BRICKS | TEMA

Tre secoli di scienza dei terremoti in Italia: dal dato alla pericolosità

a cura di:
Graziano Ferrari

pericolosità sismica, sismologia storica, storia della sismologia

Introduzione

In Italia i terremoti continuano a consumare risorse economiche, culturali, vite umane e coesione sociale, in misura sproporzionata rispetto all'eccellenza della tradizione e della ricerca scientifica italiana in campo sismologico. Si intende qui mettere in evidenza alcuni aspetti sconosciuti o poco frequentati della tradizione sismologica italiana, che sono alla base della tradizione sismologica internazionale.

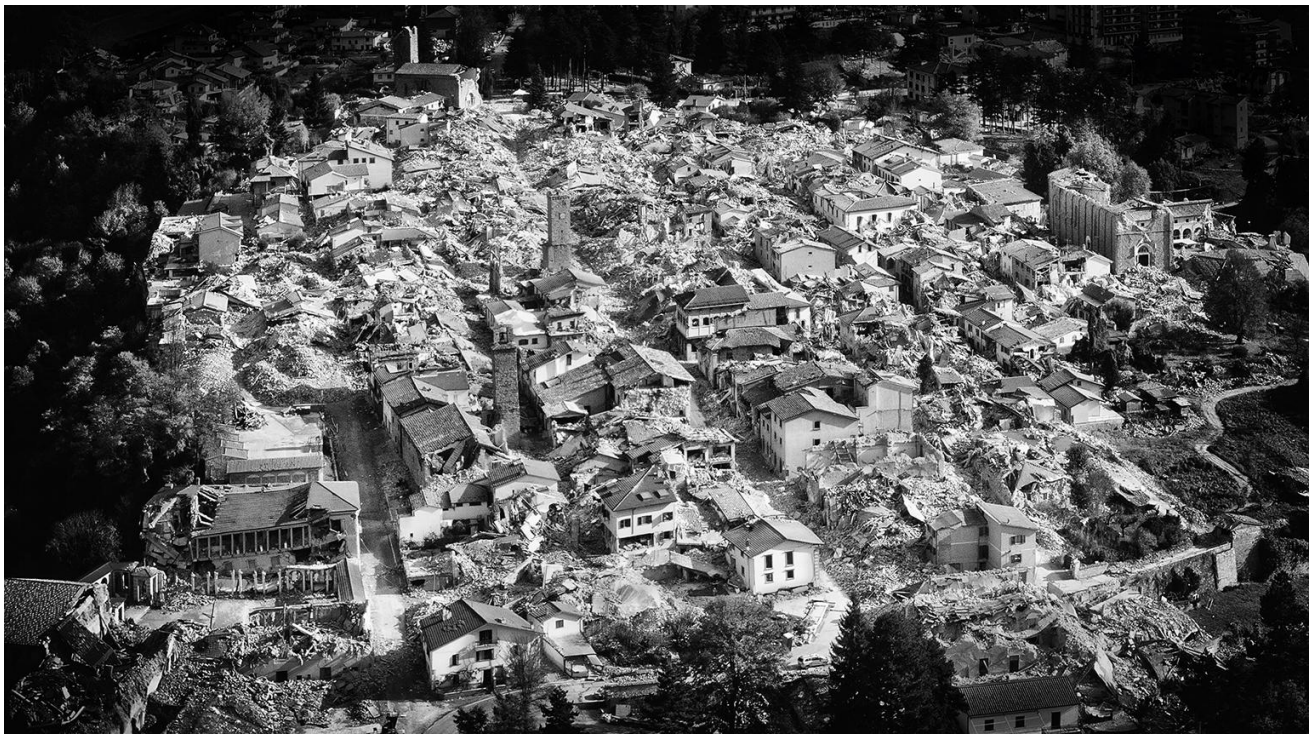


Figura 1 - Veduta aerea di quello che restava di Amatrice dopo i terremoti dell'agosto 2016

Non verrà qui sviluppato il tema della pericolosità sismica, di cui più diffusamente scrivono Gianluca Valensise e Gabriele Tarabusi in questo volume, ma piuttosto delle tipologie di dati utili alla definizione della pericolosità e degli 'strumenti' messi a punto dalla sismologia italiana per la loro determinazione.
Con pericolosità sismica si intende lo scuotimento del suolo atteso in un sito a causa di un terremoto. Essendo prevalentemente un'analisi di tipo probabilistico, si può definire un certo scuotimento solo associato alla probabilità di accadimento nel prossimo futuro. Un elemento chiave per la valutazione della pericolosità è la disponibilità di un insieme di dati completo sui terremoti del passato. Occorre quindi disporre di cataloghi sismici il più estesi nel tempo e più completi possibile. L'Italia vanta uno dei più estesi e completi cataloghi sismici al mondo[1]. Vediamo perché.
Prendiamo spunto dalle parole di Charles Davison che nel 1927, in un volume sui fondatori della sismologia, così sintetizza il contributo dei sismologi italiani allo sviluppo della scienza dei terremoti[2]:

[1] Della grande tradizione italiana nella compilazione di cataloghi sismici oggi due sono in cataloghi principali ufficiali:
a) il catalogo per le elaborazioni di pericolosità sismica, Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2021). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0.* (Rovita et a. 2021);
b) un catalogo, pubblicato per la prima volta nel 1995, per offrire un resoconto completo dei terremoti più forti d'Italia, del loro impatto territoriale, sociale, economico associato: CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). (Guidoboni et al 2018).

[2] "No other country has contributed so much to the mass of earthquake-literature. [...] we owe to Italian seismologists 2002 out of a total of 8500 memoirs, or very nearly one-quarter. If we may assume, however, that, in this and the third chapters, the more important work has been referred to, we shall realise how deeply we are indebted to the seismologists of Italy. We owe to them the first scientific investigation of a series of great earthquakes, the first observatory erected for the study of volcanic and seismic phenomena, the earliest sensitive recording seismoscope, the recognition of the reality of microseismic motions, the founding of the first seismological journal, the device of rational scales of_seismic intensity, a series of maps representmg the varying

nessun altro paese ha contribuito così tanto alla letteratura sui terremoti. [...] dobbiamo ai sismologi italiani 2002 su un totale di 8500 memorie, ovvero quasi un quarto [...] ci renderemo conto di quanto profondamente siamo debitori ai sismologi italiani. A loro si devono:

- la prima indagine scientifica di una serie di grandi terremoti;
- il primo osservatorio eretto per lo studio dei fenomeni vulcanici e sismici;
- il primo sismoscopio a registrazione sensibile;
- il riconoscimento della realtà dei moti microsismici;
- la fondazione della prima rivista sismologica;
- il dispositivo delle scale razionali dell'intensità sismica;
- una serie di mappe che rappresentano la distribuzione variabile dell'attività sismica di un paese;
- indagini dettagliate di alcuni recenti grandi terremoti.

Svilupperò quindi nel seguito la narrazione secondo questo schema, limitandomi a questi primati senza descriverne gli sviluppi successivi.

La prima indagine scientifica di una serie di grandi terremoti

Fra il 5 febbraio e il 28 marzo 1783 cinque terremoti altamente distruttivi (magnitudo da 5.9 a 7) interessarono una vasta area della Calabria meridionale. Questa impressionante sequenza sismica ebbe ampia eco in Europa e numerosi studiosi si recarono nei luoghi del disastro. Fra i primi, Francescantonio Grimaldi (1740-84) e Giovanni Vivenzio (1737-1819), oltre a Francesco Pignatelli (1734-1812) che redasse un ricco calendario delle scosse. All'inizio di aprile una commissione nominata dalla Reale Accademia delle Scienze e delle Belle Lettere di Napoli percorse con attenzione tutta la regione colpita e redasse una relazione di quanto osservato sul campo con il corredo di tavole disegnate dagli architetti Pompeo Schiantarelli e Ignazio Stile (Fig. 2). Fu inoltre occasione per alcuni scienziati del tempo per progettare alcuni fra i primi rudimentali strumenti sismici (Ferrari 2014). Sismoscopi a pendolo erano già stati realizzati per primi in Italia da Nicola Cirillo (1671-1735) e Andrea Bina (1724-1792), rispettivamente per i terremoti del marzo 1731 nel Foggiano e del 1751 di Gualdo Tadino. Cirillo pubblicò i risultati delle sue osservazioni pendolari (Cirillo 1733-34) sulle prestigiose *The Philosophycal Transactions* della Royal Society di Londra e a questo primo documentato esperimento strumentale della sismologia riconduciamo la nascita dei tre secoli di tradizione sismologica italiana.

Il primo osservatorio eretto per lo studio dei fenomeni vulcanici e sismici

Su suggerimento dello scienziato Alexander von Humboldt, nel 1839 il re Ferdinando II di Borbone chiamò Macedonio Melloni (1798-1854), fisico parmigiano di fama internazionale, a ricoprire la cattedra di Fisica dell'Università di Napoli e lo nominò direttore dell'Osservatorio Vesuviano, istituzione che solo nel 1841 vide la posa della prima pietra. L'Osservatorio iniziò la propria attività nel 1848 e costituisce il più antico osservatorio dedicato ai fenomeni geodinamici. Vi hanno operato illustri vulcanologici come Luigi Palmieri - che lo diresse dal 1855 al 1903 - che vi inventò nel 1856 anche il suo famoso Sismografo elettromagnetico (Ferrari 2014), Raffaele Vittorio Matteucci (1846 - 1909) e Giuseppe Mercalli (1850-1914) che lo diresse dal 1911 al 1914. Dal 2001 l'Osservatorio Vesuviano è sezione di Napoli dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

distribution of the seismic activity of a country, and detailed investigations of some recent great earthquakes." Davison 1927, p.119.

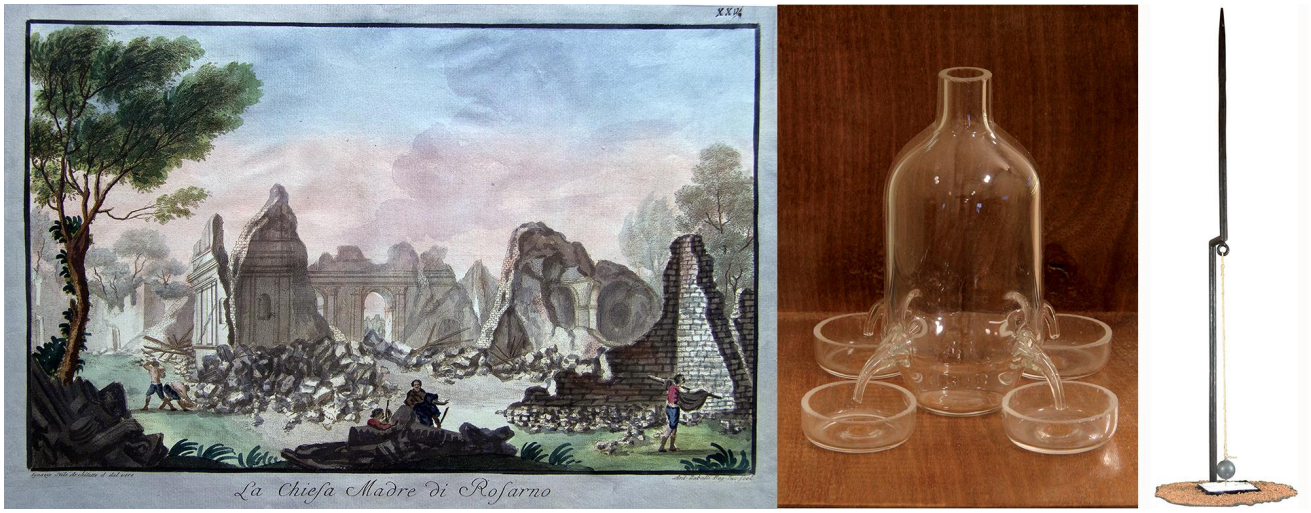


Figura 2 - Da sinistra a destra: tavola relativa alla distruzione della Chiesa di Rosarno dall'Atlante disegnato da Sciantarelli e Stile allegato a Sarconi 1784.; ricostruzione del sismoscopio a mercurio di Atanagio Cavalli (1784); sismoscopio a pendolo di Nicola Zupo (1784)

Figura 3 - Da sinistra a destra: quadro raffigurante l'Osservatorio Vesuviano nel 1844, con lo sfondo del Vesuvio; l'Osservatorio nel 1880, ai tempi della prestigiosa direzione di Luigi Palmieri

Il primo sismoscopio a registrazione sensibile

Nel 1856, appena un anno dopo aver assunto la direzione dell'Osservatorio Vesuviano, Luigi Palmieri realizzò il suo sismografo elettromagnetico progettato per rilevare i moti interni del Vesuvio impercettibili alle persone.

Sono noti due esemplari di questo strumento, ancora esistenti, uno conservato presso il Museo di Paleontologia dell'Università di Napoli, che si ritiene il prototipo, e uno conservato nel museo dell'Osservatorio Vesuviano, realizzato dal costruttore napoletano Giovanni Bandieri.

Lo strumento si compone di due parti: un sensore e un registratore (Fig. 4). Il sensore comprende una serie di apparati per rilevare i movimenti verticali (molle) e orizzontali (pendoli e oscillazione o travaso di mercurio). Il contatto delle parti metalliche terminali del pendolo, della molla e degli apparati collegati ai tubi di vetro con il mercurio sottostante chiude due circuiti elettrici che fanno capo ad altrettante elettrocalamite del registratore. Le parti mobili delle elettrocalamite, attratte a seguito dell'attività del sensore, avviano l'orologio di sinistra (fermo sulle ore 12) che rileva il tempo trascorso dall'inizio della registrazione e l'orologio di destra il cui meccanismo trascina la carta di registrazione. A ogni attrazione delle parti mobili delle elettrocalamite due matite tracciano punti o linee corrispondenti rispettivamente ai

movimenti orizzontali (matita blu) o verticali (matita rossa) delle parti del sensore. Piuttosto che un sismografo nell'accezione attuale della sismologia, si tratta di una strumento che registra per punti i moti di apparati sismoscopici.

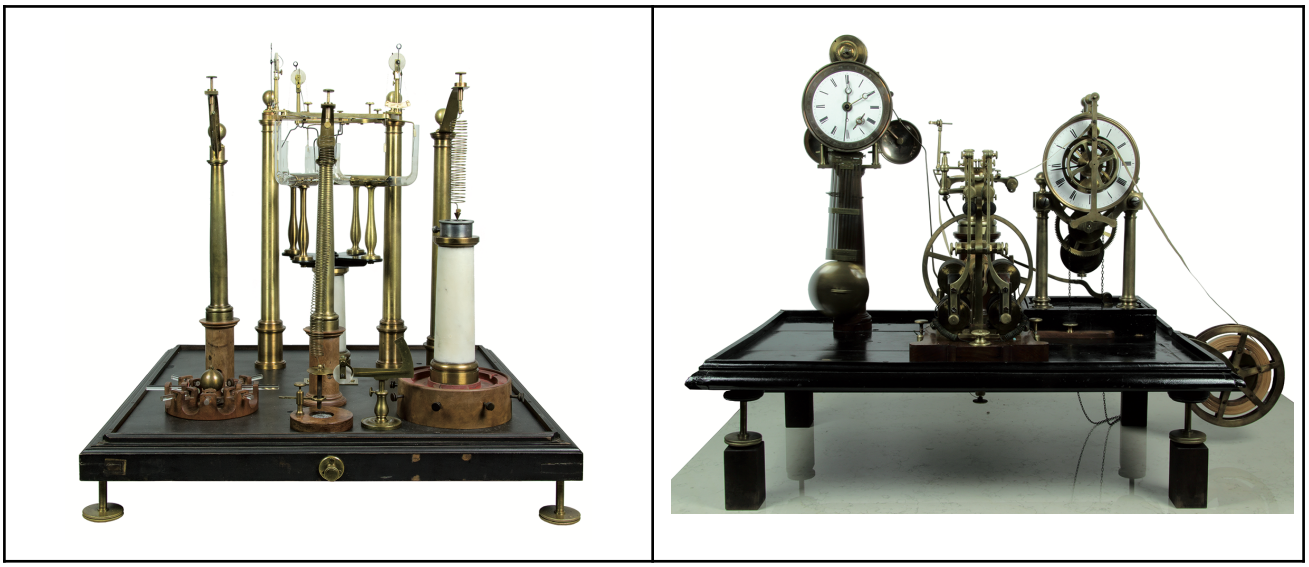


Figura 4 - Sismografo elettromagnetico Palmieri: da sinistra a destra l'apparato sensore e l'apparato registratore

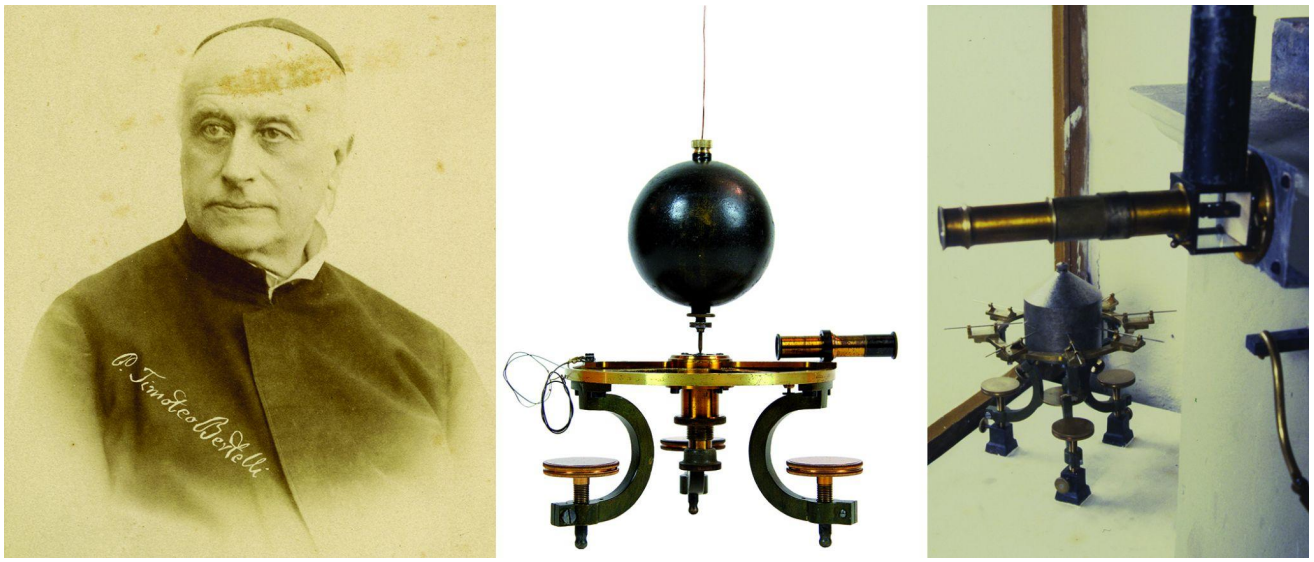


Figura 5 - Da sinistra a destra: Timoteo Bertelli, il tromometro antico con cui Bertelli avviò le sue prime ricerche pendolari e il tromometro nella versione standard

Il riconoscimento della realtà dei moti microsismici

Il fisico Barnabita Timoteo Bertelli avviò osservazioni pendolari sui piccoli e spontanei moti del suolo. Fin dal 1870 Bertelli condusse osservazioni pendolari, prima con un rudimentale sistema, poi facendo costruire un apposito pendolo che chiamò tromometro. Ben presto lo studioso entrò in contatto e in dialettico scambio di vedute con numerosi studiosi in Italia, il più importante dei quali, Michele Stefano de Rossi, ebbe un ruolo fondamentale nella definizione di un modello standard di tromometro (Fig. 5) e nella sua diffusione.

Le condizioni sperimentali delle prime osservazioni di Bertelli[3] non erano molto diverse da quelle di tanti suoi predecessori: un pendolo, un po' di sabbia o una superficie ricoperta di fuliggine.

L'osservazione di piccoli movimenti del pendolo, anche in assenza di terremoti nei pressi della sua sede di Firenze o altrove, convinsero Bertelli ad approfondire il fenomeno per trovare le possibili cause. Con queste ricerche Bertelli aprì nuovi orizzonti all'osservazione strumentale dei terremoti: l'idea che si potessero rilevare i piccoli movimenti del terreno non percettibili all'uomo fece sperare in una concreta possibilità di predisporre modelli per la previsione dei terremoti, sulla base dell'attivarsi della sismicità maggiore attraverso piccole scosse.

La fondazione della prima rivista sismologica

Così Davison dice di M.S. De Rossi[4]: A pochi uomini, forse a nessuno, la sismologia italiana è così profondamente debitrice quanto a Michele Stefano De Rossi (1834-98). Altri dopo la sua morte potrebbero aver contribuito in modo più notevole alla scienza. Fu la fortuna di De Rossi che arrivò in un momento in cui la sismologia era in divenire e che, con la sua energia ed entusiasmo, fu in grado di contribuire al suo progresso.

Nel 1874 Michele Stefano de Rossi avviò la pubblicazione della prima rivista di geodinamica al mondo, il Bullettino del Vulcanismo Italiano [figura 6], curandone la redazione e finanziandone la pubblicazione. La rivista divenne ben presto il resoconto dell'attività della rete sismologica italiana, nata attorno all'esperienza di Bertelli e de Rossi con i tromometri. Fu pubblicata fino al 1898, anno della morte del suo fondatore. Vi trovarono spazio, testimonianze sugli effetti o sulla registrazione di terremoti, progetti di strumenti, dibattiti scientifici.

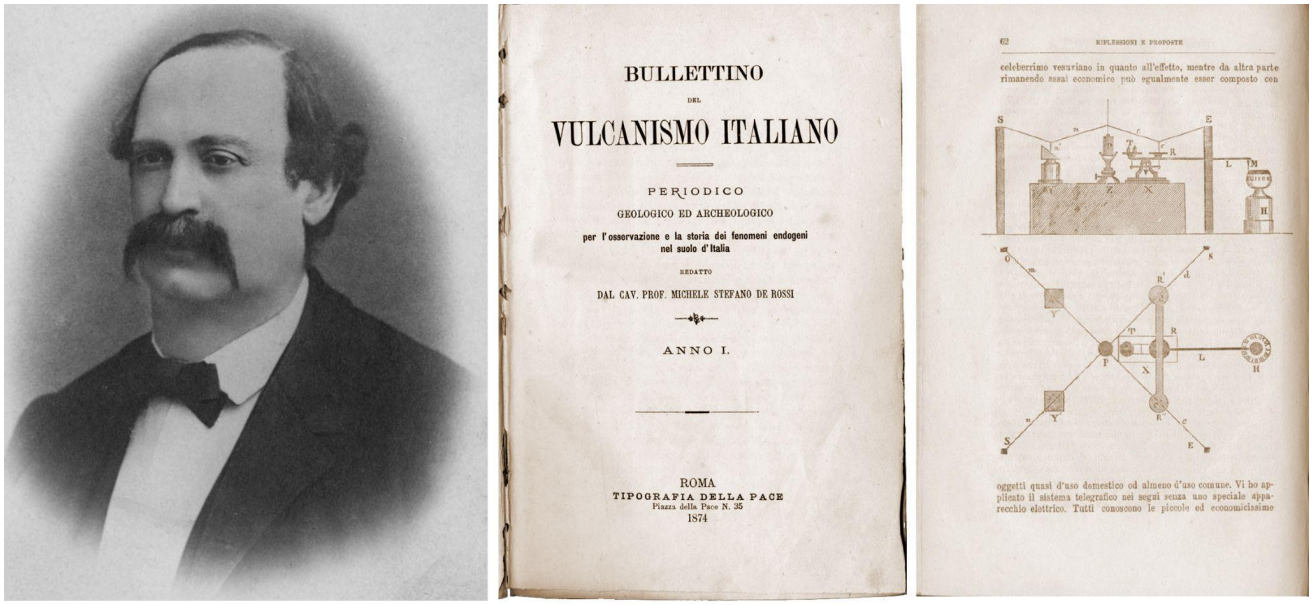


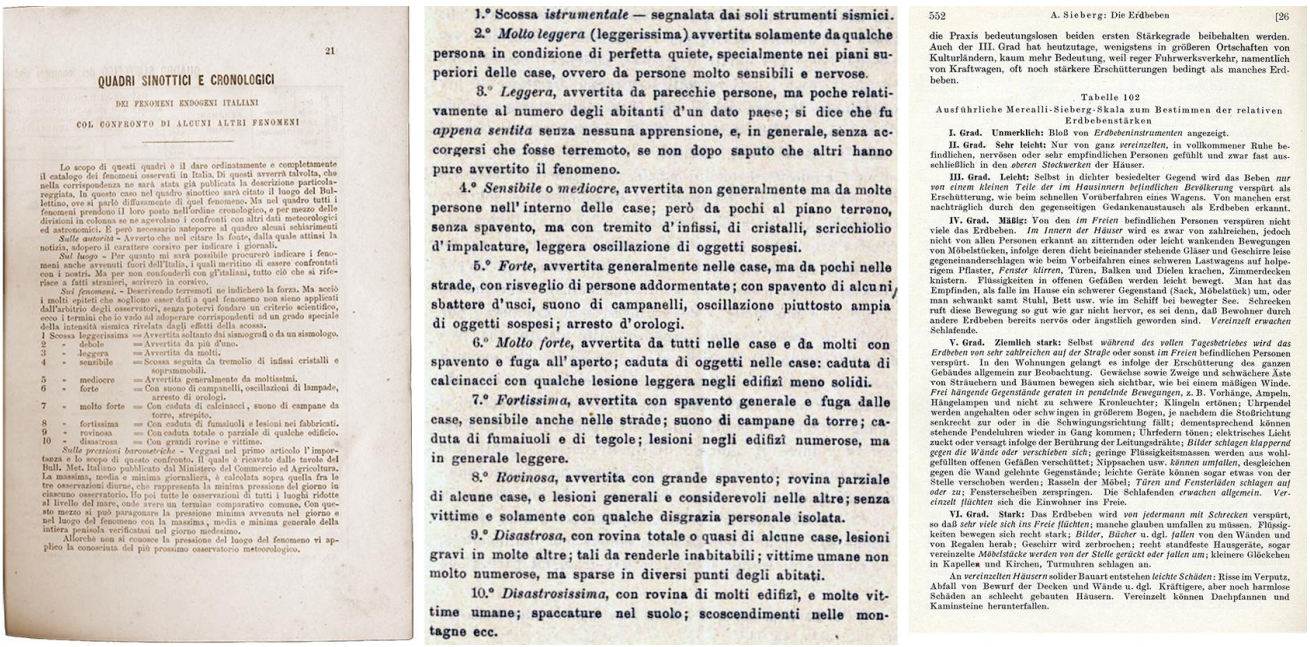
Figura 6 - Da sinistra a destra: Michele Stefano de Rossi, il frontespizio del primo numero del Bullettino del Vulcanismo Italiano (BVI) e uno degli strumenti progettati da De Rossi e descritti sul BVI

[3] Agli inizi, il laboratorio in cui Bertelli conduceva le sue osservazioni "era un andito scuro scuro, basso basso, adibito generalmente a deposito di carbone (...). Il locale è incomodo, le osservazioni non possono farvisi che ginocchioni, la luce esterna non vi penetra da nessuna parte".

[4] To few men, perhaps to no man, is Italian seismology so deeply indebted as to Michele Stefano De Rossi (1834-98). Others since his death may have contributed more notably to the science. It was De Rossi's good fortune that he came at a time when seismology was in the making and that, by his energy and enthusiasm, he was able to contribute to its advance. Davison 1927, p.95.

Il dispositivo delle scale razionali dell'intensità sismica

Le scale di intensità sono state compilate per classificare gli effetti dei terremoti contemporanei agli osservatori. A partire dal 1564, sono state compilate oltre sessanta scale di intensità macrosismica (Ferrari e Guidoboni 2000) e la maggior parte di questi erano pensati per l'uso sul campo, tuttavia con opportuna attenzione sono utilizzate anche per la ricostruzione degli scenari territoriali di terremoti storici. La prima scala, capostipite della più nota scala Mercalli e delle sue derivate, è quella proposta da M.S. De Rossi (figura 7), che si componeva di 10 gradi. Alla prima versione molto scarna, fu lo stesso de Rossi a proporne - nelle pagine del suo BVI - versioni sempre più ricche di dettagli fino alla integrazione con la scala svizzera di François-Alphonse Forel (1841-1912) nel 1883. Quella che ne scaturì, la scala de Rossi-Forel, costituì il punto di partenza per le diverse versioni della scala dell'intensità macrosismica Mercalli, dal 1883 al 1902.



21

QUADRI SINOTTICI E CRONOLOGICI

DEI FENOMENI ENDOGENI ITALIANI

COL CONFRONTO DI ALCUNI ALTRI FENOMENI

Lo scopo di questi quadri è il dare ordinatamente e completamente il catalogo dei fenomeni osservati in Italia. Di questi avverrà talvolta, che nella corrispondenza ne sarà stata già pubblicata la descrizione particolareggiata. In questo caso nel quadro sinottico sarà citato il luogo del Bullettino, ove si parlò diffusamente di quel fenomeno. Ma nel quadro tutti i fenomeni prendono il loro posto nell'ordine cronologico, e per mezzo delle divisioni in colonna se ne agevolano i confronti con altri dati meteorologici ed astronomici. E però necessario anteporre al quadro alcuni schiarimenti

Sulle autorità - Avverto che nel citare la fonte, dalla quale attinsi la notizia, adopero il carattere corsivo per indicare i giornali.

Sul luogo - Per quanto mi sarà possibile procurerò indicare i fenomeni anche avvenuti fuori dell'Italia, i quali meritino di essere confrontati con i nostri. Ma per non confonderli con gl'italiani, tutto ciò che si riferisce a fatti stranieri, scriverò in corsivo.

Sui fenomeni. - Descrivendo terremoti ne indicherò la forza. Ma acciò i molti epiteti che sogliono esser dati a quel fenomeno non siano applicati dall'arbitrio degli osservatori, senza potervi fondare un criterio scientifico, ecco i termini che lo vado ad adoperare corrispondenti ad un grado speciale della intensità sismica rivelata dagli effetti della scossa.

I Scossa	leggerissima	= Avvertita soltanto dai sismografi o da un sismologo.
2 -	debole	= Avvertita da più d'uno.
3 -	leggera	= Avvertita da molti.
4 -	sensibile	= Scossa seguita da tremolio di infissi cristalli e soprammobili.
5 -	mediocre	= Avvertita generalmente da moltissimi.
6 -	forte	= Con suono di campanelli, oscillazioni di lampade, arresto di orologi.
7 -	molto forte	= Con caduta di calcinacci, suono di campane da torre, strepito.
8 -	fortissima	= Con caduta di fumaiuoli e lesioni nei fabbricati.
9 -	rovinosa	= Con caduta totale o parziale di qualche edificio.
10 -	disastrosa	= Con grandi rovine e vittime.

Sulle precisioni barometriche - Veggasi nel primo articolo l'importanza e lo scopo di questo confronto. Il quale è ricavato dalle tavole del Bull. Met. Italiano pubblicato dal Ministero del Commercio ed Agricoltura. La massima, media e minima giornaliera, è calcolata sopra quella fra le tre osservazioni diurne, che rappresenta la minima pressione del giorno in ciascuno osservatorio. Ho poi tutte le osservazioni di tutti i luoghi ridotte al livello del mare, onde avere un termine comparativo comune. Con questo mezzo si può paragonare la pressione minima avvenuta nel giorno e nel luogo del fenomeno con la massima, media e minima generale della intiera penisola verificatasi nel giorno medesimo.

Allorchè non si conosce la pressione del luogo del fenomeno vi applico la conosciuta del più prossimo osservatorio meteorologico.

1.° Scossa *istrumentale* — segnalata dai soli strumenti sismici.

2.° *Molto leggera* (leggerissima) avvertita solamente da qualche persona in condizione di perfetta quiete, specialmente nei piani superiori delle case, ovvero da persone molto sensibili e nervose.

3.° *Leggera*, avvertita da parecchie persone, ma poche relativamente al numero degli abitanti d'un dato paese; si dice che fu *appena sentita* senza nessuna apprensione, e, in generale, senza accorgersi che fosse terremoto, se non dopo saputo che altri hanno pure avvertito il fenomeno.

4.° *Sensibile* o *mediocre*, avvertita non generalmente ma da molte persone nell'interno delle case; però da pochi al piano terreno, senza spavento, ma con tremito d'infissi, di cristalli, scricchiolio d'impalcature, leggera oscillazione di oggetti sospesi.

5.° *Forte*, avvertita generalmente nelle case, ma da pochi nelle strade, con risveglio di persone addormentate; con spavento di alcuni, sbattere d'usci, suono di campanelli, oscillazione piuttosto ampia di oggetti sospesi; arresto d'orologi.

6.° *Molto forte*, avvertita da tutti nelle case e da molti con spavento e fuga all'aperto; caduta di oggetti nelle case: caduta di calcinacci con qualche lesione leggera negli edifizî meno solidi.

7.° *Fortissima*, avvertita con spavento generale e fuga dalle case, sensibile anche nelle strade; suono di campane da torre; caduta di fumaiuoli e di tegole; lesioni negli edifizî numerose, ma in generale leggere.

8.° *Rovinosa*, avvertita con grande spavento; rovina parziale di alcune case, e lesioni generali e considerevoli nelle altre; senza vittime e solamente con qualche disgrazia personale isolata.

9.° *Disastrosa*, con rovina totale o quasi di alcune case, lesioni gravi in molte altre; tali da renderle inabitabili; vittime umane non molto numerose, ma sparse in diversi punti degli abitati.

10.° *Disastrosissima*, con rovina di molti edifizî, e molte vittime umane; spaccature nel suolo; scoscendimenti nelle montagne ecc.

552 A. Sieberg: Die Erdbeben [26

die Praxis bedeutungslosen beiden ersten Stärkegrade beibehalten werden. Auch der III. Grad hat heutzutage, wenigstens in größeren Ortschaften von Kulturländern, kaum mehr Bedeutung, weil reger Fuhrwerksverkehr, namentlich von Kraftwagen, oft noch stärkere Erschütterungen bedingt als manches Erdbeben.

Tabelle 102

Ausführliche Mercalli-Sieberg-Skala zum Bestimmen der relativen Erdbebenstärken

I. Grad. Unmerklich: Bloß von *Erdbebeninstrumenten* angezeigt.

II. Grad. Sehr leicht: Nur von ganz *vereinzelten*, in vollkommener Ruhe befindlichen, nervösen oder sehr empfindlichen Personen gefühlt und zwar fast ausschließlich in den *oberen Stockwerken* der Häuser.

III. Grad. Leicht: Selbst in dichter besiedelter Gegend wird das Beben *nur von einem kleinen Teile der im Hausinnern befindlichen Bevölkerung* verspürt als Erschütterung, wie beim schnellen Vorüberfahren eines Wagens. Von manchen erst nachträglich durch den gegenseitigen Gedankenaustausch als Erdbeben erkannt.

IV. Grad. Mäßig: Von den *im Freien* befindlichen Personen verspüren nicht viele das Erdbeben. *Im Innern der Häuser* wird es zwar von zahlreichen, jedoch nicht von allen Personen erkannt an zitternden oder leicht wankenden Bewegungen von Möbelstücken, infolge deren dicht beieinander stehende Gläser und Geschirre leise gegeneinanderschlagen wie beim Vorbeifahren eines schweren Lastwagens auf holperigem Pflaster, *Fenster klirren*, Türen, Balken und Dielen krachen, Zimmerdecken knistern. Flüssigkeiten in offenen Gefäßen werden leicht bewegt. Man hat das Empfinden, als falle im Hause ein schwerer Gegenstand (Sack, Möbelstück) um, oder man schwankt samt Stuhl, Bett usw. wie im Schiff bei bewegter See. Schrecken ruft diese Bewegung so gut wie gar nicht hervor, es sei denn, daß Bewohner durch andere Erdbeben bereits nervös oder ängstlich geworden sind. *Vereinzelt erwachen* Schlafende.

V. Grad. Ziemlich stark: Selbst *während des vollen Tagesbetriebes wird das Erdbeben von sehr zahlreichen auf der Straße oder sonst im Freien* befindlichen Personen verspürt. In den Wohnungen gelangt es infolge der Erschütterung des ganzen Gebäudes allgemein zur Beobachtung. Gewächse sowie Zweige und schwächere Äste von Sträuchern und Bäumen bewegen sich sichtbar, wie bei einem mäßigen Winde. *Frei hängende Gegenstände geraten in pendelnde Bewegungen*, z. B. Vorhänge, Ampeln, Hängelampen und nicht zu schwere Kronleuchter; Klingeln ertönen; Uhrpendel werden angehalten oder schwingen in größerem Bogen, je nachdem die Stoßrichtung senkrecht zur oder in die Schwingungsrichtung fällt; dementsprechend können stehende Pendeluhren wieder in Gang kommen; Uhrfedern tönen; elektrisches Licht zuckt oder versagt infolge der Berührung der Leitungsdrähte; *Bilder schlagen klappernd gegen die Wände oder verschieben sich*; geringe Flüssigkeitsmassen werden aus wohlgefüllten offenen Gefäßen verschüttet; Nippsachen usw. *können umfallen*, desgleichen gegen die Wand gelehnte Gegenstände; leichte Geräte können sogar etwas von der Stelle verschoben werden; Rasseln der Möbel; *Türen und Fensterläden schlagen auf oder zu*; Fensterscheiben zerspringen. Die Schlafenden *erwachen allgemein. Vereinzelt flüchten* sich die Einwohner ins Freie.

VI. Grad. Stark: Das Erdbeben wird *von jedermann mit Schrecken* verspürt, so daß *sehr viele sich ins Freie flüchten*; manche glauben umfallen zu müssen. Flüssigkeiten bewegen sich recht stark; *Bilder, Bücher* u. dgl. *fallen* von den Wänden und von Regalen herab; Geschirr wird zerbrochen; recht standfeste Hausgeräte, sogar vereinzelte *Möbelstücke werden von der Stelle gerückt oder fallen um*; kleinere Glöckchen in Kapellen und Kirchen, Turmuhren schlagen an.

An *vereinzelten Häusern* solider Bauart entstehen *leichte Schäden*: Risse im Verputz, Abfall von Bewurf der Decken und Wände u. dgl. Kräftigere, aber noch harmlose Schäden an schlecht gebauten Häusern. Vereinzelt können Dachpfannen und Kaminsteine herunterfallen.

Figura 7 - Tre delle principali scale di intensità macrosismica. Da sinistra a destra: quella di De Rossi (1874), la Mercalli nella versione a 10 gradi del 1897 e la Mercalli-Càncani-Sieberg (MCS) nella versione del 1932. Quest'ultima è ancora la scala di riferimento per la classificazione delle effetti dei terremoti storici in Italia

Una serie di mappe che rappresentano la distribuzione variabile dell'attività sismica di un paese

Alla base di questo tipo di cartografia - che oggi chiamiamo di pericolosità sismica - è, ma oggi non solo, un catalogo dei terremoti, una cronologia di eventi sismici di cui sia stata definita una grandezza degli eventi (intensità macrosismica epicentrale, magnitudo ecc.). Esistono, tuttavia, anche cataloghi senza quella che noi chiamiamo parametrizzazione e sono anche molto più antichi e che sono stati alla base dei più recenti approfondimenti. L'Italia vanta forse la più antica tradizione anche in questo settore.

I cataloghi sismici

Il primo catalogo dei terremoti di epoca moderna che si conosca è del fiorentino Giannozzo Manetti, scritto subito dopo il grande terremoto dell'Italia centrale del dicembre 1456. Altri ne seguirono: PIrro Ligorio (1574), Filippo da Secinara (1652) e Marcello Bonito (1691) che, con la sua famosa *Terra tremante*, rappresenta il capostipite storico dei cataloghi sismici europei. Altri ne seguirono nel '700 e, soprattutto dalla seconda metà dell'Ottocento andarono assumendo un carattere scientifico. Dobbiamo tuttavia aspettare l'opera di Giuseppe Mercalli, Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia, pubblicato nel 1883 per avere

il primo catalogo dei terremoti italiani redatto con criteri scientifici e con un primo tentativo di parametrizzazione (data, ora, localizzazione e quantificazione degli effetti maggiori) dei terremoti più distruttivi. Il frutto più maturo e moderno di tutta l'erudizione sismologica fu tuttavia a pieno titolo il grande catalogo di Baratta (1901).

L'eccezionalità dei cataloghi dei terremoti italiani si basa su uno straordinario e prezioso patrimonio storico documentario, uno dei più importanti del mondo, per consistenza quantitativa, diffusione territoriale e ampiezza dell'arco cronologico interessato, 25 secoli (Guidoboni et al. 2018).

Figura 8 - Da sinistra a destra: *Manetti Giannozzo, De terraemotu libri tres*, si tratta del più antico catalogo dei terremoti italiani compilato in occasione della sequenza sismica del dicembre 1456; frontespizi dei cataloghi di Bonito (1691), Mercalli (1883) e Baratta (1901)

Le carte sismiche

Forse il primo a stilare una carta sismica fu Mercalli che la produsse per l'Italia, a partire dal suo catalogo e in allegato a esso (Mercalli 1883) suddividendola secondo quattro periodi storici: 1303-1499, 1502-1631, 1632-1737 e 1750-1849 (Fig. 9). La ragione della curiosa suddivisione cronologica è spiegata dall'autore con l'intenzione di correlare i rapporti cronologici e topografici della sismicità con l'attività dei vulcani italiani in particolare del Vesuvio. La 10 diverse gradazioni del tratteggio indicano livelli crescenti di numero di terremoti forti o distruttivi accaduti nell'arco cronologico considerato.

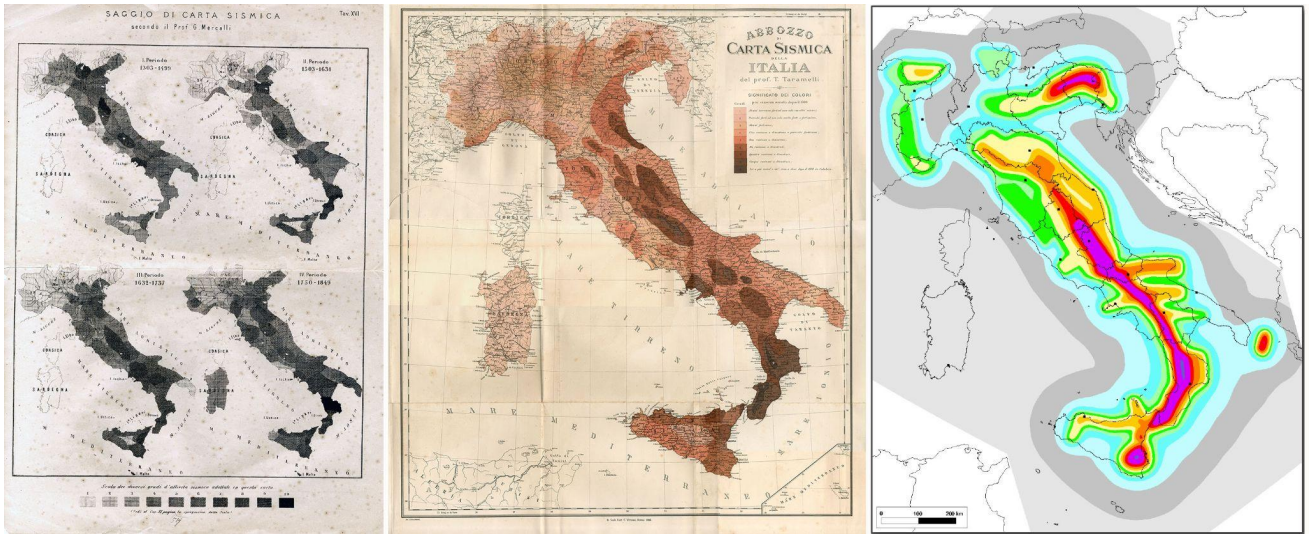


Figura 9 - Da sinistra a destra: Saggio di Carta sismica di Mercalli (1883), l'Abbozzo di Carta sismica d'Italia di Taramelli (1888) e la Carta di pericolosità sismica del territorio italiano del 2004

Alle carte di Mercalli fece seguito nel 1888 un 'prodotto ufficiale' elaborato da Torquato Taramelli su richiesta della Reale Commissione Geodinamica, di cui faceva parte, con "la speranza che questo studio, per quanto preliminare, oltre al guidarci nella scelta delle località dove accrescere od iniziare le osservazioni geodinamiche, ponesse in luce qualche nuovo rapporto dei fenomeni sismici colla natura e colla struttura del suolo" (Taramelli 1888 p. 131). Per quanto queste carte siano molto distanti dalle carte di pericolosità attualmente in uso per la prevenzione, tutte e tre le carte evidenziano la concentrazione in area appenninica e in particolare nell'arco calabro.

Indagini dettagliate di alcuni recenti grandi terremoti.

Dal 1887 al 1920, 8 furono i terremoti di magnitudo maggiore o uguale a 6 che si verificarono in italia, di cui quattro dei più distruttivi interessarono la Calabria meridionale e lo Stretto di Messina (Fig. 10).

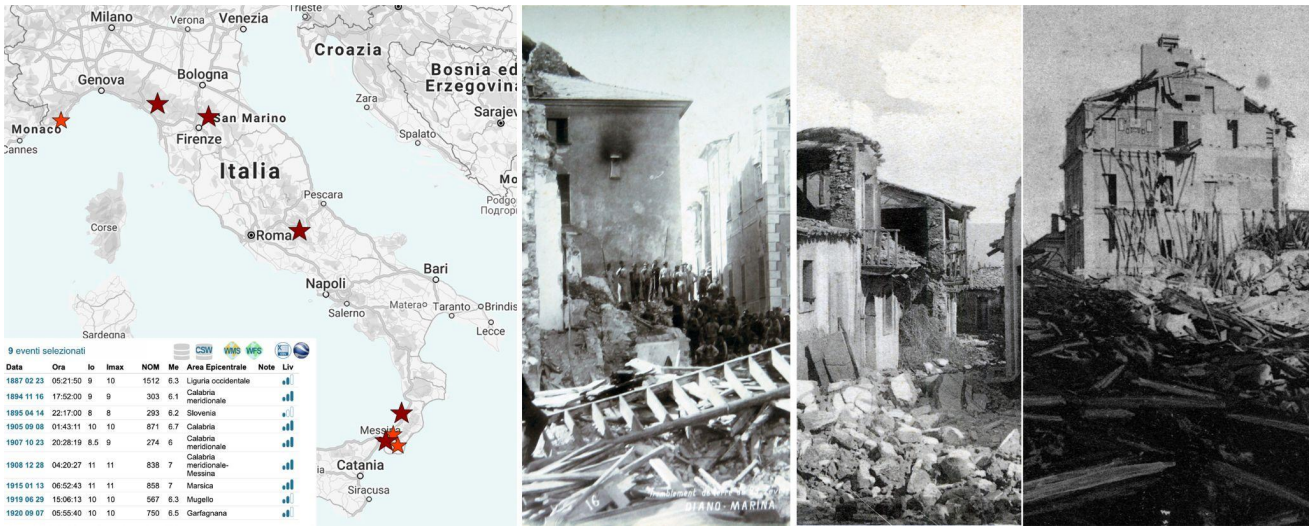


Figura 10 - Da sinistra a destra: mappa dei terremoti di magnitudo maggiore o uguale a 6 accaduti in Italia dal 1887 al 1920, foto di danni a Diano Marina (1887), a Stefanaconi (1905), a Messina (1908) (fonte Guidoboni et al. 2018)

L'estensione e la gravità degli effetti del terremoto della Liguria Occidentale del 23 febbraio 1887 (M 6.0) stimolarono un grande interesse scientifico per questo terremoto (Fig. 11). L'evento segnò l'inizio in Italia delle indagini macrosismiche condotte secondo i criteri già applicati da Robert Mallet in occasione del terremoto della Basilicata del 1857 (si veda lo specifico articolo di G. Ferrari in questo volume) e favorì inchieste macrosismiche basate sulla diffusione di appositi questionari agli osservatori e alle autorità civili e religiose. In particolare, si distingue per esaustività e precisione la relazione di Torquato Taramelli e Giuseppe Mercalli condotta, su incarico del Ministro della Pubblica Istruzione (Taramelli e Mercalli 1888). L'approccio scelto dai due studiosi comportò anche l'adozione di una nuova scala di intensità macrosismica suddivisa in dieci gradi, che superò di fatto la scala de Rossi-Forel utilizzata sino a quel momento. Quest'ultima si manifestava, secondo Taramelli e Mercalli "affatto insufficiente nel nostro caso per indicare la graduazione d'intensità, specialmente per tutta l'area dove questa fu tale da cagionare lesioni negli edifici".

Lo straordinario lavoro condotto dai due studiosi sia con la ricognizione sul campo sia con la raccolta dei questionari ha consentito l'attribuzione di intensità a oltre mille località. Ulteriori approfondimenti su una più ampia estensione territoriale ha consentito l'estensione degli effetti classificati a circa 1500 località.

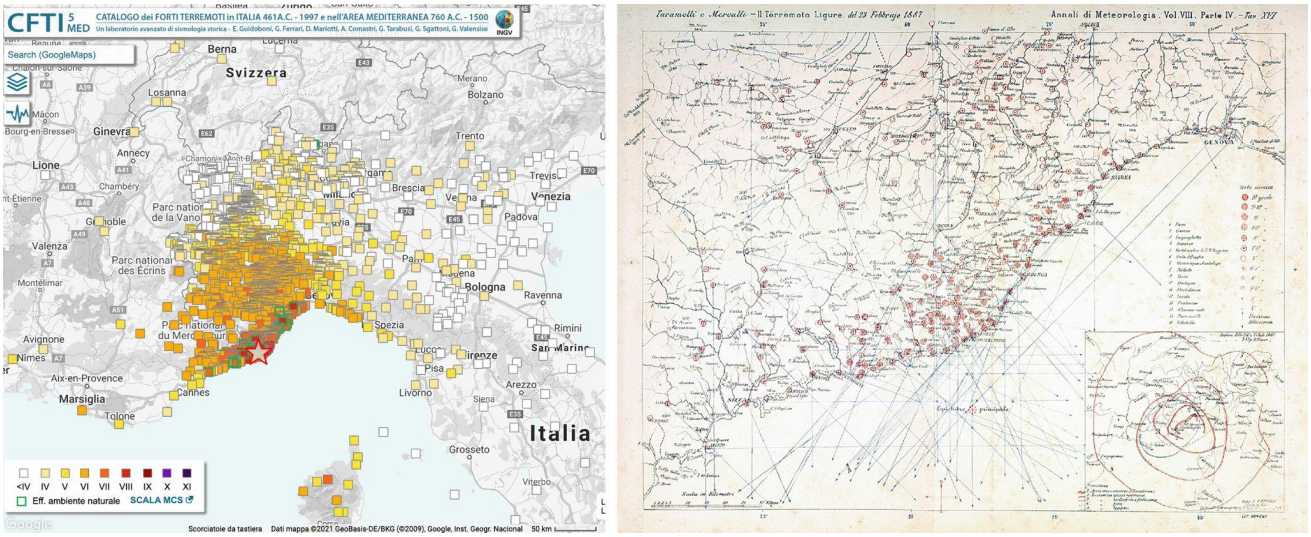


Figura 11 - Da sinistra a destra: mappa della distribuzione territoriale degli effetti interpretati con la scala MCS del terremoto della Liguria Occidentale del 23 febbraio 1887 e mappa riassuntiva dello studio di Taramelli e Mercalli di questo terremoto. Le linee tracciate indicano le direzioni del metodo di Mallet per la localizzazione dell'epicentro del terremoto

Dopo il terremoto della Calabria dell'8 settembre 1905, sulle pagine del quotidiano bolognese *Il Resto del Carlino*, Mario Baratta si scagliò contro il governo che si era assunto una grave responsabilità verso le popolazioni di quei territori per aver ignorato i suggerimenti degli scienziati all'indomani del terremoto del 16 novembre 1894 nella Calabria Meridionale.

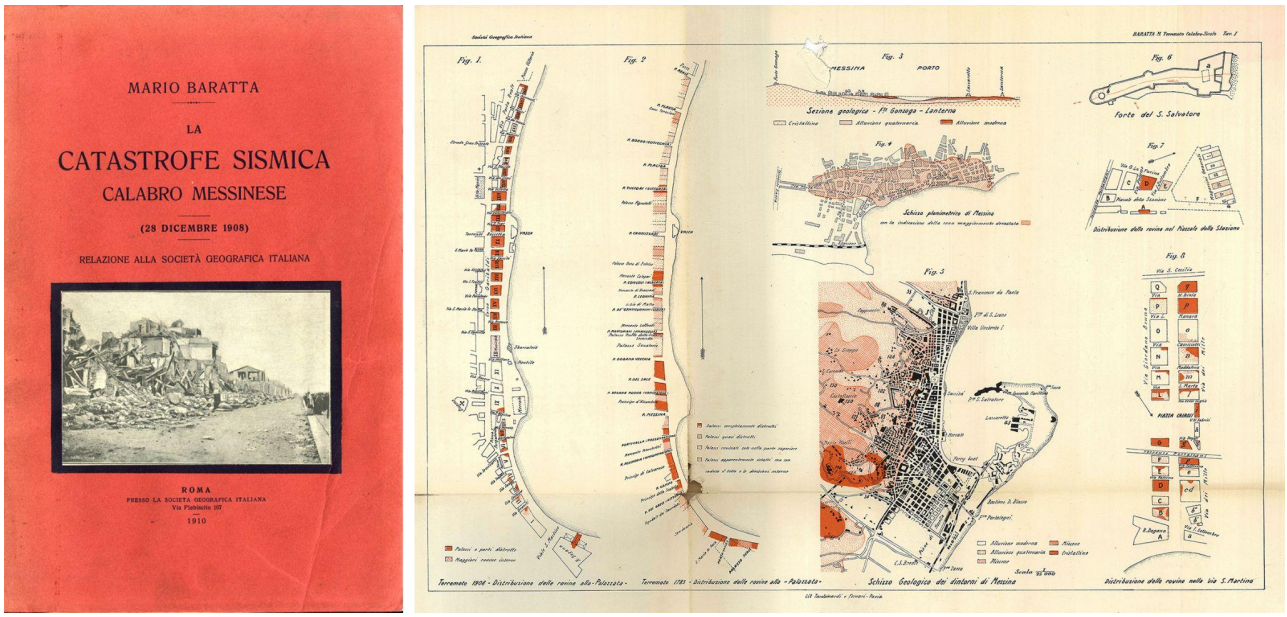


Figura 12 - Copertina e una delle tavole allegate all'opera di Mario Baratta, *La catastrofe sismica Calabro-Messinese*, Società Geografica Italiana, 1910

Baratta a quel tempo, pur nel suo operare solitario, era una delle massime autorità scientifiche in campo sismologico e, all'indomani del terremoto dello Stretto di Messina del 28 dicembre 1908, questo attacco gli costò l'esclusione dalla *Commissione reale incaricata di designare le zone più adatte per la ricostruzione degli abitati colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 o da altri precedenti*. Già da alcuni anni Baratta aveva intrapreso la carriera di geografo presso l'Università di Pavia ed era un apprezzato socio della Società Geografica Italiana. Quest'ultima lo sostenne in una missione di studio solitaria di questo terremoto, in competizione con le commissioni ufficiali. Baratta aveva una sbalorditiva capacità di raccogliere ed elaborare grandi quantità di materiali e di dati. L'impresa riuscì pienamente e fra gennaio e febbraio 1909

egli compì un paio di missioni nel Messinese e Reggino e consegnò il manoscritto del suo studio nel marzo del 1910. L'opera, *La catastrofe sismica Calabro-Messinese* (Baratta 1910), fu pubblicata lo stesso anno e rimase per diverso tempo l'archetipo dello studio di un evento sismico.

Conclusioni

Come si è anticipato questo excursus si è limitato ad accennare e brevemente documentare alcune delle radici della grande tradizione sismologica italiana che affondano nella tradizione sismologica mondiale. Tutte queste esperienze, spesso individuali e al di fuori da contesti pubblici organizzati hanno poi stimolato la creazione di istituzioni tecnico-scientifiche con l'installazione delle prime reti di osservazione strumentale dei terremoti. Con la nascita di una sismologia 'istituzionale', la ricerca ha marcatamente assunto anche una missione sociale oltre che meramente conoscitiva. Una scienza cioè fortemente orientata alla migliore e più dettagliata conoscenza della pericolosità sismica del nostro territorio e ai mezzi per mitigarne gli effetti. La sua espressione è rappresentata dall'erede istituzionale di questa tradizione: l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, uno dei più prestigiosi enti di ricerca geofisica al mondo.

Bibliografia

Baratta M. 1910, *La catastrofe sismica Calabro-Messinese*, Società Geografica Italiana.

Bonito M. 1691, *Terra tremante*, Napoli.

Cirillo, N. 1733-34. Historia terraemotus Apuliam & totum fere Neapolitanum regnum, anno 1731, vexantis, *The Philosophical Transacations*, 38, 79-84.

Davison Ch. 1927, *The founders of seismology*, Cambridge.

Ferrari G e Guidoboni E. 2000, Seismic scenarios and assessment of intensity: some criteria for the use of the MCS scale, in Catalogue of Strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997. *Annali di geofisica,* vol. 43 (4), pp. 707-720.

Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G. (2018) - CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). doi: https://doi.org/10.6092/ingv.it-cfti5

Manetti G., *De terraemotu libri tres, Biblioteca Apostolica Vaticana*, cod. Urbinate lat 5, cc.l61 r-215v,

Mercalli G. 1883, *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia*, Milano.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2021). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3*Catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI15);

Sieberg A. 1932, Erdbeben, in *Handbuch der Geophysik*, vol.4, a cura di B .Gutenberg, Berlin, Tabelle 102, pp.552-554.

Taramelli T. e Mercalli G. 1888, I terremoto ligure del 23 febbraio 1887, in "Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano", s.II, vol.8, parte 4, a.1886, pp.331-626, con 4 tavole.

Tarabusi G., Ferrari G., Ciuccarelli C., Bianchi M.G., Sgattoni G., Comastri A., Mariotti D., Valensise G., Guidoboni E. (2020) - *CFTILab, Laboratorio Avanzato di Sismologia Storica.* Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). *https://doi.org/10.13127/CFTI/CFTILAB*

NOTA: *Il seminario "Tre secoli di scienza dei terremoti in Italia: dal dato alla pericolosità" è stato proposto alla comunità scolastica l'8 maggio 2020.*

Graziano Ferrari

graziano.ferrari.history@gmail.com

Associato di Ricerca INGV

Dal dicembre 2007 al giugno 2019 è stato Dirigente di ricerca dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e responsabile del Progetto SISMOS e dell'Ufficio sui beni culturali di INGV. Da oltre quarant'anni si occupa del recupero, dell'analisi ed elaborazione dei dati storici di eventi naturali estremi (terremoti, eruzioni vulcaniche, frane, alluvioni ecc.). Ha partecipato a numerosi gruppi e progetti di ricerca, anche con ruolo di coordinamento. È autore o co-autore di circa 150 pubblicazioni, di cui 15 volumi, fra cui il Catalogo dei forti terremoti in Italia, e promotore di numerose manifestazioni divulgative sui rischi da eventi naturali estremi e sulla loro mitigazione.