BRICKS | TEMA

Perché in Italia i terremoti fanno tanti danni?

a cura di:
Gianluca Valensise

Sismologia storica, faglie sismogeniche, pericolosità sismica, vulnerabilità, rischio sismico

Perché in Italia i terremoti fanno tanti danni?

"Italia, terra ballerina", si sente dire spesso: un'espressione che non solo è abbastanza infelice, perché inquadra la tragedia del terremoto in un ambito quasi frivolo che non le compete, ma soprattutto perché i dati ci dicono che la sismicità dell'Italia è si vigorosa, ma comunque decisamente inferiore a quella di molte altre regioni del globo, anche nello stesso bacino del Mediterraneo. I terremoti italiani sono mediamente contenuti come dimensioni – quelli di magnitudo superiore a 7,0 sono meno di dieci in tutta la storia sismica italiana – e anche relativamente rari, perché ognuno di essi, se preso singolarmente, ricorre con cadenza millenaria.

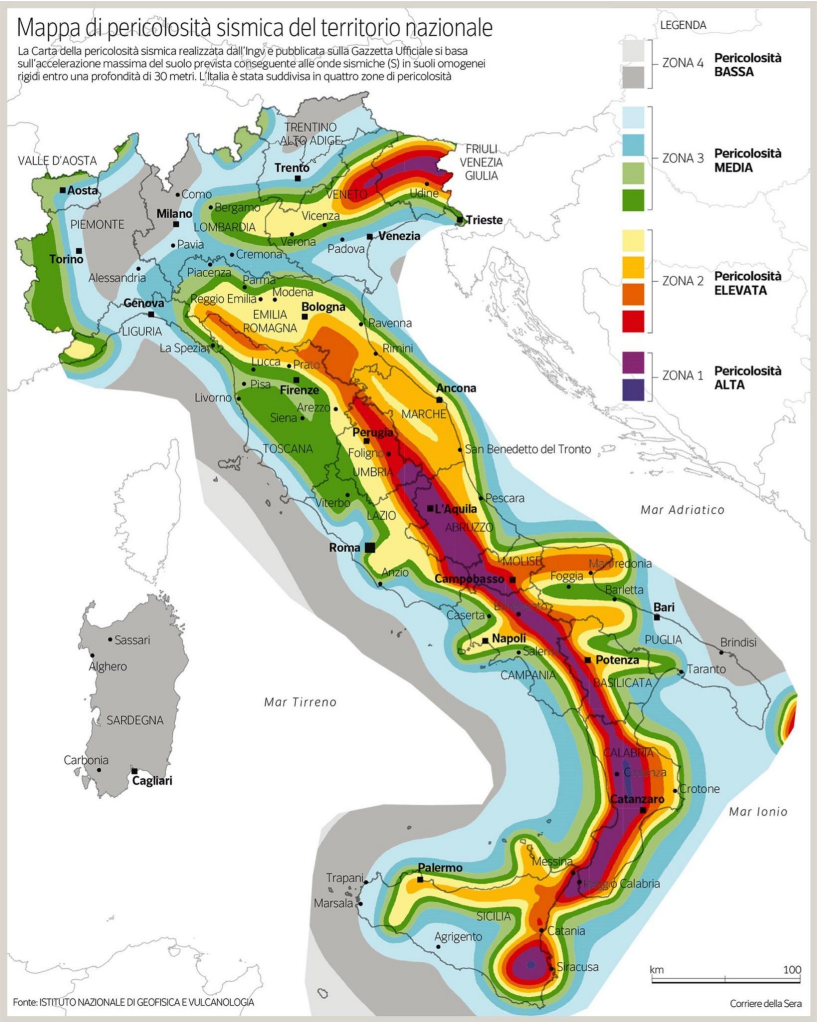

Figura 1 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale denominata MPS04, ridisegnata dal "Corriere della Sera" su dati dell'INGV (http://zonesismiche.mi.ingv.it/). La mappa è alla base della vigente normativa antisismica italiana, riassunta nelle Norme Tecniche per le Costruzioni varate nel 2018 (NTC18)

Ma allora perché l'Italia viene universalmente considerata come una delle nazioni più esposte al flagello sismico? Il nostro paese (Fig. 1) si caratterizza oggettivamente per una *pericolosità sismica* relativamente contenuta anche se diffusa; ma il suo *rischio sismico* - una grandezza che si ottiene dalla convoluzione della *pericolosità* con l'*esposizione* e con la *vulnerabilità* - è decisamente elevato, almeno in media (Fig. 2: su questo tema si veda una recente elaborazione a scala nazionale pubblicata da Dolce et al., 2021). L'Italia, come è evidente a chiunque, è un paese caratterizzato da una forte *esposizione*, non solo per la sua forte densità abitativa e per la pervasività dei suoi centri abitati e delle sue infrastrutture civili e industriali, ma anche per

la presenza di un immenso patrimonio storico, artistico e monumentale in genere, tale da far dire ad alcuni che l'Italia concentra addirittura la metà dei beni artistici dell'intero pianeta. Ma a preoccupare è soprattutto la sua *vulnerabilità*, che riguarda in larga misura l'edilizia civile prima ancora di quella monumentale e religiosa. Per rendersene conto è sufficiente tornare con la memoria ai crolli causati dai più forti terremoti - o sequenze di terremoti - che hanno colpito il nostro paese negli ultimi dodici anni, e alle relative vittime: l'Aquila nel 2009, la Bassa modenese nel 2012, Amatrice, Visso e Norcia nel 2016-2017, e infine Ischia nel 2017. I terremoti italiani infatti stanno mettendo in evidenza sempre più chiaramente come le sorti sismiche del nostro paese siano legate soprattutto alla grande *vulnerabilità del costruito*: non solo quello storico e monumentale, ma anche quello moderno, e in particolare quello sorto con il boom edilizio post-bellico; la vulnerabilità, infatti, è quell'elemento che - con rare eccezioni - trasforma in disastri terremoti che non dovrebbero danneggiare seriamente costruzioni fatte a regola d'arte. Ma gli stessi terremoti stanno mettendo sempre meglio in evidenza anche un fatto sorprendente, e cioè che questa vulnerabilità è in costante aumento con il trascorrere del tempo. È su questa apparente anomalia e sulle sue cause che ci concentreremo nel prosieguo di questo breve testo, iniziando dalla storia sismica recente del nostro paese.

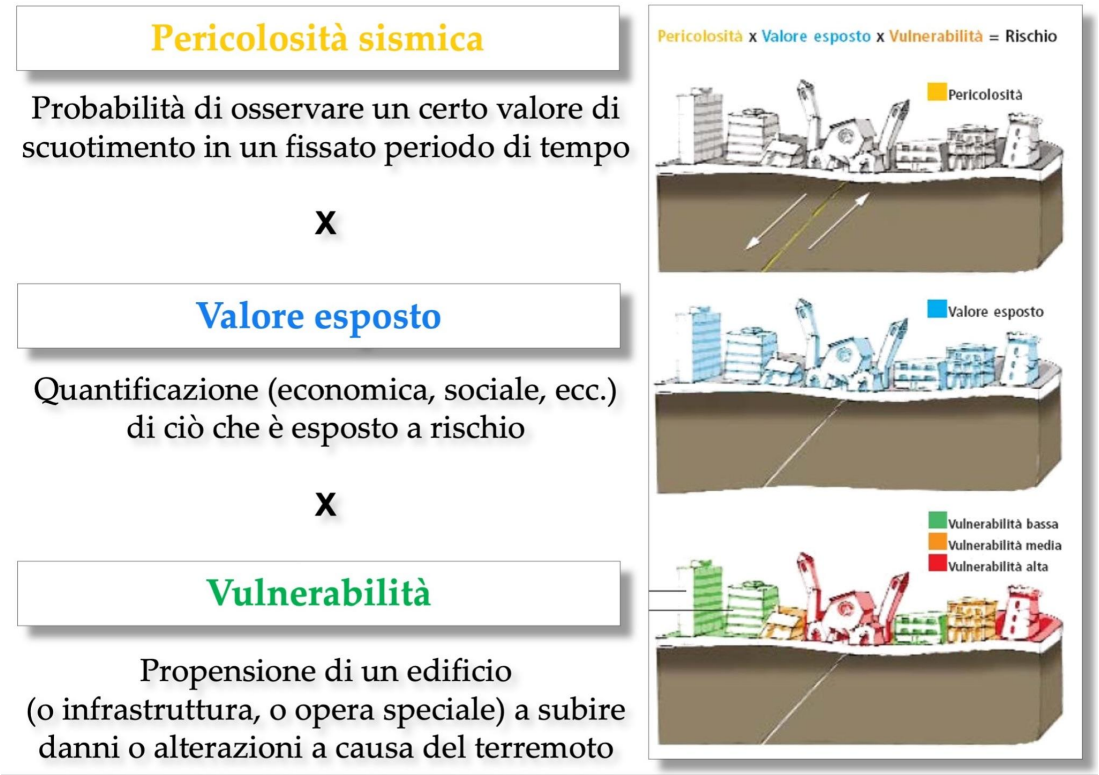

Figura 2 - Schema riassuntivo degli elementi che determinano il Rischio Sismico. Si noti che la *Pericolosità sismica* quantifica proprio la frequenza e l'entità dello scuotimento del suolo che ci si può aspettare in ciascun territorio per ragioni geodinamiche indipendenti dalla nostra volontà; viceversa sia il *Valore esposto* (o più semplicemente *Esposizione*), sia soprattutto la *Vulnerabilità* sono grandezze che ricadono sotto il controllo dell'uomo. In altre parole, la *Pericolosità* non può essere mitigata in alcun modo, ma il *Rischio* si, intervenendo su *Esposizione* e *Vulnerabilità*

Secondo Guidoboni e Valensise (2011), nei primi 150 anni dall'unità d'Italia il nostro paese è stato colpito da ben 34 terremoti disastrosi – 36 a oggi, se includiamo anche i terremoti dell'Emilia del 2012 e del centro Italia del 2016: in media uno ogni quattro anni circa (Fig. 3). Questi terremoti hanno causato oltre 150.000 vittime e hanno danneggiato gravemente oltre 1.600 località, incluse città come Rimini, L'Aquila, Avellino, Potenza, Cosenza, Vibo Valentia, Reggio Calabria e Messina. Secondo il *Centro Studi del Consiglio Nazionale degli Ingegneri,* tra il 1968 e il 2014 il solo costo delle ricostruzioni finanziate dallo stato centrale è stato in

media di oltre due miliardi e mezzo di Euro all'anno: una stima attesa in crescita, se si considera che con il costo stimato della ricostruzione delle zone colpite dai terremoti del 2016 si arriverà a superare i tre miliardi all'anno (Fig. 4).

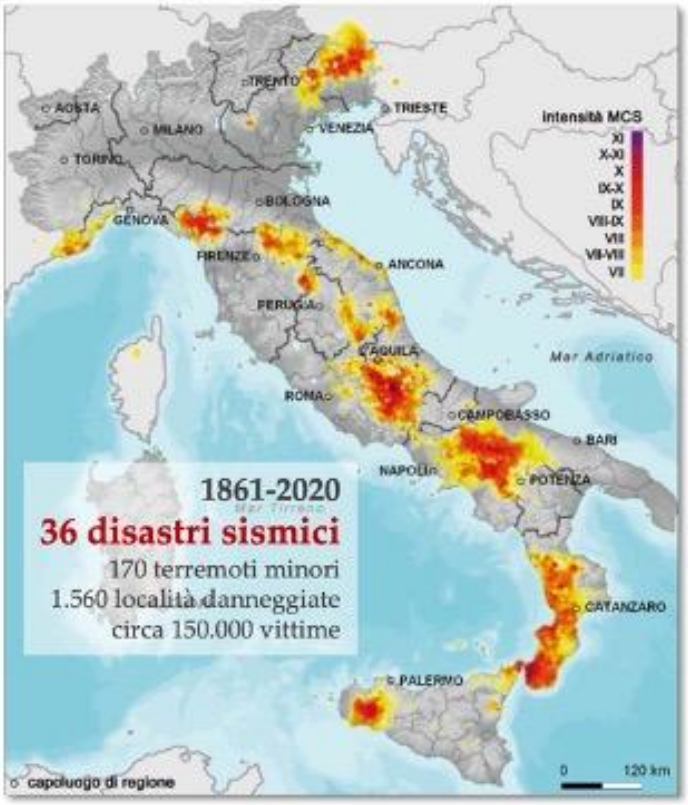

Figura 3 - Una immagine complessiva degli effetti causati dei 36 disastri sismici accaduti dal 1861 al 2011 (a partire dal grado VII MCS compreso). L'immagine è tratta da Guidoboni e Valensise (2011), con un aggiornamento al 2020

Il progressivo aumento del costo dei disastri sismici non è un fenomeno inatteso. In Italia, come in qualunque altra area sismica del globo, la pericolosità sismica in media non varia nel tempo: ma se, come si è detto, con il passare del tempo aumenta la *vulnerabilità del costruito*, aumenterà nel tempo anche il *rischio sismico*, che è definito come una perdita economica annuale media. Lo ha dimostrato tragicamente proprio il terremoto del 24 agosto 2016, un evento di magnitudo 6,0 che ha causato 300 vittime e la distruzione completa di un centro abitato: era andata proporzionalmente meglio a L'Aquila il 6 aprile del 2009, quando un terremoto più forte (M 6,3), localizzato proprio sotto le fondamenta di una importante e popolosa città storica, ha determinato un numero di vittime (309) confrontabile con quello del 2016, ma soprattutto non ha causato la devastazione totale vista ad Amatrice.

Cosa determina questa grande vulnerabilità, e perché essa tende ad aumentare con il tempo? Anche se può sembrare controintuitivo, in Italia la vulnerabilità del costruito non è necessariamente dovuta all'età media dell'edilizia residenziale e alla presenza di edifici monumentali, ma ha cause di natura sociale, economica, amministrativa, culturale, quasi sempre intrecciate tra loro in un modo che rende difficile comprenderle, tenerle sotto controllo e prevenirle. Lo si è visto bene il 24 agosto 2016: come è apparso chiaro a tutti solo dopo il terremoto, Amatrice era una città estremamente vulnerabile, in cui edifici storici malamente ampliati e sopraelevati facevano da specchio a una *cultura del terremoto* di fatto inesistente, anche perché la città da tre secoli non viveva una vera catastrofe sismica. A sua volta il terremoto di Norcia del successivo 30 ottobre, di magnitudo 6,5 e localizzato praticamente sotto la città, ha causato danni straordinariamente contenuti rispetto a ciò che sarebbe potuto accadere (Fig. 5). Due casi diametralmente opposti, quindi:

Amatrice, cresciuta nella totale mancanza di consapevolezza di abitanti e amministratori, fragile come un bicchiere di cristallo, e Norcia, le cui case sono state rese solide come la roccia da una *cultura del terremoto* spontanea che probabilmente non ha eguali in Italia, e che rappresenta un vero miracolo di consapevolezza e resilienza (su questo si veda il recente contributo di Putrino e D'Ayala, 2019).

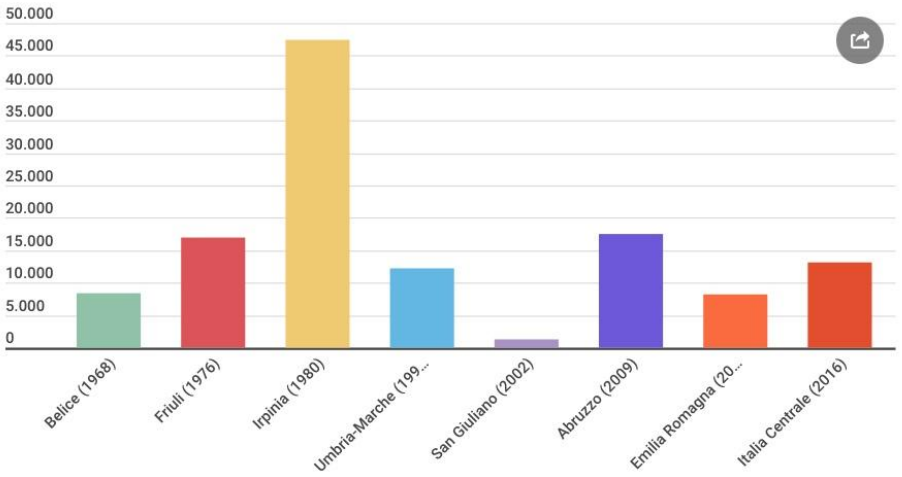

Figura 4 - Costo stimato dei terremoti italiani del periodo 1968-2016 (dal sito Truenumbers.it su dati del *Centro Studi del Consiglio Nazionale degli Ingegneri*). Si noti che il valore stimato per il i terremoti dell'Italia centrale del 2016 è necessariamente parziale, e che il costo dei terremoti più recenti non tiene conto dei contributi concessi dalla Comunità Europea

Questo tema è stato affrontato da Valensise et al. (2017, 2018), i quali, partendo proprio dal dualismo Amatrice-Norcia, hanno ipotizzato che la vulnerabilità di ciascun centro storico appenninico cresca all'aumentare del tempo trascorso dall'ultimo terremoto distruttivo che ha colpito quel centro, ovvero con il *dissolversi della memoria e della consapevolezza del problema sismico* (su questo tornerò più estesamente nel seguito).

Figura 5 - Vedute aeree di Norcia (sinistra) e Amatrice (a destra), riprese all'inizio del novembre 2016. Ad Amatrice per la scossa del 24 agosto è stato assegnato il X-XI grado della scala MCS, contro il VI di Norcia. Dopo la scossa del 30 ottobre Amatrice è salita all'XI; Norcia, che si è trovata molto vicina a questa seconda e più forte scossa, è salita all'VIII-IX. Complessivamente gli effetti cumulati delle tre scosse più forti hanno lasciato ben pochi edifici in piedi ad Amatrice; al contrario Norcia appare decisamente poco danneggiata, con la sola importante eccezione della chiesa di San Benedetto (di cui si vede bene la facciata, ancora in piedi) e di altri edifici di culto, che per la loro struttura specialistica hanno un comportamento molti difforme da quello dell'edilizia abitativa. Eccezionale la prestazione del Palazzo Comunale e della relativa torre, edifici rinforzati in modo evidentemente efficace dopo i terremoti che hanno colpito Norcia nel 1859 e nel 1979

Proverò ora a entrare brevemente nel merito di quali sono i diversi elementi che contribuiscono ad *aumentare la vulnerabilità del costruito* in Italia, e come sarebbe possibile intervenire su ciascuno di essi.

Va considerata intanto la *lentezza con cui la normativa antisismica viene recepita*, particolarmente quando prevede criteri di progettazione decisamente più stringenti rispetto alle norme precedenti; se ne sono avuti esempi drammaticamente chiari con il crollo della scuola di San Giuliano di Puglia il 31 ottobre 2002 e dei capannoni della Bassa modenese nel maggio 2012. Purtroppo il danno ormai è fatto, perché mettere a norma un edificio esistente è enormemente più difficile e costoso che non adeguarlo a quella stessa norma in sede di progettazione; ma sindaci, prefetti e autorità di protezione civile locale, oltre naturalmente ai cittadini interessati, andrebbero quantomeno sensibilizzati sul problema.

Esiste poi un tema sconosciuto ai più, e per questo decisamente sottovalutato: quello della *declassificazione* di alcuni importanti centri abitati tra la fine degli anni '30 e l'inizio degli anni '80 del secolo scorso, un ampio intervallo che include il periodo di massimo sviluppo urbanistico dell'Italia post-bellica. Ne sono un esempio eclatante e preoccupante diversi centri della costa romagnola e marchigiana, da Rimini a Senigallia; importanti aree sismiche di pericolosità media o medio-alta, ma il cui patrimonio edilizio post-bellico è stato in larga misura progettato in assenza di norme antisismiche. Anche in questo caso il danno ormai è fatto, ed localmente è anche più grave di quello causato dai soli ritardi, perché riguarda edifici non recenti e aree a pericolosità sismica non trascurabile; questo concorso di circostanze richiederebbe – e allo stesso tempo giustificherebbe – interventi mirati e drastici, coordinati dalle autorità comunali, regionali e statali.

Un tema certamente più noto, quantomeno agli addetti ai lavori, è quello dell'uso di *tecniche edilizie improprie*, anche se *imposte dalle norme*, come la prassi di caricare edifici in muratura di qualità povera o scadente con solai in cemento armato, rigidi e pesanti. Ne è un esempio il D.M. 3 marzo 1975 "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche", che obbligava i proprietari a sostituire "*...con solai in acciaio o cemento armato efficacemente incassati ed ancorati...*" gli eventuali solai in legno ammalorati. Anche questa circostanza meriterebbe una particolare attenzione da parte delle autorità locali, di concerto con i professionisti.

Altro tema tristemente noto, ma le cui implicazioni ai fini della vulnerabilità non vengono quasi mai considerate, è quello dell'*abusivismo edilizio* e della sistematica elusione di *piani regolatori* e *normative antisismiche*, di cui si sono visti esempi eclatanti nei terremoti del 2016 nell'Italia centrale e del 2017 a Casamicciola. Va sottolineato che il tema dell'abusivismo non impatta solo sui singoli edifici, o insiemi di edifici, ma anche – in modo indiretto – su altri aspetti urbanistici che possono essere cruciali in caso di terremoto, quali la viabilità e l'accesso alle reti dei servizi. Si tratta di un tema che deve essere affrontato con una definitiva sensibilizzazione e presa di coscienza da parte delle amministrazioni locali.

C'è poi il grande tema della corruzione in campo edilizio, abbastanza noto anche ai non addetti ai lavori per via del fardello di drammi che porta con sé, inclusi dolorosi e spesso infiniti strascichi giudiziari. Secondo il giornalista Giuseppe Caporale, la corruzione è stata la causa indiretta del crollo di 18 edifici e della morte di 149 su 309 vittime (quasi il 50%) del terremoto del 6 aprile 2009 a L'Aquila (L'Espresso del 3 aprile 2012: https://sismaq.org/pdf/italianostraonlus/italianostra_2012040300.pdf). E sempre la corruzione, o quantomeno la negligenza dolosa nella scelta dei materiali usati per le costruzioni, sta emergendo come concausa del disastro di Amatrice, ed ha già portato alla condanna in primo grado di cinque imputati, tra costruttori e funzionari delle diverse amministrazioni coinvolte (https://www.ansa.it/lazio/notizie/2020/09/08/processo-crolli-amatrice-5-condanne_f1ce48b1-3f26-4dfc-97ff-27f024ea1c9b.html). Anche in queste circostanze sono le amministrazioni locali, supportate dallo Stato, a dover quantomeno avviare una mappatura delle unità immobiliari maggiormente a rischio.

Infine, va tenuto presente il ruolo del già accennato fenomeno della *smemorizzazione* della popolazione, ovvero quella ridotta o assente *consapevolezza della pericolosità sismica locale* determinata da un lungo silenzio sismico combinato con una insufficiente attenzione delle istituzioni. Si tratta evidentemente di un

tema sociale e culturale da affrontare con una ampia mobilitazione di soggetti che spaziano dalle strutture centrali dello Stato alle amministrazioni locali, passando per il sistema scolastico e il mondo dell'associazionismo e del volontariato.

Rimaniamo ancora un attimo su quest'ultimo tema, per chiederci: qual è oggi in Italia la *percezione* della *vulnerabilità diffusa e pervasiva* che caratterizza il costruito, e che è pronta a manifestarsi con il prossimo terremoto, ovunque esso accada? In altre parole, *quante altre Amatrice esistono in Italia*? Crediamo che questa percezione sia molto bassa, anche perché non è stata mai veramente ed efficacemente alimentata dalle istituzioni: quantomeno non nella misura che sarebbe stata necessaria. Si tratta di una vera e propria *vulnerabilità dimenticata*, di cui ci ricordiamo solo quando i terremoti mettono alla prova la resistenza delle nostre abitazioni e del nostro patrimonio storico e identitario; una strisciante *emergenza nazionale*, aggravata dal fatto di pesare soprattutto sulle giovani generazioni e su quelle future, e che come tale richiede una mobilitazione degli organi tecnici dello Stato con il supporto della comunità scientifica (ISTAT, INGV, CNR, mondo accademico) e degli ordini professionali.

Per fare luce su questo meccanismo di 'rimozione' abbiamo messo a punto un metodo semplice e oggettivo, utilizzando al meglio i molti dati che la comunità scientifica ha già elaborato e reso disponibili, ma allo stesso tempo evitando soggettivismi e fatalismi. Abbiamo sviluppato l'ipotesi di lavoro che la vulnerabilità dei centri abitati storici cresca al crescere del tempo trascorso dall'ultima ricostruzione sismica, ossia come risultato 'cumulativo' sia dell'invecchiamento del patrimonio abitativo, sia della mancanza di interventi di miglioramento sismico, e sia soprattutto della già citata *smemorizzazione* riguardo la reale pericolosità sismica dei luoghi. A questo va aggiunto che, se una faglia sismogenica è stata quiescente per secoli, la sua probabilità di causare un terremoto distruttivo aumenta grandemente rispetto a una faglia che ha dato un forte terremoto in epoche relativamente recenti.

La nostra elaborazione si è avvalsa di due grandi banche dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il Database of Individual Seismogenic Sources (http://diss.rm.ingv.it/diss/) e il Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/), e dei dati più aggiornati su età e tipologia degli edifici e sulla popolazione resi disponibili dall'ISTAT. Abbiamo prima di tutto identificato i comuni che ricadono sulla proiezione in superficie delle grandi faglie sismogenetiche dell'Appennino, e che dunque sono sicuramente suscettibili di subire forti scuotimenti nel corso della loro storia. Per ognuno dei 716 comuni selezionati (intendendo aree comunali con tutte le loro frazioni) abbiamo poi analizzato la storia sismica locale, verificando quanto distante nel tempo sia l'ultimo forte scuotimento subìto. Come soglia minima abbiamo scelto l'VIII grado della scala Mercalli-Càncani-Sieberg: un livello di scuotimento e danno che fa da spartiacque tra una condizione in cui un centro abitato può essere semplicemente riparato (non sempre a regola d'arte), e una condizione di danneggiamento così esteso da imporne la ricostruzione quasi totale.

L'analisi ha riguardato la dorsale appenninica, circa 1.000 km dalla Liguria alla Calabria, che da sola rilascia circa il 70% dell'energia sismica complessiva della nostra penisola, ma questo stesso metodo può essere esteso a tutte le altre aree sismiche dell'Italia.

Nella graduatoria finale i 716 comuni sono ordinati partendo da quelli per i quali non si hanno informazioni di danni sismici (perché o non li hanno ancora subìti o perché non sono noti), e che dunque secondo la nostra ipotesi di fondo sono massimamente vulnerabili e impreparati, via via fino a quei comuni che hanno subito forti terremoti in tempi recenti, e quindi sono certamente più 'preparati' rispetto a futuri forti terremoti in virtù di ricostruzioni e ristrutturazioni. Dati e i risultati di questa analisi sono illustrati in un sito web (Figura 6) dedicato che funge da "ponte" verso le banche-dati utilizzate (http://storing.ingv.it/cfti/cftilab/forgotten_vulnerability/).

Riteniamo che questo metodo, basato su una combinazione ragionata di dati apparentemente disomogenei tra loro – provenienti dalla geologia e dalla storia – possa fornire uno strumento operativo utile per perseguire due obiettivi distinti ma ugualmente importanti:

- supportare la definizione di una scala di priorità nella eventuale assegnazione di risorse pubbliche per l'avvio della "messa in sicurezza" o di azioni preventive nei diversi centri, e
- fornire un quadro conoscitivo da utilizzare per aumentare la sensibilità e la consapevolezza di cittadini e amministratori dei territori identificati come maggiormente vulnerabili.

A questo punto diventa legittimo chiedersi: in che relazione sono questi risultati con la classificazione sismica del territorio? Ancora una volta è il tempo a fare la differenza. In Italia, come in quasi tutti i paesi del mondo (fanno eccezione la California e il Giappone, pro-parte) la normativa sismica si basa su modelli indipendenti dal tempo (*time independent*), per i quali la pericolosità sismica di Amatrice oggi è la stessa di quella del 23 agosto 2016. Questo modo di procedere è giustificato sia dalla difficoltà di elaborare modelli dipendenti dal tempo (*time dependent*) in una regione complessa come l'Italia, sia dal fatto che se si progetta un'opera destinata a durare decenni o secoli si deve necessariamente valutare la pericolosità locale in una prospettiva di lungo termine. Ma quando il problema è quello di stilare delle priorità a fronte di risorse non infinite, la situazione si inverte e diventa fondamentale poter disporre di un'analisi dipendente dal tempo, come quella che abbiamo proposto.

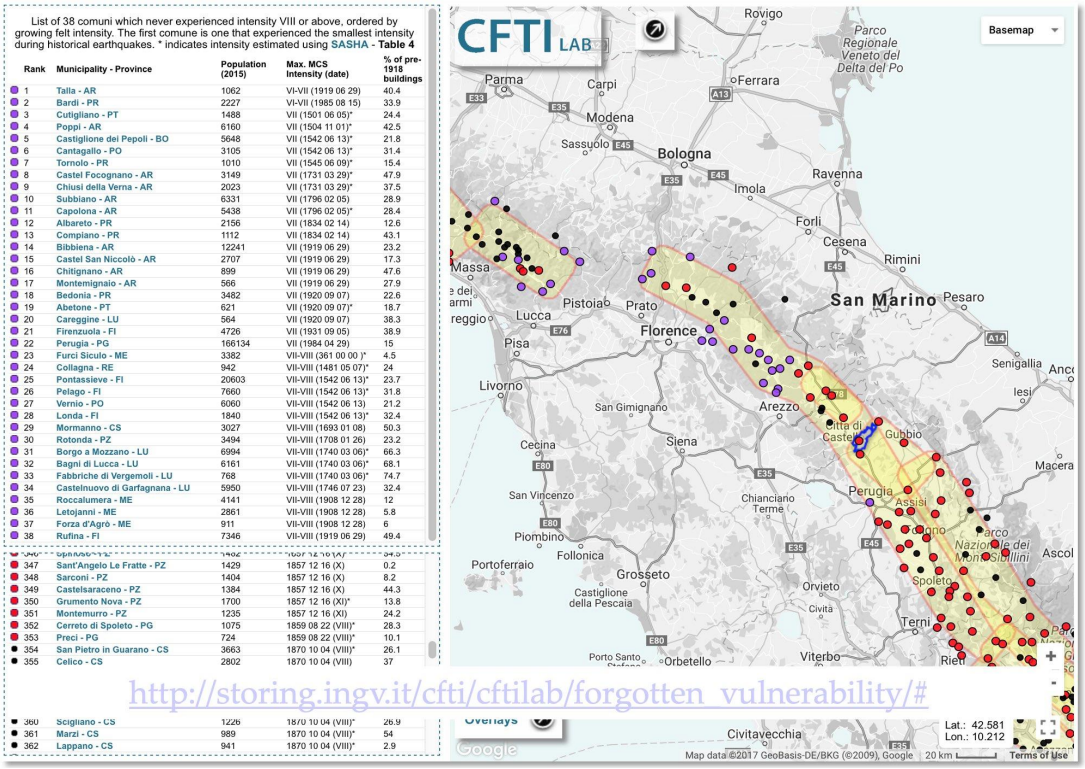

Figura 6 - Una mappa della distribuzione di una parte dei 716 capoluoghi dei comuni (rappresentativi delle intere aree comunali) selezionati con la procedura descritta nel testo (da Valensise et al., 2017). Le aree bordate in giallo rappresentano la proiezione in superficie delle grandi sorgenti sismogeniche che corrono in cima all'Appennino. Sono mostrati; in viola, 38 comuni per i quali non si ha alcuna notizia storica di distruzioni sismiche; in rosso, 315 comuni che corrispondono alle aree comunali che non hanno subito terremoti distruttivi dal 1861 (Unità d'Italia); in nero, 363 comuni ordinati secondo la distanza nel tempo dall'ultimo terremoto distruttivo avvenuto dopo il 1861

In conclusione, può essere incoraggiante sapere che il numero complessivo dei residenti nei 716 comuni selezionati è pari a 3,2 milioni, il 5% circa della popolazione italiana. Sappiamo che la sismicità

dell'Appennino rappresenta circa il 70% dell'energia sismica complessivamente rilasciata in Italia, e se considerassimo anche le altre aree sismiche del Paese potremmo concludere che meno del 10% della popolazione italiana è esposta a scuotimento sismico potenzialmente distruttivo. Si tratta dunque di una quota di territorio relativamente modesta, il che rende meno ardua la sua 'messa in sicurezza', a patto però di scegliere bene dove investire le eventuali risorse disponibili.

Ma perché questo obiettivo è così importante? Per una ragione ovvia e ben nota a tutti, ma che forse tendiamo a dimenticare. Come si è già detto, l'Italia detiene il più vasto patrimonio storico, architettonico e culturale del mondo, in buona parte concentrato nei tanti borghi e paesi posti lungo la dorsale appenninica e in altre zone sismiche ben identificate. In Italia la difesa dagli inevitabili terremoti futuri ha il carattere di un vero e proprio traguardo di civiltà, che segue l'obbligo che come italiani abbiamo contratto per il solo fatto di essere nati in un paese che ospita tanta parte del patrimonio dell'umanità. Tuttavia, al rischio che grava su molte aree del Belpaese fa riscontro una endemica inadeguatezza delle politiche finora adottate, anche per gli equivoci che infestano il dibattito pubblico sul tema. Ad esempio, non è pensabile – come alcuni sostengono ogni volta che si verifica un disastro sismico – che in Italia si possa ricostruire o sostituire tutto il patrimonio abitativo con un'edilizia moderna realizzata in cemento armato, o con altre tecniche costruttive ancora più resistenti ai terremoti: il nostro paese ne uscirebbe del tutto snaturato. A poco valgono quindi i confronti con le pratiche edilizie in uso in luoghi come la California, Giappone, Nuova Zelanda. Come l'esempio di Norcia dimostra plasticamente e inequivocabilmente, rendere i centri storici italiani in grado di sopportare i futuri forti terremoti è certamente possibile, anche se non semplice.

Oggi l'Italia sta traghettando tra un terremoto e l'altro, senza però aver ancora tentato di invertire "in tempo di pace" una rotta che porterà inevitabilmente a nuovi lutti e nuove distruzioni. La statistica e il buon senso ci dicono che non passerà molto tempo prima che una delle tante aree sismiche italiane sia colpita da un nuovo forte terremoto: un evento che avrà una elevata probabilità di trovare una comunità impreparata, nella quale si è persa la memoria dei terremoti del passato, e quindi di colpire edifici che sono stati resi più vulnerabili dal tempo e dalle scelte - o dalle mancate scelte - di chi li abita.

Vedremo nuovi *disastri annunciati*, che feriranno una dopo l'altra diverse zone del nostro paese, causando nuovi lutti e crolli. E a poco sarà valsa l'elaborazione di modelli di pericolosità sempre più perfezionati, anche perché in Italia non esiste una norma che obblighi i proprietari ad adeguare – o anche solo migliorare – i loro edifici alla evoluzione delle conoscenze sui terremoti.

Last but not least, i futuri e inevitabili disastri finiranno anche per offendere l'intelligenza degli italiani, mortificando quasi 40 anni di riconosciuto progresso della sismologia e dell'ingegneria sismica: un progresso fortemente voluto all'indomani del terremoto dell'Irpinia del 1980, ma che ancora oggi fatica ad essere identificato dalle istituzioni come uno strumento di sicurezza e di progresso a vantaggio di tutta la comunità nazionale.

Questo breve resoconto tenta di indicare alcune strade che potrebbero essere seguite da subito per riavviare una programmazione che finalmente ponga un freno a quella costante emorragia di beni monumentali e identitari e di risorse economiche, umane e di coesione sociale a cui purtroppo siamo ormai tristemente abituati.

Bibliografia

Dolce, M., A. Prota, A., B. Borzi e altri (2021). Seismic risk assessment of residential buildings in Italy. Bull Earthquake Eng 19, 2999–3032, doi: 10.1007/s10518-020-01009-5

Guidoboni E., e G. Valensise (2011), Il peso economico e sociale dei disastri sismici in Italia negli ultimi 150 anni. Bononia University Press, ISBN: 978-88-7395-683-9, 552 pagine.

Putrino, V., e D. D'Ayala (2019). Effectiveness of seismic strengthening to repeated earthquakes in historic urban contexts: Norcia 2016, Disast. Prev. Manag. 29, 47–64, doi: 10.1108/ DPM-07-2018-0230.

Valensise, G., G. Tarabusi, E. Guidoboni e G. Ferrari (2017), The forgotten vulnerability: A geology- and history-based approach for ranking the seismic risk of earthquake-prone communities of the Italian Apennines. International Journal of Disaster Risk Reduction, 25, 289–300.

Valensise, G., G. Tarabusi, E. Guidoboni e G. Ferrari (2018), La vulnerabilità dimenticata tra Geologia e Storia: un nuovo approccio per valutare il rischio sismico delle aree appenniniche. Geologia tecnica & ambientale, Quadrimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi, n. 1/2018, 21-31.

NOTA: Il seminario "Perché in Italia i terremoti fanno tanti danni?" del Prof. Gianluca Valensise è stato proposto alla comunità scolastica il 15 maggio 2020.

Gianluca Valensise

gianluca.valensise@ingv.it

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Dipartimento Terremoti - Roma

Gianluca Valensise, geologo di formazione (laurea e dottorato conseguiti presso l'università di Roma "La Sapienza"), si è orientato poi verso la geofisica, conducendo ricerche sulla sismotettonica dell'area italiana, e in particolare sui più grandi terremoti del XX secolo, mediante dati strumentali e osservazioni geologiche e geomorfologiche. Ha svolto ricerche analoghe in California, mettendo a punto nuove tecniche per lo studio delle faglie cieche. Ha collaborato all'impostazione del Catalogo dei forti Terremoti in italia dal V secolo a.C. al XX, e ha ideato il Database of individual Seismogenic Sources (INGV 2000), una banca-dati georeferenziata di sorgenti sismogenetiche italiane, poi estesa all'Europa (2002). Ha coordinato progetti per il miglioramento delle conoscenze sulla sismogenesi e ha contribuito alla nuova Mappa di Pericolosità Sismica in italia, divenuta nel 2006 riferimento della normativa antisismica oggi in vigore, nonché alla prima mappa di pericolosità sismica europea. È autore o co-autore di oltre 90 articoli in riviste scientifiche internazionali, di alcuni libri e di banche-dati di interesse sismologico.