

B. — INTORNO ALL'ODIERNA FASE DEI TERREMOTI IN ITALIA E SEGNA-
TAMENTE SUL TERREMOTO DEL 4 MARZO 1881 IN CASAMICCIOLA.

Conferenza del Prof. M. S. DE ROSSI, letta nell'adunanza del 3 aprile 1881.

Siamo sotto la triste impressione della rovina toccata alla deliziosa Casamicciola. Ma tale rovina nè è nuova in Casamicciola medesima, nè molto meno è nuova sui continenti da noi abitati. Perciò la detta impressione dolorosa genera in pari tempo nell'animo qualche preoccupazione. È insomma, come bene osservò l'Humboldt, la profonda angoscia cagionata dal dover a forza ed improvvisamente riconoscere la instabilità della terra, sulla quale viviamo. Quindi mai sempre avvenne per naturale impulso dopo una catastrofe sismica, di domandare alla scienza che cosa essa sappia della causa di così potenti e spaventose commozioni telluriche; se conosca mezzi per impedirle od almeno per prevederle, e se esse sieno un triste privilegio di alcuni luoghi soltanto, ovvero se qualunque punto della terra possa da un momento all'altro esser conquassato dal terremoto.

Ma con qual pro finora furono rivolte simili dimande alla scienza? — La risposta è desolante, o signori; e tutti la conoscete senza aspettarla da me; perchè sapete che in Casamicciola si passò dal tranquillo desinare, dall'onesto lavoro, dall'accorrere volenteroso dei fanciulli alle scuole, si passò, dico, alle tenebre di una tomba terribile. Dunque il terremoto nè si prevede, nè gli si può resistere.

Quantunque tale sia la conclusione, che scende legittima dalla inesorabile logica dei fatti, a me sarà dato additarvi quel raggio di luce, che già penetra in questa parte del campo scientifico; e che presto o tardi lo farà chiaro e luminoso. Come tanti altri misteri della natura cedettero alla perseveranza degli indagatori, i quali riuscirono ad impadronirsi delle loro leggi, come i fulmini e le tempeste divennero prevedibili ed in grande parte riparabili, così anche l'oscuro terremoto svelerà le sue leggi e diverrà meno fatale.

Io vi mostrerò come gli odierni terremoti, compreso quello di Casamicciola, non trovarono in Italia la scienza tanto sprovvista di lumi, quanto per lo passato; e se questi lumi non servirono al pratico uso di prevenire la catastrofe, si è perchè altro è trovare la via di giungere alla meta, altro è l'esservi giunti: ed altro è correre sulla via trovata, colla potenza del vapore, altro è corrervi a piedi rimuovendo gli ostacoli sempre grandissimi nelle vie non praticate prima da altri. Si apprestino alla scienza gli aiuti necessari, ed essa raggiungerà la sua meta colla celerità del vapore.

Abbiate, o signori, la pazienza di ascoltarmi, ed io vi esporrò nel modo più breve che mi sarà possibile dapprima perchè finora malgrado i molti studi di uomini anche eminenti la luce non comparve, e come noi in Italia testè potemmo suscitarla, dirigendola soprattutto alla ricerca della previsione del terremoto. Vi dimostrerò poi come a bene sperare di riuscire nell'intento ci conforti la cognizione storica d'esservi già riusciti alcuni antichissimi filosofi; la cui perduta esperienza empirica noi veniamo riacquistando con metodo scientifico e con mezzi fisico-meccanici assai più potenti dei nudi sensi, dei quali soli essi disponevano. Scenderò in terzo luogo a darvi un saggio del nostro nuovo metodo d'analisi, coll'applicarlo al terribile fenomeno sismico di Casamicciola, dove vedrete come la detta analisi, se non ci fece giungere ancora al pieno possesso dell'arte di prevedere i terremoti, ci diede in mano però un'altra arte non meno utile, quella cioè di ricostruire le città cadute per terremoto, con la quasi certezza di non vederle di nuovo precipitate dagli urti della terra. Così mi lusingo che vi avrò persuaso essere la nuova scienza sulla buona via, e meritare veramente la cooperazione volenterosa e molteplice tanto dei dotti, che delle pubbliche istituzioni.

Dal risorgimento degli studi fino al 1870 la scienza sismologica accumulò più che cinquemila lavori in buona parte preziosi, i quali danno al terremoto la prerogativa di possedere la più ricca bibliografia scientifica, ed insieme di essere il più ignoto fra i fenomeni. Non tento tesservi un resoconto delle vecchie opinioni sulle cause dei fenomeni sismici e vulcanici, perchè vi condurrei in uno spinajo senza vera utilità. Gli antichi lavori in una parola mancavano di una base abbastanza estesa ed organizzata di osservazioni antecedenti e contemporanee ai fenomeni, di cui si voleva svelare il mistero.

Soli l'Arago, il Pilla, il Perrey, il Mallet tentarono di redigere più o meno vasti cataloghi statistici di terremoti (1). Massime il Perrey raccolse di tali notizie contemporanee per tutto il mondo dal 1843 al 1871 (2). Il Mallet poi intravide la necessità di osservazioni scientifiche dirette sui terremoti; e raccomandò l'impianto di molti strumenti sismici in località opportune, onde raccogliere dati più numerosi e più precisi. Così questo ultimo ed il Perrey incominciavano sulle fatte statistiche a determinare alcune prime tracce di leggi sismiche. Essi stabilivano che i terremoti sono più frequenti nell'inverno di quello che nell'estate, che il tempo del plenilunio è loro favorevole, ed altri barlumi di leggi di minore preci-

(1) Arago: *Annales de Physique et de Chimie*, 1817. — Pilla: *Lo Spettatore del Vesuvio e de' Campi Flegrei*, 1832. — *Giornale geologico del Vesuvio*, 1834.

Mallet: *The report of the British Association for the advancement of science*, 1852, 1853, 1854.

(2) Perrey: *Notes sur les tremblements de terre*, 1843-1871.

sione ed importanza (1). La necessità delle osservazioni dirette facevasi intanto più evidente; e perciò l'illustre prof. Palmieri, seguendo i tentativi del Pilla, ne cominciò sul Vesuvio. I numerosi tremiti del suolo che ivi egli osservava, li stimava un naturale privilegio del suo vulcano attivo. Come tale esso poteva talora esser profeta, talora soltanto eco di lontane commozioni. Lo stesso Palmieri, lo Scacchi, il Secchi ed altri recaronsi talvolta sul teatro delle avvenute commozioni; ma tali studî erano posteriori agli avvenimenti od al più seguivano con mezzi insufficienti la fase sismica volgente alla calma (2). Quindi i risultati rimasero quasi altrettanto sterili, quanto i tentativi dei nostri antenati.

Giunse frattanto il 1870 con i suoi lunghi e rovinosi terremoti della Romagna. Una egregia commissione scientifica si portò sui luoghi devastati; ma essa non poté in un momento mutare lo stato della scienza ed improvvisare i mezzi e le osservazioni, che occorreva preparare con lunga mano. I dati raccolti allora accrebbero certamente la parte, che ho chiamato preziosa, del tesoro accumulato dalle antiche osservazioni.

Ma appunto durante i terremoti del 1870 sorgeva silenzioso il primo tentativo degli studî, che doveano poi divenire quel nuovo ramo di scienza che oggi, dicono gli stranieri, onorare l'Italia. Mentre avvenivano i terremoti in Romagna, il P. Timoteo Bertelli in Firenze ebbe la felice idea di collocare quasi sotto terra un pendolo ben custodito dall'aria ed osservarlo spessissimo col microscopio. Non tardò egli ad avvedersi, che i terremoti di Romagna non sempre avvertiti a Firenze, ma quasi sempre da lui veduti al microscopio, erano soltanto i massimi di un tremito, che a periodi ed in forma di burrasche invadeva il suolo sopra una estensione ben più grande della riconosciuta tremante. Vide insomma che egli dalla lontana Firenze seguiva i tremiti del suolo disteso presso l'Adriatico assai meglio di coloro che vi dimoravano.

Fu questa la prima rivelazione della esistenza dei moti microsismici, i quali, sebbene razionalmente si potea prevedere che esistessero, niuno però avea pensato nè a ricercarli, nè a studiarne la forma, la frequenza, i periodi e le relazioni con le vere e paurose scosse di terremoto. Il Bertelli da principio fu poco creduto, ed ebbe a sostenere controversie assai ostinate (3).

Intanto giungeva sul teatro della nostra penisola un altro tremendo spettacolo d'ordine endogeno, cioè la celebre eruzione vesuviana dell'aprile

(1) Può esser consultato Boccardo. — Sismopirologia. Genova, 1869.

(2) Palmieri e Scacchi: Relazione della regione vulcanica del Vulture e del terremoto ivi avvenuto nel 24 agosto 1857.

Secchi: Escursione a Norcia nel terremoto del 1859.

(3) Bollettino del Vulcanismo italiano. Anno I e II.

1872. Curiosi e scienziati corsero a Napoli per godere e per istudiare. Io preferii l'indagare tutto ciò, che durante quell'eruzione e dopo di essa avvenisse nel continente italiano. Potei persuadermi con ogni certezza che i fenomeni del Vesuvio avevano subito ed esercitato influenza sopra le manifestazioni dell'attività endogena di tutta la penisola, e che il solo mezzo per penetrare il mistero delle leggi dominanti cotesta attività interna era il sorvegliarla, sempre e specialmente quando sembra assopita e dove non è traccia nè di fenomeni eruttivi, nè di terremoti. Le minime fasi e le minime variazioni delle mofete, delle acque termo-minerali, delle correnti elettrico-telluriche, della circolazione delle acque, dei livelli dei continenti, vidi chiaro dover contenere la chiave di una speciale meteorologia, che si sarebbe potuta chiamare endogena, e dalla quale sarebbe risultato, come allora publicai, che le odierne manifestazioni della attività endogena costituiscono una parte assai principale delle fasi geologico-meteorologiche telluriche, e sono la fase attuale di complemento della formazione dei continenti (1) ».

Stesi allora la mano al Bertelli; e dopo verificata ed ampliata la sua scoperta dei movimenti microscopici del suolo e stabilite certe norme (2) per la comparabilità degli istrumenti e delle osservazioni, mi diedi tutt'uomo con esso lui a procacciare proseliti ed a fondare osservatori microsismologici, e a reclutare un buon numero di corrispondenti in tutta la penisola, acciò ci sfuggissero il meno possibile le notizie dei fatti. Sorgeva insomma spontaneamente in Italia una vera società per gli studi dei fenomeni endogeni.

Con maggior lena si continuò l'opera incominciata, allorchè se ne raccolsero i primi frutti, ad occasione dei terremoti del 19 gennajo e 12 marzo 1873. Questi primi risultati mi posero in mano la legge meccanica fondamentale del terremoto dipendente dallo stato del suolo, e stabiliva nelle fratture di questo l'apparato di circolazione od almeno di comunicazione fra i centri diversi dell'attività sismica (3): ma di ciò dovrò poscia parlare con posatezza, e basti qui averlo così accennato. Fu principalissima nostra cura in quel tempo il dilatare le osservazioni microsismiche. Io fondai nel 1874 il ben noto *Bullettino del Vulcanismo italiano*, organo naturale della improvvisata associazione scientifica. I terremoti del 1874 e degli anni seguenti, quantunque diminuiti, ci permisero di migliorare le nostre analisi. Tentammo allora i confronti fra le più estese osservazioni microsismiche ed i veri terremoti; e ne risultò che i grandi terremoti erano

(1) Fenomeni concomitanti l'eruzione vesuviana dell'aprile 1872.

(2) Norme ed istrumenti per le osservazioni microsismiche proposti dal prof. F. Bertelli e M. S. de Rossi.

(3) DE ROSSI — Le fratture vulcaniche laziali ed i terremoti del 19 gennajo 1873.

quasi sempre preceduti da una burrasca microsismica. Apparivano peraltro in pari tempo le perturbazioni di questa legge. Evidentemente i giuochi della dépression barometrica disturbavano l'andamento regolare delle forze endogene, ed altri fattori si sono mostrati influire sul fenomeno sismico. Ma dal tutto insieme videsi sempre che i movimenti microsismici del suolo rispetto al complesso dei fenomeni endogeni sia sismici, sia eruttivi, sia elettrici e magnetici, sia spettanti alla circolazione delle acque, sono la spia costante ed il fenomeno sempre attivo che con fasi alternate di massimo e di minimo o comparisce localizzato in un luogo od invade ora tutta, ora parte della penisola, o corre talvolta rapido, talvolta lento per le fratture montuose del suolo italiano, portando in forma di correnti dinamiche l'attività ai vulcani ardenti della penisola, o ricevendo dai medesimi, sia il rigurgito invisibile forse delle loro lave, sia per lo meno il contraccolpo e l'eco della loro attività.

Erano adunque guadagnati per la scienza tre primi dati nuovissimi e fondamentali. Avevamo conosciuto cioè l'apparato di circolazione del terremoto e la sua meccanica azione; avevamo appreso la sua forma di correnti dinamiche; avevamo infine riconosciuto nelle vibrazioni microsismiche l'intera vita e svolgimento del fenomeno sismico, del quale prima non conoscevamo che disordinatamente i massimi negli inaspettati e violenti terremoti.

Ma dopo questo lusinghiero principio un campo nuovo stava per essere aperto al nostro ramo di studi alla fine del 1878. Il microfono ed il telefono, vere meraviglie del genio del secolo nostro, mi suscitarono una intima persuasione di poter con essi udire l'interno lavoro del suolo e seguirne le fasi anche meglio che col microscopio. Non debbo qui narrarvi nè le prove fatte, nè le modificazioni introdotte in questi strumenti per riuscire nell'intento. Tutti sapete che l'ottenni superiormente all'aspettazione, e che per somma cortesia, l'illustre prof. Palmieri volle esso stesso per il primo pubblicare nei giornali i risultati delle esperienze da me fatte nell'osservatorio vesuviano ed alla solfatura di Pozzuoli (1). Il microfono ed il telefono furono due nuovi rivelatori dei moti microsismici, anzi divennero presto coi perfezionamenti introdotti due analizzatori delle qualità delle vibrazioni e dei suoni microsismici tellurici.

Se si avessero in Italia i mezzi e l'ardire che non mancano mai in America, avrei potuto oggi qui farvi sentire a piacere in questa sala i rumori del Vesuvio, dell'Etna, dello Stromboli e di qualunque altra contrada si trovasse ora in commozione sismica anche microscopica. E voi vedete come ciò che sarebbe qui un diletto di un'ora, potrebbe essere una fonte di studi

(1) Dr. Rossi. — Il Microfono nella Meteorologia endogena. Bull. del V. It., dicembre 1878.

e di paragoni per chi diuturnamente li ascoltasse tutti uniti e ne ricavasse i prognostici sismici. Ma senza vagheggiare o piuttosto sognare esperienze praticamente per ora impossibili, vediamo come i limitati e privati mezzi descritti ci abbiano permesso oltre gli esposti, altri passi non ispregevoli nel nuovo studio. I nostri mezzi furono ingranditi dalla lena e dalla perseveranza e dalla convinzione di servire insieme alla scienza ed al pubblico bene. Quindi non vi sorprenderà se io affermo che l'odierna fase dei terremoti in Italia, compreso quello di Casamicciola, passa tutt'altro che misteriosa per i cultori dei nuovi studi e che i suoi massimi per noi giungono tutt'altro che repentini e del tutto imprevisti.

Dal luglio decorso, in coincidenza cioè colla ripresa di attività solare, riprese vita energica l'attività endogena tellurica. Le Alpi della Svizzera e dell'Italia presso il Lago Maggiore, e l'Isola d'Ischia furono allora, come adesso, quasi contemporaneamente scosse nelle prime riprese della attività suddetta. Da quel tempo cominciò a viepiù disegnarsi un'altra legge sismologica già formolata da me nel decorso settennio, la legge cioè del periodo circa decadico scorrente fra i massimi dell'attività sismica compresa dentro una certa estensione di terreno (1). Tale può essere considerato il gruppo delle terre aventi più o meno per assi di struttura le Alpi, i Pirenei l'Appennino od in generale i continenti che circondano il bacino del Mare Mediterraneo. L'esperienza ha dimostrato che i detti periodi decadici durante i tempi di grande attività o ravvicinano i loro massimi o li allontanano alquanto frapponendo un massimo direi quasi di secondo ordine a metà circa del periodo regolare. Per non tediarvi tralascio la lunga enumerazione delle prove di questo fatto, che ho esposto nelle opere pubblicate. Tralascio pure di additarvi i massimi della prima parte del periodo che trascorriamo, che v'ho accennato aver incominciato nel luglio in Ischia ed in Piemonte. Prendo un tempo più breve, cioè dal terremoto di Zagabria a questo ultimo di Casamicciola. Noto come sopra ho detto che i periodi decadici dei massimi furono spesso abbreviati durante questo tempo di grande attività sismica, ma senza fare scomparire il periodo predetto. Così dopo il terremoto del 9 novembre a Zagabria comparvero i nuovi massimi ai 16, ai 24 e poscia in dicembre al 4 e 5, all'8, al 14, al 17, al 23. In febbrajo 1881 ai 3, 4 e 5 continuatamente, e poscia similmente ai 13, 14 e 15, ai 19 a Zagabria ed ai 24 il fortissimo terremoto cagionante danni non lievi a Bologna, seguendo le molte scosse il 25 a Bologna stessa, e il 26 in Svizzera. Torna il massimo sismo in Romagna e Croazia ai 2, 3 e 4 febbrajo. Tutti ricordano poi i nuovi guasti avvenuti a Bologna e dintorni ai 13 e 14 dello stesso mese. Ai 22, o 23 si risentirono i contorni dell'Etna.

(1) Periodo sismico italiano del 1873.

con un massimo sismico, ed ai 4 marzo venne la triste scadenza circa decadica per la disgraziata Casamicciola.

Vedete chiaro così che per quanto locale sia stata la violenza della scossa di Casamicciola, essa giunse quando doveva, rispetto al complesso dei fatti osservati in Italia. Dei quali fatti poi ora ho indicato la sola parte dei massimi sismici, ossia dei terremoti, senza parlare delle contemporanee osservazioni microsismiche. Basta adunque la sola attività della corrispondenza e delle comunicazioni tanto facilitate oggidì, per raccogliere un copioso numero di notizie sismiche. E stando anche solo come i padri nostri nel limite del sensibile, purchè conosciuto ed ordinato, se ne ottiene già una traccia utilissima della legge della periodicità. Che se riflettiamo poter noi oggi anche vedere col microscopio le vibrazioni che non iscuotono e col microfono udire i rumori impercettibili per l'orecchio disarmato, dovremo convenire esser aperta la via alla più completa cognizione del fenomeno e per conseguenza anche a grandi progressi appunto nel problema della previsione del terremoto. Ma qui nasce spontanea la dimanda se la scienza armata di tanti nuovi mezzi saprà non solo meglio prevedere i terremoti nel tempo, ma eziandio nello spazio, indicando il luogo minacciato.

Con questo importantissimo quesito siamo pervenuti al secondo punto che ho promesso esporvi, l'addentrarmi meglio cioè nella questione della possibilità della previsione scientifica del terremoto. Prima di tutto prepariamo il terreno per l'ardua discussione e domandiamo alla storia: — furono giammai scientificamente preveduti i terremoti? — La storia risponde: — in tempi remotissimi, sì; dopo il risorgimento degli studi, no. — Il valente prof. Antonio Favaro di Padova, in parecchie memorie ha trattato questo argomento delle nozioni sismologiche possedute dall'antichità e poscia perdute dal patrimonio della scienza (1). Egli dimostra che più volte gli antichi filosofi predissero con precisione di giorno e di luogo tremendi terremoti avveratisi poi con tutta esattezza. Nè si creda che la memoria di tali predizioni sia rimasta come reminiscenza di fatti soprannaturali. In questo caso le memorie sono chiare e ben discusse. Anassimandro, Ferecide ed altri predissero scosse con dati naturali positivi: anzi Cicerone alludendovi toglie di mezzo ogni dubbio dicendo appunto del terremoto, che *non Deus praevidet tantum, sed et divini ingenii viri* (2). Il Favaro però ragionevolmente va più innanzi, e con sottile analisi indaga anche quale potesse essere stato il dato principale scientificamente profeta del terremoto in quei tempi remoti e riesce a dimostrare che fu l'esame delle acque. Il loro livello, il loro colore, il loro sapore, la loro temperatura, il gas che ne emana tal-

(1) Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti.

(2) *De Divinatione* L.

volta in precedenza del terremoto, formarono la base degli indizi sismici per gli antichi filosofi.

Si è voluto anche attribuire l'arte del predire i terremoti a cognizioni astrologiche; ed è curioso, anzi è proprio dell'argomento odierno il ricordare che la più recente predizione scientifica del terremoto storicamente conosciuta fu una registrata dal Petrarca, il quale ne fu testimone in Napoli ai 25 novembre del 1343. Un vescovo *astrologiae peritus* (dal Cantor creduto appunto il vescovo d'Ischia) avea profetizzato il terremoto per la notte del 25 novembre, nella quale infatti tutti si misero al sicuro e la scossa avvenne tremendissima senza decimare la popolazione (1). L'astrologia non entrava forse nei dati di questa predizione, che avveravasi; ed è probabile invece che il vescovo del 1343, massime se veramente fosse stato quello d'Ischia, avesse avuto l'esperienza degli antichi nell'avvertire le variazioni delle acque termo-minerali. Soprattutto viene confortata la mia congettura dall'osservare che la data del 1343 era assai vicina a quella del 1302, anno fatale per l'Isola d'Ischia, ossia della ultima grandiosa eruzione laterale del suo vulcano l'Epomeo, soprastante col cratere centrale a Casamicciola. Il residuo della recente attività del vulcano avea forse fornito ad uno spirito analitico insieme e sintetico cognizioni pratiche sull'andamento dei fenomeni ed i dati per prevederne l'approssimarsi dei massimi.

E qui appunto senza fare assegnamento sulla congettura relativa alla predizione del 1343 sembrami piuttosto poter generalizzare quest'ultima riflessione sulla maggiore grandiosità e sensibilità dei fenomeni interni in altri tempi ed in altri periodi dell'attività vulcanica. Con questa vista ci sarà lecito il sospettare che la scienza empirica degli antichi filosofi profeti dei terremoti venisse appunto dall'esserne in dati periodi di maggiore attività endogena più manifesti e più sensibili i fenomeni precursori. Un indizio confermantе cotesto mio concetto lo veggio in ciò che tutti i canoni volgari e popolari sui terremoti, principalmente quello del ritorno di esso dopo 12 e 24 ore, i quali furono disprezzati dalla scienza moderna, oggi li classifichiamo fra i fatti verificati, mercè gli studi microscopici e continui, che ce li fanno ritrovare. Quello che noi oggi in pochi studiosi sorprendiamo col microscopio, perchè ridotto a microscopiche proporzioni, potè esser sensibile e manifesto in altri tempi, e perciò aver illuminato l'esperienza non solo degli uomini d'ingegno, ma perfino del volgo, il quale poi ne conservò fino ai nostri dì la tradizione. Una ulteriore prova della verità od almeno della somma pro-

(1) V. FAVARO, *Intorno al probabile autore di una predizione di terremoto.*

Veramente il Favaro dissente dal Cantor nel credere che il vescovo di cui si parla fosse quello d'Ischia e mostra dover esser più probabile che fosse quello di Isola presso il Liri. Ma la cosa rimane alquanto incerta quantunque gli argomenti del Favaro siano assai gravi, ed in ogni modo non concerno la sostanza del nostro ragionamento.

bilità di questo modo di vedere, la rinvento nella serie dei fatti, che se non bastarono ad illuminare gli scienziati dei tempi posteriori al risorgimento degli studi non isfuggirono però dalle carte della storia. Quasi ogni qualvolta un vasto terremoto colpì la terra, divennero sensibili i fenomeni precursori e molte volte giovarono agli uomini sagaci e prudenti per salvarsi istintivamente dalla catastrofe, nella quale rimasero involti gli increduli e gli ignari. E mi affretto aggiungere che quei segni precursori, come ora spiegherò, sono appunto nella forma manifesta e sensibile quei medesimi fenomeni, che ora noi sorprendiamo col microscopio, col microfono e colle pazienti quotidiane osservazioni.

Senza prendere gli esempî lontani e tediarmi con una lunga enumerazione di essi, ne citerò pochissimi fra i molti che potrei addurre. Alcuni giorni prima del terremoto di Lima, Viduare era in prigione condannato a morte ed in attesa della fucilazione. Giacendo al suolo nella solitudine e tranquillità d'un carcere quasi sotterraneo, egli udì tale gorgoglio nel sottosuolo e crescente, che non esitò raccomandare ai suoi custodi d'annunziare l'approssimarsi d'un grande terremoto. Egli insistè inutilmente per più giorni su questa profezia; fu sempre creduto mentecatto per la sventura. Ma due giorni dopo Lima rovinava per il terremoto, e Viduare evadeva fra le rovine del carcere recandosi poscia nel Belgio (1).

Nel recente e tremendo terremoto di Melfi del 1851 i padri cappuccini, del convento dei quali non rimase pietra sopra pietra, furono tutti incolumi per essersi a tempo collocati all'aperto. Vide taluno di essi agitata, spumante e rumorosa in modo sinistro l'acqua d'un lago, cratere vulcanico situato in vista della loro dimora. L'idea d'un prossimo terremoto balenò a costui, e ne avvertì i colleghi, i quali tutti verificato il fenomeno, si determinarono d'uscire all'aperto. Così essi furono soltanto spettatori della catastrofe e poterono prestar soccorso agli infelici diecimila sepolti e feriti dalle rovine di Melfi (2).

Nel terremoto di S. Reino del 1831 i contadini in un luogo abbandonarono il lavoro campestre fin dalla mattina, spaventati dal romore e dal fremito del suolo sottostante (3). Lo stesso è avvenuto ai 24 del decorso gennajo nel terremoto forte ma non gigantesco del Veronese e di Bologna. I lavoratori della terra del M. Baldo sentirono i rumori precursori del terremoto moltissime ore prima della sera, nella quale avvenne (4).

Mi si dirà che questi fatti, sieno pure numerosi, furono mai sempre osservati; e poichè trovaronsi isolati, eccezionali, localizzati e non sempre

(1) GIROLAMO GIGLI. — Discorso sulla zona vulcanica mediterranea, pag. 42.

(2) PERRY. *Notes sur les tremblements de terre*, 1851, pag. 42.

(3) ALBERTO. *Nota del terremoto avvenuto a S. Reino nel 1831*, pag. 26.

(4) Notizia comunicatami del prof. Agostino Goiran di Verona.

identici, non condussero, nè potrebbero condurre a risultato scientifico. Ma io risponderò che se la nuova organizzazione regolare degli studi ed i mezzi nuovissimi dei quali oggi la scienza può disporre, ci renderà osservabili tutti i fenomeni, di cui abbiamo parlato nella loro totalità e particolarità, in guisa da conoscerli nella topografia, nella scala delle intensità e nelle varietà tutte della loro forma, noi raggiungeremo la meta della previsione e serviremo in pari tempo la scienza e l'umanità.

Ma dopo queste generali riflessioni sulla possibilità di ottenere dalle odierne ricerche la previsione dei terremoti, conviene spendere alcune parole ad indicare ciò che scientificamente già si è fatto in questa via, e ciò che dovrebbe ancora farsi per progredire sollecitamente nella vagheggiata conquista.

L'attività endogena, l'abbiamo già visto, si manifesta nelle vibrazioni sismiche del suolo, nei suoni e rumori che o procedono, od accompagnano, o seguono le vibrazioni medesime nelle alterazioni e variazioni diverse che subiscono sia nella temperatura, sia nel livello, sia nel volume, sia nelle apparenze e mineralizzazione le acque sorgenti, e finalmente apparisce questa attività nel risultato più evidente dei prodotti eruttivi secchi, fangosi e vaporosi. È abbastanza evidente da quanto dicemmo, che l'esame complessivo e giornaliero dell'andamento di tutti questi fenomeni può e deve rilevarne le leggi della loro speciale meteorologia. Le vibrazioni del suolo che, come vi faceva osservare, prima del 1870 non apparivano altrimenti che col loro inolto inopportuno e spiacevole farsi sentire, dopo quel tempo in seguito alla industria del Bertelli furono analizzate nella loro forma molto più estesa nel tempo e nello spazio, nella forma cioè microscopica.

Le scosse più o meno sensibili apparvero così quali sono veramente o massimi della agitazione o forme brusche, vibrato ed intense della manifestazione del medesimo fenomeno che nella forma microscopica è placido e lento, sembrando il risultato visibile negli strumenti *ad hoc* di una serie lunghissima di minimi urti ritmici. Il microfono associato al microscopio svolge vie meglio l'analisi delle vibrazioni predette, e ce ne rivela non solo ordini più piccoli ed invisibili col microscopio, ma ce ne spiega la intima natura colla varietà dei suoni, che divengono il linguaggio e la parola dell'attività sismica. E quando dissi essere il linguaggio e la parola dei fenomeni interni, non proposi una immagine del tutto poetica, ma una quasi realtà; e prova ne sia che il mezzo più acconcio da me trovato dopo molti tentativi per esprimere ciò che mi trasmette all'orecchio col telefono il microfono sismico, è stato l'applicarvi la scrittura musicale con leggerissime modificazioni.

Il microfono in una parola rivela rumori, suoni e vibrazioni, quali

noi possiamo osservare od anche produrre a volontà con le compressioni, tensioni e le fughe del vapore dalle nostre caldaje.

Ognuno intende che io non posso qui dilungarmi ad esporre i particolari delle osservazioni microscopiche e microfoniche testè organizzate. Tutto è già in parte consegnato e in parte lo sarà nei libri a stampa, dove se ne fa maturo ed imparziale giudizio. Ma volendo pur riassumere alcun che di pratico e forse meno difficile ad esporre, vi dirò come si riveli l'andamento dei fenomeni sismici nel loro complesso. Vi ho già accennato, che, data l'esistenza di una certa attività endogena, questa raggiunge un massimo approssimativamente ed ogni dieci giorni. La forma poi del complesso dei fenomeni è assolutamente simile al passaggio d'una burrasca atmosferica, ed è perciò appunto che le chiamiamo ora convenzionalmente burrasche endogene e burrasche sismiche. Coteste burrasche sono più spesse e regolari nell'inverno che nella estate; e toccano facilmente massimi più acuti nella primavera e nell'autunno. Seguono in ciò evidentemente le vicende atmosferiche; ma poichè dipendono da azioni interne, non mancano punto i periodi e le burrasche affatto indipendenti dallo stato meteorico esteriore. Il periodo decadico suddetto generalmente si manifesta anche durante i tempi di grande attività, accentuando massimi maggiori fra i massimi continui e nei tempi di grande calma, comparendo qualche languido fenomeno a segnalare appena il predetto periodo. Le burrasche incominciano generalmente coi moti microscopici specialmente ondulatori che occupano due o tre giorni di agitazione e se sono congiunti a molto moto sussultorio è evidente indizio dell'azione immediata e locale. Infatti i moti sussultori sono facili a comparire anche durante le calme perfette, svelando così la piccola ad innocua azione unicamente locale.

Non è raro che si avvertano terremoti per lo più assai leggeri durante il periodo del moto microsismico. Questo moto microsismico per lo più comparisce simultaneamente in tutta la penisola; ma qualche volta si mostra mobile e successivo specialmente nel raggiungere il massimo e nel diminuire. Più volte si è veduto diminuire con ritardo nei luoghi prossimi al teatro del futuro maggiore terremoto.

Scorsi i detti due o tre giorni di moto microsismico, succede una calma ora più ora meno breve, ma che direi in media occupare un giorno. Durante questa calma spesse volte uno o o due piccoli terremoti fanno da prodromi del maggiore che sta per arrivare; e sovente pure ho notato questi piccoli terremoti additare il luogo, nel quale scoppierà il maggiore terremoto od il gruppo delle moltissime scosse in poche ore costituenti il massimo sismico. Durante il massimo sismico è raro che vi sieno anche movimenti microsismici. Questi d'ordinario si risvegliano dopo la maggiore

commozione, e concorrono a far parte della fase composta di spessi minori terremoti che, rareggiando, danno luogo al ritorno della calma. Seguendo questi andamenti dei moti del suolo, è facile prevedere con qualche approssimazione il giorno del massimo, ossia del terremoto assai sensibile. Non è però ugualmente facile il prevederne la forza e la regione minacciata. Certamente la moltiplicazione delle osservazioni e degli osservatori gioverà a questa ulteriore determinazione; ma esisterà sempre una grande difficoltà a sorprendere in tempo utile l'azione delle cause disturbatrici. Ho più volte verificato con ogni certezza, che mentre una burrasca soggiornava in una regione, il comparire una depressione barometrica in altra regione non lontana permise l'esplosione del massimo di quella burrasca fuori della regione invasa trasportandolo invece nel luogo dove lo chiamava il favore della depressione. E viceversa ho visto le alte pressioni atmosferiche far dileguare od abortire i preparati massimi sismici, od almeno ridurli ad un gruppo di numerosi piccoli e localizzati scuotimenti. Talvolta poi ho bene sorpreso l'azione endogena far vigorosamente i fatti suoi senza punto alterare il proprio andamento per l'influenza dei fenomeni meteorici. È dunque questa migliore determinazione topografica del luogo minacciato uno dei punti, sui quali dobbiamo attendere la luce degli studi futuri.

Che se agli studi futuri dobbiamo rimandare problemi così importanti, ciò avviene anche perchè nella odierna nostra organizzazione manca quasi del tutto la parte che siamo certi anche per le antiche allegate esperienze sarebbe localmente la più luminosa, l'esame cioè regolare e continuo delle variazioni delle acque. Ognuno vede che la forza della privatissima nostra associazione e le individuali industrie in questo ramo sono insufficienti. Le sorgenti termo-minerali sono generalmente abbandonate nell'inverno e nella primavera, quando più interesserebbe esaminarne le variazioni. Stanno in luoghi poco accessibili, e quando anche non siano lontane, non stanno certo nell'abitazione dell'amatore di questi studi. Può il sismologo provvedersi di istrumenti ed adattare un luogo solido della sua casa, e specialmente può un direttore d'osservatorio meteorologico disporre d'un locale e di personale acconcio alle osservazioni sismiche cogli istrumenti anche delicati, ma non potrà con pari facilità organizzare osservazioni nelle acque sorgenti e sulle mofete e sui vulcanetti di fango. I soli livelli dei pozzi come fenomeno domestico furono cominciati a studiare regolarmente, e diedero il loro risultato più o meno concorde con gli altri capi d'osservazione (1). Sulle temperature, sulle bolle gassose e sulla torbida delle

(1) DR ROSSI. *Periodo sismico, del 1873.*

DESJOURS. *Saggio di osservazioni sul cambiamento di livello dell'acqua d'un pozzo in Pesca.*

BIANCCHI. *Variazione di livello dell'acqua dei pozzi per la pressione atmosferica.*

SCILLIANI. *Studi sul cambiamento del livello dell'acqua dei pozzi in relazione colla pressione barometrica.*

acque potemmo ottenere qua e là parziali periodi di osservazione assidua, i quali giovarono a dimostrare che questo campo sarebbe ricco di dati e che le variazioni soprattutto termiche e della emanazione del gas sonosi mai sempre trovate d'accordo con le burrasche sismiche e microsismiche (1).

Se potremo adunque col tempo regolare ed organizzare anche questa parte del nostro studio, la luce si farà copiosa sulla meteorologia endogena. Quando il microscopio, lo spettroscopio, il termometro, i reagenti chimici, le misure di volume analizzeranno giornalmente le acque e la loro miscela coi gas, potremo disporre per lo studio degli andamenti dell'attività interna di quell'elemento appunto che fu il più prezioso per gli antichi e che per noi lo sarà assai di più, perchè sottoposto alle norme d'una forma scientifica nell'analisi ed alla odierna potenza dei mezzi fisico-meccanici.

Il terremoto dell'Isola d'Ischia del 25 luglio passato fu appunto preceduto da disseccamento dei pozzi e da alterazioni nelle acque termo-minerali e da variazioni delle fumarole nella regione di Panza fino dal principio di luglio. Questo fatto fu constatato dal sindaco di Forio d'Ischia che lo partecipò al Palmieri dopo il terremoto, quando tuttora duravano quei cambiamenti intrecciati colla continuazione delle scosse (2). Nell'odierno disastroso terremoto di Casamicciola del 4 marzo taluno ha detto anche nei giornali che dalle acque sprigionavansi gas fuori dell'ordinario prima del terremoto. Il Palmieri ed io medesimo sul luogo prendendo molte informazioni, non potemmo esser di ciò scientificamente accertati. Ma io mi convinsi che è appunto la mancanza di osservazioni regolari che fa sfuggire questi fatti importantissimi. In Casamicciola medesima ho io ora verificato con ogni certezza, come il caso fa fare talvolta tali osservazioni, che la scienza finora trascurò e dirò trascura tuttora. Dopo il grande terremoto, la sera del 15 marzo una comitiva, nella quale si trovava il professore de Ciuccis e l'amatore di cose fisiche sig. Maresca, recaronsi a passare lietamente la serata in uno degli stabilimenti balneari. Prima di uscirne verso la mezzanotte i due fisici suddetti vollero osservare la fumarola emanante dalla sorgente dell'acqua, ed esaminarne la temperatura. La trovarono salita dalla media ordinaria di 62° ad 85°, il de Ciuccis fece altre osservazioni, che spero pubblicherà; ma intanto alla mezz'ora dopo la mezzanotte ripresero le note repliche dei terremoti, che cagionarono nuove rovine, e che furono registrate anche in Roma dai miei sismografi. È adunque ben possibile, che se in Casamicciola si fossero fatte ordinate osservazioni sismiche, microsismiche, microfoniche ed idrologiche fin dal luglio decorso,

(1) DE ROSSI. *Meteorologia endogena*, vol. I, lib. I. Capo VIII.

(2) BOLL. del vulcanismo italiano, dicembre 1880.

la catastrofe del 4 marzo non sarebbe forse sopraggiunta del tutto impreveduta. E tale probabilità diviene, a mio credere, una quasi certezza esaminando quello che è a mia cognizione dei fatti osservati dalla nostra privata associazione in tutta Italia precedentemente al luttuoso avvenimento del 4 marzo.

Abbiamo visto sopra l'andamento decadico dei massimi sismici italiani fino al punto in cui giunse il terremoto di Casamicciola, vi ho pure descritti i particolari delle burrasche sismiche, che si preparano e scoppiano più o meno fortemente. La preparazione d'un fenomeno della violenza dell'avvenuto il 4 marzo doveva essere proporzionata al caso. Quindi agitazione sismica, microsismica e microfonica generale in tutta la decade; anzi circa alla metà di essa, cioè ai 27 febbrajo, come già sapete avvenire talvolta, un massimo minore si presentò sull'Etna, regalando alla regione di Bongiardo lo spavento di tredici scosse in 12 ore fortunatamente senza danni. Terremoti piccoli seguitarono ad avvenire in tutti i giorni successivi in Italia, in Francia, in Austria. Al 1° marzo poi il moto microsismico ed i rumori microfonici comparvero assolutamente straordinari. Il 2 erano al massimo; e merita osservazione che già la sera di questo giorno un sensibile terremoto urtò Cosenza e gran parte delle Calabrie; il Vesuvio rinforzò la sua attività assai vigorosamente. Ma il fatto più notevole nel caso presente fu che il massimo dell'agitazione microsismica si mostrava progressivo dall'alto al basso dell'Italia. Imperocchè mentre tutte le stazioni d'osservazione fino a Roma toccarono il massimo in questo giorno 2, le altre lo raggiunsero tutte nel giorno 3, ed anzi Foggia, che è la più prossima che possediamo all'Isola d'Ischia, era agitatissima nella stessa mattina del 4 marzo, calmandosi solo poche ore prima del terremoto di Casamicciola (1). Nel giorno 3, come ho accennato, davasi luogo alla calma nell'Italia centrale, ma compariva il principio del vero massimo sismico coi forti ed estesi terremoti di Svizzera, Piemonte e Francia, simili a quelli che precedettero i già ricordati d'Ischia del luglio passato. Dunque a mio credere per singolare fortuna l'attività endogena generale ebbe due centri di attrazione per lo sfogo del massimo determinandosene uno più sollecitamente sulle Alpi, e l'altro poco dopo nell'Italia meridionale. Anche l'Etna partecipò a questo massimo, alleggerendo forse la catastrofe di Casamicciola ovvero ricevette dalle onde sismiche propagate di là un risveglio di attività, perchè nell'ora medesima del terremoto di Casamicciola fuvvi ripresa

(1) L'Osservatorio vesuviano sarebbe veramente il più prossimo ad Ischia. Ma in esso non si fanno osservazioni col tromometro normale. I delicati istrumenti sismici del Palmieri però quantunque si trovassero in condizioni di poca attività atteso lo stato eruttivo ora permanente del vulcano, pure concordarono con le stazioni tromometriche dando il massimo della loro poca agitazione nel 1° marzo in precedenza della piccola lava uscita la sera del 2, e poi nello stesso giorno 3 marzo.

grande di forza nella eruzione fangosa di Paternò, trovandovisi presente il prof. Ricciardi di Torino (1). Sembrerà strano che io abbia detto le onde sismiche di Casamicciola aver forse risvegliato l'attività etnea a Paternò, mentre tutti sanno che neppure a Napoli fu sentito il terremoto di Casamicciola, e che non lo segnarono neppure i sismografi del Palmieri. Molte circostanze fisiche già determinate nei nostri nuovi studi e che è impossibile qui spiegare, possono lasciar passare insensibilmente le onde sismiche anche per alcuni istrumenti come per le persone, mentre vanno a farsi sensibili altrove o agli uni o alle altre (2). Il fatto è che le onde del terremoto di Casamicciola giunsero a rompere la calma negli istrumenti fino a Roma ed a Bologna. In queste due stazioni avvenne a me qui, ed al conte Mulvasia colà di trovarci al microscopio allorchè apparve la scossa disastrosa; ed ambedue vedemmo il non lieve movimento che presero i nostri istrumenti, i quali eransi calmati come ho detto fin dalla sera del 2 marzo. Anzi quanto a Roma dirò che il microfono avea cominciato ad agitarsi additando ondulazioni menomissime di lontana provenienza, ma continue, fin dalle 10 antimeridiane. Quelle vibrazioni io non dubito che giungevano da Casamicciola, e che colà sarebbero stati uditi forse i rumori annunciatori certi della prossima scossa. Vero è che tanto il Palmieri col Semmola, quanto io, abbiamo constatato nelle nostre tardive escursioni all'isola dopo il fenomeno una relativa tranquillità del suolo rivelata anche dalla rarità dei suoni microfonici. Ma ciò non dice che prima della grande scossa fosse altrettanto; anzi dall'insieme dei dati abbiamo ragione abbondante per credere il contrario. Tralascio mille altri fatti ed osservazioni, che legano sempre più il terremoto di Casamicciola all'andamento generale sismico italiano; noto solo che dopo un massimo così violento nè dovea

(1) *Nature*, 26 marzo 1881, Paris. Se taluno vedesse in queste osservazioni di coincidenze e corrispondenze di fenomeni lontani ed in queste ipotesi di centri d'attrazione d'una forza unica disseminata, traccia d'allusione alla teoria che suppone l'esistenza d'un nucleo liquido incandescente nell'interno del globo, sia avvertito che gli odierni studi avendo aperto un nuovo e vasto campo d'osservazione, mostrano doverci ora esercitare in questo senza troppo affrettarci a determinare la qualità e la forma della causa prima dei fenomeni endogeni. Del resto veggasi nel vol. II della mia *Meteorologia Endogena*, come non sia punto necessario l'ammettere quel nucleo incandescente (il quale veramente presenta gravi difficoltà ad esser ammesso nell'attuale stato della scienza) per ottenere quell'unità e connessione dei fenomeni tutti endogeni compresi dentro vastissime porzioni del globo terrestre.

(2) Sono piene le descrizioni dei terremoti di fatti di tal genere; cioè di casi nei quali i terremoti anche sensibili non hanno prodotto movimento nei sismografi. Possono essere consultati su ciò utilmente i più volte citati cataloghi del Perrey. Io stesso ne sono stato testimone nell'esperienza degli anni scorsi. In sue merita ricordo l'avvenuto testè in Bologna nell'Osservatorio del conte Malvasia. Ivi nel terremoto di Agram del 9 novembre, che non fu punto avvertito da veruno, uno dei pendoli concepì tale movimento che oltrepassò i labbri della capsula contenente la sabbia, sulla quale dovea tracciare i propri movimenti. Questo medesimo pendolo nel terremoto avvenuto in Bologna ai 24 gennaio p. p. nel quale caddero fumajuoli e furono lesionate molte case, si mosse appena di pochi millimetri. La ragione di tutto ciò sta nella proprietà che hanno i pendoli di muoversi facilmente o difficilmente, secondo che ricevono impulsi sincroni o dissincroni verso il tempo proprio delle ondulazioni che sono capaci di fare in proporzione della loro lunghezza.

scorrere un'intera decade per aver un nuovo massimo, nè dovea mancare la ripresa a mezzo corso di essa. Infatti ai 7 marzo tremarono insieme di nuovo ed Ischia e la Svizzera. Poscia il massimo grande venne dopo soli otto giorni dal 4 marzo, cioè ai 12, e fortunatamente l'alta pressione barometrica ne bilanciò la violenza preparata, riducendola a circa 20 o 30 scosse nell'Umbria e negli Abruzzi. Ma ai 16 e 17 il plenilunio ed il periodo sismico congiungevano le loro forze; ed ecco nuove scosse nell'Isola d'Ischia urtano Casamicciola ai 16 e Barano ai 17, non che le Alpi al 18. E finalmente diminuendo la violenza il periodo si fa più regolare tornando i terremoti di qualche importanza a Casamicciola ai 27 ed alle Alpi il 28 (1).

Ora dopo tutto ciò lascio a voi considerare se il terremoto del 4 marzo fu un fatto isolato e locale, come credette nel primo momento il Palmieri (2), e se l'insieme dei dati raccolti da me per mezzo della attiva e cortese cooperazione di tanti egregi fondatori dei nuovi studi non faccia toccar con mano che siamo sulla via della più lusinghiera scoperta relativamente alle leggi della attività endogena.

Ma l'ora passa ed io debbo parlarvi del punto più importante di tutti, di quello cioè nel quale dissi essere giunti i miei studi personali alla conquista d'una legge sismica certa, che ci pone sotto gli occhi la maniera di ricostruire le città abbattute dal terremoto senza tema di vederle di nuovo ricadute. Vengo così nel fine del mio discorso a trattarvi delle particolarità, ossia dell'analisi speciale degli urti e delle onde sismiche, che hanno devastato la disgraziata Casamicciola.

Mi è necessario premettere alcune nozioni indispensabili all'intelligenza di ciò che sono per notare sul luogo del disastro. Nelle cose sopra ragionate ho accennato alla importanza che hanno secondo gli odierni studi le fratture del suolo negli effetti e nella diffusione delle onde del movimento

(1) Dopo la lettura molti notarono che a seconda dell'andamento descritto dei periodi sismici, poteva tornare un massimo fra il 3 ed il 5 aprile. Infatti non era mancato il movimento microsismico e la ripresa di attività negli istrumenti al 30 e 31 marzo. Mentre si stava per dar principio a questa lettura, i sismografi del mio Osservatorio già registravano una forte scossa lontana. Essa infatti disgraziatamente avveniva disastrosa nell'Isola di Scio alle 2 pomeridiane, per noi alle 12,45 pom., essendovi circa un'ora di differenza nel tempo per la posizione dell'Isola ad oriente; altri dieci minuti circa dovettero essere impiegati dall'onda sismica per giungere nella nostra regione. I terremoti continuarono a Scio la notte seguente, ed il giorno 4 notandosi specialmente lo spaventoso romore dei continui rombi sotterranei. Il mio microfono mi trasmise appunto in tutto il giorno 4 una serie non interrotta di rumori sismici assai violenti e di lontana provenienza. Il carattere di lontana provenienza mi sembra risiedere nella continuità dei suoni non proporzionata alla forza ed alla qualità dei medesimi nel luogo d'osservazione.

(2) Il Palmieri pubblicò nei giornali che la singolare limitazione dell'area nella quale erasi avvertita la scossa e la maggiore limitazione dell'area danneggiata suggerivagli il sospetto che questo terremoto in Casamicciola fosse stato principalmente cagionato da un qualche franamento sotterraneo avvenuto nelle caverne e nei vuoti che debbono aver ivi praticato le corrosioni della circolazione delle acque termo-minerali.

terrestre. Fu in occasione dei già citati terremoti laziali del 19 gennajo 1873 che io potei stabilire una prima legge sismica fondamentale, il modo meccanico cioè d'agire del terremoto in ciascun luogo. Secondo questa legge non è la vecchia immagine del sasso caduto nell'acqua, in conseguenza del quale la superficie viene agitata in onde concentriche, che esprime l'azione dell'urto sismico: ma è una forza esplosiva, la cui energia invade le masse screpolate dei continenti e ne agita i brani come le squame di una corazza. Perciò le fratture del suolo divengono gli assi di scuotimento immutabili per ciascun luogo e la legge sismica viene così formulata: « Allo scuotimento di una linea di frattura segue la vibrazione trasversale dei suoi labbri. » In questa legge sta la chiave e l'orditura di tutto l'apparato sismico terrestre, del quale possiamo così cominciare a tracciare preventivamente la carta topografica.

Non appena pubblicata questa mia prima scoperta, giunse opportuno il vasto terremoto del 12 marzo 1873 che scosse in pochi minuti l'Istria, la Dalmazia e l'Italia quasi tutta. Il Serpieri analizzò quel grandioso fenomeno con mirabile pazienza e sagacia (1). La mia legge sul giuoco delle fatture ne uscì non solo confermata, ma dimostrata fino all'ultima evidenza.

Lo stesso avvenne in seguito, analizzando i terremoti del 1874 e degli anni seguenti (2). La diramazione del terremoto per la via delle fratture divenne un fatto evidente e scientificamente provato.

Due conseguenze scendevano dalla determinazione di questa legge; la prima che essendo la frattura il veicolo e la via di sfogo della causa sismica impellente dal di sotto, il principale effetto dell'urto d'una scossa dovea esser la tendenza ad aprirsi la fenditura secondo il suo asse ed al tempo stesso ondeggiare in questa medesima direzione durante il passaggio della forza impellente. Un altro effetto necessario dovea manifestarsi appena cessata questa prima fase del fenomeno, quando cioè i due labbri della frattura divaricati rimanevano lasciati a sè stessi per ritornare al loro naturale equilibrio. In questa seconda fase del fenomeno dovea prodursi un movimento con onde normali alle prime, ciò che verificasi appunto quasi sempre nei terremoti alquanto forti. In fatti è assai noto che una scossa, venuta dal N. al S. cessa vibrando la terra dall'E. all'O., A questi due urti normali sempre simili e costanti in ciascun luogo saranno dunque soggette le terre e gli edifici soprappositivi; e quindi i danni potranno avvenir sempre nel medesimo modo. Ciò include la seconda conseguenza scientifica della mia legge, la quale fu così formulata dal Ser-

(1) Il terremoto e le sue leggi. Lezione popolare nella quale specialmente si discorre del terremoto del 12 marzo 1873.

(2) Analisi dei tre maggiori terremoti avvenuti in Italia nel 1874.

pieri, « la identificazione cioè di tutte le scosse passate e future nello stesso luogo nelle medesime condizioni. » Oltre a ciò proponeva il Serpieri di chiamare *radiante sismico* la frattura che si mostrava essere stata sopra ogni altra e prima di tutte investita dalla azione sismica (1). Infatti io verificai tanto la mia legge, quanto la identificazione dei successivi moti del suolo, negli antichi monumenti che storicamente erano noti per aver sofferto nei terremoti maggiori o minori guasti. Analizzai perciò e percorsi principalmente la nostra Roma, Pompei e Rimini. Vidi da per tutto che i monumenti patirono mai sempre per onde provenienti da due rombi fissi ed ortogonali fra loro, i quali poi rappresentavano l'asse della frattura e la vibrazione trasversale dei suoi labbri. Ma vidi pure un altro fatto assai più rilevante e praticamente istruttivo. I danni agli edifici antichi e recenti sono maggiori o minimi od anche nulli secondo che il rettangolo formato dalla generalità degli edifici presenta le facce o gli angoli alla detta linea della frattura geologica del luogo. In una parola, salvi gli altri fattori della solidità ed altezza, gli edifici paralleli all'asse della fenditura rovinano col terremoto, gli edifici opposti in angolo a questa linea resistono potentissimamente alle onde sismiche (2).

Ciò posto, la prima base dell'analisi d'un terremoto in un luogo è per me la cognizione esatta degli assi delle fratture geologiche primarie e secondarie. Mi occorre la carta delle squame, per così dire, della corazzata terrestre. Questo lavoro pel geologo non è d'ordinario assai difficile e troviamo il più delle volte che le fratture geologiche sono additate dalle maggiori depressioni o valloni che solcano la superficie sì nei monti che nei piani dei continenti. Per Roma, per il Lazio ho io delineato nei più minuti particolari questa carta ed essa mi ha servito di guida alle analisi di tutti i terremoti tanto antichi quanto contemporanei. La frattura principale di Roma è rappresentata dalla valle del Tevere da quella dell'Almone a S. e da quella del Cremera al N.. Questa frattura è la principale collegante tutti i centri vulcanici del sistema tirreno dal N.-O al S.-E. Ebbene tutti i monumenti di Roma o caddero, o patirono, o resistettero secondo che erano orientati parallelamente o diagonalmente alla detta direzione di N.-O, S.-E.

Ognuno vede che il terremoto di Casamicciola, essendo stato nei giorni nostri il più terribile e rovinoso, era pure appunto quello che poteva colla triste freschezza dei suoi effetti fornire o prove abbondanti della verità della mia legge, o ragioni di fatto per escluderne la giustezza. Recatomi perciò nell'Isola d'Ischia fu mia prima cura il verificare per mezzo delle carte geologiche, delle topografiche e delle locali ispezioni quale fosse ivi la

(1) Il terremoto di Rimini della notte 27-18 marzo 1873.

(2) *Meteorologia endogena*, vol. I, lib. II, capi II, III, IV.

rete delle fratture terrestri. La natura vulcanica a tutti nota dell'isola rendeva più facile il lavoro sapendosi bene che le fratture vulcaniche formano una stella di raggi, i quali partono dal centro del sistema, ossia dal cratere centrale. Nell'Isola d'Ischia l'Epomeo è centrale cratere, unico finora noto; altri avendone riconosciuti i geologi nei versanti esteriori all'intorno. Credeva io adunque dover soltanto determinare quale dei raggi fratturali più o meno già noti ai geologi avesse funzionato da radiante sismico per poi vedere se verificavasi nelle rovine avvenute il parallelismo di esse coll'asse fratturale. Ma immaginate, o Signori, quale dovette essere la mia sorpresa nel vedere che la mia legge verificavasi a capello per i danni sofferti dal paese di Lacco Ameno; ma non punto dove essi erano maggiori, cioè in Casamicciola. In pari tempo io vedeva quivi le tracce di una frattura geologica che non corrispondeva nè potea far parte del sistema dei raggi. Insomma, voglio esser breve, il terremoto mi pose sulle tracce d'una scoperta geologica relativa alla storia vulcanica dell'isola che poi ho verificato dettagliatamente. I geologi finora non si avvidero che l'Epomeo, creduto unico cratere centrale, non è che il rappresentante d'un secondo periodo di attività vulcanica nell'isola: esso è il Vesuvio relativamente al Somma, cratere più grande e che l'abbraccia ed il cui perimetro colle sue deiezioni esso fece scomparire in gran parte. Vidi adunque che la parte di Casamicciola caduta si trovava a cavaliere sul labbro del primitivo sempre sottomarino cratere maggiore, mentre in pari tempo parte di essa città riposa sul versante esterno dell'Epomeo. Seguite le tracce degli insenamenti e di tutti gli altri indizi che i geologi conoscono, sono pervenuto a rappresentarvi nella carta dell'isola ed in una sezione della medesima la distinzione dei due crateri e per conseguenza a tracciarvi tutta la linea della soluzione di continuità che esiste fra quelle due parti dello stesso continente e sistema. Osservate nella sezione come la parte distrutta di Casamicciola sia perciò collocata sopra un baratro spaventevole. Ma volgete lo sguardo alla topografia e vedete come il centro delle rovine indicato dal color rosso dilatato sia anche il punto di incrociamiento di una frattura a raggio diretta verso il centro dell'Epomeo e come presso al punto di detto incrociamiento quasi dentro il paese di Casamicciola vi sieno le fumarole di Monte Cito, spie costanti della attività vulcanica locale. Si osservi finalmente come questa medesima frattura a raggio sia poi la principale del sistema vulcanico rappresentante l'asse della ellissi dei due crateri, l'Epomeo ed il suo predecessore, coincidendo con la linea di sventramento del cratere verso S. (1). Visto tutto ciò, ed osservato che la scossa urtò quell'incro-

(1) La determinazione della linea di separazione del cratere primitivo dell'isola dal successivo dell'Epomeo è ben forse anche più chiara di ciò che sembra dalle poche parole che ho potuto qui dedicarvi. Se i geologi che fecero la carta dell'isola cioè il *Ponsica* ed il *Fuchs* non se ne avvidero

ciamento di fenditure ove sono le fumarole di Monte Cito, secondo la mia legge il primo movimento dovea dirigersi per Casamicciola dall'O. all'E. cadendo le case anche per onde fra N. e S. nella seconda fase del fenomeno. Verso Lacco Ameno poi dovea la scossa provenire dal S.. Tutto ciò appunto così avvenne e ce ne danno fede gli oggetti caduti, le pietre, la pisside, i candelieri, il battistero nella chiesa parrocchiale, il campanile della chiesa della Pietà e tutto il resto delle rovine che sembrano colpite da una spinta unica dall'O.. Verso poi il Vallone di Lacco, ma in Casamicciola stessa vi sono pietre ed altro caduto per impulsi provenienti dal S..

Ho forse abusato, o signori, della vostra pazienza; ma l'argomento esigea ben più lungo e circostanziato discorso. Molti punti importantissimi ho dovuto appena accennare, e parecchie quistioni massime le fondamentali spettanti alla ricerca della causa e natura dell'attività endogena, ho dovuto del tutto tralasciare. Vi ho esposto il concetto, i propositi, l'operato ed i primi frutti di una privata associazione che era principalmente organizzata per togliere lo studio delle forze endogene terrestri dallo stato direi quasi empirico e congetturale, nel quale giaceva e sollevarlo a divenire un ramo di scienza degno del tempo nostro e dell'Italia, il cui suolo vulcanico ne forma quasi una specialità, un obbligo scientifico nazionale. Sembrami aver giustificato il detto da principio, che cioè la nostra associazione ha aperto una via sicura per il progresso di questo ramo di scienza. E se non altro si fosse fatto che scoprire con ogni certezza le leggi meccaniche del terremoto e l'aver in conseguenza trovato i precetti architettonici, che permettono di costruire gli edifici quasi incrollabili dal terremoto, potremmo vantarci di aver beneficato non poco la scienza e la umanità.

Fra le cose che mio malgrado ho ommesso, è stato il parlarvi dei molti scienziati ed amatori che mi hanno coadiuvato nel lavoro sociale. Se il tempo lo avesse concesso, avrei dovuto riferirvi i meriti speciali, oltre che del Bertelli e del Serpieri, anche del Malvasia, del Denza, del Cecchi, del Galli, del Goiran, del Silvestri, del Ragona, del De Andreis, del Fagioli, del Medichini, del Grablovitz, del Conti, del compianto De

fu perchè veramente il perimetro del maggiore cratere fu per la quasi maggior parte obliterato dalla sovrapposizione del materiale eruttivo dell'Epomeo il quale unificò la propria pendenza esterna con quella del suo predecessore. Io stesso non vi avrei forse potuto mente senza la guida del terremoto che ne delineò quasi il perimetro colla forma di propagazione delle onde sismiche. Del resto tanto il *Rossetti* quanto il *Wicks* nelle loro osservazioni geologiche massime del lato occidentale dell'isola, dove l'obliterazione suddetta è più completa, trovano fatti e dati specialmente di correnti di lave senza bocca apparente di eruzione che dimostrano la verità della mia restituzione. Oltre a ciò congiungendo i frammenti di valloni che compariscono nel detto versante occidentale dell'isola paralleli al circolo del monte, ne emerge evidente il perimetro di un antichissimo cratere le cui estremità poi si fanno manifeste a Barano ed a Serrara al S. dell'isola.

Luca e di moltissimi altri, compreso lo stesso nestore delle osservazioni continue nel Vesuvio l'illustre Palmieri. L'opera privata prosperò, ma ora essa è giunta a tale che ha bisogno del benevolo concorso delle pubbliche istituzioni e delle Società scientifiche.

In Svizzera si è cominciato da queste; e la Società Elvetica di Scienze Naturali ha organizzato lo studio della Sismologia vantandosi in un pubblico programma di esserè la prima pubblica e legale società, che prende cura dei nuovi studi.

In Italia noi avemmo, assai prima che in Svizzera, largo appoggio nella attività della corrispondenza meteorologica del Club Alpino, la quale già da tre anni, oltre al concorrere alla ricerca delle notizie, pubblica le nostre osservazioni microscopiche quotidiane.

Ora poi la nuova Associazione Meteorologica italiana costituitasi in Torino pose nel proprio programma la Meteorologia endogena; ed il suo presidente e fondatore l'illustre P. Denza mi è largo di appoggio attivissimo per bene organizzare questo studio nel seno della nuova società.

Anche l'Ufficio centrale Meteorologico governativo ha testè mostrato tutto il favore, che dal canto suo vuole provocare per la Meteorologia endogena in Italia. Ma tuttocì non basta, o signori; e se avete ben compreso il programma e le esigenze del lavoro, e la nobile meta scientifico-umanitaria, a cui miriamo, dovete col favore della pubblica opinione procurare uno svolgimento sempre maggiore alla nuova scienza, che come nacque in Italia, dovrà rimanere sempre col suo primato nel nostro paese.

Si è detto molto e ragionevolmente che Casamicciola a monte cadde per la sua cattiva costruzione. Ciò è vero; ma ponendo da parte questo lato della questione, sul quale l'analisi sarebbe lunghissima, io vi ho arrecato come saggio dei fatti avvenuti due piante di due edifici ugualmente ben costruiti e forse contemporanei e che architettonicamente trovavansi in simili condizioni statiche. Sono due chiese con cupola e campanile; l'una è la parrocchiale, rimasta del tutto intatta sino nella croce del campanile e nel lanternino della cupola; e l'altra della Pietà, completamente distrutta. I due edifici, tanto simili in tutto, hanno una sola differenza fra loro, e questa è l'orientazione verso l'asse della frattura geologica. La chiesa parrocchiale le presenta gli angoli; la Pietà le presenta le facce. Il campanile della Pietà trovatosi parallelo al primo impulso dall'O., cadde in quel senso. Cedettero in quel medesimo verso i muri laterali della chiesa e per conseguenza la volta ne fu spaccata longitudinalmente nel mezzo, con una lesione dal S. al N.. Dovette così precipitare anche la cupola.

La chiesa parrocchiale invece, come ho detto, rimase intatta. Il campanile, la cupola e gli archi interni delle navate non patirono neppure

lesione. I pochi danni poi che vediamo in questa chiesa mostrano appunto che essa fu urtata nel verso delle sue diagonali. Ne danno luminosa prova i pilastri del cupolino, il quale pure, quantunque altissimo, resistette ottimamente. Degli otto pilastri che la compongono, quattro stanno intatti e quattro si spostarono alquanto. I quattro spostati sono appunto quelli che corrispondono quasi sopra gli angoli della fabbrica, ossia sono quelli che trovaronsi paralleli alle onde del moto, e che se non avessero avuto il contrasto degli a'tri rimasti immobili, sarebbero caduti positivamente a terra.

Ciò che vi ho fatto osservare in questi due edifici è ciò che si ripete in tutta Casamicciola. Vi è una casa debolissima, orientata come la chiesa parrocchiale, la quale, quantunque danneggiata, conservò persino il tetto. Ve ne ha poi un'altra fabbricata assai bene e da poco, che non resistette, essendo orientata come la chiesa della Pietà.

Concludo insomma, francamente asserendo come l'esperienza fatta dapprima sui monumenti antichi e nei mediocri terremoti avvenuti negli anni decorsi venga pienamente confermata dal disastro di Casamicciola. La quale, se dovrà essere rifabbricata sul medesimo luogo, avrà e nel mio studio e nello esempio della chiesa parrocchiale la regola architettonica per garantire le nuove fabbriche dall'urto del terremoto, che presto o tardi tornerà certo a visitare quel luogo, identificandosi con questo.

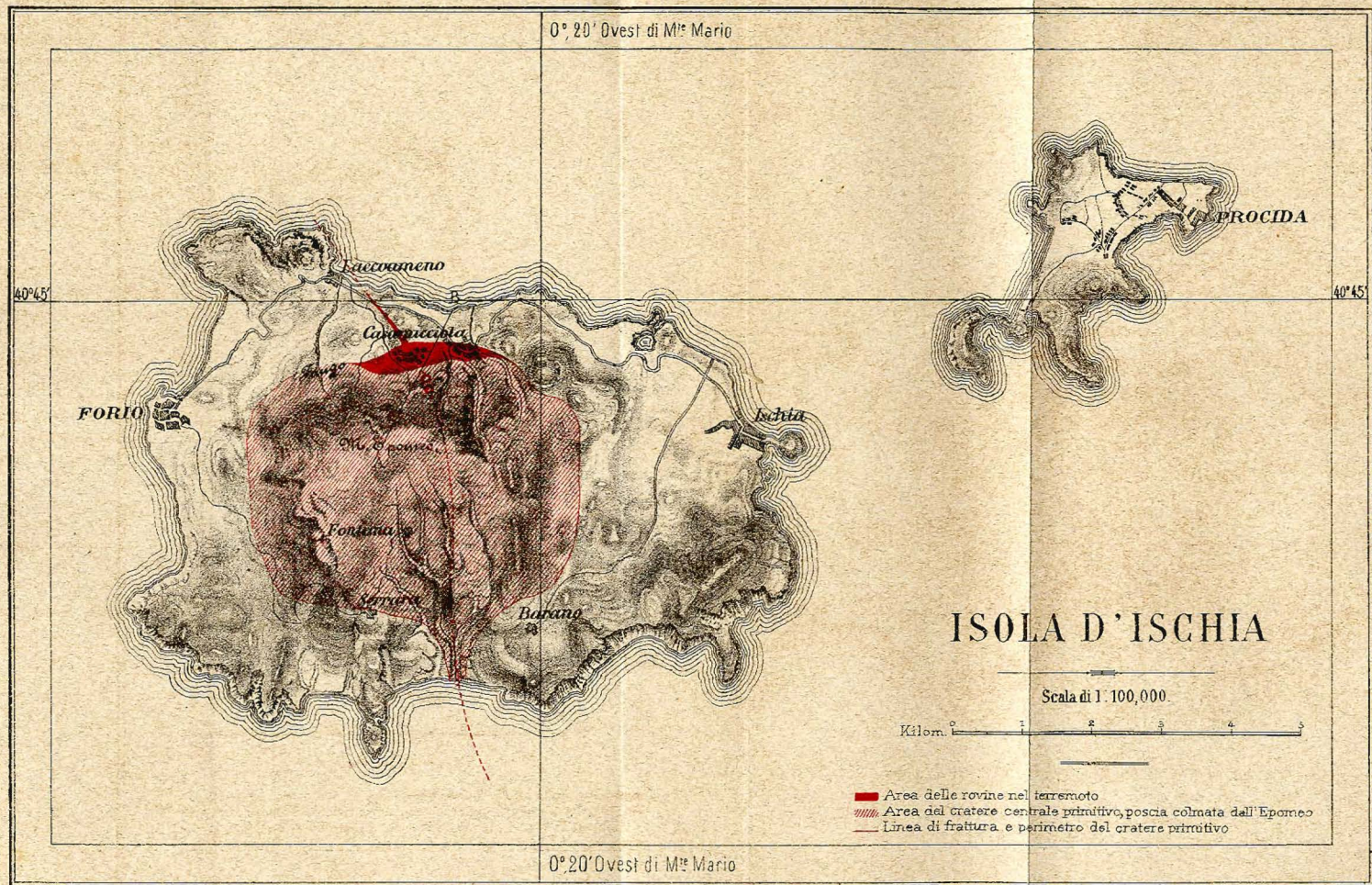
Se l'ora non fosse trascorsa vi mostrerei come gli altri terremoti del 1828 ed altri che Casamicciola ricorda, avvennero sempre nel medesimo modo, rovinando i medesimi luoghi. Non manca adunque in Casamicciola anche la prova della identificazione storica dei terremoti di tempi diversi (1).

Da ultimo debbo fare osservare come il terremoto del 4 marzo ed i seguenti hanno seguito nel disperdere la loro forza appunto la traccia del labbro del cratere primitivo, ossia della circolare frattura. I due punti estremi di questa linea li vedete a Barano e a Serrara Fontana, che sono appunto gli altri soli paesi che patirono lesioni nel terremoto, di cui abbiamo parlato, e ne patirono altri successivi di minore importanza.

Con quest'ultima osservazione sembrami reso tanto evidente non solo la residenza del terremoto nelle fratture, ma la natura dinamica e vulcanica della scossa di Casamicciola, che non saprei come potrebbe essere attribuita

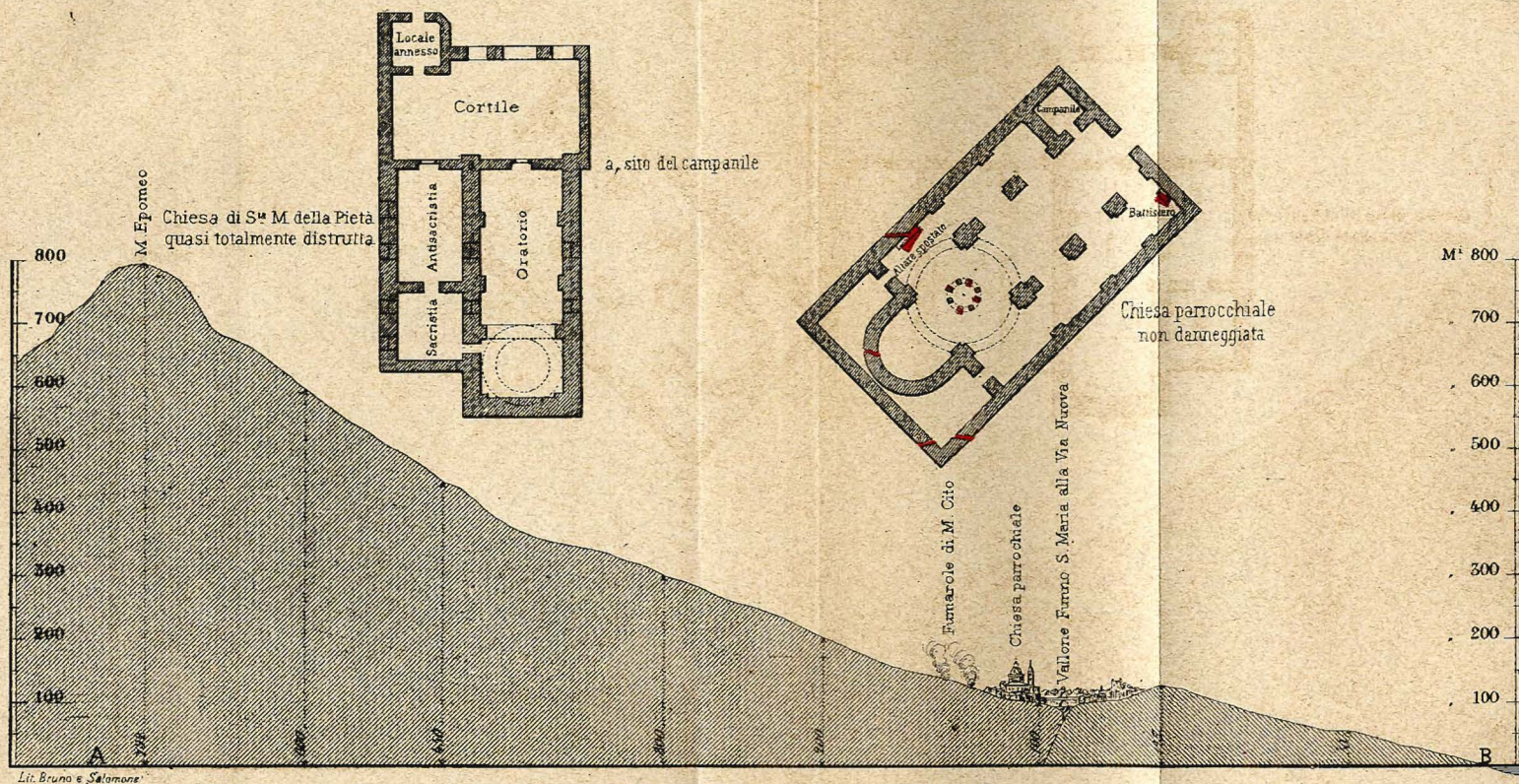
(1) Per cortesia del Rev. Don Carlo Menella di Casamicciola e sig. avv. Bartolomeo Castaldi di Forio mi furono comunicate descrizioni manoscritte dei terremoti del 1828 e 1796 esistenti in giornali privati conservati nelle famiglie. Avevo in animo di pubblicare qui quei documenti perchè provano alla evidenza la identificazione dei terremoti passati col presente nel quartiere di Casamicciola e nella limitrofa regione del Fango. Ma posto mano alla redazione della nota nella quale dovea riferire anche altre notizie che mi sono procurate, ho visto di non poter convenientemente svolgere questo punto senza ritornare con molti particolari nella determinazione del perimetro del primitivo cratere. Riservo perciò questo punto ad un lavoro speciale che mi lusingo aver agio di fare in avvenire.

ad altra cagione non vulcanica. Vero è che la estrema localizzazione dell'area rovinosa della scossa, sembra giustificare alquanto i primi apprezzamenti del Palmieri. Si osservi però che tale localizzazione nè è caso nuovo in generale, nè lo è in Casamicciola, ed in fine può essere considerato come un problema da studiare, sempre d'ordine secondario nel fatto odierno, nel quale è tanto evidente la prima origine tutta dinamica e vulcanica del fenomeno. Non è fuori di ogni probabilità, per esempio, l'ammettere che l'urto dinamico non sarebbe stato tanto straordinariamente disastroso se non avesse localmente incontrato condizioni speciali per produrre le rovine eccessive in quella sola area ristretta. Ma queste stesse condizioni possono essere di diverso ordine e di molteplice origine. A mio credere, l'incrocciamento delle due linee di frattura, una delle quali è l'asse stesso del sistema vulcanico del luogo, debbono esserne la causa principale (1).



SAGGI DELLA POSIZIONE DEGLI EDIFICI CONSERVATI E DEI DISTRUTTI
nel punto centrale del terremoto di Casamicciola.

Linea rappresentante l'asse del vallone interno di Casamicciola, denominato "Fiume S. Maria".



SEZIONE DALL' EPOMEO AL MARE SULLA LINEA A. B.

dimostrante la posizione di **Casamicciola** sulla frattura che divide il cratere centrale dell'Epomeo dall'anteriore
del primo periodo eruttivo dell'isola d'Ischia

Scala di 1. 12,500