studenti fuori dalle aule. Cialente: «La Protezione civile assicura che il peggio è passato»” e “La terra trema ancora, cittadini esasperati. Ma il sindaco invita a stare tranquilli”. Nell’articolo di Fazzi si può leggere che “i nervi di molti aquilani sono sul punto di cedere. C’è chi dorme sul divano vestito e con la valigia pronta; c’è chi non chiude a chiave la porta di ingresso per evitare ostacoli sulla via di fuga; c’è chi ha anticipato le vacanze pasquali ed è già sulla costa teramana a godersi il sole e il mare. L’incubo vero si vive di notte”.

Ancora poco rassicurante è il titolo del breve articolo comparso il giorno 6 aprile, scritto comunque prima del terremoto: “Nuova forte scossa e c’è chi suggerisce all’arcivescovo «messe all’aperto»”. L’occhiello si allinea al quadro generale di timore: “Terremoto, torna la paura”. Per quanto concerne le funzioni religiose, si tratterebbe di “un consiglio dettato dal condizionamento psicologico provocato non solo dallo sciame sismico, ma anche dalla storia della città. Nel 1703, infatti, nel giorno della Candelora, circa 800 persone rimasero uccise sotto le macerie della chiesa di San Domenico dove si stava celebrando la messa”.

Quindi, dopo i messaggi rassicuranti attribuiti al sindaco e le informazioni sui comportamenti delle persone che testimoniano della mancanza di tranquillità, il tutto contenuto nell’edizione de *Il Messaggero* del 4 aprile, il 6 emergono nuovamente manifestazioni di una diffusa preoccupazione.

Evidenza della coesistenza di notizie e affermazioni di segno diverso (rassicurante/preoccupante) nel corso dell’intera sequenza sismica (prima e dopo la riunione della “Cgr”) si hanno dalle pagine de *Il Tempo*. Il 19 gennaio, in riferimento alla scossa sismica del giorno prima, si ricorda che “serpeggia, comunque, la paura”. Il 25 gennaio, il poco rassicurante titolo a p. 5 è “La terra trema ancora: sei scosse in sette giorni”. Gli occhielli sono dello stesso tenore: “Alle 10.06 di ieri nuovo campanello di allarme, dopo quello della sera prima” e “La scuola elementare ‘De Amicis’ per precauzione è stata evacuata”. Il tutto viene però smussato dal tranquillizzante sottotitolo “Sciame sismico all’Aquila. Gli esperti: nessun pericolo imminente”. Il 2 febbraio, la “popolazione [...], ormai, a causa dello sciame sismico che si protrae da settimane, è abbastanza preoccupata”. Il clima di apprensione si protrae nel mese di marzo; il 31, in riferimento alla forte scossa di magnitudo 4.2 del giorno prima, *Il Tempo* titola: “La terra trema ancora. Il terremoto all’Aquila ha svuotato ieri uffici e abitazioni. In azione in città falsi incaricati della Protezione civile. Oggi scuole chiuse”. Il quadro di forte disagio e di apprensione è completato dal richiamo alla messa voluta dall’arcivescovo in Santa Maria del Suffragio “per chiedere l’intercessione di Sant’Emidio, protettore contro il terremoto. Nella cattedrale sarà invece esposta la reliquia del santo”. Il 1° aprile, a riunione della “Cgr” ormai avvenuta, il titolo de *Il Tempo* è “Ora è sindrome da terremoto”. Altrettanto drammatico l’occhiello: “Quattro scuole ieri sono state dichiarate inagibili all’Aquila. Le forze dell’ordine danno la caccia agli sciacalli”. Il tutto è stemperato dal sottotitolo “La Protezione civile: nuove scosse ma non c’è pericolo” e ancora di più dai servizi alle pagine successive, con un titolo che fa riferimento ad affermazioni di De Bernardinis successive alla riunione della “Commissione”, “Aspettatevi altre scosse ma non di forte intensità”, con sottotitolo che pure riporta una citazione “Attenzione alta ma senza ansia”. Altrettanto rassicurante è il trafiletto posto in un riquadro, “Bertolaso tranquillizza la popolazione”. Il senso del dramma quotidiano è invece ben reso il 2 aprile, “All’Aquila stato di emergenza”, e dall’occhiello: “Il Comune chiede lo stanziamento di finanziamenti. Ieri si sono susseguite altre scosse. Due scuole inagibili”. Altrettanto drammatico è il titolo pubblicato il 3 aprile, “Terremoto, guerra di nervi”, corroborato dal sottotitolo “Il ripetersi di scosse non aiuta a tranquillizzare gli animi”. Analoghi toni si riscontrano nel servizio di Angela Baglioni, “L’Aquila in stato d’allerta per il ripetersi delle scosse”. L’articolo, oltre a passaggi in linea con il quadro di generale preoccupazione, riporta

anche i consueti richiami rassicuranti: “Nella città dell'Aquila, ormai, serpeggia una vera psicosi [...] Scenari, è bene ripeterlo, smentiti in maniera categorica dalla protezione civile che a più riprese ha ribadito come alla luce delle attuali conoscenze scientifiche non sia assolutamente possibile prevedere i terremoti [...] ancora durante la giornata di ieri, circolavano voci sull'allestimento di una tendopoli a Tornimparte, dove far convergere la popolazione in caso di sisma. Anche questa notizia, ovviamente, non risponde al vero ma testimonia il clima di quasi panico che ormai si è diffuso [...] La protezione civile mantiene alto il livello di attenzione anche se, come ribadito dagli esperti, si tratta di una sequenza tutto sommato normale per un territorio ad alto grado di sismicità [...] Il danno atteso, ha detto il vice capo del dipartimento operativo nazionale di protezione civile [...] a margine dell'incontro di martedì, non dovrebbe essere molto diverso da quello che è stato determinato finora [...]”.

Il 4 aprile, al contrario, appare decisamente rassicurante l'occhiello “Il Comune ha adottato un piano di intervento per la gestione delle emergenze ma la situazione è sotto controllo”. Tuttavia, l'articolo ricorda che “La gente è sempre più preoccupata e il ripetersi continuo delle scosse, pur di minima entità, non abitua a recuperare la serenità”.

Nel complesso, l'analisi dei quotidiani consente di estendere quanto riportato nelle motivazioni della sentenza di primo grado sulla “compresenza di notizie ed affermazioni rassicuranti e di notizie ed affermazioni allarmistiche sul fenomeno in corso” – compresenza rilevata per quanto pubblicato prima della riunione della “Commissione” – anche ai giorni successivi al 31 marzo. In pratica, i toni dei quotidiani non sembrerebbero essere significativamente diversi nel corso dell'intero periodo precedente il sisma del 6 aprile.

“Rassicurazionismo” e “scarico di energia”

Da vari passaggi sopra riportati emerge l'aspetto principale attorno a cui ruotano le critiche rivolte alla comunità scientifica, parallelamente allo svolgersi delle vicende giuridiche: quello dell'aver tranquillizzato la cittadinanza della zona interessata dalla sequenza sismica.

Del resto, è certo che la diffusione di un messaggio rassicurante – con modalità ancora da approfondire – sia stato un motivo ricorrente nei giorni precedenti al terremoto. Ciò è chiarito, a esempio, dalle testimonianze di parenti e conoscenti degli studenti universitari vittime del sisma (Braccili, 2010). Tra queste possono trovarsi passaggi come “Semplice sciame sismico e nulla di più era il messaggio lanciato. Dopo quella scossa, dissero, ne sarebbero seguite altre di assestamento. Nessun pericolo [...] Perché dovevamo preoccuparci quando le istituzioni rassicuravano? [...] Non capirò mai perché passò la teoria che nulla poteva succedere, che quelle scosse erano non pericolose, che era solo sciame sismico positivo [...] È stato affermato più volte che quelle erano scosse che portavano a una stabilità [...] Essendo sempre stati rassicurati a riguardo ormai questi avvenimenti erano oggetto di ironia [...] La voce tra gli studenti [...] era che quelle scosse sfogavano l'energia del terremoto. Erano fenomeni positivi ... aveva sentito, e ripetuto più volte, che quelle scosse erano benefiche, servivano a far scaricare l'energia [...] Quello che succedeva all'Aquila l'avevano fatto apparire come una cosa normale [...] Non può essere ... una colpa l'essere stata tranquilla perché nessuno ha sollevato il minimo dubbio sull'evoluzione delle scosse [...] Hanno detto che erano scosse benefiche [...] Apprendendo dalla televisione, dalla carta stampata e da internet che i professori avevano detto che non si correva nessun rischio, ci siamo tranquillizzati [...] No, non ci siamo preoccupati dopo le assicurazioni delle istituzioni [...] Ci disse che erano scosse «di scarico», non c'erano problemi [...] dicono che sono movimenti di assestamento [...] tutti le avevano assicurato che erano scosse «positive»”.

Di questo “rassicurazionismo” si rinvenivano passaggi mediali pochi giorni prima dell'evento sismico principale. Il 1° aprile 2009 – quindi il giorno dopo la riunione della “Commissione” – il già citato titolo de il Centro, “L'Aquila, i giorni della paura”, è quietato all'interno degli articoli da passaggi come: “Ieri sera si è riunita in città la Commissione nazionale grandi rischi e ha rassicurato i cittadini: il terremoto rilascia energia un po' alla volta e questo è favorevole”,

chiaramente mutuato dall'affermazione attribuita al vice capo dipartimento della Protezione Civile Bernardo De Bernardinis: "la comunità scientifica conferma che non c'è pericolo, perché c'è uno scarico continuo di energia; la situazione è favorevole" (si veda anche *Il Messaggero* dello stesso giorno), come accertato rilasciata precedentemente alla riunione, ma trasmessa al pubblico come prodotto della riunione stessa (Corte di Appello dell'Aquila, 2015: 222-224). Al di là dei commenti sulla questione dello "scarico di energia", aspetto per il quale si rimanda al saggio di Amato e Galadini (infra), il ruolo tranquillizzante era riferito alla "Cgr" anche prima della riunione stessa, come testimoniato dal passaggio di Vittorio Perfetto su *il Centro* del 31 marzo, ove si riporta dell'imminente riunione della "Commissione" con l'attribuzione dell'esplicita funzione di "rassicurare la popolazione ed esaminare la situazione". Di fronte a questa anticipazione genericamente "rassicurante", c'è da chiedersi se fosse noto a priori anche su quali aspetti si sarebbe dovuta indirizzare la funzione tranquillizzante della Commissione – aspetti che saranno chiariti dalla deposizione di Bertolaso nel corso del processo di primo grado: la necessità di tranquillizzare era legata alla questione della prevedibilità dei terremoti, in riferimento alle presunte previsioni di Giuliani.

Per quanto riguarda i momenti successivi alla riunione e alla conferenza stampa, sul quotidiano *Il Tempo* (1° aprile), vengono riferite a De Bernardinis le seguenti affermazioni: "rispetto alle conoscenze scientifiche attuali per quanto riguarda lo sciame sismico in atto, non ci aspettiamo una crescita della magnitudo" e "è lecito aspettarsi altri danni [...] ma sempre su questa tipologia, vale a dire su elementi secondari (come i cornicioni), ma certamente non strutturali" (si veda anche *Il Tempo* del 3 aprile).

Alla rassicurazione si oppone la sensibilità della cittadinanza, evidenziata ad esempio dal già citato passaggio di Giustino Parisse (*il Centro*, 1° aprile) sul risveglio delle "paure ataviche in una terra da sempre ballerina".

In questi passaggi si evidenzia la contrapposizione tra una cittadinanza impaurita e attenta all'evolversi della sequenza e un' indefinita comunità di esperti con la tendenza a tranquillizzare. Le conseguenze delle avvenute assicurazioni emergono anche dai quotidiani, se si dà fede alle parole attribuite a Massimo Cialente, sindaco dell'Aquila, in un'intervista de *Il Messaggero* (4 aprile): "Tranquilli [...] la Protezione civile è certa che, nell'ambito dello sciame sismico, il peggio sia passato e, adesso, dobbiamo cercare di non scambiare qualsiasi tremolio per terremoto" (lo stesso sindaco avrebbe poi testimoniato nel corso del processo di primo grado di non essersi sentito rassicurato dalle affermazioni ascoltate durante la riunione del 31 marzo). Tuttavia, un senso di superamento della fase critica (probabilmente derivante da una comprensibile speranza) doveva essere in qualche modo diffuso, se si considerano le parole del giornalista Claudio Fazzi su *Il Messaggero* del 5 aprile: "La speranza è che il peggio, come affermano alcuni esperti della Protezione Civile, sia passato".

La questione dello "scarico continuo di energia" emerge, a dire il vero, in diversi altri passaggi giornalistici. Il 2 aprile 2009, su *il Centro*, si può leggere: "ogni scossa produce uno scarico e quindi questo, in un certo senso, evita anche l'accumularsi di parecchia energia in grado di produrre una scossa più grande". L'affermazione, tuttavia, non è attribuita a un ricercatore, ma a Emilio Iannarelli, funzionario della protezione civile regionale, il cui pensiero è peraltro confermato da un'intervista – di cui sono disponibili audio e video – rilasciata al notiziario *Abruzzo 24* ore diversi giorni prima, il 20 febbraio 2009. Ancora, in occasione dei piccoli eventi sismici che contemporaneamente interessavano la zona di Sulmona, la giornalista Barbara Delle Monache riferisce a un geologo libero professionista (Antonio Mancini) le seguenti parole (*Il Tempo*, 18 marzo): "Comprensibile la paura atavica del sisma [...] ma questo tipo di scosse sono un segno positivo perché evitano il caricamento della faglia che potrebbe provocare sismi di più alta intensità".

Tuttavia, nel caso di entrambi i tecnici, queste affermazioni non condivisibili dal punto di vista scientifico vengono ridimensionate da interventi successivi. Infatti, su *Il Tempo* del 4 aprile Iannarelli sembrerebbe non escludere la possibilità di un forte evento sismico: "Uno scenario

verosimile [...] è quello individuato dalla commissione grandi rischi che si è riunita all'Aquila, secondo la quale sarebbe statisticamente improbabile un evento di energia maggiore rispetto al terremoto di magnitudo 4 di lunedì scorso. Questo, tuttavia, non significa che sia impossibile in senso assoluto”.

Per quanto riguarda il geologo Mancini, Il Tempo del 30 marzo riporta la seguente affermazione: “dobbiamo precisare che siamo nel reale dicendo che, alla luce del grado di sismicità dell'area sulmonese, un terremoto di qualsiasi intensità dal più piccolo a quello distruttivo può verificarsi in qualsiasi momento”.

In sostanza, nonostante l'avallo dell'insostenibile “scarico di energia”, non si esclude la possibilità di un forte evento sismico.

Ulteriori dichiarazioni chiaramente rassicuranti sono state riferite sul notiziario online il Capoluogo (25 marzo) a Giampaolo Giuliani, allora dipendente dell'Istituto nazionale di astrofisica, noto per le presunte previsioni sismiche basate sul radon (sugli aspetti scientifici, si veda Pitari et al., 2014): “Lo sciame non è un fenomeno preparatorio ad un evento sismico più rilevante [...] Mi sento di poter tranquillizzare i miei concittadini, in quanto lo sciame sismico andrà scemando con la fine di marzo”.

Sempre a Giuliani (su una pagina de il Capoluogo non più disponibile) viene attribuita la seguente affermazione: “Il fatto che ci siano piccoli terremoti ogni giorno non consente che si accumuli energia tale da scatenare un evento più forte”. Ancora, il 2 aprile, il Capoluogo pubblica un'intervista ad Antonio Moretti, docente di geologia dell'Università dell'Aquila, in riferimento alla recente scossa di magnitudo 4: “È esattamente quello che è successo nel nostro caso: una serie di premonitrici, isolate e ripetute, una scossa principale, fortunatamente di moderata entità, seguita da numerose repliche di energia via via minore. È proprio la presenza di queste repliche, che probabilmente continueranno a livello strumentale per settimane, che fa ben sperare per il prossimo futuro: se la legge di Omori è rispettata, l'attuale crisi aquilana dovrebbe terminare a breve e dare un poco di tregua”.

In sostanza, già da alcuni mesi prima del terremoto si sarebbero manifestate le tendenze “rassicurazioniste” espresse mediante l'appiglio tecnico del positivo “scarico di energia” (si veda al proposito anche Valentini, 2014). In riferimento a questo filone è pertanto lecito chiedersi quale sia stato il ruolo giocato dalla comunità scientifica sismologica e in particolare da quella dell'Ingv. Si può anticipare che l'attribuzione di veridicità ai vari passaggi giornalistici è assai discutibile e che la distorsione delle affermazioni dei ricercatori ha certamente generato messaggi non chiari. Si potrà tuttavia osservare che, anche dando fede alle varie affermazioni riportate tra virgolette nei giornali, queste in generale non possono essere definite tranquillizzanti, tantomeno in grado di supportare la falsa teoria del benefico “scarico di energia”.

Anzitutto, per chiarire l'aspetto della mancanza di rassicurazione da parte dei ricercatori, sono da riportare i già citati comunicati ufficiali dell'Ingv al Dpc. In quello del 17 febbraio, dopo aver richiamato i principali terremoti della storia abruzzese e le maggiori faglie attive della regione, si osserva che “allo stato attuale delle conoscenze, si può affermare che la sequenza in atto non ha alterato le probabilità di occorrenza di forti terremoti nella zona. Si ricorda che i comuni interessati ricadono tra la prima e la seconda categoria della classificazione sismica del territorio nazionale”. In quello del 12 marzo si ribadisce meglio il concetto: “allo stato attuale delle conoscenze, si può affermare che la sequenza dei mesi scorsi non ha alterato, dunque né aumentato né diminuito, le probabilità di occorrenza di forti terremoti nella zona”.

Si tratta di una visione opposta a quella dello “scarico di energia”. Da notare, peraltro, che quest'ultimo documento non rimase lettera morta, visto che i suoi contenuti furono riportati quasi interamente su Il Messaggero del 14 marzo.

Muovendo da questo sfondo “ufficiale”, nelle pagine seguenti si tenterà di valutare cosa sia stato riportato, negli stessi giorni, sui quotidiani.

Il 25 gennaio, il Centro pubblica l'intervista al funzionario della sala sismica Ingv, colto dai

giornalisti in occasione di uno dei tanti piccoli terremoti – il sismologo Alberto Michellini. Al ricercatore vengono attribuite le seguenti parole: “Se dovessimo preoccuparci di ogni attività sismica di questo rilievo [...] dovrebbe esserci un allarme costante in quasi tutta l'Italia. Queste manifestazioni telluriche sono infatti giornaliere ma nella maggior parte dei casi vengono avvertite soltanto dai nostri rilevatori [...]” Riteniamo che qualsiasi esperto del nostro settore scientifico sottoscriverebbe la sostanza di un'affermazione del genere. Qui non c'è traccia di una volontà di rassicurare, piuttosto di dire come stanno realmente le cose. Più avanti, ancora a Michellini è attribuita l'affermazione: “Ribadisco che questa intensa attività sismica non è affatto un indice dell'arrivo di prossimi fenomeni tellurici di grande pericolosità ma va anche smentito, per essere ancora più esatti, il luogo comune per il quale molte piccole scosse sismiche possano garantire un assestamento graduale della crosta terrestre scongiurando scosse potenti”. Tradotto in termini pratici, al netto dell'impropria terminologia (“fenomeni tellurici di grande pericolosità”, “scosse potenti”, ecc.) certamente non riferibile al sismologo, si sostiene che la sequenza in corso non permette di ipotizzare né certo di scongiurare il prossimo accadimento di un forte evento sismico. Si tratta, come visto, di una verità inconfutabile. Tuttavia, oltre a questa condivisibile affermazione, a testimonianza del fatto che il *leitmotiv* della rassicurazione basata sullo “scarico di energia” fosse già in riproduzione da tempo, colpisce la netta e corretta presa di posizione attribuita a Michellini su questa vera e propria fandonia. È l'esatto contrario di quanto affermato da chi non è diretta espressione del mondo della ricerca scientifica.

Tuttavia, lo stesso 25 gennaio, appaiono incomprensibilmente rassicuranti le parole attribuite ancora a Michellini, stavolta dal quotidiano Il Tempo: “tutto rientra nella normalità, sono eventi che durano qualche giorno, ma di intensità talmente bassa che noi non abbiamo sentito la necessità di avvertire la Protezione Civile”. Alla domanda: “questo sciame [...] può essere un avvertimento per eventi più massicci?” il sismologo avrebbe risposto: “assolutamente no [...] questo è uno sciame destinato a scomparire”. Questa affermazione così decisa viene, tuttavia, messa in crisi dalla successiva: “anche se [...] non potrei mettere la mano sul fuoco su un possibile evento eccezionale”, ma poi rimessa in gioco dalla frase: “la sequenza in atto alza la possibilità, è vero, ma escluderei che questo sciame possa essere un preavviso di qualcosa di più corposo”. Di fronte a queste negazioni, affermazioni, e di nuovo negazioni sul possibile accadimento di un prossimo forte evento sismico, di fronte alle parole di altro segno attribuite al medesimo sismologo lo stesso giorno da un altro quotidiano, viene da chiedersi cosa abbia realmente sostenuto il nostro collega nel corso dell'intervista al quotidiano Il Tempo. Di quale entità, ci si chiede, è stato il cambiamento delle reali parole da parte del giornalista nella traduzione verso un linguaggio più accessibile? Non deve essersi trattato di un'operazione banale, basta leggere l'ultima frase attribuita a Michellini: “E poi dobbiamo ancora valutare la profondità in cui è stato scatenato questo piccolo sisma di rimbalzo”.

Cos'è un “sisma di rimbalzo”? Certo non si tratta di terminologia attribuibile al sismologo.

Il 2 febbraio, l'intervistato da il Centro è il geologo dell'Ingv Gianluca Valensise, cui sono attribuite le seguenti affermazioni: “Ogni dieci-venti anni si registrano questi sciame che non possono essere interpretati come un particolare segnale di rischio [...] Stiamo parlando di un territorio a rischio, dove in passato ci sono stati anche grandi eventi tellurici, ma non sono questi sciame a spaventarci. E lo dico anche se sui terremoti è impossibile fare previsioni”. Nel complesso, si fa riferimento al fatto che è sismologicamente “normale” che una sequenza sismica interessi un territorio come quello aquilano. Tuttavia, non può interpretarsi in maniera rassicurante il fatto che stiamo parlando “di un territorio a rischio, dove in passato ci sono stati anche grandi eventi tellurici” e il fatto che “sui terremoti è impossibile fare previsioni”. Il lettore accorto potrà interpretare queste affermazioni concludendo che l'accadimento di un forte sisma non è per nulla escludibile, pur restando un evento a bassa probabilità.

Il 14 febbraio, il Centro riferisce al ricercatore dell'Ingv Salvatore Stramondo le affermazioni “si tratta di eventi del tutto normali che non devono allarmare” e “si tratta di una normale attività

sismica di quel territorio". Si fa riferimento, evidentemente, alle stesse questioni trattate dagli esperti nei giorni precedenti. Ma il giornalista ritiene che questa sia una "rassicurazione in relazione al terremoto di ieri mattina", corroborata dal fatto che "il ripetersi di scosse di una certa frequenza non è assolutamente una avvisaglia di fenomeni di maggiore rilievo". È il medesimo concetto correttamente espresso nei giorni passati. Tuttavia, esso viene interpretato positivamente, nel senso di una drastica riduzione della probabilità di occorrenza di un forte terremoto, al contrario della giusta interpretazione secondo cui, al di là di quanto sta accadendo, l'Aquila potrebbe essere colpita da un terremoto distruttivo in qualsiasi momento. In questo caso, si attribuisce alla sequenza sismica una valenza tranquillizzante non per la teoria dello "scarico di energia", bensì per il fatto che, dal punto di vista della pericolosità sismica nonché della possibile imminenza di un forte evento e delle relative attività emergenziali, essa non ha praticamente alcun significato: un aspetto che, pur non avendo ricadute diagnostiche, ne acquisisce nella libera interpretazione del giornalista.

Il 18 febbraio, il Centro attribuisce alla sismologa Concetta Nostro le seguenti parole: "Queste scosse non destano preoccupazione. Anzi, meglio piccoli e tanti movimenti, che uno grande e secco che crea danni notevoli, anche distruzione e morte. Queste sequenze così lunghe in un certo senso dovrebbero tranquillizzare, perché vuol dire che l'energia del sottosuolo viene rilasciata diluita nel tempo".

Si intravede, in questa serie di ovvietà che si fa fatica ad attribuire a una ricercatrice di grande esperienza, il fantasma dello "scarico di energia", anche se non in maniera del tutto palese, perché il concetto che più di altri sembra emergere da queste frasi è, banalmente, la preferibilità di tanti piccoli terremoti – anche se si avvertono e danno fastidio – a uno solo forte e distruttivo. Tuttavia, anche questa prospettiva che qualcuno avrebbe potuto interpretare come "rassicurazionista" è messa in crisi dalla successiva affermazione attribuita alla ricercatrice: "Questo, però, non esclude che ci possa essere anche una scossa forte [...] non possiamo dare nessuna valutazione su cosa sta per succedere". Va altresì ricordato che Nostro smentì successivamente, nell'udienza del 16 maggio 2012, nel corso del processo di primo grado, alcuni dei passaggi a lei attribuiti, chiarendo di non aver mai sostenuto che l'accadimento di molte piccole scosse potesse essere considerato come un fenomeno positivo (cfr. Corte d'Appello dell'Aquila, 2015: 251).

Il 14 marzo è la data dell'intervista de il Centro all'allora direttore del Centro nazionale terremoti (Cnt) dell'Ingv, Giulio Selvaggi. Il titolo dell'intervista "Una zona ad alto rischio", viene mediato dal sottotitolo "Selvaggi: queste sequenze di eventi sono normali". Da qui è facile attribuire una tendenza rassicuratrice al noto sismologo. In realtà, titolo e sottotitolo costituiscono un'estrema sintesi, dall'esito potenzialmente fuorviante, di due concetti condivisibili. Che l'Aquilano fosse una "zona ad alto rischio" era nel 2009 noto a (quasi) tutti; che fosse interessata da "eventi normali", nel quadro di quanto già osservato sopra, è altrettanto vero. Tuttavia, il brusco accostamento delle due affermazioni può soltanto generare confusione nel lettore, che sarà indotto a chiedersi come mai in riferimento a una zona ad alto rischio l'esperto di turno possa affermare che la sequenza sismica in corso sia normale. Già questo accostamento del tutto inappropriato dovrebbe gettare ombre sulla traduzione giornalistica delle reali affermazioni del direttore del CNT. Il paradosso costituito dall'avvicinamento del richiamo all'alto rischio a quello della normalità degli eventi in corso dovrebbe far capire che nella mente dell'esperto non può esserci la volontà di affermare che la normalità vada tradotta nell'impossibilità che avvengano forti eventi sismici. Dopo di ciò, va ricordata un'altra frase attribuita al sismologo nella stessa intervista: "uno sciame, qualunque sia e di qualunque durata, non è mai, e sottolineo mai, precursore di grandi eventi sismici", cui si accompagna il fatto che "se tra due giorni all'Aquila si dovesse verificare una scossa violenta, non sarebbe in nessun modo ricollegabile con lo sciame". Va precisato che questa intervista fu rilasciata in una fase della sequenza ancora caratterizzata da eventi di bassa magnitudo, non superiore a 2.9. Tuttavia, scientificamente, queste

affermazioni sono discutibili, perché in realtà – a terremoto avvenuto – è chiaro che la sequenza è interpretabile come una sorta di “preparazione” – di cui a tutt’oggi non si conoscono i meccanismi – all’evento di elevata magnitudo. Comunque, l’intervista a Giulio Selvaggi fu pubblicata con distorsioni tali, rispetto alle reali affermazioni, da spingere lo stesso ricercatore a chiarire in tempi successivi quanto segue: “I have never said what reported in the article. I have said that in my view there is no ‘cause and effect relationship’ between low magnitude swarms and a large event. This is, in my view, very different with respect to what the local newspaper reported (‘I underline that in any case a seismic sequence is not a precursor to a large earthquake’)”.

Al contrario, sono ampiamente condivisibili passaggi come “uno sciame di questo tipo in atto all’Aquila non aumenta e non diminuisce la probabilità di avere un forte terremoto” oppure “qualsiasi discorso, attualmente, che collega uno sciame a un evento importante, non ha validità scientifica”. Infine, non sono certo rassicuranti altre affermazioni attribuite al sismologo: “Oddio, ‘normalità’ per una zona ad alto rischio com’è L’Aquila e l’intero arco appenninico [...] Mi dispiace per gli abitanti dell’Aquila [...] ma vivete in una zona ad alto rischio sismico [...] quindi una zona dove un forte terremoto non è un evento improbabile, come, d’altronde, ci insegna la storia”.

Il 30 marzo, il ricercatore dell’Ingv Valerio De Rubeis fornisce pareri all’agenzia Ansa sulla sequenza sismica in atto: “«È un fenomeno di rilascio di stress frammentato» spiega Valerio De Rubeis [...] «La causa [...] è nella scarsa resistenza della faglia, che non riesce a sopportare carichi significativi di energia» [...] Se la faglia fosse stata più resistente, osserva De Rubeis, avrebbe potuto accumulare energia sufficiente a scatenare un terremoto decisamente violento”. Il passaggio viene ripreso nell’articolo della giornalista Angela Baglioni su *Il Tempo* del 31 marzo. Nel complesso, in questa affermazione che si riferisce al processo sismogenetico in atto, senza prospettiva verso lo sviluppo dello stesso, emerge con espressione più articolata quanto già apparentemente richiamato nell’intervista a Concetta Nostro. Si tratta di una valutazione piuttosto banale, poiché è evidente che la sequenza in corso costituisce un rilascio frammentario di energia, come tutte le sequenze di questo tipo che si verificano continuamente sul territorio italiano. Tuttavia, è possibile che la complessa affermazione sulla resistenza della faglia – peraltro in parte fuori dalle virgolette che attribuirebbero esatte parole all’intervistato e comunque riferita al processo sismogenetico sviluppatosi fino a quel momento – sia interpretabile da qualcuno (soprattutto se ben disposto in tal senso) come un messaggio rassicurante (su questi aspetti si veda Cappa, *infra*). Essa comunque differisce da quanto sostenuto negli altri casi sopra citati (compresa l’intervista a Nostro), perché non accompagnata dal solito monito che ricorda che un forte terremoto può comunque colpire la regione in un momento qualsiasi. Si tratta, tuttavia, dell’unico caso in cui questo richiamo è assente. Per averne nuova traccia in quanto sostenuto da un ricercatore dell’Ingv basterà attendere il giorno dopo.

Si tratta dell’intervista al sismologo Massimo Di Bona, cui il 31 marzo 2009 il Centro riferisce quanto segue: “C’è lo stesso rischio all’Aquila come in qualsiasi altra parte del mondo, ma non c’è alcun collegamento con lo sciame sismico. Non c’è nulla di anomalo, in Italia è così”. Si rimane perplessi poiché è noto anche ai non addetti ai lavori che, per quanto riguarda il rischio, l’Aquila non è per nulla uguale a qualsiasi altra parte del mondo. Restando in Italia, è risaputo che dal punto di vista sismico un conto è parlare dell’Abruzzo o della Calabria o del Friuli e un conto è parlare, per esempio, della Sardegna. Se è noto ai non addetti ai lavori, sembra piuttosto difficile attribuire un’affermazione così priva di senso a un esperto sismologo come Di Bona. Del resto, l’artificiosità del passaggio diventa evidente subito dopo l’affermazione sul rischio, cioè con la seconda parte della frase, quella che tratta dell’assenza di “collegamento con lo sciame sismico”. Collegamento di cosa? Evidentemente del rischio. È probabile che Di Bona abbia voluto esprimere il giusto concetto già emerso (si veda anche Amato e Galadini, *infra*) sull’impossibilità di utilizzare la sequenza sismica come indicatore di un prossimo forte evento sismico. Questa verità, tuttavia, deve essere stata liberamente tradotta: la distorsione dell’intervista emerge

nell'accostamento di un'affermazione errata (il rischio all'Aquila uguale al resto del mondo, certamente non attribuibile a Di Bona) alla poco comprensibile ed eccessiva sintesi sul significato di una sequenza al fine del possibile accadimento di un forte evento sismico. Inoltre, leggendo l'intera intervista al sismologo dell'Ingv si potrà notare un atteggiamento non "rassicurazionista": alla domanda del giornalista sulla possibilità di assicurare, quanto attribuito a Di Bona è piuttosto deciso e lapidario: "nessuno ci può assicurare, l'unica cosa sicura è che le case e gli edifici siano costruiti in un certo modo". Dov'è il "rassicurazionismo" basato sullo scarico di energia?

Analoga conclusione non "rassicurazionista" si può trarre dall'intervista che lo stesso Di Bona rilascia, sempre il 31 marzo, a Il Tempo: "Quella in atto nell'Aquilano [...] è una frequenza [sic] che non ha nulla di preoccupante. A volte [...] eventi del genere possono durare anche mesi. Nell'Aquilano sono all'ordine del giorno terremoti di bassa intensità [...] Non si conosce l'origine dello sciame [...] né è verosimile poterne stabilire la durata, tantomeno prevedere l'arrivo di scosse distruttive".

Nel complesso, dalla lettura di quanto attribuito ai ricercatori sembra chiaro che in nessun passaggio, pur considerando le evidenti distorsioni giornalistiche, si può evincere l'intento rassicurante poi riferito agli stessi. Su questa linea si pone un comunicato dell'Ingv all'Ansa datato 20 febbraio 2012 e firmato da Domenico Giardini, allora presidente dell'Istituto. In esso, si precisa di "non aver trasmesso al Dipartimento della Protezione Civile (Dpc) alcuna comunicazione a favore della tesi secondo cui il rilascio di energia attraverso una sequenza di piccoli terremoti possa evitarne di forti". Questa precisazione era stata resa necessaria dal fatto che "nei giorni scorsi sono state riportate da fonti giornalistiche e da alcuni media dichiarazioni secondo cui l'Ingv avrebbe avallato la tesi scientifica che un rilascio di energia attraverso una sequenza di piccoli terremoti possa evitarne di forti, e che tale tesi avrebbe influenzato le decisioni prese dal Dpc durante lo sciame sismico che ha preceduto il terremoto che ha colpito L'Aquila il 6 aprile 2009".

In questo quadro rimane poco comprensibile perché il Dipartimento della Protezione Civile abbia fatto riferimento alle più disparate fonti per appoggiare la teoria dello "scarico di energia", senza considerare i comunicati ufficiali dell'Ingv, che erano di tutt'altro segno, e senza chiedere alla comunità scientifica spiegazioni sulla materia (si veda al proposito Corte di Appello dell'Aquila, 2014: 246; 251-252).

A questo proposito, si può citare un documento fornito a "supporto" della tesi dello "scarico di energia" dall'ex Capo Dipartimento al giudice nel corso del processo di primo grado. In esso vengono riportati alcuni passaggi – relativi ad affermazioni di esperti o presunti tali – che fanno riferimento proprio alla questione del rilascio di energia nel corso di una sequenza sismica. In particolare, oltre all'Ansa che riferisce le citate affermazioni di De Rubeis del 30 marzo 2009, vengono menzionate altre agenzie relative a precedenti eventi sismici (21 giugno 1998; 11 maggio 2000; 26 novembre 2001; 6 settembre 2002; 9 settembre 2002; 1 marzo 2008) e un articolo su Panorama (3 febbraio 1985).

L'episodio meno recente tra quelli riportati dall'Ansa si riferisce a una sequenza sismica nel Tirreno meridionale, a ridosso della costa siciliana, in prossimità di Palermo. L'Ansa riporta la seguente affermazione "«È positivo che da questa faglia che noi ben conosciamo si scarichi l'energia accumulata» [...] escludendo una situazione di pericolo". Tuttavia, la parte tra virgolette e l'esclusione del pericolo vengono riferite a Giorgio Benedek, un docente di struttura della materia, del quale non è rintracciabile una solida esperienza in campo sismologico (si veda il commento in Corte di Appello dell'Aquila, 2015: 250).

L'11 maggio 2000, l'Ansa riporta informazioni relative a uno sciame sismico in corso in Romagna. Le affermazioni "non è possibile rispondere alla domanda se e quando continuerà lo sciame sismico, ma comunque dal punto di vista geologico è meglio uno sciame che libera energia a poco a poco piuttosto che un unico evento tellurico" sono attribuite a Roberto De Marco, allora direttore del Servizio Sismico Nazionale, ma non esponente della ricerca in campo sismologico.

Il 26 novembre 2001, lo spunto è offerto da un piccolo terremoto avvenuto nell'Aretino, al confine tra Umbria e Toscana. In questo caso, dall'Ansa apprendiamo che l'evento sismico era stato seguito "da uno sciame microsismico, non avvertito dalla popolazione, che ha liberato una grande quantità di energia rendendo improbabili repliche importanti". Questa affermazione – che tuttavia non esclude l'accadimento di forti terremoti – non riportata tra virgolette e non direttamente attribuibile ad alcun esperto, sembrerebbe il frutto dell'interpretazione dello sciame come insieme degli aftershock conseguenti a una scossa più forte. Interpretazione a posteriori corretta, visto il non accadimento di eventi sismici di più elevata magnitudo. Comunque, le successive affermazioni attribuite dall'Ansa al direttore dell'Osservatorio A. Bina, padre Martino Siciliani, non si riferiscono a quanto anticipato nella notizia: "il terremoto ha avuto un'origine profonda [...] che è ben oltre i sette-otto chilometri ai quali siamo abituati. Questo significa che l'energia si disperde prima di arrivare in superficie, anche se poi finisce per interessare una zona molto vasta". Qui lo "scarico di energia" si riferisce al fatto che la notevole profondità del terremoto comporta che le onde sismiche debbano attraversare uno spesso strato crostale prima di raggiungere la superficie, con la conseguenza dell'attenuazione dello scuotimento. Nulla a che vedere col fenomeno dello "scarico" legato alla possibilità/probabilità di accadimento di un forte terremoto.

Il 6 settembre 2002, l'Ansa cita la forte scossa che nella notte aveva interessato la zona di Palermo, con epicentro nel Tirreno meridionale. Questo evento "avrebbe 'scaricato' gran parte dell'energia. Questo significa che non dovrebbero verificarsi nuovi eventi tellurici di rilievo [...]". L'affermazione non viene attribuita a sismologi, ma a Tullio Martella, dirigente generale della protezione civile regionale siciliana e al già citato direttore del Servizio Sismico Nazionale, Roberto De Marco. Il concetto è ribadito in un passaggio ancora riferito ai due dirigenti: "La scossa [...] è durata circa un minuto [...] il sisma ha infatti così potuto scaricare gran parte della sua energia, senza provocare danni consistenti". Al di là del fatto che, come detto, queste indicazioni non proverrebbero da sismologi, è evidente ancora una volta che esse si riferiscono a un evento considerato (e poi realmente risultato) come il mainshock di una sequenza, cui naturalmente seguono gli aftershock, non a uno sciame sismico costituito di tanti piccoli eventi come quello che caratterizzava l'Aquila prima del 6 aprile 2009.

Il 9 settembre 2002, l'Ansa riporta ancora dichiarazioni sulla sequenza sismica che interessa la zona di Palermo. Stavolta le informazioni vengono fornite da uno degli autori di questo capitolo (Alessandro Amato), sismologo e, all'epoca, direttore del Centro Nazionale Terremoti dell'Ingv. La frase che riguarda il processo sismogenetico in corso è: "Un terremoto di magnitudo superiore a 5 genera, quasi sempre, repliche piuttosto forti come quelle della scorsa notte e di stamane: la liberazione di energia in più riprese è un evento positivo". Si tratta anche in questo caso di affermazioni che si riferiscono agli aftershock (che in italiano vengono anche chiamate "scosse di assestamento") che interessarono la Sicilia settentrionale dopo il forte evento di qualche giorno prima, non a uno sciame come quello aquilano prima del 6 aprile. In questo quadro, è ovvio che la gradualità della "liberazione di energia" sia un fatto positivo, se rapportata all'improvviso rilascio rappresentato dall'avvenuto mainshock.

Il 1° marzo 2008, in riferimento a uno sciame sismico nell'Appennino tra Toscana ed Emilia, l'Ansa definisce "elemento positivo" l'accadimento dei piccoli terremoti (fino a magnitudo 4.2). La giustificazione "perché [...] ciò conferma il progressivo abbassamento dell'energia accumulata, senza scosse di rilevante entità [...] è una situazione di scarico che va letta in chiave positiva", viene attribuita al responsabile della protezione civile emiliana Demetrio Egidi. Anche in questo caso non si tratta dell'affermazione di un sismologo.

Ancora in relazione ai documenti forniti dall'ex Capo dipartimento della Protezione Civile a supporto della tesi dello "scarico di energia", andando indietro nel tempo e abbandonando i passaggi Ansa, è del 2 febbraio 1985 un articolo su "Panorama" che fa riferimento al terremoto del 23 gennaio dello stesso anno in Garfagnana, magnitudo 4.6, su cui si articolò la nota vicenda

dell'allarme che portò molte persone a soggiornare fuori dalle proprie abitazioni per due giorni. Nell'articolo viene riportato un passaggio attribuito a Enzo Boschi, preoccupato per l'assenza di aftershock dopo la scossa del 23 gennaio; in sostanza sarebbe mancato "quello che chiamiamo sciame sismico, cioè una serie di piccole scosse di assestamento che segue in genere la scossa principale e serve a scaricare a piccole dosi le tensioni sotterranee [...] e in questi casi c'è il rischio che si accumulino lungo le faglie molta energia, fino a scatenare un forte terremoto". Tuttavia, anche in questo caso il riferimento è alla sequenza di eventi che interessano una zona dopo un sisma considerato come mainshock, quindi ancora una volta non si tratta di affermazioni spendibili nell'ottica di giustificare lo "scarico di energia" nell'Aquilano prima del 6 aprile 2009. In base all'esperienza sismologica era da considerarsi fortemente anomala (per la nota legge di Omori, 1894) l'assenza di eventi successivi al terremoto di magnitudo 4.6, tanto da far sorgere il dubbio sulle caratteristiche del processo sismogenetico.

Nel complesso, possiamo vedere come gli esperti (o presunti tali) che hanno contribuito al concetto di "scarico di energia" – similmente a quanto avvenuto in tempi precedenti al terremoto del 6 aprile 2009 – non siano sismologi. Gli esponenti della comunità scientifica intervistati – si vedano gli stralci più recenti del 26 novembre 2001 e del 9 settembre 2002 – si riferiscono a un processo sismogenetico ormai interpretato come successivo all'accadimento di un mainshock: una situazione completamente diversa da quella che caratterizzava l'Aquila prima del 6 aprile. Tuttavia, si tratta di precisazioni forse futili. Riprendendo le valutazioni sulla difficoltà a comprendere come mai nel caso del terremoto aquilano i vertici del Dpc abbiano assimilato voci non ufficiali in merito alla questione dello "scarico di energia", a fronte di comunicati ufficiali di segno opposto, le stesse difficoltà emergono quando si considera che sono dei passaggi di agenzia e un articolo su un settimanale (con tutti i problemi già visti di trasposizione dell'informazione scientifica), risalenti anche a diversi anni fa, gli argomenti con cui si giustifica oggi l'adesione a una teoria infondata (si veda al proposito il passaggio in Corte d'Appello dell'Aquila, 2015: 249).

L'informazione prima del terremoto del 6 aprile 2009: valutazioni, conseguenze

Analizzando quanto riportato dai media prima del terremoto del 2009, si può affermare che confusione ed equivoci provengono soprattutto da un'errata ma assai semplice acquisizione: il fatto che non sia prevedibile un violento terremoto nel corso di una sequenza sismica viene spesso tradotto nell'assunzione di probabilità zero di accadimento. Ciò sembra avvenire nonostante la possibilità di occorrenza di un forte terremoto venga quasi sempre inclusa nelle affermazioni dei ricercatori rilasciate agli operatori dei media. In questo aspetto si palesano lacune culturali di chi riceve il dato scientifico e verosimilmente limiti comunicativi dei ricercatori.

Si direbbe che da questa lettura non siano lontane nemmeno personalità del vertice operativo in caso di emergenza. Valgano come esempio alcuni passaggi di una nota del 2009 dell'allora Capo Dipartimento della Protezione Civile in risposta a una richiesta di chiarimenti dell'ex Presidente dell'Ingv in data 16 settembre 2009 (le due note sono disponibili in Di Nicola, 2009). In questa risposta, con riferimento al citato comunicato ufficiale dell'Ingv del 12 marzo ("allo stato attuale delle conoscenze, si può affermare che la sequenza dei mesi scorsi non ha alterato, dunque né aumentato né diminuito, le probabilità di occorrenza di forti terremoti nella zona [...]"), l'ex Capo Dipartimento osservava: "ciò significa che, sempre prima del verificarsi dei luttuosi accadimenti del 6 aprile 2009, lo stesso INGV non aveva palesato né un innalzamento della soglia di rischio da terremoto di forte intensità, né la ragionevole prevedibilità del medesimo evento".

In questa interpretazione manca, evidentemente, la lettura del "né diminuito le probabilità di occorrenza" del comunicato Ingv, per cui in realtà se non si palesa "un innalzamento della soglia di rischio di terremoto di forte intensità" non se ne palesa nemmeno una diminuzione e resta valida l'attribuzione generale di area a elevata pericolosità ove un forte sisma può avvenire in qualsiasi momento.

Nella medesima nota sopra richiamata, nell'analoga prospettiva del mancato "innalzamento della soglia del rischio" sembra interpretata anche l'affermazione dell'ex Presidente Ingv rilasciata nel corso della riunione della "Commissione", riportata nel noto verbale, secondo cui "I forti terremoti in Abruzzo hanno periodi di ritorno molto lunghi. Improbabile che ci sia a breve una scossa come quella del 1703, pur se non si può escludere in maniera assoluta". Si tratta di un passaggio per la cui analisi si rimanda al capitolo di Amato e Galadini (infra). Brevemente, questa sintetica e condivisibile affermazione riferita al comportamento della faglia che generò il terremoto del 1703 non può essere considerata come sintomatica di un non "innalzamento della soglia di rischio da terremoto di forte intensità", considerato l'elevato numero di faglie (oltre a quella citata) che interessano l'Aquilano.

Nella medesima univoca prospettiva del non "innalzamento della soglia di rischio" sembra altresì interpretato dall'ex Capo Dipartimento un altro passaggio ripreso dal verbale della riunione "Cgr": "la semplice osservazione di molti piccoli terremoti non costituisce fenomeno precursore". Con ciò la lettura si avvicina – ma non si sovrappone, perché qui si parla solo di non "innalzamento della soglia di rischio" – alla prassi mediale che, come visto, ha tradotto l'imprevedibilità in un'assenza di probabilità.

Più in generale, tornando alla più volte citata teoria dello "scarico di energia", resta comunque poco chiara la sua modalità di diffusione. Che non derivi direttamente dai ricercatori dell'Ingv è evidente nell'assenza di una chiara espressione di questa da parte di esponenti della ricerca sismologica. Nei soli due casi in cui viene affrontato l'aspetto fisico dello sciame (Ansa / De Rubeis, il Centro / Nostro), ciò che è affermato si riferisce a quanto in corso, con conclusioni anche banali, come meglio tanti piccoli terremoti che uno grande e distruttivo. Non c'è mai il riferimento al fatto che lo sciame prevenga la possibilità di accadimento di un forte sisma. È possibile, tuttavia, che un'inutile affermazione come quella citata possa essere impropriamente interpretata dai media nel senso tanti piccoli terremoti evitano l'accadimento di un forte sisma. Sull'impossibilità di coinvolgere direttamente la comunità scientifica sull'argomento dello "scarico", va detto che nello stesso documento prodotto dal Dpc a giustificazione dell'avallo e "impiego" della "teoria" soltanto tre delle affermazioni sono attribuibili a esponenti della comunità scientifica e si riferiscono all'evoluzione di una sequenza sismica in cui l'evento principale era già avvenuto (al di là del fatto che fosse corretta o meno l'interpretazione della sequenza in corso), quindi a quelli che nella letteratura specialistica vengono definiti aftershock e che completano il processo della rottura della faglia sismogenetica.

Di fronte a questi aspetti, sarebbe da valutare quale sia stato il peso di una logica semplificativa nella diffusione della "teoria". In pratica, piacerebbe approfondire la possibilità che la traduzione mediale delle conoscenze sismologiche sia avvenuta mediante l'erronea riduzione della complessità del fenomeno fisico. In ciò sarebbe stata applicata una logica da "buon senso" dagli effetti drammatici, che avrebbe portato all'avallo della teoria dello "scarico" e alla sua adozione popolare in virtù del connotato di facile comprensibilità. Quando è stato possibile, ove direttamente intercettata, la "teoria" è stata confutata dal ricercatore intervistato (il Centro / Michelini). Inoltre, a riprova del fatto che la comunità scientifica si esprime ufficialmente sull'argomento, si ricorda ancora una volta che i comunicati dell'Ingv non fanno alcun cenno a tale "teoria".

È certo che lo "scarico di energia" è stato uno dei principali ingredienti nella "rassicurazione". Tuttavia questa sorta di trappola dell'incultura può aver rappresentato, appunto, un ingrediente e come tale, perché abbia avuto effetto, deve essere stato inserito in un adeguato contesto.

Sull'aspetto della rassicurazione e sul ruolo che potrebbero aver giocato i media, è utile riportare le parole della giornalista del TG3 Abruzzo Maria Rosaria La Morgia, che in un'intervista di dicembre 2010, al margine del convegno "Cahiers des doléances" (Onna, 4 dicembre 2010) – almeno fino a marzo 2014 consultabile sul sito "6aprile.it", ma oggi non più reperibile – sulla questione del ruolo dell'informazione nella fase pre-sisma osserva: "Secondo me c'è stato un

clima di diffusa ... tranquillizzanti ... ha cercato di tranquillizzare ... la paura di diffondere il panico. In realtà, se si fa bene informazione non si diffonde il panico. Si spiega la realtà, si dicono quali sono i rischi che si corrono e si mette la popolazione [...] in grado di prendere le sue precauzioni". A queste frasi faceva eco l'intervista sullo stesso sito non più consultabile a Eleonora Martini, giornalista de *il Manifesto*: "Certo che [la stampa] ha avuto un ruolo nel tranquillizzare eccessivamente e anzi assolutamente fuori luogo la popolazione aquilana ma semplicemente perché io credo che questo Paese, e l'Aquila l'ha dimostrato, è in piena crisi informativa e di comunicazione".

Per quanto riguarda la confusione generata nel lettore, è lungi dalle finalità di questo articolo analizzare le conseguenze in termini di scelte della cittadinanza, in una fase critica, di fronte alla necessità di sciogliere i dubbi, avendo a disposizione varie opzioni (per questi aspetti si rimanda ai contributi di Morcellini e di Ciofalo, *infra*). In sintesi, si può affermare che la contraddittorietà della rappresentazione giornalistica dei fatti accaduti prima della scossa del 6 aprile – legata a forme di affollamento e protagonismo comunicativo in grado di offuscare i messaggi della comunicazione istituzionale – sia alla base di una sorta di dissonanza cognitiva. Questa viene solitamente risolta mediante adesione alla rappresentazione più rassicurante (Morcellini, *infra*). I vari processi insiti nella pratica delle rappresentazioni mediali (tra cui quello di narrativizzazione dell'informazione; si veda Ciofalo, *infra*) avrebbero prodotto nel tempo effetti distorsivi rispetto ai messaggi delle autorità di protezione, che sembrerebbero aver relegato l'imprevedibilità dei terremoti – quindi anche la possibilità di accadimento di un forte evento sismico – a un ruolo via via meno significativo rispetto a quello rassicurante della "normalità" del fenomeno sismico in corso, che peraltro era (e sarebbe ancora oggi) una "normalità" sismologica in considerazione delle tante sequenze sismiche che interessano con una certa continuità il territorio nazionale (si veda, su questo punto, anche Corte di Appello dell'Aquila, 2015: 254).

Viste le caratteristiche di quanto pubblicato dai quotidiani e via via attribuito a questo o a quell'esperto, considerata altresì la complessità dei problemi sopra delineati, la tesi sul "rassicurazionismo" di provenienza Ingv nei giorni (addirittura mesi) precedenti al terremoto lascia perplessi. Ad essa fa riferimento l'antropologo Antonello Ciccozzi, professore dell'Università dell'Aquila e consulente del pubblico ministero, utilizzando un campione delle citate interviste pubblicate sui giornali e alcune delle frasi riportate in queste pagine, attribuite ai ricercatori dell'Istituto (Ciccozzi, 2013).

Nella deposizione nel corso del processo, Ciccozzi si esprimeva in questi termini: "Nella comunicazione data dalle istituzioni scientifiche i messaggi erano ampiamente articolati [...] Possiamo pensare a quella comunicazione come ad un'orchestra durante l'accordatura, si sente un marasma di note, però emerge una nota che è quella fondamentale. All'interno di questi segnali variegati, la nota fondamentale che emergeva era quella «state tranquilli, non succede niente», il semaforo col segnale verde, quello è il contenuto dell'informazione".

Da notare che, durante la deposizione, l'avvocato di parte civile Antonio Valentini chiedeva a Ciccozzi come si potesse coniugare quanto da lui sostenuto con l'evidenza di un "panico montante".

L'idea di una comunità scientifica rassicurante, finito il processo di primo grado, sarà da Ciccozzi discussa in un libro dedicato al terremoto del 2009 (Ciccozzi, 2013). Da questo è desumibile un'affermazione come la seguente: "nel dibattito innescato dal processo alla CGR a volte si è supposto che la responsabilità riguardo eventuali messaggi immotivatamente rassicuranti sia da attribuire a distorsioni delle analisi scientifiche prodotte dai media. Diciamo subito che si può dimostrare che i media non hanno distorto alcunché in merito alla sostanza contenuta in quelle informazioni: le rassicurazioni sono provenute dalle istituzioni scientifiche".

Successivamente, l'argomento del rassicurazionismo Ingv viene ancora rilanciato da Ciccozzi in un'intervista pubblicata da *l'Unità* il 30 settembre 2013 (p. 15), in cui il professore aquilano ricorda che: "già da due mesi dall'Ingv venivano messaggi rassicuranti".

Per quanto riportato nelle precedenti pagine, è evidente che non è possibile condividere la posizione dell'antropologo aquilano, come del resto già affermato da Amato e Galadini (2013). Successivamente a questa pubblicazione, tuttavia, Ciccozzi ha comunque ribadito la sua impostazione. Ciò è ampiamente dimostrato dal passaggio più recentemente pubblicato su *Il Fatto Quotidiano* (Ciccozzi, 2014a): "E qual è qui il 'pugnale insanguinato'? Si tratta di diagnosi e intenzioni rassicuranti partite – mentre la città era scossa da una sequenza sismica che durava da mesi – già prima della riunione aquilana degli esperti; di un messaggio d'insieme prodotto sullo sfondo di un complesso intreccio di biopolitica del rischio al quale quella riunione pose un colposo suggello di autorevolezza, nell'aurea [sic] di un cerimoniale scientifico. Ecco:

La dichiarazione di una ricercatrice Ingv secondo la quale le scosse di quei giorni avrebbero dovuto tranquillizzare, perché segno di «energia del sottosuolo che viene rilasciata diluita nel tempo» (febbraio 2009).

Un comunicato dell'Ingv che descrive la sequenza sismica in corso come uno «sciame», «senza una scossa principale e relative repliche» (marzo 2009)".

Anche in questo caso, in base a quanto scritto nelle pagine precedenti, si ritiene di dover respingere fermamente l'idea che da parte della comunità scientifica e segnatamente da parte di quella dell'Ingv fossero "partite" da tempo "diagnosi e intenzioni rassicuranti". Il riferimento a quanto attribuito da un giornalista alla "ricercatrice Ingv" (si tratta di Concetta Nostro, la cui intervista è stata discussa in precedenza) è inaccettabile nel momento in cui la frase viene proposta priva di un'altra affermazione per nulla rassicurante riferita alla stessa ricercatrice da *il Centro*: "Questo, però, non esclude che ci possa essere anche una scossa forte [...] non possiamo dare nessuna valutazione su cosa sta per succedere". Il richiamo all'idea di "sciame" come elemento tranquillizzante lascia altrettanto perplessi, visto che qui ci si riferisce a un termine usuale in sismologia (Amato e Galadini, *infra*), che identifica scosse sismiche cronologicamente ravvicinate e di bassa magnitudo, indipendentemente dall'evoluzione del processo sismogenetico in atto. Altrove, l'autore ricorda che tra gli esperti della "Commissione" "fu esposta la tesi rassicurante dello 'scarico di energia' senza che nessuno la rigettò (anzi furono espresse frasi come 'questa sequenza sismica non preannuncia niente 'escluderei che lo sciame sismico sia preliminare di eventi')" (Ciccozzi 2014b). Questa affermazione, tuttavia, non riconosce il fatto che l'impossibilità di associare in termini predittivi una sequenza sismica a un grande terremoto (Amato e Galadini, *infra*) – aspetto richiamato negli stralci citati da Ciccozzi – non ha nulla a che vedere con il più volte citato "scarico di energia" – argomento peraltro non trattato nel corso della riunione del 31 marzo – e che, come visto, nessun sismologo tra quelli della "Commissione" si espresse mai a favore di questa teoria.

Pressoché in linea con quanto sostenuto da Ciccozzi è il parere – a dire il vero più sfumato – di Cianciotta e Alessandrini (2013). Gli autori ricordano che la popolazione ha vissuto per un certo periodo "di fronte alla scelta se affidarsi al tenore genericamente rassicurante di alcune episodiche informazioni provenienti da singoli studiosi o ricercatori dell'I.N.G.V. o da esponenti politici locali, o se affidarsi alle affermazioni del ricercatore Giuliani".

Si tratta ancora una volta di tesi in contraddizione con i contenuti dei comunicati ufficiali dell'Ingv e con l'analisi di quanto riportato dai quotidiani o disponibile in rete.

Sulla stessa lunghezza d'onda si pongono altri riferimenti al rassicurazionismo. Ad esempio, nel quadro della richiesta di archiviazione dell'inchiesta a carico dell'ex capo della Protezione civile Guido Bertolaso, si sarebbe osservato: "egli non era un tecnico e non aveva conoscenze specifiche in campo sismico sicché la sua fonte informativa privilegiata, anche in relazione allo sciame sismico in atto all'Aquila, era l'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia. Dai tecnici e dai ricercatori frequentati per ragioni lavorative aveva appreso che lo sciame sismico scaricava energia".

Ciò riporta alla già discussa questione del mancato riferimento da parte dei vertici del Dpc alle informazioni contenute nei comunicati ufficiali dell'Ingv. Ripropone comunque la difficoltà a

individuare i tecnici e i ricercatori dell'Istituto "frequentati per ragioni lavorative", anche in considerazione della mancanza di chiari richiami alla teoria dello "scarico di energia" provenienti da questi ultimi nel materiale fornito al tribunale dell'Aquila dallo stesso ex Capo Dipartimento – materiale di cui si è discusso nelle pagine precedenti.

Nella complessa questione del "rassicurazionismo", della distorsione dei messaggi che venivano dal mondo della ricerca, delle possibili conseguenze di questa distorsione, lascia perplessi quanto espresso dal giornalista de il Centro Giustino Parisse, secondo cui dagli esperti dell'Ingv (Parisse, 2013) "con toni e modalità diverse veniva fuori sempre una sorta di 'non comunicazione': se, forse, ma, certo, non si può. Tutta una casistica di risposte della serie: ho detto tutto ma senza dire niente [...]".

Il richiamato atteggiamento degli esperti riflette, evidentemente, l'elevato grado di incertezza scientifica connesso con il fenomeno sismogenetico. Pertanto, a fronte delle iterazioni di discutibili domande poste ai ricercatori (peraltro anche agli scriventi) - della serie: ci si può aspettare un forte terremoto? cosa accadrà? è finita? possiamo stare tranquilli? potete rassicurare la popolazione? – e di quanto più volte affermato dalla comunità scientifica: i terremoti non sono prevedibili, la zona è caratterizzata da elevata pericolosità sismica, l'occorrenza di una sequenza sismica è un fatto quasi all'ordine del giorno in Italia, un terremoto distruttivo può avvenire in qualsiasi momento ecc., viene da chiedersi quale tipo d'informazione la comunità scientifica Ingv avrebbe dovuto fornire, oltre quella inerente i vari terremoti che via via andavano interessando la regione aquilana e le caratteristiche del territorio in termini di storia e pericolosità sismica.

Questi ultimi aspetti rappresentano l'espressione più acuta del difficile rapporto che lega giornalisti e scienziati, oggetto di breve discussione nel paragrafo seguente.

Operatori dei media e sismologi

Quanto discusso nelle precedenti pagine porta a ritenere che gli operatori dell'informazione (e non solo) abbiano spesso male interpretato e liberamente tradotto quanto realmente affermato – talvolta, verosimilmente, in modo poco chiaro – dai ricercatori, certamente generando confusione e alimentando il dubbio nei lettori (su questi aspetti si veda anche Tipaldo, *infra*).

Del resto, l'idea dei media come lente deformante, in grado cioè di selezionare e distorcere alcuni aspetti della realtà a scapito di altri, e di provocare o facilitare particolari effetti sul pubblico – in relazione al cosiddetto *journalistic bias* e alle valutazioni legate alla *newsworthiness* – non è certamente nuova e costituisce uno dei motivi più ricorrenti negli studi sulla comunicazione (es. Gurevitch et al., 1982; Morcellini, 2013). A questi problemi non sfugge l'ambito della comunicazione del rischio (es. Kitlinger, 1999; Wåhlberg e Sjöberg, 2000; LaFountain, 2004; Smith, 2005; Ashe, 2013 e bibliografia citata; Cocco et al., 2015; Cerase, *infra*), con effetti che portano alla riduzione della complessità dei temi, spesso nel contesto di cornici narrative unificanti per qualsiasi tipo di fenomeno che implichi incertezza e attribuzione di responsabilità per le sue ricadute sociali.

In generale, lo specifico caso del trattamento dell'informazione sismologica prima del terremoto del 2009 ben s'inscrive nel quadro sopra delineato, con esiti tali da costituire utili fonti di analisi nel più generale contesto della discussione sul problema della "credibilità" del giornalismo italiano (si vedano al proposito Spalletta e Ugolini, 2011 e, in riferimento al terremoto giapponese del 2011, Cerantola e Alecci, 2011).

Tentando di chiarire le ragioni dei risultati non sempre felici della trasformazione dei dati che provengono dal mondo della ricerca, si potrebbe affermare che un peso determinante sia riferibile a limiti culturali degli operatori dei media che non appartengono alla categoria dei giornalisti scientifici. Infatti, come notato da Smith (2005), "journalistic decision-makers can look at the spread of seats for different political parties, or the size of a business sector or union membership to gauge whether their coverage is 'balanced' and 'appropriate', but rarely have the

levels of scientific literacy required [to make] similar judgments about stories founded in scientific discourses”.

Inoltre, come evidenziato da Ashe (2013), “For those to whom statistical inference does not come easily, understanding information about risk is very difficult. When the journalist conveying the information has little understanding of it either, the confusion increases”.

Questi aspetti che attengono alla cultura e alla preparazione dei singoli operatori dei media devono essere integrati con le conseguenze delle varie esigenze redazionali. In questa ottica, possono essere citate a esempio questioni legate alle dimensioni delle redazioni locali, “troppo piccole per [...] prevedere una qualche specializzazione su un singolo tema”, tanto da non potersi “permettere un giornalista specializzato scientifico” (Congeduti, 2013).

Più in generale, accanto alle questioni organizzative, è evidente che l’aspetto della “notiziabilità” sembra avere un peso notevole negli esiti della comunicazione mediale. In effetti, essa costituisce un prerequisito nella selezione dell’informazione: in merito alla fonte, è stato notato che “Sources (scientists, lobby groups etc.) who express tentative or qualified positions or say «we don’t know» are less likely to be cited than those who express firm opinions one way or the other” (Kitzinger, 1999).

Proprio per quanto concerne la sismologia, la conseguenza di quanto sopra è che “once the seismologists’ knowledge reaches the press, it is beyond their control. In the hands of the press, radio or television, scientists’ statements may be distorted, inaccurately quoted or erroneously attributed” (Meltzer, 1979).

Le deviazioni sopra richiamate contribuiscono ad allontanare i prodotti giornalistici da quanto invocato dai ricercatori della comunicazione del rischio come paradigma della corretta rappresentazione delle informazioni scientifiche (es. LaFountain, 2004; Ashe, 2013) e da quanto è considerato, nel campo del giornalismo scientifico, ingrediente fondamentale per un prodotto adeguato al lettore estraneo agli ambienti della ricerca (es. Bencivelli e De Ceglia, 2013).

Per contro, l’informazione prima del terremoto suggerisce anche l’effetto difficilmente quantificabile di una certa impreparazione a comunicare da parte dei ricercatori (es. Sturloni, 2012; Tipaldo, *infra*), sebbene buona parte della comunità scientifica ritenga che un’efficace interazione con i media per la migliore comprensione dei fenomeni fisici sia una sorta di obbligo verso la società (es. Smith, 2005; si veda anche, sul piano nazionale e in riferimento alla sismologia, Congeduti, 2013).

La complessità del rapporto tra operatori dei media e sismologi emerge chiaramente dal confronto di osservazioni di esponenti delle due categorie coinvolte nel processo di costruzione della notizia.

Secondo alcuni giornalisti, dall’intervista a un sismologo nel corso di una sequenza sismica si ricavano “indicazioni troppo generiche e astratte, prive di utilità pratica nei confronti del pubblico e prive di agganci specifici e concreti alle circostanze presenti”; pertanto, si avverte una reale difficoltà a scrivere “qualcosa che sia leggibile e interessante a partire da espressioni che molto spesso sono [...] interlocutorie” (Congeduti, 2013).

Per contro, i sismologi rimarcano il fatto “che i giornalisti, pur sapendo ormai che i terremoti non si possono prevedere, non [riescono] ugualmente a fare a meno di richiamarsi a questa credenza, contribuendo così a mantenerla in auge e creando delle false aspettative nella popolazione” (Congeduti, 2013). Inoltre, secondo i sismologi, “l’obiettivo del giornalista sarebbe quello di ottenere una qualche rassicurazione da trasmettere alla popolazione” (Congeduti, 2013).

Data l’importanza dell’interazione tra operatori dei media e scienziati – e in generale data l’importanza del dato scientifico in discussioni pubbliche o in contesti che implicano scelte per la società – una maggiore efficacia comunicativa da parte dei ricercatori sarebbe da considerarsi come un aspetto prioritario (es. Riesch e Spiegelhalter, 2011). Questa valutazione tiene anche conto del fatto che nell’interazione col pubblico dei non addetti ai lavori uno scienziato acquisisce suo malgrado il ruolo del comunicatore egli stesso, pur non avendone necessariamente le

capacità, che siano innate o dovute a una specifica formazione (Wolman, 2014). In generale, la carenza di efficacia comunicativa potrebbe essere direttamente rapportabile alla necessità di sintetizzare i contenuti di materie scientifiche che hanno nell'incertezza tratti fondanti: "The essential difficulty in the communication of scientists with the public flows from the fundamental inadequacy of scientific knowledge. It is the uncertainty of knowledge which argues for caution in making public statements" (Meltzer, 1979).

Tuttavia "the public [...] have the tendency to view uncertainty as denoting areas of ignorance, akin to blank areas on a map, which could be filled in by more research. Unfortunately, in many cases uncertainty does not behave like this. In the case of earth systems, we may find that scientific attempts to discover more about a phenomenon actually generate more uncertainty by revealing that elements we have little knowledge of are actually more complex than imagined and thereby increase the range of possible outcomes for the system even further" (Ashe, 2013). Ciò basta per corroborare la già citata evidenza della difficile coniugazione dell'incertezza con le esigenze dei media.

Più in generale, sembra chiaro che "[Scientists] are not [...] well equipped for communication with a wider public. Very little in their education and experience as scientists, prepares scientists for the public arena [...] Used to very abstract symbols, qualified statements, and precise language, scientists are not used to the distortion and suppression in the use of their knowledge which may or may not make news or contribute to the formulation of policy" (Meltzer, 1979). Certamente le vicende relative alla comunicazione del rischio sismico e all'informazione sismologica prima del terremoto dell'Aquila hanno portato a un più vivo dibattito sulle corrette modalità con cui dovrebbero essere affrontati questi aspetti, soprattutto in contesti di panico crescente nella popolazione (si veda a es. Congeduti, 2013). Pur essendo aumentata nei ricercatori la consapevolezza dell'importanza dell'interazione col pubblico dei non addetti ai lavori, sembrerebbe che la comunità scientifica di cui gli scriventi fanno parte non sia ancora riuscita a definire procedure tali da scongiurare equivoci interpretativi. Si ritiene che su aspetti di natura culturale i ricercatori possano intervenire soprattutto con un crescente impegno formativo, didattico, pedagogico, mediante l'intensificazione di tutte quelle campagne e manifestazioni, già oggi numerose, che avvicinano la cittadinanza alla cultura scientifica. Si tratta in sostanza di una crescente interazione col pubblico, di condivisione e partecipazione, secondo quelle modalità che la letteratura sulla comunicazione auspica, a esempio in tema di politiche della ricerca e dell'innovazione tecnologica (es. Rowe e Frewer, 2000). La speranza è che questo impegno possa portare in un futuro non lontano a prevenire la nascita di equivoci e leggende metropolitane con potenziale danno per la società, in quanto in grado di innescare imprevedibili effetti di amplificazione del rischio (Pidgeon, Kasperson e Slovic, 2003).

Conclusioni

È stato osservato come la traduzione dell'informazione scientifica nei formati medialti abbia portato alla divulgazione di messaggi contraddittori e di equivoci. Sono illuminanti, al proposito, alcune interviste in cui i ricercatori da un lato sembrano assicurare il lettore sul fatto che la sequenza in corso probabilmente non si evolverà con forti terremoti, dall'altro, nelle stesse interviste, giungono a conclusioni apparentemente opposte, vale a dire all'impossibilità di escludere l'occorrenza di un forte evento sismico. È difficile immaginare che il lettore possa essersi fatto un'adeguata e solida idea personale del processo sismico, attraverso i numerosi terreni minati della logica proposti dai vari quotidiani e dalla rete. Appare altresì evidente che il modo in cui certi contenuti scientifici sono stati riportati dai media non sempre è corrisposto a quanto avrebbero realmente voluto esprimere i vari esperti: una serie di fraintendimenti e omissioni che hanno in più di un'occasione fatto pensare a veri e propri *lost in translation*. D'altro canto, in alcuni casi emerge la difficoltà degli esperti stessi a rendere in parole semplici e comprensibili ai profani concetti molto complessi in contesti caratterizzati da notevole

incertezza e a fronteggiare equivoci interpretativi dovuti all'eccesso di semplificazione. La compresenza – negli stessi giorni e mesi precedenti al terremoto – non solo di toni allarmistici e rassicuranti, ma anche di traduzioni “opposte” delle conoscenze scientifiche – tali che una neghi l'altra – ha reso ancora più arduo il tentativo del lettore di costruirsi una corretta idea sul significato del processo sismogenetico in corso. L'andamento ondivago di toni e contenuti dell'informazione, tra l'allarmistico e il rassicurante, si mantiene a cavallo della riunione della “Cgr”. In sostanza, è stato osservato che la compresenza di notizie e affermazioni di segno diverso è perfettamente comparabile prima e dopo il 31 marzo, pur includendo l'informazione legata agli esiti della riunione della “Commissione”.

In questo contesto di complessità comunicativa si innestano le questioni del “rassicurazionismo” e dello “scarico di energia” tra loro strettamente legate. L'analisi di quanto disponibile dai media evidenzia come alcuni messaggi tranquillizzanti – esplicitamente basati sulla falsa ipotesi secondo cui tanti piccoli terremoti possono evitare il verificarsi di un evento distruttivo – siano stati effettivamente lanciati da presunti esperti non espressione della ricerca sismologica. A questo filone che lega “rassicurazione” e “scarico di energia” ha fatto riferimento anche il vertice Dpc. Come questi messaggi si siano poi diffusi tra la popolazione prima del 6 aprile 2009 – fino al punto di acquisire funzione paradigmatica – è argomento che esula dalla presente trattazione, necessitando di competenze ulteriori rispetto a quelle degli scriventi.

In questa sede sembra utile ribadire che la teoria dello “scarico di energia” non è e non è stata espressione dei ricercatori sismologi. Inoltre, si sottolinea che comunicazioni di carattere rassicurante tese a escludere la possibilità di accadimento di un forte terremoto sulla base della citata teoria non sono riconducibili all'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia.

Quanto osservato nelle pagine precedenti, gli equivoci, i falsi scientifici, la compresenza di messaggi e toni rassicuranti e allarmistici, è anche frutto del difficile rapporto che intercorre tra il mondo dei media e quello della comunità scientifica sismologica. La difficoltà si traduce nella scarsa comprensione reciproca, frutto dei diversi linguaggi, della differente cultura e delle diverse prospettive proprie degli esponenti delle due categorie. Dal punto di vista dei ricercatori, si può notare negli ultimi anni un crescente coinvolgimento verso una sorta d'informazione “partecipata” nei confronti del pubblico dei non addetti ai lavori, con un numero crescente di iniziative che avvicinano i cittadini alla scienza. Questo impegno verso la società – certamente presente da non molti anni – è assunto dai ricercatori con la fondata speranza che in un prossimo futuro siano evitabili quegli equivoci e quelle distorsioni che possono avere effetti negativi sui cittadini in materia di difesa dai terremoti.

Per quanto concerne il rapporto tra ricercatori e operatori dei media, è stato osservato che “sarebbe opportuno [...] costruire occasioni di incontro e di dibattito tra sismologi e giornalisti prima che il confronto degeneri in aperto conflitto, prima che si verifichi una crisi sismica. Un dialogo proficuo andrebbe sviluppato in tempo di pace, in un clima disteso e collaborativo” (Congeduti, 2013).

Pur ritenendo probabile che un simile approccio – peraltro tentato altrove con successo (es. Smith, 2005) – possa recare un significativo miglioramento nella resa mediale della complessità del dato sismologico, va osservato che a distanza di ormai quasi sei anni dal terremoto aquilano non si sono registrate importanti iniziative a riguardo.

9. L'incertezza della scienza dei terremoti e il problema dei linguaggi: Il caso del processo "Grandi Rischi" all'Aquila

Alessandro Amato

In: R. Borsari (a cura di) *Processo alla Scienza*, 2016, Padova University Press

*I metodi della scienza e della giustizia hanno molto in comune.
Entrambi tentano di fare luce nell'oscurità e nell'incertezza.*
(Val McDermid)

Scienza e legge differiscono sia nel linguaggio sia negli obiettivi che cercano di raggiungere.
(David Goodstein)

Introduzione

Il processo dell'Aquila alla "Commissione Grandi Rischi" ha posto in evidenza i problemi che possono sorgere quando una disciplina scientifica non esatta e con elevati margini di incertezze come la sismologia viene a confrontarsi con la legge. Mentre in campo medico si è assistito negli ultimi decenni a numerosi casi in cui scienza e legge si sono incontrate nelle aule dei tribunali, nel caso dei terremoti si è trattato forse del primo caso in cui degli scienziati¹ e dei funzionari di protezione civile si sono trovati processati e condannati a seguito di un terremoto.

Come ripetutamente affermato nella sentenza di primo grado, l'accusa ai sette esperti della "Grandi Rischi"² non era esplicitamente legata al fatto di non avere previsto il terremoto, ma a quello di non avere previsto il rischio di un terremoto. Su questa sottile e ambigua distinzione si registrano numerosi commenti di illustri giuristi, che non discuteremo in questo contributo (si veda il saggio di Fornasari in questo volume per una discussione sul tema, i contributi e la ricca bibliografia del volume "Terremoti, Comunicazione, Diritto" curato da Amato et al., 2015, e in particolare i testi di G. Fornasari e G. Insolera, di C. Valbonesi e di A. Galluccio).

Per i sismologi, gli ingegneri, e in generale per chi opera in un ambito scientifico, questa distinzione non è facilmente comprensibile. Infatti, si parla tecnicamente di rischio sismico per indicare il prodotto tra pericolosità sismica, esposizione e vulnerabilità. Il rischio sismico si può valutare, con opportuni calcoli e assunzioni, in base a un livello di pericolosità determinato, per esempio prendendo come riferimento la mappa ufficiale pubblicata in Gazzetta Ufficiale³ e le stime sull'esposizione e sulla vulnerabilità; oppure il rischio può essere valutato prendendo come riferimento un evento di scenario, per esempio un terremoto storico già accaduto. Questa operazione, che viene solitamente effettuata dalle autorità di Protezione Civile o territoriali, è funzionale a valutare le criticità del territorio, a mettere a punto piani di emergenza e a definire le priorità nelle azioni di riduzione del rischio, come per esempio le verifiche degli edifici, pubblici e privati, e gli interventi di adeguamento o rinforzo sismico. Non si tratta quindi di azioni "last-minute", proprio a causa della natura imprevedibile degli eventi sismici, ma di studi che servono per la pianificazione territoriale. Questa distinzione lascia trasparire un difetto di comprensione tra giuristi e scienziati, difetto che tocca sia i contenuti di talune affermazioni che quelli lessicali.

¹ Useremo in questo contributo il termine "scienziato" in analogia con la dicitura anglosassone "scientist", per indicare la professione del ricercatore scientifico (universitario o appartenente a un Ente di Ricerca), senza la connotazione un po' altisonante e negativa con cui questo termine viene talvolta considerato in Italia.

² Come noto, solo quattro tra questi erano componenti della Commissione Grandi Rischi, mentre gli altri tre vi furono attribuiti durante il processo, insieme ad alcuni funzionari pubblici – sindaco, assessore, ecc. – allo scopo di raggiungere il numero legale di dieci componenti necessario per rendere valida la riunione.

³ Ci si riferisce all'Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006): criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006).

In questo saggio mi concentrerò su entrambi gli aspetti, soffermandomi su alcuni concetti scientifici che hanno ricevuto l'attenzione dei giudici durante i processi aquilani; cercherò poi di descrivere le caratteristiche di alcuni termini di uso comune, evidenziando come questi possano assumere significati molto diversi nell'uso giuridico e in quello scientifico. Tra questi, mi concentrerò sul concetto di prevedibilità, che assume un rilievo particolare in un contesto come quello della scienza dei terremoti, allorquando questa entra in un dibattito processuale.

Terremoti, tsunami, uragani, vulcani

È noto che tra i fenomeni naturali potenzialmente distruttivi il terremoto è quello meno prevedibile. Le ragioni di questa imprevedibilità sono riconducibili a due elementi principali, uno di natura epistemica - la nostra conoscenza limitata dei processi che avvengono molti chilometri sotto i nostri piedi - e l'altro legato alla intrinseca irregolarità del processo sismico.

Quest'ultimo è caratterizzato infatti da un'elevata non linearità nell'evoluzione finale, quando cioè una determinata faglia (una superficie di debolezza dove si accumulano gli sforzi legati ai movimenti geologici secolari) inizia a rompersi dando luogo a un evento sismico. L'evoluzione finale di questo processo è incerta, a causa di molti fattori che possono cambiare rapidamente durante l'evento stesso, quali la composizione chimica dei minerali e delle rocce, le loro condizioni di temperatura, pressione, il contenuto in fluidi e altri elementi chimico-fisici che possono cambiare molto velocemente proprio durante il processo sismico. A questa imprevedibilità si unisce l'inaccessibilità dei fenomeni sismici, che si originano a molti chilometri di profondità sotto la superficie terrestre, dove non possiamo arrivare se non in rarissimi casi e con enormi sforzi tecnologici ed economici. Per studiare i terremoti, i sismologi possono soltanto registrarne gli effetti: un tempo questi erano limitati ai danni, come la distruzione di edifici, le fratture nel terreno, la fuoriuscita di fango; a partire dalla fine del diciannovesimo secolo, e soprattutto negli ultimi decenni del ventesimo, sono stati i sismometri a fornire ai ricercatori le informazioni più importanti sui meccanismi di generazione dei terremoti e di propagazione delle onde sismiche. Solo in pochissimi casi l'uomo è riuscito, all'inizio del ventunesimo secolo, a raccogliere campioni di roccia dalle grandi faglie attive.

Queste grandi faglie, come la ben nota faglia di San Andreas in California, quella Nord-Anatolica in Turchia, o la faglia Alpina della Nuova Zelanda, sono molto visibili e ben studiate, ma ugualmente presentano un forte carattere di irregolarità, sia nei tempi di ritorno dei singoli terremoti che nelle modalità con cui questi avvengono. Nel caso delle faglie più piccole, come le numerose che attraversano la crosta italiana, e che sono più difficili da individuare e caratterizzare, il comportamento è ancora più irregolare; i terremoti che accompagnano il loro movimento sono pertanto molto poco prevedibili.

Le conoscenze sull'attività delle aree sismiche più studiate, come la ben nota faglia di San Andreas in California, vanno indietro soltanto poche migliaia di anni, a fronte di un'età della faglia stessa che si aggira sui ventotto milioni di anni. Quelle conoscenze, ottenute attraverso decine di scavi lungo il tracciato della faglia con la tecnica della paleosismologia⁴, mostrano che i terremoti si ripetono sì, sullo stesso tratto di faglia, ma con ritmo e caratteristiche per niente regolari. Quando i sismologi indicano un tempo di ritorno medio per un "terremoto caratteristico"⁵, si tratta in genere di alcuni secoli o addirittura millenni, come per molte faglie

⁴ La paleosismologia è una branca della sismologia che studia le caratteristiche dei terremoti del passato attraverso lo scavo di trincee sulle faglie attive. Tipicamente in una trincea vengono riconosciuti i segni dei terremoti più recenti che hanno interessato quella faglia, ai quali può essere attribuita un'età grazie alle tecniche di datazione geochimica. Spesso gli intervalli di tempo tra terremoti successivi sono dell'ordine dei secoli o dei millenni, con variazioni di molte decine di anni.

⁵ Il concetto del "terremoto caratteristico" fu introdotto negli anni '80 dai due geologi David Schwartz e Kevin Coppersmith, dopo uno studio paleosismologico di dettaglio della faglia di San Andreas in California e della faglia di Wasatch nello Utah. Nei decenni successivi è stato rivisto e ora non è molto accreditato per la maggior parte delle faglie. Si è visto infatti che queste si comportano in maniera più irregolare di quanto ipotizzato dai due geologi

italiane. Non solo; queste stime sono affette da incertezze dello stesso ordine di grandezza del tempo che intercorre tra un terremoto e il successivo.

Diverso è il caso delle previsioni meteorologiche, ivi comprese quelle dei fenomeni estremi come gli **uragani**. Prima di tutto perché la formazione di un'area ciclonica o di un uragano segue delle leggi fisiche relativamente ben note, che sono state verificate in migliaia di casi. Inoltre, i meteorologi hanno a disposizione un'enorme quantità di osservazioni continue dell'atmosfera, fatte da terra e dallo spazio, e possono seguire l'evoluzione di un fenomeno minuto dopo minuto. I tempi di formazione degli uragani sono di alcuni giorni e le modalità con cui essi crescono, si propagano e si esauriscono possono essere modellate dai computer. Tuttavia, anche i meteorologi non sono ancora in grado di prevedere con precisione l'evoluzione finale del processo, quando un uragano si abbatte su una costa o su una determinata località. Anche le **eruzioni vulcaniche** sono caratterizzate da un maggiore grado di prevedibilità rispetto ai terremoti, anzitutto perché un vulcano si sa bene dov'è, mentre le nostre faglie sono il più delle volte "cieche", ossia non affiorano in superficie e, come accennato sopra, interagiscono in modo non chiaro tra loro. Inoltre, un'eruzione vulcanica è quasi sempre preceduta da una risalita di magma, più o meno rapida, dalla profondità verso la superficie, e questo determina una serie di effetti misurabili, se si è dotati di buoni sistemi di monitoraggio (aumento di temperatura, delle emissioni gassose, deformazione dei fianchi del vulcano, ecc.). Spesso, anche se non sempre, si riesce infatti a evacuare le zone abitate intorno ai vulcani prima di un'eruzione esplosiva. Tra gli eventi naturali più o meno prevedibili, una fattispecie particolare e diversa da quelle descritte in precedenza è quella degli **tsunami**. Questi vengono provocati principalmente da grandi terremoti nelle aree marine. Una volta che si genera uno di questi eventi sismici, i sistemi di monitoraggio sono in grado di determinarne in pochissimi minuti la posizione e la magnitudo, permettendo così di lanciare un'allerta prima che le onde di tsunami raggiungano le coste. Queste onde viaggiano infatti a una velocità molto inferiore a quella delle onde sismiche. In questo caso si parla di "Early Warning" (allerta rapido) e quindi la previsione non è dell'evento ma dei suoi effetti, che possono essere stimati dopo il verificarsi dell'evento causale, ossia il terremoto. Tra l'evento sismico e l'arrivo delle onde di tsunami possono trascorrere da pochi minuti, nelle zone più vicine all'area epicentrale, a molte ore per le coste più distanti.

Tornando agli eventi sismici, è facile capire come tutto ciò che riguarda i futuri forti terremoti sia affetto da un'incertezza molto elevata. Prova ne è che ogni qual volta qualcuno si sia azzardato a fare delle valutazioni in termini previsionali si sono avuti, in un modo o nell'altro, degli effetti negativi: evacuazioni ingiustificate, allarmi determinati da paura più che da motivi reali, strascichi giudiziari.

Al lupo al lupo

Dagli anni settanta e fino a metà degli anni ottanta la comunità scientifica internazionale credeva che la previsione dei terremoti fosse un obiettivo raggiungibile nell'arco di pochi anni o al massimo pochissimi decenni (Geller, 1997). Dopo le esperienze cinesi e russe degli anni settanta e il terremoto "previsto" di Haicheng nel 1975 (Chen et al., 2006), l'entusiasmo era alto e a metà degli anni ottanta anche in USA i ricercatori dell'U.S. Geological Survey si avventurarono nella previsione di un terremoto "caratteristico" lungo un segmento ben preciso della faglia di San Andreas: si trattava di un evento sismico di magnitudo 6 che era stato previsto vicino alla cittadina di Parkfield, in California. Anche in Italia si riteneva possibile prevedere i terremoti e fu così che nel 1985 venne annunciata, dal telegiornale RAI della sera, l'evacuazione immediata di numerosi comuni delle province di Lucca e Modena, per le successive 48 ore. L'allora Ministro della Protezione Civile Giuseppe Zamberletti aveva ricevuto una sorta di avviso dai sismologi

statunitensi: per esempio i diversi segmenti che compongono una faglia possono rompersi separatamente o congiuntamente, dando luogo quindi nel secondo caso a terremoti più rari ma più grandi.

che temevano il ripetersi di un terremoto catastrofico come quello che aveva colpito la Garfagnana nel 1920. Il terremoto non avvenne nelle successive 48 ore, come si temeva, e non è ancora avvenuto dopo oltre trent'anni, ma allora Zamberletti rimediò una denuncia per procurato allarme: nel corso dell'evacuazione erano morte due persone. Effettivamente l'ipotesi di quel terremoto imminente in Garfagnana nel 1985 non aveva dei fondamenti scientifici molto solidi, anzi oggi diremmo che non ne aveva affatto⁶.

In California i sismologi furono più cauti: il terremoto di Parkfield poteva avvenire tra il 1988 e il 1993. La previsione si basava su sei terremoti avvenuti nei decenni precedenti, con una certa regolarità, l'ultimo dei quali era avvenuto nel 1966. Tuttavia, anche questo evento non avvenne in quei sei anni, e neanche per i successivi dieci. Avvenne però nel 2004, e proprio con le caratteristiche ipotizzate dai ricercatori dell'USGS: magnitudo 6, su quel preciso segmento della faglia di Parkfield, e senza nessun segno precursore.

Negli anni successivi si contarono decine di tentativi di previsione in tutto il mondo, tutti falliti. Qualche parziale successo è stato vantato in alcuni casi, ma sempre *ex post*. Nessuno si è mai salvato dai crolli seguiti a un terremoto (e provocati, giova sempre ricordarlo, dagli edifici insicuri) per una previsione riuscita, se si eccettua un terremoto avvenuto in Cina nel 1975⁷.

Questa è la realtà e con questa bisogna fare i conti. Nei paesi evoluti dal punto di vista della sicurezza sismica come il Giappone, i danni dopo un forte terremoto sono molto limitati, grazie ad anni e anni di interventi per la riduzione della vulnerabilità, e quindi del rischio. In Italia purtroppo questo non è ancora avvenuto, se non in poche aree che sono state messe in sicurezza dopo un precedente disastro sismico.

In questo quadro, la vicenda del terremoto dell'Aquila del 2009 assume un significato molto particolare, in quanto nelle settimane precedenti si erano verificati alcuni fatti che avevano fatto aumentare l'allarme e avevano disorientato i cittadini. Il disastro del 6 aprile arrivò dopo che uno sciame sismico aveva stressato la popolazione aquilana per oltre due mesi. I terremoti erano piccoli ma molto vicini alla città e molto superficiali, e per questo motivo venivano percepiti molto bene. La paura era cresciuta rapidamente, alimentata anche dalle solite previsioni annunciate (spesso da sciacalli che volevano approfittare per ruberie nelle case lasciate dagli abitanti intimoriti), dalle dichiarazioni non sempre chiare di esperti e pseudo-esperti, dalla stampa, con articoli e titoli che oscillavano tra catastrofe imminente e rassicurazioni fuorvianti (si veda il volume curato da Amato et al., 2015, per una rassegna). Non aiutarono poi certo le autorità territoriali, che per contrastare il caos peggiorarono le cose: l'assessore regionale alla protezione civile abruzzese Daniela Stati emise un comunicato in cui dichiarava addirittura che non ci sarebbero stati altri terremoti di alcuna magnitudo. In risposta a questo, il capo della protezione civile nazionale Guido Bertolaso la rimproverò e organizzò una riunione all'Aquila, chiamando i "massimi esperti" per spiegare cosa stava succedendo ma soprattutto, come si scoprì anni dopo, per una "operazione mediatica". Questa vicenda è ancora oggetto di un processo in corso allo stesso Bertolaso, dopo che la Corte di Cassazione⁸ ha assolto (perché il fatto non sussiste) gli esperti presenti alla riunione del 31 marzo 2009, condannando in via definitiva soltanto il suo vice De Bernardinis. Fu quest'ultimo infatti a rilasciare, prima della riunione degli esperti e a loro insaputa, l'intervista che portò alla "rassicurazione" di alcune delle vittime del terremoto, che si sarebbero convinte in questo modo a non uscire di casa la notte del 6 aprile. Tuttavia, prima che la Corte d'Appello dell'Aquila e poi quella di Cassazione mettessero fine alla vicenda per gli altri sei esperti, il giudice di primo grado aveva condannato per omicidio colposo

⁶ Il destino ha voluto però che quasi trent'anni dopo la storia si ripetesse: nel gennaio 2013 diversi comuni della Garfagnana furono evacuate migliaia di persone a suon di tweet.

⁷ Per una ricostruzione della storia della previsione di Haicheng si veda Chen et al. (2006) e il libro "Sotto i nostri piedi. Storie di terremoti, scienziati e ciarlatani" (ed. Codice), di A. Amato (2016).

⁸ Cass. pen. Sez. IV, 24 marzo 2016, n. 12478.

l'intero gruppo dei sette, con pene severe (si veda Fornasari, questo volume). Già il rinvio a giudizio degli esperti, e ancor più la loro condanna in primo grado, aveva innescato dei comportamenti che potremmo definire "difensivi" da parte degli operatori del settore, non solo del settore sismico della nuova Commissione Grandi Rischi (CGR), ma di molti esperti che si sono trovati a operare in condizioni di incertezza e di imprevedibilità di eventi naturali. Un fenomeno analogo era stato già notato in ambito meteorologico in seguito ad alcune inchieste e processi (Altamura et al., 2011).

Tra i casi più eclatanti in campo sismico, spicca la "previsione" del premier Mario Monti durante la sequenza sismica dell'Emilia nel 2012. Dopo il terremoto del 20 maggio, che aveva causato crolli e alcune vittime, la CGR decise di non riunirsi, secondo alcuni per il timore di seguire le sorti della precedente (i cui membri nel frattempo erano sotto processo). Nove giorni dopo, il 29 maggio 2012, venne un altro forte terremoto che fece crollare altri edifici, principalmente alcuni capannoni industriali edificati senza i benché minimi criteri di sicurezza: ci furono altri morti. Una settimana dopo (il 5 giugno) la CGR si riunì, e rilasciò una sorta di previsione, comunicata addirittura dal capo del governo nel corso di una conferenza stampa tenuta pochi giorni dopo. Gli esperti parlarono della "significativa probabilità" di un terzo forte terremoto nella zona di Ferrara, suscitando le preoccupazioni di alcuni sindaci che furono precipitati in uno scenario niente affatto facile da gestire. Anche in questo caso il terremoto non venne, nei giorni e neppure negli anni seguenti; dopo quattro anni qualcuno lo aspetta ancora preoccupato, visto che la "significativa probabilità" è rimasta tale, come del resto è un po' ovunque in Italia, tutti i giorni dell'anno.

Una situazione analoga portò, pochi mesi dopo, a un caso di allarme ingiustificato ancora più grave, almeno per le conseguenze che ne scaturirono. A gennaio 2013 alcuni sindaci della Garfagnana si videro recapitare dalla Presidenza del Consiglio (il Dipartimento per la Protezione Civile, DPC) una nota in cui si parlava di possibili altre scosse. La circostanza era plausibile visto che pochi giorni prima c'era stato un terremoto di magnitudo intorno a 5, e le altre scosse rientravano in uno scenario comune per questi eventi. Non si parlava di scosse devastanti, ma tanto bastò per far evacuare a colpi di *tweet* decine di migliaia di persone a Castelnuovo Garfagnana e in altri centri della zona. Una decisione come questa dell'evacuazione era già abbastanza incomprensibile, considerato quanto fosse blanda e indefinibile la possibilità di un forte terremoto quel giorno, come pure il fatto che non si faceva alcuna distinzione tra chi viveva in case sicure e chi no⁹. Ancora più incomprensibile fu la decisione di ritenere esaurito il rischio la sera successiva, quando tutti tornarono a casa. Come se una notte fosse un tempo sufficiente a scongiurare il pericolo di un forte terremoto. La storia insegna che non è così. Queste azioni sono una risposta irrazionale e scomposta a una paura comprensibile. Un problema di questo modo di ragionare è che l'attenzione e la preoccupazione verso il problema sismico si acuisce e si esaurisce in un arco temporale di pochi giorni, portando le persone a puntare su azioni di riduzione del rischio "last minute", per poi tornare a disinteressarsi del problema non appena finisce la sequenza o lo sciame di turno. Niente di più sbagliato. La pre-occupazione del rischio sismico è una cosa sana, che andrebbe affrontata con tempo e pazienza, con azioni continue di riduzione della vulnerabilità degli edifici, preparazione, comportamenti corretti, che devono protrarsi per anni e decenni, e non inseguendo le oscillazioni della borsa dei terremoti (Wang e Rogers, 2014).

Come è stato verificato in Cina negli anni '60, '70 e '80, quando si riteneva che la previsione fosse la risposta giusta al problema sismico, l'introduzione e l'applicazione delle norme antisismiche sono state rallentate. Il rischio sismico non era stato ridotto, anzi molto

⁹ Questo il testo del messaggio inviato dal sindaco di Castelnuovo Garfagnana via twitter: «A seguito della comunicazione pervenuta dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri si consiglia di uscire di casa e rimanere all'aperto».

probabilmente era aumentato dalla enorme quantità di nuove costruzioni realizzate in quegli anni. Infatti, i terremoti dei decenni successivi hanno messo in luce l'estrema fragilità del tessuto edilizio: nel terremoto del 2008 in Sichuan morirono ottantamila persone, crollarono centinaia di scuole, le case e gli edifici pubblici si rivelarono fragilissimi.

Sequenze e sciame sismici

La storia sismica italiana è costellata di sequenze e sciame sismici che si ripetono continuamente in tutto il territorio nazionale. Con "sequenza" si indica genericamente un raggruppamento spazio-temporale della sismicità, in genere caratterizzato da un primo evento di magnitudo maggiore dei successivi (i cosiddetti *aftershocks*); uno sciame sismico è un particolare tipo di sequenza, in cui le scosse più forti sono distribuite in tempi diversi. Negli ultimi dieci anni in Italia sono avvenute circa trenta sequenze (o sciame) ogni anno, contando soltanto quelle con una magnitudo equivalente pari o superiore a 3.5 (cioè con un'energia totale rilasciata pari almeno a quella di un terremoto di quella magnitudo). Sono molte di più se contiamo anche quelle più piccole. Nel catalogo sismico italiano CPTI11 (Rovida et al. 2011), si contano oltre 700 terremoti di magnitudo pari a 4 o superiore nel periodo 1950 – 2006, ossia oltre una dozzina l'anno.

In uno studio specifico sulla storia sismica della regione aquilana e abruzzese, abbiamo verificato che solo nel ventesimo secolo ci sono state almeno 23 sequenze in Abruzzo, di cui otto nella regione aquilana (Amato e Ciaccio, 2011). In particolare una di queste riveste un'importanza particolare. Avvenne nel 1985, durò parecchi mesi e culminò con un terremoto di magnitudo 4.2. Dopo questa sequenza vennero intraprese alcune importanti azioni per la riduzione del rischio sismico. In particolare, fu condotta un'analisi delle condizioni del centro storico che evidenziò la presenza di decine di edifici a elevata vulnerabilità. I risultati vennero presentati in un convegno che fu fatto proprio all'Aquila nel 1989, patrocinato dalla Regione Abruzzo, dal Comune dell'Aquila e dall'ANCI. Rivedere le mappe pubblicate, caratterizzate da un tappeto di rettangoli rossi, dopo il terremoto del 2009 fa una certa impressione, soprattutto considerando che nessuno aveva considerato quelle mappe per i successivi venti anni. Altri studi dello stesso tipo, anche più capillari, erano stati commissionati negli anni successivi (come il ben noto "rapporto Barberi, che aveva censito 752 edifici in muratura, assegnandone ben 555 nella fascia di vulnerabilità medio – alta), ma anche quelli furono presto dimenticati. È possibile che studi analoghi siano stati fatti in molte altre città e paesi italiani, ma non è facile capire se questi studi abbiano portato ad azioni concrete di riduzione del rischio.

Come si può capire dai dati statistici sulle sequenze sismiche, il verificarsi di una di esse non è di per sé precursore di un forte terremoto. Tuttavia, la tendenza ad associare un forte terremoto con uno sciame dopo che questi si sono verificati, è naturale e molto forte per tutti, compresi i giornalisti e i giudici. Va però sempre ricordato che una correlazione, tanto più se caratterizzata da un basso coefficiente statistico come questa, non significa affatto causalità.

Processo "Grandi Rischi" e scienza

Non è lo scopo di questo contributo ricostruire le vicende che hanno portato alla riunione della cosiddetta Commissione Grandi Rischi, e quelle che accaddero tra questa e il terremoto, per le quali si rimanda alle sentenze e al volume citato sopra (Amato et al., 2015). Ci soffermeremo qui su alcuni aspetti legati alle incomprensioni che si sono manifestate durante le fasi processuali e nel dibattito sui media.

Sin dalle prime udienze del processo di primo grado si sono ascoltate in aula delle considerazioni squisitamente scientifiche, in particolare sismologiche. Più di trenta esperti sono stati chiamati a testimoniare, oltre ai numerosi periti delle parti e della Procura. Il dibattito si è spesso soffermato su approfondimenti tecnici molto dettagliati, i cui contenuti e le necessarie sfumature

difficilmente potevano essere compresi da non addetti ai lavori. Molte delle storture del processo e della sentenza di primo grado (la maggior parte delle quali poi corrette in appello) sono derivate da una scarsa conoscenza del linguaggio e dalla incapacità di capire il significato delle argomentazioni portate in aula. La ricostruzione proposta dalla sentenza di primo grado appare viziata dall'applicazione inconsapevole del principio del *post hoc, ergo propter hoc*, in base al quale tutte le affermazioni e le fenomenologie di prima dell'evento venivano riconsiderate e inquadrare in uno schema logico che ne faceva ex-post dei fenomeni precursori.

A dimostrazione della scarsa dimestichezza con i dati e i termini tecnici, basti pensare che nella sentenza di primo grado alcuni dati relativamente semplici da appurare, come per esempio quello della data d'inizio dello sciame che aveva preceduto il terremoto del 6 aprile 2009, non sono stati mai ben definiti. Nelle oltre 800 pagine della sentenza di primo grado l'inizio dello sciame veniva fissato arbitrariamente, dallo stesso giudice monocratico, in vari momenti a partire dal mese di giugno 2008. Al contrario lo sciame, come sarebbe stato molto semplice verificare, era tecnicamente iniziato solo a gennaio del 2009, in particolare intorno al 9 del mese (si veda Amato e Galadini, 2014). Per concetti più complessi, la confusione sembra essere stata ancora più diffusa. Tra questi, solo a titolo di esempio vale la pena ricordare i cosiddetti "indicatori di rischio" (si parla di rischio a breve termine), che secondo la sentenza di primo grado sarebbero la storia sismica, la pericolosità, lo sciame sismico in corso, i risultati di studi effettuati anni prima che nulla aggiungevano a quanto già noto. I primi due, oltretutto legati strettamente tra loro quindi non enunciabili singolarmente come elementi indipendenti, sono sì indicatori di rischio, ma di quello a lungo termine che la comunità scientifica è oggi in grado di stimare. Del terzo (lo sciame) si è detto, e non è affatto chiaro che sia facilmente classificabile come un "indicatore di rischio" a breve termine. Sia nella sentenza di primo grado che nelle requisitorie del processo di Appello il concetto di sciame sismico come elemento "anomalo" con connotazione di precursore si è presentato a più riprese: "Non può dubitarsi che lo sciame sismico, con le caratteristiche di durata e di progressiva accentuazione sopra evidenziate, abbia costituito una variazione anomala della sismicità anche in una zona sismica come quella dell'aquilano, essendosi innestato come variazione anomala sulla pregressa condizione di sismicità "ordinaria"¹⁰". Anche nel processo di Appello, sia il Procuratore generale dell'Aquila che gli avvocati di parte civile hanno insistito sul concetto secondo cui il terremoto poteva in qualche modo essere previsto, parlando per esempio di "livello di criticità dello sciame", un concetto non chiaro neanche nei consessi scientifici. La corte di Appello, e poi quella di Cassazione, hanno evidenziato come questo approccio non fosse corretto, in quanto le conoscenze scientifiche attuali non consentono di stabilire questo "livello di criticità". Questo e altri aspetti della complessa interpretazione di argomenti scientifici in sede processuale, sono trattati ampiamente in Amato e Galadini (2013) e nel già citato volume "Terremoti, Comunicazione, Diritto".

Un problema (anche) di linguaggi

"Stati Uniti e Inghilterra sono due paesi divisi da un linguaggio comune", disse Oscar Wilde (ma la frase è anche attribuita a G. B. Shaw). Per Scienza e Legge potrebbe dirsi lo stesso, se non peggio, come nota David Goodstein nel suo saggio *How Science Works*, contenuto nel "Reference Manual on Scientific Evidence" (2011), redatto dal Federal Judicial Center insieme al National Research Council degli USA. Il manuale, un compendio scritto da scienziati e giuristi a beneficio di giudici e operatori del Diritto, fu inizialmente pubblicato nei primi anni '90 dopo la ben nota sentenza *Daubert* (*Daubert vs. Merrel Dow Pharmaceuticals, Inc.*), proprio per delineare alcuni principi da adottare nella scelta dei consulenti e periti, e per la valutazione della "buona scienza" da adottare in un processo. Il contributo di Goodstein affronta l'aspetto della distanza, talvolta sottile, spesso incolmabile, tra linguaggio scientifico e linguaggio giuridico. Lo studioso

¹⁰ Tribunale di L'Aquila, 22 ottobre 2012, n. 380

stanunitense attribuisce a questa distanza un ruolo fondamentale nei problemi che si presentano nei processi, laddove la scienza ha un ruolo importante nelle decisioni dei giudici.

Anche nel caso dei processi alla cosiddetta Grandi Rischi, il linguaggio ha giocato un ruolo decisivo, non solo nel dibattito in aula, ma anche in quello a margine, nei media e nel dibattito pubblico. Parole e concetti di uso comune nel linguaggio scientifico, come errore, evidenza, incertezza, probabilità/improbabilità, normalità e così via, sono stati usati, esplicitamente o implicitamente, per asserire la colpevolezza degli imputati o la loro innocenza.

In questo paragrafo proviamo a fare un excursus, non esaustivo, dei termini, ampiamente usati nel linguaggio scientifico, che sono usati in quello del diritto con significati diversi.

Legge:

In ambito giuridico, una legge è un testo promulgato da un'autorità che esercita il potere legislativo. Una legge può essere modificata o abrogata. Nella scienza, una legge è una legge di natura, che gli uomini possono sperare di scoprire e descrivere accuratamente, ma che non può mai essere cambiata da alcuna autorità o intervento umano.

Forza:

nell'accezione penalistica la forza ha due declinazioni: la forza maggiore "che si identifica con tutte quelle sopravvenute forze naturali esterne al soggetto che lo determinano, in modo inevitabile, ad un atto con un conseguente evento, pur essi scientificamente improbabili" (Mantovani, 2013). In altro senso il termine forza può essere associato al concetto di violenza materiale o morale diretta a costringere la volontà d'altri scemandone o impedendone la libertà di autodeterminazione. Nel linguaggio scientifico, al contrario, forza non ha affatto un'accezione negativa: nella meccanica newtoniana, il concetto di forza si precisa come causa capace di modificare lo stato di quiete o di moto di un corpo rispetto allo spazio.

Evidenza:

Come nota Goodstein, il termine viene usato nel linguaggio scientifico in maniera molto più blanda di quello giuridico. La legge ha delle regole precise per stabilire, in merito a prove/evidenze, cosa è ammissibile e cosa non lo è¹¹. Viceversa, nel linguaggio scientifico, parliamo di evidenza per indicare qualcosa meno di una prova (molti articoli scientifici hanno nel titolo o nel testo "Evidence for.."): significa che non abbiamo le prove per dimostrare una teoria ma presentiamo ugualmente i risultati.

Errore:

Nel linguaggio giuridico, l'errore è un concetto suscettibile di assumere una pluralità di significati, sia dal punto di vista sostanziale che processuale. Nelle materie e nei testi scientifici, errore e sbaglio sono due cose ben diverse: chiunque può fare uno sbaglio, ci si corregge e si va avanti. L'errore è qualcosa di intrinseco a ogni misura e va trattato e descritto adeguatamente.

Si potrebbe andare avanti con molti altri di questi termini, ma ci concentriamo ora su quelli più specifici del caso L'Aquila e più in generale sulle tematiche sismologiche.

Norma / normale:

Nel linguaggio giuridico, una norma è una regola prescrittiva. Nel linguaggio comune, il termine normale indica qualcosa che segue la norma, che è conforme alla norma, quindi consueto, ordinario, regolare. Più complesso l'uso del termine in ambito scientifico. Sono numerosi i significati attribuiti al termine nelle varie discipline scientifiche, dalla geometria (normale=perpendicolare), alla statistica (una distribuzione normale equivale a una distribuzione gaussiana), alla geologia (una

¹¹ In inglese evidence è sinonimo di prova.

faglia normale è un particolare tipo di faglia, legata a un processo estensionale: normal fault = extensional fault, in italiano “distensiva”). Quando si parla di terremoti, poi, dire che un evento sismico o una sequenza sismica è “normale” significa che non deve stupire se in un’area geologicamente e sismicamente attiva si manifesta un terremoto ogni tanto o una sequenza sismica. Questa asserzione viene talvolta fraintesa: se questa è la norma, non ci si devono aspettare terremoti più forti. Non è così.

Previsione – prevedibile:

Contrariamente all’uso nella lingua inglese, in italiano usiamo previsione per quasi tutto quello che riguarda uno scenario futuro. Prevedere (dal Latino *prae* e *videre*) significa “conoscere in precedenza, ipotizzare la possibilità di un evento, supporre in anticipo ciò che avverrà o come si svolgeranno in futuro gli eventi, basandosi su indizi più o meno sicuri, su induzioni, ipotesi o congetture”. Il termine non implica necessariamente una dichiarazione al riguardo. Per questo, si dovrebbe usare “predizione” o “predire” (dal Latino *prae* e *dicere*): annunciare ad altri quello che sarà o accadrà. Spesso le previsioni di un terremoto vengono comunicate ex-post, a evento avvenuto (“lo avevo previsto”, “era stato previsto”), ma a scavare non si trova mai traccia della “pre-dizione”, la dichiarazione scritta o orale dell’evento aspettato. È successo anche all’Aquila con il tristemente noto tecnico Giuliani, che sostenne di avere previsto l’evento sismico dell’Aquila. In realtà non lo aveva mai detto o scritto chiaramente a nessuno, se si escludono a) una pre-dizione fatta per Sulmona (distante 60 km dall’Aquila) alla fine di marzo del 2009 dopo che un terremoto di magnitudo 3.7 aveva interessato la città, predizione che fu ritrattata ma venne poi confermata dal sindaco; b) alcune dichiarazioni generiche fatte per molte settimane, riferite a piccoli terremoti, durante lo sciame sismico che da gennaio interessava la città, poi riportate da terze persone, ma senza riferimento a un giorno e a una elevata magnitudo; c) delle dichiarazioni ex post su una presunta previsione del terremoto a L’Aquila, di cui non esiste traccia scritta. Va notato inoltre che negli anni successivi al terremoto non è stato pubblicato dal Giuliani nessun articolo scientifico che mostrasse i dati che lo avevano portato alla presunta previsione. Va ricordato che il Procuratore generale dell’Aquila, durante la sua arringa al processo di Appello, disse espressamente che “Giuliani era un tecnico, un ricercatore” e che “è l’unico che potrebbe dire di aver avuto ragione”. Questo rivela una grande distanza (e forse disattenzione) dal metodo scientifico, al quale veniva evidentemente preferita la suggestione del sentito dire, alla complessità della scienza si preferiva il fascino della previsione facile, anche se non vera.

Infine, va anche notato che esiste una differenza tra “previsione” e “prevedibilità”, mentre invece nella sentenza Billi i due termini venivano spesso confusi. Come notava Pagliaro (2013), “se le conseguenze non sono prevedibili, come si farà a costruire una colpa per negligenza, imprudenza, imperizia, per non averle previste ed evitate?”

Nella lingua inglese c’è una differenza abbastanza chiara tra “prediction” e forecast”. Il secondo termine, ampiamente usato nelle previsioni del tempo atmosferico (*weather forecast*), deriva da *fore* (prima) e *cast* (tiro, lancio). Il “forecast” è una “conjectured estimate of a future course”, e implica un calcolo, una stima basata su dati e parametri. Le previsioni meteo sono effettivamente dei *forecast*, in quanto basate su calcoli e modelli, e in genere si tratta di stime probabilistiche. Nella nostra lingua, invece, si usa lo stesso termine per indicare la previsione (probabilistica) del tempo e quella (deterministica) di un terremoto. Questo genera probabilmente confusione nel pubblico, che viene portato a ritenere alla stessa stregua i due tipi di previsione; sfortunatamente, invece, ai sismologi mancano i dati di base che usano i meteorologi per i loro *forecast* (le capillari informazioni sull’atmosfera – temperature, pressioni, umidità, direzione e forza dei venti - provenienti da misure a terra e dallo spazio), a causa dell’inaccessibilità delle zone dove si originano i terremoti.

Le previsioni (probabilistiche) che vengono usate più comunemente in sismologia sono quelle a lungo termine (in genere 50 anni) contenute nelle carte di pericolosità¹². Queste compendiano tutte le informazioni disponibili sulla storia sismica antica e recente di una regione, le conoscenze geologiche, quelle sulla propagazione delle onde sismiche, e così via. Sono le carte su cui si basano la classificazione sismica e le norme tecniche per le costruzioni, utili per la pianificazione territoriale ma poco utili nel breve termine. Infatti, considerata la sporadicità dei forti terremoti in una qualsiasi regione del nostro paese (i tempi di ritorno sono generalmente dell'ordine di secoli), le probabilità di avere un terremoto in un arco temporale di un giorno o una settimana sono sempre intrinsecamente molto basse. Anche ammettendo variazioni significative di queste probabilità, che secondo alcuni modelli si manifestano in occasione di terremoti o sequenze sismiche, si arriva raramente all'1% nella settimana successiva, un valore comunque basso per azioni di riduzione del rischio dell'ultim'ora, come per esempio l'evacuazione di una regione. Per novantanove volte su cento (in media) evacueremmo a vuoto, con costi enormi e il rischio della perdita di fiducia dei cittadini, magari proprio prima della centesima previsione, quella azzeccata.

In queste condizioni, risulta lecito asserire che un futuro forte terremoto sia, in qualunque momento lo si consideri, un fenomeno molto poco probabile. Questa asserzione, se fosse fatta da un sismologo in un giorno qualsiasi riferendosi anche alla regione più sismica d'Italia, sarebbe scientificamente corretta ma correrebbe il forte rischio di venire fraintesa. Il poco probabile, o l'improbabile, viene confuso spesso con "impossibile", pur essendo cosa ben diversa, e potrebbe portare qualcuno a ritenersi al sicuro da un futuro forte sisma.

Va anche considerato che, per quanto detto sopra, la scienza dei terremoti è tutt'altro che una scienza esatta, e le incertezze associate alle stime dei fenomeni (per esempio, la ricorrenza dei forti terremoti su una determinata faglia) sono sempre molto alte. Per i sismologi diventa quindi difficile spiegare questi concetti, quando al contrario giornalisti e opinione pubblica vorrebbero delle certezze. Un primo effetto nefasto di questo è la maggiore presa che hanno gli pseudo-scienziati presso l'opinione pubblica, talvolta incoraggiati da giornalisti in cerca di facili messaggi da comunicare, più che di spiegazioni complesse di fenomeni poco conosciuti e altamente incerti.

Molto di quanto descritto sopra è accaduto all'Aquila prima del terremoto del 6 aprile 2009. Non solo si sono manifestati problemi nella comunicazione tra scienziati e media e tra questi e il pubblico, ma anche all'interno dell'iter processuale si è assistito a un dibattito in cui i termini e i concetti scientifici sono stati travisati e distorti. La Corte d'Appello dell'Aquila ha riconosciuto che le affermazioni degli esperti erano state corrette, al meglio di quanto la scienza poteva dire in quel frangente. Purtroppo, come descritto sopra, la scienza sismologica non può dire molto in termini predittivi; non poteva a marzo del 2009, non ha potuto e non può ancora oggi in circostanze analoghe, quando in una delle tante nostre zone sismiche si manifesta uno sciame.

Considerazioni conclusive

La vicenda del processo "Grandi Rischi", al di là del suo esito processuale finale, è probabilmente qualcosa di irripetibile, almeno nelle modalità con cui si è incubata, nella serie di errori commessi da vari attori a vari livelli, nel clima di conflitto sociale in cui si è innestata e che ha a sua volta amplificato. Tuttavia, quanto rimane di questi anni di dibattiti, fuori e dentro le aule di giustizia, è utile per farci riflettere sulle peculiarità del rapporto tra scienza e giustizia, e per darci delle chiavi di lettura del presente e del futuro. Prima o poi arriverà certamente un altro terremoto, ci saranno nuove polemiche e si andrà alla ricerca di nuovi colpevoli. È già in parte successo con il terremoto in Emilia del 2012, succede frequentemente in altri ambiti scientifici, accadrà al prossimo disastro sismico che produrrà danni e vittime.

¹² Si veda <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

Non si può dubitare che la vicenda abbia mostrato i limiti di un sistema basato su una confusione di ruoli, tra istituti di ricerca, esperti, autorità di Protezione civile nazionale, regionale, comunale, commissione Grandi Rischi, e di tutti questi soggetti nei confronti dei cittadini. Ha anche evidenziato il problema della comunicazione in condizioni di crisi; crisi sociale più che sismica (si veda il contributo di A. Cerase in questo volume), in un contesto di elevata incertezza e di sottovalutazione del rischio da parte dei cittadini e delle autorità, in cui i media giocano un ruolo decisivo nel trasferimento delle informazioni e nell'orientamento delle opinioni (si veda Cerase, 2016).

Dal punto di vista del ricercatore, molte cose sono state modificate in risposta a quanto accaduto. Certamente non è venuto meno, come invece si temeva, l'impegno di molti ricercatori nei confronti della società, anche in quello della comunicazione verso le autorità e i cittadini, benché questo comporti una maggiore esposizione a rischi di fraintendimenti e a eventuali rimproveri per colpa.

In questo contributo si è analizzato l'aspetto dei linguaggi, che dovrebbe essere approfondito e meriterebbe forse un manuale dedicato, in cui vengano resi chiari, a giudici, procuratori, avvocati, alcuni concetti scientifici di base, come quelli della statistica e della matematica, ma anche quelli più specifici di discipline come la sismologia. D'altro canto, è necessario che i ricercatori che si trovano a trattare materie con un forte impatto sociale come i sismologi, siano consapevoli del peso delle loro parole e del rischio che queste possano non essere sempre comprese come si vorrebbe.

Un altro aspetto rilevante che andrebbe affrontato è quello della definizione e validazione dei pareri degli esperti e dei periti. Nel corso del primo processo "Grandi Rischi" si è attribuita una rilevanza sproporzionata a testimonianze e perizie di presunti esperti, mentre altre di maggior pertinenza sono state ritenute prive di fondamento, in modo totalmente discrezionale e senza il conforto di periti terzi¹³.

Tra gli argomenti trattati estesamente nei processi e brevemente riassunti in questo saggio, un rilievo particolare lo assume l'elemento della prevedibilità dell'evento (evento terremoto – evento rischio terremoto – evento crollo – evento morte). In particolare, l'ingresso della scienza nel processo penale costituisce un elemento di debolezza anche nella sentenza di Cassazione (Valbonesi, 2016) e in particolare incide sul giudizio di prevedibilità dell'evento e della "cautela" adottata tradizionalmente dai cittadini in occasione di scosse sismiche. Ci si riferisce alla consuetudine di precipitarsi fuori di casa e passare alcune ore o l'intera notte fuori.

Nelle motivazioni della sentenza di Cassazione viene dibattuto ampiamente il tema della prevedibilità, non già dell'evento terremoto "nella sua specifica identità di evento storico con le proprie specifiche e irripetibili caratteristiche", ma "dei pericoli connessi ai rischi del terremoto... quale fenomeno appartenente alla propria omogenea categoria di eventi corrispondenti ... fatti che, alla luce delle conoscenze disponibili, apparivano ampiamente preventivabili in termini empirici, tenuto conto della riconosciuta elevata sismicità del territorio aquilano, prima ancora del carattere (genericamente) allarmante dei fenomeni sismici *in loco* ancora in atto continuativamente da molti mesi (in nessun caso qualificabili come improbabili fenomeni precursori); fatti, dunque, concretamente prevedibili come possibili nella loro sufficiente specificità, benché di non certa verifica e non del tutto spiegabili ex ante sotto il profilo dei relativi meccanismi causali di produzione"¹⁴.

I giudici qui sembrano riconoscere molto bene la differenza tra la (im)prevedibilità di un singolo terremoto, come quello del 6 aprile 2009, pur in presenza dello sciame sismico, e la prevedibilità di un generico evento sismico, che in un'area come quella aquilana era - ed è tuttora - sempre possibile. Dal punto di vista del sismologo questa distinzione appare chiara ed efficace, tuttavia si fa fatica a seguire il resto del ragionamento, quello in cui ci si riferisce alla colpa, ossia

¹³ Si rimanda ancora una volta al *Reference Manual on Scientific Evidence USA* (si veda la Bibliografia).

¹⁴ Cass. pen. Sez. IV, 24 marzo 2016, n. 12478.

l'informazione non corretta fornita alla popolazione, che costituirebbe la violazione di una regola cautelare. Effettivamente, come appurato in sede di dibattimento, la tesi dello scarico di energia come elemento favorevole a scongiurare un grande terremoto non ha fondamento scientifico. Come noto, questo messaggio non corretto, propalato dal vice capo del DPC De Bernardinis in un'intervista rilasciata prima della riunione degli esperti, sarebbe stato alla base della decisione di alcune delle vittime del terremoto di non seguire la cautela descritta, ossia quella di uscire di casa e restare all'aperto per un certo tempo. Ma è veramente quella regola di comportamento una cautela utile e necessaria?

Se guardiamo ai comportamenti consigliati dalle varie agenzie mondiali che informano sul rischio sismico, troviamo alcune regole condivise, dal Giappone alla California, dall'Italia alla Turchia. Tra le più note c'è quella del *Drop, Cover, Hold on* durante una scossa (*In terra, Copriti* - per esempio sotto un tavolo - *Reggiti forte*); quella di non usare l'ascensore durante o dopo una scossa; di aspettare la fine dello scuotimento durante un terremoto piazzandosi nel luogo più sicuro della casa, in genere sotto una trave portante o il vano di una porta; o ancora, quella di tenersi pronti a un terremoto con un kit di emergenza. In nessun caso viene suggerita l'evacuazione temporanea, per esempio nel caso in cui si senta una scossa, a parte quando, dopo un forte terremoto, si aspettano gli *aftershocks*, che lo seguono sempre. In quel caso, si consiglia di recarsi nei luoghi di raccolta e attendere istruzioni. Lo scopo in questo caso è quello di attendere le verifiche di agibilità, considerato che dopo una forte scossa gli edifici possono essere stati lesionati ed essere diventati ancor meno sicuri.

Nel caso di un piccolo terremoto, cioè di un evento che non ha provocato danni ma solo allarmato gli abitanti, la fuoriuscita dalle abitazioni come precauzione è concettualmente sbagliata, se a questa non fa seguito un'azione di vera riduzione del rischio: per esempio, la verifica dell'adeguatezza strutturale della propria abitazione. Non è questo però che accade normalmente in quei casi. La cautela ritenuta salvifica dai tre gradi di giudizio consiste semplicemente nel lasciare temporaneamente le case per "la consolidata abitudine (derivante da consuetudine familiare) all'adozione da parte di [omissis] di misure precauzionali individuali in occasione di singole scosse di terremoto". "Fin da piccolo, infatti, [omissis] veniva fatto uscire di casa "alla minima scossa", rimaneva all'aperto per molte ore in attesa di eventuali "repliche" e, in caso di scosse serali o notturne, dormiva in macchina. Questa abitudine alla cautela, frutto dell'insegnamento dei genitori, era stata conservata da [omissis] nel corso degli anni e non era stata abbandonata durante lo sciame sismico che durava dal giugno 2008". (Cass. Pen., 2016, p. 343). Nell'analisi di altre testimonianze, rilasciate durante il processo di primo grado, si evince bene il carattere essenzialmente istintivo di una simile decisione: "quando le scosse erano diurne c'era possibilità di ragionare per qualche istante e si valutava la possibilità di sistemarsi sotto una trave all'interno delle abitazioni, mentre le scosse notturne (nei confronti delle quali si è meno reattivi e più indifesi) inducevano sempre la famiglia ad uscire di casa e ad andare a dormire in macchina con le coperte" (p. 481).

Ma, giacché un terremoto è sempre imprevedibile, che senso ha uscire di casa e restarci per "molte ore"? Altre testimonianze del processo di primo grado, riportate nelle motivazioni, chiariscono la portata delle cautele relative alla decisione di rientrare in casa. In un caso un testimone parla di "5-6 ore", altri di far passare la nottata, altri ancora di "un congruo lasso di tempo". Questa regola cautelare quindi non solo appare molto soggettiva e dipendente da fattori che nulla hanno a che vedere con il terremoto (giorno/notte), ma è una regola sbagliata.

Esistono veramente un tempo minimo e massimo di sicurezza? A guardare la storia sismica del nostro paese, direi proprio di no. Vediamo cosa avrebbe più senso fare nella circostanza di una scossa. Nel caso ci si trovi in una casa sicura, bisognerebbe restare in casa, proteggendosi sotto un tavolo durante lo scuotimento, precauzione questa utile a evitare l'impatto di eventuali oggetti che potrebbero cadere, dall'intonaco del soffitto a uno scaffale pieno di libri. Sono noti i video

dei terremoti giapponesi o californiani, dove si vede che nessuno scappa durante una scossa, ma al massimo adotta proprio il *Drop-Cover-Hold on* e poi torna a fare quello che faceva prima. Se, viceversa, fossimo consapevoli della vulnerabilità dell'edificio dove viviamo, allora la cosa giusta da fare sarebbe quella di farla verificare, a prescindere dall'eventuale sciame in corso o dalla scossa serale. Se, come ultima ipotesi, ci si ricordasse della casa insicura solo nel momento in cui sale la paura (cosa umanamente comprensibile) allora d'accordo uscire, ma poi si dovrebbe restare lontani da casa finché non si siano fatte le verifiche e non si sia resa sicura la casa. Tornare dopo una, sei, o ventiquattro ore non ha alcun senso. Il forte terremoto potrebbe non arrivare mai, oppure accadere un minuto dopo che si fosse deciso di rientrare. La diminuzione di sismicità nel corso di uno sciame sismico è certamente un motivo di temporaneo benessere psicologico, ma non assicura affatto che non arrivi un terremoto subito dopo.

Allo stato attuale delle conoscenze, l'unica difesa concreta e possibile dai terremoti risiede nella diminuzione della vulnerabilità degli edifici, e non da misure *last-minute* di riduzione dell'esposizione. Occorrerebbe uno sforzo importante, prima di tutto a livello normativo, con un orizzonte temporale pluri-decennale, come si sta facendo in altri paesi del mondo, dalla California al Cile alla Turchia. Si tratta di paesi molto più sismici dell'Italia, dove l'attenzione al rischio sismico è maggiore, dove si è capito che la riduzione della vulnerabilità del territorio è una priorità assoluta e che i soldi spesi oggi in prevenzione ci torneranno con gli interessi nel momento in cui il prossimo terremoto non si trasformerà in un disastro.

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare Riccardo Borsari per l'organizzazione del convegno e per l'invito a partecipare. Sono inoltre debitore a Gabriele Fornasari, Andrea Cerase, Cecilia Valbonesi per le frequenti spiegazioni e confronti sui temi del diritto e delle scienze sociali, e ai colleghi del Gruppo di Lavoro sul Processo dell'Aquila dell'INGV per le numerose e utili discussioni di questi anni. Un pensiero va costantemente alle vittime del terremoto dell'Aquila e ai loro familiari.

Riferimenti bibliografici

- Altamura, M., L. Ferraris, D. Miozzo, L. Musso, and F. Siccardi (2011). The legal status of uncertainty, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, pp. 197-806.
- Amato, A. (2016). *Sotto i nostri piedi. Storie di terremoti, scienziati e ciarlatani*. Codice Edizioni, Torino, 238 pagine.
- Amato, A. e M. G. Ciaccio (2012), Earthquake sequences in the last millennium in L'Aquila and surrounding regions (central Italy), in "Terra Nova", 1, 24, pp. 52-61.
- Amato, A. e F. Galadini (2013), Gli argomenti della scienza nel processo dell'Aquila alla "Commissione Grandi Rischi", in "Analysis, Rivista di cultura e politica scientifica", 3-4, pp. 1-37.
- Amato, A., A. Cerase e F. Galadini (a cura di) (2015), *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla "Commissione Grandi Rischi"*, Franco Angeli, Milano, 372 pagine.
- ANCI - Associazione Nazionale dei Comuni d'Italia (1989), *Rischio sismico e progetti pilota. Il Piano Comunale di Protezione civile, Atti del Convegno Nazionale, L'Aquila 11 novembre 1989*. Officine Grafiche Editagrafit, S. Atto di Teramo.
- Cerase, A. (2016), *La comunicazione in contesti di incertezza interpretativa: prima e dopo il 6 aprile 2009* – In Borsari, R. (a cura di) *Processo alla Scienza – Atti del convegno*, PUP - Padua University Press, Padova, in stampa.
- Chen, Q., K. Wang, S. Sun, A. Wang (2006), Predicting the 1975 Haicheng Earthquake, in "Bulletin of the Seismological Society of America", 96, Albany, California, pp. 757-795.
- Cass. pen. Sez. IV, 24 marzo 2016, n. 12478, in: www.cortedicassazione.it.
- Corte d'Appello di L'Aquila, 6 febbraio 2015, n. 3317, in: www.penalecontemporaneo.it.
- Federal Judicial Center and National Research Council (2011), *Reference Manual on Scientific Evidence*, terza edizione. The National Academy Press, Washington, D. C.

[http://www.fjc.gov/public/pdf.nsf/lookup/SciMan3D01.pdf/\\$file/SciMan3D01.pdf](http://www.fjc.gov/public/pdf.nsf/lookup/SciMan3D01.pdf/$file/SciMan3D01.pdf)

- Fornasari, G. (2016) Un processo alla scienza? Il penalista di fronte alle questioni dogmatiche e agli spunti di novità della vicenda giudiziaria aquilana. In Borsari, R. (a cura di) *Processo alla Scienza – Atti del convegno*, PUP - Padua University Press, Padova, in stampa.
- Fornasari, G. e G. Insolera (2015). Scienza, rischi naturali, comunicazione del rischio e responsabilità penale. Il punto di vista del penalista. In: A. Amato, A. Cerase, F. Galadini (a cura di), *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla “Commissione Grandi Rischi”*, Franco Angeli, Milano, pp. 7-12.
- Galluccio, A. (2015), *Comunicazione (scientifica) e responsabilità penale: riflessioni sulla causalità psichica a margine della sentenza “Grandi Rischi”*. In: A. Amato, A. Cerase, F. Galadini (a cura di), *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla “Commissione Grandi Rischi”*, Franco Angeli, Milano, pp. 293-307.
- Geller, R. J. (1997), *Earthquake prediction: a critical review*, in “*Geophysical Journal International*”, 131, pp. 425-450.
- Goodstein D. (2011), *How science works*. In: Federal Judicial Center and National Research Council, *Reference Manual on Scientific Evidence*, terza edizione. The National Academy Press, Washington, D. C., pp. 37 - 54.
- F. Mantovani, *Diritto penale. Parte Generale*, Padova, 2013, p. 155
- McDermid, V. (2016). *Anatomia del crimine. Storie e segreti delle scienze forensi*. Codice Edizioni, Torino, 309 pagine.
- Pagliaro A. (2013), *Bozza di osservazioni sulla sentenza “Grandi Rischi”*, in «*Cassazione Penale*», 5/2013: 1818. 22.
- Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M. (a cura di, 2011), *CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>.
- Schwartz, D. P. and K. J. Coppersmith (1984), *Fault behavior and characteristic earthquakes: Examples from the Wasatch and San Andreas Faults*, in “*Journal of Geophysical Research*”, 89, pp. 5681–5698.
- Tribunale di L'Aquila, 22 ottobre 2012, n. 380, giud. Billi, in www.penalecontemporaneo.it.
- Valbonesi, C. (2015). *Scienza sismica e responsabilità penale: riflessioni sul rimprovero per colpa a margine del processo dell'Aquila*. In: A. Amato, A. Cerase, F. Galadini (a cura di), *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla “Commissione Grandi Rischi”*, Franco Angeli, Milano, pp. 265-292.
- C. Valbonesi, *Terremoti colposi e terremoto della colpa. Considerazioni a margine della sentenza “Grandi Rischi”*, in corso di pubblicazione
- Wang, K. e G. C. Rogers (2014), *Earthquake Preparedness Should Not Fluctuate on a Daily or Weekly Basis*, in “*Seismological Research Letters*”, 3, 85, pp. 569-571.
- Wang, K. and G. C. Rogers (2016). *Beating Fear with Hope: On Sustaining Earthquake Preparedness*, in “*Seismological Research Letters*”, 88, 1, pp. 1-6.

RIFLESSIONI SULLA GESTIONE DEL RISCHIO...

10. La difesa dai terremoti in Italia dopo le tragedie dell'Aquila e di Amatrice

Alessandro Amato

da *Criminalia - Annuario di scienze penalistiche*, 2016

SOMMARIO: 1. Introduzione. 2. La difesa dai terremoti in Italia: ruoli e obiettivi. 3. Imprevedibilità e prevedibilità ex post. 3.1. Pericolosità e rischio sismico. Gli effetti nocivi di un accertamento giudiziario fondato su presupposti scientifici errati. 3.2. Pericolosità e rischio sismico. Gli effetti sulla comunità scientifica. 4. Prevedere i terremoti o i suoi effetti? Le nuove frontiere della ricerca sismologica. 5. Considerazioni conclusive.

Introduzione

Il terremoto dell'Aquila, e il processo alla c.d. "Commissione Grandi Rischi" che ne è seguito, ha rappresentato per molti ricercatori delle Scienze della Terra un momento di riflessione profonda sul rapporto tra scienza e società e, in particolare, tra scienza e diritto.

Sebbene la Corte d'Appello dell'Aquila e, in seguito, la Corte di Cassazione abbiano corretto le numerose inesattezze scientifiche contenute nella sentenza di primo grado¹, indelebili restano le parole scritte nelle motivazioni di quest'ultima, e soprattutto la loro eco nei commenti che la accompagnarono sulla stampa, nelle trasmissioni televisive, sul web, e in ultima analisi nella coscienza di molti cittadini, amministratori pubblici e giornalisti.

Si può affermare, senza timore di smentita, come le statuizioni scorrette e fuorvianti contenute nella sentenza di primo grado abbiano finito per precludere un efficace approccio verso la riduzione del rischio sismico. L'incerto quadro cognitivo impone un chiarimento in ordine alla reale portata di tre fra i messaggi maggiormente fuorvianti prodotti da un dibattito pseudoscientifico di ancora sconcertante attualità. In numerose occasioni, i media non hanno esitato ad affermare che: a) i forti terremoti sono spesso (o sempre) preceduti da sciami o scosse "premonitorie"; b) i forti terremoti all'Aquila avvengono ogni trecento anni (o, più in generale, ci sono delle regolarità nella ripetizione dei forti terremoti che possono condizionare negativamente il nostro approccio al rischio); c) la riduzione della vulnerabilità degli edifici, come strumento principale per difendersi dai terremoti, è irrealizzabile.

Vedremo come questi tre assunti, contenuti nella sentenza di primo grado, non solo siano scientificamente errati, ma abbiano costituito, negli anni successivi al terremoto del 2009, un ostacolo a una seria politica di riduzione del rischio da parte delle autorità pubbliche, e soprattutto un disincentivo per i cittadini a farsi carico delle condizioni di sicurezza delle proprie abitazioni, nella convinzione che si tratti di una responsabilità altrui.

Ed è così che, quando il 24 agosto 2016 un terremoto analogo a quello dell'Aquila ha distrutto Amatrice, Accumoli, Arquata e Pescara del Tronto, causando un numero di vittime di poco inferiore a quello del 2009, siamo giunti a comprendere, speriamo in modo chiaro e inequivocabile, due assunti fondamentali: in primo luogo, che i terremoti uccidono per le case mal costruite; in secondo luogo, che possono colpire senza alcun preavviso, e che quindi pensare di ridurre il rischio basandosi su qualche avviso prima dell'evento costituisce oggi una vana speranza.

La difesa dai terremoti in Italia: ruoli e obiettivi

È stata oramai chiarita dalla Corte d'Appello² e dalla Cassazione³ l'infondatezza della tesi accusatoria, sposata dal giudice di primo grado, secondo la quale i sette esperti condannati

¹ Tribunale dell'Aquila, 22 ottobre 2012 (dep. 19 gennaio 2013), n. 380.

² Corte d'Appello dell'Aquila, 6 febbraio 2015, n. 3317.

³ Cass. pen., sez. IV, 19 novembre 2015, n. 2221, (dep. 24 marzo 2016).

condividavano lo stesso grado di responsabilità nella comunicazione dei fattori di rischio verso le autorità locali e i cittadini. Come in seguito correttamente statuito, la Commissione Grandi Rischi non si era validamente costituita il giorno 31 marzo 2009, poiché solo quattro dei sette esperti poi condannati ne erano membri ufficiali. Gli altri tre rappresentavano rispettivamente il Dipartimento di Protezione Civile (DPC) e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il cui compito è quello di fornire alla CGR e al DPC i dati e i risultati delle analisi sui fenomeni sismici e vulcanici.

Il sistema nazionale di protezione civile prevede, infatti, una distinzione chiara tra i compiti dei centri di ricerca (poi chiamati "centri di competenza"), della CGR e del DPC. I fondamenti di questo sistema furono delineati per la prima volta dalla Legge 225 del 1992, a cui si rimanda per i dettagli⁴. Il dettato legislativo evidenzia con chiarezza come la comunicazione del rischio in situazioni di crisi costituisca compito del DPC: per questo motivo, la Suprema Corte ha confermato la sola responsabilità di Bernardo de Bernardinis il quale, all'epoca dei fatti, rivestiva il ruolo di vice-capo DPC. L'intervista da questi rilasciata prima della riunione del 31 marzo 2009, integrerebbe gli estremi di quella rassicurazione che avrebbe portato, in via principale, alla morte di tredici persone la notte del 6 aprile⁵.

In questo contributo non entro nel merito della condanna, che è "materia da penalisti", rimandando ai documenti processuali⁶, alle riflessioni contenute in un volume di recente pubblicazione⁷ e a quelle di Fornasari (2016)⁸ e Valbonesi (2013; 2016)⁹.

Mi preme qui piuttosto sottolineare come, a valle della disgrazia aquilana e della sfortunata riunione pre-terremoto, le politiche sulla riduzione del rischio sismico in Italia non abbiano fatto grandi passi avanti, a parte alcune azioni previste dalla L. 77/2009 art. 11, che aveva stanziato poco meno di un miliardo di Euro in sette anni per verifiche e interventi, che sono tuttora in corso. Ritengo che questa circostanza si debba soprattutto al fatto che il dibattito seguito al terremoto del 2009 si era incentrato principalmente sulla ricerca di colpevoli e su di una rinata e quanto mai inopportuna attenzione verso la previsione dei terremoti. Ne è pertanto conseguito un grave depotenziamento degli sforzi utili alla mitigazione del rischio, che avrebbero dovuto concentrarsi maggiormente su interventi volti alla riduzione della vulnerabilità degli edifici.

⁴ L'Istituto Nazionale di Geofisica (ING) era nel 1992 una delle strutture operative del sistema di protezione civile, poi dalla nascita dell'INGV (1999) ne è diventato centro di competenza. L'art. 11 della L.225/1992 recita "[...] le strutture operative nazionali svolgono, a richiesta del Dipartimento della protezione civile, le attività previste dalla presente legge nonché compiti di supporto e consulenza per tutte le amministrazioni componenti il Servizio nazionale della protezione civile". Per quanto riguarda la Commissione Grandi Rischi, la L. 225/1992 all'art. 11 comma 1 dice "La Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi è organo consultivo e propositivo del Servizio nazionale della protezione civile su tutte le attività di protezione civile volte alla previsione e prevenzione delle varie ipotesi di rischio. La Commissione fornisce le indicazioni necessarie per la definizione delle esigenze di studio e ricerca in materia di protezione civile, procede all'esame dei dati forniti dalle istituzioni ed organizzazioni preposte alla vigilanza degli eventi previsti dalla presente legge ed alla valutazione dei rischi connessi e degli interventi conseguenti, nonché all'esame di ogni altra questione inerente alle attività di cui alla presente legge ad essa rimesse".

⁵ La sentenza riconosce la responsabilità per l'incidenza che il messaggio di rassicurazione ha avuto sulla decisione delle vittime (causalità psichica) di dismettere le cautele normalmente adottate, inducendole a rimanere nelle proprie abitazioni dove hanno trovato la morte a causa del sisma.

⁶ Corte d'Appello dell'Aquila, cit.; Cass. Pen., cit.

⁷ Terremoti, comunicazione, diritto. Riflessioni sul processo c.d. Grandi Rischi" (Amato, Cerase, Galadini, 2015), ed. Franco Angeli.

⁸ Fornasari, G., Un processo alla scienza? Il penalista di fronte alle questioni dogmatiche e agli spunti di novità della vicenda giudiziaria aquilana. In: Borsari, R. (a cura di), *Processo alla Scienza*, 2016 Padova University Press, Università degli Studi di Padova, cap. 5, p. 75 ss.

⁹ Valbonesi, C., La colpa trema: il terremoto dell'Aquila e la condanna agli scienziati della commissione grandi rischi, in «Giustizia penale», 2013, p. 703 ss.; Valbonesi, C., Terremoti colposi e terremoti della colpa. Riflessioni a margine della sentenza "Grandi Rischi". Riv. It. Dir. e Proc. Pen., 2016, p. 1498 ss.

Imprevedibilità e prevedibilità *ex-post*

Dopo il terremoto dell'Aquila, si è diffusa la convinzione secondo la quale la maggior parte dei terremoti, se non la totalità, sia preceduta da sciami sismici. Questa erronea considerazione è probabilmente da attribuirsi a due cause: da un lato, il nostro Paese sembra soffrire di una memoria a corto raggio (si tende cioè a dare maggior peso agli avvenimenti recenti piuttosto che a compiere un'analisi statistica esaustiva della storia sismica); dall'altro, come sottolineato, un ruolo importante deve attribuirsi a quell'informazione errata e fuorviante offerta dalla sentenza di primo grado e per lungo tempo diffusa da molti organi di stampa. Per citare un caso su tutti, la trasmissione televisiva della RAI "Presa Diretta", in una puntata andata in onda subito dopo la sentenza di primo grado, il 20 gennaio 2013, mostrò un'intervista fatta a un geologo, professore ordinario, il quale asserì testualmente "tutti i forti terremoti sono preceduti da uno sciame sismico". Poco importa che il geologo non fosse un sismologo ma un petrografo, ossia uno studioso non di terremoti ma di rocce. Agli occhi del telespettatore inconsapevole e incolpevole non faceva molta differenza. Questa e altre interviste, televisive e a stampa, contribuirono a creare confusione e distrazione nell'opinione pubblica, radicando l'idea che dai terremoti ci si possa difendere con azioni "last-minute", come l'abbandono della propria abitazione prima dell'arrivo di un sisma perché "avvisati" dalla scossa premonitrice.

Il tema della prevedibilità di un evento sismico ha accompagnato la storia della sismologia sin dai suoi albori. A parte il caso, famoso e in parte fortuito, del terremoto di Haicheng in Cina del 1975, nessun altro caso di previsione riuscita è riportato dalle cronache sismiche mondiali (si vedano al proposito Hough¹⁰; Amato¹¹). Pur essendo vero che si sono avuti casi di persone salve dai crolli per essere uscite minuti o ore prima di un forte sisma a causa di "foreshocks"¹², in altri casi all'uscita da casa sono seguiti rientri poi rivelatisi mortali, come accadde in occasione del terremoto della Val di Noto nel 1693 quando, a un evento di magnitudo intorno a 6 avvenuto il 9 gennaio, seguì, due giorni dopo, un altro sisma ben più forte che distrusse molti centri della Sicilia orientale, Catania, Ragusa, Siracusa, Noto e molti altri centri minori.

La sentenza del processo di primo grado alla Commissione Grandi Rischi aveva erroneamente interpretato lo sciame sismico, attribuendogli il ruolo di evento precursore di un terremoto più forte che sarebbe dovuto arrivare. Purtroppo, l'assunto costituisce il frutto di un'analisi *ex post*, evidentemente condizionata da quanto già accaduto. Sono infatti decine le sequenze sismiche in Italia ogni anno che non vengono seguite da un forte evento, come pure sono moltissimi i casi di forti terremoti del passato che non sono stati preceduti da sciami o scosse.

In questo senso, il terremoto di Amatrice del 2016 ha rappresentato una svolta importante. La scossa delle 3:36 del 24 agosto, infatti, è avvenuta senza la benché minima scossa "premonitrice". A ben vedere, la circostanza non costituisce una novità: era accaduto anche con il terremoto in Irpinia nel 1980, in quello della Marsica nel 1915 e in molti altri eventi in Italia¹³ e nel mondo. Ma il terremoto del 2016 ha modificato la percezione della prevedibilità: è evidente ed inconfutabile che un terremoto forte e distruttivo può avvenire "senza farsi preannunciare".

Se, da un lato, questa constatazione ha una connotazione negativa, giacché aumenta l'incertezza

¹⁰ Hough, S.E., Prevedere l'imprevedibile. La tumultuosa scienza della previsione dei terremoti, Springer Italia, Milano 2013 (ed. orig.: Predicting the Unpredictable. The Tumultuous Science of Earthquake Prediction, Princeton University Press, 2010).

¹¹ Amato, A., Sotto i nostri piedi. Storie di terremoti, scienziati e ciarlatani. Codice edizioni, 2016.

¹² Con il termine inglese "foreshock" si intende un evento sismico che è avvenuto prima di un altro più forte. Si tratta di una definizione, che può essere attribuita soltanto *ex post*, ossia dopo che l'evento in questione venga effettivamente seguito da un altro. Se il termine anglosassone ha una connotazione neutra, il termine corrispondente in italiano assume invece un significato diverso: scossa premonitrice.

¹³ Lo storico abruzzese Anton Ludovico Antinori, ad esempio, così commentò il disastroso terremoto del 1703: "Niuno però presagì prima dell'avvenimento quello, che dopo l'avvenimento di poter naturalmente presagire dicevano quasi tutti".

e la paura del fenomeno, dall'altro inquadra il problema del rischio sismico in una prospettiva più corretta: per difendersi, non si può e non si deve contare su un improbabile preavviso dell'ultimo momento, ma si deve fare ricorso ad azioni più concrete e a lungo termine. Queste azioni devono sostanziarsi in una maggiore consapevolezza del rischio, in una politica volta a garantire la solidità degli edifici, nella diffusione delle misure comportamentali da adottare in caso di terremoto. E in effetti, dopo i terremoti del 2016 si è registrata, sia a livello politico che mediatico, un'attenzione molto maggiore che in passato verso le misure di prevenzione, non solo per le zone colpite dai terremoti del 2016 e 2017, ma anche per tutto il territorio italiano a rischio¹⁴.

Pericolosità e rischio sismico. Gli effetti nocivi di un accertamento giudiziario fondato su presupposti scientifici errati.

Tornando al tema centrale della prevedibilità dei terremoti, occorre sottolineare come la scienza sismologica può oggi contribuire alla riduzione del rischio attraverso una stima sempre più accurata della pericolosità sismica, che costituisce uno degli ingredienti del rischio. Infatti, il rischio sismico può essere considerato come il prodotto di tre variabili: la pericolosità, l'esposizione e la vulnerabilità.

La pericolosità viene stimata dai sismologi, dipende dalle deformazioni geologiche e non può essere modificata in alcun modo. Rappresenta la probabilità che un territorio subisca un determinato scuotimento sismico in un dato intervallo temporale, tenendo conto di tutte le possibili sorgenti sismiche che lo interessano. Le carte di pericolosità, generalmente calibrate per intervalli temporali di alcuni decenni, compendiano tutte le informazioni disponibili sulla storia sismica antica e recente di una regione, le conoscenze geologiche, quelle sulla propagazione delle onde sismiche¹⁵. Sono i documenti ufficiali sui quali si basa non solo la classificazione sismica del territorio ma altresì la formulazione delle norme tecniche per le costruzioni. Si tratta di dati tanto utili per la pianificazione territoriale quanto inidonei ad assumere decisioni efficaci per la difesa dai terremoti nel breve termine.

L'esposizione si sostanzia, invece, nel valore dei beni esposti al rischio, sia in termini di vite umane che di beni materiali, come edifici pubblici e privati, il patrimonio artistico e industriale, le infrastrutture. L'esposizione potrebbe in teoria essere ridotta prima di un terremoto, ad esempio delocalizzando i centri urbani lontano dalle aree sismiche. Intento, questo, praticamente irrealizzabile. Limitatamente alle vite umane, l'esposizione potrebbe essere ridotta con azioni temporanee di evacuazione, come si fa per i vulcani o i maremoti, ma allo stato attuale delle conoscenze non esiste un metodo affidabile per anticipare di qualche ora o qualche giorno l'occorrenza di un forte terremoto. Peraltro, anche se questo fosse possibile, non si risolverebbe il problema dei crolli di edifici o di interi paesi, che dovrebbero comunque essere ricostruiti dopo ogni evento sismico.

La vulnerabilità di edifici e infrastrutture costituisce la terza variabile ed è certamente la più critica in paesi come l'Italia. Come è noto nella comunità scientifica e tecnica internazionale, la riduzione della vulnerabilità rappresenta l'unica azione efficace di mitigazione del rischio, e si effettua attraverso interventi di adeguamento o rinforzo sismico. Stupisce che un assunto di tale evidenza non sia stato recepito nella ricostruzione scientifica offerta nel primo grado del processo alla Commissione Grandi Rischi (Tribunale dell'Aquila, 2012). La circostanza emerge con chiarezza dal dettato della sentenza, che afferma come la riduzione della vulnerabilità sia praticamente irrealizzabile. Non solo, ma l'affermazione di questo concetto da parte degli esperti appare al giudice un esercizio ovvio e inutile. Peccato che, come già commentato da molti illustri esperti di diritto e di ingegneria sismica, questa affermazione sia errata e deresponsabilizzante.

¹⁴ Decreto del Min. Infrastrutture e Trasporti n. 58 del 28-02-2017.

¹⁵ Si veda su: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

Dopo il terremoto del 24 agosto del 2016 che ha distrutto Amatrice, Accumoli, Pescara del Tronto e altri centri tra il Lazio e le Marche, vittime dell'assenza di una politica di riduzione della vulnerabilità strutturale degli edifici (Amatrice è classificata come sismica da oltre un secolo, dopo il terremoto di Avezzano del 1915), il pensiero di molti è andato proprio a quelle parole "scolpite" nella sentenza "Billi". Chi scrive ritiene, infatti, che il condizionamento culturale operato da quel messaggio di indifferenza verso efficaci interventi preventivi abbia avuto, questo sì, una vera incidenza causale sulle politiche del rischio successivamente adottate. E questo nonostante la riforma della decisione in sede di Appello, rispetto alla quale l'eco mediatica non pare essere stata sufficiente.

Le considerazioni relative alla vulnerabilità non costituiscono l'unico passaggio della sentenza di primo grado oggetto di radicale riforma in sede di Appello, (poi confermato dalla Suprema Corte). Come emerge dalla vicenda processuale, la distorsione operata nel processo di primo grado crea una confusione concettuale fra la nozione di pericolosità e quella di prevedibilità dell'evento. A ben vedere, questo aspetto, parzialmente corretto nell'appello, non riesce comunque a essere emendato del tutto nella sentenza di Cassazione, come notato da Valbonesi¹⁶.

Considerare la storia sismica di un'area e la sua pericolosità a lungo termine, nonché il manifestarsi di uno sciame, quali "indicatori di rischio"¹⁷ imminente, o in altri termini quali elementi probanti di un forte terremoto in arrivo, come asserito nella sentenza di primo grado, non è scientificamente corretto. A siffatta conclusione si è giunti attraverso un'interpretazione degli eventi forzata e viziata da una lettura *ex post*.

La storia sismica italiana e mondiale si caratterizzano per una copiosa letteratura avente ad oggetto sequenze sismiche o sciame, simili a quello verificatosi nel territorio aquilano nel periodo antecedente al 6 aprile 2009, esauritisi dopo giorni o mesi senza sfociare in un forte terremoto (per l'area abruzzese si veda l'analisi di Amato e Ciaccio)¹⁸. Nel caso dello sciame del 2009 e dell'evento di magnitudo 6.3 del 6 aprile, certo si può ipotizzare una correlazione tra i due fenomeni, ma non è dimostrabile scientificamente una causalità diretta. In ogni caso, anche i modelli statistici che ipotizzano un nesso diretto tra sequenze/sciami premonitori e forti terremoti stimano per questi ultimi delle probabilità molto basse di accadimento, in genere inferiori all'1% in una settimana (Marzocchi e Zhuang)¹⁹.

Come ben spiegato da Wang e Rogers²⁰, nella mitigazione del rischio sismico lo scopo deve essere quello di far restare le persone nelle loro case senza paura e senza che esse vengano ferite, e non certo di dire loro quando scappare prima di un terremoto.

Pericolosità e rischio sismico. Gli effetti sulla comunità scientifica

Tra gli effetti del processo alla Commissione "Grandi Rischi" vi è certamente l'aumentata tendenza a un atteggiamento "difensivo" da parte di chi è chiamato a fornire valutazioni tecnico - scientifiche in materia di rischio sismico. Almeno in due circostanze, tra il 2012 e il 2013, se ne sono viste le conseguenze. Il primo caso si riferisce alla sequenza sismica in Emilia nel maggio 2012. Dopo il primo terremoto del 20 maggio, la Commissione Grandi Rischi, in composizione

¹⁶ Valbonesi, C., Terremoti colposi e terremoti della colpa. Riflessioni a margine della sentenza "Grandi Rischi", cit. p. 1498 ss.

¹⁷ così definiti nelle motivazioni della sentenza del Tribunale dell'Aquila (2012).

¹⁸ Amato, M. G. Ciaccio, Earthquake sequences of the last millennium in L'Aquila and surrounding regions (central Italy), in «Terra nova», 24, 2012, p. 52 ss.

¹⁹ Marzocchi, W., e J. Zhuang, Statistics between mainshocks and foreshocks in Italy and Southern California, in «Geophysical Research Letters», 2011, p. 38 ss.

²⁰ Wang, K. and Rogers, G.C., Beating Fear with Hope: On Sustaining Earthquake Preparedness, Seism. Res. Lett., 88, 1, p. 1 ss.

rinnovata, decise di non riunirsi. Questa determinazione, piuttosto irrituale dopo un terremoto di quell'entità e di quegli effetti, è stata interpretata come una risposta al processo in corso all'Aquila nei confronti degli esperti e dei funzionari di Protezione Civile. La Commissione tornò però a riunirsi alcuni giorni dopo il secondo terremoto, quello di magnitudo 5.8 del 29 maggio 2012, in cui persero la vita alcuni operai che avevano ripreso il lavoro nei capannoni non sicuri. Il risultato delle valutazioni della CGR, effettuate all'esito dei due forti terremoti, delle migliaia di "aftershocks" in un fronte sismico esteso per oltre 40 chilometri, costituì una sorta di "previsione", tanto importante da essere diffusa dall'allora Presidente del Consiglio Mario Monti, in una conferenza stampa tenutasi pochi giorni dopo. Nelle determinazioni ufficiali della CGR si parlava della significativa probabilità di attivazione di un "terzo segmento" nel settore della faglia collocato a est rispetto alle zone del modenese già attive in precedenza. L'annuncio suscitò lo scalpore e il vivo risentimento di alcuni sindaci ignari delle modalità attraverso le quali avrebbero potuto gestire una così grave emergenza.

Al momento in cui scrivo, a cinque anni di distanza, il terzo segmento non si è (ancora) attivato, ma nessuno ha osato dire che quella probabilità fosse diminuita. Difficile tornare indietro da certe affermazioni.

La seconda manifestazione di "sismologia difensiva" si presentò nel mese di gennaio dell'anno successivo, quando una sequenza sismica generò spavento fra gli abitanti della Garfagnana. "A seguito della comunicazione pervenuta dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri si consiglia di uscire di casa e rimanere all'aperto", comunicò via *twitter* ai cittadini il sindaco di Castelnuovo Garfagnana, un comune di seimila abitanti in provincia di Lucca. Il messaggio era stato inviato a seguito di una modesta ripresa dell'attività sismica durante una sequenza che era iniziata il 25 gennaio 2013 con un terremoto di magnitudo 4.8.

È opportuno notare come nel messaggio non si faccia nessuna distinzione in base a edifici sicuri o meno: tutti i cittadini indistintamente sono invitati a uscire di casa e "rimanere all'aperto", pur in un momento dell'anno particolarmente freddo. Inoltre, questa anomala evacuazione durò soltanto 24 ore, dopo le quali, in assenza di un messaggio di tenore contrario, sembra che tutti rientrarono a casa, pensando forse che il pericolo fosse scongiurato. Va notato che questa determinazione non ha alcun fondamento scientifico. Nel nostro catalogo storico sono infatti numerosi i casi di sequenze multiple in cui il terremoto più forte è avvenuto diversi giorni dopo quello precedente (ancora più numerosi quelli in cui non è avvenuto affatto).

A onor del vero, va detto che la possibilità che durante una sequenza sismica si attivino diversi segmenti di faglia adiacenti è ben documentata. L'ultima sequenza sismica in centro Italia lo ha dimostrato ampiamente, con diversi forti eventi che si sono succeduti a intervalli di mesi (tra il 24/8 e il 26/10), di giorni (tra il 26/10 e il 30/10), poi ancora di mesi (tra 30/10 e 18/1), e infine nell'arco di poche ore, come i quattro terremoti di magnitudo tra 5.0 e 5.5 che si sono succeduti il 18 gennaio 2017.

Durante questa sequenza la CGR, come del resto l'intera comunità scientifica, ha più volte messo in guardia dalla possibilità di attivazione di ulteriori faglie dopo la prima, drammatica scossa del 24 agosto. E in effetti, in questa circostanza gli avvertimenti si sono rivelati corretti e hanno probabilmente contribuito a mantenere alta l'attenzione, con il risultato che le scosse del 26 e 30 ottobre non hanno provocato vittime.

A parere di chi scrive, questa vicenda appare emblematica delle responsabilità che conseguono ad una distorta interpretazione giurisprudenziale in ordine alla prevedibilità del rischio sismico. Infatti, se le ulteriori scosse di ottobre e di gennaio non fossero avvenute, si sarebbe molto probabilmente parlato di eccesso di precauzionismo, ma d'altro canto, se non si fosse prospettato lo scenario delle scosse multiple e queste fossero invece accadute, la diminuita attenzione avrebbe potuto condurre a comportamenti meno prudenti (come il ritorno in alcune case) potenzialmente forieri di tradursi in decessi e ferimenti a seguito degli ulteriori crolli di ottobre 2016 e gennaio 2017. Con tutte le conseguenze in termini di responsabilità che possiamo immaginare.

Prevedere i terremoti o i suoi effetti? Le nuove frontiere della ricerca sismologica

Se è vero che il terremoto (inteso come processo fisico di rottura e spostamento di una faglia) non si può prevedere da un giorno all'altro, è anche vero che si può prevedere l'arrivo delle onde sismiche più energetiche in un determinato punto distante dall'epicentro, una volta che il terremoto è avvenuto. Si tratta dei sistemi di *Early Warning* sismico (allerta rapida), che consentono alcune azioni di riduzione del rischio automatiche o individuali.

Naturalmente, questo sistema può essere efficace soltanto a una certa distanza dall'epicentro, tanto più se il sisma è superficiale. Nel caso di un terremoto come quello dell'Aquila o quello di Amatrice, infatti, le onde sismiche impiegano pochissimi secondi per percorrere i pochi chilometri tra l'ipocentro e la città; un tempo troppo breve per una qualunque allerta. Diverso il discorso per le zone in cui i terremoti si originano a decine o centinaia di chilometri dalle coste, come avviene in Giappone o in Messico. In questi paesi sono operativi dei sistemi di *Early Warning* sismico efficaci, in grado di avvisare le persone molti secondi prima dell'arrivo delle onde sismiche più forti. In un paese come il Giappone, queste allerte sono strumentali a una efficace preparazione in vista di un terremoto. Difficilmente, tuttavia, si vedrà un giapponese scappare dopo un'allerta.

I sistemi di EW, inoltre, sono collegati a delle procedure automatiche che si attivano al fine di ridurre gli effetti dell'arrivo delle onde sismiche. Si tratta, in sostanza, di rallentare i treni ad alta velocità, disattivare impianti nucleari, fermare gli ascensori, mandare avvisi nelle sale operatorie, aprire le porte di emergenza e così via.

Anche l'Italia ha avviato studi scientifici volti alla realizzazione di sistemi di questo tipo, pur con le limitazioni di cui si è detto. Sebbene nel nostro paese l'efficacia dei sistemi di EW sismico sia verosimilmente inficiata dalle ridotte distanze fra l'epicentro del sisma e le zone destinarie dell'allerta, possono comunque ipotizzarsi azioni di protezione che potrebbero aiutare i cittadini ad affrontare più efficacemente il rischio sismico. Si pensi ad esempio agli alunni di una scuola che potrebbero proteggersi sotto i banchi (il noto "Drop-Cover-Hold on", ossia "A terra, Copriti, Reggiti forte"), agli avvisi negli ospedali e in altri uffici, alle azioni per rallentare i treni e nelle industrie. Naturalmente, questo sviluppo rappresenta una sfida tecnologica non indifferente, considerate le limitazioni tecniche relative alla trasmissione dei dati in tempo reale, ai programmi di calcolo che devono essere particolarmente rapidi ed efficaci, all'elevata probabilità di diffondere falsi allarmi o, peggio, al rischio di non rilasciare messaggi adeguati in caso di forti eventi. In queste condizioni, sarà molto importante dotarsi di una normativa efficace che disciplini le responsabilità dei vari attori, dai ricercatori che sviluppano le tecniche e analizzano i dati, ai responsabili di protezione civile nazionale e locale, inclusi gli amministratori pubblici.

Una fattispecie particolare di *Early Warning*, di cui ci si sta occupando da alcuni anni in Italia, è quella legata agli tsunami (o maremoti) che potrebbero colpire le nostre coste. Le onde di maremoto viaggiano a una velocità molto inferiore a quelle sismiche e questo rappresenta un discreto vantaggio. Dal gennaio 2017 è entrato in fase di piena operatività il sistema di allerta tsunami gestito dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, che effettua il monitoraggio nell'area del Mediterraneo. Tsunami importanti possono venire infatti da diverse regioni sismicamente attive del Mare Nostrum, come le isole greche, Cipro, il mar Ligure e le coste del Nord Africa. Un'onda di tsunami può impiegare quasi un'ora per giungere in Italia da Creta per esempio, ma ci sono anche sorgenti di maremoti a ridosso delle nostre coste, come ad esempio nello stretto di Messina, dove nel 1908 si generò uno tsunami distruttivo, a seguito del grande terremoto che colpì la regione.

Numerose testimonianze storiche dimostrano quanto nel Mediterraneo questo rischio sia concreto ma anche sottovalutato, poiché caratterizzato da frequenze relativamente basse (si

veda Maramai et al.²¹). Anche per questo tipo di rischio non esistono al momento delle norme chiare di riferimento nell'ordinamento italiano. La sfida che abbiamo accettato, come ricercatori impegnati nella riduzione del rischio, è proprio quella di mettere a punto un sistema di monitoraggio e allerta tempestiva per il sistema di Protezione Civile, pur consapevoli della difficoltà di questo compito e della notevole esposizione a responsabilità penali e civili alle quali siamo soggetti.

Considerazioni conclusive

Il terremoto del 2016 in Italia centrale ha riproposto con forza la questione della necessità di un piano straordinario per la messa in sicurezza del tessuto edilizio.

Gli eventi sismici degli ultimi decenni in Italia hanno dimostrato come la fragilità delle costruzioni costituisca il fattore determinante del numero dei crolli e delle vittime. La tragedia della scuola di San Giuliano di Puglia, nel 2002, in cui persero la vita ventisette bambini e un'insegnante a causa di un intervento sciagurato di sopraelevazione dell'edificio; i crolli dell'Aquila nel 2009, in cui persero la vita oltre trecento persone, tutte in edifici che presentavano dei problemi di elevata e nota vulnerabilità; il terremoto del 2012 in Emilia, che pose all'attenzione il problema della fragilità strutturale dei capannoni industriali: tutti questi casi, e molti altri precedenti, non sono bastati per convincere le istituzioni ad adottare misure efficaci volte alla riduzione del rischio.

Neppure oggi, all'esito dell'ennesima tragedia, si è trovato il coraggio politico di formulare prescrizioni legislative cogenti, che impongano ai privati di intervenire sulle proprie abitazioni, rendendole adeguate al livello di pericolosità sismica definito dalla normativa²², come imposto invece in altri Paesi, sia pure su scale temporali pluridecennali. Le misure introdotte con il recente Decreto post-sisma del 2016²³, benché innovative per alcuni aspetti, potrebbero rivelarsi inefficaci, giacché lasciano alla discrezionalità dei cittadini la decisione in ordine agli interventi di riduzione della vulnerabilità.

Alle incertezze politiche si accompagnano difficoltà nella comunicazione del rischio, foriere di un sostanziale fraintendimento in ordine alle modalità più efficaci per la sua riduzione, individuate oggi soprattutto nella previsione del terremoto e nella necessità di riformulare le mappe di pericolosità. Si trascura, forse strumentalmente, di riconoscere i reali limiti della scienza sismologica, accusata spesso di non essere in grado di fornire risposte alle esigenze della società.

Al contrario, i progressi di questa scienza hanno consentito di formulare previsioni probabilistiche su scale temporali compatibili con le incertezze dei processi sismici. Queste previsioni sono compendiate nelle mappe di pericolosità, che rappresentano lo strumento più efficace per una corretta pianificazione territoriale, fornendo i dati di riferimento per le costruzioni in zona sismica.

Sul versante della predittività, invece, i progressi tecnologici recenti hanno portato allo sviluppo dei sistemi di *Early Warning*, che potrebbero consentire di ridurre l'esposizione al rischio (di persone, ma soprattutto di infrastrutture e sistemi) nel brevissimo tempo fra la genesi di un terremoto e l'arrivo, in determinati punti critici, delle onde sismiche (o di maremoto). Molto è stato fatto e molto c'è ancora da fare. Nell'attesa di un'adeguata regolamentazione giuridica di questi sistemi, e di una corretta definizione delle modalità di comunicazione dei rischi associati, piace ricordare le parole di un noto filosofo dell'antichità: "... niente è perfetto fin dall'inizio;

²¹ Si veda al riguardo; Maramai, A., B. Brizuela, and L. Graziani. "The Euro-Mediterranean Tsunami Catalogue." *ANNALS OF GEOPHYSICS* (2014).

²² La mappa di pericolosità sismica è stata ufficializzata tramite l'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006.

²³ Decreto del Min. Infrastrutture e Trasporti n. 58 del 28-02-2017.

e non soltanto in questo ambito importantissimo e complicatissimo (nel quale, anche quando si sarà fatto molto, ogni età troverà tuttavia qualcosa da fare), ma anche in ogni altra attività gli inizi sono sempre stati lontani dalla perfezione”²⁴.

²⁴ Seneca, *Naturales Quaestiones*, libro VI.

11. Il ruolo della ricerca scientifica nella mitigazione del rischio sismico

Alessandro Amato

In: *Sisma. Dal Friuli 1976 all'Italia di oggi*, 2017

Previsione e prevenzione. Una storia millenaria

«Se il vento e il tuono furono temuti dagli antichi per cose soprannaturali, molto più dovea esserlo il tremuoto, quello che fendeva i monti e ne diroccava le cime, che apriva abissi spaventevoli sotto ai piedi degli uomini, che faceva scomparire in un istante le messi e gli armenti, rovesciando, inghiottendo e cangiando quasi d'un tratto la faccia delle cose [...] Al timore adunque, che naturalmente ispira il traballare della terra, andava unito presso gli antichi quello ancora più grande, che è cagionato dalla idea di un Essere superiore e onnipotente, irritato e in atto di punire». Così il giovane Giacomo Leopardi, nel suo "Saggio sopra gli errori popolari degli antichi", scritto nel 1815, riassume le numerose credenze popolari che nel corso della storia avevano attribuito al terremoto il significato di castigo divino. Tracce di questa superstizione si trovano in tutte le epoche e in quasi tutte le culture. Dall'Antico Testamento ai Greci e ai Romani, dagli scritti medievali al Rinascimento, se ne discute praticamente dopo ogni grande terremoto: basti pensare al terremoto del 1456 in Italia meridionale (Matteo dell'Aquila, 1990), a quello di Lisbona nel 1755, o ancora ai tanti altri eventi sismici distruttivi che hanno colpito il nostro Paese nel corso della storia (Amato, 2016). Incredibilmente, la fola della punizione inflitta agli uomini per una loro presunta colpa è stata raccontata anche in tempi molto recenti, dalle frequenze di Radio Maria, in occasione del terremoto e dello tsunami di Tohoku in Giappone nel 2011 e di Amatrice nel 2016.

Occorre ricordare, tuttavia, che anche nei tempi antichi, a queste interpretazioni superstiziose o religiose si contrapponevano approcci razionali e scientifici, fondati sulle cause naturali degli eventi, sui fenomeni che precedevano, accompagnavano e seguivano i terremoti, sulle ragioni dei crolli degli edifici.

Già i filosofi greci, prima ancora di Aristotele, si erano interrogati sulle cause dei terremoti, attribuendoli a fenomeni naturali, come l'acqua, il fuoco, i venti sotterranei. In quell'epoca si può datare l'inizio della sfida verso la previsione, da sempre considerata il Sacro Graal dei sismologi. Nonostante la storia sismica mondiale abbia visto un numero straordinariamente basso di previsioni riuscite a fronte di un enorme numero di fallimenti (incluso in questo novero sia i numerosissimi falsi allarmi che i terremoti non previsti), i ricercatori non si sono mai arresi e hanno sempre tentato strade nuove per scoprire fenomeni precursori e tecniche originali per anticipare gli eventi sismici. I tentativi si sono basati in qualche caso su teorie fisicamente plausibili, in molti altri su osservazioni sporadiche, quasi sempre compiute *ex post*.

A partire dal XX secolo, da quando cioè la sismologia ha assunto il carattere di vera scienza sperimentale, grazie alla diffusione di strumenti di misura efficaci (i sismometri), l'attenzione si è concentrata su alcune classi selezionate di fenomeni precursori, come quelli sismici (sequenza di foreshocks, quiescenze sismiche, ecc.), quelli idrologici e geochimici (Wyss and Booth, 1997). Caso peculiare è quello della Cina dove, a partire dalla metà degli anni '60, venne istituito un sistema capillare di osservazioni del territorio da parte di milioni di cittadini, che includeva i comportamenti degli animali, le acque, i fenomeni atmosferici e altro (Chen e Wang, 2010). Come è noto, a questo sistema venne attribuito il successo della previsione del terremoto di Haicheng nel 1975, che aveva portato a una sorta di evacuazione spontanea della città, con la conseguente riduzione drastica delle possibili vittime da decine di migliaia a "soltanto" 1000-2000. L'evento aveva fatto illudere, non solo i cinesi ma anche molti altri scienziati e istituti di

ricerca del mondo occidentale, circa la possibilità concreta di prevedere i terremoti. Ma è anche noto che questo successo è rimasto un caso isolato nella storia della sismologia, sia in Cina che altrove; meno noto il fatto che la storia della “previsione perfetta” era una narrazione artefatta dalla propaganda, e che le cose andarono diversamente, come fu poi dimostrato da Wang e Chen (2008). Sta di fatto che già l'anno successivo, il 1976, il grande terremoto di Tangshan arrivò, inaspettato, di notte, provocando oltre 250.000 vittime (secondo alcune fonti sarebbero molti di più) e il programma di previsione cinese iniziò a vacillare, per poi perdere importanza e fiducia nei trent'anni successivi. Nel 2008 un'altra sciagura colpì la Cina, questa volta nella provincia del Sichuan: altri 80.000 morti, tra cui moltissimi studenti. Il terremoto infatti avvenne durante l'orario delle lezioni e moltissime scuole crollarono per la pessima qualità degli edifici. Molte furono le polemiche incentrate sulla scarsa attenzione riservata alla prevenzione nei decenni precedenti, e in particolare alla enorme vulnerabilità edilizia, che era stata la causa principale del disastro.

Dopo il terremoto del Sichuan nel 2008 (Chen e Wang, 2010) e quello dell'Aquila nel 2009 (Amato et al., 2015), la discussione sul ruolo riservato alla previsione e alla prevenzione quali strumenti per difendersi dai terremoti si è animata nuovamente, sia nella comunità scientifica che in altri settori della società, da quelli giudiziari, ai media e fino ai cittadini. Come vedremo nel corso della trattazione, alcuni ricercatori (tra cui si riconosce lo scrivente) ritengono che l'enfasi verso la previsione abbia molto probabilmente contribuito a distogliere l'attenzione dalle politiche di prevenzione, che rappresentano oggi il modo di gran lunga più efficace per proteggersi dagli effetti dei terremoti.

Come ci si difende dai terremoti. Le stime della pericolosità sismica

Il contributo della scienza alla riduzione del rischio sismico comprende tutte quelle ricerche geofisiche, geologiche, geodetiche, storiche, finalizzate a comprendere i meccanismi sismogenetici. I risultati di queste ricerche aggiungono ogni volta qualche tassello in più nel difficile cammino verso la comprensione del sistema Terra, contribuendo, sia pure in maniera non direttamente tangibile, alla riduzione del rischio. Una conoscenza sempre più dettagliata delle faglie e dei terremoti rappresenta infatti il primo passo per la formulazione di stime della pericolosità sismica, che costituiscono elementi fondamentali per una corretta valutazione del rischio sismico. In questo contributo mi concentrerò su alcuni di questi aspetti, non potendo per ragioni di spazio trattare in maniera esauriente una tematica così articolata e complessa, ricca di progetti e studi che hanno caratterizzato il ventesimo secolo e il primo scorcio del ventunesimo.

Le stime di pericolosità si effettuano tradizionalmente per intervalli di tempo lunghi diversi decenni e sono funzionali a una corretta pianificazione territoriale. La pericolosità sismica può essere stimata anche su intervalli di tempo più ridotti, anni o addirittura giorni (stime a medio e breve termine), ma i margini di incertezza aumentano notevolmente al diminuire della finestra temporale considerata. Aumentano perché, se conosciamo ancora poco del comportamento a lungo termine delle faglie e delle zone sismiche (i periodi di ritorno dei grandi terremoti, la magnitudo massima che possono produrre, ecc.), sappiamo pochissimo di come le singole faglie reagiscono alle variazioni delle condizioni fisiche e chimiche che precedono e accompagnano un terremoto (propagazione di stress da una faglia a quelle limitrofe, migrazione di fluidi, cambiamenti nella struttura della faglia durante la fratturazione, ecc.). Questa circostanza influenza i processi che avvengono in prossimità di un terremoto, rendendoli fortemente non lineari e quindi poco o punto prevedibili.

In altri saggi di questo volume si descrive la pericolosità in Italia e nella regione del Nord-Est (per questo si vedano inoltre Slejko et al., 1998; ; Stucchi et al., 2011; Meletti et al., 2014 a,b);

in questo contributo mi limiterò a riassumere alcuni elementi rilevanti del percorso che ha condotto alla realizzazione delle attuali carte di pericolosità e ad illustrare alcune tendenze della ricerca attuale e futura sul tema.

È noto come la classificazione sismica abbia di fatto sempre seguito i maggiori terremoti distruttivi del nostro Paese, limitandosi a prescrivere norme per le costruzioni delle città e dei paesi che erano stati già colpiti da un evento sismico. Il primo e più significativo esempio a questo riguardo è quello del terremoto di Messina e Reggio del 1908, cui seguì un importante Decreto Regio, il n. 193 del 18 Aprile 1909 (G.U. n. 95 del 22 Aprile 1909¹), che prescriveva norme tecniche “moderne” per difendersi dai futuri terremoti. Nei decenni successivi si susseguirono provvedimenti normativi emanati dopo ogni terremoto distruttivo, che aggiungevano nuovi comuni all’elenco di quelli “sismici”.

In realtà, già nel ‘500 in Italia erano stati formulati alcuni suggerimenti efficaci per difendersi dai danni dei terremoti (si veda ad esempio il “Libro di diversi terremoti” di Pirro Lagorio, scritto dal grande architetto napoletano subito dopo il terremoto di Ferrara del 1570), ma esse non vennero applicate nei secoli successivi, a parte rare eccezioni.

Se si considera che già verso la fine dell’800 erano state pubblicate delle carte di “pseudo-pericolosità” d’Italia (Mercalli, 1883), si avverte un certo sconcerto nel ripercorrere la storia della nostra classificazione sismica del ‘900, costellata di numerosi terremoti che si sono abbattuti in quel secolo sull’Abruzzo, sull’Irpinia, sull’Umbria, la Toscana, la Sicilia, il Friuli Venezia Giulia. Certo, queste carte non erano come quelle moderne, ma contenevano comunque molte informazioni sui terremoti del passato, e mettevano in luce quali fossero le aree più critiche, dando indicazioni su dove sarebbe stato saggio introdurre delle norme più severe per le costruzioni. Nel 1910, infatti, lo stesso Giuseppe Mercalli denunciava questa circostanza nel suo saggio “Le case che si sfasciano e i terremoti”, riportando nel frontespizio l’annotazione *Repetita juvant*, a testimonianza del fatto che, già oltre un secolo fa, gli scienziati segnalavano l’inerzia della classe politica nell’affrontare il problema della debolezza degli edifici.

La figura 1 mostra le mappe pubblicate da Mercalli nel 1883, in cui venivano raffigurati gli effetti dei maggiori terremoti storici italiani dal 1300 e fino alla metà del XIX secolo. Se solo si fosse scelto di costruire strutture ed edifici solidi nelle aree già colpite dai terremoti dei secoli precedenti, come Mercalli e altri studiosi già suggerivano, certamente gli effetti dei terremoti del XX secolo sarebbero stati minori.

La mancata classificazione tempestiva dei territori secondo il loro reale (o presunto) grado di sismicità ha creato un enorme deficit di sicurezza, originato dall’assenza di obblighi a costruire secondo prescrizioni idonee e tassative (Meletti et al., 2006).

Nonostante i numerosi terremoti del ‘900 abbiano visto la progressiva aggiunta di comuni classificati come “sismici”, bisognerà attendere il terremoto del Molise (2002) per vedere pubblicata in via ufficiale (sulla G.U. n. 105 dell’8/5/2003) una mappa completa della pericolosità sismica in Italia (OPCM 3274/2003). Invero, una carta analoga era stata predisposta dalla comunità scientifica già negli anni ‘90 (Slejko et al., 1998), ma questa non aveva trovato un’applicazione normativa in termini di classificazione del territorio e di prescrizioni tecniche per le costruzioni in zona sismica, come invece accadde dopo il 2002 (si veda Meletti et al., 2006 per una storia più dettagliata di questo percorso). È d’uopo anticipare come nel 2017 verrà pubblicata la nuova carta di pericolosità del territorio italiano, basata sulle nuove conoscenze acquisite in oltre un decennio di ricerche (C. Meletti, com. personale).

¹ Il Regio Decreto n. 193 del 18 Aprile 1909 (G.U. n. 95 del 22 Aprile 1909) “Norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei luoghi colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri precedenti elencati nel R.D. 15 aprile 1909 e ne designa i Comuni” e Circolare n. 2664 del 20 Aprile 1909 “Istruzioni tecniche”).

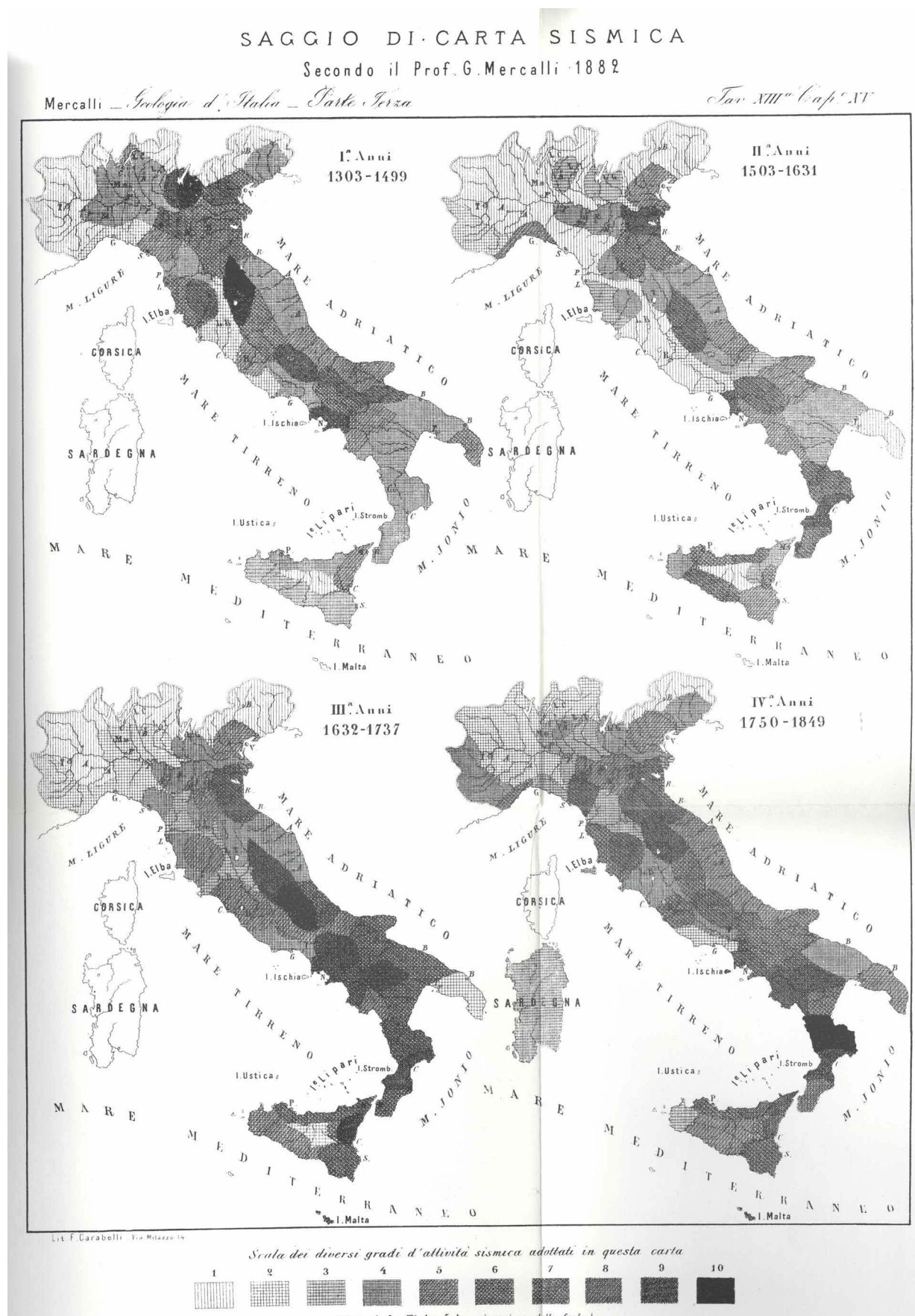


Figura 1 Carte dei risentimenti macrosismici per quattro periodi storici dal 1303 al 1849 (da Mercalli, 1883).



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

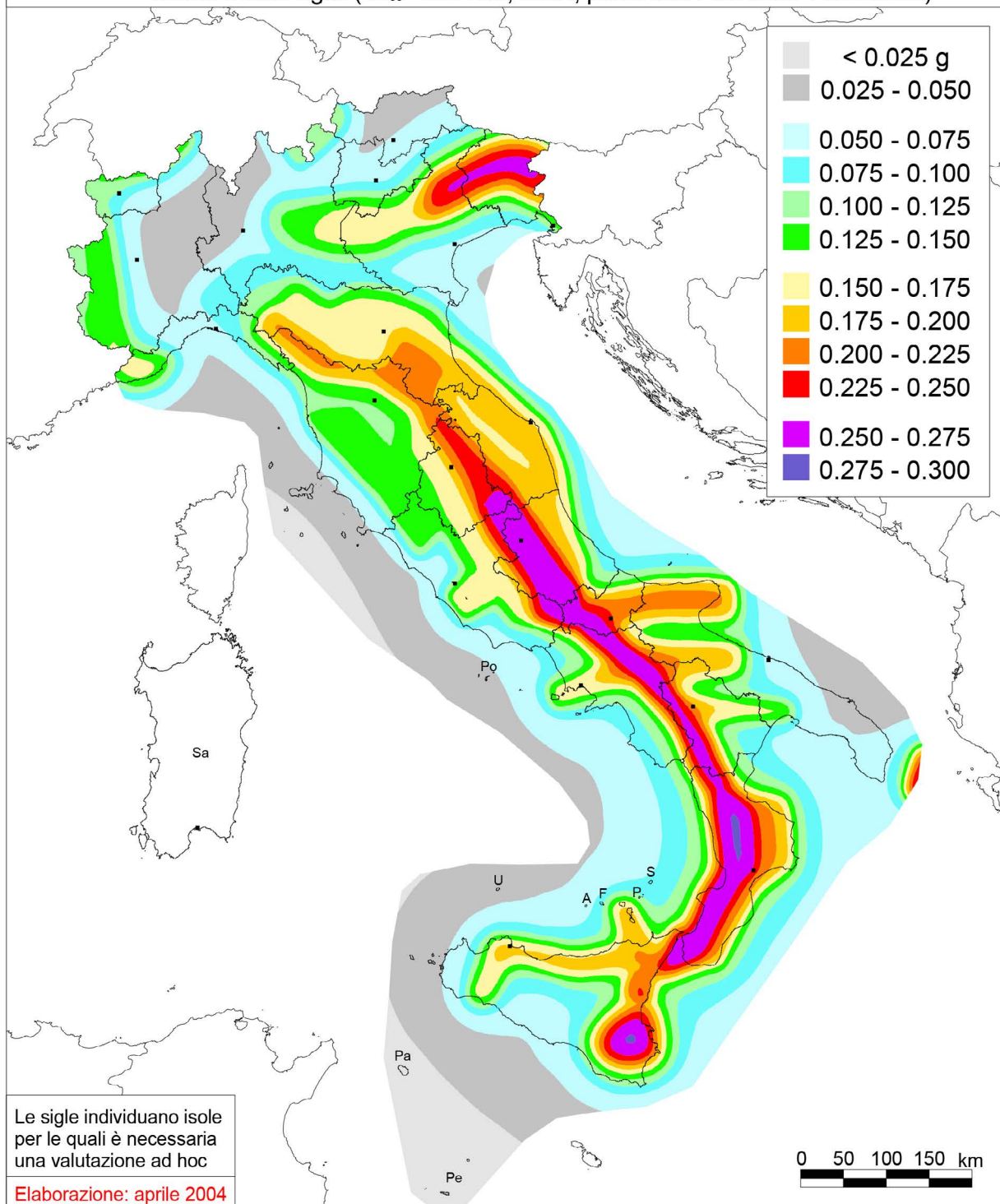


Figura 2 Carta della pericolosità sismica italiana (versione originale del 2004). Per i dettagli si vedano la bibliografia riportata nel testo e il sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>.

Come è noto, le stime della pericolosità effettuate dai sismologi sono state funzionali alla zonazione del territorio da parte degli organi politici. L'individuazione delle zone sismiche ha consentito di individuare, su base comunale, i valori per la progettazione. Dal 2009, invece, le NTC08 determinano l'azione sismica di riferimento basandosi non più sulle quattro "zone" (quindi quattro spettri di progetto) per tutto il territorio, ma su valori puntuali. La classificazione sismica ha quindi conservato soltanto un ruolo di indirizzo per i controlli sui progetti ed è oggi utilizzata al fine di determinare priorità di eventuali interventi (Meletti et al., 2014b), oltre a fornire un'immagine semplificata utile per scopi didattici e informativi.

La pericolosità sismica variabile nel tempo

Come è noto, le carte di pericolosità ottenute con i metodi tradizionali, in Italia come in molti altri Paesi, sono stazionarie nel tempo, ossia i valori di probabilità di un dato scuotimento in un dato luogo sono identici un minuto prima di un forte terremoto e un minuto dopo che questo sia avvenuto. Sappiamo però che questo dato non è vero in quanto, dopo un forte terremoto, cambiano le condizioni del sistema: se una o più faglie sono state "scaricate", almeno in parte, dell'energia accumulata per secoli, altri settori possono essere stati "caricati" dai movimenti delle faglie adiacenti. Numerosi i tentativi di superare questa limitazione intrinseca dei metodi "time-independent": nei calcoli sono stati introdotti i parametri delle singole faglie o delle zone sismogenetiche, in particolare quelli relativi ai "tempi di ritorno" dei forti terremoti e al tempo trascorso dall'ultimo evento. A partire dagli anni '90 sono stati sperimentati diversi approcci, che in alcuni Paesi hanno affiancato i metodi tradizionali di calcolo della pericolosità (si veda per esempio il modello per la California UCERF3-TD, Field et al., 2013; 2015).

Se le carte di pericolosità "classiche" costituiscono il fondamento per l'applicazione delle norme tecniche relative alle nuove costruzioni, lo scopo delle mappe "time-dependent" risiede principalmente nell'individuazione delle zone dove è più probabile che arrivi un terremoto nei prossimi anni. Questo potrebbe consentire di mettere in campo delle azioni prioritarie di riduzione del rischio.

A partire dagli anni '90, anche in Italia sono stati fatti diversi tentativi di individuare le aree nelle quali occorrerebbe intervenire prioritariamente con verifiche e adeguamenti sismici. All'inizio degli anni 2000, per esempio, il Progetto "Terremoti probabili in Italia tra il 2000 e il 2030: criteri per la definizione di priorità degli interventi per la riduzione del rischio sismico", finanziato dalla Protezione Civile e coordinato da chi scrive e da Giulio Selvaggi, aveva provato a raccogliere e integrare indicazioni provenienti da stime della pericolosità "time-dependent" (Pace et al., 2006; Akinci et al., 2009 tra molti altri) con altre conoscenze geologiche, sismologiche, geodetiche. Il progetto si prefiggeva inoltre di analizzare alcune aree del territorio nazionale in cui appariva evidente un deficit nel rilascio dell'energia sismica accumulata nei secoli precedenti. I risultati evidenziavano come le conoscenze ancora incomplete dei tassi di deformazione in Italia (si era agli albori dell'"era GPS") impedissero delle valutazioni conclusive sui "terremoti (più) probabili" nel trentennio successivo, ma al tempo stesso mettendo in luce alcune delle aree più critiche, almeno secondo le conoscenze del momento.

Grazie a nuovi dati e analisi, alcuni di quei modelli vennero perfezionati nel corso di un successivo progetto finanziato dal Dipartimento della Protezione Civile (Progetto S2 "Realizzazione di un modello dinamico sperimentale di valutazione della pericolosità sismica a scala nazionale", coordinato da W. Marzocchi ed E. Faccioli). Alcuni di questi modelli sono stati ulteriormente sviluppati e sono tuttora in fase di verifica presso lo CSEP (<http://www.cseptesting.org/regions/model.php#rimodel>). Interessante notare che sul sito CSEP sono attualmente in fase di test almeno quindici modelli predittivi per l'Italia relativi a periodi di 5-10 anni, mentre sono solo 3 quelli relativi a un giorno, testimonianza questa della maggiore difficoltà di verificare o confutare i modelli a breve termine, soprattutto relativamente ai forti terremoti.

Come notato da Akinci et al. (2009), le stime di pericolosità “time-dependent” sono fortemente dipendenti dai parametri delle faglie (come lo “slip rate” e i tempi di ricorrenza), che purtroppo sono poco vincolati per la maggior parte di esse.

Da alcuni di questi modelli si è successivamente ottenuto un “ensemble model” (o modello di sintesi) che descriveva la pericolosità sismica in Italia nei successivi dieci anni (Marzocchi et al., 2012). Lo studio metteva in luce, ancora una volta, la forte variabilità dei modelli considerati, basati su dati e assunzioni differenti (includevano infatti sia modelli indipendenti che dipendenti dal tempo). Tuttavia, il modello “medio” (“ensemble”) consentiva di identificare alcune aree in cui, pur con un’elevata incertezza nelle stime, le probabilità di un futuro forte terremoto erano più elevate, come mostrato nella figura 3.

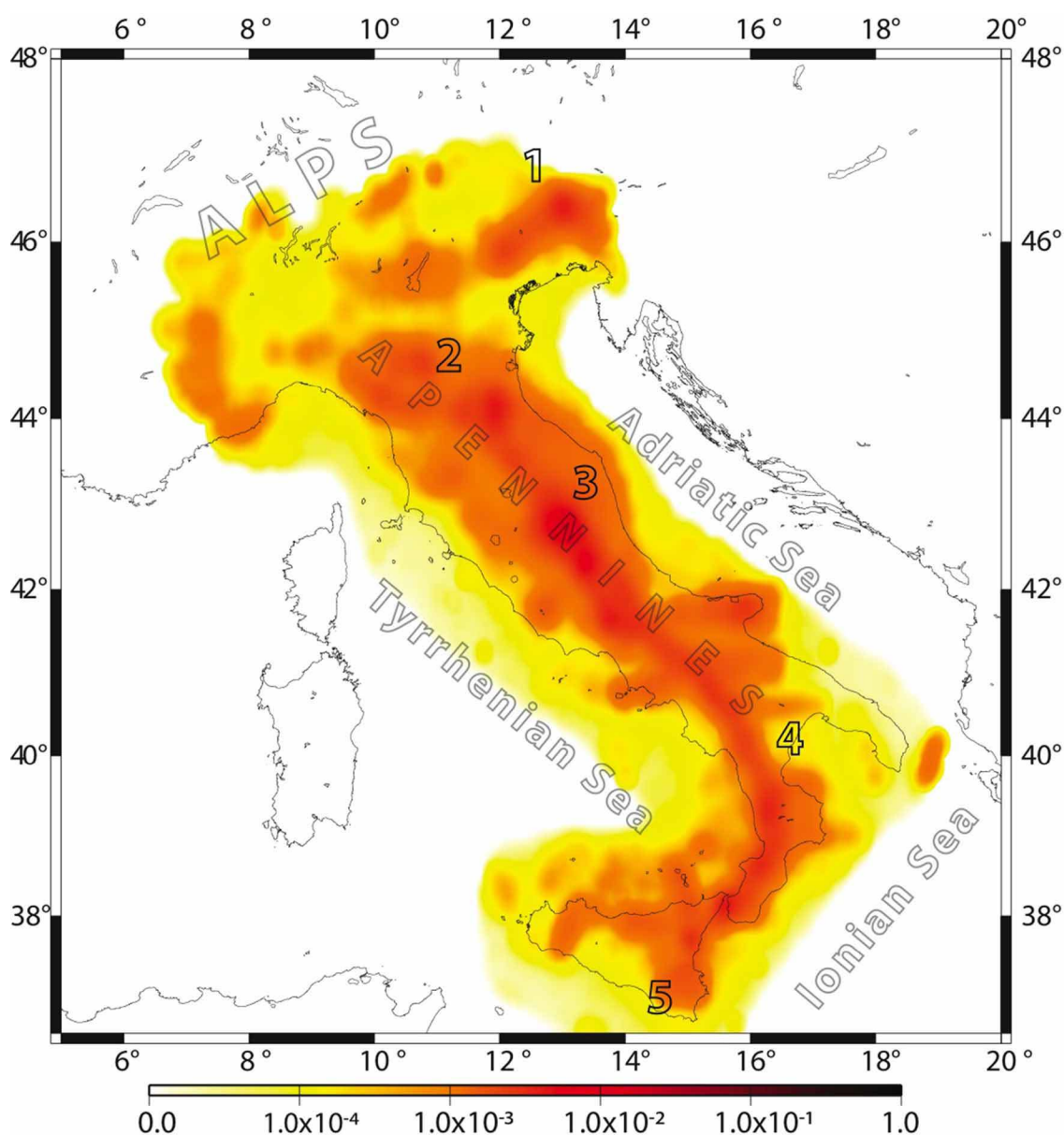


Figura 3 Probabilità dei terremoti di magnitudo pari o superiore a 5.5 nel modello “ensemble” per il periodo 2010-2019 (si veda il testo per i dettagli, figura modificata da Marzocchi et al. 2012).

Nel contesto della prevedibilità a medio termine possono essere annoverati gli studi basati sull’osservazione di un presunto accumulo di deficit sismico (in qualche caso le aree di accumulo

vengono definite come “gap” sismici, in analogia con quelli delle zone di subduzione, cit.). In uno di questi studi, focalizzato sull'Appennino centro-meridionale (Chiarabba et al., 2011), venivano evidenziate due aree che risultavano come possibili aree di “gap” sismico. In queste aree mancava un forte terremoto da molti secoli, e al tempo stesso non si osservava una sismicità frequente negli ultimi anni (figura 4). Per tali ragioni queste zone di faglia erano state definite come bloccate (*locked*), ossia aree in cui presumibilmente si è accumulata nei secoli una quantità significativa di deformazione ma che al momento risultano silenti. Tra queste, una corrispondeva all'area a nord dell'Aquila colpita dai terremoti del 2016, mentre l'altra è relativa alla regione dell'Appennino meridionale, sita a nord di quella della Basilicata e Campania colpita dal terremoto del 1980. Come detto, una stima di questo tipo si basa su considerazioni qualitative e non può portare a una previsione né nel breve e neanche nel medio termine, a causa della scarsa conoscenza delle caratteristiche di queste faglie. Un contributo a queste stime può derivare dai dati geodetici.

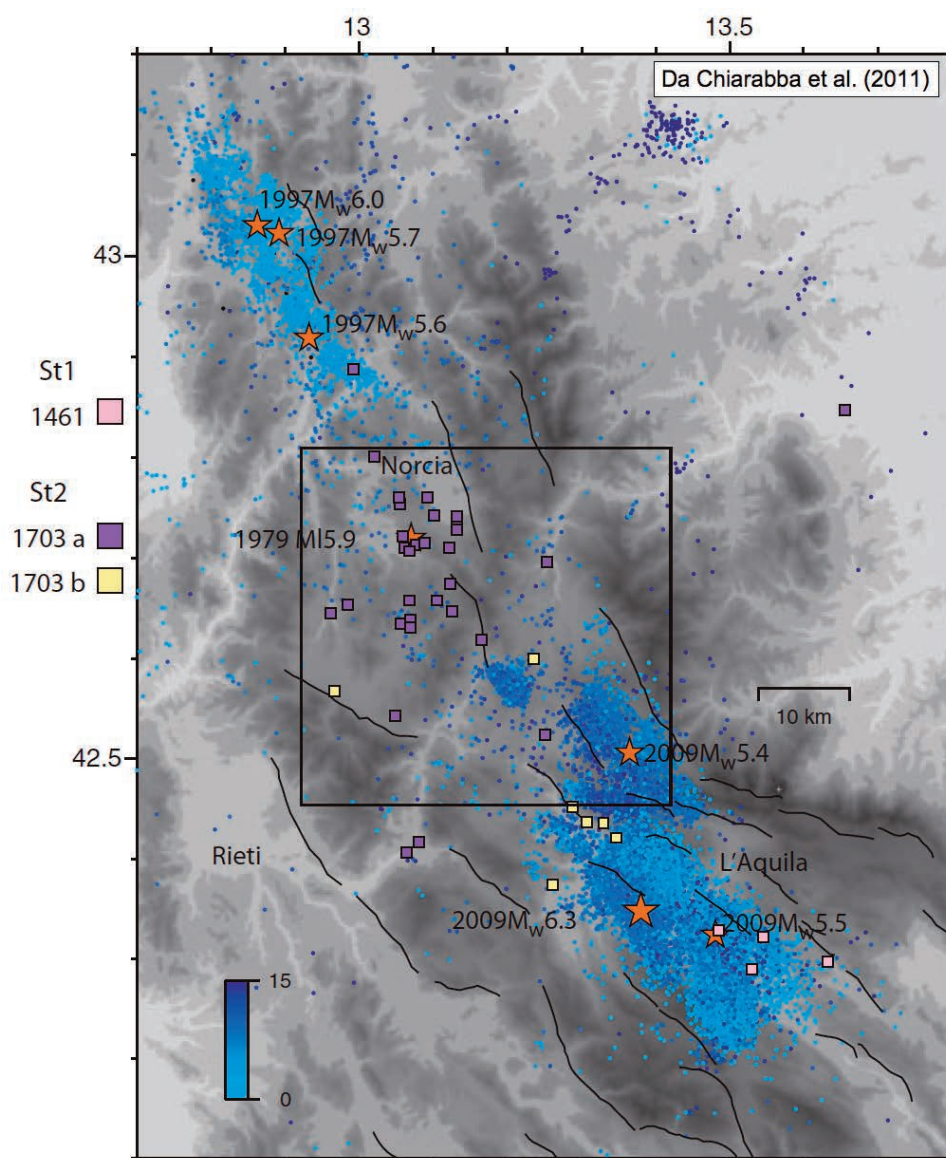


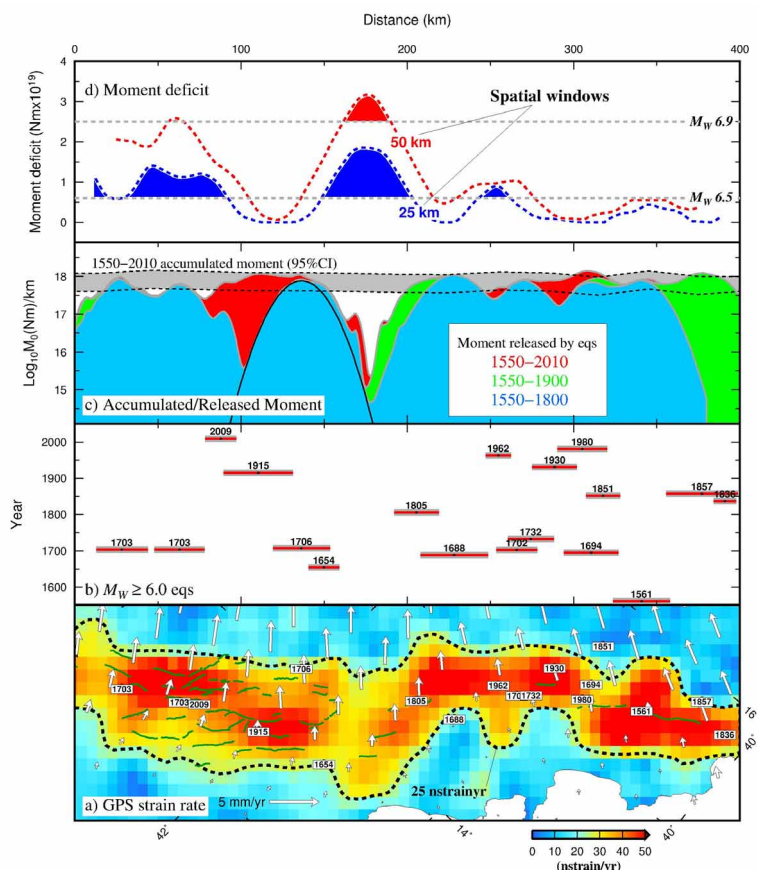
Figura 4 Confronto tra sismicità recente e storica nell'Appennino centrale (modificata da Chiarabba et al., 2011). Si vedono le due sequenze sismiche del 1997 e del 2009 (le stelle sono gli epicentri delle scosse principali, i cerchi celesti rappresentano gli aftershock e quelli blu la sismicità di fondo del periodo 2001-2009). I quadrati colorati rappresentano i siti di danneggiamento del X grado MCS per i maggiori terremoti storici dell'area. Le linee rappresentano le tracce in superficie delle faglie note.

A partire dai primi anni del 2000, ovvero da quando l'Italia ha iniziato a dotarsi di una rete di stazioni GPS in continuo, è stato possibile iniziare a quantificare lo *strain rate* delle nostre regioni sismiche. Uno dei vincoli più stringenti per identificare e caratterizzare tali aree è rappresentato dal confronto tra il tasso di deformazione geodetica e quello relativo al rilascio sismico, determinato a partire dai dati storici. Solo da qualche anno i dati GPS hanno consentito di effettuare delle valutazioni sufficientemente dettagliate del tasso di deformazione geodetica lungo le aree sismiche italiane, permettendo così di confrontare questo tasso con lo *strain* sismico rilasciato in epoca storica, evidenziando così alcune aree di accumulo di potenziale energia sismica (si veda D'Agostino, 2014).

Nella figura 5 si vede l'andamento dello *strain rate* geodetico calcolato con i dati GPS attraverso l'Appennino centro-meridionale, confrontato con quello rilasciato dai terremoti degli ultimi secoli lungo la catena appenninica. Il confronto permette di evidenziare le aree lungo la catena dove si sarebbe accumulato un deficit di slip nei secoli. Tra questi, D'Agostino (2014) ne evidenziava principalmente due: uno, corrispondente a un possibile evento di magnitudo intorno a 6-6.5, nella zona di Norcia-Amatrice; un altro, ancora più evidente e con magnitudo potenzialmente più alta, corrispondente a sud alla zona del Molise, in particolare l'area dei terremoti del 1805 e 1688) e a nord la regione degli eventi del 1654 e del 1706, in Abruzzo.

Per l'area del Nordest oggetto del presente volume, un recente studio (Cheloni et al., 2014) ha stimato proprio dai dati GPS il potenziale sismico del fronte subalpino.

Figura 5 (a) Secondo invariante del tensore di strain rate con le velocità del modello (freccie bianche), con le date dei terremoti di $M_w \geq 6$ e le tracce delle faglie attive; (b) presunte faglie relative agli eventi sismici di $M_w \geq 6$ ordinati in sequenza temporale dal basso verso l'alto; (c) distribuzione del momento sismico rilasciato dai terremoti in vari intervalli temporali (colori diversi) confrontato con l'accumulo di momento stimato dal GPS; (d) deficit di rilascio di momento calcolato in finestre spaziali di 25 e 50 km (assumendo un livello di deformazione pari a zero prima del 1550) (modificata da D'Agostino, 2014).



Un altro risultato rilevante ottenuto con i dati GPS su menzionati è rappresentato dall'individuazione, in varie regioni italiane, di terremoti "lenti" e deformazioni asismiche. Una mappatura dettagliata delle aree dove si manifesta questa tipologia deformativa è molto importante per definire sempre meglio la quantità di energia accumulata (e non eventualmente rilasciata asismicamente) nelle varie aree, disponibile quindi per futuri terremoti. Uno studio

recente, basato sull'analisi di diversi anni di dati GPS e SAR, ha permesso di evidenziare l'occorrenza di uno di questi "terremoti lenti" (con magnitudo equivalente pari a 5.5) nell'area del Pollino, al confine tra Basilicata e Calabria, dove i dati storici e paleosismologici mostrano una notevole divergenza (Cheloni et al., 2017, cui si rimanda per un'aggiornata ed esaustiva bibliografia su questi fenomeni in diversi contesti geologici in Italia e nel mondo).

Le frontiere della previsione a breve termine

Considerazioni autonome meritano le previsioni a breve termine, riconducibili a due categorie principali: quella dei precursori e quella delle stime probabilistiche basate sulla variazione dei tassi di sismicità. Sui primi la letteratura è molto ampia, e non è scopo di questo contributo farne un sunto. Oltre ad alcune sintesi interessanti sul tema (es. Cicerone et al., 2009 ; Geller, 1997), vorrei citare qui il lavoro intrapreso dalla comunità scientifica italiana a seguito del terremoto dell'Aquila (e dei relativi processi alla c.d. "Grandi Rischi"), finanziato dal Dipartimento della Protezione Civile nazionale (DPC) nel 2011-2012. Nei due anni del progetto, furono considerati numerosi possibili fenomeni precursori, da quelli sismologici a quelli geochimici e idrologici. Alla conclusione del progetto, pur registrando un rinnovato interesse verso queste ricerche, si concludeva come, allo stato attuale, vi sia "il riconoscimento condiviso che, ad essere ottimisti, singoli osservabili e relative 'anomalie' (definite in qualche modo) possono rappresentare soltanto una indicazione molto debole della possibile occorrenza di futuri terremoti" (Albarelli, 2013).

Tra le tempestive reazioni al terremoto del 6 aprile 2009, legate alla polemica sulla presunta prevedibilità di quest'ultimo, un elemento di rilievo deve attribuirsi all'istituzione, da parte del DPC, della Commissione ICEF (International Commission for Earthquake Forecasting), che concluse i suoi lavori nell'ottobre 2009. La commissione era stata istituita con lo scopo di: i) "riassumere lo stato attuale delle conoscenze sulla previsione a breve termine e sul "forecasting" dei terremoti tettonici..."; ii) "identificare le linee guida per l'utilizzo di possibile precursori di grandi terremoti per guidare azioni di protezione civile, incluso l'uso di analisi probabilistiche della pericolosità sismica in conseguenza di un forte terremoto". Nel 2011 la Commissione consegnò un rapporto esteso al DPC (Jordan et al., 2011) in cui, dopo un esame dello stato dell'arte sulla previsione (*prediction*) dei terremoti nel mondo, la etichettava come lontana da una qualsivoglia applicazione di utilità pratica per difendersi dai terremoti.

Al tempo stesso, la Commissione raccomandava l'adozione di metodi probabilistici basati sulle variazioni dei tassi di sismicità come strumento di difesa dai terremoti, ponendo l'enfasi sul cosiddetto OEF (Operational Earthquake Forecasting). Questo metodo, a detta degli Autori, potrebbe guidare delle azioni temporanee di mitigazione del rischio in seguito ad aumenti significativi della sismicità, anche in assenza di un forte terremoto, come invece inizialmente suggerito nelle motivazioni per l'istituzione della Commissione ("in the wake of a large earthquake"). Sul punto si è innescato di recente un vivace dibattito. Secondo Wang e Rogers (2014, 2017), "la preparazione al terremoto non deve fluttuare su base giornaliera o settimanale". Infatti, sostengono i due ricercatori, l'enfasi sulla previsione a breve termine, incluso il "forecast" probabilistico tipo EOF, può comportare una perdita di attenzione verso la prevenzione, che resta l'unica strada concreta per difendersi dal rischio sismico. Per avvalorare la loro tesi, Wang e Rogers portano a esempio quanto accaduto in Cina a partire dagli anni '60-'70 del '900. A seguito di un terremoto distruttivo accaduto nel 1966, il governo di Mao istituì un capillare sistema di osservazione, a opera di milioni di cittadini cinesi, di una vasta gamma di fenomeni potenzialmente precursori di terremoti (comportamenti degli animali, osservazioni delle acque nei pozzi, fenomeni atmosferici ecc.), con lo scopo dichiarato di "arrivare a prevedere tutti i futuri terremoti nell'arco di 5-10 anni" (Chen et al., 2006). Dopo l'apparente successo riscosso in occasione del terremoto di Haicheng del 1975, foriero di illusioni sull'efficacia del metodo, si collezionarono diversi clamorosi fallimenti, a partire dal tragico terremoto del 1976, che provocò oltre 250.000 vittime,

fino all'evento del 2008 nel Sichuan, il quale mise in luce ancora una volta l'estrema vulnerabilità del tessuto edilizio cinese, con le sue 80.000 vittime. In particolare, a causa della pessima qualità dell'edilizia scolastica cinese (si veda al riguardo Chen e Wang, 2010), sotto le macerie trovarono la morte migliaia di studenti. L'attenzione rivolta in Cina alla previsione a breve termine, e il conseguente scarso impegno verso la prevenzione, sostengono Wang e Rogers (2014; 2017), avevano contribuito a creare e aumentare il deficit di sicurezza degli edifici pubblici e privati.

Un caso analogo si è forse verificato in Italia dopo il terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009 e le successive vicende giudiziarie: l'enfasi verso la previsione a breve termine, discussa a lungo nelle aule di tribunale e sui media, ha distolto l'attenzione verso un programma serio e ben finanziato per ridurre la vulnerabilità degli edifici.

Sul fronte della vulnerabilità non può non essere ricordata la posizione del giudice di primo grado del processo "Grandi Rischi", riportata nelle motivazioni della sentenza di condanna dei sette esperti (poi ribaltata in Appello e in Cassazione per sei dei sette e confermata, sebbene ridimensionata, per il solo vice-capo della Protezione Civile). Per la sentenza *l'affermazione secondo cui l'unica difesa dai terremoti consiste nel rafforzare le costruzioni e migliorare le loro capacità di resistere al terremoto*, "appare tanto ovvia quanto inutile [...] Tale affermazione è inutile perché fornisce una indicazione non attuabile in concreto e pressoché impraticabile". Un'affermazione non corretta, come evidenziato dalle esperienze di riduzione del rischio messe in atto in molti Paesi del mondo, e dal tenore decisamente deresponsabilizzante per le autorità e i cittadini.

Sul fronte della pericolosità, si potrebbero ricordare le analisi condotte durante il processo di primo grado, analisi volte a dimostrare la c.d. "prevedibilità del rischio". Fra gli indicatori di rischio imminente si annoverava proprio lo sciame sismico in atto da alcuni mesi all'Aquila. Ancora nel processo di Appello, gli avvocati delle parti civili e il Pubblico Ministero, allo scopo di enfatizzare la supposta negligenza degli esperti riunitisi all'Aquila il 31 marzo, avevano parlato di "livello di criticità dello sciame" verificatosi prima del 6 aprile. Come ricordato da vari Autori (si veda il volume di Amato et al., 2015), questo "livello di criticità" non è soggetto ad alcuna valutazione scientificamente riconoscibile e condivisa. L'affermazione dei legali sembra essere stata fortemente condizionata da un'analisi *ex post* dell'evento.

A onor del vero, magistrati e avvocati forniscono pareri non corretti e fuorvianti sulla scorta della cattiva scienza introdotta nel processo da periti e consulenti tecnici non sempre affidabili. Ciò accade anche a margine dei processi. Giova ricordare come un professore di geologia, evidentemente non esperto in sismologia, ma intervistato ugualmente sul tema nel corso di una popolare trasmissione televisiva dedicata al terremoto del 2009, aveva asserito che "ogni forte terremoto è preceduto da uno sciame sismico". Purtroppo, il recente terremoto in Italia centrale lo ha clamorosamente smentito: nessun terremoto, né uno sciame né una scossa isolata, ha offerto il minimo preavviso a chi, ad Amatrice o a Pescara del Tronto, ha trovato la morte sotto le macerie della propria casa, la notte tra il 23 e il 24 agosto 2016.

Gli esperti hanno dimostrato e denunciato che i danni più gravi inflitti dai terremoti del 2016 e 2017 sono stati cagionati principalmente dalle errate modalità di costruzione e di uso dei materiali. Certo, nel poco tempo intercorso tra il 2009 e il 2016 non si sarebbe potuto mettere in sicurezza l'intero patrimonio edilizio del Lazio e delle Marche. Tuttavia, se in questi anni fossero state intraprese delle azioni concrete di riduzione della vulnerabilità sulla scorta della lezione dell'Aquila - proprio quelle azioni che erano state scoraggiate e quasi irrisse dalla sentenza di primo grado del processo citato - si sarebbero salvate delle vite.

Le nuove frontiere della riduzione del rischio: i sistemi di Allerta Rapida (Early warning)

Come è noto, il rischio sismico può essere considerato come il prodotto tra la pericolosità, l'esposizione e la vulnerabilità. Secondo quanto già detto, la pericolosità rappresenta una stima della vocazione sismica di un territorio e non può essere ridotta in alcun modo dall'uomo (tutt'al più la si può aumentare, come accade con la sismicità indotta). La vulnerabilità di edifici e infrastrutture costituisce la causa principale dei danni e delle vittime procurati dai terremoti in Italia. Per mitigare il rischio sismico bisogna operare su di essa, riducendola,

L'esposizione, terzo elemento costitutivo del rischio, non può essere contratta in maniera permanente se non nel lungo termine e in casi molto specifici, ad esempio delocalizzando strutture critiche in presenza di faglie attive affioranti o in aree soggette a frane e instabilità.

Tuttavia negli ultimi anni, grazie allo sviluppo tecnologico delle reti di monitoraggio sismico, sono stati messi a punto dei sistemi di allerta rapida in grado di avviare delle azioni di riduzione dell'esposizione a breve termine. Si può infatti intervenire nel lasso di tempo che intercorre tra l'occorrenza di un terremoto e l'arrivo delle onde sismiche più energetiche in un determinato sito esposto al rischio. Questo intertempo può essere di pochi secondi o di molte decine di secondi, in funzione della distanza del sito dall'epicentro. Le azioni che possono essere ragionevolmente intraprese comprendono la preparazione fisica e psicologica delle persone al terremoto, lo spegnimento di impianti, il rallentamento di treni ad alta velocità, l'invio delle informazioni in scuole e posti di lavoro, e così via.

Questi sistemi risultano particolarmente efficaci laddove le sorgenti dei forti terremoti siano distanti molte decine o centinaia di chilometri dalle città e dagli impianti che si vogliono proteggere, come avviene nei paesi che si affacciano sul Pacifico (Giappone, Messico, Canada, ecc.), dove i grandi terremoti si originano nelle zone di subduzione oceaniche distanti dalla costa. In questi casi, infatti, il tempo di preavviso, una volta che ci si sia dotati di sistemi rapidi di localizzazione e calcolo della magnitudo dei terremoti, potrebbe essere di oltre dieci o venti secondi, un tempo sufficiente per intraprendere alcune azioni di difesa, come quelle descritte sopra.

In Italia e in altri paesi caratterizzata da una sismicità di minore intensità nei quali, comunque, anche terremoti di magnitudo intermedia (tra 5.5 e 6.5) sono in grado di determinare crolli e vittime, l'efficacia di tali sistemi risulta molto inferiore. Infatti, un terremoto di magnitudo 6, come quello del 24 agosto 2016, determina crolli generalmente entro 20-30 chilometri dall'epicentro, all'interno quindi della cosiddetta "blind zone" dei sistemi di EW sismico, ovvero l'area entro la quale i tempi di viaggio delle onde sismiche sono troppo corti per permettere una qualsiasi azione di avviso rapido. Tuttavia, nelle regioni più marginali, dove ancora si possono produrre dei danni (anche se meno importanti rispetto all'area epicentrale) e sicuramente molto panico nella popolazione, un'allerta precoce, data prima dell'arrivo delle onde più energetiche, potrebbe aiutare ad adottare qualche contromisura efficace.

Alcuni studi (Satriano et al., 2012) mostrano la fattibilità tecnica di questo approccio, il quale necessiterebbe tuttavia di importanti investimenti nella strumentazione, nelle infrastrutture di trasmissione e nei sistemi capillari di avviso, per garantirne una reale efficacia e diffusione. Con gli attuali finanziamenti alla ricerca nel settore sismologico in Italia non c'è di che ben sperare. Anche i paesi che affacciano sulla costa occidentale degli USA stanno investendo sui sistemi di Early Warning sismico (si vedano gli articoli di Burkett et al., 2014 e Strauss e Allen, 2016). A questa scelta si è giunti dopo molti anni di sperimentazione e non senza qualche dubbio legato al fatto che le faglie della regione, prima fra tutte la ben nota San Andreas, attraversano le aree densamente popolate della California, non consentendo quindi quel tempo di preavviso che invece caratterizza i Paesi circum-pacifici descritti sopra.

Tuttavia, si è valutato che, in caso di terremoto crostale su una delle faglie della West Coast, un sistema di EW permetterebbe delle azioni efficaci di mitigazione del rischio, tanto che proprio

di recente (aprile 2017) è stata annunciata l'estensione agli Stati dell'Oregon e di Washington del sistema sperimentale di EW californiano. Il progetto richiede, per vero, un investimento economico non indifferente. Il Geological Survey degli USA ha formulato una stima del costo di un sistema di EW sismico efficace per questa regione: si tratta di oltre trentotto milioni di dollari di investimento per completare il cosiddetto "ShakeAlert" fino al rilascio di allerte sismiche al pubblico, e sedici milioni di dollari ogni anno per l'operatività e il mantenimento (fondi questi in aggiunta a quelli per il mantenimento delle reti di monitoraggio sismico; fonte: USGS). Siamo molto lontani dal livello degli investimenti che il nostro Paese riserva a settori tecnico scientifici di questa rilevanza.

Considerazioni peculiari meritano i sistemi di Early Warning per difendersi dagli tsunami, in particolare quelli generati da terremoti, che statisticamente rappresentano la maggior parte tra tutti quelli registrati nel mondo. Il concetto è del tutto simile a quello degli EW sismici, con il vantaggio che le onde di tsunami viaggiano molto più lentamente rispetto a quelle sismiche e quindi i tempi di pre-allerta possono durare decine di minuti. L'Italia si è dotata di recente di un sistema di allerta per proteggere le sue coste dagli tsunami derivanti da terremoti che possono avvenire nel Mediterraneo (Michelini et al., 2014).

Si tratta di un rischio poco conosciuto e quindi tendenzialmente sottovalutato, ma la storia ci suggerisce di non trascurarlo. Il Mare Nostrum presenta numerose aree caratterizzate da un apprezzato coefficiente di pericolo: dalle zone di subduzione dell'arco ellenico e di Cipro al margine compressivo nei mari prospicienti il nord Africa, passando per le aree dello Ionio e del Tirreno, dove sono avvenuti importanti maremoti sismo-indotti anche in epoca storica. Basti pensare a quello del Mar Ligure del 1887 e dello Stretto di Messina del 1908. Il percorso verso un sistema di allerta tsunami completo ed efficace, che vada dall'elaborazione in tempo reale del dato sismico all'avviso ai cittadini nelle regioni costiere, è ancora lungo, ma molto lavoro è stato fatto e oggi siamo in possesso di strumenti molto avanzati.

Considerazioni conclusive

In questo contributo ho voluto dar conto dei risultati scientifici conseguiti dalla ricerca sismologica nel difficile cammino che si sta compiendo verso la comprensione del fenomeno terremoto e la riduzione del rischio sismico. Senza pretesa di esaustività, ho posto l'accento sugli studi in materia di pericolosità sismica, potendo solo accennare alle numerosissime ricerche compiute: da quelle storiche a quelle paleo-sismologiche, da quelle geodetiche a quelle della sismologia strumentale. Inoltre, occorre ricordare come esistano numerosi altri contributi scientifici i quali, ancorché privi di una ricaduta immediata in termini di riduzione del rischio, aggiungono elementi essenziali alla conoscenza, migliorando sempre più la nostra capacità predittiva.

Tra questi, è opportuno citare gli studi in merito agli effetti del terremoto sul territorio, gli esperimenti di laboratorio sulla meccanica delle rocce, le modellazioni numeriche, le ricerche sulla struttura delle zone di faglia e la loro evoluzione nel tempo. Come evidenziato nei capitoli precedenti, la ricerca verso una migliore conoscenza dei fenomeni sismici deve procedere parallelamente agli interventi di riduzione della vulnerabilità degli edifici, che costituisce il vero problema del rischio sismico nel nostro Paese. Una volta risolto questo problema, anche gli studi orientati alla previsione a breve termine dei terremoti, interessanti e stimolanti da un punto di vista scientifico, perderebbero finalmente quella connotazione salvifica che hanno assunto negli ultimi anni. È auspicabile che si giunga al più presto ad assumere un atteggiamento razionale verso il rischio sismico, che si traduca in decisioni fondate su valutazioni scientifiche e non su una risposta emotiva dettata dalla paura e dall'emozione del momento. Come ci insegna la storia, questo tipo di risposta risulta fortemente dettata dalle contingenze e non permette di mantenere quell'attenzione costante indispensabile per un reale ed efficace progresso tecnico scientifico e per la sicurezza del territorio.

Bibliografia

- Akinci, A., F. Galadini, D. Pantosti, M. Petersen, L. Malagnini, and D. Perkins (2009). Effect of Time Dependence on Probabilistic Seismic-Hazard Maps and Deaggregation for the Apennines. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 99 (2A), 585-610.
- Albarello, D., "Short-term earthquake prediction and preparation", Final Report DPC-INGV S3-Project, <https://sites.google.com/site/ingvdpc2012progettos3/home> (ultimo accesso 17/4/2017).
- Amato, A., A. Cerase e F. Galadini (a cura di) (2015), *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla Commissione Grandi Rischi*, Franco Angeli, Milano.
- Amato, A. (2016) *Sotto i nostri piedi. Storie di terremoti, scienziati e ciarlatani*. Codice edizioni, Torino.
- Burkett, E.R., Given, D.G., and Jones, L.M., 2014, *ShakeAlert—An earthquake early warning system for the United States West Coast* (ver. 1.2, February 2017): U.S. Geological Survey Fact Sheet 2014–3083, 4 p., <https://doi.org/10.3133/fs20143083>
- Cheloni D., D'Agostino N., e Selvaggi G., (2014). *Interseismic coupling, seismic potential, and earthquake recurrence on the southern front of the Eastern Aps (NE Italy)*. *J. Geophys. Res.*, 119, 5, 4448-4468.
- Cheloni D., D'Agostino N., Selvaggi G., Avallone A., Fornaro G., Giuliani R., Reale D., Sansosti E. & Tizzani P., (2017). *Aseismic transient during the 2010–2014 seismic swarm: evidence for longer recurrence of $M \geq 6.5$ earthquakes in the Pollino gap (Southern Italy)?* *Scientific Reports* 7, 576, <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00649-z>.
- Chen Q., e Wang K., (2010). The 2008 Wenchuan Earthquake and Earthquake Prediction in China, *Bulletin of the Seismological Society of America*, pp. 2840-2857.
- Chen Q., Wang K., Sun S., Wang A., (2006). Predicting the 1975 Haicheng Earthquake, in "Bulletin of the Seismological Society of America", 96, pp. 757-795
- Chiarabba C., De Gori P., Amato A., (2011). Do earthquake storms repeat in the Apennines of Italy? *Terra Nova*, 23, 300–306, <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2011.01013.x>
- Cicerone R.D., Ebel J.E., and Britton J., (2009). A systematic compilation of earthquake precursors, *Tectonophysics* 476, 371–396, <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2009.06.008>
- D'Agostino N., (2014). Complete seismic release of tectonic strain and earthquake recurrence in the Apennines (Italy), *Geophys. Res. Lett.*, 41, 1155–1162, <https://doi.org/10.1002/2014GL059230>
- Dell'Aquila M., (1990). *Tractatus de cometa atque terraemotu*, in Figliuolo, Bruno (a cura di) "Storie e scienze della terra", Osservatorio Vesuviano, Salerno (ed originale 1457).
- Field E.H., Biasi G.P., Bird P., Dawson T.E., Felzer K.R., Jackson D.D., Johnson K.M., Jordan T.H., Madden C., Michael A.J., Milner K.R., Page M.T., Parsons T., Powers P.M., Shaw B.E., Thatcher W.R., Weldon R.J., II, and Zeng Y., (2013). Uniform California earthquake rupture forecast, version 3 (UCERF3)—The time-independent model: U.S. Geological Survey Open-File Report 2013–1165, 97 p., California Geological Survey Special Report 228, and Southern California Earthquake Center Publication 1792, <http://pubs.usgs.gov/of/2013/1165/>
- Field E.H., Biasi G.P., Bird P., Dawson T.E., Felzer K.R., Jackson D.D., Johnson K.M., Jordan T.H., Madden C., Michael A.J., Milner K.R., Page M.T., Parsons T., Powers P.M., Shaw B.E., Thatcher W.R., Weldon R.J., II, and Zeng Y., (2015). Long-Term Time-Dependent Probabilities for the Third Uniform California Earthquake Rupture Forecast (UCERF3), <https://doi.org/10.1785/0120140093>, First Published on March 10, 2015.
- Geller R.J., (1997). Earthquake prediction: A critical review, *Geophys. J. Int.* 131, 425–450, <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1997.tb06588.x>
- Geller R.J., Jackson D.D., Kagan Y.Y., and, Mulargia F., (1997). Earthquakes cannot be predicted, *Science* 275, 1616–1617, <https://doi.org/10.1126/science.275.5306.1616>
- Jordan T.H., Chen Y.-T., Gasparini P., Madariaga R., Main I., Marzocchi W., Papadopoulos G.,

- Sobolev G., Yamaoka K., and Zschau J., (2011). Operational earthquake forecasting: State of knowledge and guidelines for implementation. Final report of the International Commission on earthquake forecasting for civil protection, *Ann. Geophys.* 54, no. 4, 315–391, <https://doi.org/10.4401/ag-5350>
- Jordan T.H., Marzocchi W., Michael A.J., and Gerstenberger M.C., (2014). Operational earthquake forecasting can enhance earthquake preparedness, *Seismol. Res. Lett.* 85, 955–959.
- Lagorio P., (2005). Libro di diversi terremoti, a cura di E. Guidoboni, De Luca edizioni d'arte, 296 pp. (edizione originale 1571).
- Leopardi G., (2003). Saggio sopra gli errori popolari degli antichi, Einaudi, Torino (prima ed. 1851).
- Marzocchi W., A. Amato, A. Akinci, C. Chiarabba, A. M. Lombardi, D. Pantosti, and Boschi E., (2012). A Ten-Year Earthquake Occurrence Model for Italy, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 102 (3), 1195–1213, <https://doi.org/10.1785/0120110164>
- Meletti C., Stucchi M., Boschi E., (2006). Dalla classificazione sismica del territorio nazionale alle zone sismiche secondo la nuova normativa sismica. In: Guzzoni D. (a cura di), *Norme Tecniche per le costruzioni*. Il Sole 24 Ore editore, Milano, 139-160.
- Meletti C., Rovida A., D'Amico V., Stucchi M., (2014a). Modelli di pericolosità sismica per l'area italiana: "MPS04-S1" e "SHARE". *Prog. Sismica*, 5(1), 15-25. <https://doi.org/10.7414/PS.5.1.15-25>
- Meletti C., Stucchi M., Calvi G.M., (2014b). La classificazione sismica in Italia, oggi. *Prog. Sismica*, 5(3), 13-23. <https://doi.org/10.7414/PS.5.3.13-23>
- Mercalli G., (1981). Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia, ed. Arnaldo Forni (ed. originale 1883).
- Michellini A., A. Amato, A. Govoni, A. Piatanesi, D. Sorrentino, F. Bernardi, F. Romano, F. Mele, I. Molinari, P. Danecek, R. Tonini, S. Lorito, S. Pintore, Lauciani V., (2014). Il Centro Allerta Tsunami dell'INGV. *Progettazione Sismica*, 1/2014.
- Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003 (2003). Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche, G.U. n.105 del 08/05/2003.
- Ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006 (2006). Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, G.U. n.108 del 11/05/2006.
- Pace B., L. Peruzza, G. Lavecchia e Boncio P., (2006). Layered seismogenic source model and probabilistic seismic-hazard analyses in central Italy. *Bull., Seismol. Soc. Am.*, 96,1, 107-132.
- Satriano C., Elia L., Martino C., Lancieri M., Zollo A. and Iannaccone G., (2011). "PRESTo, the earthquake early warning system for Southern Italy: concepts, capabilities and future perspectives", *Soil Dyn Earthq Eng*, 31,2, <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2010.06.008>
- Slejko D., Peruzza L. e Rebez A., (1998). The seismic hazard maps of Italy. *Ann. Geofis.*, 41, 2, 183-214.
- Strauss, J.A. e Allen R.M., (2016). Benefits and Costs of Earthquake Early Warning. *Seismological Research Letters*, 87, 765-772, <https://doi.org/10.1785/0220150149>
- Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Crowley H., Calvi G.M., Boschi E., (2011). Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 101(4), 1885-1911. <https://doi.org/10.1785/0120100130>
- Wang K., and Rogers G.C., (2014). Earthquake preparedness should not fluctuate on a daily or weekly basis. *Seismol. Res. Lett.*, 85, 569–571.
- Wang K., and Rogers G.C., (2017). Beating Fear with Hope: On Sustaining Earthquake Preparedness. *Seismol. Res. Lett.*, 88, 1, 171-176.
- Wyss M., and Booth D.C., (1997). The IASPEI procedure for the evaluation of earthquake precursors, *Geophys. J. Int.* 131, 423–424, <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1997.tb06587.x>

12. La scienza dei terremoti tra incertezza, imprevedibilità e aule di tribunale

Alessandro Amato

In: *Scienza, diritto e processo penale nell'era del rischio*, ed. Giappichelli, 2019

SOMMARIO: 1.1. Introduzione – 1.2 Pericolosità e rischio sismico – 1.3. La classificazione sismica in Italia dal 1908 a oggi – 1.4 L'imprevedibilità dei terremoti – 1.5 Prevedibilità a lungo termine: i modelli di pericolosità – 1.6 Prevedibilità dell'evento sismico e delle sue caratteristiche – 1.7 Pericolosità sismica e scuotimenti – 1.8 Prevedibilità dell'evento e del rischio: il livello di rischio accettabile – 1.9 Periti e consulenti sui problemi sismici – 1.10 Il caso del processo "Grandi Rischi" e l'uso processuale degli articoli scientifici – 1.11 Il ruolo e la delicatezza della comunicazione scientifica e del rischio sismico – 1.12 Il problema dei linguaggi – 1.13 Glossario.

Introduzione

"La nostra incapacità di capire l'unicità della serie positiva di Di Maggio deriva dallo stesso rapporto innaturale e scomodo che intratteniamo con la probabilità". Questa affermazione, contenuta in uno dei saggi di Stephen Jay Gould¹, riflette molto bene le difficoltà che emergono nell'accettare i fenomeni naturali considerati "strani" o improbabili, in special modo tra chi è lontano dal mondo scientifico. Gould spiega come anche una serie così straordinaria di partite con battute valide, come quella realizzata da Joe Di Maggio nel campionato USA di baseball del 1941, e interpretata dalla maggior parte dei commentatori come un fenomeno quasi sovranaturale e sicuramente "anomalo", rientrasse in realtà nelle possibilità, una volta tenuto conto di alcuni fattori: le peculiarità di quello sport, le caratteristiche del giocatore, in qualche modo la "fortuna", e soprattutto l'esistenza di "code" nelle distribuzioni statistiche.

Il motivo per tirare in ballo Gould e Di Maggio in un saggio sui terremoti è che quella straordinaria serie è esemplare del fatto che eventi apparentemente anomali o addirittura considerati unici e irripetibili rientrino in realtà nel novero delle possibilità, anche se tali eventi si situano tra quelli a bassa o bassissima probabilità. Per spiegare le reazioni delle persone di fronte a queste singolarità, Gould cita gli esperimenti dei sociologi/psicologi Amos Tversky e Daniel Kahneman secondo i quali la mente umana non è costruita per lavorare seguendo le regole delle probabilità, sebbene queste regolino chiaramente il nostro universo; piuttosto, essa tende a "raggruppare per tipi", organizzando i nostri giudizi di conseguenza². Così ragionando, e non tenendo conto della complessità dei fenomeni naturali e della statistica, si può cadere facilmente vittime di pregiudizi e fallacie logiche, come quella molto frequente del *post hoc, ergo propter hoc*, che ci spinge a interpretare un dato fenomeno sulla base di ciò che è accaduto dopo, e non ponendosi invece nelle condizioni di conoscenza limitata che sussistevano prima che il fatto si verificasse.

In questo capitolo cercherò di fornire alcuni elementi conoscitivi sulla fenomenologia sismica, nella speranza che essi possano aiutare giudici, PM, avvocati, periti e consulenti tecnici a orientarsi in una scienza che presenta grande complessità e poche certezze. Mi soffermerò sui concetti di pericolosità e rischio (spesso confusi), di prevedibilità (dell'evento e del rischio), e di come questi concetti rischino di venire travisati se non trattati adeguatamente; proporrò qualche riflessione sul ruolo e sui limiti degli esperti che vengono spesso chiamati come periti o consulenti. Come osservato e ampiamente dibattuto nel caso del c.d. Processo "Grandi Rischi" dopo il terremoto del 2009 a L'Aquila, l'ingresso della scienza sismologica nelle aule di tribunale

¹ S.J. GOULD, *La straordinaria serie positiva di Joe Di Maggio*, nella raccolta "Risplendi grande lucciola. Riflessioni di storia naturale". Universale Economica Feltrinelli / Saggi. Seconda edizione, aprile 2018.

² Per un approfondimento sul tema si veda, tra molti altri possibili, il testo di Laura MACCHI "Il ragionamento probabilistico: ruolo delle euristiche e della pragmatica", La Nuova Italia Editrice, Firenze, 1a edizione: giugno 1994.

riveste un carattere di estrema delicatezza, sia per i sentimenti di dolore e la sensibilità delle persone coinvolte, sia per la mancanza di una normativa specifica sulla materia (al contrario di quanto esiste per esempio in campo medico). Queste circostanze possono dunque dare adito a sentenze contraddittorie e a condanne infondate, come accaduto appunto nel caso del processo “Grandi Rischi”.

Infine, dedicherò un’appendice a una parte significativa del complesso delle definizioni usate da geologi, geofisici e sismologi per descrivere i fenomeni sismici. Molti termini e concetti, usati abitualmente dagli esperti negli articoli e nei convegni scientifici, possono essere fraintesi e divenire oggetto di dibattito pubblico e di critica sui media (ancor più frequentemente sui *social media*) e in qualche caso nelle aule di tribunale.

Pericolosità e rischio sismico

I concetti di pericolosità e rischio vengono spesso confusi e utilizzati indifferentemente. Nel caso dei terremoti, quindi della pericolosità e del rischio sismico, questa confusione genera spesso malintesi e finisce per far dimenticare che il rischio sismico può essere ridotto, mentre la pericolosità non può esserlo. Questo malinteso semantico può condizionare l’opinione e il giudizio delle persone, includendo in questa categoria generica anche giornalisti, avvocati, procuratori, giudici e altri.

Partendo dalla definizione più accettata di “rischio”, come il risultato del prodotto di tre fattori, *pericolosità*, *valore esposto* e *vulnerabilità*, si comprende facilmente che per ridurre il rischio si dovrebbe ridurre almeno uno dei tre fattori del prodotto (possibilmente senza aumentare gli altri). La *pericolosità sismica* deriva dalla instabilità geologica di una regione, che a sua volta dipende dal tasso di deformazione cui è sottoposta, dalle condizioni delle rocce che costituiscono la crosta in quell’area, ecc. Tutti elementi su cui l’uomo non può intervenire: la pericolosità sismica non può essere modificata³. Al contrario, sia l’esposizione che la vulnerabilità sono fattori che dipendono dall’uomo⁴. È l’uomo, infatti, che ha costruito città, industrie, opere d’arte, infrastrutture, in aree “pericolose”, contribuendo così a formare il rischio⁵.

Quello che certamente è aumentato nel tempo, in molte aree del mondo, inclusa l’Italia, è il rischio, non a causa di un aumento della pericolosità, ma dell’esposizione e purtroppo in molti casi anche della vulnerabilità. A scala globale, si pensi alle megalopoli costruite in alcune delle zone sismicamente più pericolose del mondo: Istanbul, Kabul, Città del Messico, Tokyo, Pechino. In Italia, ci sono certamente delle aree e delle città dove il rischio è oggi maggiore che un secolo fa, a causa dell’aumento della popolazione e del boom edilizio del secondo dopoguerra.

In qualche caso l’uomo è riuscito anche ad aumentare questa vulnerabilità attraverso interventi peggiorativi di un tessuto inizialmente più sicuro⁶. Esempi di queste scelte si trovano sia a livello

³ Solo in alcune situazioni specifiche la pericolosità può essere aumentata dall’uomo, per esempio nelle zone dove le attività di estrazione e reiniezione di fluidi nel sottosuolo possono in qualche modo “lubrificare” delle faglie presenti nel sottosuolo aumentando così la pericolosità della regione. Negli ultimi anni il Geological Survey degli Stati Uniti d’America (USGS) ha dovuto rivalutare la pericolosità sismica nazionale a causa del forte aumento della sismicità indotta in alcuni Stati dell’Unione, in primis l’Oklahoma, a seguito di un aumento considerevole delle attività estrattive e di reiniezione di fluidi nei pozzi: terremoti di magnitudo moderata (fino a 5.5-6) sono diventati più probabili in questi Stati che in California. Va anche detto che, a seguito di interventi che hanno imposto una limitazione dell’attività industriale, si è anche ravvisato un decremento dell’attività sismica, segno che almeno in casi come quello della sismicità indotta, la pericolosità potrebbe forse essere modulata anche in senso negativo.

⁴ Un classico esempio che si fa per spiegare questo concetto è quello di un terremoto, anche molto forte, che avvenisse in un’area a pericolosità elevata, ma deserta (esposizione nulla), o con edifici perfettamente antisismici (vulnerabilità nulla): in entrambi i casi il rischio sarebbe molto basso se non nullo.

⁵ Non è un concetto nuovo. Già ROUSSEAU, dopo il terremoto in Portogallo del 1755, in risposta al Poema sul disastro di Lisbona di VOLTAIRE, scrisse una lettera al filosofo francese in cui scrisse “Converrete che, per esempio, la natura non aveva affatto riunito in quel luogo ventimila case di sei o sette piani, e che se gli abitanti di quella grande città fossero stati distribuiti più equamente sul territorio e alloggiati in edifici di minore imponenza, il disastro sarebbe stato meno violento o, forse, non ci sarebbe stato affatto”.

⁶ È di questi ultimi mesi la ennesima discussione sui condoni edilizi, che ha tenuto banco sui giornali e in

del singolo edificio (sopraelevazioni, appesantimenti delle coperture, profonde nicchie nei muri portanti, ecc.), sia alla scala di interi quartieri e città. Tra i primi, basti pensare ai numerosi crolli avvenuti per questi interventi in occasione di terremoti. Uno tra tutti, quello di San Giuliano di Puglia nel 2002, quando la scuola elementare Francesco Jovine crollò durante l'ora di lezione, provocando la morte di 27 bambini e di una maestra. Fu in pratica l'unico crollo importante per quel terremoto. È stato accertato che esso fu dovuto a un intervento di sopraelevazione dell'edificio scolastico, effettuato senza le dovute verifiche e i permessi, per il quale sono stati condannati progettisti, costruttori e amministratori locali⁷.

Nella storia sismica italiana, inoltre, ci sono numerosi casi di ricostruzioni effettuate con criteri antisismici, almeno secondo le conoscenze del momento storico. Basti pensare alle numerose ricostruzioni in molte regioni e città italiane, come per esempio Catania dopo i terremoti del 1693 e del 1818; in Calabria dopo la devastante sequenza sismica del 1783; a Messina e Reggio Calabria dopo l'evento del 1908; Avezzano e la Marsica dopo quello del 1915, e così via. Dopo una prima fase di attenzione alle norme durante la ricostruzione post-sisma, quando vennero edificati edifici e quartieri (relativamente) sicuri, è seguito sistematicamente un periodo in cui quelle regole sono state modificate, disattese, ignorate, con la conseguenza di un rinnovato aumento della vulnerabilità e quindi del rischio.

Questa disattenzione alle regole può manifestarsi nell'azione di un progettista incapace o poco scrupoloso, di amministrazioni conniventi o semplicemente distratte, di esecuzioni non fedeli al progetto in sede di cantiere, per volere risparmiare o per fretta, e così via. In qualche caso del passato c'è stata una precisa volontà politica che ha portato non a ridurre il rischio ma piuttosto ad aumentarlo. È il caso della "declassificazione" sismica nella regione romagnola e marchigiana negli anni '30 e '40 del Novecento, allorquando moltissimi comuni, classificati come sismici a seguito di terremoti importanti avvenuti nei primi tre decenni del ventesimo secolo, furono declassificati per permettere un più facile ed economico (ma certo meno sicuro!) sviluppo edilizio⁸.

Il risultato di queste operazioni nelle varie zone d'Italia, il cui effetto potrà essere valutato soltanto quando queste verranno colpite dal prossimo forte terremoto, come già accaduto per tutti i terremoti distruttivi degli ultimi decenni in Italia, sarà certamente molto pesante in termini di danni e di vite umane. L'unica speranza è che prima del prossimo forte terremoto in queste aree, che certamente arriverà (speriamo non tanto presto), si sia provveduto a un adeguamento

Parlamento (il riferimento è alla Legge n. 55/2019 "Sblocca cantieri", pubblicata in Gazzetta Ufficiale n. 140 del 17 giugno 2019, dal titolo: *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 18 aprile 2019, n. 32, recante disposizioni urgenti per il rilancio del settore dei contratti pubblici, per l'accelerazione degli interventi infrastrutturali, di rigenerazione urbana e di ricostruzione a seguito di eventi sismici*). L'istituto del condono (se così può essere definito), pensato dai governi per recuperare fondi e mascherato con termini benevoli e diversi di volta in volta, è uno dei responsabili dell'aumento del rischio sismico in Italia negli ultimi decenni. È stato proposto nel 1985, 1994 e 2003, con il risultato di oltre 15 milioni di domande presentate.

⁷ La terza sezione della Suprema Corte ha confermato la sentenza di condanna emessa dalla Corte d'Appello di Salerno il 26 febbraio 2009 a carico di Giuseppe La Serra, progettista della sopraelevazione della scuola (il secondo piano era stato realizzato in un secondo momento), di Mario Marinaro, capo ufficio tecnico comunale e dei costruttori Carmine Abiuso e Giovanni Martino. Già definitiva era invece la condanna a due anni e undici mesi di carcere per l'ex sindaco di San Giuliano di Puglia, Antonio Borrelli, che nella tragedia perse una figlia. Seconda la Corte Suprema non fu, come sostengono gli avvocati della difesa durante il processo di primo grado, «un evento della natura» a radere al suolo la scuola elementare Jovine, ma una serie di gravi negligenze di progettisti, costruttori e della pubblica amministrazione a causarne la morte.

⁸ Con il Decreto Ministeriale n. 1193 del 27 luglio 1938 viene cancellata Rimini dai Comuni "sismici", definiti in un precedente D.M. del 22 novembre 1937. A seguire, il Decreto Ministeriale n. 33 del 18 novembre 1938, "Cancellazione di alcuni Comuni dall'elenco nei quali è obbligatoria l'osservanza delle speciali norme sismiche (G.U. del Regno d'Italia del 9 febbraio 1939, n. 33)" ne cancella molti altri tra cui Cattolica, Riccione, ecc. Pochi anni dopo venne emesso il Decreto Ministeriale n. 287 del 7 agosto 1941 per la "Cancellazione dall'elenco dei Comuni per i quali è obbligatoria l'osservanza di speciali norme tecniche di edilizia per le località sismiche di seconda categoria di Comuni in provincia di Pesaro-Urbino". Tra le motivazioni si legge "l'assoggettamento delle norme del decreto citato costituisce un notevole intralcio allo sviluppo edilizio della zona, di cui vari centri sono importanti stazioni balneari..."

sismico almeno parziale delle stesse. Purtroppo, le esperienze recenti dei terremoti in centro Italia (2016), in Emilia (2012), all'Aquila (2009), non fanno ben sperare, anche se ci sono alcuni (rari) esempi di buone pratiche che sono risultate salvifiche⁹.

La classificazione sismica in Italia dal 1908 a oggi

Per comprendere i motivi per cui ogni terremoto in Italia, sebbene non fortissimo, produca danni così ingenti e così tante vittime, è opportuno ripercorrere brevemente le principali tappe che hanno portato alla situazione attuale nella quale, pur disponendo di un'ottima e aggiornata normativa antisismica, non si è ancora riusciti a ridurre decisamente il rischio sismico. Per una trattazione più esaustiva dell'argomento si rimanda ad altri testi più specifici¹⁰.

Le tappe principali di questo percorso durato oltre un secolo, e certamente non ancora esaurito, sono numerose; possiamo fissarne l'inizio nel 1908, anno del disastroso terremoto di Messina e Reggio Calabria. Subito dopo il terremoto, una delle commissioni insediate per governare la ricostruzione, redasse una relazione che definiva i criteri geologici e geotecnici da applicare per la riduzione del rischio. Tale relazione, recepita nel Regio Decreto 193/1909¹¹, può essere considerata la capostipite delle mappe di pericolosità. Molti comuni della Calabria e della Sicilia orientale che avevano subito gli effetti del terremoto del 1908 vennero classificati come sismici. Nei decenni successivi, analoghi decreti furono emanati a seguito di importanti terremoti, a cominciare da quello del 1915 in Abruzzo¹² e poi per altre regioni colpite da forti eventi negli anni successivi. Ogni norma emanata riguardava soltanto le aree appena colpite, senza nessun riguardo per quelle, pure conosciute come sismiche ma per le quali l'ultimo evento era precedente al ventesimo secolo¹³.

Nel 1974 venne promulgata una nuova legge sismica (L. 64/1974)¹⁴, basata sulla classificazione sismica esistente, quindi su una mappatura dei danni verificatisi per i terremoti dal 1908. Negli anni successivi, fino al 1984 (durante i quali avvennero alcuni importanti terremoti come quello in Friuli nel 1976, a Norcia nel 1979 e in Irpinia nel 1980) furono pubblicati diversi decreti con aggiornamenti e revisioni delle norme tecniche e della classificazione sismica. Nel frattempo, sul fronte della stima della pericolosità, il Progetto Finalizzato Geodinamica (PFG) del CNR (1975-1981) rilasciò nel 1977 una serie di mappe di pericolosità basate su un approccio statistico moderno. All'indomani del terremoto in Irpinia del 1980 venne pubblicata una "Carta della pericolosità sismica d'Italia", che era finalizzata alla riclassificazione sismica del territorio nazionale (PFG-CNR, 1981)¹⁵.

Si arrivò così alla classificazione sismica del 1984 che aveva per la prima volta carattere nazionale ed era basata su studi statistici; prevedeva la classificazione in tre zone, mentre per molti Comuni

⁹ Il riferimento è al caso di Norcia, che nei recenti eventi del 2016 ha subito danni relativamente contenuti e soprattutto nessuna vittima, come risultato di politiche di prevenzione messe in atto nel post-sisma del 1859 e soprattutto in quello del 1979.

¹⁰ Uno dei testi più recenti e con una interessante bibliografia è quello di C. MELETTI, M. STUCCHI e G. CALVI (2018) "Pericolosità sismica, normativa e classificazione sismica". In: Rischio sismico in Italia: analisi e prospettive per una prevenzione efficace in un Paese fragile. Geologia dell'Ambiente, Supplemento al n. 1/2018, pp. 98-106.

¹¹ Regio Decreto 18 aprile 1909, n. 193, pubblicato sulla G.U. n. 95, del 22 aprile 1909.

¹² Regio Decreto-Legge 29 aprile 1915 n. 573, che riguarda le norme tecniche ed igieniche da osservarsi per i lavori edilizi nelle località colpite dal terremoto del 13 gennaio 1915 (pubblicato nella gazzetta ufficiale n.117 del 11 maggio 1915). Nel decreto vengono classificate centinaia di comuni delle province di L'Aquila, Perugia, Caserta, Roma, Campobasso, Chieti, Teramo, Ascoli.

¹³ Ad esempio, già nel 1888, Torquato TARAMELLI aveva prodotto una mappa e una relazione che riassumevano le conoscenze sulla storia sismica nota: Relazione della R. Sotto Commissione Geodinamica sulla distribuzione delle aree sismiche nell'Italia superiore e media, Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, serie II, vol. VIII (1886), parte IV, pp.129-154, Roma.

¹⁴ Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche. (GU Serie Generale n.76 del 21-03-1974).

¹⁵ PFG-CNR (1981), Pericolosità sismica e politica di difesa dai terremoti in Italia (a cura di V. Petrini). ESA Editrice, Roma, 16 pp.

italiani (quasi due terzi) non veniva data alcuna indicazione, suggerendo implicitamente l'esistenza di una "quarta zona" in cui l'azione sismica veniva indirettamente considerata trascurabile¹⁶. Appare evidente come per buona parte del ventesimo secolo, compresi i decenni '50-'60-'70 durante i quali è stato edificato un numero impressionante di edifici, in molte regioni d'Italia si sia operato in assenza di normativa sismica, con evidente aumento del rischio, peraltro già alto quasi ovunque per la presenza di edifici ancora più antichi.

Negli anni successivi la comunità scientifica nazionale, seguendo gli avanzamenti a livello internazionale, continuò a sviluppare i metodi e le stime della pericolosità, giungendo, alla fine degli anni '90, a una c.d. "mappa di consenso". Da segnalare, all'inizio degli anni '90, la nascita formale della Protezione Civile¹⁷, che da questo momento ricoprirà un ruolo importante nella definizione delle politiche per la prevenzione sismica¹⁸.

Nel 1998, su input di Franco Barberi, allora Sottosegretario di Stato alla Protezione Civile, fu proposta dalla comunità scientifica una riclassificazione sismica che combinava indicatori di pericolosità probabilistici con le massime intensità macrosismiche (Mercalli) risentite. Si ampliava la terza categoria a tutte le Regioni (tranne la Sardegna), con un deciso aumento dei comuni classificati, che divenivano 4610, oltre la metà dei comuni italiani¹⁹. La proposta di riclassificazione incontrò resistenze da parte del Ministero dei Lavori Pubblici e di alcune Regioni, a causa della notevole espansione delle zone da classificare, e per questo motivo non venne recepita. Questa purtroppo è una storia vecchia. In tempi di pace, la politica non ama adottare misure impopolari: l'imposizione di norme più severe, comportando maggiori costi e difficoltà per realizzare nuove costruzioni, si può tradurre in una perdita di consenso da parte di alcuni settori influenti della società. Al contrario, subito dopo un terremoto importante, si assiste solitamente allo scenario opposto: si conclude (frettolosamente e scorrettamente) che la pericolosità era sottostimata, e si invocano (per qualche mese) misure più rigide. È evidente che questo paradigma culturale ha penalizzato il nostro Paese in tutti gli eventi sismici recenti, e purtroppo continua a farlo. È necessario un cambio deciso di prospettiva.

Il già citato terremoto del 31 ottobre 2002 in Molise determinò una serie di azioni da parte della comunità scientifica, di quella ingegneristica e della Protezione Civile, culminata pochi mesi dopo l'evento con la revisione dell'intero corpo normativo nazionale in materia sismica²⁰ e l'adeguamento all'EC8²¹. Contestualmente veniva aggiornata d'urgenza l'assegnazione dei Comuni alle zone sismiche (diventate quattro e comprendenti tutti i comuni italiani) e stabiliti i criteri di realizzazione della futura mappa di pericolosità sismica nazionale (che assumerà la sigla MPS04), elaborata nel 2004 dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e approvata dalla Commissione Grandi Rischi, Sezione Rischio Sismico²².

Tutto il territorio italiano venne quindi associato a una delle quattro zone sismiche, a ognuna delle quali veniva assegnato uno spettro di progetto in accelerazione, ancorato a uno specifico valore di accelerazione al terreno (variabile tra 0.05g e 0.35g, dove "g" rappresenta

¹⁶ Si veda G. M. CALVI, M. STUCCHI, P. BAZZURRO (2014) Aggiornare norme tecniche e mappe di pericolosità: da che parte si comincia? *Progettazione Sismica*, Vol. 5, N. 1, 2014. <https://doi.org/10.7514/PS.5.1.5-14>

¹⁷ Legge n. 225 del 24 febbraio 1992: istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 64 del 17 marzo 1992.

¹⁸ Si veda il contributo di Di BUCCI e DOLCE in questo volume.

¹⁹ MELETTI et al. (2018), op. cit.

²⁰ Ordinanza PCM 3274/2003.

²¹ EC8, o Eurocode 8 "Design of structures for earthquake resistance" (si veda: <https://law.resource.org/pub/eu/eurocode/guidance/B1%20Eurocodes%20ImplementationUse.pdf>).

²² Questi i riferimenti principali: Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche, G.U. n.105 del 08/05/2003; Ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006. Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, G.U. n.108 del 11/05/2006; NTC08, Norme Tecniche per le costruzioni (2008), Decreto Ministeriale 14/01/2008, Gazzetta Ufficiale, N. 29, 4 febbraio 2008.

l'accelerazione di gravità). Già alla fine del 2004 la classificazione sismica nazionale di fatto non esisteva più, sostituita da 20 classificazioni regionali, in virtù del D.Lgs. 112/1998²³.

Come notato²⁴, l'applicazione della normativa per le costruzioni introdotta con l'Ordinanza PCM 3274/2003 fu accompagnata da una serie di deroghe che consentirono per diversi anni di progettare secondo le norme precedenti. Ci vollero altri due anni, fortunatamente senza terremoti, affinché una successiva Ordinanza del Presidente del Consiglio (OPCM 3519/2006)²⁵ recepisce la MPS04 come riferimento ufficiale a scala nazionale, stabilendo altresì i criteri che le Regioni (Enti competenti su questa materia) dovevano seguire per gli eventuali aggiornamenti delle afferenze dei Comuni alle quattro zone sismiche previste²⁶.

Ancora due anni e con il DM 14 gennaio 2008²⁷ vennero finalmente aggiornate le Norme Tecniche per le Costruzioni²⁸, seguendo le indicazioni europee (Eurocodice 8)²⁹. Queste indicano, per ogni luogo del territorio nazionale, l'azione sismica da considerare nella progettazione, basandosi non più sulle quattro zone della classificazione, bensì sui valori puntuali della MPS04 opportunamente corretti per tenere conto delle effettive caratteristiche del suolo a livello locale, sia pure in maniera approssimata. Oggi la classificazione sismica non determina più l'azione sismica di riferimento, ma ha solo il compito di indirizzare controlli, determinare priorità di intervento, ricoprendo altresì una funzione didattica e informativa della popolazione³⁰.

È importante osservare che una mappa di pericolosità, o meglio un modello di pericolosità, costituito da una suite di mappe che descrivono diverse metriche della stima dei valori di scuotimento per diversi periodi di ritorno e vari livelli di probabilità di superamento di tali valori, rappresenta il compendio delle migliori conoscenze nel momento storico della storia sismica, dei tassi di occorrenza degli eventi, delle caratteristiche geologiche e sismologiche del territorio. Da questa serie di mappe e valori puntuali, sta al decisore politico selezionare quelli da adottare ad esempio per le nuove costruzioni nelle diverse zone, attraverso un bilanciamento tra il livello di sicurezza desiderato e le risorse disponibili per garantirlo.

Va infine segnalata l'imminente uscita (nel 2019) della nuova mappa di pericolosità nazionale, che integra circa quindici anni di nuovi dati e conoscenze metodologiche (C. Meletti, com. personale).

L'imprevedibilità dei terremoti

È noto che tra i fenomeni naturali il terremoto sia quello meno prevedibile. Nonostante decenni di ricerca e tentativi di ogni tipo, nessun terremoto al mondo è mai stato veramente previsto, nel senso comune del termine³¹: dicendo cioè in anticipo dove e quando sarebbe accaduto uno

²³ Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 ("Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59").

²⁴ MELETTI et al. (2018), op. cit.

²⁵ La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (GdL MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b) è espressa in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_s30 > 800$ m/s; cat. A).

²⁶ La situazione aggiornata delle zone sismiche è disponibile nel sito del Dipartimento della Protezione Civile nazionale (<http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi/rischio-sismico/attivita/classificazione-sismica>).

²⁷ DM 14/1/2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30.

²⁸ Si veda: http://www.cslp.it/cslp/index.php?option=com_content&task=view&id=66&Itemid=20

²⁹ È di recente approvazione il decreto ministeriale 17 gennaio 2018, pubblicato nella G.U. del 20 febbraio 2018, che approva l'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», testo che, ai sensi dell'art. 52 del D.P.R. 380/01, raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione, la valutazione ed il collaudo delle costruzioni pubbliche e private, al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità, nonché l'adeguata qualità delle opere nuove ed esistenti (fonte: Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, http://cslp.mit.gov.it/index.php?option=com_content&task=view&id=162&Itemid=20).

³⁰ MELETTI et al. (2018), op. cit.

³¹ Per un'analisi storica di questo tema si rimanda a: S. HOUGH, (2012) *Prevedere l'imprevedibile*, Springer Verlag, Milano (ed. orig. *Predicting the Unpredictable*, 2009); A. AMATO (2016) *Sotto i nostri piedi. Storie di terremoti, scienziati*

specifico terremoto, dando altresì una stima della sua magnitudo. Naturalmente, questi tre valori devono essere predetti con un intervallo di incertezza ragionevole (e anche questa incertezza andrebbe comunicata in anticipo).

Diversamente da uragani, alluvioni, frane, eruzioni vulcaniche, maremoti, tutti eventi caratterizzati da un certo grado di "prevedibilità" su archi temporali di minuti, ore, giorni, settimane, i terremoti non presentano una fenomenologia univoca che preluda all'evento catastrofico.

Le ragioni dell'imprevedibilità dei terremoti sono molteplici ed esulano dallo scopo di questo saggio, ma vorrei citare qui alcuni aspetti per chiarire i motivi di questa differenza e illustrare genericamente il significato dei c.d. "precursori" sismici, spesso discussi sui media e dal pubblico e qualche volta approdati nelle aule di tribunale³². In primo luogo i terremoti si originano in regioni all'interno della Terra non accessibili agli uomini e agli strumenti, differendo in questo sostanzialmente da quasi ogni altro fenomeno naturale catastrofico (si pensi a quelli meteorologici, accessibili dallo spazio e da terra, o alle frane che interessano corpi rocciosi affioranti e monitorabili, alle alluvioni, ecc.). Per questo motivo mancano misure dirette nelle regioni di origine del sisma nei giorni, ore e minuti prima dell'inizio del processo che lo genera; al momento non sono state effettuate osservazioni univoche di qualche parametro geofisico o geochimico che vari in maniera coerente e ripetibile prima di un terremoto.

Inoltre, va ricordato che un terremoto si genera quando due pareti rocciose si spostano l'una rispetto all'altra a partire da un punto, l'ipocentro, dal quale si propaga lo spostamento dei due blocchi lungo la faglia che li separa. Questa modalità accomuna terremoti piccoli e grandi: nel primo caso la rottura del piano di faglia si arresta dopo pochi centimetri o pochi metri (in questo caso si avrà un microterremoto impercettibile dalle persone), mentre nel secondo la frattura può proseguire per decine o centinaia di chilometri dando luogo così a un sisma di elevata magnitudo. Allo stato attuale delle conoscenze, non sembrano esistere elementi distintivi caratteristici della genesi di un piccolo o di un grande terremoto prima che questo avvenga, e ciò rende le speranze nella loro previsione deterministica piuttosto remote.

I fenomeni precursori studiati finora sono numerosi, ma sono tutti considerati precursori "deboli", non avendo fatto registrare delle statistiche significative di successo. Tra i sismologi, prevale attualmente l'idea secondo cui l'enorme grado di complessità e di non linearità del processo non consentiranno mai di fare dei concreti avanzamenti su questo fronte³³. Ciò nonostante, la ricerca naturalmente prosegue su questo interessante tema, che rappresenta una frontiera per la scienza dei terremoti.

Prevedibilità a lungo termine: i modelli di pericolosità

Se la scienza, come è noto, non consente oggi di fare delle previsioni a breve termine dei terremoti, le conoscenze acquisite in tanti anni di ricerche consentono di effettuare delle previsioni probabilistiche a medio e lungo termine (decine o centinaia di anni) dello scuotimento atteso in un determinato arco temporale, che sono le mappe di pericolosità. Queste costituiscono degli strumenti fondamentali per la pianificazione territoriale; esse si basano sulle conoscenze sismologiche acquisite (contenute nei cataloghi dei terremoti) e sulle caratteristiche

e ciarlatani, Codice Edizioni, e alla bibliografia ivi contenuta.

³² Il riferimento è soprattutto al terremoto dell'Aquila del 2009 e al processo c.d. "Grandi Rischi", in cui si è molto dibattuto, dentro e fuori le aule del tribunale, dello sciame sismico che aveva preceduto l'evento dannoso del 6 aprile 2009, e che era stato interpretato ex post come un fenomeno precursore.

³³ R. J. GELLER: Earthquake prediction: is this debate necessary? *Nature Debates*, 25 febbraio 1999. Si veda anche I MAIN: Is the reliable prediction of individual earthquakes a realistic scientific goal? Stesso volume. Inoltre: GELLER, R.J. Earthquake prediction: a critical review. *Geophys. J. Int.* 131, 425-450 (1997). Pur trattandosi di punti di vista non molto recenti, va segnalato che nei successivi venti anni non sono stati compiuti progressi significativi nel campo della previsione, al tempo stesso nessun terremoto importante di questi ultimi anni nel mondo è stato anticipato da chiari fenomeni precursori.

geologiche delle varie regioni, che consentono di stimare, con un certo grado di approssimazione, le magnitudo (massime) attese e i tempi di ritorno medi dei forti terremoti. Queste mappe possono essere considerate come un approccio quantitativo e “statistico” alla descrizione della sismicità di una regione. Uno dei parametri più comunemente utilizzati nelle mappe è la probabilità di superamento di un certo livello di scuotimento del terreno in un dato intervallo temporale. Il margine di incertezza di queste stime è più o meno ampio a seconda delle approssimazioni introdotte per tenere conto della forte incertezza epistemica del fenomeno, dovuta alla conoscenza incompleta dei vari elementi che entrano nei calcoli. Per ovviare a queste limitazioni, vengono solitamente introdotte delle approssimazioni della realtà basate su modelli concettuali semplificati. Lo standard attuale è quello delle mappe di pericolosità sismica “indipendente dal tempo”, che incorporano le incertezze sul modello sismogenetico e sulle caratteristiche della propagazione delle onde sismiche assumendo una distribuzione poissoniana dei terremoti, ossia ogni evento del catalogo è indipendente da quelli precedenti e successivi; questa assunzione comporta ad esempio che la pericolosità di una regione non vari prima o dopo un forte terremoto. Queste stime sono usate nel mondo da molti decenni per la progettazione sismica e la pianificazione territoriale. Pur rappresentando uno strumento “previsionale” in senso probabilistico, non è corretto utilizzarle per previsioni o scenari a breve termine, come talvolta si fa *ex post* (“quella zona della mappa di pericolosità era *rossa* quindi il terremoto avvenuto là ieri era prevedibile”; o al contrario, “quel terremoto è avvenuto in un’area *verde*, quindi non doveva avvenire in quel posto”). Trattandosi di stime probabilistiche, i valori indicati devono essere considerati in termini di maggiore o minore probabilità che in una determinata area, in un tempo lungo (dell’ordine dei decenni), si superi un determinato valore dello scuotimento sismico.

Da molti anni si è provato ad effettuare delle stime della pericolosità “dipendente dal tempo”, in cui si tenta di incorporare le conoscenze sui “cicli sismici” delle faglie, sugli effetti di un terremoto avvenuto sulle faglie adiacenti, e così via. Queste stime, che potrebbero riguardare intervalli temporali di alcuni anni (tipicamente dieci³⁴), potrebbero avere un’applicazione per l’individuazione delle priorità degli interventi di adeguamento sismico. Tuttavia, esse non hanno ancora trovato applicazioni rilevanti, per vari motivi, in primis perché le priorità di intervento dovrebbero essere stabilite soprattutto sulla base della vulnerabilità del costruito. In altre parole, bisognerebbe intervenire prioritariamente in tutte le zone più sismiche, laddove le costruzioni sono poco resistenti. Altri fattori, economici, sociali e politici, condizionano in bene e in male queste scelte. Come descritto brevemente nella sezione precedente, la storia della difesa dai terremoti in Italia insegna che le misure intraprese nel corso dei decenni hanno sempre “inseguito” i terremoti, con il risultato dell’accumulo di un enorme deficit di sicurezza in molte regioni.

Negli ultimi anni sono state proposte anche delle tecniche di “forecasting” probabilistico a breve termine dei terremoti, basate su variazioni dei tassi di sismicità³⁵. Si tratta di metodologie innovative che, a parte il caso delle stime di “aftershocks” dopo un forte terremoto, per i quali esiste una casistica statisticamente significativa, non hanno un’applicabilità immediata per fini di protezione civile a causa dei valori estremamente bassi di probabilità stimati da questi modelli. All’interno della comunità scientifica il tema dell’opportunità di adottare questa tecnica come metodo per la riduzione del rischio è ancora molto dibattuto³⁶.

³⁴ Si veda ad esempio MARZOCCHI W., AMATO A., AKINCI A., CHIARABBA C., LOMBARDI A.M., PANTOSTI D., BOSCHI E. (2012). *A Ten-Year Earthquake Occurrence Model for Italy*. *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 102, p. 1195-1213, ISSN: 0037-1106, <https://doi.org/10.1785/0120110164>.

³⁵ T.H. JORDAN, L. M. JONES (2010). *Operational Earthquake Forecasting: Some Thoughts on Why and How*. *Seismological Research Letters*, 81, 4 July/August 2010. Oltre a sostenere lo sviluppo del forecasting probabilistico dei terremoti, è emblematica la conclusione degli autori sul disastroso terremoto avvenuto ad Haiti nel 2010: “the mainshock struck without warning; no foreshocks or other short-term precursors have been reported. Preparing for earthquakes means being always ready for the unexpected, which is a long-term proposition”.

³⁶ Si veda WANG, K. e G. C. ROGERS (2014). *Earthquake Preparedness Should Not Fluctuate on a Daily or Weekly Basis*.

Prevedibilità dell'evento sismico e delle sue caratteristiche

Uno degli elementi ricorrenti nei processi per individuare eventuali responsabilità di morti o danni per fenomeni naturali è quello della “prevedibilità” dell'evento. Una delle prime domande che si pone il giudice per l'accertamento delle responsabilità di fronte a delle morti per crollo, è: l'evento che ha generato il crollo e quindi le morti era straordinario, o rientrava nelle possibilità di una “previsione”, se non del giorno o dell'ora, almeno della sua magnitudo? Va detto che il più delle volte la risposta, almeno per i casi recenti in Italia, è positiva: gli eventi che hanno fatto crollare edifici e anche quelli che hanno distrutto interi paesi con decine o centinaia di vittime erano, purtroppo per noi, ampiamente “prevedibili” dal punto di vista della magnitudo (e se vogliamo anche della loro posizione, profondità e tipo di movimento della faglia). Basta guardare una carta della sismicità storica italiana, o andare a verificare le magnitudo attese per ognuno delle zone sismogenetiche che sono alla base del modello di pericolosità³⁷, per verificare che nessuna magnitudo dei terremoti distruttivi recenti ha ecceduto le aspettative per le zone dove essi sono avvenuti.

Se ci limitiamo ad esempio a considerare gli eventi che hanno causato crolli e morti in Italia negli ultimi venti anni (tabella 1), e che sono stati tutti oggetto di attenzione da parte della magistratura in numerosi procedimenti, ebbene dobbiamo constatare che le magnitudo in gioco erano piuttosto modeste, rimanendo sotto o poco sopra 6, un valore considerato a scala globale “moderato”³⁸.

Regione epicentrale	Data (aa-mm-gg)	Magnitudo Richter - ML	Magnitudo Momento - Mw	Intensità Mercalli max ³⁹	Vittime
Molise	2002-10-31	5.4	5.7	8-9	28
L'Aquila	2009-04-06	5.9	6.1-6.3	9-10	309
Emilia	2012-05-20	5.9	5.8	7	7
	2012-05-29	5.8	5.6	8	20
Amatrice Norcia	2016-08-24	6.0	6.0-6.2	10.5	299
	2016-10-30	6.1	6.5-6.7	11	0

Tabella 1 Terremoti distruttivi degli ultimi venti anni in Italia⁴⁰. Per una spiegazione sulle diverse magnitudo si veda più avanti in questo capitolo (non viene riportato il terremoto di Ischia del 2017 per la sua peculiarità di evento in area vulcanica, molto superficiale (circa 2 km) e di bassa magnitudo (4)).

Seismological Research Letters, Volume 85, Number 3 May/June 2014.

³⁷ Si veda: MELETTI, C., GALADINI, F., VALENSISE, G., STUCCHI, M., BASILI, R., BARBA, S., VANNUCCI, G., BOSCHI, E. (2008). A seismic source model for the seismic hazard assessment of the Italian territory. *Tectonophysics*. 85-108. 10.1016/j.tecto.2008.01.003.

³⁸ Ci si riferisce in particolare ai quattro eventi in tabella, o meglio alle corrispondenti sequenze di eventi sismici: quella di San Giuliano di Puglia (Molise) nel 2002; quella dell'Aquila del 2009; quella di Modena e Reggio nel 2012 e quella di Amatrice-Norcia-Visso del 2016. Le magnitudo (momento, Mw) degli eventi principali, o meglio quelli che hanno causato la maggior parte delle vittime, sono state rispettivamente: 5.7 (2002), 6.1/6.3 (2009), 5.8 (2012), 6.0 (2016). Nell'ultimo caso il valore è riferito al terremoto del 24/8/2016, quello che provocò i quasi trecento morti, mentre il più forte della sequenza (Mw 6.5) avvenne il 30/10/2016 senza provocare vittime ma aggravando molto il bilancio dei crolli e dei danni. Anche nel caso del terremoto in Emilia ci fu un secondo evento che provocò crolli e vittime, in questo caso nove giorni dopo il primo del 20/5/2012, ma con una magnitudo inferiore al primo (Mw 5.6).

³⁹ Per i terremoti dell'Emilia 2012 e Italia centrale 2016, sono riportati in tabella i valori di magnitudo e di Intensità MCS (MERCALLI-CANCANI-SIEBERG) delle prime scosse forti (rispettivamente, 20/5/2012 e 24/8/2016) e quelli relativi ai due forti eventi successivi (29/5/2012 e 30/10/2016). Per alcuni dettagli della scala Mercalli si veda nel glossario in fondo. Da: Catalogo Parametrico dei terremoti in Italia: <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/> di ROVIDA A., LOCATI M., CAMASSI R., LOLLÌ B., GASPERINI P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <https://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.

⁴⁰ Fonte: INGV (<http://cnt.rm.ingv.it>). Per le magnitudo Mw dei diversi terremoti sono stati consultati anche articoli scientifici specifici.

Naturalmente, una finestra di venti anni non può essere ritenuta significativa per descrivere la sismicità di una qualsiasi regione, considerati i tempi di ritorno medi dei terremoti sulle singole faglie (tipicamente, questi sono dell'ordine del centinaio o del migliaio di anni). Se andiamo indietro di altri venti anni, ad esempio, nel 1980 troviamo il terremoto dell'Irpinia, di magnitudo decisamente superiore a quelli successivi⁴¹ (M6.9). Andando ancora più indietro nel tempo, nel ricco catalogo storico dei terremoti in Italia dall'anno 1000 a oggi⁴², sono riportati solo nove eventi con una magnitudo stimata pari o superiore a 7, ma non arriviamo mai a superare il valore di 7.3 (attribuito al terremoto della Val di Noto del 1693). Ciò suggerisce che in Italia un terremoto più forte di quelli già avvenuti sarebbe poco probabile, anche se non impossibile. Motivazioni geologiche e sismologiche tenderebbero a far escludere che nel nostro Paese possano avvenire eventi di magnitudo paragonabile a quelli del Giappone del 2011 (M=9), dell'Indonesia del 2004 (M=9.3) o del Cile del 1960 (M=9.5), ma sarebbe meno sorprendente avere terremoti di magnitudo fino a 8, sebbene questi non siano mai stati registrati. Trattandosi di un'eventualità molto remota, nelle stime di pericolosità da terremoti o da maremoti questa evenienza può essere considerata in vari modi, ad esempio assegnandole un valore di probabilità molto basso.

Un concetto che può ingenerare confusione, portando a ritenere che una eventuale ciclicità degli eventi sismici implichi prevedibilità, è quello dei c.d. "tempi di ritorno". Questi vengono solitamente calcolati in modo approssimato, considerando un intervallo temporale di alcuni secoli (ad esempio l'intervallo di completezza del catalogo storico), considerando quanti eventi sono avvenuti in quel periodo in una determinata zona, e calcolando così il tasso di questi eventi (es. tre eventi in mille anni) e il loro periodo di "ritorno" medio (es. 300 anni). Va precisato al riguardo che questi periodi esprimono degli intervalli molto variabili, utili per una caratterizzazione del prim'ordine di zone più o meno sismiche, ma non per effettuare valutazioni sull'imminenza o meno di un dato terremoto.

Pericolosità sismica e scuotimenti

Un altro elemento che viene spesso considerato per raffrontare un terremoto appena avvenuto con le "aspettative" è lo scuotimento osservato. Questo può essere misurato dagli strumenti, se disponibili, oltre che osservato nei suoi effetti. Questi ultimi (i risentimenti, i danni, i crolli) sono quantificati nella cosiddetta "scala Mercalli", che li divide in dodici gradi a seconda della loro gravità (si veda il glossario in fondo per una descrizione più dettagliata dei concetti di intensità macrosismica e di magnitudo). Una misura quantitativa dello scuotimento può essere ottenuta dagli strumenti, in particolar modo dagli accelerometri. Va però considerato che non si dispone mai di registrazioni su ciascun fabbricato per poter ricostruire le caratteristiche puntuali dello scuotimento avvenuto; ricavare, quindi, la storia di ciascun edificio durante il terremoto e l'eventuale crollo è impresa impossibile. Si ricorre quindi alle registrazioni disponibili, che derivano dalle reti di sensori operanti al momento del terremoto. Tipicamente, le reti permanenti operanti in Italia hanno una spaziatura tra le stazioni di qualche decina di chilometri. In queste condizioni, possono essere fatte soltanto delle ipotesi sul livello effettivo dello scuotimento, prendendo come riferimento il dato strumentale più prossimo al sito/edificio di interesse; le incertezze sulla stima dello scuotimento saranno tanto più forti quanto più distanti e radi sono gli strumenti di registrazione e quanto più complessa è la struttura geologica dell'area. I dati

⁴¹ Trattandosi di una scala logaritmica, differenze anche piccole di magnitudo implicano differenze notevoli in termini di energia. In particolare, una differenza di magnitudo di un punto (es. tra un terremoto di magnitudo 6 e uno di 7) si traduce in un fattore 32 come energia liberata. In altri termini, un terremoto di magnitudo 7 è circa 32 volte più energetico di uno di magnitudo 6 e circa 1000 volte (32x32) più forte di uno di magnitudo 5.

⁴² Catalogo Parametrico dei terremoti in Italia: <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/> di ROVIDA A., LOCATI M., CAMASSI R., LOLLU B., GASPERINI P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <https://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.

registrati dai sismometri e dagli accelerometri vengono usati per stimare in tempo reale lo scuotimento areale previsto tramite una procedura di interpolazione e calcolo che porta alle c.d. “mappe di scuotimento” (*shaking maps*). L'utilizzo di queste mappe per ricavare i valori puntuali di scuotimento in un qualunque punto (o edificio) dell'area interessata andrebbe evitata, in quanto le variazioni laterali dovute alla propagazione delle onde sismiche e alle condizioni geologiche locali sono molto forti. Un tentativo in questo senso, effettuato allo scopo di definire un criterio per l'attribuzione dell'agibilità a edifici colpiti dai terremoti in Emilia del 2012, è stato infatti criticato dalla comunità scientifica⁴³.

Ciononostante, i valori di accelerazione del suolo effettivamente registrati (quello più usato comunemente è quello della cosiddetta PGA⁴⁴ rilevata), sono usati spesso come riferimento per valutare se il terremoto in questione sia da considerare straordinario. Più corretto sarebbe dire se lo sia stato lo scuotimento indotto dal terremoto stesso. Per effettuare questa valutazione, il dato preso come riferimento è quello della mappa di pericolosità italiana (MPS04), descritta in precedenza. Questi tentativi sono stati oggetto di numerose critiche da parte della comunità scientifica e ingegneristica⁴⁵.

Infatti, volendo effettuare un tale paragone, interessante dal punto di vista scientifico ma meno da quello della validazione della pericolosità stimata, andrebbe tenuto conto di alcuni elementi: a) i valori di riferimento delle classi sismiche sono quelli di “ancoraggio” dello spettro, la cui forma alle varie frequenze prevede valori più elevati nel range di frequenze di interesse per l'edilizia; b) i valori di riferimento sono quelli calcolati per i suoli rigidi e vanno moltiplicati per un coefficiente che tiene conto delle condizioni geologiche locali; queste sono in grado di amplificare lo scuotimento anche in misura notevole, come noto nella letteratura scientifica internazionale; c) la stima della pericolosità viene solitamente effettuata e rappresentata tramite una suite di mappe che riportano i valori per diversi livelli di probabilità di superamento e per diversi periodi di ritorno: fare un confronto su uno solo dei valori di probabilità non ha molto senso; d) trattandosi di stime probabilistiche (che forniscono cioè una serie di valori associati a diverse probabilità di superamento di quella PGA), è normale che in qualche caso tali valori siano al di fuori delle stime previste: ad esempio se stiamo guardando al valore del 10% di probabilità di superamento, vuol dire che in un caso su dieci quella stima DEVE eccedere quella PGA, altrimenti il modello sarebbe sbagliato.

Inoltre, come osservato⁴⁶, “anche qualora la PGA o meglio lo spettro di risposta del moto del suolo in un punto superasse i valori adottati dalla norma, questo non comporterebbe automaticamente il crollo delle strutture progettate secondo le norme stesse, perché queste sono generalmente protette da diversi fattori di riduzione della resistenza e dalla possibile applicazione di principi di gerarchia delle resistenze. I crolli di edifici in cemento armato analizzati a seguito di eventi sismici (contenuti in frazioni modeste del costruito) sembrano essere attribuiti in massima parte a difetti di progettazione o di costruzione piuttosto che a sottostime delle azioni di progetto”.

⁴³ La Legge 1 agosto 2012, n. 122 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 6 giugno 2012, n. 74, recante interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici che hanno interessato il territorio delle province di Bologna, Modena, Ferrara, Mantova, Reggio Emilia e Rovigo, il 20 e il 29 maggio 2012 (12G0148) - riporta all'art. 3 le norme da adottare per la “Ricostruzione e riparazione delle abitazioni private e di immobili ad uso non abitativo; contributi a favore delle imprese; disposizioni di semplificazione procedimentale”. Al comma 10 del suddetto articolo si fa riferimento alle mappe di scuotimento. Si veda CULTRERA G., FAENZA L., MELETTI C., D'AMICO V., MICHELINI A., AMATO A. (2014). Shakemaps uncertainties and their effects in the post-seismic actions for the 2012 Emilia (Italy) earthquakes. *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol. 12, p. 2147-2164, ISSN: 1570-761X, <https://doi.org/10.1007/s10518-013-9577-6>.

⁴⁴ PGA: Peak Ground Acceleration (accelerazione di picco massima), è uno dei parametri più usati per descrivere l'impatto fisico di un terremoto.

⁴⁵ Si veda ad esempio IERVOLINO I. (2013) - Probabilities and Fallacies: Why Hazard Maps Cannot Be Validated by Individual Earthquakes. *Earthquake Spectra* 29:3, 1125-1136.

⁴⁶ Meletti et al. (2018), op. cit.

Come evidenziato nell'articolo appena citato, i confronti tra i valori puntuali osservati durante un terremoto e quelli "attesi" dalle stime di pericolosità vanno confrontati con estrema cautela e tenendo conto di tutti i fattori fisici e statistici che influenzano le stime stesse.

Prevedibilità dell'evento e del rischio: il livello di rischio accettabile

Nel caso del processo dell'Aquila il tema della "prevedibilità" dell'evento e del rischio è stato affrontato da più punti di vista, anche facendo riferimento a precedenti sentenze. Nel caso della tragedia di Sarno, la Corte di Cassazione si esprime in merito al giudizio di prevedibilità con un'affermazione molto preoccupante, facendo oltretutto un riferimento esplicito ai terremoti⁴⁷. L'affermazione riportata in nota appare molto discutibile, in quanto non è possibile stabilire quali e quanto "più devastanti" potrebbero essere gli eventi futuri, come fare per prevederli e prevederne quindi gli effetti. Peraltro, nella comunità in quella ingegneristica è chiara da molto tempo la necessità di progettare secondo il c.d. "rischio accettabile", una volta stabiliti dei parametri per quantificare il rischio stesso (cosa non semplice) e delle soglie di "accettabilità". Una dissertazione su questo tema interessante e delicato esula dagli scopi di questo saggio. Si rimanda per una trattazione di questi aspetti, con riferimento al rischio sismico, al saggio di Calvi et al.⁴⁸. Seguendo questi Autori: "si accetta un certo livello di danno per il terremoto di progetto, poiché si ritiene di non permettersi di progettare per un evento che ha un periodo medio di occorrenza di centinaia o migliaia di anni". Gli stessi Autori rimandano a un altro documento, più recente e importante, questa volta di origine USA e anche questo post-sisma: quello di Loma Prieta del 1989, che causò notevoli danni a San Francisco⁴⁹, dove vengono definiti i fondamenti teorici circa le prestazioni da assicurare agli edifici esistenti e di nuova costruzione. Per continuare con le parole di Calvi et al. "Si parla di rischio, si capisce che occorre misurare progettazione ed interventi di adeguamento con le risorse disponibili, non con un livello di sicurezza ideale". Da qui discende la necessità di disporre di stime probabilistiche (di pericolosità o di rischio), sulla base delle quali il decisore politico deve effettuare delle scelte di compromesso tra perdite attese e costi necessari per ridurle. Sulla definizione di "sicurezza" e di "rischio accettabile" sono stati scritti interi libri, come pure sulle metriche più adatte per quantificare il rischio (nel caso dei terremoti ad esempio si può quantificare in termini di vite umane, di costi dei danni, di una combinazione tra questi, o in altro modo ancora). Per semplificare, potremmo dire che qualcosa è "sicuro" quando presenta un livello di rischio accettabile.

A proposito della "accettabilità" del rischio, bisognerebbe inoltre porsi la domanda "accettabile per chi?"⁵⁰. In effetti, a seconda delle persone o delle categorie di utenti, troveremmo delle risposte molto diverse a questa domanda. Questo tema, di interesse per gli scienziati sociali e (almeno in linea teorica) per i politici, esula da questo contributo, ma va tenuto presente quando una discussione su danni, crolli, vittime, approda in un'aula di tribunale. Le posizioni delle persone

⁴⁷ CORTE DI CASSAZIONE PENALE, Sez. IV, 03/05/2010 (Ud. 11/03/2010), Sentenza n. 16761. Cap. 8. La correttezza giuridica della soluzione adottata: "Il giudizio di prevedibilità non va infatti compiuto con riferimento a quanto è avvenuto in passato ma a quanto può avvenire in futuro nel senso che involge un giudizio di rappresentabilità di possibili, ulteriori e più gravi eventi dannosi. Se è noto che un territorio ha caratteristiche di elevato rischio sismico non è sufficiente, nella valutazione della prevedibilità di eventi dannosi, riferirsi ai terremoti verificatisi in passato ma occorre fare riferimento alla possibilità che se ne verifichino di più devastanti. Le costruzioni dovranno quindi rispondere a questo più elevato grado di sicurezza".

⁴⁸ G. M. Calvi, M. Stucchi, P. Bazzurro (2014). Aggiornare norme tecniche e mappe di pericolosità: da che parte si comincia? Progettazione Sismica – Vol. 5, N. 1, Anno 2014, <https://doi.org/10.7514/PS.5.1.5-14> – <http://dx.medra.org/10.7514/PS.5.1.5-14>.

⁴⁹ Competing against time, Report to Governor George Deukmejian from the Governor's Board of Inquiry on the 1989 Loma Prieta Earthquake, George W. Housner, Chairman, Department of General Service, North Highlands, California, 1990.

⁵⁰ Si rimanda al lavoro seminale di Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S., & Combs, B. (1978). How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. Policy sciences, 9(2), 127-152, seguito da decine di articoli di scienziati sociali e psicologi sul tema.

colpite, direttamente o indirettamente, da un evento negativo tendono sempre a focalizzarsi, ex post, verso la ricerca di un colpevole, e al tempo stesso sulla richiesta di un livello di sicurezza massimo, con la conseguenza di interpretare necessariamente i comportamenti pre-evento come poco cautelativi e quindi condannabili.

Su questi concetti, diversamente da quanto riportato sopra per il caso Sarno, sembra che la Corte di Cassazione del caso “Grandi Rischi”⁵¹ abbia ben compreso e recepito l’orientamento probabilistico della scienza e il concetto di rischio accettabile. Commentando infatti uno dei ricorsi delle parti civili, laddove si rimproverava agli esperti di non avere considerato “il peggiore scenario immaginabile”, la Corte Suprema respingeva questa impostazione: “L’assunto rappresenta l’antitesi dell’idea stessa di analisi dei rischi; se davvero l’interpretazione dei fattori di rischio, nella loro epifania congiunturale, dovesse essere informata ad un simile principio, neppure vi sarebbe necessità di ‘valutazione’ dei rischi, perché il criterio di identificazione della misura preventiva sarebbe ipse facto disponibile”.

Un altro problema emerso nel dibattito, dentro e fuori le aule di tribunale, riguarda la differenza tra prevedibilità dell’evento e prevedibilità del rischio, come discusso tra gli altri da PAGLIARO⁵² e poi bene illustrato dalla Corte di Cassazione nelle motivazioni della citata sentenza “Grandi Rischi”. La Corte Suprema ha dimostrato di avere ben chiara questa differenza, enfatizzando che le due cose non possono essere disgiunte: “Orbene, va affermato che senza la misurabilità – per ogni grandezza significativa – del rischio di verifica del terremoto la pretesa di misurare eventuali danni indica un esercizio astratto ed inane. Se non è conoscibile il quando e l’intensità di un terremoto dove può essere indirizzata l’azione di prevenzione? E quale misura prescegliere tra le diverse disponibili? L’evacuazione di limitate aree (quali?) o di intere cittadine? E quando? Per quanto tempo deve durare l’allontanamento dalla zona di rischio? Ancora una volta appare evidente il significato dell’assenza, nel capo d’imputazione, della indicazione delle misure che, identificabili in forza di una corretta valutazione del rischio sismico, non sarebbero state adottate a causa di una colposa condotta di analisi”⁵³. A questo riguardo va anche segnalato, come descritto in un precedente saggio⁵⁴, che il comportamento indicato come salvifico che avrebbero dovuto tenere i cittadini dell’Aquila, dopo le scosse avvenute nelle ore precedenti il terremoto del 6 aprile, sarebbe stato quello di uscire dalle abitazioni e attendere un certo tempo, deciso in maniera assolutamente soggettiva e istintiva, fuori di casa. Questo comportamento, sebbene nel caso specifico avrebbe forse potuto salvare qualcuno, non è corretto, nel senso che nessun ente di protezione civile al mondo, né istituti di ricerca sui terremoti, lo raccomandano. Come ben spiegato da Wang e Rogers⁵⁵, “nella mitigazione del rischio sismico lo scopo deve essere quello di far restare le persone nelle loro case senza paura e senza che esse vengano ferite, non certo di dire loro quando scappare prima di un terremoto”.

Periti e consulenti sui problemi sismici

La comunità scientifica e quella ingegneristica sono chiamate sempre più spesso a fornire testimonianze e pareri esperti alle corti e ai giudici per aiutarli a comprendere la meccanica di un evento che ha prodotto vittime o lesioni. Quali siano le qualifiche necessarie che deve avere un esperto per offrire queste consulenze è spesso materia di discussione. In quanto “guardiani” dell’ammissibilità di una prova scientifica, alle corti è richiesto di valutare le qualifiche degli esperti

⁵¹ Corte Suprema di Cassazione (2015), sentenza citata.

⁵² A. Pagliaro (2013). Cassazione Penale, n.05, pp. 1818-1822.

⁵³ Sentenza Cassazione Grandi Rischi, p. 147.

⁵⁴ A. Amato, in: Tavola rotonda - Colpa informativa e cautele autoprotettive nelle zone ad alto rischio sismico (a proposito della sentenza “Grandi Rischi”. – Cassazione penale, sez. IV, 24 marzo 2016, n. 12478), Criminalia, Annuario di scienze penalistiche. EDIZIONI ETS - ISBN 978-884675106-5 ISMN 1972-3857.

⁵⁵ K. Wang e G.C. Rogers, Beating Fear with Hope: On Sustaining Earthquake Preparedness, in Seism. Res. Lett., 88, 1, pp. 1 ss.

che offrono le opinioni sulle materie oggetto di un procedimento. Questa funzione di garante non dovrebbe basarsi sul fatto che un individuo sia indicato da altri o si qualifichi da solo come uno scienziato o un ingegnere⁵⁶. Si vedano al riguardo, tra molti altri, i contributi di Canzio e di Conti e Bonzano in questo volume, e la ricca bibliografia ivi citata.

Nonostante i casi giudiziari per morti o lesioni a seguito di terremoti siano certamente più rari rispetto ad altri ambiti, come quello della colpa medica, nei procedimenti legati ai terremoti (ad esempio quelli riportati nella tabella 1), come nei casi di altre catastrofi naturali, la presenza di consulenti tecnici e periti provenienti dal mondo scientifico è stata notevole. Nei casi di accertamento delle cause di crolli, è naturale che gli esperti chiamati in causa siano principalmente ingegneri, ma in molti casi sono stati consultati anche geologi, fisici, matematici, architetti, sociologi, psicologi. In questo capitolo cercherò di illustrare le caratteristiche e i limiti di alcune di queste figure, in particolare quelle che rientrano nella generica categoria dei “sismologi”; in Italia questi provengono principalmente dalle lauree in scienze geologiche o fisiche.

Il geologo⁵⁷ è uno studioso della Terra. Lo studio della Terra (la Geologia) può riguardare una grande varietà di aspetti scientifici, superficiali e profondi, antichi e recenti. Naturalmente, ci sono geologi che studiano i terremoti, e anche in questo ambito ristretto ci sono diverse specializzazioni: i sismologi storici, i paleo-sismologi, quelli che analizzano la sismicità strumentale, gli statistici, quelli che studiano il comportamento delle rocce in laboratorio per simulare i processi di fagliazione in natura, quelli che studiano la risposta sismica dovuta alla geologia locale, altri che utilizzano le tecniche satellitari per stimare come si deforma una regione e così via. Ne consegue che non tutti questi studiosi possano indifferentemente comprendere e spiegare un fenomeno di interesse in un procedimento giudiziario, come per esempio l'eccezionalità o meno di un evento sismico, le caratteristiche sismo-tettoniche di una regione, l'evoluzione di una sequenza sismica, o le caratteristiche della pericolosità sismica e le eventuali sue variazioni spaziali e temporali. Competenze ancora più specifiche sono necessarie quando si entra nel campo dei motivi e delle modalità per cui un determinato edificio è crollato, in toto o in parte; in questo caso l'esperto deve essere un ingegnere, con competenza ed esperienza specifiche nell'ingegneria sismica per poter valutare l'impatto di un terremoto (o meglio di un input sismico) su un edificio al fine di accertare le cause di eventuali danni o crolli. Per un approfondimento su questo tema si rimanda al Reference Manual on Scientific Evidence⁵⁸, già citato in altre parti di questo volume.

Nel caso di un processo, sia gli inquirenti che gli imputati e le parti civili ricorrono al parere di consulenti tecnici, che vengono scelti con vari criteri tra gli esperti del settore. Essi vengono chiamati in causa non sempre e non solo sulla base delle loro reali competenze in materia, ma anche su quella delle loro idee in merito alla tematica oggetto del contendere. I periti nominati dai giudici dovrebbero al contrario essere selezionati in base alla reale competenza e alla loro terzietà rispetto al problema discusso nel processo⁵⁹. Diversamente da quanto accade in campo medico, nell'ambito delle scienze sismologiche, e dei rischi naturali in generale, non esiste una disciplina

⁵⁶ C. R. Robertson, J. E. Moalli, And D. L. Black, Reference Guide on Engineering, in Reference Manual on Scientific Evidence, Copyright 2011 by the National Academy of Sciences. p. 897-959.

⁵⁷ Si noti che in generale il termine “geologo” si riferisce unicamente a un laureato in Scienze Geologiche, non necessariamente iscritto all'Albo o Ordine dei Geologi, categoria che include soltanto i geologi abilitati all'esercizio della professione. Nel caso di un ricercatore universitario o di un Ente di Ricerca, questa abilitazione non è necessaria e non è in genere un titolo utile per una carriera da Ricercatore o Professore (lo è al contrario il titolo di Dottore di Ricerca). Al contrario, il termine “sismologo” indica genericamente uno studioso di terremoti e non corrisponde ad alcuno specifico titolo di studio. Un sismologo, in Italia, ha generalmente una laurea in Scienze Fisiche o Scienze Geologiche, qualche volta in Matematica o Ingegneria. In teoria, un qualunque studioso autodidatta di terremoti può auto-definirsi sismologo.

⁵⁸ In particolare: C. R. Robertson, J. E. Moalli, and D. L. Black, Reference Guide on Engineering, in Reference Manual on Scientific Evidence, Copyright 2011 by the National Academy of Sciences. p. 897-959.

⁵⁹ Si veda il contributo di G. Canzio in questo volume e la bibliografia ivi riportata.

specifica che regolamenti la nomina dei consulenti tecnici d'ufficio e dei periti nei giudizi⁶⁰. Come visto in precedenza, la maggior parte dei procedimenti giudiziari per morti o lesioni verificatesi in occasione dei terremoti è naturalmente orientata ad accertare le cause di crolli di edifici. Tra queste, le più comuni sono relative al fatto che gli edifici sono crollati perché costruiti prima che esistesse una normativa ad hoc per quella regione, ovvero perché sono stati progettati senza osservare le norme del momento storico (caso emblematico quello della Casa dello Studente dell'Aquila⁶¹), o ancora per interventi successivi alla costruzione dell'edificio che ne avevano peggiorato la stabilità (come per la già menzionata Scuola Jovine di San Giuliano di Puglia⁶²), o ancora per mancata manutenzione.

Tornando all'aspetto della scelta dei consulenti e periti in base alle reali competenze, se è vero, come affermato, che non basta una laurea e neanche una specializzazione o un dottorato per essere accreditati come esperti in una materia, quali sono le caratteristiche "giuste" e come queste potrebbero essere accertate? Un elemento senz'altro dirimente è l'esperienza documentata nella materia specifica, che deve essere descritta in un curriculum e avvalorata da pubblicazioni in quello specifico settore, possibilmente su riviste internazionali di buon livello. Si devono tenere in conto le esperienze lavorative e gli ambiti presso le quali queste sono state acquisite; gli enti scientifici o accademici di appartenenza, ovvero in casi specifici quelli industriali. Per la sismologia tale verifica deve tenere conto del numero di articoli pubblicati su riviste internazionali censite dal Journal of Citation Report⁶³, del fattore di impatto (Impact Factor) delle riviste su cui sono apparse le pubblicazioni, del numero di volte in cui uno specifico articolo è stato citato, e così via. In sostanza, non esiste un criterio univoco o un insieme di criteri per accertare competenza, esperienza, indipendenza di un esperto, ma i criteri elencati sopra potrebbero aiutare i giudici a scegliere i periti e a valutare quale peso attribuire ai pareri dei consulenti tecnici. Si vedano al riguardo, tra molti altri, i contributi di Canzio e di Conti e Bonzano in questo volume, e la ricca bibliografia ivi citata.

Il caso del processo "Grandi Rischi" e l'uso processuale degli articoli scientifici

Per i sismologi, non solo italiani, la vicenda del terremoto dell'Aquila del 2009 e dei processi che sono seguiti ha lasciato un segno profondo. Quanto accaduto durante, e intorno a, i processi è stato descritto in molteplici articoli e libri. A parte i numerosi procedimenti finalizzati a individuare le cause dei crolli, il processo c.d. "Grandi Rischi", che ha interessato sismologi, ingegneri e funzionari di Protezione Civile è certamente quello che ha avuto la maggiore eco, sia per la comunità scientifica italiana e internazionale, sia per i mezzi di informazione e anche all'interno della comunità giuridica, a causa dei delicati risvolti in merito alla colpa ascritta agli imputati e al nesso di causalità individuato.

Nei processi per i crolli si è cercato di determinare se questi fossero stati causati da errori progettuali, o da interventi successivi alla costruzione che potrebbero averne peggiorato la resistenza, o da mancata manutenzione, e così via. Analoghi processi sono stati celebrati in passato e sono in corso per i più recenti eventi dell'Italia centrale, soprattutto per il primo evento della sequenza, quello del 24 agosto 2016 che causò quasi trecento vittime. Quello che generalmente emerge in questi casi è che le cause dei crolli sono da imputarsi a costruzioni fatte in assenza di norme sismiche, o ad errori di progettazione o di costruzione.

⁶⁰ Si veda il contributo di Frati et al. in questo volume.

⁶¹ La sentenza della Corte d'Appello di condanna per alcuni tecnici che avevano effettuato lavori di restauro, confermata dalla Corte di Cassazione nel 2016, aveva riconosciuto, grazie a una perizia particolarmente efficace redatta da una consulente nominata dal giudice, una responsabilità anche in capo al costruttore (deceduto) per non avere seguito, al momento della costruzione, nel 1965, le norme vigenti emanate nel 1962.

⁶² Sentenza di condanna di progettista e costruttori confermata dalla Corte di Cassazione nel 2012; venne condannato anche il Sindaco di San Giuliano, che perse una figlia nel crollo.

⁶³ <http://jcr.clarivate.com/JCRLandingPageAction.action>

Nel caso del processo “Grandi Rischi”, come è noto, tutti i sette imputati furono condannati in primo grado dal Tribunale dell’Aquila per omicidio colposo e lesioni a sei anni di reclusione e altre pene accessorie. La Corte d’Appello dell’Aquila aveva poi riformato quasi completamente la prima sentenza⁶⁴, scagionando sei dei sette imputati “perché il fatto non sussiste”, mentre per il solo vice-capo del Dipartimento di Protezione Civile (BdB) veniva confermata la condanna per omicidio colposo relativamente a tredici vittime del terremoto, ma con la pena ridotta a due anni. Alla fine del 2015, la Corte di Cassazione aveva poi confermato la sentenza d’appello⁶⁵, fornendo nelle motivazioni numerosi elementi chiarificatori degli aspetti delle responsabilità individuali dei sette imputati, portando altresì degli interessanti spunti per la giurisprudenza in materia di gestione dei rischi.

In questo capitolo non si vuole ripercorrere la vicenda dei tre gradi di giudizio, con tutte le complesse interpretazioni che questa ha determinato⁶⁶, ma si cercherà di fornire alcuni spunti di riflessione sul tema dell’ingresso della scienza sismologica nel processo. In questo contributo vorrei riflettere su alcune modalità e conseguenze di questo ingresso⁶⁷. Nel caso specifico, la Corte d’Appello del Tribunale dell’Aquila e la Corte di Cassazione si erano espresse in maniera censoria nei confronti della prima sentenza e di come erano state utilizzate alcune informazioni scientifiche per dimostrare la colpevolezza degli imputati. In particolare, si tratta delle modalità di adozione, da parte delle Corti, di elementi scientifici molto complessi, ridotti a una prova di colpevolezza senza entrare nel merito delle incertezze contenute nelle stime, delle cautele nell’interpretazione dei risultati segnalate dagli autori di un articolo o di una teoria, dei modi di rappresentare un risultato, e così via⁶⁸.

Emblematico a questo proposito il caso di come il giudice di primo grado avesse utilizzato una pubblicazione scientifica del 1995 (dunque 14 anni prima del terremoto), il cui primo firmatario era uno degli imputati, per sostanziarne la colpevolezza⁶⁹. Nell’articolo in questione veniva ipotizzato che un’area, quella dell’aquilano, fosse “in attesa” di un terremoto da diversi anni. Nell’articolo, pubblicato su una prestigiosa rivista specializzata statunitense, veniva stimata una probabilità molto elevata di accadimento di un forte terremoto per un’area molto ristretta intorno a L’Aquila (in realtà tale stima era pari a 1, ossia esisteva, già da molto tempo, la certezza di un terremoto in quell’area, elemento che già avrebbe dovuto insospettire sulla validità del metodo adottato). Il risultato si basava su un approccio molto semplificato e su un campione statisticamente poco o per nulla significativo: nell’area indicata erano avvenuti tre terremoti a distanza di 60 anni tra il XVII e il XVIII secolo, poi nulla per oltre due secoli successivi.

Secondo il giudice di primo grado, quel risultato era da annoverarsi tra i c.d. “indicatori di rischio”, indice quindi di un terremoto imminente. Il fatto che la pubblicazione fosse avvenuta su un giornale quotato tra i sismologi costituiva per il giudice un elemento aggravante per la colpa. Sarebbe forse stato utile effettuare una verifica del risultato in questione alla luce dei requisiti richiesti dalla Corte Suprema statunitense nel caso Daubert per comprendere come esso non

⁶⁴ Tribunale di L’Aquila. Sentenza n. 380/2012.

⁶⁵ Corte Suprema di Cassazione, Sentenza n. 2221/2015, Registro Generale 27358/2015, depositata 24 marzo 2016.

⁶⁶ Si rimanda al volume “Terremoti, comunicazione, diritto. Riflessioni sul processo alla “Commissione Grandi Rischi”. (Autori vari). A cura di A. Amato, A. Cerase e F. Galadini (2015). p. 1-376, MILANO: FrancoAngeli, ISBN: 978-88-917-1271-4.

⁶⁷ Amato A., Galadini F. (2013). Gli argomenti della scienza nel processo dell’Aquila alla “Commissione Grandi Rischi”. *Analysis*, Issn: 1591-0695.

⁶⁸ Si veda anche A. Amato (2016). L’incertezza della scienza dei terremoti e il problema dei linguaggi: il caso del processo «Grandi Rischi» all’Aquila. In: (a cura di): Riccardo Borsari, *Processo Alla Scienza*. p. 83-103, Padova:Padua UP, ISBN: 978-88-6938-083-9.

⁶⁹ Si tratta dell’articolo di E. Boschi et al. dal titolo “Forecasting where large crustal earthquakes are more likely to occur in Italy in the near future, apparso sul *Bull. Seismol. Soc. Am.* nel 1995.

poteva assumere un rilievo dirimente per l'accertamento della colpa⁷⁰. Come può un giudice valutare la correttezza di un articolo scientifico, o di parte di esso, senza entrare nel merito della tecnica utilizzata, della solidità dei dati, della trattazione statistica e metodologica usata? Non è possibile fornire una ricetta unica che permetta di formulare un giudizio sicuramente corretto, ma si possono dettare alcuni accorgimenti che andrebbero tenuti presenti nella valutazione.

a) Il primo elemento da considerare è che in generale i ricercatori hanno più probabilità di successo nel vedere un lavoro accettato per la pubblicazione se questo riporta risultati positivi: “abbiamo scoperto una tecnica per prevedere i terremoti” è certamente più attraente di “abbiamo sperimentato una tecnica per prevedere i terremoti ma non funziona”⁷¹.

b) Il secondo elemento, in parte legato al precedente, è che un titolo e un riassunto intrigante ha maggiori probabilità di successo rispetto a un titolo più onesto ma blando: “Prevedere dove avverranno più probabilmente i futuri grandi terremoti in Italia nel futuro prossimo” (*Forecasting where large crustal earthquakes are more likely to occur in Italy in the near future* è il titolo originale dell'articolo di Boschi et al. in discorso) è molto più efficace di qualcosa come “Tentativi di stima della probabilità di accadimento dei terremoti in alcune zone d'Italia”.

c) Nella dialettica naturale che si instaura tra autori di un articolo e revisori (parliamo naturalmente di un articolo *peer reviewed*, con revisori - o *referee* anonimi), viene solitamente proposta dagli autori qualche conclusione in forma più o meno enfatica, che in genere viene contestata e ridimensionata dai *referee* durante il processo di revisione. Tipico il suggerimento di usare delle forme verbali condizionali e dei termini cauti. Nell'articolo citato, infatti, si dice ad esempio proprio per l'area aquilana “...the small number of occurrences suggests prudence...”, ossia “...il numero esiguo di casi (tre, NdR) suggerisce prudenza...”, che in gergo significa “non ci crediamo neanche noi ma intanto buttiamo là un piccolo sasso che potrebbe diventare uno scoop”.

d) Talvolta gli autori di un articolo mistificano leggermente i risultati dei loro studi, non inventando dati o falsandoli, ma in qualche modo dando meno peso ad alcuni dati o risultati ed enfatizzandone altri, forzando quindi una certa interpretazione. Solitamente questa alterazione viene fatta in buona fede, come risultato di un condizionamento inconsapevole delle conoscenze pregresse e delle teorie ritenute corrette (tranne rari casi di alterazione dolosa che vengono solitamente smascherati e puniti con il ritiro dell'articolo da parte della rivista che lo aveva pubblicato, e talvolta con sanzioni da parte delle istituzioni di appartenenza dei ricercatori). I revisori si accorgono della forzatura solo se sono molto attenti e se la forzatura è dannosa o porta a conclusioni palesemente scorrette. Nel caso dell'articolo di Boschi et al. del 1995, ad esempio, i tre terremoti citati non erano assolutamente confrontabili tra loro in termini di magnitudo, essendo uno dei tre circa mille volte più forte di un altro, quindi ricavare una regolarità tra i tre casi era sbagliato e fuorviante.

e) Molte volte il valore dei risultati presentati in un articolo è dichiaratamente condizionato da alcune assunzioni iniziali (sul modello usato, sui dati, ecc.) e in quell'ambito e solo in quell'ambito quei risultati hanno un senso. Se non si tiene conto di questo ragionamento il risultato potrà essere travisato e fuorviante.

⁷⁰ I quattro fattori che la Suprema Corte statunitense nella celebre sentenza Daubert ha identificato come importanti per riconoscere se una teoria o una tecnica sono state derivate seguendo il metodo scientifico sono: se la teoria o tecnica in questione è stata verificata, ...; se la stessa è stata oggetto di revisione tra pari (*peer review*); se è stata determinata l'esistenza di un tasso di errore conosciuto o potenziale; se esistono degli standard per il controllo di questa tecnica o teoria. Inoltre, sempre secondo la Daubert, va considerato se esiste un'accettazione generale del metodo o della teoria da parte della comunità scientifica. Sentenze successive della Corte Suprema USA hanno poi individuato altri fattori. Inoltre, come riportato da Canzio in questo volume, la Corte di cassazione italiana “ne ha invero arricchito la portata, con riguardo alla fase della valutazione della prova scientifica da parte del giudice, aggiungendo l'indipendenza e l'affidabilità dell'esperto, l'ampiezza e il rigore del dibattito critico che ha accompagnato la ricerca, le finalità e gli studi che la sorreggono, l'attitudine esplicativa dell'elaborazione teorica”.

⁷¹ Si veda su questo punto anche D. Goodstein: *How Science Works*, in “Reference Manual on Scientific Evidence”, Copyright 2011 by the National Academy of Sciences. p. 37-54.

f) Non è assolutamente detto che un risultato non ritenuto attendibile dalla maggior parte degli esperti nel campo sia oggetto di una critica o una correzione da parte di altri ricercatori. Questi hanno la possibilità di far pubblicare sulle stesse riviste scientifiche dei “Comments” in cui vengono formulate delle critiche, spesso anche aspre, nei confronti di un articolo pubblicato. Questa pratica non è tanto diffusa quanto forse dovrebbe.

g) Un elemento importante che può servire come misura del grado di accettazione di un articolo è il numero delle volte che esso viene citato. Nell’ambito sismologico non ci sono i numeri di altre discipline (questo numero dipende dalla qualità del lavoro ma ancor più dal numero complessivo degli operatori della disciplina di riferimento, e i sismologi nel mondo sono pochi). Il numero di citazioni, peraltro, è legato soprattutto all’approccio usato e all’originalità dei metodi proposti, quindi non può rappresentare *tout court* una misura della validità di tutti i risultati proposti nello studio. Inoltre, come accennato sopra, va considerato che l’elemento selezionato dal giudice di primo grado si riferiva a un elemento specifico piuttosto marginale rispetto al resto (il metodo, le altre zone d’Italia, gli altri risultati, gli altri valori di probabilità stimati)⁷².

Un altro elemento di discussione scientifica all’interno del processo “Grandi Rischi” è stato quello di considerare “ingravescente” lo sciame sismico che era in corso all’Aquila nelle settimane prima del terremoto del 6 aprile 2009. Anche su questo (il presunto significato dello sciame come “indicatore di rischio aumentato” - concetto arbitrario e non corretto) è stato già scritto, come pure sullo sciame come fenomeno positivo in quanto sintomo di “scarico di energia” (tesi ancora più scorretta)⁷³. Va ricordato che le due tesi (la prima sostenuta dal PM del processo e dal giudice di primo grado nonché dal Procuratore Generale della Corte d’Appello dell’Aquila e dalle parti civili; la seconda propalata in un’intervista televisiva dal vice-capo del DPC prima della riunione del 31 marzo - intervista che avrebbe portato alle contestazioni dopo l’evento luttuoso) sono entrambe non supportate dalle conoscenze scientifiche: la prima perché non dimostrata e sostenuta da un coefficiente di probabilità molto basso, la seconda in quanto concettualmente sbagliata (non è vero che tanti piccoli terremoti scongiurano il pericolo di uno più forte). In questa sede vorrei soltanto porre l’accento sulle possibili distorsioni nell’uso dei dati, come accaduto nella sentenza di primo grado. Allo scopo di dimostrare che nei mesi precedenti il 6 aprile si stesse assistendo a un crescendo continuo di eventi e di energia, il giudice propose uno schema basato su un grafico con i dati del numero dei terremoti avvenuti mensilmente nella zona aquilana dal 2008 a marzo 2009⁷⁴. Considerando la tipologia della sequenza sismica che era in corso in quel periodo, questo andamento in realtà non dimostrava nulla, essendo prerogativa di quel tipo di sequenza a “sciame” il non avere un andamento prevedibile. Inoltre, riportando i dati raggruppati ad esempio in decine di giorni invece che in mesi, il trend appare completamente diverso senza evidenziare alcun aumento continuo, ma piuttosto un andamento con alti e bassi irregolari, come è appunto tipico di uno sciame sismico.

Questi esempi dimostrano come affrontare un tema scientifico senza un *background* culturale adeguato sia pericoloso e possa essere foriero di errori di giudizio. Per questo motivo i giudici, i PM e gli avvocati fanno ricorso ai consulenti e ai periti. Come visto sopra, materie complesse come la scienza dei terremoti e l’ingegneria sismica devono essere affrontate con grande attenzione, selezionando gli esperti tra quelli che sono realmente competenti dello specifico campo.

⁷² Alcune interessanti riflessioni su “Miti e Fatti scientifici”, sul sistema accademico e su quello di revisione e pubblicazione sulle riviste scientifiche sono contenute in D. Goodstein, op. cit.

⁷³ Si veda A. Amato e F. Galadini (2013), op. cit.

⁷⁴ Tribunale dell’Aquila (2012) (p. 57): “La rappresentazione grafica appena effettuata consente di apprezzare in modo intuitivo ed immediato l’andamento del numero di scosse registrate nel corso dei mesi. Appare evidente in proposito che, a partire da gennaio 2009, il distretto aquilano ha registrato una chiara impennata di valori”.

Il ruolo e la delicatezza della comunicazione scientifica e del rischio sismico

Nel caso “Grandi Rischi”, è stato accertato come la comunicazione, in particolare un’errata comunicazione, sia stata un elemento decisivo per la condanna del vice-capo del DPC De Bernardinis. Come noto, su questa decisione e in particolare sulla solidità del nesso causale tra parole pronunciate e morte, le opinioni sono divergenti (biblio... Valbonesi...).

Certo è che durante quel processo le dichiarazioni degli esperti, non solo quelle pronunciate durante il dibattimento, ma anche quelle rilasciate addirittura anni prima dell’evento del 2009, sono entrate nel dibattito processuale e sono state usate dal PM, o dalle parti, per sostenere una tesi o l’altra. Non si vuole ricostruire qui il complesso delle dichiarazioni, più o meno pertinenti, rilasciate dai ricercatori, dai funzionari di protezione civile nazionale, regionale o locale, prima e dopo l’evento sismico⁷⁵, ma solamente enfatizzare come questo aspetto sia importante e possa diventare critico, sia per i destinatari di questa informazione, in primo luogo i cittadini residenti in un’area a rischio, sia per chi si dovesse trovare nella difficile posizione di dover dare conto a un pubblico ministero o a un giudice per delle parole pronunciate anche molto tempo prima e in un differente contesto; infine per i giudici, che su quelle dichiarazioni potrebbero formarsi un parere.

Appare chiaro alla Corte Suprema, nell’esaminare i ricorsi degli imputati e delle parti civili nei confronti della sentenza d’Appello del processo “Grandi Rischi”, che la discussione sulle dichiarazioni e i pareri degli esperti riveste un’importanza non secondaria. La Corte puntualizza molto bene che i due piani della discussione scientifica e della comunicazione al pubblico non devono essere confusi: “Nell’ambito della discussione scientifica, nella quale ciascuno dei partecipanti espone il proprio pensiero in merito ai dati oggetto di analisi, allo scopo di rinvenire, mediante il confronto dialettico, un’opinione che, perché condivisa o almeno maggioritaria, possa dirsi traguardo del confronto e dell’apporto di diverse competenze, non possono porsi regole che pretendano di disciplinare il percorso gnoseologico”. Prosegue la sentenza: “Congetture, ipotesi, intuizioni: termini ben lontani dai concetti di precisione e di certezza. Non può sfuggire che il Tribunale, e con esso i ricorrenti, hanno avanzato la pretesa di costruire una camicia di contenzione al processo di conoscenza, forse per il riflesso della distorta assimilazione dell’attività cognitiva a quella informativa. Ben diversamente, l’esplorazione intellettuale deve vedersi riconosciuto uno statuto di piena libertà; la responsabilità sociale dello scienziato inizia laddove il prodotto del suo operato diviene pubblico; inizia con la comunicazione della scienza”. Come si vede, la Corte di Cassazione opera un distinguo netto tra le “comunicazioni al pubblico” e le opinioni degli scienziati, inclusi gli eventuali dibattiti e le divergenze che possono emergere di fronte a un fenomeno in cui l’incertezza sull’evoluzione futura è enorme. In questo caso la Corte si riferisce principalmente alle opinioni espresse durante la riunione del 31 marzo 2009 all’Aquila, ma il concetto può essere esteso alle dichiarazioni fatte da esperti in altri momenti e in altri ambiti. Selezionare ex post una frase da un’intervista rilasciata da un singolo ricercatore in contesti o in momenti diversi non può essere assimilato al “parere condiviso o maggioritario” della scienza.

Un’ultima considerazione, anche in base a quanto accaduto nel processo “Grandi Rischi”, riguarda la possibilità che proprio questo uso in sede processuale delle dichiarazioni effettuate in occasioni critiche (come ad esempio nel corso di una sequenza sismica), potessero scoraggiare gli esperti (i ricercatori, i funzionari di protezione civile, i componenti della Commissione Grandi Rischi) dal rilasciare interviste o dare pareri. Come evidenziato da Scolobig⁷⁶, esiste il rischio che esperti, scienziati e “risk managers” adottino un comportamento difensivo rispetto al delicato tema della comunicazione, rifiutandosi ad esempio di fornire pareri

⁷⁵ Per una rassegna e un’analisi di questi aspetti si rimanda ad Amato e Galadini (2013), op. cit., e al già citato volume “Terremoti, Comunicazione, Diritto” (2015).

⁷⁶ A. Scolobig (2015) The dark side of risk and crisis communication: legal conflicts and responsibility allocation. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., 15, 1–18, 2015.

in pubblico. Questo atteggiamento potrebbe avere effetti sociali pericolosi. Per esempio, se evitare responsabilità personali diviene un obiettivo primario degli esperti coinvolti nella gestione di un rischio, questo può confliggere con altri obiettivi, come quello della protezione delle comunità vulnerabili o la trasparenza del “decision-making”.

Va detto che ciò non è accaduto per la comunità scientifica sismologica dopo il processo “Grandi Rischi”, come qualcuno aveva temuto. Al contrario, si sono moltiplicati gli sforzi per garantire informazioni più corrette e dettagliate, sia a livello istituzionale, sia a quello personale da parte di molti ricercatori. Allo stesso tempo, si è chiarita meglio la distinzione tra decisori (nel campo dei terremoti la Protezione Civile nelle sue diverse declinazioni nazionale e locali), Enti scientifici fornitori di dati e risultati utili per il decision making, Commissione Grandi Rischi con il ruolo di valutazione⁷⁷.

Il problema dei linguaggi

Sono numerosi i termini e le espressioni usate comunemente dagli esperti, che assumono significati leggermente o radicalmente diversi per i non addetti ai lavori, ivi inclusi giornalisti (almeno quelli non specializzati), avvocati, procuratori, giudici. Se alcuni termini specifici in uso nel gergo sismologico stanno lentamente entrando nell’uso comune senza traumi e con un buon livello di accettazione e comprensione (es. epicentro e ipocentro, magnitudo e intensità, ecc.), altre continuano a essere confuse e travisate. In alcuni casi la confusione può non essere dannosa; essa andrebbe comunque evitata per evitare allontanamenti da un seppur minimo livello di rigore scientifico che dovrebbe essere condiviso anche dai non specialisti. In altri casi invece, una confusione lessicale può generare equivoci e incomprensioni, con possibili effetti anche in sede giudiziaria se si tratta di valutare una dichiarazione di un consulente tecnico, di un perito, di un imputato o di un testimone, o per comprendere il contenuto di un articolo scientifico o una dichiarazione di un esperto. In questo senso, il processo dell’Aquila alla c.d. “Grandi Rischi” ha insegnato molte cose, come descritto in precedenza e come spiegato più avanti. Un’analisi di alcuni concetti e termini chiave usati comunemente sia dagli scienziati che dai giuristi, spesso con accezioni differenti, è presente nel già citato Reference Manual on Scientific Evidence, in particolare nel capitolo di D. Goodstein⁷⁸ in cui l’autore, oltre a presentare una sintesi delle principali teorie scientifiche nella storia e a descrivere miti e realtà della scienza, si sofferma su alcuni termini usati frequentemente sia in ambito scientifico che in quello legale. In particolare spiega come parole molto comuni come “forza”, “legge”, “teoria”, “evidenza”, assumano significati molto diversi nei due ambiti. Comprensibilmente Goodstein si sofferma sui termini “errore” e “sbaglio” (error e mistake), che in ambito giuridico sono quasi sinonimi, mentre in quello scientifico descrivono due concetti ben distinti. Uno sbaglio (mistake) è un incidente di percorso che può capitare, nella scienza (come nella vita) ci si corregge e si va avanti cercando di non ripeterlo, ma non è necessario descriverlo e riportarlo in una pubblicazione scientifica (a meno che non si tratti di una revisione di una pubblicazione precedente, nel qual caso si presenta come un elemento doveroso). L’errore (error) nelle materie scientifiche è legato alle misure di una quantità fisica e alla relativa incertezza; è quindi insito nella natura, o meglio nel modo con cui noi siamo in grado di “misurarla”. È un concetto molto importante: in un risultato e in un articolo scientifico le incertezze osservate vanno sempre mostrate e discusse. Alcuni esempi di termini con un margine di ambiguità tra scienza e legge, con particolare riguardo all’uso in ambito sismologico, è stata pubblicata nel 2016 nel volume Processo alla Scienza⁷⁹. Nell’appendice che

⁷⁷ Si veda Di Bucci e Dolce, op. cit.

⁷⁸ D. Goodstein, How Science Works, in “Reference Manual on Scientific Evidence, Copyright 2011 by the National Academy of Sciences. p. 37-54.

⁷⁹ A. Amato (2016). L’incertezza della scienza dei terremoti e il problema dei linguaggi: il caso del processo «Grandi Rischi» all’Aquila. In: (a cura di): Riccardo Borsari, PROCESSO ALLA SCIENZA. p. 83-103, Padova:Padua UP, ISBN: 978-88-6938-083-9.

segue vengono descritti alcuni concetti sismologici di base, con lo scopo di fornire qualche elemento di conoscenza a chi nel campo giuridico si dovesse trovare ad avere a che fare con scienziati sismologi.

Glossario

Terremoto. Cos'è un terremoto? Per un sismologo si tratta del processo fisico di movimento rapido di una faglia, con conseguente radiazione di onde sismiche. In pratica, le onde sismiche sono l'effetto (uno degli effetti, il più evidente e diffuso) del terremoto. Per una persona, invece, il terremoto corrisponde allo scuotimento, quindi al passaggio delle onde sismiche nel punto in cui si trova. Tra il terremoto e lo scuotimento possono passare pochissimi secondi (se si è in prossimità della faglia che lo ha generato) o decine/centinaia di secondi se si tratta di un forte terremoto avvertito a decine o centinaia di chilometri di distanza.

Durata (del terremoto). Una delle domande più ricorrenti sui terremoti che vengono poste ai sismologi riguarda la loro durata. Quanto è durato il terremoto? La domanda si riferisce certamente al fenomeno "terremoto" come definito sopra relativamente ai non-esperti, ossia alla durata dello scuotimento avvertito. Per dare un ordine di grandezza, la durata del processo di rottura di una faglia per un terremoto come quello di Amatrice del 24 agosto 2016 (magnitudo circa 6, faglia lunga circa 20 chilometri e spessa circa 10) è inferiore ai 10-12 secondi, mentre per un terremoto di magnitudo intorno a 7 (come quello dell'Irpina del 1980) può durare alcune decine di secondi (la faglia attivata in un caso del genere ha una lunghezza di circa 50 km e spessore circa 15-20). Per eventi più grandi si arriva a durate della fagliazione di alcuni minuti. La durata dello scuotimento, al contrario di quella misurabile dai dati sismici, dipende da molti fattori ed è influenzata anche da elementi soggettivi. Le onde sismiche rilevate dai sismometri, soprattutto da quelli molto sensibili, possono essere osservate per molti minuti, anche per un piccolo terremoto. Di questo treno di onde le persone possono avvertire soltanto quelle più energetiche (fortunatamente). Per un terremoto di magnitudo 4, un sismometro a distanza di pochi chilometri registrerebbe le onde per un paio di minuti, ma una persona in condizioni normali le avvertirebbe soltanto per alcuni secondi.

Ipocentro ed epicentro. L'ipocentro è il punto all'interno della Terra dove inizia il processo di rottura o fagliazione (movimento relativo e rapido di due blocchi di roccia) che dà luogo al terremoto. La proiezione verticale di questo punto sulla superficie terrestre è l'epicentro. Va considerato che per terremoti moderati o grandi la superficie di faglia dove avviene lo spostamento e la conseguente liberazione di energia elastica sotto forma di onde sismiche può avere lunghezze di decine o centinaia di chilometri e larghezza generalmente di poco inferiore.

Magnitudo. La magnitudo è una misura dell'energia emessa da un terremoto. Ci sono vari modi per misurare questa grandezza, usando i dati dei sismometri. A seconda del tipo di onde che vengono utilizzate per il calcolo, e del tipo di sismometro usato si possono ottenere stime differenti. Il tipo di magnitudo più noto è la c.d magnitudo Richter, dal nome del sismologo statunitense che la propose nel 1935 (Charles Richter). Il metodo proposto da Richter è ancora oggi utilizzato di routine dagli osservatori di tutto il mondo per la sua semplicità e velocità, soprattutto da quando la misura può essere effettuata sui sismogrammi digitali (gli anni '80 del Novecento). Per ottenere una stima affidabile della M_L si usano generalmente numerose misure della massima ampiezza sui sismogrammi effettuate a partire dai sismogrammi (o meglio dalle componenti orizzontali dei sismogrammi) di un numero elevato di stazioni. A causa della radiazione non isotropa e delle eterogeneità della crosta terrestre, le stime che vengono effettuate sui sismogrammi sono molto diverse tra loro. Ciò non deve stupire né far pensare che il metodo sia impreciso. Si tratta al contrario di una naturale variabilità della misura che viene

trattata facendo ricorso alla statistica. La stima che viene ritenuta più attendibile è normalmente la media (o la mediana) della distribuzione⁸⁰; come per tutte le stime basate su un numero elevato di dati, un elemento importante da considerare è proprio l'incertezza, espressa solitamente come lo scarto quadratico medio (o deviazione standard). È normale che una stima di magnitudo ottenuta da molte decine o centinaia di valori, come avviene per un terremoto di magnitudo 4 o superiore in Italia, sia definita con un'incertezza associata pari a $\pm 0.2-0.3$.

Per i terremoti moderati e forti (da magnitudo 4 in su), si utilizzano altri metodi di misura basati su sismogrammi "a larga banda". È possibile così calcolare la M_s (magnitudo basata sulle onde di superficie) o ancor meglio la M_w (magnitudo momento, dove momento sta per momento sismico, una misura dell'energia del terremoto). Quest'ultima è quella oggi più usata per la stima della grandezza dei forti terremoti. In genere le due stime non coincidono. Questo non vuol dire che la M_L sia "sbagliata", ma soltanto che si stanno misurando quantità diverse. D'altro canto, lo stesso calcolo della M_w può essere fatto con metodi e dati diversi, ottenendo quindi valori diversi. La maggior parte delle stime di M_w si ottiene dal calcolo del momento tensore del terremoto, attraverso una procedura di inversione dei sismogrammi, anche questa effettuabile con tecniche diverse. Il momento sismico (in pratica l'energia liberata dal terremoto sotto forma di onde elastiche) è proporzionale all'area della faglia e allo spostamento relativo dei due lembi di questa, per il coefficiente di rigidità del mezzo entro cui avviene la rottura sulla faglia (la crosta terrestre nella maggior parte dei casi). Non è insolito trovare stime diverse per uno stesso terremoto, con differenze di $\pm 0.2 - 0.3$. Queste variazioni devono essere considerate come fisiologiche.

Va precisato che un terremoto di quella grandezza viene registrato dalle reti sismiche di tutto il mondo e quindi solitamente vengono pubblicati sul web diversi valori da parte delle varie agenzie che effettuano il monitoraggio a scala regionale o globale. Oscillazioni di $\pm 0.2-0.3$ sono la norma.

Intensità (macrosismica o "Mercalli"). L'intensità macrosismica è una misura dell'effetto del terremoto sull'ambiente e sulle persone. Senza entrare nel merito di come si sia arrivati alla metodologia recente e a una scala condivisa, riportiamo solo alcuni elementi della scala più usata nei cataloghi storici e ancora oggi, la c.d. scala MCS, dalle iniziali dei tre sismologi che le danno il nome: Giuseppe Mercalli, Adolfo Cancani e August Heinrich Sieberg⁸¹. La scala si basa, come accennato, sulla misura degli effetti del terremoto, catalogati in 12 classi, che naturalmente sono molto diversi da località a località. In generale, i valori più alti si osservano vicino all'epicentro (o in casi forti eventi sarebbe più opportuno parlare di vicinanza alla faglia, dato che questa può estendersi per decine o centinaia di chilometri quadrati), ma ci sono molti fattori che possono modificare lo scuotimento, e quindi il risentimento e i danni⁸².

È importante ricordare che, mentre un terremoto è caratterizzato da una e una sola misura che esprime la quantità di energia liberata (quindi la sua magnitudo), sia pure con le incertezze descritte sopra, i valori di intensità MCS ad esso associati possono essere molti (da 1 a 12), in funzione dei danni e degli effetti rilevati. È come la differenza tra la potenza di una stufa

⁸⁰ La media rappresenta il valor medio della distribuzione (in pratica si calcola la somma di tutti i valori e si divide per il numero delle misure); la mediana invece rappresenta il valore centrale della serie di dati.

⁸¹ La scala MCS è così chiamata non in quanto un lavoro in collaborazione tra i tre sismologi, ma perché alla scala originale di Mercalli (prima in 10 e poi, dopo il terremoto del 1908, in 12 gradi), Cancani nel 1903 aveva fatto corrispondere adeguati intervalli di accelerazione. La versione della MCS attualmente in uso è quella successivamente (nel 1930) modificata da Sieberg, il quale migliorò le descrizioni degli effetti relativi a ogni grado, introducendo in modo sistematico indicazioni sulle quantità di persone che avvertono il terremoto (gradi da I a V) e sulle quantità di edifici danneggiati (gradi da VI a XII).

⁸² Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <https://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>

(es. 1000 Watt), che misura l'energia emessa dall'apparecchio, e le temperature misurate in un'area intorno a essa, che saranno via via minori allontanandosi dalla sorgente del calore.

Sequenze sismiche e sciame. Con «sequenza» si indica genericamente un raggruppamento spazio-temporale della sismicità, spesso caratterizzato da un primo evento di magnitudo maggiore dei successivi (i cosiddetti aftershocks), e qualche volta preceduto da “foreshocks”. Uno sciame sismico è un particolare tipo di sequenza, in cui le scosse più forti sono distribuite in tempi diversi e dove non necessariamente la scossa più forte è la prima.

Va precisato che il termine “sciame” non presenta una chiara connotazione di prevedibilità rispetto a eventi più forti che possono seguire. È stato stimato che oltre il 70% dei terremoti in Italia si manifesta raggruppato in sequenze, mentre la restante parte rappresenta la cosiddetta sismicità “di fondo”, quell'attività che avviene regolarmente in molte zone sismiche.

Tempi di ritorno (dei terremoti). Si sente spesso parlare di “tempi di ritorno” dei terremoti. Nel linguaggio comune questa locuzione sottintende una regolarità del processo sismico, che in realtà non esiste neanche nei sistemi di faglia più semplici.

I tempi di ritorno medi per i terremoti italiani sono stimati in genere in alcuni secoli o addirittura millenni, e queste stime sono affette da incertezze dello stesso ordine di grandezza del tempo che intercorre tra un terremoto e il successivo.

13. I terremoti in Italia: perché non riusciamo a difenderci?

Alessandro Amato

da *Il Nuovo Saggiatore*, 2019

Sintesi

I terremoti del 2016 hanno evidenziato ancora una volta l'inadeguatezza del territorio italiano a resistere agli effetti di eventi sismici anche di magnitudo moderata. Questa carenza affonda le sue radici nella storia sismica del nostro Paese, nell'incapacità della politica di imporre una visione improntata alla salvaguardia del territorio e della vita umana, nell'atteggiamento fatalista e ascientifico degli italiani. I notevoli progressi compiuti dalla ricerca sismologica non sono serviti e probabilmente non serviranno tanto presto a limitare i danni dei prossimi terremoti. Il problema va affrontato con un cambio di mentalità e uno sforzo collettivo e di lunga durata che aumenti la consapevolezza del rischio e soprattutto riduca la vulnerabilità degli edifici.

The earthquakes of 2016 have stressed once again the inadequacy of the Italian territory to withstand the effects of even moderate magnitude events. This problem is deeply rooted in our country's seismic history, in the ineptitude of politics to promote a vision inspired to human life's and environment's safety, and in the fatalistic and non-scientific attitude of Italians. The remarkable progress made by seismological research did not help, and likely will not help soon, to limit the damages induced by earthquakes. The problem must be faced with a collective and long-lasting effort that could increase people's awareness and reduce buildings' vulnerability.

Prologo

Roma, 24 agosto 2016, ore 3:36. Un primo sobbalzo, rumore di porte e finestre che sbattono, seccamente. Qualche secondo di calma. Il sismologo Z, svegliato nel cuore della notte, pensa dapprima a un colpo di vento, poi considera l'ipotesi terremoto. Corto, "sussultorio", potrebbe essere un terremoto dei Castelli, zona vulcanica a una ventina di chilometri dalla capitale. Non finisce di fare queste considerazioni che i muri cominciano a scricchiolare, il movimento ora è più forte e "ondulatorio". Si alza e si porta sotto il passaggio tra l'ingresso e la cucina, il muro portante della vecchia casa in muratura, e conta. Non dura molto, ma quella dozzina di secondi tra il primo urto, evidentemente l'onda P, e le onde S, più forti e lunghe, sono un chiaro indizio: il terremoto non è ai Castelli. Z non ha bisogno di ricordare le velocità delle onde sismiche P ed S nella crosta per stimare a che distanza è avvenuto il terremoto. Sa già dalla regola del pollice che si tratta di un centinaio di chilometri. Sa anche che tracciando un cerchio di quel raggio intorno a Roma, le zone sismiche più temibili sono a est, verso l'Appennino. Il pensiero corre rapido al 2009, a un analogo risveglio notturno e a un calcolo simile, fatto la notte del 6 aprile. Ricorda che in quell'occasione si era attivata una faglia proprio sotto L'Aquila, ma anche che sia a nord che a sud ci sono delle regioni ad elevata pericolosità dove un terremoto forte non avviene da qualche secolo. Un minuto dopo, mentre inizia rapidamente a prepararsi per raggiungere prima possibile l'istituto dove si sarebbe attivata l'unità di crisi, arriva il primo SMS con la localizzazione e la magnitudo preliminari calcolate in automatico all'INGV: provincia di Rieti, magnitudo 6. Una bella botta, ma poteva andare peggio, pensa Z ricordando alcuni precedenti storici importanti, come il terremoto del 1915, di magnitudo circa 7, oltre trentamila vittime e la distruzione totale di molti paesi e città come Avezzano. Appena arrivano i dati rivisti, qualche minuto dopo, Z valuta come un fatto positivo la distanza dell'epicentro dalle città più grandi del centro Italia, come Rieti, Terni, Perugia, la stessa L'Aquila. Si comincia a chiedere come avranno risposto i tanti paesi del reatino, delle Marche, dell'Umbria. In fondo, tanti terremoti recenti - la memoria va al 1997, al 1984, al 1979, allo stesso 1915 - devono aver prodotto degli interventi efficaci e ridotto il rischio. Le speranze durano poche ore. Le prime dichiarazioni del

sindaco di Amatrice ascoltate alla radio sono drammatiche, tanto da apparire esagerate: “il paese non esiste più”. Non è possibile, non era un terremoto così forte, pensa Z. Poche ore dopo, le prime immagini, da Amatrice, Accumoli, Pescara del Tronto, tolgono tutti i dubbi e le speranze: un'altra tragedia, sette anni dopo i 309 morti dell'Aquila, solo tre anni dopo i 27 morti dell'Emilia. Un altro pesante tributo alla nostra stupidità.



Figura 1 Accumoli, Lazio, uno dei centri più colpiti dai terremoti del 2016. Foto di Tommaso Della Dora (Quando la terra trema).

Perché?

Amatrice era un delizioso paesino del Lazio più interno, in quella provincia di Rieti che fu creata e annessa al Lazio in epoca fascista. Quando avvenne il devastante terremoto del 1915, Amatrice era parte della provincia dell'Aquila; pur non avendo subito grandi danni grazie alla distanza dalla faglia che si era attivata, era stata annoverata tra i comuni dell'Abruzzo che dovevano adottare le nuove norme antisismiche, come previsto dal Regio Decreto-Legge 29 aprile 1915 n. 573, “che riguarda le norme tecniche ed igieniche da osservarsi per i lavori edilizi nelle località colpite dal terremoto del 13 gennaio 1915”. Purtroppo, però, gli edifici del centro storico erano per la maggior parte precedenti al 1915 e quella legge, come tutte quelle che sono seguite, non imponevano interventi di adeguamento o rinforzo degli edifici esistenti, a meno che non fossero stati danneggiati. I tre titoli del DL citato, infatti, riguardano espressamente le “nuove costruzioni”, le “ricostruzioni” e le “riparazioni”. Va anche considerato che la validità di quelle prescrizioni sarà probabilmente sfumata col passare degli anni, con l'aggravarsi delle condizioni a causa della Prima Guerra mondiale, con la graduale perdita della memoria, e soprattutto a causa della mancanza per un tempo lungo di norme sismiche aggiornate. È verosimile ipotizzare che la maggior parte delle costruzioni e degli eventuali interventi sugli edifici esistenti, effettuati

nei decenni tra le due guerre e in quelli dopo la Seconda Guerra, sia stata realizzata in assenza di prescrizioni antisismiche.

Inoltre è probabile che lì, come per molti altri luoghi in Italia dove il turismo rappresenta la risorsa principale, l'atteggiamento delle amministrazioni comunali, e dei cittadini che di turismo vivono, sia stato improntato al disinteresse se non addirittura a una volontaria rimozione del problema del rischio sismico, con il risultato di un paese molto pittoresco ed esteticamente pregevole, ma con un livello di rischio elevatissimo e per di più nascosto, quindi ancora maggiore.

Eppure...

Eppure, la coscienza dell'inevitabile ripetersi dei terremoti era chiara ai nostri antenati, come evidente dalle parole di Plinio il Vecchio nella sua *Naturalis Historia*: "Dove la terra ha tremato tremerà ancora". Sappiamo che già nell'antichità si erano tentati approcci specifici per costruire edifici che potessero resistere al terremoto. In Giappone, possiamo ammirare ancora oggi alcune alte pagode in legno che hanno subito senza crollare scuotimenti elevatissimi da decine di terremoti, grazie al sistema di costruzione con un grosso palo centrale (chiamato *shinbashira*) che agisce come uno "smorzatore" in grado di assorbire e distribuire l'energia, e altri elementi antisismici. Altri accorgimenti per aumentare la resistenza allo scuotimento si riscontrano in antichi manufatti in Cina e in sud-America.

Anche nell'antica Grecia, terra di terremoti, si costruirono templi alcuni dei quali sono arrivati ai giorni nostri. Plinio il Vecchio descrive così il tempio di Diana, poi distrutto: "Una realizzazione della grandiosità greca degna di autentica meraviglia è il tempio di Diana a Efeso ... Lo eressero in una zona palustre, perché non dovesse subire terremoti o temere spaccature del suolo; d'altra parte, poiché non si voleva che le fondamenta di un edificio tanto imponente poggiassero su un suolo tanto sdruciolevole ed instabile, si pose sotto di esse uno strato di frammenti di carbone ed un altro di velli di lana." Probabilmente non è vero, come qualcuno ha sostenuto, che il sistema di appoggio dell'edificio descritto da Plinio fosse ideato per assolvere le funzioni di isolatore sismico, disaccoppiando il terreno dalla struttura, ma la descrizione fa capire che il problema dei crolli per i terremoti era chiaro ai romani e verosimilmente già ai greci (si veda Cairoli Giuliani, 2011).

Nei secoli successivi, si trovano notizie di indicazioni e buone pratiche per costruire in zone sismiche in diverse regioni del mondo. In Italia, una delle prime testimonianze è quella contenuta nel "Libro di diversi terremoti" di Pirro Ligorio, architetto napoletano residente a Ferrara durante il terremoto del 1570, il quale descrive con testi e disegni le buone pratiche di costruzione nelle zone sismiche.

Un passaggio obbligato, nella storia dei terremoti e dei modi per difendersi, è quello del terremoto di Lisbona nel 1755. Il sisma, e lo tsunami da esso generato, devastarono la capitale del Portogallo, scatenando un dibattito scientifico e filosofico decisivo per i secoli a venire: Voltaire, Rousseau, Kant, ne scrissero avviando una riflessione profonda sulla natura, sul rischio e sul ruolo dell'uomo nel crearlo e nel poterlo ridurre. Allo stesso tempo la ricostruzione della capitale portoghese, pianificata dal Marchese di Pombal, fu improntata alla razionalità e alla sicurezza sismica, con importanti innovazioni ancora oggi rintracciabili nella Lisbona moderna (sia pure con difficoltà) nella "Baixa Pombalina", dove sono visibili in alcuni palazzi i resti della "gaiola" omonima, una intelaiatura in legno pensata per conferire elasticità alle strutture e renderle così antisismiche.

Meno di trent'anni dopo toccò alla Calabria. Nel 1783 una serie di terremoti colpì praticamente tutta la regione da sud a nord, con migliaia di morti e la distruzione di decine di centri abitati. Anche in questo caso la ricostruzione fu improntata all'idea di rendere gli edifici sicuri; con una tecnica per certi versi simile a quella portoghese si costruirono le "case baraccate" borboniche (Ruggieri, 2013), e al contempo si progettaron le nuove città con criteri urbanistici improntati alla sicurezza (case basse e regolari, strade larghe, ecc.).

Tornando alle zone colpite dai terremoti del 2016, un rilievo particolare assume l'evento sismico

avvenuto nel 1859 nella zona di Norcia che, come vedremo in seguito, segna il punto di partenza di un percorso che porterà nel 2016 alla salvezza della città e dei suoi abitanti. Nell'ultimo evento i danni non sono stati trascurabili, ma non ci sono state vittime e la maggior parte degli edifici è rimasto in piedi.

La rincorsa alla sicurezza sismica

Il ventesimo secolo si aprì in Italia con una serie impressionante di terremoti distruttivi. Si comincia dalla Calabria nel 1905, poi Messina – Reggio nel 1908, la Marsica (1915), e poi la Toscana, la Romagna e le regioni limitrofe (1916, 1917, 1918, 1919 e 1920), solo per citare i più forti. A questa importante serie di eventi, tutti distruttivi e causa di vittime, fece seguito un periodo di relativa calma sismica per oltre quattro decenni, sia pure interrotto da qualche evento importante.

In quegli anni inizia la rincorsa dell'Italia alla sicurezza sismica. Subito dopo il terremoto di Messina e Reggio del 1908 viene emanato il Regio Decreto n. 193/1909 “portante norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati...”, che classificava come sismici i comuni di Calabria e Sicilia colpiti dal terremoto. Molti dei principii stabiliti in quel documento sono validi ancora oggi. Nonostante in quel periodo le conoscenze sulla sismicità in Italia fossero notevoli, almeno dal punto di vista storico, a nessuno venne in mente di proporre una classificazione sismica, e quindi delle norme, per altre regioni. Eppure, già alla fine dell'Ottocento Giuseppe Mercalli e Torquato Taramelli avevano realizzato delle carte d'Italia con evidenziate tutte le aree colpite dai terremoti nei secoli precedenti.

Continua quindi la rincorsa: dopo ognuno dei terremoti elencati sopra viene aggiornato l'elenco dei comuni classificati, nei quali si fa obbligo di costruire seguendo criteri di maggiore sicurezza, procedendo a macchia di leopardo e non curandosi del già costruito: nessun obbligo a verifiche e interventi di miglioramento per gli edifici non danneggiati. Gli edifici dei nostri centri storici, edificati spesso male e in economia nei secoli precedenti, non potevano che continuare a deteriorarsi per l'incuria e il decadimento naturale, in attesa del prossimo terremoto.

Non mancano in questo percorso delle anomalie che peggiorano le cose: ampie aree della Romagna e delle Marche, classificate a seguito di qualche terremoto di inizio secolo, vengono “declassificate” tra gli anni '30 e '40 del Novecento, per “consentire lo sviluppo edilizio e turistico” altrimenti ostacolato dalle norme più stringenti. Il rischio continua ad aumentare. Intere città, oggi di decine di migliaia di abitanti, si sono sviluppate enormemente nel secondo dopoguerra in assenza di qualsiasi norma sismica. Solo a metà degli anni '80 le stesse aree verranno riclassificate, ma ormai il danno era fatto. Basti pensare che a Rimini il numero di abitazioni è più che triplicato tra il 1951 e il 2011.

La prima classificazione sismica a scala nazionale arriva negli anni '70 ed è costituita dalla somma delle aree classificate nei decenni precedenti, con oltre due terzi dei comuni ancora non classificati. Dopo il terremoto in Irpinia nel 1980, che causò quasi tremila vittime e la distruzione di decine di paesi, viene varata una serie di provvedimenti fino all'emanazione nel 1984 di una legge nazionale di classificazione sismica che prevede l'introduzione di tre classi, ma con ancora oltre la metà dei comuni non classificati, per i quali in pratica l'azione sismica si riteneva trascurabile.

Dopo il terremoto in Molise del 2002, quando la scuola Jovine crollò provocando la morte di ventisette bambini e una maestra, inizialmente si biasimarono gli scienziati per non avere classificato la zona, cercando tra loro i colpevoli del disastro. Poi emerse che una proposta di riclassificazione era stata avanzata anni prima ma non era stata presa in considerazione, forse anche in quel caso per non “ostacolare lo sviluppo”. Venne poi appurato che il crollo era stato causato da un intervento di sopraelevazione che non andava fatto, per il quale il Sindaco, il progettista e il costruttore vennero condannati in via definitiva anni dopo.

La serie di iniziative che la comunità scientifica e quella ingegneristica hanno messo in campo per riprendere la rincorsa alla sicurezza riparte da questo terremoto, con un Ordinanza del PCM (3274/2004) che porta nel 2006 alla pubblicazione della prima mappa di pericolosità sismica nazionale basata su criteri moderni (Ordinanza 3159/2006), e in seguito alle nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC08 nel 2008). Ancora una volta, misure molto efficaci per il futuro, ma nessun tentativo per risanare quello che esiste. L'applicazione delle norme citate, peraltro, viene ulteriormente ritardata in sede politica, forse per non ostacolare il solito "sviluppo". È solo dopo il terremoto dell'Aquila del 2009 che si rende finalmente obbligatorio il rispetto delle nuove norme. E intanto il rischio è aumentato ulteriormente.

1997 - 2002 - 2009 - 2012 - 2016 - ...?

È facile appurare che in Italia ogni pochi anni avviene un terremoto che produce qualche decina o qualche centinaia di vittime. La serie di terremoti del titolo di questo paragrafo, quelli che negli ultimi 25 anni hanno causato vittime in Italia, indica un intervallo medio di 4-5 anni tra un evento sismico e il successivo. Le magnitudo di questi terremoti sono state di poco inferiori o superiori a 6, un valore che a scala globale indica terremoti moderati (non viene considerato in questa serie il terremoto di Ischia dell'agosto 2017, sia per la sua bassa magnitudo (4) che per lo specifico contesto geologico - un vulcano attivo, ma che comunque provocò crolli, due vittime e alcune decine di feriti).

Più rari, naturalmente e fortunatamente, i terremoti di magnitudo intorno a 7, quelli che producono solitamente molte centinaia migliaia di morti. Nel ventesimo secolo se ne contano una manciata: il primo è quello del 1905 in Calabria, seguito nei successivi dieci anni da altri due ancora più devastanti (1908 e 1915, con circa centomila e oltre trentamila vittime), l'ultimo quello in Irpinia del 1980 (poco meno di tremila morti). Se è vero che dall'inizio del secolo scorso le tipologie costruttive in media sono decisamente migliorate, è anche vero che il numero degli edifici e delle persone esposte al rischio è aumentato ovunque in Italia, in alcune aree in maniera esponenziale. Basti pensare allo sviluppo edilizio delle zone della costa romagnola e marchigiana citate in precedenza, o alle grandi città ubicate all'interno delle zone più pericolose del Paese (come Isernia, Benevento, Campobasso, L'Aquila, Cosenza, e così via), senza parlare di quelle poste a non grande distanza da queste, come Napoli, Roma, Bari, Firenze, ecc.).

È ragionevole ipotizzare che un altro terremoto di magnitudo intorno a 6 avverrà da qualche parte in Italia nei prossimi due - tre anni, e non possiamo escludere che ne arrivi uno più forte, di quelli da mille o diecimila morti, l'ultimo dei quali risale a quasi quarant'anni fa. Quando i sismologi ricordano queste semplici progressioni di numeri non vengono presi sul serio, anzi spesso vengono tacciati di fare gli uccelli del malaugurio. Purtroppo, questo atteggiamento è tipico dell'Italia e di altri Paesi del Mediterraneo, retaggio di una cultura di matrice ascientifica e fatalista, che si traduce in una sostanziale inazione ad affrontare razionalmente il problema della riduzione del rischio.

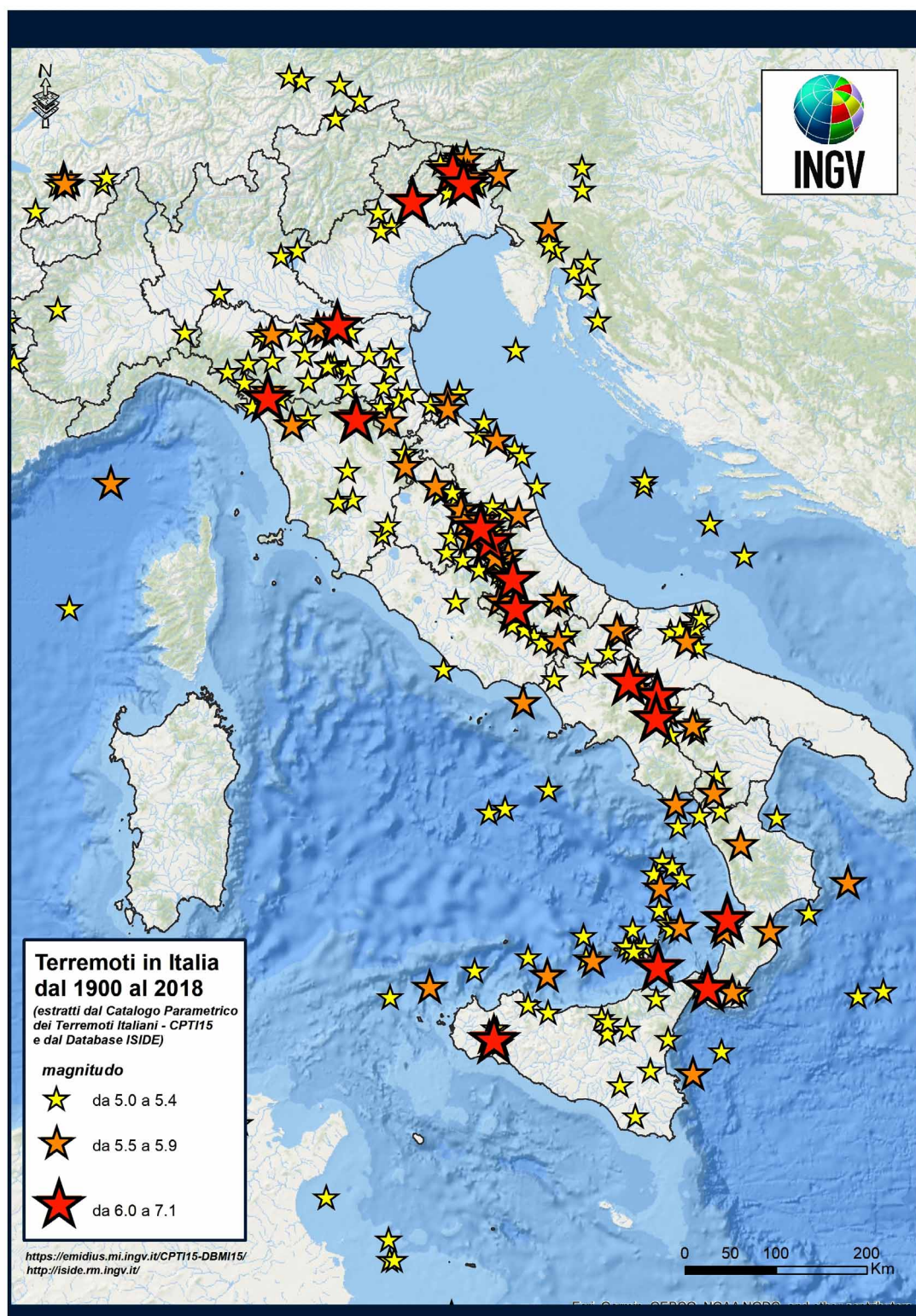


Figura 2 Epicentri dei terremoti di magnitudo pari o superiore a 5 in Italia e nelle zone limitrofe dal 1900 al 2018 (mappa di M. Pignone, dati dal catalogo storico e strumentale INGV).

E intanto?

Cosa si fa nel frattempo? Poco, molto poco. A livello centrale, lo Stato non sembra preoccuparsene troppo. Le misure di prevenzione sono ancora oggi blande: nessun obbligo a intervenire per l'edilizia privata, pochi i fondi stanziati e le iniziative per interventi massicci di messa in sicurezza di edifici pubblici, per lo più demandate ai livelli locali. La mancanza di risorse è certamente una limitazione, ma esiste anche un problema di consapevolezza e individuazione

delle priorità, che per un sindaco o un politico hanno in genere un orizzonte di breve termine, i pochi anni di un mandato elettorale, anni in cui si spera fortemente che il terremoto non avvenga (questa "sindrome" ha assunto, per analogia con la nota NIMBY, l'acronimo NIMTO: Not In My Term of Office). L'introduzione di obblighi ai proprietari di case di eseguire interventi di adeguamento o rinforzo sismico, o anche solo di stipulare un'assicurazione per i danni, sarebbe invisa alla maggioranza delle persone. Di conseguenza, la politica non vuole imporre misure stringenti che risulterebbero impopolari. Il risultato è che si aspetta il prossimo disastro sperando solo che non avvenga proprio ora e proprio qui.

Se l'atteggiamento di chi ci governa verso il rischio sismico può essere certo non approvato, ma quanto meno capito, quello che riesce sorprendente è quello del cittadino. Quel cittadino che ha imparato ad agganciare la cintura di sicurezza prima di partire in auto, a indossare il casco salendo sullo scooter, a controllare la propria salute (forse non abbastanza in realtà), ebbene quando si tratta di terremoti torna a essere ignorante, fatalista, superstizioso, indolente, incostante. Da indagini effettuate dagli scienziati sociali, si è appurato che la percezione della pericolosità e del rischio sismico in Italia è molto bassa: la maggior parte degli italiani sottostima il rischio a cui è esposta; cosa ancora più incredibile, a sottostimare di più sono soprattutto coloro che vivono nelle aree a maggiore pericolosità (Crescimbeni et al., 2015).

È stato dimostrato da studi sociali che i rischi controllabili sono quelli più facilmente accettati. È noto ad esempio che il rischio di morire in un incidente d'auto è molto più alto di quello di morire in un incidente aereo, ma pochi decidono di non viaggiare in auto, mentre molte persone si rifiutano di viaggiare in aereo e moltissime lo fanno soffrendo enormemente e solo impasticcandosi. Il grafico della figura 3 illustra bene la differenza tra rischi reali e rischi percepiti, mostrando molto chiaramente l'esistenza di rischi sotto- e sovrastimati. Tra i primi, ci sono per esempio quello di essere investiti da un'auto o di subire una frode con la propria carta di credito, mentre tra quelli sovrastimati ci sono l'incidente aereo, quello di rimanere vittima di un attentato terroristico, o di sviluppare patologie legate all'uso dei cellulari.

Nella sua versione originale il grafico non includeva il rischio sismico; l'ho quindi aggiunto nel grafico in alto, indicando come descritto sopra una sostanziale sottostima del rischio, con riferimento alle condizioni di calma sismica. Il grafico sotto, invece, rappresenta la situazione del rischio sismico come viene percepito in caso di un terremoto avvertito, o ancor di più se si manifesta uno sciame sismico prolungato. Ne sono prova le ingiustificate reazioni di panico in occasione di piccoli eventi sismici, come chiusura di scuole, evacuazioni spontanee, e così via. In queste situazioni la paura prende il sopravvento e può investire anche le autorità pubbliche, come accaduto nel 2013, quando il sindaco di un centro della Garfagnana fece evacuare migliaia di abitanti con un tweet: durante una sequenza in corso e dopo un comunicato malinteso della protezione civile, si consigliò agli abitanti di passare la notte fuori di casa. La cosa sorprendente è che il suggerimento era rivolto indifferentemente a chi aveva una casa perfettamente antisismica ed a chi, al contrario, abitava in edifici fatiscenti. Analogamente, a tutti fu suggerito o quanto meno permesso di rientrare in casa già il giorno successivo, solo perché la sismicità non aveva registrato altre variazioni. Decisioni basate quindi sull'emotività del momento, come risposta alla paura e non determinate da una valutazione razionale della sicurezza della propria abitazione, né durante una sequenza (forse comprensibilmente), ma neanche dopo, una volta passato lo spavento.

Quando un terremoto viene avvertito in qualche area, e ancor più in occasione di sequenze sismiche più o meno lunghe molto frequenti nel nostro territorio, la preoccupazione diviene ansia, se non addirittura terrore. Iniziano le richieste, alle autorità di protezione civile e alla comunità scientifica, di cosa fare, cosa ci si deve aspettare, si prospettano scenari apocalittici e si cerca insistentemente una rassicurazione. Rassicurazione che nessuno può dare: allo stato

attuale delle conoscenze, non è possibile prevedere l'evoluzione di una sequenza sismica con un sufficiente grado di attendibilità. Guardando alle numerose sequenze avvenute in passato, si sa che oltre il 99% di queste termina dopo pochi giorni o poche settimane senza dare luogo a terremoti più forti. Anche durante una sequenza importante, in cui ci sia stato almeno un evento di magnitudo 4 o superiore, esiste una probabilità molto alta che non ci sarà un forte terremoto nei giorni a venire. Diverso il discorso se ci si trova nel periodo successivo a un evento di magnitudo elevata: in quel caso, le probabilità stimate per forti repliche diventano significative. Va notato che in condizioni di "calma sismica", cioè in assenza di sequenze significative, le probabilità di avere un forte evento anche nelle aree a più alta pericolosità d'Italia sono dell'ordine di 1 in 10^{-4} - 10^{-5} , in conseguenza del tasso di terremoti nella nostra regione e ragionando su un modello di pericolosità stazionario. Questa assunzione di stazionarietà è alla base delle attuali mappe di pericolosità che sono indipendenti dal tempo; si tratta di un'approssimazione necessaria considerate le incertezze con cui conosciamo i tassi di deformazione, le caratteristiche delle faglie attive e le modalità di interazione tra di esse.

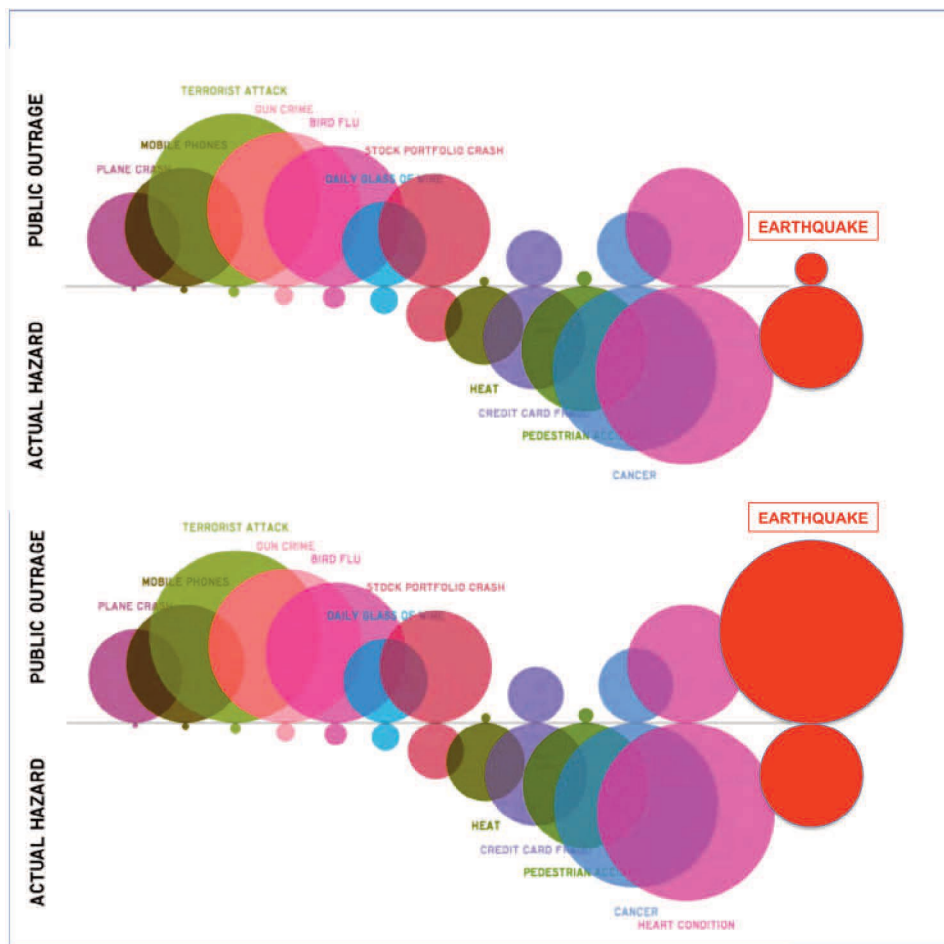


Figura 3 Rischi reali e percepiti secondo S. Hertrich (<http://www.medinart.eu/works/susanna-hertrich/>). Figura modificata dall'autore con l'aggiunta dei cerchi rappresentativi del rischio sismico, in condizioni "normali" (in alto) e durante una sequenza sismica avvertita. A sinistra nei due grafici i rischi sovrastimati, a destra quelli sottostimati.

In ogni caso, la percezione del rischio cambia drasticamente in caso di evento percepito: il terremoto diviene il pericolo numero uno, quello più temuto. Per questo motivo, nella parte bassa del grafico il cerchio rosso del rischio sismico è di gran lunga superiore a quello rappresentativo del rischio reale. Allo stesso modo, non appena l'attività sismica ritorna ai

livelli precedenti, riprendono a prevalere l'inerzia e il fatalismo. La paura è un sentimento sano, che potrebbe indurre comportamenti virtuosi e corretti. Se capitasse un incidente in automobile mentre si guida senza cintura di sicurezza e si battesse la testa sul parabrezza, la paura indurrebbe certamente a non scordarsi più di allacciarla. Nel caso del terremoto, l'unica cintura di sicurezza possibile è rappresentata dal vivere (lavorare, andare a scuola, ecc.) in un edificio che non crolli in caso di terremoto. Naturalmente, è molto più facile allacciare la cintura in automobile che fare adeguare alla normativa sismica la casa in cui si vive, per ragioni economiche e organizzative: mancanza di risorse, accordi nel condominio, accostamento agli edifici adiacenti, ignoranza di procedure e tecnici specializzati, ecc. Esistono oggi degli strumenti pensati per superare almeno in parte queste difficoltà; ci si riferisce in particolare a quello del c.d. Sismabonus, introdotto nel 2017 dopo i terremoti in centro Italia, che consente forti agevolazioni fiscali (detrazione fino all'85% delle spese sostenute) per il miglioramento sismico di prime e seconde case in zona sismica 1, 2 e 3 (si veda <http://www.mit.gov.it/comunicazione/news/casa-sicura>). Pur trattandosi di un passo importante verso la sicurezza sismica, per vari motivi (che non è possibile approfondire in questo contributo) sussistono ancora molte difficoltà per un'attuazione capillare del Sismabonus; prima fra tutte il fatto che si tratta ancora una volta di uno strumento facoltativo, che difficilmente riesce a vincere l'inerzia e il fatalismo degli italiani.

Si può fare qualcosa?

Ma davvero non si può fare nulla per ridurre, se non annullare, il rischio di crolli, di morte e di perdite economiche a lungo termine? Senza andare a scomodare i soliti giapponesi, cileni o californiani, vediamo come due realtà italiane colpite negli ultimi dieci anni da due forti terremoti abbiano risposto a questi eventi in funzione della loro storia pregressa.

1979: Norcia viene colpita da un terremoto di magnitudo di poco inferiore a 6, a pochi chilometri dal centro storico. I danni sono notevoli in molti centri della bassa Umbria e del reatino; si contano cinque vittime in tutto. Sarebbe potuta andare peggio se la storia sismica precedente non avesse già garantito un discreto livello di sicurezza. Nel 1859, infatti, un terremoto di magnitudo simile aveva causato crolli ingenti e un centinaio di vittime proprio a Norcia, allora parte dello Stato Pontificio. Su 676 abitazioni ne rimasero in piedi solo 76. Il Papa Pio IX aveva inviato una commissione di ingegneri e architetti a verificare le cause dei danni e a proporre delle norme per la ricostruzione. L'anno successivo venne emanato un nuovo regolamento edilizio che indicava come si dovesse ricostruire la cittadina umbra: edifici non più alti di due piani, spessore della muratura di almeno 60 cm, obbligo di usare malte di buona qualità, divieto di usare ciottoli arrotondati, e così via. Ancora oggi il centro storico nursino riflette queste scelte, anche se probabilmente le prescrizioni contenute nella legge del 1860 non furono rispettate appieno negli anni successivi, a causa delle condizioni di povertà in cui versavano gli abitanti che tornarono in città dopo l'abbandono iniziale. A ogni modo, quando arrivò il terremoto del 1979 la città fu danneggiata fortemente, ma non distrutta. La fase successiva a quest'ultimo evento vide un impegno straordinario dell'allora sindaco Alberto Novelli per la messa in sicurezza della sua città. Commissionò un lavoro capillare di analisi delle strutture esistenti e dei punti di debolezza, con un piano di interventi di rinforzo antisismico che portò Norcia a un livello di sicurezza elevato, ulteriormente incrementato dopo i terremoti del 1997, che avevano lambito la città. I terremoti del 2016 avrebbero potuto fare una strage, considerata la posizione di Norcia rispetto alle faglie che si sono attivate nel 2016 e al livello di scuotimento subito, ma gli interventi descritti l'hanno tutelata. Purtroppo, in molti altri paesi del centro Italia la storia è andata diversamente, a cominciare da Amatrice e Accumoli nel Lazio, Arquata e Pescara del Tronto nelle Marche: le tipologie costruttive che hanno determinato molti dei crolli del 2016 in questi centri storici sono le stesse che erano state bandite da Pio IX nel 1860.



Figura 4 Planimetria degli interventi da effettuare su un complesso di edifici di Norcia per il miglioramento sismico dopo il terremoto del 1979, con l'identificazione capillare dei singoli elementi strutturali da rinforzare o sostituire (si ringrazia Michele Sanvico).

1984: il 7 maggio un terremoto di magnitudo di poco inferiore a 6 colpisce l'area del Parco Nazionale d'Abruzzo. Fortunatamente le zone sono scarsamente popolate e i danni sono contenuti. All'Aquila, circa 70 km a nord dell'epicentro, il terremoto si fa sentire bene ma non provoca danni, solo molta paura; si registra un V grado della Scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg). L'anno successivo, a maggio, un'altra sequenza sismica risveglia l'attenzione e la paura, questa volta gli epicentri sono a ridosso della città e vengono avvertite decine di eventi. Si arriva a magnitudo 4.5, con un V-VI grado MCS. Ancora una volta pochi danni e tanta paura; la sequenza si esaurisce dopo un paio di mesi così com'era iniziata. Le autorità locali si attivano, probabilmente ricordando i precedenti storici ben più devastanti, l'ultimo dei quali risaliva a quasi tre secoli prima, nel 1703. Viene saggiamente commissionata un'analisi dettagliata della vulnerabilità degli edifici del centro storico, che è presentata in un convegno organizzato all'Aquila nel 1989. Il rapporto conclusivo è corredato da mappe della città costellate da rettangolini rossi in corrispondenza degli edifici pubblici e privati giudicati a rischio. Non è chiaro cosa accadesse negli anni successivi, ma non ci sono tracce di un piano capillare di interventi di adeguamento o rinforzo sismico. Sappiamo però come è andata nel 2009. Il terremoto del 6 aprile ha ferito profondamente la capitale abruzzese, che ha pagato un tributo elevato in termini di vite umane e danni. Anche alcuni edifici pubblici hanno subito crolli totali o parziali. I sindaci che si sono succeduti all'Aquila dal 1985 al 2009 sono stati nove, uno dei quali è rimasto in carica per nove anni. Tuttavia, nessuno di loro evidentemente aveva affrontato il problema della riduzione del rischio sismico con lungimiranza, come aveva fatto Novelli a Norcia.



Figura 5 Arquata del Tronto dopo i terremoti del 2016. Un esempio di fragilità estrema, accentuata dal contrasto con l'imponente Rocca, edificata tra il XII e il XV secolo e ancora in piedi, sia pure danneggiata, al cospetto della maestosità e imperturbabilità dei Monti Sibillini. (Fotografia di Sergio Del Mese, 2016).

Spiace osservare che dopo i recenti forti terremoti in Italia si sono riscontrate manifestazioni di stupore per l'accadimento dei disastri, come se la storia sismica fosse sconosciuta non solo ai cittadini ma anche ai sindaci che avrebbero invece il dovere di conoscerla e ricordarla. Dopo la tragedia di Amatrice, l'allora sindaco Pirozzi dichiarò di sapere che il territorio fosse sismico, ma che una cosa del genere non l'aveva mai vista. Certo che no, dato che il periodo di ritorno medio di questi eventi in Italia è di qualche secolo. Scarsa lungimiranza, fatalismo? Vero che un sindaco da solo non ha le risorse né la possibilità di mettere in sicurezza un comune di qualche centinaio di edifici, ma quanto meno un'opera di sensibilizzazione e responsabilizzazione verso la cittadinanza potrebbe essere fatta, come pure un tentativo di reperire le risorse dalla Regione o dallo Stato per aumentare la sicurezza, tanto più se si governa un territorio a elevato rischio sismico. Invece, sembra che l'atteggiamento più diffuso sia quello di sperare che non capitino tanto presto (ancora la sindrome NIMTO). Dopo il 2016, non so quanti sindaci delle centinaia di città e paesi ubicati nelle aree a maggiore pericolosità in Italia si siano dati da fare in questo senso, magari facendo leva sul Sismabonus, ma se ne sente parlare molto poco e questo non fa ben sperare.

Complessità

Mentre si continua la rincorsa alla sicurezza sismica, la ricerca prosegue. In questo contributo non mi sono soffermato sui notevoli avanzamenti che essa ha prodotto negli ultimi venti-trenta anni, da quando cioè disponiamo di strumenti e reti di osservazione dalla terra e dallo spazio che ci consentono di comprendere i processi sismogenetici, sia nelle fasi cosismiche che in quelle inter- e post-sismiche. Queste conoscenze si sono accresciute enormemente negli ultimi decenni, ma non consentono ancora, e forse non consentiranno mai, di effettuare delle

previsioni deterministiche dei terremoti. Sicuramente però aumenteranno le nostre capacità di vincolare i modelli previsionali probabilistici degli aftershocks e di comprendere le fasi preparatorie dei terremoti.

La recente sequenza sismica del Centro Italia iniziata il 24 agosto 2016 ha messo in luce, più di ogni altro terremoto precedente, le potenzialità e i limiti dell'attuale scienza sismologica. Mai come in questo evento, infatti, i dati sismologici, geodetici, geologici, hanno consentito di delineare in tempi rapidissimi e in così grande dettaglio l'evoluzione della sequenza e l'attivazione successiva di un complesso sistema di faglie. Se, da un lato, questa conoscenza e questa consapevolezza hanno impedito che i terremoti successivi, incluso il più forte dell'intera sequenza (quello del 30 ottobre 2016 di magnitudo 6.5) producessero altre vittime, dall'altro ha palesato i limiti dei modelli previsionali, sia nelle fasi precedenti il primo forte evento del 24 agosto, sia nell'occorrenza degli eventi successivi.

Prima del 24 agosto 2016, nessun foreshock era stato rilevato intorno alla zona colpita, come invece era avvenuto prima del terremoto del 2009 all'Aquila. Anzi, sembra che un'ampia zona del centro Italia comprendente quella della sequenza del 2016 sia stata interessata da una quiescenza pre-sismica durata quasi un anno (Gentili et al., 2017). Questa differenza tra i due più devastanti terremoti italiani dopo quello dell'Irpinia del 1980 induce alcune riflessioni, anche in considerazione del fatto che essi sono avvenuti in contesti geologici e con modalità molto simili (stessa profondità, stesso meccanismo di faglia, simile struttura della crosta). In primo luogo, sembra ribadire la sostanziale imprevedibilità a breve termine dei fenomeni sismici, considerato che tra i fenomeni precursori le variazioni della sismicità sono quelli più accreditati. In secondo luogo, va evidenziato un atteggiamento mutato nei confronti del rischio sismico nel post-L'Aquila e nel post-Amatrice: dopo il 2009, l'attenzione dei media e dell'opinione pubblica si era focalizzata sul tema della previsione dei terremoti e sulla ricerca di colpevoli per non aver saputo prevedere l'evento (o quanto meno avere sottovalutato il rischio di un evento imminente); dopo il 2016, al contrario, è prevalso il tema della prevenzione e della necessità di interventi di riduzione della vulnerabilità.

Nel caso del terremoto dell'Aquila, un peso non trascurabile lo aveva avuto il giudice di primo grado del processo c.d. "Grandi Rischi", che nella nota sentenza di condanna dei sette esperti aveva enfatizzato la prevedibilità dell'evento del 2009 e bollato come "impraticabile" la riduzione della vulnerabilità (si veda Amato et al., 2015). Come si ricorderà, quella sentenza venne poi ribaltata quasi completamente in Appello e in Cassazione (venne confermata la condanna a una pena ridotta del solo vice-capo del DPC De Bernardinis in relazione a tredici delle vittime per un'intervista dai contenuti fuorvianti rilasciata a una TV locale alcuni giorni prima del terremoto del 6 aprile). Tuttavia, l'enfasi con cui le tesi dell'accusa e della prima sentenza erano state sostenute e propalate nei media, ha lasciato un segno indelebile nella memoria degli aquilani, feriti dal terremoto, e di molti italiani. Pochi si sono presi la briga di leggere le motivazioni con cui la Corte Suprema aveva ricostruito la vicenda e corretto le statuizioni del primo giudice; pochissimi quelli che le hanno diffuse e spiegate sui media. Nessuno si è scusato.

Tornando alle differenze tra i due terremoti, va anche rilevato che la sequenza del 2016 ha mostrato un grado di complessità di gran lunga superiore a quella del 2009, come evidenziato dalla notevole mole e dalla migliore qualità dei dati sismici e geodetici a disposizione dei ricercatori. I dati sismici hanno consentito di mappare con grande dettaglio l'evoluzione del processo di rottura del sistema di faglie, ma hanno anche aperto nuovi interrogativi in merito all'interazione tra le faglie, alla riattivazione di segmenti di faglia ereditati dalle fasi geologiche più antiche, al ruolo delle strutture pre-esistenti nell'evoluzione della sequenza sismica. Se da un lato si sono compresi alcuni aspetti cruciali di come le diverse faglie si sono attivate progressivamente, dal primo evento del 24 agosto 2016 a quelli che hanno interessato il settore a nord, il 26 ottobre, fino all'evento più forte della sequenza, quello di magnitudo 6.5 avvenuto il 30 ottobre, e infine l'appendice dei quattro terremoti avvenuti in poche ore il 18 gennaio del 2017 all'estremità sud

del sistema di faglie; dall'altro lato va detto che i meccanismi con cui lo stress si è trasferito da una faglia alle altre, e quindi la tempistica delle attivazioni descritte, restano ancora oscuri e sono attualmente oggetto di indagine. In un recente lavoro, Improta et al. (2019) hanno evidenziato il ruolo delle strutture ereditate dalle fasi tettoniche precedenti nello sviluppo della sequenza. In particolare, un elemento primario come il c.d thrust dei Monti Sibillini, ha contribuito a frammentare il sistema di faglie, agendo dapprima come una barriera alla propagazione della rottura per i primi due forti terremoti del 24 agosto e del 26 ottobre, e subito dopo come un'asperità, rompendosi nel maggiore evento della sequenza, quello di magnitudo 6.5 del 30 ottobre. Numerosi altri dettagli sulla sequenza sismica del 2016 sono descritti nell'articolo di Improta et al. (2019) e nella bibliografia riportata.

Va ricordato che le analisi via via effettuate nel corso della complessa sequenza del 2016 hanno consentito ai ricercatori di comprendere e in qualche modo di "prevedere", se non l'esatta successione dei vari eventi, quanto meno l'eventualità concreta di tale circostanza, e ciò ha permesso di mantenere alta l'attenzione e di evitare nuove vittime con i forti terremoti di ottobre. La lezione imparata servirà in occasione del prossimo terremoto, che purtroppo ci sarà presto e con buona probabilità arriverà inaspettato.

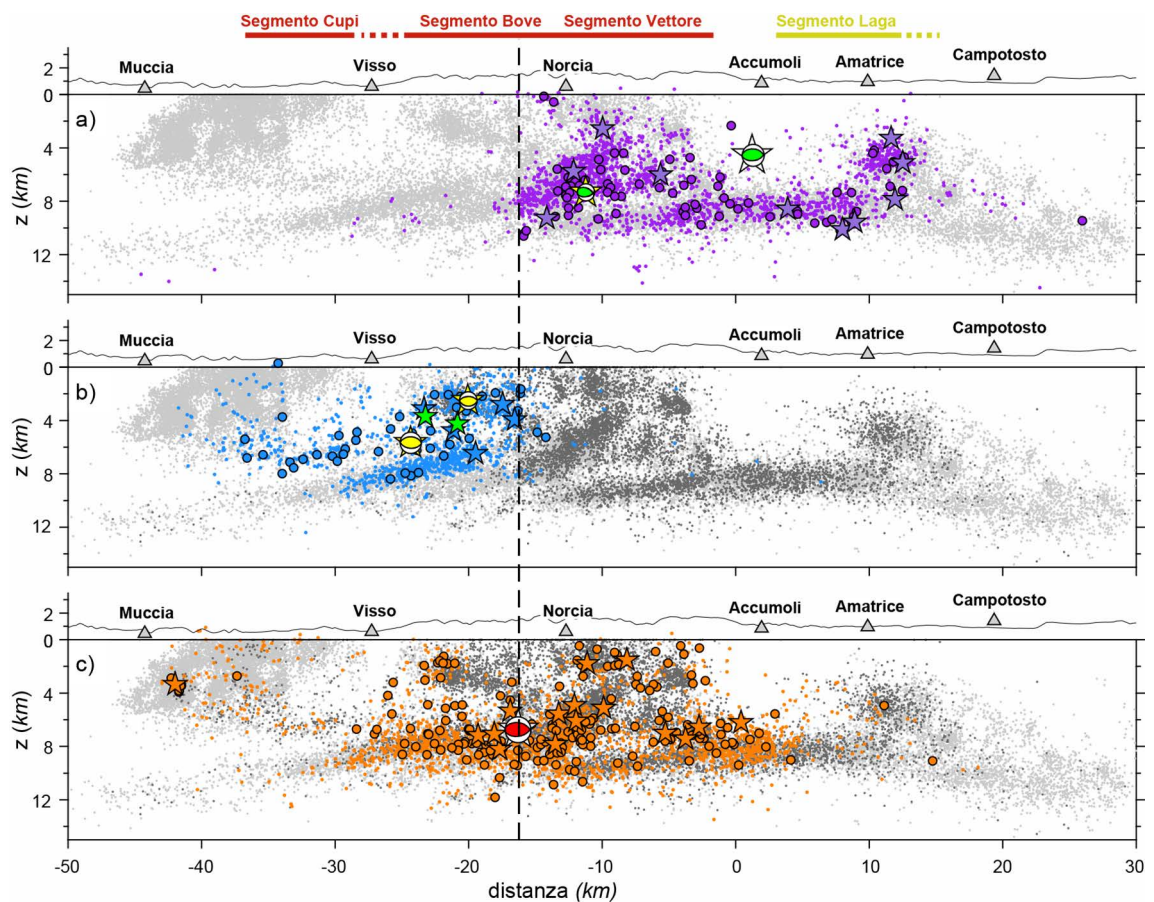


Figura 6 Aftershocks della sequenza in centro Italia del 2016, proiettati lungo una sezione orientata N160°, parallela all'allungamento "appenninico" della sequenza sismica. a) Aftershocks del terremoto di Amatrice (24/8/2016) in viola, (b) aftershocks del terremoto di Visso del 26/8/2016 (in blu), (c) aftershocks del terremoto di Norcia (30/10/2016) in arancione. I segmenti di faglia attivati nei tre periodi sono evidenziati con i segmenti colorati in alto (modificata da Improta et al., 2019).

Le ultime considerazioni riguardano il passato e il futuro. I dettagli con cui è stato possibile ricostruire il processo di attivazione del sistema di faglie nei terremoti più recenti fornisce una chiave di lettura importante per i numerosi terremoti descritti nei cataloghi sismici, per i quali si dispone soltanto di informazioni sui danni e qualche cronaca scritta. Le sequenze del passato sono spesso caratterizzate da eventi multipli che si sono susseguiti nell'arco di pochi giorni o di alcuni anni; per questi eventi è molto difficile identificare le faglie che li hanno generati e le loro magnitudo, soprattutto a causa degli effetti di somma dei danni. Una rivalutazione di questi elementi risulta cruciale per le stime di pericolosità. Riguardo al futuro, va detto che se da un lato proseguono le ricerche sui processi di genesi dei terremoti, ivi comprese le fasi preparatorie - con analisi in laboratorio oggi in grado di riprodurre le condizioni chimico-fisiche della crosta profonda, con lo studio di alcuni precursori, con analisi statistiche sui cataloghi della sismicità - l'unica difesa dai terremoti resta la prevenzione. Servono un cambio di mentalità e uno sforzo collettivo di tutti i settori della società. Chi fa ricerca ha il compito di continuare a investigare per aumentare giorno dopo giorno la conoscenza, con la consapevolezza e l'umiltà di lavorare per le generazioni future, non dimenticando di richiamare in tutte le sedi l'urgenza della messa in sicurezza del patrimonio edilizio.

Bibliografia

- Amato A., Cerase A., Galadini F., (a cura di, 2015). *Terremoti, Comunicazione, Diritto. Riflessioni sul processo alla "Commissione Grandi Rischi"*. pagg. 1-376, MILANO: FrancoAngeli, ISBN: 978-88-917-1271-4.
- Calvi G.M., Stucchi M. e Bazzurro P., (2014). *Aggiornare norme tecniche e mappe di pericolosità: da che parte si comincia?* Progettazione Sismica - Vol. 5, N. 1, <https://doi.org/10.7514/PS.5.1.5-14>. <http://dx.medra.org/10.7514/PS.5.1.5-14>
- Crescimbeni M., La Longa F., Camassi R., and Pino N.A., (2015). *The seismic risk perception questionnaire*. Geological Society, London, Special Publications, 419(1), 69-77.
- Gentili S., Di Giovambattista R., and Peresan A., (2017). *Seismic quiescence preceding the 2016 central Italy earthquakes*, Phys. Earth Plan. Int., Vol. 272: 27-33.
- Giuliani Cairoli F., (2011). *Provvedimenti antisismici nell'antichità*, JAT XXI, 2011. https://www.academia.edu/39095607/Provvedimenti_Antisismici_nellantichita_Jat_XXI20190511_125138_4hl1ei
- Improta L. et al., (2019). *Multi-segment rupture of the 2016 Amatrice-Visso-Norcia seismic sequence (central Italy) constrained by the first high-quality catalog of early aftershocks*. Scientific Reports, 9:6921. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43393-2>
- Ruggieri N., (2013). *Il sistema antisismico borbonico, muratura con intelaiatura lignea: genesi e sviluppo in Calabria alla fine del '700*. Boll. Ingegneri, 10, 2013. http://www.rilab.eu/images/PDF/Codice_antisismico_Regno_due_sicilie.pdf

14. La pandemia è stata come un terremoto catastrofico. Ricerca, prevenzione e consapevolezza sono le uniche armi che abbiamo per difenderci

Alessandro Amato

da *Riparte l'Italia*, ThinkTank quotidiano online - 12 giugno 2020

“La storia umana diventa sempre più una gara, una gara tra cultura e catastrofe”,
sosteneva Herbert George Wells, scrittore e pensatore visionario.

In ogni catastrofe, che sia una pandemia o un terremoto, emerge sempre nitidamente la scarsa cultura che caratterizza molti settori della società e che ne amplifica le conseguenze. L'inadeguata preparazione della politica, quella dei cittadini, l'incapacità e l'inazione nella prevenzione, le polemiche tra politici di opposti schieramenti, quelle, vere o presunte, tra gli scienziati, alimentate spesso dai media, generano effetti a catena indesiderabili e che disorientano i cittadini, compromettendo il rapporto già difficile tra scienza e società.

Ho seguito la vicenda COVID19 da cittadino, come tutti, ma anche con un pensiero ai disastri “naturali” di cui mi occupo (principalmente terremoti e tsunami) e del loro impatto sociale, a breve e lungo termine, trovando inaspettatamente numerose analogie. Penso ai disastri che ho studiato sui libri, a quelli che ho vissuto da vicino, a quelli che verranno.

Inizialmente sono stato sorpreso nell'ascoltare discussioni accese, pareri critici, accuse reciproche, sui numeri dei contagi e dei morti, sul significato di quei numeri e delle loro derivate, ministri che reclamavano “certezze assolute” dagli scienziati, mentre questi tentavano, con atteggiamento talora spavaldo, altre volte umile e quasi titubante, di riportare l'attenzione sulla non conoscenza, ponendo il dubbio come elemento centrale del dibattito, venendo per questo criticati se non sbeffeggiati. Non una grande novità, in effetti, visto quanto si manifesta in caso di terremoto o di qualunque altro fenomeno di cui si sa poco e di cui invece si vorrebbe sapere tutto, non solo di quanto accaduto (cosa già molto difficile) ma anche di quello che deve ancora accadere.

Come per tutti i forti terremoti che colpiscono l'Italia ogni pochi anni, anche per questa pandemia ci siamo trovati drammaticamente impreparati. Di questo si è scritto abbondantemente. Peraltro, essa, per la sua forza distruttiva e per l'impatto in termini di vittime e di crisi economica, andrebbe paragonata non ai “piccoli” terremoti di Amatrice (2016), dell'Emilia (2012), o dell'Aquila (2009), ma alle grandi catastrofi sismiche come quella di Messina e Reggio del 1908 o altre comparabili che hanno devastato l'Italia nei secoli, purtroppo ben note agli storici e ai sismologi, e che prima o poi torneranno a colpire il nostro Paese.

Appare evidente il bisogno di prepararci ai prossimi disastri, anche facendo tesoro delle lezioni di questa crisi da cui stiamo faticosamente uscendo. Come? Non sono in grado di fornire soluzioni per il rilancio dell'economia. Tuttavia, mi sento di richiamare l'attenzione su tre concetti che a mio avviso dovrebbero trovare un posto di rilievo nell'agenda politica dei prossimi anni, per evitare di commettere gli stessi errori che ci hanno portato a fronteggiare l'attuale crisi con le sole armi, rivelatesi spuntate, dell'emergenza e della rincorsa alla soluzione adattativa, senza un piano chiaro a medio e lungo termine.

Le tre parole sono: **ricerca, prevenzione, consapevolezza**, tre parole legate tra loro a doppio filo. Senza una delle tre, infatti, le altre due risultano inefficaci.

La scienza è il modo migliore che abbiamo per rappresentare la natura. “Science is the poetry of reality – La scienza è la poesia della realtà”, ha scritto il biologo Richard Dawkins, descrivendo con ammirato stupore l'estrema complessità degli esseri viventi, e richiamando l'attenzione sulla responsabilità che abbiamo di disvelare e spiegare questa complessità.

Nel campo dei disastri la **ricerca scientifica** è la base irrinunciabile verso la riduzione dei rischi, come evidenziato nel Protocollo di Sendai 2015-2030 e nell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo Sviluppo sostenibile.

La conoscenza di ciò che accade all'interno della Terra, alla sua superficie, negli oceani, nell'atmosfera e nella biosfera è il primo passo in questa direzione. La ricerca scientifica è un'impresa di lungo termine, non dà risposte immediate né sicure, anzi si nutre dell'incertezza e del dubbio, mettendosi continuamente in discussione, ma progredendo, offrendo descrizioni sempre più accurate della realtà. Perseguire questa impresa è una responsabilità di noi ricercatori, tanto più in un Paese come l'Italia, in cui il territorio è così fragile, i beni culturali così diffusi, il rischio di perderli così elevato.

La scienza non potrà evitare i prossimi terremoti, le alluvioni, gli tsunami, le pandemie, ma potrà aiutarci ad affrontarle nel modo migliore, a prevenire e limitare i danni. I sistemi di allerta rapida (Early Warning) possono avere un ruolo decisivo, lo sono già per i fenomeni meteorologici estremi, lo sono per gli tsunami, potranno aiutare per i terremoti, possono esserlo certamente per difenderci dalla diffusione dei virus come il COVID19.

Ma le conoscenze acquisite dalla comunità scientifica non devono rimanere confinate nelle riviste specialistiche e nei laboratori; devono diventare un patrimonio comune e servire per guidare la **prevenzione**.

Come ha rilevato Alessandro Vespignani (Il Manifesto, 12 maggio 2020) “Politicamente è impossibile prendere decisioni che hanno un costo sociale enorme se non c'è l'emergenza, ma per evitare l'emergenza”. Per i rischi naturali e i relativi disastri non è una novità, ci siamo abituati purtroppo. Sappiamo da secoli che torneranno a colpirci, è inevitabile, ma non facciamo nulla, o quasi. Vespignani ha evidenziato che “c'è una sottovalutazione generale della velocità di questo virus che non lascia pause di riflessione”. Come per i terremoti, gli tsunami o le alluvioni, i rischi sono sottovalutati, e spesso a parlarne in tempi di pace si passa per menagramo. Politici e cittadini ignorano il problema, rimandano quelle decisioni che potrebbero salvare vite e salvaguardare l'economia.

Investire in prevenzione è difficile per i governi, a tutti i livelli. È impopolare, ed è sbagliato che lo sia. Questo è il pensiero che va ribaltato: occorre far diventare popolare, stimato, amato, il governo, il politico, il sindaco, che investe in prevenzione, che si preoccupa della sicurezza dei suoi cittadini e del suo territorio. Bisogna sforzarsi di cambiare questa mentalità, che ha radici profonde. Se non lo si fa dopo questa crisi, non si farà più; oggi tutti sono stati colpiti e per questo l'ascolto è massimo, potrebbe essere un'occasione irripetibile.

Abbandoniamo la nostra “incapacità di vedere l'invisibile”, come la definisce Vespignani, cerchiamo di essere lungimiranti e immaginiamo soluzioni innovative e che facciano aumentare la sicurezza e ripartire l'economia.

La difesa dai terremoti, per esempio, è un campo dove un grande impegno nella prevenzione porterebbe inevitabilmente a un rilancio di importanti settori dell'economia del Paese, oltre a

essere un obbligo morale verso le generazioni future. Ci sono migliaia di scuole non sicure, per non parlare dell'edilizia privata. Da luglio, i privati potranno approfittare dei cosiddetti Sismabonus ed Ecobonus che sono stati portati al 110% per gli interventi di efficientamento energetico e messa in sicurezza antisismica degli edifici.

Come sottolineato da Edoardo Cosenza (Ingenio, 14/5), in questo momento il Sismabonus è uno strumento utilissimo per rilanciare il mercato delle costruzioni e, quindi, anche quello delle professioni. Affinché decolli, rileva Cosenza, è necessaria però una semplificazione burocratica e finanziaria, per aiutare in particolare le piccole imprese: il "minimo delle regole per rispettare legalità e concorrenza non è un tema del mondo delle costruzioni: è il vero tema".

Di un "Piano Marshall" dell'edilizia scolastica ha parlato di recente anche Ivo Allegro su queste pagine, per rilanciare l'edilizia e per recuperare molti edifici pubblici. Ripartire dalla scuola, sostiene Allegro, ha importanti valenze strategiche, anche per l'opportunità di sfruttare il potenziale delle nuove tecnologie.

Ma ricerca e prevenzione da sole non bastano, necessitano del terzo elemento: la **consapevolezza**. Della politica, dei cittadini, dei media.

Mi ha sempre sorpreso il solco che esiste tra la immensa quantità di cose che noi ricercatori non conosciamo (e che sappiamo di non conoscere, per non parlare di quelle che non sappiamo di non conoscere) e la percezione delle persone che attribuiscono alla scienza e agli scienziati un potere quasi divinatorio di risolvere i problemi e di evitare i disastri. Bisogna sforzarsi di colmare questo vuoto, avvicinando le persone, soprattutto i bambini e gli studenti, alla scienza, al suo metodo, ai suoi limiti, a comprendere la complessità, a rispettarla, a coltivare l'importanza dell'incertezza, intrinseca in ogni descrizione dei fenomeni.

La critica che viene fatta alla scienza e agli scienziati in questa crisi, soprattutto ora che si vorrebbe ripartire prima possibile e senza troppi freni, deriva proprio dalla non accettazione della complessità, del dubbio, della non conoscenza. Un ministro si lamenta con gli scienziati perché pretende da loro "certezze assolute", come capitato durante questa crisi, dimostra il distacco che esiste tra politica e scienza. Certo, anche gli scienziati, alcuni scienziati, dovrebbero evitare di sconfinare dai loro campi proponendo ipotesi, modelli, cure non collaudate (che si rivelano il più delle volte fallaci), evitare un eccessivo protagonismo, sia se animato da intenti nobili, ancora di più se determinato da una sorta di narcisismo culturale. In questo modo non aiutano a fare chiarezza, aumentando la confusione ed irritando chi faticosamente cerca di orientarsi nell'oceano già ampio dell'incertezza.

"In un'epoca dominata dall'assertività gli scienziati hanno riportato il dubbio al centro del discorso" fa notare Paolo Giordano (Corriere della Sera, 11/5), essi "hanno riscoperto per noi la categoria proibita del non-sapere". Giordano giustamente auspica che nel post-Covid si possa "mantenere viva questa tensione verso ciò che non conosciamo". Come? Partendo dai bambini e dalle scuole, "sovvertendo il principio dominante che la conoscenza sia un corpo statico di nozioni di cui appropriarsi pezzo a pezzo".

Insomma, creando dei cittadini critici, guidati dal ragionamento razionale, in grado di distinguere tra il vero e il falso. Che sappiano esercitare il dubbio, lo spirito critico, accettare l'incertezza come un valore, da ridurre se possibile ma da salvaguardare come un bene primario. La sete di sapere che abbiamo visto nelle settimane del *lockdown*, quando si attendeva l'oracolo delle 18 con speranza e avidità, si spegnerà rapidamente, forse si è già spenta, perché era dettata

dall'urgenza e dalla paura. Compito degli scienziati è tenere viva questa sete, della politica nutrirla, dei cittadini quello di rimanere in ascolto, riponendo fiducia nella scienza, nel suo metodo, nei suoi limiti e nei suoi tempi.

Link citati

<https://ilmanifesto.it/alessandro-vespignani-senza-infrastrutture-lepidemia-ripartira/>

<https://www.ingenio-web.it/26966-edoardo-cosenza-su-eco-e-sisma-bonus-al-110-edilizia-scolastica-e-sburocratizzazione>

[https://www.repubblica.it/dossier/cronaca/italia-](https://www.repubblica.it/dossier/cronaca/italia-riparte/2020/05/21/news/l_edilizia_delle_scuole_per_ripartire-257188575/)

[riparte/2020/05/21/news/l_edilizia_delle_scuole_per_ripartire-257188575/](https://www.repubblica.it/dossier/cronaca/italia-riparte/2020/05/21/news/l_edilizia_delle_scuole_per_ripartire-257188575/)

https://www.corriere.it/cronache/20_maggio_11/scienza-non-sa-insegna-vivere-dubbio-cdff435e-92f3-11ea-88e1-10b8fb89502c.shtml

Postfazione

Giulio Selvaggi

Questa raccolta, proposta dal mio amico e collega Alessandro, non è solo il resoconto di un'incredibile vicenda giudiziaria, che è andata oltre il fatto in sé, ma è un'attenta e profonda riflessione su un caso unico al mondo che ha coinvolto la comunità scientifica ben al di fuori dell'ambito della sismologia. La sentenza ha fatto profondamente riflettere sul rapporto tra scienza e diritto rendendolo oggi un punto delicato da affrontare in occasione di ogni terremoto, sequenza sismica, alluvione o frana. Ogni tragedia riporta la discussione su come la nuova società dei rischi coinvolga anche il giudizio esperto della ricerca e dei suoi protagonisti. Siamo giustamente chiamati a rispondere di quel che diciamo e facciamo, senza volerci sottrarre a questo compito, ma l'esperienza processuale aquilana ha profondamente influito sulla serenità con cui si valutano i fenomeni naturali e la loro possibile evoluzione. Se da una parte il continuo richiamo al principio di precauzione, nel valutare le potenziali evoluzioni dei fenomeni naturali, è un corretto atteggiamento quando si ha a che fare con fenomeni imprevedibili o la cui evoluzione ha fortissime incertezze, di contro si rischia di scivolare in un atteggiamento di "medicina difensiva sismologica" dove sempre nuove analisi sono necessarie per comprendere il fenomeno terremoto, portando di fatto ad una non assunzione di responsabilità per non avere guai con la giustizia.

Entrare nell'universo parallelo di una vicenda giudiziaria, è uno stato che può essere compreso solo da chi l'ha vissuto e ne capisce la portata devastante sotto il punto di vista sia professionale che familiare. La possibilità di ritrovarsi in quell'universo svolgendo il proprio lavoro è qualcosa che non può essere lasciato al caso, senza una risposta su come affrontare la prossima emergenza.

Le vicende giudiziarie a seguito delle tragedie del 2016 ad Amatrice, del terremoto di Ischia dell'agosto 2018 o della tragedia alla solfatara di Pisciarelli dell'ottobre del 2017 come anche della valanga di Rigopiano del gennaio 2017 ci spingono a considerare il rapporto tra scienza e diritto un nuovo campo di ricerca scientifica che può dare un contributo fondamentale per indirizzare un'efficace gestione delle emergenze. Il volume di Alessandro è una riflessione cadenzata nel tempo, dai primi scritti e resoconti sul processo, subito dopo la sentenza di primo grado dell'ottobre del 2011, per evidenziare che quello che è accaduto ha sollecitato l'esplorazione di nuovi campi della ricerca e la comprensione degli aspetti giuridici, comunicativi e dei tanti lati nascosti che la vicenda aquilana ha portato alla luce.

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

Progetto grafico
Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Ufficio Editoriale
Francesca DI STEFANO | Coordinatore

Segreteria di redazione
segreteria.collane-editoriali@ingv.it

Editing | Produzione | Grafica redazionale
Barbara ANGIONI
Massimiliano CASCONI
Francesca DI STEFANO
Patrizia PANTANI

© 2025 the Author(s). All rights reserved. Open Access



Creative Commons Attribution 4.0 International



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA