

Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980

Enzo Boschi
Graziano Ferrari
Paolo Gasperini
Emanuela Guidoboni
Giuseppe Smriglio
Gianluca Valensise

Istituto Nazionale di Geofisica
SGA storia geofisica ambiente

Scenari sismici e stime d'intensità: alcune costanti nell'applicazione della scala MCS

Graziano Ferrari e Emanuela Guidoboni

SGA Storia Geofisica Ambiente

La scala macrosismica utilizzata per la classificazione degli effetti sismici di questo catalogo è la Mercalli Cancani Sieberg (MCS) a dodici gradi (Sieberg 1932), integrata dalle notazioni F – *felt* (avvertito) e NF – *not felt* (non avvertito).

L'uso della scala MCS per la determinazione dell'intensità macrosismica di terremoti storici comporta, come per tutte le scale, difficoltà inerenti alla classificazione di descrizioni di tipo qualitativo, spesso disomogenee per livello d'informazioni, per valore semantico delle affermazioni, oltre che per i diversi livelli di esplicitazione dei danni relativi ai diversi contesti, economici ed edilizi.

Come è noto, le scale d'intensità furono compilate per classificare gli effetti di terremoti *sincroni* agli osservatori. Le scale sono quindi strumenti di classificazione fatti per essere applicati a partire da osservazioni *dirette*. Sieberg stesso, nella prima proposizione della MCS (Sieberg 1912), sottolineava sia il peso dell'osservazione diretta dell'ampia varietà di effetti sismici rilevabile, sia i risultati di questa prassi osservativa, applicata in numerosi terremoti di diversi paesi del mondo, rilevando che entrambi questi aspetti avevano ispirato la sua opera di perfezionamento della scala macrosismica formulata in precedenza da Mercalli (1897, 1902).

L'applicazione della scala agli scenari sismici del passato, ricostruiti sulla base di testimonianze scritte, riguarda successive generazioni di ricercatori a partire dagli anni '50 del Novecento. Presenta spesso numerose difficoltà, in quanto tali scenari non sono sempre chiaramente riconducibili agli elementi previsti dai gradi della scala. Nonostante questi limiti, peraltro comuni ad altre analisi di tipo empirico, le scale macrosismiche sono applicate e diffuse come un valido strumento che consente di classificare effetti sismici per i quali non si hanno rilevazioni strumentali, permettendo di confrontare la risposta sismica locale per un elevato numero di eventi nel tempo e per un grande numero di località. Inoltre, come è noto, anche per terremoti accaduti in epoca strumentale, i dati macrosismici forniscono basilari elementi della risposta sismica locale, indispensabili a diversi settori applicativi.

Dall'interpretazione al suggerimento: verso la sdrammatizzazione del grado d'intensità?

Le stime d'intensità attribuite in questo catalogo sono oltre 19.000.

Benché ci si sia voluti attenere ad alcuni circoscritti criteri generali di valutazione, qui nel seguito esplicitati, è possibile che l'utilizzatore riveli talvolta quello che potrebbe essere definito "un balzo soggettivo". Situazioni contestuali implicite o correlazioni con caratteri particolari delle fonti o dei contesti antropici — verso cui l'interprete può avere avuto una particolare attenzione — possono talvolta aver agito da elemento "tarante".

Se da un lato questo aspetto va rilevato all'utilizzatore come un elemento d'attenzione, dall'altro, non va sottovalutato che il problema della parametrizzazione dei cataloghi storici oggi si pone in termini diversi e più dinamici rispetto al passato. I tentativi di "normare" le oscillazioni soggettive dell'interprete, controllandone solo i processi mentali, ci sembrano non pienamente destinati al successo. Con ciò non si intende sottovalutare né il valore della stima d'intensità, da cui derivano i principali parametri

sismici, quali l'intensità epicentrale e l'equivalente macrosismico della magnitudo, né la ricerca di una trasparenza dei codici di lavoro, di cui va certamente favorita l'esplicitazione.

Sono stati anzi esplorati, a lato del catalogo, metodi interpretativi nuovi, come l'applicazione della *fuzzy sets theory*, affidando alla statistica la relazione fra gli elementi semantici descrittivi dello scenario sismico storico e gli elementi previsti nei gradi della scala (Ferrari *et al.* 1995). Tuttavia, riteniamo che la difficoltà di valutare oggettivamente gli effetti dei terremoti storici possa essere oggi in gran parte "sdrammatizzata" dalla disponibilità diretta delle fonti storiche e da una più sensibile interpretazione storiografica. È stata forse proprio la mancanza di un accesso diretto ai testi originali e alla loro valutazione storiografica a rendere insostituibile, fino a ora, il ruolo dell'interprete. La circolazione di cataloghi solo parametrici ha infatti teso a caricare l'interprete di un ruolo primario rispetto sia ai dati *strutturati* nei parametri stessi, sia ai dati *esclusi* da tali parametri, creando una rigidità al catalogo che è forse andata al di là dell'utile. Con un po' d'ironia, i cataloghi dei terremoti sono stati paragonati a un "letto di Procuste": infatti, come si ricorderà, il mitico albergatore della leggenda greca adattava alla misura del letto i suoi ospiti, allungando o accorciando loro le membra, intervenendo quindi sul *contenuto* anziché sul *contenitore* (Boschi *et al.* 1994).

Contribuisce a una nuova sensibilità scientifica anche una diversa concezione della ricerca storica in ambito sismologico, intesa non come un mezzo per la "ricostruzione" di realtà interamente e positivisticamente conoscibili, ma come una relazione dinamica fra *sismicità reale* (quella storicamente accaduta) e *sismicità apparente* (quella desunta dalle ricerche storiche), a cui concorre una complessa rete di riferimenti e di elementi extra testuali, variabile secondo la qualità e l'estensione della ricerca.

In questo senso, la struttura ipertestuale del catalogo facilita non solo le risposte a domande più numerose e qualitativamente nuove, rispetto a quelle previste dai cataloghi tradizionali — allargando quindi la possibile utenza — ma consente anche percorsi valutativi specifici. Il catalogo parametrico è, in quest'ottica, solo uno dei possibili prodotti della ricerca: non a caso in questo catalogo esso ha quasi una funzione di "indice", più che di testo a se stante. È in questo contesto che l'attribuzione del grado d'intensità si avvia forse a divenire un *suggerimento*, piuttosto che un'interpretazione rigida in senso stretto; un suggerimento che dovrebbe essere il più possibile qualificato e motivato, ma non più l'unico filtro fra i dati storici di base e la loro interpretazione.

I criteri seguiti

I criteri qui di seguito esplicitati sulle stime degli effetti hanno guidato complessivamente l'interpretazione macrosismica fin dalle prime ricerche degli anni '80, i cui risultati rielaborati sono confluiti in questo catalogo. A partire dal progetto PERSEUS (1992-93), sono stati introdotti i commenti sintetici sugli effetti risentiti in ciascuna località interessata, con indicazione delle fonti e dei testi utilizzati, per favorire la trasparenza delle attribuzioni (Boschi *et al.* 1992; Boschi *et al.* 1994). Benché si sia cercato di rendere tali sintesi autonome, è opportuna anche la lettura complementare di altre sezioni di commento per favorire la delineazione di quadri più completi. Le interpretazioni possono essere ulteriormente "controllate" dall'utilizzatore attraverso l'archivio delle fonti, che costituisce parte integrante dell'attuale catalogo.

I criteri generali di attribuzione dei gradi sono quelli riconducibili a un confronto diretto fra i quadri descrittivi desumibili dalla ricerca storica e le descrizioni previste dai diversi gradi della scala. Se questo è vero in un'accezione generale, svariati e numerosi sono i casi in cui l'interpretazione può oscillare in mancanza di elementi chiarificatori del contesto esaminato, in relazione ai livelli di approfondimento della ricerca, o al contesto emerso.

Quando la ricerca lo ha consentito, i valori d'intensità sono stati attribuiti cercando

convergenze solo nelle fonti contemporanee. In presenza di contraddizioni, sono state operate scelte suggerite dall'esperienza sul grado di significatività dei singoli effetti associati ai diversi gradi d'intensità; più precisamente, l'applicazione della scala è stata fatta tenendo conto dei seguenti criteri.

I grado: non è stato mai attribuito.

II, III e IV grado: non hanno presentato particolari problemi interpretativi, contenendo una gradualità di effetti facilmente riconoscibili.

V grado: rappresenta il limite superiore di utilizzo della sensibilità e del comportamento umani; dopo questo grado inizia la valutazione del danno.

VI grado: ci si addentra nella valutazione dei danni; l'occorrenza di danni ha presupposto quindi un'attribuzione d'intensità non inferiore al VI grado.

VII grado: è stato attribuito quando sono stati rilevati danni edilizi senza crolli esplicitamente menzionati o molto sporadici.

VIII grado: è stato generalmente considerato la soglia oltre al quale il sistema edilizio evidenzia nel suo insieme cedimenti strutturali gravi. In quest'ottica è stato attribuito quando i crolli rappresentano evidenze statisticamente minoritarie.

IX grado: è stato attribuito quando si sono rilevati danni alla maggior parte degli edifici tali da renderli inagibili (crollo delle pareti esterne, lesioni delle parti portanti, cedimento della struttura). Il IX grado è stato attribuito anche quando, in mancanza di descrizione specifica dei danni, si sono rilevate indirettamente situazioni abitative congruenti con l'inagibilità generale degli edifici.

X grado: è stato attribuito quando si è rilevata la distruzione di tre quarti degli edifici con crolli totali della maggior parte di essi, e comunque in presenza di un'alta percentuale di crolli totali. In mancanza di descrizioni specifiche dei danni, è stato attribuito quando sono state rilevate situazioni abitative congruenti con un tale quadro.

XI grado: è stato attribuito quando le fonti hanno consentito di ritenere avvenuta la pressoché totale distruzione delle costruzioni o, in mancanza di descrizioni specifiche dei danni, quando sono state rilevate situazioni abitative congruenti con un tale quadro.

– Scenari di effetti del tipo previsto dal X e XI grado, nel periodo prima del Novecento, nell'Italia centro-meridionale, sono spesso associati ad abbandoni dei siti abitati e a ricostruzioni in luoghi diversi. In mancanza di esplicite informazioni sui danni, in quadri storici particolarmente poveri di documentazione, si è utilizzato questo indicatore indiretto. Tuttavia, quando il livello della revisione lo ha consentito, sono state chiarite le condizioni dell'abbandono e il significato assunto nel contesto antropico generale.

XII grado: non è mai stato attribuito.

danni: gli effetti di danno sono stati interpretati con riferimento all'*insieme* degli edifici di un sito.

– Gli effetti sugli edifici sono stati valutati prescindendo dalla loro vulnerabilità e tipologia costruttiva. Situazioni di particolare degrado o fatiscenza del patrimonio edilizio sono segnalate nei commenti analitici (si veda CD-ROM) e quindi l'utilizzatore può fare deduzioni o utilizzare eventualmente in modo diverso le testimonianze sui danni.

– Le informazioni extra testuali utilizzate in modo diretto nella valutazione dell'intensità sono relative al numero totale delle case per valutare la parte percentuale del patrimonio edilizio danneggiato. Quando la documentazione lo ha consentito, la sintesi delle informazioni sugli effetti locali ha evidenziato anche le tipologie di danno e la loro consistenza quantitativa, fornendo dati assoluti e percentuali.

– Attestazioni di danni relativi solo a un singolo edificio a tipologia specialistica (chiese, cattedrali, pievi ecc.) in mancanza di altre indicazioni contestuali e in relazione a situazioni abitative particolari (per esempio del periodo medievale), non hanno portato alla valutazione degli effetti in gradi. Numerosi fattori influenzano, infatti, la risposta

sismica di un edificio, soprattutto in presenza di una particolare complessità strutturale o particolari situazioni legate alla geologia di superficie. Com'è noto, non è raro che due edifici vicini subiscano livelli di danno anche molto diversi. Poiché, quindi, gli effetti di un solo edificio non possono essere *rappresentativi* degli effetti subiti dall'insieme degli edifici di un centro abitato, si è preferito non perdere la particolarità del dato usando una classificazione qualitativa, indicata con lettere alfabetiche che separano tipologie di danno secondo un criterio di gravità.

- A crolli e/o lesioni estese dei muri portanti
- B crolli limitati alla parte alta dell'edificio (tiburio, cupole, timpano ecc.)
- C crolli parziali del tetto, volte, catino absidale ecc.
- D cadute di cornicioni, fessurazioni
- E indicazione generica di danni a un singolo edificio.

incertezza: quando le descrizioni degli effetti, per la loro genericità o per talune contraddizioni evidenti, non consentono l'attribuzione univoca di un grado d'intensità è stata indicata questa incertezza con l'attribuzione di due diversi gradi consecutivi. Ciò non significa, ovviamente, che sia stato attribuito un grado intermedio, non previsto dalla scala macrosismica, ma che l'intensità degli effetti potrebbe essere uguale all'uno o all'altro grado. Quando gli effetti più gravi sono riferiti ad un solo edificio di un sito, per il quale non si hanno altre indicazioni (A, B, C, D, E), l'intensità massima indicativa è stata data con un punto di domanda per segnalare l'incertezza dell'attribuzione.

morti: un indizio indiretto di crolli è costituito dal numero dei morti dopo una scossa distruttiva. Tale dato, giustamente, non rientra nel quadro degli effetti previsti dalle scale macrosismiche: infatti, il numero dei morti è fortemente condizionato da almeno due importanti fattori, quali l'ora della scossa principale e i *foreshocks*, che mettono in allarme la popolazione. Solo in taluni casi il numero delle vittime può essere indirettamente correlato a delle tipologie di danno diffuso, anche se l'uso di tali dati richiede sempre una notevole cautela.

aftershocks: la valutazione delle *aftershocks* dei grandi terremoti è stata fatta attraverso il grado d'intensità, pur nella evidente ambiguità interpretativa. Si è comunque preferito non fare uso di dati desunti da leggi di attenuazione, per evitare l'inserimento di dati di natura matematica nel catalogo macrosismico. Valutando gli effetti di scosse avvenute dopo una scossa distruttiva, o comunque più forte, si è evitato di disperdere informazioni superando la tentazione di un certo purismo teorico, che avrebbe sconsigliato l'uso della scala. Gli effetti di scosse successive a una che ha precedentemente danneggiato, in tutto o in parte, gli edifici di un centro abitato, sarebbero ovviamente di impossibile valutazione, sia per la vulnerabilità indotta nel patrimonio edilizio non crollato, sia per il modesto valore statistico del numero di case rimanenti nel centro abitato. Ci si è orientati all'applicazione del grado d'intensità, anche se consapevoli delle notevoli approssimazioni, peraltro già contenute nella scala, e del fatto che l'utilizzatore può comunque puntare direttamente sugli indicatori descrittivi.

– Non di rado un forte terremoto è descritto come l'esito di due o più scosse fortemente distruttive molto ravvicinate, per le quali non esistono descrizioni separate di effetti anche nelle fonti coeve. In questi casi è stato valutato il quadro cumulativo dei danni, esplicitando nel commento generale questa particolare dinamica del fenomeno fisico.

effetti ambientali: spaccature, voragini, frane, cadute di massi non sono stati ritenuti *di per sé* indicatori diretti utilizzabili per l'attribuzione del grado d'intensità, pur riconoscendone la rilevante importanza per la delineazione dello scenario sismico generale e per la conoscenza del fenomeno fisico. Si è preferito mettere a disposizione dell'uti-

lizzatore tali dati, che potranno essere elaborati secondo le diverse finalità delle ricerche e approfonditi sulla base delle fonti originali memorizzate nel CD-ROM.

ringraziamenti

Per i numerosi stimoli dati in questi anni alla discussione sull'attribuzione del valore d'intensità siamo grati a Edoardo Iaccarino, Massimiliano Stucchi e Diego Molin, i cui contributi, anche se spesso non formalizzati, hanno certamente migliorato il nostro lavoro; ringraziamo inoltre Dante Mariotti per aver partecipato in questi anni alla comune riflessione sulle stime d'intensità e per aver avuto un ruolo insostituibile nelle valutazioni macrosismiche di questo catalogo.

bibliografia

- Baggio C. 1993, Il comportamento sismico delle murature storiche, in *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso di Ortigia*, a cura di A. Giuffré, Roma-Bari, pp.242-257.
- Boschi E., Ferrari G. e Guidoboni E. 1992, PERSEUS Project: A GIS for historical seismology, organization and first results, in *Activity Report 1990-1992 and Proceeding. XXIII General Assembly of the European Seismological Commission, International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior, International Union of Geodesy and Geophysics*, Prague, Czechoslovakia, 7-12 September 1992, vol.1, Praha, pp.122-125.
- Boschi E., Guidoboni E. e Ferrari G. 1994, The PERSEUS Project: a Geographical Information System for Historical Earthquakes, in *Storia & Multimedia*, Proceedings of the Seventh International Congress Association for History & Computing, edited by F. Bocchi and P. Denley, Bologna, pp.731-737.
- Braga F., Dolce M. e Liberatore D. 1972, A statistical study on damaged buildings and an ensuing review of the M.S.K.-76 scale, in *ECEE, Athens September 1982*, Publ. II-394.
- Console R. e Gasparini C. 1977, *Le scale macrosismiche*, Istituto Nazionale di Geofisica, Pubbl. n.7.
- Dolce M. e Liberatore D. 1984, Modelli statistici per una scala macrosismica: analisi comparativa sui dati del terremoto del 23/11/80, in *Atti del 2° Convegno Nazionale "L'Ingegneria sismica in Italia"*, Rapallo, 6-9 giugno 1984.
- Ferrari G. e Postpischl 1979, *Le scale macrosismiche*, CNR-PFG, Pubbl. n.387.
- Ferrari G., Gasparini P. e Guidoboni E. 1995, Macroseismic intensity evaluation with the "Fuzzy Sets Logic", in *Terremoti e civiltà abitative, nuove discipline e applicazioni: dieci anni di ricerche*, numero speciale di *Annali di Geofisica* 38, in stampa.
- Grünthal G. (a cura di) 1993, *European Macroscopic Scale 1992 (up-dated MSK-scale)*, Conseil de l'Europe. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, vol.7, Luxembourg.
- Mercalli G. 1897, *I terremoti della Liguria e del Piemonte*, Napoli.
- Mercalli G. 1902, Sulle modificazioni proposte alla scala sismica De Rossi-Forel, *Bollettino della Società Sismologica Italiana* 8 (1902-1903), pp.184-191.
- Molin D. 1995, Consideration on the assessment of macroseismic intensity, in *Terremoti e civiltà abitative, nuove discipline e applicazioni: dieci anni di ricerche*, numero speciale di *Annali di Geofisica* 38, in stampa.
- MSK-81 Seismic Intensity Scale, Report on the ad-hoc Panel, meeting of experts on up-dating of MSK-64 seismic intensity scale, Jena, 1980, in *Thoughts and Proposal for Up-dating of the MSK Intensity Scale, ESC*, Potsdam 1989.
- Sieberg A. 1912, Über die makroseismische Bestimmung der Erdbebenstärke. Ein Beitrag zur seismologischen Praxis, *G. Gerlands Beiträge zur Geophysik* 11 (2-4), pp.227-239.
- Sieberg A. 1932, Erdbeben, in *Handbuch der Geophysik*, vol.4, a cura di B. Gutenberg, Berlin, Tabelle 102, pp.552-554.