

C. — CARTA SISMICA ED ENDODINAMICA D'ITALIA  
ED ARCHIVIO PER LA STORIA DEI FENOMENI ENDOGENI.

*Conferenza del prof. M. S. DE ROSSI, tenuta alla Società Geografica  
il giorno 12 febbrajo, 1882.*

*Signori,*

Allorchè nel decorso anno ebbi l'onore in una solenne adunanza di questa Società Geografica di ragionare sul terremoto di Casamicciola, esposi la tela della nuova organizzazione data in Italia agli studi sulla interna attività terrestre, cui demmo testè il nome di *Meteorologia endogena* (1). Fra le cose accennate in quella lettura feci allusione ad uno dei risultati in parte già ottenuto coi nuovi studi, quello cioè di veder mai sempre identificati nella forma e nella qualità delle oscillazioni tutti i terremoti che in tempi diversi urtarono ed urtano il medesimo luogo. Ne seguiva quindi l'affermazione di potersi preventivamente dietro certe osservazioni geologiche ed orografiche tracciare la topografia sismica di ciascuna con-

---

(1) V. BOLLETTINO della Soc. Geogr. It., An. XV., fasc. 3.

trada. Aggiunsi aver io così intrapreso la carta sismologica della nostra penisola, che mostrava graficamente ad un tempo e la storia dei terremoti e la designazione dei radianti dinamici dei più terribile fra i fenomeni tellurici. A molti di voi sembrò assai importante questo mio lavoro sismografico; e ne seguì per parte del Comitato Ordinatore della Mostra Geografica di Venezia un cortese invito ad esporre in quella grande collezione di lavori scientifici anche la mia carta sismica italiana. Io esitai alquanto ad acconsentire, perchè il mio lavoro non solo non era compiuto, ma per l'indole sua stessa consisteva soltanto in un preparativo di dati per una carta definitiva da farsi in un avvenire più o meno prossimo secondo le circostanze. La simpatica insistenza dei colleghi ed amici mi fece decidere di esporre il lavoro quale allora si trovava; ed inviai così quella medesima carta che qui vedete, rappresentante una rete di radianti sismici da me verificati nelle analisi dei terremoti avvenuti fra noi dal 1873 in poi (1).

Per circostanze e ragioni inutili a riferire non potei accompagnare quel lavoro grafico con una illustrazione esplicativa del concetto e del metodo in esso seguito; nè potei farlo verbalmente innanzi al Congresso di Venezia. In quel consesso, essendo raccolti in gran numero gli scienziati stranieri e non abbondando il tempo per le discussioni, dovetti limitarmi a prendere occasione da quella carta per indicare in che consistesse il nuovo metodo degli studi italiani sulla attività interna, onde suscitare il desiderio dello svolgimento di questi studi medesimi all'estero. In fatti il Gruppo III nella seduta del 21 settembre formolò un voto così concepito, e che tutti più o meno conoscete dal BOLLETTINO della nostra Società (2):

« Il Gruppo 3° fa voti perchè in ogni regione le Società od altri  
« Istituti scientifici promuovano lo studio e la raccolta delle notizie sui  
« fenomeni endogeni della terra e specialmente dei terremoti, stabilendo  
« perciò un centro al quale facciano capo tutte le corrispondenze da pubblicarsi ordinatamente. Raccomanda inoltre l'impianto di speciali osservatori sismici per le osservazioni continue microsismiche, come si è  
« fatto di recente in Italia. »

Mancando dunque tuttora una dichiarazione di questa carta sismica italiana era necessario e doveroso per mia parte che alla sede della nostra Società, d'onde partì il grazioso impulso alla esposizione, io presentassi di

(1) La esposta carta non è qui riferita non solo perchè è lavoro incompleto, ma anche perchè non è riducibile in piccole proporzioni. Del resto l'intelligenza del presente ragionamento punto non esige il confronto della carta della quale si espongono il concetto ed il programma non i particolari topografici. Dopo il Congresso di Venezia questa medesima carta fu esposta a Bologna per il Congresso Internazionale Geologico.

(2) Anno XV, fasc. 9.

nuovo il mio lavoro grafico congiuntamente a brevi parole che ne ponesero in chiaro il concetto, il metodo d'esecuzione e la pratica importanza.

Il bisogno di una carta sismica ed endodinamica italiana si è presto fatto sentire appena iniziati i nuovi studi, i quali in null'altro consistono che in un grande ordinamento cronologico e topografico della storia dei fenomeni dinamo-geologici subiti dal nostro paese ed in un pari ordinamento delle osservazioni continue, alle quali veniamo sottoponendo ogni dì più tutte le manifestazioni sensibili ed insensibili dell'interno dinamismo. Più d'uno fra gli odierni cultori e fondatori dei nuovi studi ha talvolta nei suoi scritti fatto allusione alla necessità di por mano alla carta endografica italiana.

Per il passato ed anche oggi fuori d'Italia, allorchè i cultori di fisica del globo hanno voluto tradurre in carta le osservazioni topografiche sui terremoti, non altro ottennero che la traccia dei limiti dell'area nella quale il terremoto fu sentito. Talvolta ne hanno distinto con linee di diversa apparenza o colore le zone concentriche di maggiore o di minore intensità: e finalmente per mezzo di frecce sparse sulla carta hanno additato le direzioni diverse dell'onda sismica verificate nei vari luoghi. Quest'ultimo mezzo adoperato per indicare le direzioni risultò sempre in passato una disordinata ed intricatissima disseminazione di frecce volanti in tutti i sensi. Una sola cosa apparisce costantemente in quelle carte, il perimetro cioè dell'area scossa conformato in figura ellittica. Cominciando dal celebre terremoto di Lisbona che scosse circa mezzo emisfero, tutte le successive prove di grafiche rappresentazioni dei terremoti diedero per risultato un'area ellittica di scuotimento. Niuno mai osservò che questa forma costante contraddiceva direttamente alla teoria meccanica del terremoto universalmente ammessa, che cioè l'onda sismica si propaghi a zone circolari concentriche come l'onda cagionata nella superficie dell'acqua dall'urto di un sasso caduto nel centro delle medesime. A mio modo di vedere la forma ellittica dell'area scossa addita che il centro di scuotimento tende a prendere una forma lineare ossia in altri termini, come ottimamente disse il Serpieri, il centro sismico si manifesta in forma di radiante. Questo radiante sarebbe per conseguenza l'asse maggiore della ellissi. Vedremo poscia, allorchè avremo meglio spiegato la funzione del supposto radiante, come venga limitata la propagazione del moto in un'area di forma ellittica. Ora, rimanendo su ciò che direttamente spetta alla genesi della mia carta sismica, debbo ricordare che gli studi specialmente del Ponzi additavano le fratture geologiche del suolo come mezzi di comunicazione per l'attività della causa endogena dei terremoti e come linee di interruzione per la propagazione uniforme delle onde sismiche. Questa teoria del Ponzi più che mai rendeva importante l'ottenere sulla carta indicazioni più pre-

---

cise circa l'andamento delle dette onde di vibrazione. Quella teoria dovea ricevere dalle carte sismiche o la dimostrazione di verità o l'esclusione. Perciò, allorchè nel gennajo del 1873 alcuni terremoti visitarono qui presso Roma lo spento nostro sistema vulcanico laziale, io volli profittare della occasione per fare uno studio accurato sulle relazioni che passavano tra le fratture geologiche ben definite dell'apparato vulcanico, e la forma dei terremoti avvenuti. Vidi che in ciascun luogo era evidente la frattura aver funzionato da radiante sismico e che, tracciando, come feci, la carta delle fratture del vulcano, avea anche tracciato gli assi di propagazione delle onde sismiche. Fu allora che formolai la ormai a tutti ben nota legge meccanica del terremoto, secondo la quale l'onda sismica in ciascuna contrada è mai sempre parallela prima e poscia normale all'asse della fenditura geologica più vicina. D'onde trassi l'assioma non mai abbastanza ripetuto, perchè base di nuovi precetti architettonici preservatori dei danni del terremoto: « Allo scuotimento di una linea di frattura segue l'oscillazione trasversale dei suoi labbri » (1).

La carta delle fratture laziali che allora io pubblicai fu la prima traccia d'una nuova maniera di rappresentare l'andamento topografico d'un terremoto. Sopraggiunse il terremoto del 12 marzo 1873, che fu tanto marcatamente analizzato dal Serpieri. Quel terremoto si comunicò a forse tutto il suolo italiano ed ebbe il suo centro quasi nel mezzo del nostro continente. Il Serpieri volle istituire una analisi rigorosa delle ore e delle intensità del fenomeno in tutte le singole parti d'Italia e gli risultò la più completa conferma delle leggi da me stabilite sulla propagazione del terremoto per la via delle fratture con onde parallele e normali all'asse delle medesime. Il lavoro del Serpieri quantunque contenesse tutti gli elementi per una carta, pure l'autore non ne adornò la sua pubblicazione. Ma il benemerito capitano Gatta nel suo bel lavoro dedicato alla Esposizione di Parigi ed intitolato *Sismologia e Magnetismo*, con consenso del Serpieri tradusse in carta quell'analisi, adottando però il sistema già in uso delle frecce indicanti le direzioni ed aggiungendo un colore alla zona centrale dello scuotimento. Ne risultò che la zona centrale coincideva con un lungo tratto lineare della cresta assiale dell'Appennino e che le frecce partendo tutte da quella cresta dirigevansi lungo i due versanti parallelamente agli assi di tutte le valli dei fiumi. È cosa notissima che quasi tutte le valli appennine sono anche fratture geologiche dividenti le masse della catena montuosa.

Io non poteva desiderare una più splendida verifica e della legge meccanica del terremoto e della opportunità di ricercare nella carta delle frat-

(1) Le fratture vulcaniche laziali ed i terremoti del 19 gennajo, 1873. Atti della P. Acc. di N. Lincei, Anno XXV, (1873) Sessione II.

ture del suolo la topografia degli assi di scuotimento sismico. Laonde tentai una nuova prova ed un passo più avanzato in questo genere di tracciamento icnografico. Era già trascorso il 1874, durante il quale anno tre terremoti abbastanza vasti aveano urtato col massimo della intensità tre punti diversi della nostra penisola, ma colla propagazione delle ondulazioni aveano fatto tremare in gran parte la medesima area. La diversità dei centri e la identità dell'area scossa erano due condizioni opportunissime per vedere quale sarebbe risultata, dalla analisi delle ore e della forza, la carta degli assi di scuotimento. Questa carta che io aveva fatta per mio studio parve tanto evidente ed interessante al sullodato capitano Gatta che volle col mio consenso pubblicarla nel sopracitato suo lavoro. Voi qui la vedete nel mio primo originale (1).

Non posso nè vorrei qui ripetervi il metodo tenuto nella analisi che tutti possono verificare nella mia opera di *Meteorologia Endogena*. Ma il risultato sottoposto ai vostri occhi è parlante e contiene in sè stesso la prova di non poter essere nè immaginario nè fortuito. Tre colori distinguono i tre terremoti; e voi vedete che ciascuno di essi ebbe un centro lineare, ossia un *radiante* in una porzione diversa della cresta appennina. L'uno sulle cime del Guerrino fra la Toscana e la Romagna, un altro sui monti fra Camerino e Visso, il terzo sul Monte Meta presso il bacino del Liri. Da questi centri diversi la propagazione scende per le valli principali e per le secondarie, secondo che esse sono principali o secondarie fratture del suolo. Bello è vedere le medesime fenditure tutte e tre le volte aver funzionato per comunicare ad identiche parti le vibrazioni intense od indebolite secondo che ciascun luogo si trova vicino o lontano dalla zona radiante della scossa. Ed ecco come vi ho preannunciato che l'analisi dei fatti ci svela la ragione della forma ellittica d'un perimetro sismico grossolanamente determinato. Le fratture del suolo, in qualunque punto si riguardino, rappresentano una serie di ascisse e di ordinate. Egli è chiaro che, dove scoppia l'agente sismico, esso deve diffondersi più rapido e violento nella direzione della fenditura che invade. Nelle fratture laterali, ossia nelle ordinate, la medesima causa agirà dipartendosi dal principale radiante per trasformarsi in radiante derivato e secondario. Egli è chiaro perciò che la sua forza ed estensione sarà tanto più limitata quanto più sarà partita da un punto del radiante principale allontanato dal centro dell'azione. Quindi la serie dei radianti derivati dovrà assomigliarsi teoricamente in qualche modo alla spina di pesce, attorno alla quale se si tracciasse un perimetro, risulterebbe un'ellissi. Per comodo nella carta, di cui parlo, ho tracciato

(1) Questa carta fu da me anche riprodotta nel I volume della mia opera intitolata: *Meteorologia Endogena*. Milano. F. Dumolard, 1880.

anche attorno alle estremità dei radianti la linea limite delle onde sismiche. E voi vedete come questi tre terremoti di cui potemmo rintracciare i particolari radianti, considerati col perimetro di diffusione, tornano all'area solita della ellissi.

Con questa ultima conferma io vidi il mio sistema abbastanza certificato; e parvemi poter francamente intraprendere la carta sismica generale italiana. Il metodo da tenere dopo le prove fatte, era per me semplicissimo. Bastava conoscere per ogni terremoto, che si fosse propagato sensibilmente per un'area non piccolissima, le direzioni esatte delle onde avvertite e specialmente assicurarsi se più d'una direzione fosse stata verificata nel medesimo luogo. Secondo l'esperienza già fatta ed in ciò corroborata anche dalla storia dei terremoti, la doppia onda sismica è formata dalla successione di due, la seconda delle quali sopravviene ad angolo retto verso la prima. È dessa lo scuotimento dei labbri della frattura spostati dalla prima scossa parallelamente all'asse della medesima fenditura. Trasferite quindi coteste direzioni sulla carta topografica doveano esse, secondo l'enunciata legge, trovarsi parallele o normali alle fratture locali. Io feci questo confronto per tutti i terremoti avvenuti dal 1873 in poi, perchè da quel tempo l'attivata corrispondenza mi ha posto ogni dì più nelle mani numerosi documenti d'osservazione. Su questa guida ho tracciato l'asse radiante primario e le secondarie diramazioni di ciascun terremoto e ne è risultata quella rete di linee rosse che vedete sulla carta esposta qui ed a Venezia. Le linee interrotte o continuate a tratteggio rappresentano i limiti delle verifiche materiali, ossia i punti ai quali giunsero i terremoti che mi fornirono i dati topografici di cui ragiono. Non occorre spiegare che il maggiore o minor numero di radianti tracciati nelle varie regioni d'Italia, è dovuto in parte al caso di esservi avvenuti od esservi mancati terremoti dal 1873 in poi, ed in parte dalla abbondanza o difetto di corrispondenti ed osservatori, che mi abbiano coadiuvato.

Come ognuno vede ad una semplice occhiata, la mia carta, quantunque molto imperfetta, rivela un sistema di coincidenza fra le fratture geologiche del suolo ed i radianti sismici che non può esser fortuito e che per ciò contiene in sè stesso una dimostrazione della propria verità scientifica. I miei radianti sismici furono, come ho detto, determinati isolatamente sopra ciascun terremoto regionale. Mi servii dei sessantacinque maggiori fra gli avvenuti in otto anni. Potrebbe il caso far corrispondere le fratture con i radianti sismici in un sol luogo ovvero in un sol terremoto. Ma vedendo il medesimo risultato ripetersi partitamente in aree regionali limitate di qualunque contrada ed in qualunque tempo, dobbiamo concludere che quel sistema ha la sua ragione d'esistere nella natura del fenomeno al quale appartiene.

Ciò posto, abbiamo già veduto che la mia carta sismica viene equivalendo alla carta delle fratture geologiche; ma si osservi che in pari tempo corrisponde quasi alla carta idrografica italiana. Dunque lo scheletro geologico orografico dell'Italia, la sua idrografia ed il suo operato sismico, si identificano o per lo meno trovansi in uno stretto vincolo di connessione. Questo concetto, o Signori, nuovo ed inaspettato vuole essere maturamente discusso ed esaminato, perchè apre il campo ad indagini della più alta importanza. E se io subito volessi trattarne, il mio ragionamento entrerebbe troppo presto nell'esame dei risultati e nella interpretazione dei dati forniti dalla carta sismografica italiana.

Prima di entrare in questa materia assai grave, ho bisogno di esaminare altri punti che si riferiscono alla compilazione della carta. Dobbiamo vedere quali altri dati si debbano in essa raccogliere, e dopo ciò tenteremo di intravederne tutta insieme l'applicazione scientifica e la sua pratica utilità.

Prima di tutto io mi domando: basta agli studi di Meteorologia endogena in Italia una carta sismica? O non occorre che essa sia anche una carta endodinamica? L'attività endogena non si manifesta nei soli terremoti, ma essa è molteplice, ed i nostri nuovi studi esaminano sopra vasta scala tutti i fenomeni diversi d'origine interna, per prepararne a suo tempo la sintesi, che rivelerà i segreti del dinamismo tellurico: di quel dinamismo tellurico finora pochissimo studiato e nulla conosciuto; mentre è in esso che risiedono non poche minacce per la nostra esistenza e benefici innumerevoli per la nostra prosperità.

Il concetto poetico scientifico del Pilla che definisce il terremoto come un tentativo ed un conato non riuscito di eruzione dal seno della terra, corrisponde al vero, secondo i moderni studi, nell'identificare il terremoto coi fenomeni eruttivi. In fatti non v'ha eruzione vulcanica senza terremoti, nè v'ha terremoto anche in regione non vulcanica senza eruzione, ossia emissione di gas e vapori. Voi sapete che io ho dimostrata l'esistenza delle micro-eruzioni emanate senza crateri vulcanici direttamente dalle fratture del suolo (1). Questo fatto corrisponde all'altro che ormai tutti conoscono ed ammettono i movimenti cioè microsismici della crosta terrestre. Tutti pure sapete quanta importanza giustamente annettono i moderni geologi a tutte le manifestazioni secondarie del vulcanismo, cioè salse, vulcani di fango e mofete. Tutti anche conoscono l'intimo nesso di cotali vulcanetti colle sorgenti termominerali, fra le quali essi risiedono. Le sorgenti termominerali sono eziandio giustamente estimate come manifestazioni della interna attività. Da ultimo in una sola parola la circolazione sotterranea delle acque è considerata come uno dei fattori di primo ordine nell'in-

(1) *Meteorologia endogena*, Vol. I, Lib. I, Capo IX.

cessante lavoro della attività interna del globo. Una carta sismica adunque per esser completa deve essere anche accuratamente indicativa di tutte le manifestazioni vulcaniche propriamente dette e di tutte le secondarie, come salse, vulcani di fango, ecc.; e finalmente deve essere la carta delle sorgenti termominerali.

Le sole vicendevoli relazioni topografiche di mineralizzazione e temperatura ed oltre a ciò le relazioni con le formazioni geologiche da cui derivano, formano un complesso di fatti tutti topografici che possono e debbono immensamente illuminare l'analisi degli interni fenomeni terrestri. Ma noi abbiamo dichiarato che la moderna Meteorologia endogena studia i fenomeni della endogena attività nello spazio e nel tempo. Dunque non sarà la sola topografia odierna delle manifestazioni che servirà al nostro scopo, ma eziandio la topografia passata. Perciò non solo i vulcani spenti e le salse inaridite, ma eziandio le sorgenti oggi pure e fredde e che un dì furono termominerali dovranno essere ricercate ed indicate. I travertini, i solfi ed altre formazioni che rimasero sul suolo a testimoniare o l'esistenza di una sorgente che più non comparisce od a rammentare la qualità termica e minerale d'una scaturigine pura oggidì, saranno indicazioni proprie della carta geologica che debbono essere notate anche nella carta endodinamica.

Da tutto ciò discende una conseguenza logica e che ci pone in mano il complemento dell'analisi storica dei fenomeni endogeni. Dicemmo che la carta dei radianti sismici sarebbe stata anche la carta della storia sismica italiana, perchè potremmo trovare nella storia tutti i fenomeni sismici che spettano a ciascun radiante; del quale potremmo in tal guisa valutare i periodi di maggiore e di minore attività. Altrettanto faremo delle manifestazioni di ordine eruttivo e delle sorgenti d'acqua sia termali, sia minerali, sia pure. Le vicende di ciascuna manifestazione dovranno essere ricercate nel tempo. Le storie municipali, gli archivi comunali, i vescovili e gli spettanti alle grandi famiglie ci forniranno notizie preziosissime storico-topografiche.

Insomma l'idea d'una carta endodinamica italiana non è soltanto la proposta d'un mezzo grafico e sintetico di studi sulla Geologia dinamica, ma è eziandio la proposta di un repertorio o piuttosto la base di un archivio di notizie storico-fisiche da servire alla analisi della endodinamica italiana nello spazio e nel tempo.

Un primo abbozzo di notizie utili per questo genere di lavoro ci è stato fornito dal sig. Guglielmo Jervis direttore del museo industriale di Torino nelle due sue opere intitolate: *Guida alle acque minerali d'Italia* e *I tesori sotterranei d'Italia*. Ma nella odierna totale mancanza del lavoro

topografico endodinamico e delle notizie che occorrono per la storia dei singoli luoghi, io stimo che facciano e faranno opera scientificamente preziosissima tutti coloro i quali dedicheranno la loro industria e scienza a compilare locali monografie storico-fisiche. Due eccellenti esempli voglio citare che ce ne fornirono nel decorso anno due distintissimi geologi italiani, il de Stefani ed il Mercalli. Il Mercalli tolse a rintracciare la storia dei fenomeni avvenuti dalle epoche preistoriche fino a noi nelle Isole Eolie e poté così istituire una analisi delle vicende dello Stromboli, di Vulcano e di Vulcanello, confrontando i fatti colà avvenuti con i non molti storicamente noti del resto d'Italia. Non è questo il luogo nel quale io debba riassumere le utili conseguenze scientifiche derivanti dal lavoro del Mercalli. Dico soltanto che i dati da lui raccolti in questa sola monografia delle Eolie fissano solidamente parecchi punti per lo studio del dinamismo tellurico italiano (1).

Il de Stefani fece un lavoro più ingrato, ma forse più importante attesa la qualità dell'argomento prima non trattato in quel modo. Egli si diede a ricercare la storia e le fasi di ciascuna polla delle acque termali di Pieve Fosciana e dei suoi vulcanetti di fango. Con questa monografia il de Stefani fa rivivere una pagina di storia fisica ed idraulica di una contrada quasi ignota e dimenticata. I fenomeni di quella terma, quantunque locali ed in gran parte cagionati dall'abbandono e dall'arbitrio individuale su quelle sorgenti, presentano sempre alcune fasi di attività variabile, evidentemente connesse coi fenomeni generali del tempo (2). È chiaro che una ricca serie di tali monografie ed uno studio comparativo di tutte se fosse possibile, darebbe cognizioni di primo ordine per la sintesi del dinamismo tellurico d'Italia.

Ma taluno forse qui penserà che non le sole monografie ora citate esistono già fatte, molte essendone ben conosciute massime relative ai luoghi nei quali le sorgenti termominerali servirono all'arte salutare. Non nego che numerose notizie utili al mio scopo possano trovarsi già raccolte dai dotti; ma niuno potrà negare che la generalità delle monografie, massime se spettanti a sorgenti termominerali, hanno per fine precipuo l'applicazione agli usi medicinali e giammai vi si scorge negli autori il desiderio di indagare la storia fisica, ossia l'origine e le vicende subite da quei punti di rivelazione delle interne attività.

Altri forse penserà che il mio progetto è troppo vago e troppo vasto per poter essere eseguito ed ottenerne poscia un pratico e scientifico risul-

---

(1) MERCALLI: — *Natura delle eruzioni dello Stromboli ed in generale dell'attività sismo-vulcanica delle Eolie.* — Atti della Soc. It. di Scienze Nat., Vol. XXIV.

(2) De Stefani Carlo: — *Le acque termali di Pieve Fosciana.* Pisa, 1881.

tato. Ma qui, o Signori, ripeterò con Seneca la confortante sua sentenza, detta appunto parlando degli studi sui terremoti: *Plurimum ad invenendum contulit qui speravit posse reperire* (1); sentenza nella quale io volentieri vorrei vedere che la speranza di rinvenire sta nella scoperta del metodo da seguire per giungere ad un risultato. Io credo che quanto ho finora esposto altro non sia che la determinazione del metodo da adottare nell'indagine della dinamica terrestre. Sia lungo, sia difficile il lavoro, ciò non ci deve arrestare; e fa d'uopo avere il coraggio di cominciare per solo amore dell'interesse della scienza, prevedendo che il lavoro stesso sarà continuato e compito dai nostri posteri.

Con tale persuasione io da dieci anni ho pazientemente posto mano alla formazione del duplice archivio cronologico e topografico per i fenomeni endogeni. Quantunque solo e disponendo appena di meschinissimi privati ajuti, ho raccolto molte e molte migliaia di notizie, le quali nell'ordine cronologico preparano i materiali per una sintesi relativa ai periodi generali dei massimi e dei minimi dell'attività interna, ed oltre a ciò i materiali di dettaglio per le analisi dell'andamento di ciascuna specie di fenomeno. Per la parte topografica la carta che qui vedete cominciata dovrà servire a formare il repertorio dell'archivio topografico. Ma qui occorre un ulteriore schiarimento del metodo, dal quale poi scaturirà, come vedremo, anche qualche ulteriore scientifico risultato.

Abbiamo detto che la carta deve essere il repertorio dell'archivio, ed oltre a ciò ognuno intende che la carta generale d'insieme esige le carte parziali in scala maggiore, nella quale siano possibili le indicazioni più particolareggiate e corrispondenti alle notizie d'archivio. Occorre dunque un sistema convenzionale scientifico ed acconcio allo scopo per la divisione delle regioni ossia delle parti della grande icnografia. Il sistema di divisione più confacente allo scopo è per me quello di separare l'uno dall'altro ogni bacino idrografico dell'Italia. La mia carta viene così divisa in più di duecento sistemi idrografici, i maggiori dei quali, cioè quelli del Tevere, dell'Arno e del Po, possono essere per comodo suddivisi nei principali loro affluenti. Questa divisione secondo le cose fin qui ragionate ci conduce meccanicamente a tracciare la rete delle fratture e dei radianti sismici, e ci descrive gli assi delle valli, lungo le quali ritroveremo le secondarie manifestazioni d'attività, le sorgenti termominerali odierne e le tracce geologiche delle cessate attività telluriche. Ci condurrà pure insensibilmente e soprattutto con le notizie storiche, ad uno speciale studio della idrografia generale non solo superficiale, ma eziandio sotterranea. Ed eccoci così in una apparente trasformazione del nostro studio di attività

(1) SENECA: — Quaest., Lib. VI, cap. V.

endogena in uno studio di idrografia, la cui pratica utilità se è evidente, da una parte, dall'altra potrà sembrare menarci fuori del campo del dinamismo tellurico. Ma invece qui vi faccio osservare ciò che sopra ho accennato, dovere cioè il nostro metodo di divisione per bacini idrografici fornirci la guida diretta ad ulteriori scientifici risultati nell'ordine appunto delle ricerche proprie del campo nostro.

Ho ricordato poco sopra, o Signori, che la moderna Geologia giustamente considera la circolazione sotterranea delle acque come uno dei fattori principalissimi dell'interno lavoro dinamo-tellurico. Ma avendo noi osservato i radianti sismici, ossia le fratture del suolo, il più delle volte identificati colle valli cioè coi corsi delle acque, ne discenderà che la idrografia superficiale è in stretto rapporto anche essa con l'attività interna. Di ciò infatti evidente è la ragione fisica. Se le valli sono in gran parte fratture del suolo, saranno anche i meati diretti dell'assorbimento delle acque superficiali per avviarle agli interni laboratori ed alla interna circolazione.

E qui debbo far notare un altro fatto notissimo e direi quasi elementare nell'odierno stato delle nozioni geologiche, che, applicato al nostro metodo di indagine, ne rende più che mai ovvia la scientifica opportunità. È cosa verificata che le massime manifestazioni odierne della interna attività, cioè i vulcani, ricevono il principale alimento per i loro interni laboratori dalle acque del mare, presso il quale mai sempre sono allineati. Non mancano esempli anche di vulcani nel mezzo di grandi laghi. È parimente cosa verificata che le stagioni eccessivamente piovose od eccessivamente prive di piogge sono seguite nell'interno dei continenti da periodi sismici più o meno considerevoli. Infatti nelle regioni nelle quali regolarmente ed annualmente la stagione delle piogge alterna con la stagione della siccità perfetta, anche i terremoti seguono il periodo regolare e si manifestano al ritorno delle piogge. Aggiungasi che anche presso di noi tanto dallo studio statistico del passato, quanto dalle odierne quotidiane osservazioni risulta che la primavera e l'autunno sono le stagioni più propizie per lo svolgimento dei periodi sismici. Dunque lo scioglimento delle nevi ed il ritorno delle piogge dopo la siccità estiva sono condizioni favorevoli alle oscillazioni del suolo. È facile assomigliare questo fatto continentale per i terremoti al fatto litorale marino per i vulcani. È in ambedue i casi l'assorbimento o l'afflusso abbondante delle acque la causa determinante l'attività interna.

Ecco perchè l'alta marea in mare e le grandi inondazioni in terra sono quasi sempre seguite da massimi sismo-vulcanici. Applicando queste considerazioni allo studio dei radianti sismici e delle altre attività interne

nei continenti, ognuno vede che le fratture dei bacini idrografici sono senza dubbio le vie d'assorbimento delle acque e l'apparato di manifestazioni delle conseguenti attività endogene. Infatti un primo colpo d'occhio proporzionato alle poche cognizioni che abbiamo finora in siffatta materia ci addita i centri sismici più noti d'Italia o nel cuore dei bacini idrografici o nei luoghi dove è più evidente l'assorbimento, ossia il nascondersi sotterra delle acque superficiali. Niuno ignora il terremoto quasi perpetuo di Norcia: uno sguardo allo stato idrografico di quella contrada ve ne mostra subito la cagione. Colà i fiumi intieri spariscono assorbiti sotterra. Altro centro di scosse è l'Umbria nelle contrade adiacenti al Trasimeno ed al cuore del bacino del Tevere. È celeberrimo l'agitarsi continuo del Monte Baldo nel Veronese e di tutta la regione circostante il Lago di Garda. I più recenti studi geologici hanno certificato che il Lago di Garda è una immensa frattura geologica. I corsi dei fiumi maggiori sono assai facilmente gli assi di scuotimenti del suolo. Vedemmo così agire il Piave nel terremoto di Belluno del 29 giugno 1873, il Taro nel 17 settembre dello stesso anno, il Nera molte volte, moltissime il Liri. Ma senza più dilungarmi cogli esempi è abbastanza chiarito che là dove si aduna molta acqua e questa può penetrare sotterra, là è una via aperta alle azioni endogene. Quindi lo studio della idrografia equivale allo studio delle chiavi della interna attività tellurica.

Potremo in conseguenza di ciò riconoscere e distinguere in ciascun sistema idrografico un sistema di attività terrestre: e perciò, le fasi ed i fenomeni endogeni d'ogni bacino idrografico potranno essere cumulativamente fra loro studiati, separandoli dagli appartenenti ad altro sistema. Egli è evidente che tale separazione delle analisi dei fenomeni deve esser fatta principalmente per solo comodo della classificazione degli studi, essendo logico il prevedere che fenomeni tanto grandiosi e tanto oscuri quanto sono questi della interna attività terrestre debbono essere studiati in un complesso assai più vasto. Anzi qui ricorderò come in tutti i miei scritti ho mai sempre fatto vedere che l'attività endogena italiana per essere bene studiata ha bisogno d'esser considerata nell'intero bacino delle terre circostanti il Mediterraneo. Perciò la Spagna e il mezzodì della Francia coi Pirenei, la Francia stessa e la Svizzera colle Alpi, l'Austria, la Croazia, la Dalmazia, l'Ilirico, la Grecia, l'Asia Minore, l'Egitto e l'Algeria, ossia l'intero Nord dell'Africa, debbono esser considerate come un campo unico di studi comparativi. Ciò stesso poi tutti ben vedono che rientra nel concetto generale dello studio organizzato secondo i bacini idrografici, perchè quasi tutta la descritta regione non è che la riunione di tutti i sistemi idrografici confluenti nel bacino del Mediterraneo. Ma, avendo pure in vista questo vastissimo con-

cetto, egli è evidente che la divisione per bacini speciali idrografici facilita e permette moltissime analisi parziali di fenomeni circoscritti quasi necessariamente ai singoli bacini. Citerò alcuni esempî.

Fra gli studî, che più degli altri hanno connessione con la endodinamica, sono certamente da annoverare le ricerche meteorologiche propriamente dette. L'importanza testè tanto posta in luce delle acque scorrenti sulla terra, mostra quanto debba servire al nostro studio il lavoro delle stazioni pluviometriche e le ricerche igrometriche. Le proporzioni fra la quantità di pioggia e l'attività endogena del radiante principale di ciascun bacino forniranno col tempo dati opportunissimi; l'igrometria e le temperature locali si troveranno, io credo, in qualche relazione con l'andamento delle micro-eruzioni, quando queste saranno osservate e ridotte a valori numerici. I temporali e le bufere straordinarie, i centri di depressione barometrica che hanno più o meno soggiornato in un bacino; fenomeni tutti, massime i due primi che nelle orografie locali trovano ragioni di frequenza o di rarità, saranno fenomeni proprî di ciascun bacino e che influiranno sulla sua endogena attività. Ma, lasciando la Meteorologia, anche altri fenomeni speciali d'ordine endodinamico sono legati necessariamente ai bacini idrografici.

Bene ricorderete come oggi tanto la Geologia, quanto la Geodesia, e soprattutto gli studiosi della endodinamica, abbiano volto gli occhi ad ordinare in studio di precisione le osservazioni finora vaghe sulle lente oscillazioni del suolo e sulle variazioni storiche e contemporanee dei littorali marini. Fu questo uno dei soggetti di discussione nel nostro Congresso Geografico di Venezia. Le proposte dell'Uzielli per l'Italia in tal materia, ed i quesiti posti a concorso dell'Accademia di Francia debbono esservi ben noti (1). L'Uzielli raccomanda giustamente esatte ricerche sui livelli che per diverse età possono fornire quasi a capi saldi gli antichi storici monumenti. Chi svolge le pagine del mio *Bullettino* (2) e la mia recente opera di *Meteorologia Endogena* avrà visto come io abbia dimostrato questo studio essere eminentemente interessante, non solo in riva al mare, ma nell'interno dei continenti, ed inoltre abbia citato gli esempî di livellazioni che col tempo sono state trovate non più corrispondenti al vero, appunto lungo i bacini fluviali. È per mezzo dei bacini idrografici che lo studio di precisione delle oscillazioni lente del suolo può dal livello del mare essere introdotto nell'interno dei continenti.

Un altro ordine di azioni in gran parte endogene è collegato strettamente al sistema dei bacini idrografici. Il valente geologo Taramelli richiamò

(1) V. BULLETTINO della Soc. Geogr., An. XV, Fascic. 9.

(2) BULLETTINO del Vulcanismo Italiano, Anno VII, 1880.

testè l'attenzione dei dotti sopra un fenomeno geologico che con molto senno egli propone di studiare isolatamente. Questo è il fenomeno delle frane che in tempi diversi, ma con evidente concatenazione di fatti ed in un tempo speciale più che in un altro, hanno ingombrato collo sfacelo di intere montagne i bacini idrografici, massime i coincidenti colle fratture del suolo. Il Taramelli con buone ragioni opina che in un'epoca postglaciale, ma preistorica, il suolo italiano fu soggetto ad una straordinaria attività endogena ed a convulsioni sismiche assai maggiori delle conosciute in tempi storici, e che fu allora il tempo dei grandi franamenti, i quali alterarono i bacini idrografici e ne ingombrarono coi detriti gli alvei diversi (1).

Un altro ordine di studî assai concatenato con quest'ultimo del Taramelli, ma assai diverso dal medesimo e sempre d'ordine endogeno, emerge da una serie di osservazioni geologiche da me fatte in moltissime occasioni. A me sembra di vedere predominare nelle formazioni dei travertini la rivelazione dell'essere essi in grandissima proporzione improvvisamente e contemporaneamente comparsi durante il periodo postglaciale ed alluvionale geologico. I detti travertini riposano generalmente senza transizione di sfumatura sulle pacifiche argille fluviali dei nostri alvei. Ciò rivela che le acque discendenti dai monti improvvisamente acquistarono una eminente facoltà di sciogliere il calcare. Fu insomma una repentina comparsa ed invasione dell'acido carbonico emanante dalla terra. Questo fatto corrisponde nel tempo, nella natura e nella connessione coi bacini idrografici con quello sopra citato delle frane osservate dal Taramelli. Esso rivela un'altra azione endogena d'ordine eruttivo straordinaria nel periodo postglaciale.

E qui faccio osservare come tutto ciò vieppiù dimostri la intima connessione dei fenomeni idrografici con i generati dalla attività endogena. Le osservazioni del Taramelli sulle frane e le mie sui travertini additano insieme ad un grandioso risveglio di attività endogena nel periodo postglaciale. Ora si noti che già la Geologia avea stabilito il massimo sviluppo dei nostri vulcani litorali essere avvenuto nel periodo postglaciale, dunque ed il vero vulcanismo litorale e le secondarie manifestazioni di esso nello interno del continente corrispondono alla medesima èra geologica. Ma quale è il carattere di quell'epoca? È lo scioglimento dei ghiacci, è il periodo delle alluvioni, è in una parola la primavera della vita geologica del globo terracqueo. È dunque vieppiù evidente che nell'acqua risiede il massimo agente della attività endogena, e che nei bacini idrografici noi dobbiamo studiare l'apparato di circolazione e di assorbimento della causa immediata della endogena attività.

(1) TARAMELLI T. — Di alcuni scoscendimenti postglaciali nelle Alpi Meridionali. Rendiconti dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, 10 febbrajo, 1881.

Parmi aver dimostrato ciò che ho detto dal principio del ragionamento sulla parte topografica del mio archivio. La classificazione di questo, cioè sulla base della idrografia facilitarne il risultato scientifico topografico, nella stessa guisa che l'ordine cronologico delle notizie tutte dei fenomeni ne agevola lo studio dei periodi generali e delle fasi particolari.

Potrebbe forse qui taluno desiderare che io descrivessi particolarmente il sistema e quasi il meccanismo dell'archivio da me intrapreso. Ma mi sembra ciò una minuzia ora superflua e da rimandarsi ad altra occasione nella quale possa essere più opportuna. Qui basti il notare che il suddetto mio archivio conta oggi circa 30,000 schede e che in queste io raccolgo tutte le notizie additanti fenomeni i quali comunque possano influire sulle modificazioni della superficie del globo. Quindi ognuno vede che quantunque i fenomeni endogeni vi abbiano direttamente ed indirettamente una parte principalissima, essi non formano il soggetto unico del mio archivio. I fenomeni esogeni di ogni genere vi entrano direttamente massime i geologici, i meteorologici, e parte dei cosmici. Laonde il detto archivio, piuttosto che endografico, deve più ragionevolmente esser considerato come una raccolta di materiali per ottenere poi una sintesi generale della *dinamica terrestre storica e contemporanea*. Con tale intendimento le schede cronologiche sono dedicate ciascuna ad un giorno ed in essa si concentrano tutte le notizie di fenomeni che spettano a quel giorno. Le topografiche divise per bacini contengono le notizie che si riferiscono a ciascun luogo ed hanno per repertorio la carta idrografica del bacino al quale appartengono. Finalmente ognuno vede che un archivio di siffatto genere non può mancare della sua parte bibliografica. Questa è divisa in tre categorie, cioè la bibliografia antica ossia anteriore al 1871, la contemporanea dal 1871 in poi, e la manoscritta ossia le notizie dei manoscritti esistenti nelle biblioteche ed archivi pubblici e privati che contengono notizie utili al nostro campo della endodinamica.

Un indice generale sarebbe il complemento dell'opera, ma esso non può farsi utilmente ehe in forma grafica acciò fornisca a colpo d'occhio una parte dei risultati. Esso è già concepito e stabilito, ma non è tempo ancora di intraprenderne la compilazione.

Se non temessi di dilungarmi troppo vorrei mostrarvi eziandio la novità del concetto dell'archivio da me intrapreso. La sua utilità, anche fuori dello scopo al quale è indirizzato, non occorre dimostrarla. Basterebbe svolgere una rassegna dei cataloghi dei fenomeni più volte compilati dagli scienziati o dagli eruditi, per vedere come questi incompletissimi e limitatissimi lavori sempre sieno stati diretti ad un solo genere di fenomeni ed ordinati in classi fisiche, non in cronologico-topografiche. Quindi non ne

derivò tutta la luce che oggi noi ricerchiamo. Ma di ciò rimando il discorso ad altra occasione e mi affretto a concludere.

Da quanto ho esposto forse abusando della vostra pazienza, o Signori, risulta per lo meno che lo studio dell'attività endogena da noi ora riformato è evidentemente entrato nella fase, nella quale potrà progredire rapidamente con pari successo che tutti gli altri rami delle fisiche discipline; e che se a noi non sarà dato vedere i frutti dell'intrapreso lavoro, avremo però la consolazione di aver trovato ed istradato il metodo. Il duplice archivio cronologico e topografico sarà mezzo potentissimo, che unito all'istituzione ed organizzazione degli osservatori di Meteorologia endogena, non solo fonderà questa nuova scienza, ma coadiuverà immensamente molte altre scientifiche intraprese.

L'ora è trascorsa e voi non avete bisogno di molte spiegazioni per comprendere che, colla via ora aperta ai nuovi studî sui fenomeni endogeni, questi divennero intimamente legati alla scienza applicata all'industria. Divennero cioè utilissimi per la Meteorologia atmosferica, per l'agricoltura, per la ricerca delle acque potabili e minerali da fornire ai centri abitati, per la formazione della carta geologica italiana e per prevedere i disastri che possano minacciare i massimi della interna attività.

---