

PUBBLICAZIONI
DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA
DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
diretto dal prof. ANTONINO LO SURDO Accademico d'Italia

N. 83

CARLO MORELLI

SULLA RAPPRESENTAZIONE
CARTOGRAFICA DELLA SISMICITÀ

ROMA
ANNO MCMXLIII-XXI

*Estratto dal "Bollettino della Società Sismologica Italiana,,
vol. XXXIX, N. 1-2, 1941*

Sulla rappresentazione cartografica della sismicità

§ 1: Introduzione. - § 2: Metodi basati sulla frequenza. - § 3: Metodo basato sull'intensità. - § 4: Metodi basati sull'equivalenza fra frequenza ed intensità: Scuola Italiana. - § 5: Cenno di un nuovo metodo di rappresentazione cartografica della sismicità.

SUNTO: Data la definizione di sismicità e stabiliti i suoi caratteri distintivi, si espongono brevemente i vari criteri finora seguiti nella rappresentazione cartografica di essa, per concludere con la proposta di un nuovo metodo, in cui detti caratteri vengono considerati e rappresentati contemporaneamente, ma separatamente.

§ 1: INTRODUZIONE.

La cartografia, cioè la scienza che si occupa della preparazione e costruzione delle carte, presenta problemi e metodi diversi a seconda degli elementi che si vogliono rappresentare; e, in generale, si può asserire che per ogni fattore che si è voluto considerare, fosse esso di carattere fisico o statistico o di altra natura, si è trovato finora sempre, e senza eccessiva difficoltà, un metodo di rappresentazione soddisfacente sotto tutti gli aspetti.

Ben diversamente però sono andate le cose quando si è trattato di rappresentare il carattere sismico di una regione. Infatti, sia per essere stato il fenomeno sismico fino al secolo attuale fra i fenomeni naturali uno dei meno conosciuti, sia per le varie e mutevoli modalità con cui si presenta, come anche perchè i dati ricavati sono risultati finora — e spesso risultano anche ora — quasi sempre tutt'altro che rigorosi scientificamente, la rappresentazione cartografica della sismicità presenta attualmente notevoli difficoltà e gli indirizzi fino ad ora seguiti differiscono non soltanto nelle modalità particolari di rappresentazione, quali per esempio la scelta dei mezzi convenzionali, ma anche nel metodo seguito e nel concetto fondamentale: prova questa evidente dell'incertezza che ha dominato in questo campo.

Ci proponiamo perciò di passare anzitutto brevemente in rassegna i principali metodi finora seguiti, mettendone in evidenza i criteri informativi, per ottenere anche una visione più chiara del problema; e di esporre quindi un nuovo metodo di rappresentazione cartografica della sismicità, che sviluppa essenzialmente il concetto della Scuola Italiana, ma lo scinde nei suoi fattori costituenti secondo i principi della cartografia sismica moderna e lo completa con la considerazione di altri fattori indispensabili.

Conviene qui ricordare che i caratteri fondamentali che senz'altro si possono distinguere nell'abito sismico di una regione sono l'*intensità* manifestata dalle singole scosse e la *frequenza* con la quale sono state avvertite in un dato periodo di tempo. Questi caratteri sono quelli che si è cercato finora di mettere in evidenza nella rappresentazione cartografica della sismicità; ed a seconda della minore o nessuna importanza data nell'elaborazione ad uno di essi ne sono risultati i diversi metodi di rappresentazione che ora esporremo.

Per eliminare dubbi nel seguito, diamo la seguente

Definizione: intendiamo per *sismicità* di una regione l'attitudine da essa manifestata ⁽¹⁾ ad andare soggetta a movimenti sismici, considerati nei loro effetti.

Consideriamo *caratteri distintivi della sismicità:*

- 1) l'*intensità*;
- 2) la *frequenza*;
- 3) la *profondità ipocentrale*;
- 4) la *natura delle scosse* ⁽²⁾.

Ricordiamo ancora qui, poichè non si possono includere nelle distinzioni che seguono, i primi tentativi di carte sismiche, il cui valore è puramente storico soprattutto per l'insufficienza ed imperfezione degli elementi a disposizione: quello del *Berghaus* (1837-48), che dedicò una carta del suo atlante fisico alle manifestazioni sismiche e vulcaniche; del *Mallet* (1858), che cercò di rappresentare nel suo mappamondo sia l'intensità che la frequenza dei terremoti; del *Milne* (1903), che raggruppò

⁽¹⁾ Come conseguenza della definizione di sismicità ne viene che la carta della sismicità di una regione rappresenta e compendia la storia dei terremoti di quella regione.

⁽²⁾ Non è forse inutile osservare che una *carta sismica* non deve essere necessariamente una *carta della sismicità*; e che quindi ogni carta che rappresenti anche uno solo dei 4 caratteri distintivi della sismicità, o qualche altro fattore da essi dipendente, è una carta sismica, ma non rivela che uno degli aspetti sotto cui si presenta l'abito sismico della regione.

265 telesismi registrati dal 1899 al 1903 in 12 regioni; e, in Italia, del *Boccardo* (1869), che nel suo nuovo mappamondo rappresentò le principali regioni sismiche.

§ 2: METODI BASATI SULLA FREQUENZA.

Questi metodi considerano essenzialmente il numero delle scosse avvertite in un determinato periodo di tempo, senza tenere alcun conto della loro intensità: sono quindi tutti affetti da questa imperfezione capitale, in quanto trascurano completamente uno dei due caratteri che non solo è fondamentale, ma è anche praticamente il più importante.

Unico vantaggio, per così dire, che questi metodi hanno rispetto a quelli basati sull'intensità è quello di risentire meno l'influenza dei fattori personali e regionali. Difatti, come è noto, la valutazione dell'intensità si effettua con riferimento a scale sismiche, le quali si dividono essenzialmente in tre tipi: scale *empiriche*, in cui le scosse vengono classificate in diversi gradi in base agli effetti prodotti sulla popolazione e sugli edifici delle regioni colpite; scale *assolute*, in cui, pur mantenendo una corrispondenza fra i valori dei singoli gradi e gli effetti prodotti, l'intensità del terremoto viene stabilita in base all'accelerazione massima del movimento sismico; e scale *logaritmiche* (II), in cui l'intensità viene computata come una funzione logaritmica della massima ampiezza dello spostamento ad una determinata distanza.

Il primo tipo è quello che finora è stato quasi esclusivamente usato; ed è perciò che la valutazione dell'intensità è stata finora un elemento troppo relativo, perchè basato sugli effetti che il terremoto produce sui sensi dell'uomo e sugli elementi del suo ambiente, cioè su elementi variabili da individuo a individuo e da regione a regione.

Nei metodi basati sulla frequenza possiamo distinguere una ulteriore suddivisione, a seconda che la frequenza s'intenda riferita ad un'intera regione oppure ad una *singola località*.

a) Fra i primi, ricordiamo che il sistema delle *isofigme*, ossia curve di uguale frequenza, consiste nel racchiudere mediante linee tutti quei punti della regione considerata nei quali è stato avvertito lo stesso numero di scosse nello stesso tempo.

Questo metodo è stato variamente usato, specialmente nel Giappone e nelle isole Filippine; ed è stato ripreso recentemente

dal *Renquist* (10) per la Finlandia (1). Esso permette di rappresentare la vivacità sismica di una regione, e può anche dare buoni risultati nello studio della distribuzione delle scosse successive ad un terremoto di grande intensità.

Ma, oltre al capitale inconveniente già menzionato, esso ne presenta degli altri. Infatti, il sistema presuppone che le osservazioni vengano compiute con la stessa diligenza in punti sparsi uniformemente sull'intera regione: condizione questa che in pratica ben difficilmente può realizzarsi. Inoltre, sia ragioni di ambiente o di attività estranea, come anche la natura degli strati superficiali del suolo, possono far passare in certi casi inosservate le scosse più deboli.

Quindi, nelle singole zone in cui viene divisa una regione col metodo delle isofime le anomalie si possono presentare numerose, tanto da infirmare l'attendibilità di tale rappresentazione cartografica.

b) Un metodo basato sulla frequenza riferita alle singole località, anzi ai singoli centri sismici, è quello dovuto al *Montessus de Ballore* (7) (8), che nel suo studio sulla sismicità della terra si era proposto di costruire le varie carte in modo che queste fossero paragonabili tra loro. Il metodo, variamente elaborato e perfezionato, consiste essenzialmente nel rappresentare ciascun centro sismico mediante un cerchio nero la cui grandezza è proporzionale al numero delle scosse.

Oltre al difetto fondamentale comune a tutti questi metodi, al quale il Montessus è stato indotto per le grandi difficoltà che s'incontrano nell'apprezzare l'intensità e per le ragioni esposte a pag. 3 (2), esso presenta l'altro inconveniente di rappresentare soltanto i centri sismici, reali o supposti: quindi, in nessun caso esso riproduce l'abito sismico di una regione, perchè la maggior parte della sua superficie scossa è tale perchè il movimento vi si è propagato da un altro centro sismico più o meno vicino, senza cioè che ogni punto in movimento sia stato necessariamente esso stesso un centro sismico.

Inoltre, questo metodo trascura completamente le caratteristiche litologiche e tettoniche della regione, in quanto non considera l'estensione raggiunta dalle singole scosse, la quale, oltre ad essere funzione dell'intensità e della profondità ipocentrale, dipende anche dalle particolari condizioni del sottosuolo.

(1) Il *Renquist* è portato a ritenerlo idoneo alla rappresentazione della sismicità perchè ammette senz'altro che una frequenza elevata sia indice di grande sismicità.

(2) Il metodo — come osserva il *Sieberg* [v. (12), pag. 686] — più che dare un'idea della sismicità serve ad indicare la diligenza del cronista.

Un ultimo difetto non certo trascurabile e diretta conseguenza del primo è che nel metodo del Montessus de Ballore i terremoti di piccola intensità, che sono di gran lunga i più numerosi, portano il contributo preponderante: sono quindi essi a dare in questo metodo l'impronta fondamentale all'abito sismico della regione in esame, pur essendo evidentemente i meno importanti.

Infine, è opportuno osservare che questo metodo risente ancor più dei precedenti l'influenza della densità di popolazione e delle condizioni di vita locale: difatti nei precedenti, dove la superficie considerata è relativamente vasta, ci può essere qualche probabilità che queste influenze vengano compensate dall'estensione.

§ 3: METODO BASATO SULL'INTENSITÀ.

Partendo dal presupposto che le ricerche sulla distribuzione geografica della sismicità devono prefiggersi come scopo la determinazione delle regioni in cui sono stati avvertiti terremoti, mettendo soprattutto in evidenza quelle zone in cui l'attività sismica ha prodotto danni o distruzioni, e deplorando come la sopravvalutazione dell'importanza della frequenza abbia condotto a concezioni anche completamente errate, il Sieberg introduce nella sua opera classica sulla geografia sismica (13) un metodo di rappresentazione cartografica della sismicità in cui questa viene messa in evidenza esclusivamente attraverso *la massima intensità* che i movimenti sismici hanno raggiunto in una regione, dando pure opportuno risalto alle sue caratteristiche tettoniche.

Così, mediante opportuni segni convenzionali, vengono rappresentati i centri sismici suddivisi in *grandi, medi e piccoli* a seconda che la loro massima manifestazione abbia interessato una superficie estesissima, oppure una regione non troppo vasta, ovvero sia stata di carattere puramente locale. Con lo stesso criterio, le varie località vengono rappresentate diversamente a seconda dei massimi danni da esse riportati, e precisamente vengono distinte in *distrutte, danneggiate e non danneggiate*; mentre per le regioni un'opportuna tratteggiatura distingue quelle in cui vi sono state distruzioni da quelle in cui sono stati soltanto danni e da quelle in cui le scosse non ne hanno prodotti.

Questo metodo si può ritenere indubbiamente più soddisfacente di quelli basati soltanto sulla frequenza; ma neppure esso può considerarsi completo perchè, trascurando del tutto questo fattore, la rappresentazione cartografica che ne consegue più che quale rappresentazione della *sismicità* di una regione si deve ri-

guardare quale rappresentazione del *pericolo* che presenta la sua sismicità ⁽¹⁾.

Difatti non si può considerare alla stessa stregua la sismicità di una regione in cui, per esempio, venga ricordata una sola scossa di media intensità e di un'altra che sia tormentata spessissimo da scosse anche della stessa intensità; nè reputiamo si possa considerare del tutto trascurabile la sismicità di quelle zone in cui le scosse si susseguono quasi ogni giorno, soltanto perchè sono state finora sempre molto lievi.

§ 4: METODI BASATI SULL'EQUIVALENZA FRA FREQUENZA ED INTENSITÀ: SCUOLA ITALIANA.

Il merito di aver cercato per primi di introdurre nella rappresentazione cartografica della sismicità il fattore importantissimo dell'intensità, riconoscendo come fondamentale il canone che i terremoti più notevoli per intensità sono i più adatti a rivelare l'abito sismico di una regione ed ammettendo che ogni metodo che non tenga conto di entrambi i caratteri essenziali della sismicità — intensità e frequenza — non può dare se non una rappresentazione incompleta di essa, spetta esclusivamente ai nostri *Mercalli, Taramelli e Baratta*.

Il *Mercalli* per primo, per rappresentare cartograficamente la sismicità, ha creduto opportuno di suddividere l'intensità in 10 gradi secondo quella scala empirica ed arbitraria che, lievemente modificata nel seguito, porta il suo nome ed è stata fino ad oggi generalmente adottata; ed in base al catalogo dei terremoti italiani da lui raccolto (1883) ha costruito quattro piccole carte, comprendenti rispettivamente i periodi 1303-1499, 1502-1631, 1632-1737, 1750-1849, in cui cerca di mettere in evidenza in una sola rappresentazione sia l'intensità che la frequenza dei maggiori movimenti sismici che hanno colpito il nostro paese, e mostra come entrambi questi elementi varino coi secoli in una determinata zona.

Negli studi successivi e più particolareggiati (6) che lo stesso autore ha compiuto sui terremoti liguri e piemontesi vien tenuto però conto anche delle scosse minori, che nel lavoro precedente erano state trascurate sia per semplificarlo come pure per la piccolezza del rapporto della carta ⁽²⁾.

(1) Cioè, abbiamo ancora una « carta sismica », ma non ancora una « carta della sismicità ».

(2) Al *Mercalli* si deve pure la distinzione, importantissima per la topografia sismica, dei terremoti in *corocentrici* ed *esocentrici*.

Per meglio chiarire la topografia sismica ed i possibili rapporti con la tettonica del nostro paese, nel 1888 il *Taramelli* fondava insieme in una scala maggiore le quattro cartine del *Mercalli*, leggermente modificate ed integrate con notizie di altri terremoti. Il metodo rimaneva però lo stesso, ed i raggruppamenti dei due elementi fondamentali in 9 gradi di sismicità sono dello stesso tipo di quelli del *Mercalli*.

Qualche anno dopo, e precisamente nel Congresso Geografico Italiano di Genova nel 1892, *Mario Baratta* iniziava con una serie di carte riguardanti la distribuzione annuale dei terremoti in Italia nel quinquennio 1887-1891 il ciclo delle sue pubblicazioni sulla topografia dei terremoti, cui egli dedicò poi tutto il resto della sua vita.

Il metodo seguito non differisce di molto da quello già introdotto dal *Mercalli* e dal *Taramelli*: soltanto che al *Baratta* non sfuggì il fatto che la massima importanza si dovesse dare all'intensità, tanto è vero che nelle sue carte, anche regionali o comprendenti brevi periodi di tempo dove tendono a predominare le scosse mediocri o leggere — quelle cioè avvertite con maggior frequenza — cercò sempre di attribuire il maggior peso ai terremoti di intensità tale da produrre almeno danni ⁽¹⁾.

Egli mise in evidenza che, dei terremoti di maggior intensità, quasi certamente rimane qualche traccia o notizia, mentre le scosse più leggere possono facilmente passare inosservate o lasciare notizie vaghe; e che quindi è ai primi che si deve dare il maggior peso per cercare di raggiungere nei limiti del possibile una certa unità nel materiale di dati e notizie sismiche.

Inoltre, osservò che per ottenere una soddisfacente rappresentazione della sismicità regionale era necessario ⁽²⁾ basarsi unicamente sullo studio topografico dei terremoti meglio conosciuti, perchè così non solo si riusciva a delimitare con una certa approssimazione la zona di propagazione macrosismica, ma si poteva anche, dalla sovrapposizione più o meno completa di queste zone, risalire all'identificazione delle varie scosse da considerarsi come manifestazioni diverse di una stessa zona instabile.

Per analogia il *Baratta* fu portato a procedere similmente nello studio dei terremoti più antichi o meno conosciuti, riuscendo a delimitare delle zone di instabilità sismica con le loro aree di maggiore attività. Questo egli ha messo in evidenza nel

(1) Soltanto nelle prime carte dianzi menzionate, dove il periodo di tempo è di un solo anno, il contributo della frequenza è forzatamente prevalente. Ma già nel lavoro unito alla traduzione in italiano della « *Penisola italiana* » del *Fisher*, il *Baratta* segue il concetto sopra menzionato.

(2) In mancanza allora di buoni dati microsismici.

suo catalogo dei terremoti d'Italia dall'era volgare al 1898 (1), in cui, come avverte esplicitamente, si limita ai terremoti maggiori perchè da essi si ottengono i migliori risultati; in base ai quali ha costruito la sua carta sismica d'Italia al 1:1.500.000, nella quale distingue le zone sismiche in *principali* e *secondarie*, ed indica come *non ben definite* quelle per le quali, date le notizie possedute, non è stato possibile fissare con sufficiente approssimazione la loro posizione.

Da quanto precede risulta che dei metodi finora escogitati per la rappresentazione cartografica della sismicità, quello del Baratta è il più completo e quello che può riuscire a dare, se elaborato con opportune cautele, una costruzione cartografica che ben si presta a rivelare a colpo d'occhio i tratti fondamentali della sismicità ed il suo valore in ciascuna delle zone instabili.

Un unico inconveniente esso presenta, già rilevato dall'Uzielli nei riguardi della rappresentazione del Mercalli e più chiaramente confutato di recente dal Sieberg (1), che forse proprio per non incapparvi credette opportuno di prescindere completamente dalla frequenza: ed è quello di comparare ed anzi riunire in un unico grado due manifestazioni del fenomeno sismico — intensità e frequenza — non solo essenzialmente diverse e senza possibilità allora di equivalenza, ma di cui anche la conoscenza avveniva ed avviene generalmente ancora in modo tale da togliere ogni possibilità di accostamento.

Difatti non si può certamente parlare ancora di una *misura* dell'intensità, quando invece essa, essendo dedotta dagli effetti che produce, è soltanto *stimata* in un modo puramente empirico e convenzionale; e sarebbe del tutto assurdo voler cercare delle relazioni quantitative fra i gradi delle varie scale empiriche usualmente adoperate (1).

Ma anche se così fosse, cioè, anche se una scossa del decimo grado si potesse considerare di intensità per esempio 1000 volte maggiore di una del primo (2), resterebbe da vedere *quale* equivalenza si possa fare intercedere complessivamente, e non solo dal punto di vista dell'intensità, per esempio fra una scossa del decimo grado e 1000 del primo: certamente, non si potrebbero

(1) V. (13), pag. 690.

(2) Appena gli studi iniziati dal Richter (11) — continuati assieme al Gutenberg (5) — sull'energia sviluppata dalle singole scosse rendono possibile, con l'applicazione della scala logaritmica, un'equivalenza rigorosa fra i vari gradi dell'intensità in detta scala.

Ciò vale però per l'intensità all'ipocentro, e non ancora per quella manifestata sulla superficie terrestre.

(3) Il *Lais* non si preoccupa neppure di aumentare i rapporti: per rappresentare la sismicità di un punto somma le intensità computate secondo la scala Mercalli-Sieberg, e riduce questa somma per un anno.

considerare alla stessa stregua, specie nel riguardo dei loro effetti.

Sicchè anche la rappresentazione che risulta col metodo dell'equivalenza si deve ritenere convenzionale ed arbitraria; e se offre il vantaggio di dare un'impressione semplice e chiara alla vista, non potrà però in generale riguardarsi come esattamente riprodotte l'abito sismico di una regione. Anzi, le zone di maggior frequenza possono anche riuscire ad attenuare l'evidenza di quelle di maggiore intensità, cioè possono finire col falsare l'impressione della carta.

Osserviamo però che questo difetto risulta quasi eliminato dal Baratta, perchè egli considera prevalentemente i terremoti molto forti, e quindi assume l'intensità come fattore predominante.

Questo indirizzo egli ha seguito pure nella costruzione della nuova carta sismica d'Italia al 1:1.250.000 per la Commissione italiana per lo studio e la prevenzione delle grandi calamità (3), per la quale ha adottato la seguente scala di equivalenza:

Sismicità leggerissima	—	Parecchie scosse leggere, e qualcuna molto forte.
» leggera	—	Parecchie scosse molti forti, o qualcuna fortissima.
» mediocre	—	Molte scosse fortissime, oppure 1-2 rovinose
» intensa	—	Parecchie rovinose, oppure 1-2 disastrose.
» intensissima	—	Parecchie disastrose, oppure 1 disastrosissima.
» catastrofica	—	2 disastrosissime con qualche scossa minore (disastrosa o rovinosa).

§ 5: CENNO DI UN NUOVO METODO DI RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DELLA SISMICITÀ.

Visto come debba considerarsi incompleto qualunque artificio di rappresentazione cartografica della sismicità il quale trascuri uno dei due fattori essenziali — intensità e frequenza — ed altresì come debba ritenersi attualmente non ancora raggiunta la possibilità di un'equivalenza fra di essi, vogliamo ora esporre un metodo che, con l'eliminazione dei vari inconvenienti dianzi rilevati, risulti il più possibile obiettivo e completo, riuscendo a mettere bene in evidenza sia la massima intensità di cui una zona si è dimostrata capace quanto anche la sua *vivacità*.

Il concetto che lo ispira è il seguente: *poichè non è lecito trascurare nessuno dei due fattori fondamentali, nè è attualmente possibile fonderli insieme, non resta che da considerarli ognuno per proprio conto, e rappresentarli poi sulla stessa carta, ma separati.*

a) Per il primo fattore — *intensità* — occorre anzitutto uno studio macrosismico del materiale a disposizione. Per quelle regioni in cui questo studio è possibile con sufficiente ricchezza di particolari, converrà costruire per ogni terremoto una carta delle isosiste, sovrapporre poi le varie carte e rappresentare *per ogni punto la massima intensità in esso ricordata*. Racchiudendo poi mediante delle nuove isosiste tutti i punti in cui viene ricordata la stessa massima intensità, otterremo intanto una rappresentazione cartografica dei massimi di intensità di cui si è dimostrato capace (per azione propria o di centri vicini) ogni punto della superficie in esame.

Per quelle regioni in cui non si possono avere sufficienti particolari, basterà semplificare la rappresentazione distinguendo per ogni terremoto la zona in cui si sono prodotte eventualmente *distruzioni agli edifici*, da quella in cui ci sono stati soltanto *danni* e da quella in cui la scossa è stata avvertita *senza danni*. Procedendo poi come sopra, otterremo ancora una rappresentazione cartografica dei massimi effetti di cui si è dimostrata capace l'intensità per ogni singolo punto della regione in esame; e questa risulterà distinta però più semplicemente in:

- 1) zone in cui si sono avute distruzioni di edifici;
- 2) zone in cui si sono avuti danni agli edifici;
- 3) zone in cui si sono avute scosse senza danni.

b) Per il secondo fattore — *frequenza* — è possibile poi procedere in due modi diversi:

1) considerando per ogni scossa l'area macrosismica, e poi racchiudendo mediante linee (isosfigme) tutti i punti in cui viene ricordato lo stesso numero di scosse (senza tener conto dell'intensità); questo procedimento è consigliabile per carte a grande denominatore, in cui non sono possibili molti particolari, oppure in quelle regioni in cui questi particolari non si possono avere per altre ragioni;

2) oppure considerando per ogni terremoto soltanto l'area su cui si sono avute distruzioni o danni, e procedendo poi come nel primo caso; in questo secondo caso si ha però rappresentata solamente la frequenza delle distruzioni e dei danni.

E' evidente che si sceglierà il secondo modo quando nella rappresentazione della sismicità si voglia dare soprattutto peso

all'intensità. Anche in generale però sarà sempre consigliabile seguire questo secondo caso, per non alterare la rappresentazione con la considerazione della frequenza delle scosse leggere.

Da quanto abbiamo ora esposto risulta che per uno studio sufficientemente accurato secondo questo metodo è indispensabile una buona organizzazione macrosismica della regione in esame (attraverso la quale nella ricerca macrosismica si riesca ad eliminare il più possibile l'influenza della densità di popolazione) e materiale copioso ed attendibile (1).

Da ciò segue che una rappresentazione cartografica della sismicità che si prefigga di conseguire un rigore scientifico e di risolvere pienamente il problema, dovrà basarsi prevalentemente su materiale moderno elaborato con metodi moderni; mentre tutta la grande quantità di dati conservati nei vecchi cataloghi o nelle cronache potrà servire, come ha servito finora, di ulteriore orientamento e di eventuale conferma, come di orientamento devono considerarsi tutte le carte sismiche con essi costruite (2).

Il materiale più vicino a noi nel tempo è però anche quello più interessante praticamente, perchè serve ad indicare quali sono le zone sismiche che hanno dimostrato attività recente e che hanno quindi in un certo senso maggiore probabilità di dimostrarsi ancora attive.

Questo metodo inoltre presenta il vantaggio di lasciare un campo minimo all'interpretazione personale del ricercatore, e di potersi quindi adoperare, come i metodi basati soltanto su uno dei due fattori fondamentali, anche da vari autori, permettendo un confronto razionale dei risultati.

Infine, separando i due fattori fondamentali, esso rende anche possibile osservare quali relazioni intercedono fra di essi.

Per essere completo il metodo ora esposto deve considerare anche gli altri due caratteri distintivi della sismicità: *profondità ipocentrale* e *natura delle scosse*. La loro determinazione presuppone l'intervento dei dati microsismici e lo studio per mezzo di essi dei singoli terremoti: la completezza in questo senso si potrà quindi raggiungere soltanto quando questi studi saranno più frequenti e metodici. Sulla carta si potranno allora anche rappresentare separatamente con opportuni simboli gli epicentri, le

(1) Generalmente questo materiale esiste per la maggior parte delle nazioni civili, almeno per i tempi più recenti, dato il continuo sviluppo avuto dalla geografia sismica con la compilazione di cataloghi sismici e la determinazione degli epicentri.

(2) Conviene però osservare che una carta sismica dà tanto maggiore affidamento quanto maggiore è il periodo di tempo in essa considerato.

profondità ipocentrali, l'intensità delle scosse all'origine e la loro natura ⁽¹⁾.

Infine, una carta sismica non deve soltanto limitarsi ad essere fine a sè stessa, descrivendo come in un compendio i movimenti della superficie ed indicandone le origini, ma deve anche permettere di individuare la connessione fra quelli che sono gli effetti e le cause, intimamente legate alla natura ed alla storia del sottosuolo ⁽²⁾. Quindi conviene che una carta sismica riporti anche i più importanti fattori geo-tettonici della regione, e che lo studio relativo ad essa tenga conto anche delle relazioni intercedenti tra fenomeni sismici e fenomeni geologici: cioè, sia uno studio geo-sismico.

Con i criteri macrosismici ora esposti abbiamo costruito una carta sismica della regione albanese (9); seguiranno altre applicazioni.

⁽¹⁾ Un primo esteso lavoro in questo senso è dovuto a *Gutenberg e Richter* (4), che per tutta la superficie terrestre hanno costruito, con i dati dei terremoti più intensi di questi ultimi anni, carte in cui vengono rappresentati gli ipocentri suddivisi in 3 classi a seconda della profondità ed in 5 a seconda dell'energia sviluppata.

⁽²⁾ Difatti, l'attività sismica di ogni regione è strettamente legata alla sua costituzione tettonica ed al suo sviluppo geologico, ed è chiaro che essa può considerarsi come un indice ed una misura delle forze orogene-tiche ed epirogenetiche da cui ha origine; forze che nella maggior parte dei casi si riesce a conoscere soltanto per mezzo della sismologia.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BARATTA M.: *I terremoti d'Italia* (Torino, 1901).
- (2) BARATTA M.: *Concetti e metodi della cartografia sismica* (Riv. Geogr. Ital., 1915, fasc. III, V).
- (3) BARATTA M.: *I terremoti in Italia* (Vol. VI delle Pubbl. della Comm. Ital. per lo studio delle grandi calamità, 1936).
- (4) GUTENBERG B. e RICHTER C. F.: *Seismicity of the Earth* (Geol. Soc. of. Am. Spec. Papers. n. 34, 1941).
- (5) GUTENBERG B. e RICHTER C. F.: *On Seismic Waves, 3d paper* (Gerl. Beitr. z. Geoph., vol. 47, pag. 73 - 131, 1936).
- (6) MERCALLI G.: *I terremoti della Liguria e del Piemonte* (Memoria, Napoli 1897).
- (7) MONTESSUS DE BALLORE F.: *Les Tremblements de Terre - Géographie séismologique* (Paris, 1906).
- (8) MONTESSUS DE BALLORE F.: *Introduction à un essai de description séismique du globe et mesure de la séismicité* (Gerl. Beitr. z. Geoph., IV, 331, 1900).
- (9) MORELLI C.: *Carta sismica dell'Albania* (Vol. X delle Pubbl. della Commiss. Ital. per lo studio delle grandi calamità, Firenze 1942, pp. VIII - 124, con 1 carta e 14 fig. nel testo).
- (10) RENQUIST H.: *Über kartographische Darstellung der Seismizität* (Zeit. f. Geoph., 1928, 348).
- (11) RICHTER C. F.: *An instrumental earthquake magnitude scale* (Seism. Soc. Am. Bull., vol. 25, 1935, pag. 1 - 32).
- (12) SIEBERG A.: *Die Erdbeben* (Handb. d. Geop., Bd. IV., A. V., Berlin 1932).
- (13) SIEBERG A.: *Erdbebengeographie* (Handb. d. Geoph., Bd. IV., Lief. 3, Berlin 1932).