

Estratto del volume ai soli fini  
informativi  
Il Copyright del volume, in  
commercio, è infatti condiviso  
con la Bononia University  
Press

dal **Cielo**  
alla **Terra** ITALIA  
meteorologia e sismologia dall'Ottocento a oggi



Istituto Nazionale di  
Geofisica e Vulcanologia

dal **Cielo**  
alla **Terra** ITALIA  
meteorologia e sismologia dall'Ottocento a oggi

*a cura di Graziano Ferrari*

Bononia University Press

dal **Cielo** alla **Terra** ITALIA meteorologia e sismologia dall'Ottocento a oggi

Bononia University Press  
Via Farini 37  
40124 Bologna  
tel. (+39) 051 232882 / fax (+39) 051 221019

www.buonline.com  
email: info@buonline.com

© Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
© Bononia University Press

ISBN 978-88-7395-816-1

*Collaborazione redazionale*  
Monia Maresci

*Progettazione e realizzazione logo,  
progetto grafico e impaginazione*  
Barbara Angioni

*Elaborazioni grafiche*  
Elisabetta Lencioni  
con la collaborazione di Eleonora Ulisse

Stampa: Moderna Industrie Grafiche

Prima edizione: giugno 2014

# La mostra

Sotto l'Alto Patronato del Presidente della Repubblica Giorgio Napolitano, dal 17 gennaio al 31 maggio 2013 si è tenuta a Firenze, nella Galleria delle Carrozze del Palazzo Medici Riccardi, la mostra *Dal Cielo alla Terra, meteorologia e sismologia a Firenze dall'Ottocento a oggi*. La mostra ha presentato 140 strumenti provenienti da 12 sedi italiane ed europee e ha rappresentato un evento unico nel panorama internazionale per qualità,

varietà e ampiezza dell'arco cronologico degli strumenti esposti, molti dei quali pezzi unici o prototipi. L'iniziativa è stata il frutto della collaborazione fra l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, la Provincia di Firenze, l'Osservatorio Ximeniano di Firenze, il Consiglio Nazionale delle Ricerche, il CMA del Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura e l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

## *Ideazione*

Emilio Borchi<sup>3</sup>

Renzo Macii<sup>3</sup>

Graziano Ferrari<sup>1</sup>

Carolina Vagnoli<sup>5</sup>

Alessandro Carosi<sup>1</sup>

Angela Chesi<sup>1</sup>

Stefano Bucci<sup>1</sup>

Corrado Thermes<sup>1</sup>

## *Elaborazione immagini*

Elisabetta Lencioni<sup>1</sup>

Barbara Angioni<sup>1</sup>

Eleonora Ulisse<sup>1</sup>

## *Coordinamento scientifico e organizzativo*

Graziano Ferrari<sup>1</sup>

Gianfranco Vannucci<sup>1</sup>

## *Elaborazione digitale documentazione storica*

Filippo Antonio Adamo<sup>1</sup>

Alessio Mautone<sup>1</sup>

Alexia Battelli<sup>1</sup>

Diego Capriotti<sup>1</sup>

## *Elaborazioni multimediali*

Elisabetta Lencioni<sup>1</sup>

## *Progetto espositivo*

Graziano Ferrari<sup>1</sup>

Maria Carmen Beltrano<sup>4</sup>

Emilio Borchi<sup>3</sup>

Renzo Macii<sup>3</sup>

## *Restauro strumenti*

Giulio Lozzi<sup>1</sup>

Sandro Franceschelli<sup>1</sup>

Emanuele Frocione<sup>1</sup>

Cataldo Saracino<sup>1</sup>

Corrado Thermes<sup>1</sup>

## *Multimedia 3D*

Antonio Caramelli<sup>1</sup>

## *Supporto informatico*

Simone Vecchi<sup>1</sup>

Francesco Zanolin<sup>1</sup>

## *Segreteria organizzativa e rapporto con le istituzioni*

Monia Maresci<sup>1</sup>

Antonella Ierardi<sup>2</sup>

## *Elaborazione testi descrittivi*

Maria Carmen Beltrano<sup>4</sup>

Emilio Borchi<sup>3</sup>

Donatella Famà<sup>1</sup>

Graziano Ferrari<sup>1</sup>

Silvia Filosa<sup>1</sup>

Renzo Macii<sup>1</sup>

Anna Nardi<sup>1</sup>

Antonio Rossi<sup>1</sup>

## *Impianti elettrici, rete telematica e sicurezza*

Luca Raimondi<sup>1</sup>

Massimiliano Ascani<sup>1</sup>

Vincenzo Pirro<sup>1</sup>

Massimo Mari<sup>1</sup>

Alessandro Carmannini<sup>2</sup>

Ennio Passaniti<sup>2</sup>

## *Comunicazione*

Agnese Fedeli<sup>2</sup>

## *Allestimento*

Alexia Battelli<sup>1</sup>

Paolo Benedetti<sup>1</sup>

Stefano Bucci<sup>1</sup>

Diego Capriotti<sup>1</sup>

Anna De Santis<sup>1</sup>

## *Segreteria congressuale*

Silvia Nardi<sup>1</sup>

## *Riprese fotografiche e video*

Luca Arcoraci<sup>1</sup>

Emanuele Frocione<sup>1</sup>

Alessio Mautone<sup>1</sup>

## *Laboratori didattici*

Giuliana D'Addezio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia <sup>2</sup> Provincia di Firenze <sup>3</sup> Osservatorio Ximeniano, Firenze <sup>4</sup> Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - CMA, Roma <sup>5</sup> CNR - Istituto di Biometeorologia, Firenze <sup>6</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Donatella Famà<sup>1</sup>  
Silvia Filosa<sup>1</sup>  
Sandro Franceschelli<sup>1</sup>  
Emanuele Frocione<sup>1</sup>  
Elisabetta Lencioni<sup>1</sup>  
Giulio Lozzi<sup>1</sup>  
Monia Maresci<sup>1</sup>  
Massimo Mari<sup>1</sup>  
Alessio Mautone<sup>1</sup>  
Anna Nardi<sup>1</sup>  
Silvia Nardi<sup>1</sup>  
Vincenzo Pirro<sup>1</sup>  
Luca Raimondi<sup>1</sup>  
Antonio Rossi<sup>1</sup>  
Cataldo Saracino<sup>1</sup>

Massimo Barzagli<sup>2</sup>  
Maurizio Bianchini<sup>2</sup>  
Gilberto Costanzi<sup>2</sup>  
Riccardo Galeotti<sup>2</sup>  
Sandro Mercatali<sup>2</sup>  
Tonino Palazzolo<sup>2</sup>  
Giulio Ponzalli<sup>2</sup>  
Marco Zatini<sup>2</sup>

Carolina Vagnoli<sup>5</sup>  
Alessandro Zaldei<sup>5</sup>

Carlo Bradaschia<sup>6</sup>

#### *Sorveglianza*

Associazione dei vigili urbani  
in pensione di Firenze

#### *Altri contributi*

Lucio Badiali<sup>1</sup>  
Romeo Bassoli<sup>6</sup>  
Stefano Brizzolara<sup>1</sup>  
Massimiliano Cerrone<sup>1</sup>  
Fabio Florindo<sup>1</sup>  
Antonio Meloni<sup>1</sup>  
Vincenzo Napolano<sup>6</sup>

#### *Patrocini*

Senato della Repubblica  
Ministero dell'Istruzione, dell'Università  
e della Ricerca  
Regione Toscana  
Provincia di Firenze  
Comune di Firenze  
Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione  
in Agricoltura  
Università di Firenze

#### *Si ringraziano per il prestito degli strumenti*

Fondazione Osservatorio Ximeniano, Firenze  
Dante Sarti  
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di  
Biometeorologia, Firenze  
Antonio Raschi  
Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in  
Agricoltura - CMA  
Pier Luigi Perini  
Comune Livorno  
Paola Meschini, Lorella Betti, Laura Dinelli,  
Francesca Giampaolo  
Osservatorio *Valerio*, Pesaro  
Alberto Nobili  
Osservatorio Geofisico *Alberoni*, Piacenza  
Matteo Cerini  
Observatori Fabra, Reial Acadèmia de Ciències i Arts  
de Barcelona  
Josep Maria Codina Vidal, Maria Teresa Merino  
Institut de Physique du Globe de Strasbourg  
Michel Cara, Antoine Schlupp, Valérie Ansel  
Istituto Geofisico da Universidade de Coimbra  
Susana Custodio, Ivo Alves, Gilberto Pereira

#### *Si ringraziano inoltre per avere creduto nell'iniziativa e averne favorito la realizzazione*

Andrea Barducci  
Presidente della Provincia di Firenze  
Stefano Gresta  
Presidente dell'Istituto Nazionale di Geofisica e  
Vulcanologia

Massimo Ghilardi  
Direttore generale dell'Istituto Nazionale di  
Geofisica e Vulcanologia  
Dante Sarti  
Presidente della Fondazione Osservatorio Ximeniano  
Stefano Giorgetti  
Assessore alla Protezione Civile della Provincia  
di Firenze  
Massimo Tarassi  
Dirigente dell'Ufficio Cultura della Provincia  
di Firenze

*Un grazie a quanti hanno contribuito a vario titolo:*  
Josep Batlló, Wolfgang Beisert, Michael Bishop,  
Carlo Bramanti, Valeria Calabrese, Mario Calamia,  
Andrea Cantile, Laura Dinelli, Anna Giatti, Klaus-G.  
Hinzen, Anita McConnell, Patrick Nott, Alessandra  
Saioni, Johannes Schweitzer

#### *Sito internet*

[www.dalcieloallaterra.it](http://www.dalcieloallaterra.it)

Abbreviazioni degli enti proprietari degli strumenti  
ACBF: *R. Acadèmia de Ciències i Arts, Observatori Fabra, Barcellona*  
CPOV: *Comune di Pesaro Osservatorio Valerio, Pesaro*  
CRA-CMA: *Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione  
in Agricoltura - Unità di ricerca per la Climatologia e la  
Meteorologia Applicate all'Agricoltura*  
CCAM: *Collegio Carlo Alberto di Moncalieri dei PP.  
Barnabiti*  
FMCC: *Fundação Museu da Ciência, Universidade de  
Coimbra, Coimbra*  
HP: *Hotel President, Firenze. (ex. Osservatorio alla  
Querce)*  
IBN: *Istituto Bianchi dei PP. Barnabiti, Napoli*  
IGM: *Istituto Geografico Militare, Firenze*  
INGV: *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma*  
INGV-OV: *Istituto Nazionale di Geofisica e  
Vulcanologia, Osservatorio Vesuviano, Napoli*  
OPA: *Osservatorio Astronomico di Palermo, Palermo*  
OX: *Fondazione Osservatorio Ximeniano.*

# Indice

- 9**            **Presentazione**  
*Stefano Gresta*
- 11**           **Prefazione**  
*Mara Miniati*
- 12**           **Introduzione**  
*Graziano Ferrari*
- 15**           **Meteorologia**
- 17**                **Sei e Settecento: i secoli della nascita della meteorologia scientifica**  
*Stefano Casati*
- 25**                **Cenni di storia della meteorologia del XIX e XX secolo**  
*Emilio Borchi e Renzo Macii*
- 31**                **La meteorologia all'Osservatorio Ximeniano**
- 35**                **Cenni sui costruttori di strumenti meteorologici**  
*Paolo Brenni*
- 45**                **Gli strumenti della meteorologia**  
*Maria Carmen Beltrano, Emilio Borchi, Renzo Macii*
- 165**           **Sismologia**
- 167**                **Osservazione strumentale dei terremoti dal XVIII al XX secolo**  
*Graziano Ferrari*
- 199**                **Gli strumenti della sismologia**  
*Graziano Ferrari, Donatella Famà, Silvia Filosa, Antonio Rossi, Anna Nardi, Rodolfo Console*
- 313**           **Bibliografia**
- 327**           **Biografie**  
*Francesca Quareni, Graziano Ferrari, Monia Maresci*
- 381**           **Referenze iconografiche**



# Presentazione

*Stefano Gresta, Presidente dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*

Fra la seconda metà del Seicento e i primi decenni del Settecento scienziati italiani hanno dato vita alle prime osservazioni strumentali in due importantissime discipline delle scienze della Terra: la meteorologia e la sismologia. Non si tratta di isolate esperienze di geniali scienziati, di cui è peraltro ricca la storia della scienza italiana, ma di studiosi che hanno saputo costituire una rete scientifica, una intera comunità disciplinare. Scienziati che hanno avuto nella natura, e praticamente solo nella natura, il loro laboratorio.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), che ho l'onore di presiedere, è uno degli eredi di questa prestigiosa e lunga tradizione in quanto in essa affonda le proprie radici.

L'INGV è nato nel 1999 dall'aggregazione di diverse istituzioni operanti nell'ambito delle scienze geofisiche e vulcanologiche, tra cui l'Osservatorio Vesuviano, fondato nel 1841 (il più antico osservatorio vulcanologico al mondo) e l'Istituto Nazionale di Geofisica (fondato nel 1936); quest'ultimo, all'atto della sua costituzione recepì le competenze geofisiche dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geofisica, altro storico ente nato nel 1876.

Al di fuori del mondo scientifico, l'INGV è conosciuto soprattutto per la sua attività nel settore sismologico e vulcanologico; una ricerca fortemente orientata al servizio della società, che l'INGV svolge anche attraverso la sorveglianza sismica e vulcanica dell'intero territorio nazionale. Reti strumentali tecnologicamente avanzate, distribuite sul territorio nazionale o concentrate sui vulcani attivi, registrano dati che vengono trasmessi in tempo reale alle nostre sale operative di Roma, Napoli e Catania, dove personale specializzato opera 24 ore su 24. In caso di evento sopra una prefissata soglia, le informazioni vengono inviate, nell'arco di pochi minuti, al Dipartimento della Protezione Civile e alle altre autorità preposte alla gestione delle emergenze.

Inoltre, l'INGV è presente in una altra grande varietà di ricerche, sia di base che applicate, e non solo sugli aspetti geodinamici.

Molto ampia è, inoltre, la rete delle collaborazioni con università e centri di ricerca italiani ed esteri. INGV partecipa, in molti casi con ruolo di

coordinamento, a numerosi importanti progetti strategici nazionali e internazionali, fra cui il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide. Consapevole dell'importanza del proprio ruolo, l'INGV è particolarmente attento alla divulgazione della cultura scientifica e all'educazione ambientale, con particolare riguardo agli aspetti di educazione al rischio, alla sua conoscenza e riduzione.

Numerose sono le iniziative editoriali per le scuole, le mostre dedicate alla geofisica, ai rischi naturali e ambientali e i servizi informativi su Internet, con i più diffusi social network.

E' in questo quadro di tradizione, ricerca e divulgazione che si colloca questa iniziativa editoriale, unica nel panorama nazionale e internazionale, grazie anche all'unicità dell'esperienza italiana e del conseguente suo ingente patrimonio scientifico storico.

Nel recupero e nell'analisi delle nostre radici non troviamo solo i semi dei nostri ambiti disciplinari, ma anche importanti dati utili per la ricostruzione di serie storiche di eventi naturali di lungo periodo. Nello studio del passato troviamo anche un po' delle risposte per il presente e per il futuro, oltre alla stessa passione e senso di responsabilità sociale che animava i pionieri delle discipline qui descritte e che anima tutt'ora i nostri ricercatori e tecnici.

Questo volume è nato da un'iniziativa espositiva retrospettiva sulla meteorologia e sismologia, realizzata in collaborazione con la Provincia di Firenze, l'Osservatorio Ximeniano di Firenze, il Consiglio Nazionale delle Ricerche, il CMA del Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura e l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

La conseguente riflessione su storia, tradizione e attualità della ricerca meteorologica e sismologica, ci ha spinto a valorizzarne qui il patrimonio di conoscenze e di strumentazione storica, nella consapevolezza che esso rappresenti, non solo uno straordinario giacimento di beni culturali scientifici, ma anche un'inesauribile fonte di conoscenza a cui avvicinarsi con umiltà e riconoscenza nei confronti dei protagonisti di queste affascinanti avventure scientifiche.



# Prefazione

Mara Miniati, Conservatore onorario del Museo Galileo, Firenze

Meteorologia e sismologia sono due discipline che occupano un posto tutto sommato marginale nella considerazione generale: pur avendo la prima origini assai risalenti nel tempo, non ha goduto di eccessiva considerazione scientifica, mentre la seconda ha storia recente e valutazioni difformi.

Sin dal Seicento sono state registrate pazientemente le variazioni climatiche periodiche, la quantità di pioggia, la direzione e la forza del vento. Per ottenere risultati affidabili, scienziati e tecnici hanno lavorato alla produzione di una strumentaria sempre più sofisticata, in grado di rispondere a esigenze pratiche, come la difesa dei territori, la garanzia delle produzioni agricole e del buon funzionamento dei trasporti, la corretta analisi del rapporto tra situazione climatica e salute della popolazione.

Per registrare i fenomeni sono stati impiegati il barometro, nato dall'esperienza torricelliana sul vuoto, il termometro, realizzato a partire dalle esperienze della fiorentina Accademia del Cimento, gli anemometri e gli anemoscopi, gli igrometri e poi i pluviometri. Si tratta di strumenti che nel tempo si sono evoluti e, da apparecchi 'sperimentali' e mutevoli, si sono affermati come efficaci registratori. L'avvento dell'elettronica ha infine modificato sostanzialmente e profondamente questa strumentaria manuale e gli osservatori meteorologici hanno cessato di assolvere la funzione che avevano ricoperto, spesso associati alle specole astronomiche o parte di esse.

Anche la sismologia ha prodotto strumenti in grado di registrare fenomeni non prevedibili e dagli effetti devastanti e, anche in questo caso, la varietà e la quantità delle apparecchiature rivelano l'attenta ricerca e il lavoro incessante per porre le basi e affermare l'esistenza di una disciplina scientifica che cresceva con le apparecchiature stesse. Tromometri, sismografi, sismometrografi, e così via, risalenti soprattutto all'Ottocento e al Novecento, ne sono i testimoni, ancora in quantità consistente e con una grande varietà di dimensioni e principi di funzionamento.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha da tempo richiamato l'attenzione sulle apparecchiature relative a queste due discipline: nel 1988 (allora ING) promosse il primo seminario nazionale su *Gli strumenti nella storia della sismologia italiana*. Studiosi e specialisti illustrarono gli strumenti conservati in varie istituzioni europee e, gli italiani in particolare, sollecitarono l'avvio di campagne puntuali di ricognizione e censimento di apparecchiature a buon diritto ritenute a rischio di sparizione.

Come è noto, in Italia la tutela per legge degli strumenti scientifici storici è un fatto relativamente recente e spesso sono state denunciate condizioni di conservazione carenti, dismissioni disinvolute e disattenzioni ripetute soprattutto nei confronti di apparecchiature recenti ed effettivamente utilizzate.

Nel 1990, la prima mostra di strumenti sismici storici rese noto a un pubblico anche di non specialisti un patrimonio ricchissimo, che evidenziava le ricerche effettuate in Italia nel campo della sismologia e la originale creazione di una strumentaria che cresceva insieme con l'affermazione di una disciplina.

Non sarà sottolineata mai abbastanza la necessità di approfondire e valorizzare al meglio la tradizione scientifica italiana, le competenze tecniche impegnate nello sviluppo delle apparecchiature e la ricerca che ha consentito l'affermazione di discipline come la sismologia e la meteorologia. Lo storico Osservatorio Ximeniano, a Firenze, ne è a tutt'oggi la dimostrazione e il suo patrimonio strumentale e librario documenta le tappe della ricerca compiuta e delle innovazioni tecniche ideate intorno a queste due discipline.

La mostra fiorentina, da cui è nata l'idea di questo volume, ne è stata una testimonianza significativa e di grande rilievo che, ci auguriamo, rappresenti una ulteriore sollecitazione alla cura di un patrimonio strumentale e istituzionale di tutto rispetto e originalità.

# Introduzione

Graziano Ferrari, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

L'Italia vanta una delle più antiche tradizioni al mondo nei settori dell'osservazione scientifica meteorologica e sismologica. E' della metà del XVII secolo la nascita a Firenze della prima rete meteorologica, comprendente stazioni di rilevamento italiane e straniere. Si trattava del primo tentativo di raccolta sistematica di dati descrittivi e strumentali provenienti da luoghi geografici diversi, tramite l'utilizzazione di strumenti omogenei e l'adozione di procedure di rilevamento il più possibile uniformi. In Italia, già dagli anni Trenta del XVIII secolo, iniziarono i primi concreti tentativi di registrare i terremoti, prima con semplici sismoscopi, poi nell'Ottocento e Novecento con strumenti sempre più sofisticati.

L'intensa attività di progettazione di strumenti e di registrazione di fenomeni meteorologici e sismologici ha dato vita a una densissima rete di osservazione meteorologico-sismica costituita da osservatori pubblici, privati o afferenti ad alcuni ordini religiosi particolarmente attivi in questi settori scientifici.

Negli ultimi 25 anni, i progetti Tromos e Sismos dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) hanno condotto un censimento e una sistematica operazione di recupero e di valorizzazione scientifica e culturale di osservatori, strumenti e documentazione di questa intensa e unica tradizione scientifica.

Fino dai primi anni della sua attività, l'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica prima del 1999) ha rapporti di stretta collaborazione con sedi storiche di monitoraggio meteorologico e sismologico. Fra questi, in particolare, spicca l'Osservatorio Ximeniano di Firenze, portatore di una delle più antiche e prestigiose tradizioni in questi due settori di studio a livello internazionale.

Aderendo a una proposta della Provincia di Firenze di organizzare una mostra retrospettiva di meteorologia e sismologia che valorizzasse l'antica tradizione fiorentina in questi settori, rappresentata in particolare dall'Osservatorio Ximeniano, alla fine dell'anno 2011 prese forma la mostra *Dal cielo alla terra, meteorologia e sismologia a Firenze dall'Ottocento a oggi*. I primi protagonisti furono: lo Ximeniano, l'INGV, l'Istituto di Biometeorologia del CNR, l'Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia Applicate all'Agricoltura del CRA, a cui successivamente si unirono altri enti nazionali e internazionali.

In considerazione della ricca rete di collaborazioni nazionali e internazionali, soprattutto in ambito sismologico, dei progetti Tromos e Sismos dell'INGV e degli altri partner per la meteorologia, fu subito chiara la grande opportunità di contestualizzare la tradizione fiorentina di questi studi nel panorama euro-mediterraneo, a partire dalla fine del XVIII secolo, realizzando così un evento unico a livello internazionale.

La planimetria lunga e stretta della Galleria delle Carrozze del Palazzo Medici Riccardi, sede della mostra messa a disposizione dalla Provincia, si prestava perfettamente a uno sviluppo tematico cronologico dell'esposizione degli strumenti. In questa configurazione del *racconto*, le due discipline rappresentate potevano *dialogare*, come durante il lungo percorso insieme, condotto presso osservatori meteorologico-sismici ottocenteschi, oppure seguire percorsi differenti come nelle più moderne rispettive reti osservative.

Ben presto il progetto espositivo si è arricchito di centoquaranta strumenti di meteorologia e geofisica, dai delicati sismoscopi e barometri della fine del Settecento a sensibili sismografi con grandi masse del Novecento e a un aereo meteorologico, fino alla rivoluzione tecnologica dell'elettronica. Ci si è ben presto resi conto che la contestualizzazione nazionale e internazionale della tradizione osservativa fiorentina rendeva omaggio in qualche modo anche all'intera tradizione italiana. E' al contesto nazionale che è quindi esteso il presente volume. La comprensione del contributo dell'Osservatorio Ximeniano allo sviluppo di sismologia e meteorologia assume un particolare rilievo inoltre con l'approssimarsi, nel 2015, dell'inizio delle celebrazioni dei 150 anni di Firenze capitale d'Italia (1865-1871). Da un'attenta lettura emergerà come lo Ximeniano, e più in generale tutta la tradizione osservativa di studiosi e istituzioni fiorentine, abbiano costituito un incubatore scientifico nella prima Italia unita.

L'iniziativa espositiva, che ha registrato circa 100.000 visitatori provenienti da tutto il mondo, è stata una grande opera di sensibilizzazione sui temi dei rischi da eventi naturali estremi e sulle strategie per una società più sicura, anche attraverso un ricco calendario di conferenze indirizzate a studenti e cittadini. Si è trattato, inoltre, di un'opportunità per il recupero di numerosi importanti beni culturali scientifici: gran parte della strumentazione è stata, infatti, oggetto di opportuno trattamento presso il

laboratorio di restauro della strumentazione scientifica storica del centro Sismos (INGV, <http://sismos.rm.ingv.it>), specializzato in questo tipo di strumentazione.

Anche se le attività osservative della meteorologia e della sismologia sono state spesso condotte negli stessi osservatori e dagli stessi studiosi, soprattutto fino ai primi decenni del Novecento, si è qui preferito sviluppare separatamente i due percorsi disciplinari. Ciò si è reso necessario anche per le diverse esigenze descrittive dei due temi. Mentre l'obiettivo principale della sismologia strumentale è quello di registrare con la massima precisione tutte le varie componenti del moto del suolo, la meteorologia strumentale ha un'ampia gamma di variabili da registrare, per ciascuna delle quali è stata sviluppata una serie di strumenti via via più sofisticati e precisi.

Tre brevi contributi introduttivi di storia della meteorologia sono quindi seguiti da sezioni tematiche, secondo le variabili meteorologiche da misurare, ciascuna delle quali ha una breve introduzione storica e le schede di alcuni strumenti. Segue poi l'introduzione alla sismologia e le schede degli strumenti relativi. Una sezione bibliografica e un ricco apparato biografico completano il volume.

### Come leggere le schede

Ogni scheda si compone di un numero pari di pagine, in genere due, e inizia a pagina pari con una grande immagine dello strumento o degli strumenti, se più di uno. La didascalia a sinistra riporta, nell'ordine, per ciascuno strumento e se disponibili, le seguenti informazioni: il nome dello strumento, nome e luogo del costruttore, materiali costruttivi (solo degli strumenti ancora esistenti), misure in centimetri, acronimo dell'ente proprietario dello strumento riprodotto nell'immagine (elenco a fine di pag. 6). In alcuni casi seguono ulteriori informazioni sullo strumento.

La pagina dispari e le eventuali pagine successive di ciascuna scheda descrivono sinteticamente lo strumento o gli strumenti. Le piccole icone nel testo introducono rispettivamente: l'ideazione (lampadina), il principio di funzionamento (ingranaggio), eventuali informazioni di corredo (i) e l'indicazione della pagina della bibliografia (libri).

Per mantenere un testo snello ed evitare ripetizioni, i personaggi in ciascuna scheda sono citati, la prima volta, con la sola iniziale del nome, le volte successive con il solo cognome. Per brevi biografie sui personaggi citati si rimanda alla specifica sezione di questo volume. Solo per i personaggi di cui non è stato possibile reperire significative informazioni, si riportano anche il nome e gli estremi cronologici, quando disponibili.

Le piccole immagini a piè di pagina riportano particolari degli strumenti o immagini a essi correlate, di corredo al testo.



Particolare dell'esposizione di alcuni strumenti meteorologici, sullo sfondo, e di un Microsismografo astatico orizzontale Wiechert da 1000 kg, a destra.

Nello sviluppo espositivo è stato fatto largo uso di tecniche di presentazione multimediale, con animazioni e filmati in 3D.

Terminano la mostra un aereo per misure meteorologiche (a destra) e uno dei primi specchi dell'Interferometro Virgo del Consorzio EGO per la rilevazione delle onde gravitazionali. All'inizio e alla fine della Galleria delle Carrozze due porte virtuali guardavano al passato e al futuro.

# La sismologia

# Osservazione strumentale dei terremoti dal XVIII al XX secolo

Graziano Ferrari, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

La sismologia è una scienza molto giovane, con radici profonde nel pensiero naturalistico e filosofico premoderno. Se si escludono le introduzioni di alcuni manuali attuali di sismologia, spesso esempio di una concezione finalistica della storia della scienza, non esiste ancora una vera storia della sismologia intesa come conoscenza delle attività degli studiosi che hanno costituito questa comunità scientifica (Kuhn 1970). Nelle poche pagine che seguono, non essendo possibile riempire questo vuoto, si delinea un quadro sintetico della storia dell'osservazione strumentale dei terremoti, dai primi strumenti nel Settecento al secondo dopoguerra. Il vantaggio che i sismologi possono trarre dal conoscere, in modo critico, il percorso teorico e sperimentale seguito dai protagonisti della propria storia disciplinare non è da sottovalutare; non si tratta di evidenziare le tappe più importanti o le svolte ritenute decisive in relazione ai modelli attuali, ma di analizzare di nuovo le varie fasi della storia della sismologia, per comprenderne i presupposti, le motivazioni e le conseguenze teoriche e pratiche all'interno di specifici indirizzi di ricerca.

Se questo obiettivo può essere raggiunto in una corretta prospettiva diacronica, in alcune situazioni specifiche l'analisi deve essere necessariamente sincronica. Queste due diverse concezioni, oggetto di un ampio dibattito fra storici della scienza, risultano entrambe indispensabili a delineare il percorso dei primi decenni della storia della sismologia.

È da un'analisi incrociata di questo tipo che i sismologi di oggi possono ricavare dal passato vari dati sperimentali utili. Poiché i terremoti hanno un carattere di ricorrenza su tempi relativamente lunghi (decine di anni, secoli e anche millenni) e non sono riproducibili in laboratorio, se non in alcuni aspetti, essi richiedono per essere conosciuti ampie serie di dati estese cronologicamente. Da ciò emerge la necessità e l'importanza di recuperare, non solo dati storici descrittivi (che è attività tipica della sismologia storica), ma anche dati strumentali relativi all'attività sismica e all'insieme dei fenomeni che la precedono e la seguono, validandoli alla luce dei modelli attuali, quando è possibile.

Ma l'uso scientifico di dati strumentali del passato non è sempre possibile

e comunque non sempre è l'aspetto più rilevante: per esempio, le rilevazioni fatte da Luigi Palmieri, oggi una delle figure più conosciute della storia della sismologia, possono risultare di scarso rilievo scientifico ai fini di un loro utilizzo pratico. Interessante è, invece, capire l'importantissimo ruolo di questo studioso e delle sue misure per gli studiosi suoi contemporanei: basti ricordare che le sue osservazioni, strumentali e non, sull'attività del Vesuvio servirono per anni come elemento di *taratura* e di validazione delle osservazioni sui fenomeni del *vulcanismo italiano*, espressione che per lungo tempo ha identificato l'attività sismica in Italia nella teoria sismogenetica del tempo.

Sebbene la nascita della scienza dei terremoti non sia direttamente legata all'uso di strumenti, tuttavia, la progettazione, lo sviluppo e l'uso di strumenti sismici ha svolto e svolge tuttora un ruolo fondamentale nel progresso teorico e sperimentale della sismologia.

L'invenzione e lo sviluppo di strumenti per la rilevazione e la registrazione dei movimenti causati dai terremoti sono stati fortemente influenzati da due fattori: le teorie sviluppate nel tempo sull'origine e la natura dei terremoti e la disponibilità di potenziali fenomeni da osservare. A questo proposito i maggiori progressi e gli sviluppi più importanti nella storia della sismometria si sono verificati in paesi come l'Italia, gli Stati Uniti e il Giappone, soprattutto dopo terremoti catastrofici che hanno risvegliato l'interesse di studiosi e la sensibilità dei governi.

La storia documentata degli strumenti sismici è lunga circa due millenni, anche se con importanti discontinuità, e il loro sviluppo interessò principalmente l'Europa, l'Asia e gli Stati Uniti. Fino a tutto l'Ottocento, la progettazione di apparati per rilevare i movimenti sismici si è fondata su principi che sono alla base anche del comportamento di oggetti di uso quotidiano, quando sottoposti agli effetti di un terremoto. L'oscillazione di lampade e di altri oggetti sospesi (pendoli comuni), nonché di alberi (pendoli rovesci), e l'oscillazione e il travaso di liquidi da recipienti, sono stati ispiratori dei principi di funzionamento nella progettazione dei primi strumenti sismici.

La prima prova di uno strumento progettato e utilizzato specificamente per rilevare i terremoti è il sismoscopio di Zhang Hêng (78-139 d.C.) realizzato in Cina nel 132 d.C (Needham 1959). Poco più di mille anni più tardi, si trovano riferimenti ad alcuni strumenti sismici in uso presso Maragheh in Iran, ma è solo agli inizi del Settecento che si stabilì una pratica di progettazione e di uso scientifico di strumenti sismici. Ed è in Europa, ma soprattutto in Italia che, per tutto il Settecento e per la maggior parte dell'Ottocento, sono documentati la realizzazione e l'utilizzo di una grande varietà di strumenti sismici.

Inoltre, fino alla fine degli anni settanta dell'Ottocento, la maggior parte degli strumenti sismici erano per lo più dei sismoscopi, strumenti idonei cioè a evidenziare l'occorrenza di un terremoto, ma non a registrare l'evoluzione temporale del moto sismico.

Solo quando negli anni settanta e ottanta dell'Ottocento furono realizzati i primi sismografi (in Italia, Giappone e Germania), poi sviluppati sostanzialmente nei primi decenni del secolo scorso, prese forma l'attuale approccio strumentale allo studio dei terremoti. La massiccia sperimentazione di quegli anni ha permesso di stabilire l'importanza del periodo proprio di oscillazione e dello smorzamento del sensore nella progettazione di strumenti. Vennero realizzati strumenti di sensibilità sempre crescente e furono raggiunte amplificazioni fino ad allora inimmaginabili, utilizzando grandi masse in strumenti a registrazione meccanica o sistemi galvanometrici per la registrazione su carta

fotografica. E infine, quando alcuni scienziati in fuga dalla Germania nazista portarono la cultura sismologica europea in contatto con quella californiana degli anni venti del Novecento, si formò al Caltech (California Institute of Technology di Berkeley, in California) uno dei più straordinari gruppi di ricerca sismologica della storia di quel secolo.

La bibliografia di studi sull'invenzione e lo sviluppo di strumenti di registrazione degli effetti dei terremoti non è molto estesa e presenta molte lacune cronologiche e geografiche. Cercheremo di tracciare nel seguito, a grandi linee, una storia della sismometria concentrandoci in particolare su quella italiana e sviluppando in particolare l'esperienza pionieristica otto-novecentesca fino alla fine degli anni Quaranta del secolo scorso. Il periodo successivo assume connotati via via sempre più specialistici, il cui dettaglio trascende la presente trattazione.

### Le origini

La sismologia strumentale ha trovato condizioni naturali per il proprio sviluppo in Europa nell'ambito delle antiche reti di osservazione astronomica e meteorologica. Ci sono prove bibliografiche che suggeriscono di un interesse scientifico per l'influenza dei terremoti sulle osservazioni astronomiche. Così, in un saggio sui piccoli e spontanei movimenti dei pendoli, Timoteo Bertelli raccolse un consistente *corpus* di prove di probabili disturbi microsismici (Bertelli 1873), per lo più osservati da astronomi nel corso delle operazioni di taratura degli strumenti, fin dal Seicento.

Non è probabilmente un caso, quindi, che la prima descrizione nella cultura occidentale, di uno strumento specificamente progettato per rilevare i terremoti sia il sismoscopio a mercurio inventato dall'astronomo francese Jean de Hautefeuille (1703).

Questo strumento era composto da un recipiente dotato di otto scanalature che facevano capo ad altrettante cavità sottostanti; il recipiente veniva riempito di mercurio che al verificarsi di una scossa, scivolava nei bicchierini sottostanti. Osservando in quali bicchierini il mercurio era caduto e in che quantità, de Hautefeuille riteneva di poter determinare approssimativamente le direzioni e la *intensità* della scossa. È curioso notare che nel 1834 il sismoscopio a mercurio ricomparve in Francia come inventato da Paul-Jean Coulier e, come vedremo in seguito, certamente realizzato e utilizzato da Niccolò Cacciatore nel 1818, in Sicilia (Cacciatore 1842).

Non è certo se de Hautefeuille realizzò mai il suo strumento, mentre abbiamo le prove negli scritti di Nicola Cirillo (1733-1734 e 1747) e di Andrea Bina (1751) dell'utilizzo dei primi rudimentali sistemi pendolari per



1) Sequenza sismica del febbraio-marzo 1783: rovina nelle vicinanze di Cinquefrondi, tavola XXIX dell'Atlante di Schiantarelli e Stile allegato alla *Istoria de' Tremuoti* ... Oltre alle drammatiche distruzioni, i consistenti effetti ambientali causati dal terremoto stimolarono gli scienziati a cercare spiegazioni e inventare strumenti.

la registrazione su sabbia, polvere o ceneri dell'ampiezza e della direzione dei movimenti sismici risultanti rispettivamente da forti terremoti in Puglia nel marzo 1731 e in Umbria nel luglio 1751.

Verso la fine del Settecento furono ideati e costruiti in Italia numerosi strumenti per rilevare e registrare i terremoti, in particolare in seguito alle reazioni emotive per i terremoti in Calabria del febbraio-marzo 1783, tanto disastrosi da ridurre la regione in uno stato di grande desolazione (1 e 2). L'impressionante sequenza di terremoti di quel periodo è stata descritta in dettaglio e con molta apprensione in giornali e lettere dell'epoca, nonché da viaggiatori, e ha spinto alla progettazione di numerosi strumenti, anche a registrazione oraria.

L'orologiaio napoletano Domenico Salsano (1783) fu probabilmente il primo a utilizzare il termine *geosismografo* nel descrivere lo strumento per rilevare i movimenti sismici, da lui realizzato.

Diversi altri strumenti furono costruiti o descritti da studiosi del tempo come Ascanio Filomarino Duca della Torre (1796) e Nicola Zupo (1784) (3) al tempo dei terremoti della Calabria.

L'abate Atanasio Cavalli fu il primo a costruire uno strumento molto simile a quello progettato da De Hautefeuille, di cui realizzò anche una versione con sistema di registrazione del tempo della scossa (Cavalli 1785a).

Già nel 1784 Cavalli, responsabile della Specola del Duca Caetani in Roma, costruì un semplice sismoscopio a mercurio *per palesare il sopravvenire di un movimento tellurico, anche quando questo non fosse avvertito da alcuno* (Cavalli 1785b). In occasione del terremoto di Piediluco del 2 ottobre 1785, avvertito anche a Roma, l'ingegnoso scienziato perfezionò il suo sismoscopio al fine di ottenere l'indicazione di più scosse successive e registrarne l'ora.

Il più antico strumento sismico giunto fino a noi è il sismoscopio a mercurio di Cacciatore, di cui sono stati realizzati due esemplari, costruttivamente coincidenti con lo strumento progettato da De Hautefeuille. Cacciatore era, dal 1817, direttore dell'Osservatorio Astronomico di Palermo e non è un caso che sia proprio un astronomo a riprendere il progetto dell'astronomo francese e a realizzarlo utilizzando

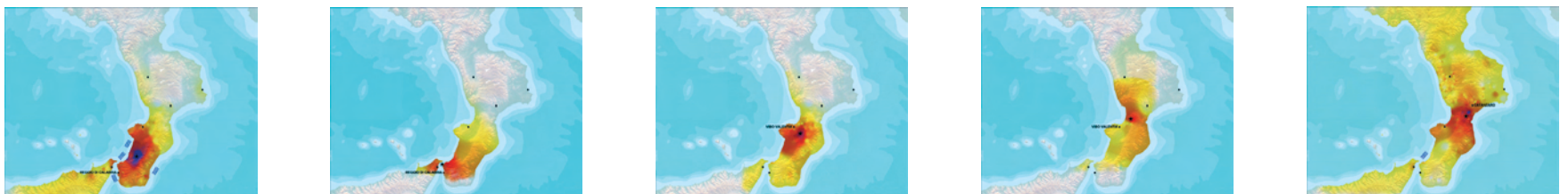
lo strumento per condurre osservazioni sul terremoto nelle Madonie del marzo 1818. Per quanto ne sappiamo, il sismoscopio Cacciatore è anche il primo strumento sismico ad avere avuto una diffusione al di là del luogo in cui è stato progettato. O.W. H. Abich (1806-1886) ricorda che uno strumento simile a quello di Cacciatore, installato presso l'osservatorio di Tabriz (Iran), *registrò* un terremoto il 4 ottobre 1846 (Ambraseys e Melville 1982).

Nella prima metà dell'Ottocento in Italia e in Europa vi è evidenza di altri modesti contributi alla progettazione di nuovi strumenti sismici.

In seguito al periodo di intensa attività sismica che ebbe inizio nel 1839 vicino a Comrie (Perthshire, Scozia), la *British Association for the Advancement of Science* (BAAS) istituì una commissione speciale per progettare strumenti per la registrazione dei terremoti in Gran Bretagna. Il più importante risultato del lavoro della commissione fu l'uso, da parte di James Forbes, di un sismometro a pendolo rovescio (Forbes 1844). Lo strumento (4) utilizzava una matita fissata parallelamente all'asta del pendolo per registrarne le oscillazioni su di una cupola sferica rivestita di carta. Sei di questi strumenti, il cui uso fu limitato alla sequenza sismica di Comrie, non diedero risultati di rilievo scientifico.

Nel 1849 circa, durante la sua permanenza a Praga, dove fu anche direttore dell'Osservatorio Astronomico del Klementinum, l'astronomo austriaco Karl Kreil costruì uno strumento sismico in legno, tutt'ora esistente, con un pendolo che scriveva su di una tavoletta (5).

Sebbene Jared Brooks di Louisville, Kentucky (Fuller 1912), risulti il primo ad aver utilizzato pendoli di lunghezze differenti per osservare i terremoti (quelli del 1811 e 1812 di New Madrid - Missouri, Stati Uniti), fu invece il barnabita Giovanni Cavalleri il primo a effettuare approfonditi esperimenti per intercettare le differenti componenti armoniche del moto sismico con una serie di pendoli (Cavalleri 1857). Benché Cavalleri abbia pubblicato un unico saggio riguardante gli strumenti sismici, i suoi contenuti rivelano la natura acuta e innovativa delle sue idee sulla registrazione dei terremoti. È probabile che Palmieri si sia ispirato all'opera di Cavalleri quando progettò il suo sismografo elettromagnetico (Palmieri 1859), come



2) Sintesi delle distribuzioni degli effetti distruttivi delle scosse del febbraio-marzo 1783. Da sinistra a destra: 5, 6, 7 febbraio, 1 e 28 marzo. I colori dal giallo al violetto rappresentano livelli crescenti di gravità del danno e della distruzione: dal VI all'XI grado della scala macrosismica Mercalli Cànani Sieberg (MCS).

lasciano supporre almeno due similitudini costruttive: il metodo per determinare l'inizio temporale della registrazione dei terremoti (con l'avvio di un orologio nel momento in cui inizia la scossa) e il metodo per misurare la *intensità* delle oscillazioni verticali dello strumento.

### Tromometri, avvisatori, sismografi 1850 - 1880

Grande è stato il contributo degli studiosi italiani allo sviluppo e alla sperimentazione di strumenti per rilevare i terremoti, soprattutto nella fase pionieristica della seconda metà dell'Ottocento. Non c'è nessuno dei maggiori sismologi europei che non sia venuto in Italia per conoscere l'esperienza dei sismologi italiani, per poi trarne beneficio nella progettazione dei rispettivi strumenti o delle reti di osservazione. Basti per tutti citare John Milne e Emil Wiechert. Il primo, famoso sismologo inglese, a cui si deve l'installazione della prima rete sismica mondiale, dopo un incontro a Roma con Pietro Tacchini – direttore dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica – volle presentare al Comitato Sismologico Britannico l'esperienza italiana come ispirazione per stabilire un analogo servizio geodinamico nell'impero britannico (Milne 1898). Anche Emil Wiechert, dopo un viaggio in Italia in cui incontrò alcuni dei maggiori

sismologi italiani del tempo (Guido Alfani, Giovanni Agamennone e Giuseppe Vicentini), rientrato a Göttingen, progettò il suo sismografo astatico orizzontale, uno degli strumenti meglio riusciti e più longevi della storia della sismologia (Schreiber 1991). Oltre a ispirare studiosi stranieri, il fervore di studi realizzati in Italia, in maniera anomala al di fuori delle istituzioni scientifiche, favorì la nascita di una comunità sismologica e la messa a punto di un metodo di rilevazione. Apriamo una parentesi per approfondire il periodo 1850-1880 in Italia, rivelatosi decisivo sia nel nostro Paese sia all'estero per passare dal naturalismo tardo-settecentesco a un approccio scientifico sperimentale prima e teorico poi.

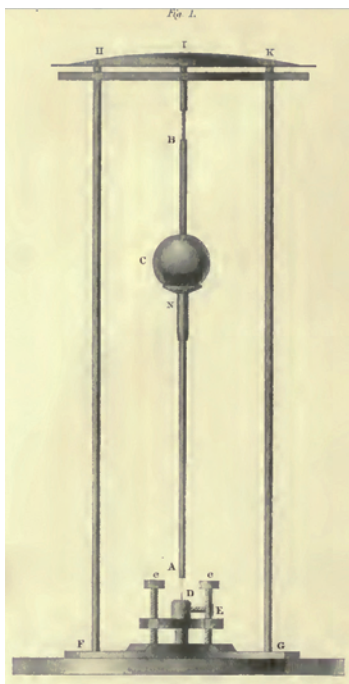
Tromometri, avvisatori e sismografi sono tre categorie di strumenti sviluppatasi in Italia nel periodo 1850-1880: le vicende che portarono alla loro progettazione, al loro perfezionamento e al loro funzionamento evidenziano le fasi attraverso cui si è formato un metodo sperimentale in sismologia in Italia.

Attorno a questi strumenti ruotarono gli sforzi progettuali di numerosi studiosi per stabilire regolari osservazioni utili alla comprensione della natura delle forze sismogenetiche. Benché siano nati con finalità scientifiche fra di loro differenti, tali tipologie di strumenti sono accomunate da una certa somiglianza, tanto che è difficile in taluni casi precisare i confini fra una categoria di strumenti e l'altra, dato che la loro differenziazione è caratterizzata dal metodo stesso di rilevazione utilizzato. I tromometri di Bertelli e di Michele Stefano de Rossi disponevano, per esempio, di accorgimenti per attivare elettricamente suonerie e per far funzionare orologi sismoscopici, assolvendo così anche a una funzione ausiliaria di avvisatori. D'altronde, l'avvisatore sismico a *doppio effetto* Galli-Brassart in una delle sue varianti costruttive disponeva di un sistema di registrazione su carta telegrafica e quindi funzionava come un rudimentale sismografo.

I metodi di rilevazione e gli strumenti degli inizi della sismologia richiamano alla mente temi ancora attuali nella sismologia di oggi, come quello dei moti lenti della Terra, che si riallaccia al modello fisico della sorgente sismica e come quello della precisa localizzazione ipocentrale, premessa indispensabile per la delimitazione delle zone sismogenetiche e per la modellazione geometrica della sorgente sismica.

### I nodi di una discussione

Nella seconda metà dell'Ottocento la sismologia si affermò come disciplina autonoma. Con la pubblicazione dell'opera di Robert Mallet (1810-1881) sul grande terremoto della Basilicata del 1857 (Mallet 1862),



4) Sismoscopio a pendolo rovescio di Forbes, utilizzato in una rete di 6 esemplari per lo studio della sequenza sismica di Comrie (Perthshire, Scozia) nel 1840-44 (da Forbes 1844). 5) Sismoscopio Kreil realizzato dallo studioso austriaco nel 1849 e utilizzato a Praga nell'Osservatorio astronomico del Klementinum, negli anni in cui Kreil ne era il direttore (Kreil 1855). Lo strumento è oggi conservato presso il museo della tecnologia di Praga.



6) Rovine della città di Polla, nel Vallo di Diano, per il terremoto del 16 dicembre 1857. L'incisione è tratta dal primo volume dell'opera di Robert Mallet *The great Neapolitan earthquake of 1857*.

per la prima volta venne usato il nome di sismologia per identificare la scienza dei terremoti. Questo fondamentale contributo non rappresentò, tuttavia, un episodio isolato: in quegli anni Julius Schmidt (1825-1884) applicò per la prima volta, nel 1847, il metodo dei *minimi quadrati* ai tempi di arrivo di un terremoto in diverse località per determinarne l'epicentro e Palmieri nel 1856 costruì il suo sismografo elettromagnetico, il primo del genere. Furono iniziative relativamente indipendenti, che introdussero importanti contributi sul piano metodologico e su quello strumentale per la determinazione dei principali parametri di un terremoto, ossia il tempo origine, la localizzazione e l'intensità. Tuttavia, fattori diversi rallentarono o sminuirono, in una certa misura, il contributo di quegli studiosi.

Metodi come quello di Schmidt e successivamente quello di Karl von Seebach (1839-1880), pur corretti dal punto di vista teorico, risultarono inapplicabili fino all'avvento e alla diffusione, agli inizi del secolo scorso, di apparati strumentali confrontabili dal punto di vista dei dati rilevati e in grado di discriminare con precisione i tempi di arrivo dei diversi tipi di onde sismiche registrate.

Non era la prima volta che venivano tentati, soprattutto in Italia, approcci strumentali attraverso semplici apparati pendolari autocostruiti, come si è visto in precedenza. Le osservazioni strumentali non avevano, tuttavia, obiettivi scientifici precisi se non la semplice temporanea *registrazione* su sabbia, cenere, pollini ecc. di solchi prodotti dal movimento di un pendolo o la fuoriuscita di mercurio da un recipiente. Nonostante ci fosse un generale interesse per la costruzione di apparati strumentali, l'assenza di un quadro teorico di riferimento allontanò di fatto la formulazione di un metodo sperimentale scientifico di rilevazione.

Fino a metà dell'Ottocento, a fianco di queste prime rilevazioni strumentali, gli studiosi dei terremoti, provenienti dalle più diverse esperienze scientifiche, tesero a sviluppare una scienza dei terremoti di tipo osservativo e descrittivo. Le prime vere misure in ambito sismologico sono riconducibili alle registrazioni di Palmieri, effettuate dal 1856 in poi, con il suo sismografo elettromagnetico.

Il 14 agosto 1851, il 9 aprile 1853 e il 16 dicembre 1857 (6) il Regno di Napoli fu colpito da disastrosi terremoti che causarono gravissime distruzioni e molte vittime (Mallet 1862, Ferrari 2004-2009). Non furono anni di soli disastri, ma anche di importanti sviluppi per la sismologia: quella osservazionale, messa straordinariamente in primo piano dallo studio di Mallet, e quella strumentale alla quale contribuirono in modo determinante Cavalleri e Palmieri.

Gli effetti dei terremoti del 1851 e del 1857 furono oggetto di particolare attenzione da parte di Palmieri. In occasione del primo condusse con Arcangelo Scacchi (1810-1893) uno studio di tipo osservazionale, con particolare riguardo agli aspetti geologici (Palmieri e Scacchi 1852), mentre nel terremoto del 1857, quando era già direttore dell'Osservatorio Vesuviano (il primo osservatorio geodinamico al mondo), utilizzò il sismografo elettromagnetico da lui progettato. Si trattava dello strumento sismico più sofisticato che fosse mai stato realizzato, perché riassumeva nell'apparato sensore tutti i metodi di rilevazione dei movimenti sismici fino ad allora utilizzati singolarmente in altri strumenti (7).

Due furono gli esemplari dello strumento fatti costruire da Palmieri: il prototipo, realizzato nei laboratori dell'Università di Napoli e uno, più raffinato dal punto di vista costruttivo, affidato alla grande esperienza del

costruttore di strumenti di Napoli Giovanni Bandieri. Il sismografo, costruito nel 1856, si compone di due parti distinte: un apparato segnalatore, destinato a evidenziare i movimenti sia orizzontali (allora chiamati *scosse ondulatorie*) sia verticali (*scosse sussultorie*), e un apparato registratore che, mediante una matita rossa e una nera, riporta su una striscia di carta le indicazioni rispettivamente delle oscillazioni verticali e di quelle orizzontali.

I due apparati sono collegati elettricamente tra loro e la tensione elettrica viene fornita da una pila a più elementi.

Palmieri progettò e fece costruire anche una versione portatile del suo strumento, adatta a essere installata nelle zone appena colpite da un terremoto per poterne registrare le repliche.

Due copie dello strumento furono inviate in Giappone e nel 1874 il sismografo di Palmieri era in funzione presso l'Osservatorio Meteorologico Centrale di Tokio (Kikuchi 1904; Holden 1898; Nazzaro e Tramma 1985).

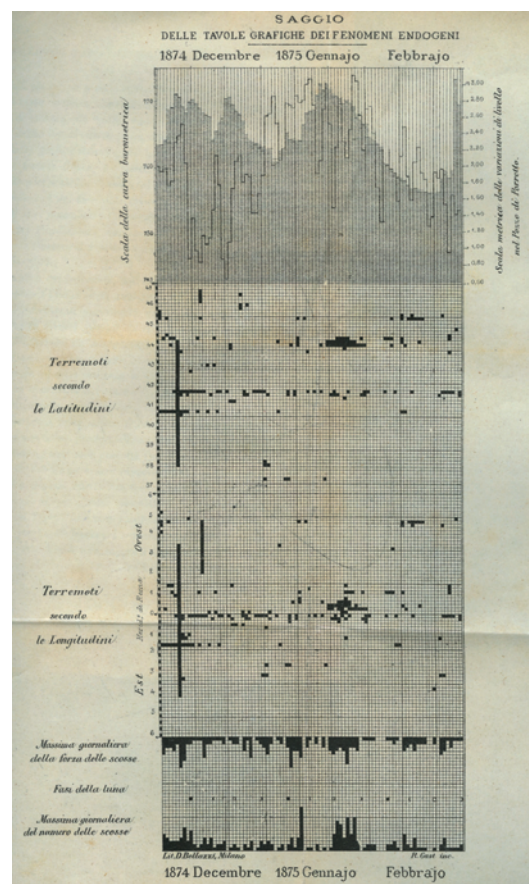
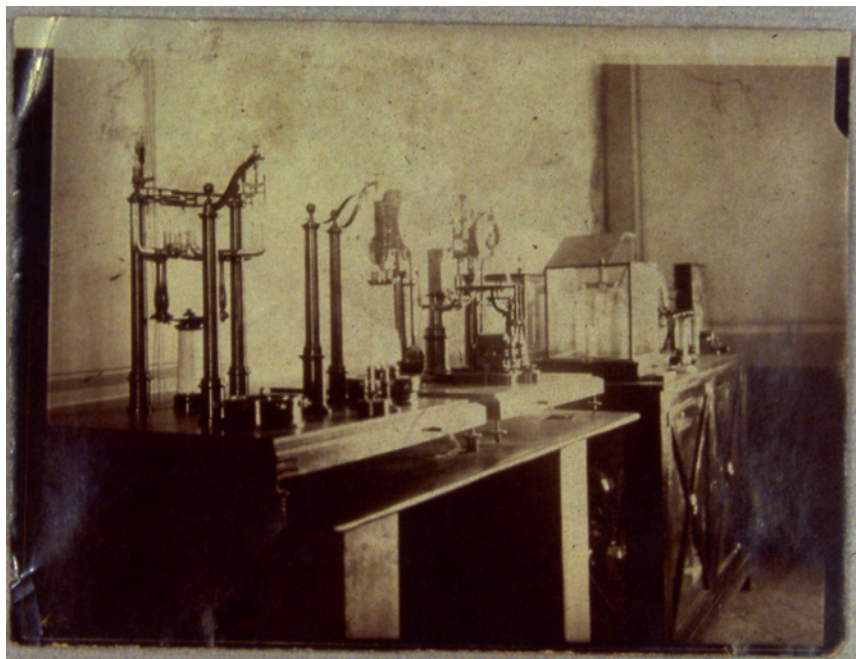
La notevole complessità costruttiva del sismografo elettromagnetico Palmieri fisso, che comportava anche un elevato costo, limitò molto la diffusione di questo strumento, che avrebbe potuto accelerare lo sviluppo della sismologia strumentale in Italia della seconda metà dell'Ottocento.

Ma la messa a punto di una vera rilevazione dei fenomeni sismici e la sua sistematica applicazione si riscontrarono solo una ventina di anni dopo le

prime esperienze di Palmieri, nelle misure tromometriche di Bertelli e de Rossi. Questo intervallo di alcuni decenni intercorso fra la nascita del primo strumento per la registrazione e la *misura* dei terremoti, cioè il sismografo Palmieri, e l'avvio di un diffuso metodo di osservazione fa certamente riflettere. La correlazione fra la comparsa del primo strumento sismico e la data di nascita della sismologia come scienza mostra qui la sua inconsistenza. L'ipotesi che questo *vuoto* tragga origine dalla mancanza di un quadro di riferimento teorico trova in parte conferma nel fatto che le misure tromometriche si diffusero molto rapidamente negli osservatori meteorologici, dove una tradizione di misurazioni quotidiane era già consolidata da decenni e talvolta anche da secoli.

Questa rapida e spontanea adesione alle misure tromometriche può essere indice di quanto fosse maturo e sensibilizzato l'ambiente degli studiosi di scienze della Terra della metà dell'Ottocento in Italia.

Fra i contributi più importanti all'affermazione della sismologia, almeno



7) Sismografo elettromagnetico Palmieri in una fotografia storica della fine del XIX secolo.

8) Grafico di confronto fra intensità, frequenza e distribuzione geografica dei terremoti e dei fenomeni astronomici e meteorologici.

# Gli strumenti della sismologia

*Graziano Ferrari, Donatella Famà, Silvia Filosa, Anna Nardi, Antonio Rossi, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Rodolfo Console, Centro di Geomorfologia Integrata per l'Area del Mediterraneo, Potenza*

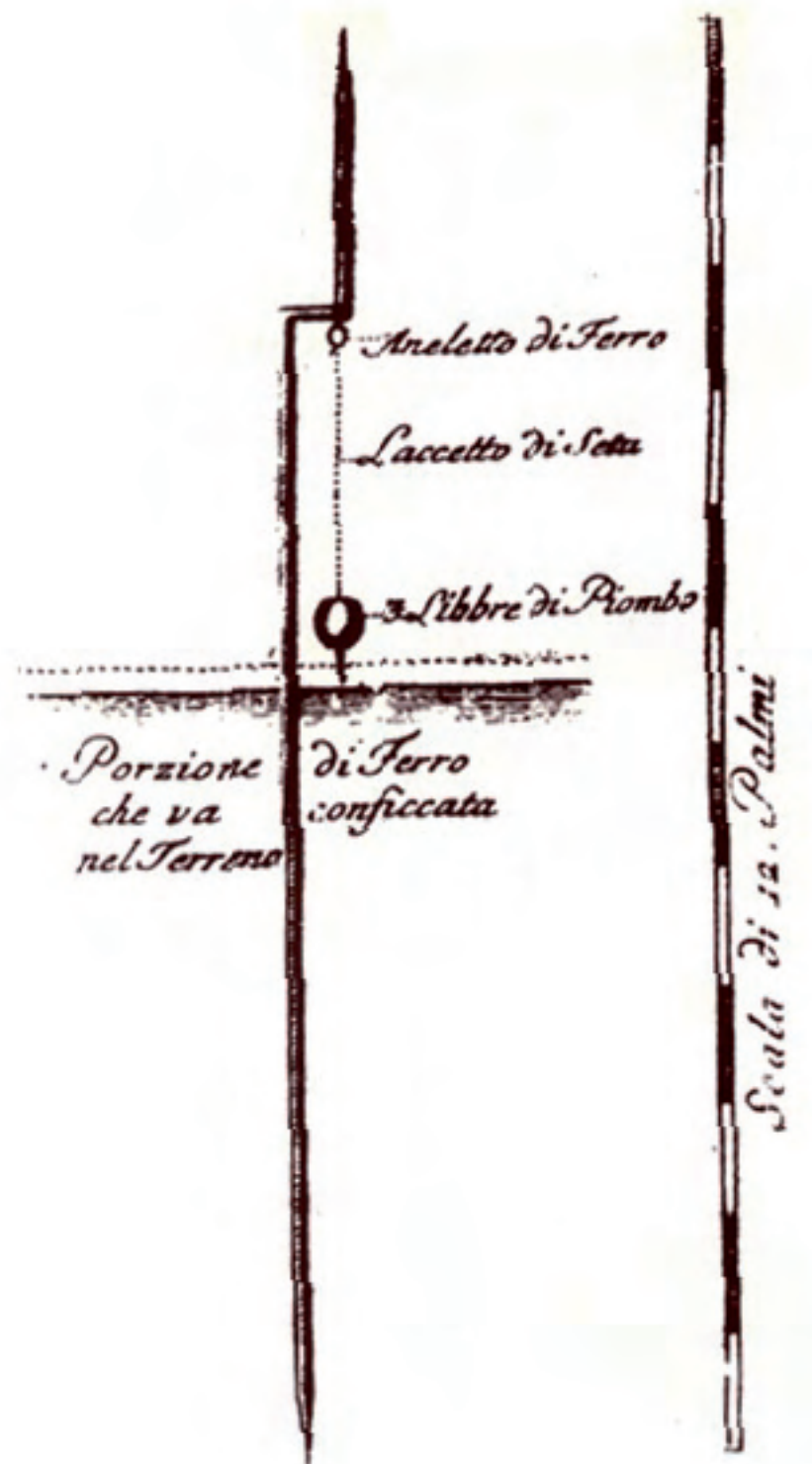
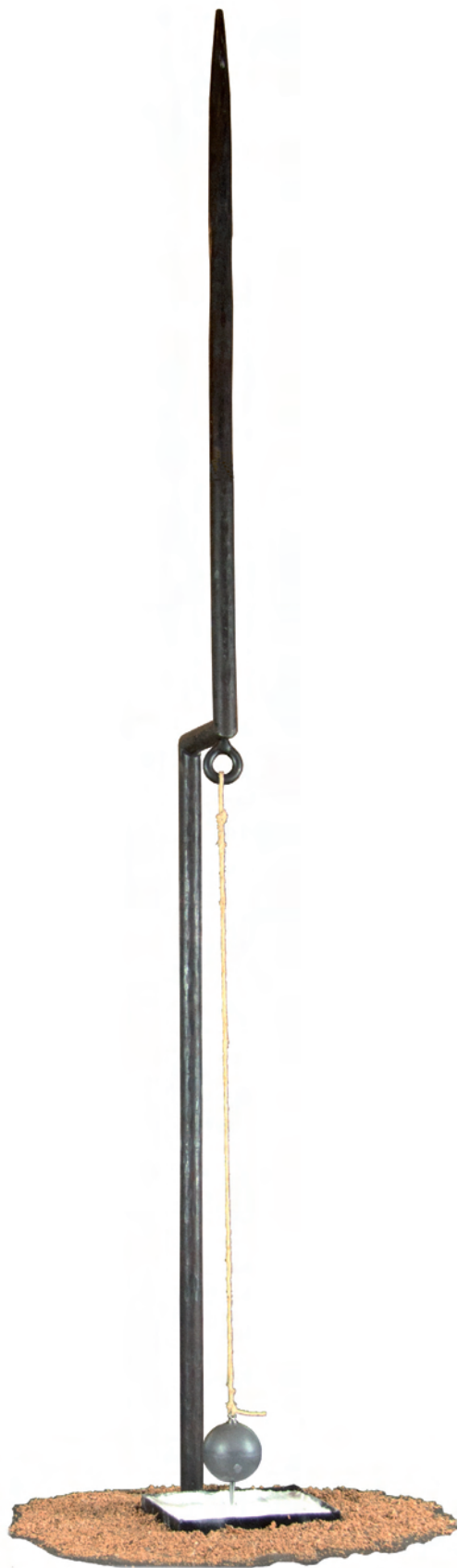
## SISMOLOGIA

Sismoscopio Zupo;  
(ferro, corda,  
piombo;  
300x15x30 cm).  
INGV

Lo strumento è  
una riproduzione  
realizzata a partire  
dal disegno, a lato,  
e dalla descrizione  
del suo ideatore.

Per oltre metà  
della sua altezza  
lo strumento era  
conficcato nel  
terreno.

La riproduzione  
non riporta  
i campanelli.



## Pendolo sismico Zupo



N. Zupo, medico e naturalista cosentino, appartenne alla poliedrica schiera di intellettuali locali che reagirono al manifestarsi della catastrofica sequenza sismica della Calabria del 1783 e cercò di spiegare con la ragione la *terribile meteora*.

Convinto sostenitore del ruolo dell'elettricità atmosferica nella genesi dell'attività sismica, in antinomia con l'ipotesi incentrata sull'elettricità ipogea, Zupo ideò e realizzò un pendolo per rilevare la direzione del movimento del suolo e verificare la fondatezza della sua ipotesi.



Lo strumento è costituito da un'asta di ferro di 12 palmi (circa 3 metri) di lunghezza, appuntita alle estremità e infissa nel terreno per due terzi. A circa metà altezza l'asta è opportunamente sagomata in modo da ospitare un anello di ferro dal quale, legata con un cordoncino di seta, pende una palla di piombo di circa 1,3 kg. Nella parte inferiore della massa, una punta di ferro lunga *due dita traverse sopra la superficie sferica* tocca uno strato, dello spessore di *tre dita*, di cenere finissima, situato sopra una tavoletta.

Ai punti cardinali, quattro campanelli erano disposti attorno alla massa inerziale, a una distanza tale che tra il pendolo e i campanelli *passa appena un crine di cavallo* per fornire l'informazione sulla direzione del moto. All'occorrenza di un terremoto la massa del pendolo urtava il

campanello nella direzione del primo movimento sensibile e lasciava traccia del suo moto sulla cenere.

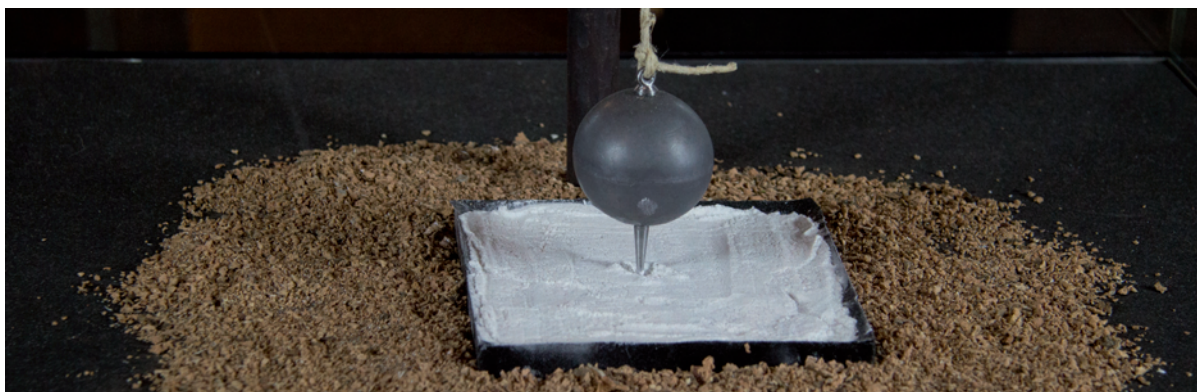
Secondo le intenzioni del suo ideatore, lo strumento non doveva soltanto rilevare il fenomeno sismico, ma doveva fornire la prova inconfutabile a sostegno della teoria elettrica del terremoto: il supporto costituito dall'asta di metallo inserita nel terreno fungeva da tratto d'unione tra le forze elettriche della terra e dell'aria così come da *paraterremoto* immaginato da P. Bertholon e progettato, ma non realizzato, nel 1787 a seguito del terremoto di Rimini del 25 dicembre 1786.



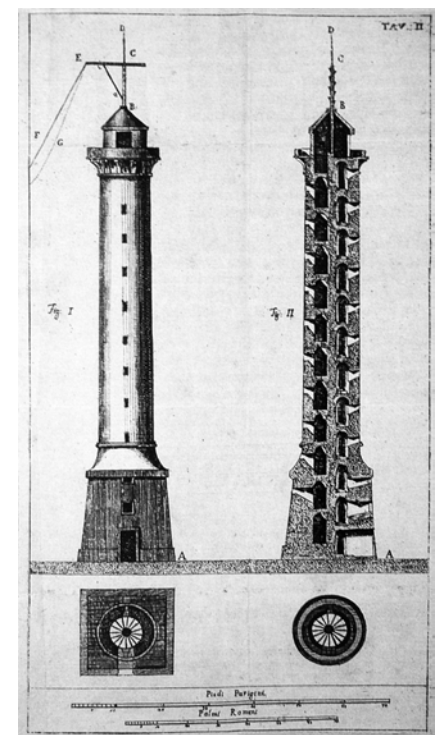
È evidente come il ricorso allo strumento non fosse solo e unicamente funzione di un'ansia di *misurazione* del fenomeno sismico. Il suo apparato doveva fornire la prova inconfutabile a sostegno di una *filosofia* del terremoto e della sua natura. Lo strumento divenne perciò sostegno nelle dispute e alle dispute.



p. 321



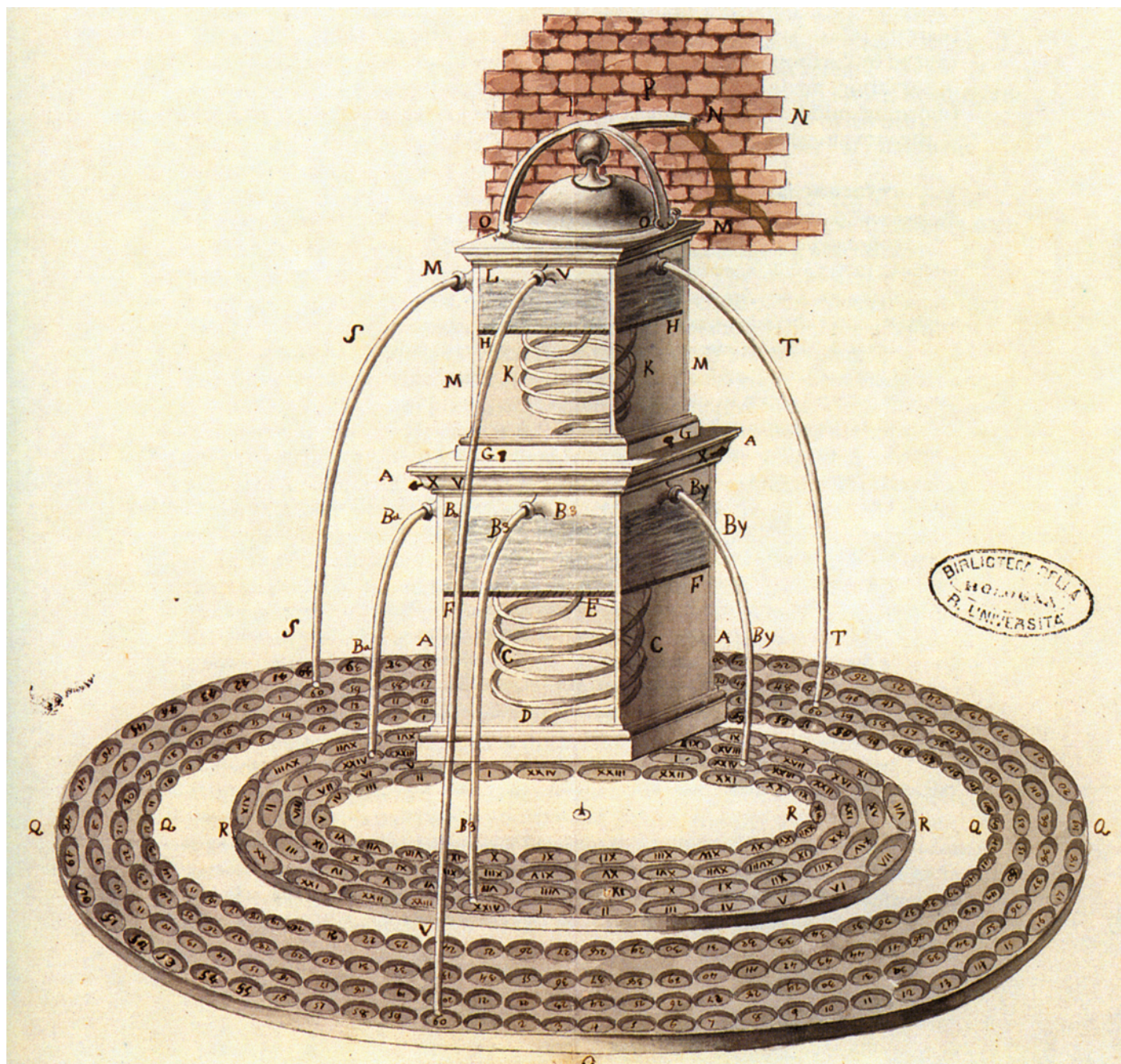
Sismoscopio Zupo: particolare della massa pendolare in piombo, scivente su polveri fini, quali cenere, lycopodio o sabbia.



Torri paraterremoto progettate per proteggere la città di Rimini, in base alla teoria elettricista dell'origine dei terremoti.

## SISMOLOGIA

Sismoscopio a mercurio a registrazione oraria Cavalli in un disegno al tratto allegato alla descrizione che ne dà il suo ideatore.



## Sismoscopio a mercurio a registrazione oraria Cavalli

### 1784 - 1785



Nel 1784 l'abate A. Cavalli, direttore e responsabile della sezione meteorologica della Specola del duca Francesco Caetani a Roma, rilevando la soggettività della percezione dei terremoti, costruì un semplice sismoscopio a mercurio per mostrare in modo efficace l'occorrenza di un terremoto anche di modesta grandezza. A lui si deve inoltre la progettazione di un più sofisticato sismoscopio a mercurio dotato di un ingegnoso sistema di registrazione oraria.



Il primo sismoscopio a mercurio è formato da una bottiglietta di vetro con quattro fori equidistanti. Da ogni foro parte un tubo di vetro rivolto verso un piccolo recipiente sottostante, riempito di mercurio fino a lambire i fori. Il contenitore, protetto da una campana di vetro, è posto su una mensola fissata a una parete dell'osservatorio. Il terremoto fa fuoriuscire il liquido e dall'osservazione del foro da cui esce il mercurio si ha anche l'indicazione della direzione del movimento.

Il sismoscopio con il sistema di registrazione oraria consiste di due vasi di vetro sovrapposti, contenenti mercurio, solidamente collegati e appesi nella parte superiore a un braccio di ferro fissato a un muro maestro. Da ognuno dei due vasi si dipartono quattro tubicini equidistanti e disposti secondo i quattro punti cardinali. Il mercurio contenuto nei vasi lambisce i fori d'uscita in modo da traboccare in caso di movimento del

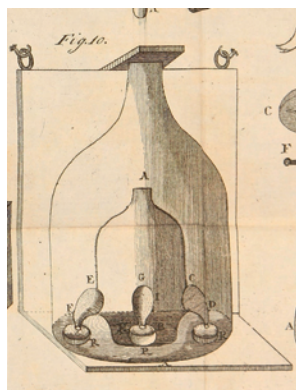
suolo, anche minimo. Per segnare l'ora e i minuti dell'evento, gli otto condotti, più lunghi i quattro superiori, più brevi gli inferiori, terminano su due corone circolari concentriche poste in rotazione dal meccanismo di un orologio. Le corone, su cui ci sono rispettivamente 24 e 60 incavi equidistanti, per ogni direzione, compiono un giro completo l'una in 24 ore e l'altra in 60 minuti. A seconda di quali incavi raccoglievano il mercurio fuoriuscito per un terremoto si poteva risalire all'orario dell'evento, con la precisione di un minuto.



Probabilmente Cavalli non conosceva uno strumento molto simile al suo più semplice sismoscopio, proposto in precedenza dal francese J. de Haute-Feuille, che avrebbe successivamente ispirato N. Cacciatore. Si hanno notizie certe che il sismoscopio di Cavalli abbia fatto parte della strumentazione utilizzata presso la Specola del duca Caetani in Roma dall'aprile del 1784 al novembre del 1787, anche se, tuttavia, né lo strumento, né parti di esso sono sopravvissuti. Né si ha notizia che la versione oraria del sismoscopio sia mai stata realmente realizzata.



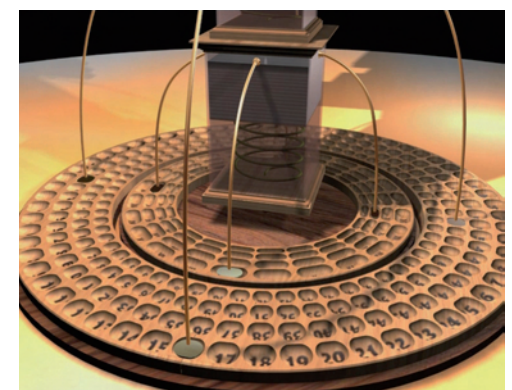
p. 321



Sismoscopio a mercurio Cavalli: disegno allegato alla descrizione che Cavalli diede della prima formulazione dello strumento, poi perfezionato con la registrazione oraria.



Ricostruzione della prima versione di sismoscopio a mercurio Cavalli.



Sismoscopio a mercurio a registrazione oraria: particolare di un'animazione che riproduce lo strumento all'atto della registrazione di ore e minuti del sisma nelle 4 direzioni.

## SISMOLOGIA

Sismoscopio a

mercurio

Cacciatore;

(legno;

Ø 20x17 cm).

CRA-CMA



## Sismoscopio a mercurio Cacciatore

# 1818



L'esistenza di un *sismografo* nell'Osservatorio astronomico di Palermo è comprovata dai registri delle osservazioni fin dal 1818, in cui, fra i fenomeni e le annotazioni che seguono alle osservazioni meteorologiche, per la prima volta si fa menzione del sismoscopio per descrivere i rilievi fatti in occasione del terremoto del 20 marzo 1818 alle Madonie. Effetti di terremoto del catanese sono documentati a Palermo in questo giorno, mentre una sequenza sismica con danni fu in quell'area dall'8 settembre 1818 al 31 maggio 1819. Dello strumento, introdotto all'Osservatorio da N. Cacciatore, dal 1817 direttore dell'Osservatorio astronomico di Palermo, abbiamo la prima descrizione da parte del figlio Gaetano solo l'anno dopo la morte del padre. Lo strumento, che ne ricorda uno analogo ideato nel 1703 dall'abate francese J. de Haute-Feuille, è una testimonianza di quanto la sismologia sperimentale affondi parte delle sue radici nell'astronomia.



Lo strumento è costituito da un piccolo recipiente circolare di legno, munito di coperchio, riempito di mercurio fino a lambire otto fori laterali equidistanti e orientati secondo i quattro punti cardinali e gli intermedi. Sotto ciascun foro un bicchierino di legno serve a raccogliere il mercurio versato a seguito di oscillazioni del recipiente conseguenti, in particolare, a un terremoto. Posto sopra un piano orizzontale, per

oscillazioni sufficientemente ampie, il mercurio esce da uno o più fori a seconda delle direzioni delle oscillazioni e viene raccolto nei corrispondenti bicchierini sottostanti. Secondo la descrizione di G. Cacciatore il mercurio così versato indicava le scosse *ondulatorie* dei terremoti, mentre se versato in tutti o quasi i bicchierini ne segnalava il carattere *succussorio*. Nel giugno del 1827, N. Cacciatore fece costruire un nuovo sismografo di legno di bosso, collocandolo nei locali dell'Osservatorio in una nicchia su di una base di marmo.



Nel 1898, ricevendo in dono da Francesco Paolo Crescimanno, direttore della stazione termo-udometrica e sismica di Corleone, un sismoscopio a mercurio, P. Tacchini, allora direttore dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica, scrisse che si trattava dello stesso apparecchio fatto costruire da N. Cacciatore e funzionante nella Specola palermitana sin dal 1818.

La testimonianza di Tacchini è da ritenersi attendibile dal momento che egli operò, per più di quindici anni (1863-1879), come assistente di Astronomia presso l'Osservatorio palermitano, sotto la direzione di G. Cacciatore.



p. 321



Sismoscopio a mercurio Cacciatore: vista dall'alto.



Particolare di uno dei canali di scolo del mercurio dal recipiente superiore e del sottostante bicchierino di raccolta. I bicchierini, opportunamente orientati, corrispondono ai quattro punti cardinali e agli intermedi.



Particolare dello strumento dopo il travaso di mercurio in uno dei bicchierini di legno, conseguente a un moto sismico.

# Biografie

*Francesca Quarenì, Graziano Ferrari, Monia Maresci, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*

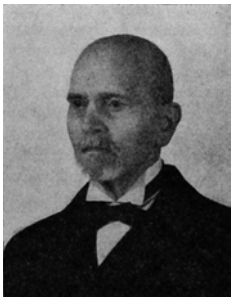
## Ralph Abercromby

1842 / 1897

Fu un meteorologo scozzese, attivo studioso dei fenomeni atmosferici. Studiò i rapporti tra l'andamento della pressione atmosferica e le condizioni del tempo, soprattutto riconoscendo gli effetti provocati dalla radiazione solare. È ricordato per una classificazione delle nuvole, che ideò in patria e che, per essere confermata, lo portò a compiere una doppia circumnavigazione del globo, per osservare e fotografare le tipologie di nuvole nelle diverse regioni climatiche.

## Giovanni Agamennone

Rieti 1858 / Roma 1949



Si dedicò a studi di geodinamica subito dopo aver conseguito la laurea in fisica all'Università di Roma nel 1884. Nel 1886 fu nominato assistente di sismologia all'Osservatorio Geodinamico di Ischia e, poco dopo, all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica di Roma. Nel 1895 il governo turco, subito dopo un disastroso terremoto locale, lo invitò a Costantinopoli per collaborare all'organizzazione del servizio sismico. Restò due anni in Turchia, dove allestì una stazione sismica attrezzata con strumenti di sua progettazione. Nel 1899 divenne direttore dell'Osservatorio Geodinamico di Rocca di Papa. Si dedicò alla progettazione e sperimentazione di nuovi modelli di sismografi meccanici per la registrazione di eventi sismici di origine vicina o lontana. Nel 1929 rientrò all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica di Roma e assunse la direzione del Servizio Sismico fino al 1931, anno del suo collocamento a riposo. Nel corso della sua lunga carriera, compì numerose missioni per studiare terremoti e ideò diversi tipi di sismografi adottati in osservatori italiani e stranieri, tanto che può essere considerato un pioniere della sismologia e della sismometria. Fu autore di circa trecento pubblicazioni, le più importanti delle quali riguardano la descrizione e le caratteristiche strumentali dei sismografi di sua costruzione, l'elaborazione dei dati macrosismici, la velocità di propagazione delle onde sismiche e dei terremoti vicini, le variazioni

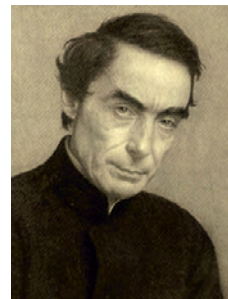
dell'energia sismica lungo il percorso, la determinazione delle profondità ipocentrali che riteneva non potessero essere superiori ai 15-20 km. Fu fra i soci fondatori e poi presidente della Società Sismologica Italiana.

## Giuseppe Agolini

Nel 1907 inaugurò a Parma la *Premiata Fabbrica di Barometrografi a colonna di mercurio del quondam fisico e chimico prof. Giulio Antonio Agolini*, un'officina che iniziò con la costruzione di un solo tipo di barometrografo progettato dal padre e che proseguì la sua attività con barografi altimetrici e termometri. Lo scoppio della Prima guerra mondiale fece aumentare la domanda di barografi altimetrici e segnalatori termici per gli aerei, tanto che la fabbrica vide crescere rapidamente la sua attività e venne militarizzata nel 1917. Dalla Agolini acquistavano non solo l'aeronautica italiana, ma anche quella dei paesi alleati e statunitense. Alla fine della guerra la produzione fu parzialmente riconvertita a scopi civili, anche se le difficoltà post-belliche portarono alla chiusura nel 1920. Nel 1921 riaprì col nome di *Officine Micromeccaniche Agolini*.

## Guido Alfani

Firenze 1876 / 1940



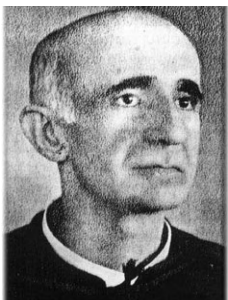
Figlio di una nobile e colta famiglia fiorentina, a causa di problemi di salute e della sua vocazione religiosa, nel 1896, trovò al seminario Gavi di Livorno un luogo salubre dove poter coniugare il suo grande interesse per la scienza con la sua missione di religioso. Nel seminario installò un suo primo osservatorio che dotò, a proprie spese, di strumenti molto sofisticati per l'epoca, fra cui un microsismografo Vicentini, nel 1898. Entrò in rapporti di stretta amicizia con lo scoliopio G. Giovannozzi dell'Osservatorio Ximeniano di Firenze, del quale accolse l'invito a farsi scoliopio e divenne assistente nel 1900, fino a subentrargli nella direzione dell'Osservatorio nel 1905. Nonostante una debole costituzione fisica, la passione scientifica lo portò a essere presente sui luoghi dei maggiori eventi sismici italiani dei primi decenni del '900 per studiare gli effetti dei terremoti

## BIOGRAFIE

e assistere le consolare le popolazioni colpite. La sua maestria nella progettazione di strumenti sismici sempre più sensibili gli consentì di registrare terremoti anche molto lontani, dei quali dava tempestiva notizia sui giornali, nei bollettini sismici e con pubblicazioni scientifiche, prima che giungessero notizie dirette dalle zone colpite; per esempio, fu in grado di calcolare buone localizzazioni, del terremoto in India del 4 aprile 1905 e di quello in Calabria dell'8 settembre, in seguito alle quali fu chiamato a rilasciare interviste, a tenere conferenze e a dare la sua consulenza per l'allestimento di osservatori sismici. Nel 1907 divenne membro della Società Sismologica Italiana. Non godette del favore dei colleghi e, in particolare, Agamennone non mancò occasione di criticarlo nei rapporti epistolari e sulle pagine dei giornali, direttamente o sotto pseudonimi; ma alla fine del 1908 e i primi mesi del 1909 videro il suo riscatto quando gli fu conferita la libera docenza in sismologia all'Università di Firenze e fu chiamato a fare parte della commissione di studio dei luoghi più adatti per la ricostruzione dopo il terremoto di Messina del 28 dicembre 1908. Negli anni '20 e '30 diede ampio spazio alle sue grandi qualità di divulgatore, con più di 4000 articoli giornalistici su vari argomenti di sismologia, meteorologia e fisica, oltre a una settantina di pubblicazioni di sismologia.

### Giovanni Battista Alfano

Napoli 1878 / 1955



Fu un presbitero, geologo, vulcanologo e sismologo italiano, laureato in scienze naturali all'Università di Napoli nel 1906. Fu assistente presso l'osservatorio vulcanologico voluto dal vulcanologo tedesco Immanuel Friedländer vicino alla Solfatara di Pozzuoli e, su proposta del suo maestro Giuseppe Mercalli, direttore dell'Osservatorio Geodinamico e Meteorologico *Pio X* di Valle di Pompei dal 1907 al 1931. Insegnò scienze naturali nel Seminario Maggiore di Napoli, dove fondò un osservatorio sismico. Autore di studi di sismologia, vulcanologia, geofisica e meteorologia pubblicati su riviste scientifiche, fu anche collaboratore dell'Enciclopedia Italiana. Tra le sue opere vi sono le *Nozioni di sismologia moderna* e l'*Epigrafia vesuviana*.

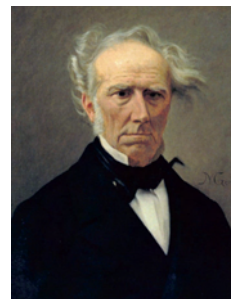
### Jules Pierre Emile Alluard

Orléans 1815 / Clermont Ferrand 1908

Dopo gli studi alla *Ecole Normale Supérieure* e una breve esperienza nell'insegnamento della matematica al *Collège* di Le Havre, iniziò la carriera militare al *Collège* di Reims, prima di stabilirsi a Clermont con una cattedra nella Facoltà di Scienze. Fu il fondatore e direttore onorario dell'Osservatorio di Puy de Dôme, dove mise a punto e perfezionò l'igrometro a condensazione che da lui prende il nome.

### Giovanni Battista Amici

Modena 1786 / Firenze 1863



Laureato in ingegneria a Bologna, fu nominato professore di matematica all'Università di Modena e Reggio Emilia nel 1815. Nel 1831 fu chiamato dal granduca Leopoldo II a Firenze a dirigere l'Osservatorio Astronomico *La Specola* e, nel 1859, gli fu affidato l'incarico delle osservazioni microscopiche nel Museo di Fisica e Storia Naturale. La sua fama è legata soprattutto all'invenzione e costruzione di strumenti ottici, in particolare microscopi e telescopi di altissima qualità, fra cui il prisma a visione diretta e l'obiettivo a immersione omogenea. Introdusse innovazioni tecniche che permisero di correggere l'aberrazione cromatica, segnando una tappa fondamentale per la biologia dell'Ottocento, quando il miglioramento della microscopia ottica portò alla formulazione della teoria cellulare. Il suo interesse per la microscopia lo portò ad occuparsi a lungo di studi naturalistici. Apportò notevoli contributi nella botanica, nella istologia e nella patologia vegetale.

### Anders Jonas Ångström

Lögdö 1814 / Uppsala 1874

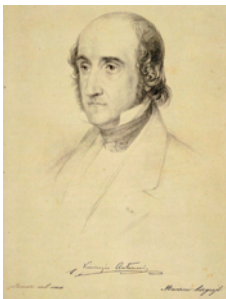
Fu un fisico, considerato uno dei fondatori della scienza della spettroscopia. Nel 1843 fu nominato direttore dell'Osservatorio Astronomico di Uppsala dove ebbe la cattedra di fisica nel 1858. Scrisse sul calore, il magnetismo e, soprattutto, di ottica. Impiegò una



combinazione, da lui ideata, dello spettroscopio con la fotografia per lo studio del sistema solare e riuscì a provare che il Sole contiene idrogeno, come risulta dalla sua approfondita ricerca pubblicata in *Récherches sur le spectre solaire* nel 1868. In un documento presentato all'Accademia di Stoccolma nel 1853, evidenziò che la scintilla elettrica produce due spettri sovrapposti, uno per il metallo dell'elettrodo e l'altro per il gas in cui passa. Dedusse dalla teoria della risonanza di Eulero che un gas incandescente emette raggi luminosi della stessa capacità rifrattiva di quelli che può assorbire, un principio fondamentale dell'analisi spettrale che gli valse la medaglia Rumford della *Royal Astronomical Society* nel 1872. Fu il primo, nel 1867, a esaminare lo spettro dell'aurora boreale e individuò e misurò la caratteristica linea brillante nella sua regione giallo-verde. Fu eletto membro di varie associazioni scientifiche e accademie. Il suo nome oggi indica l'unità di misura di lunghezza, non SI, pari a 0,1 nm, tuttavia spesso usata per le dimensioni delle molecole e degli atomi, la lunghezza dei legami chimici e la lunghezza d'onda della luce nel visibile

## Vincenzo Antinori

Firenze 1792 / 1865



Fisico e storico della scienza, fu direttore del Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze e fu tra i promotori dei congressi degli scienziati italiani di Pisa e di Firenze. Si occupò di elettromagnetismo compiendo esperimenti insieme con Leopoldo Nobili, del cui pensiero scientifico fu elegante divulgatore. Dal 1846 fu accademico della Crusca e collaborò al *Vocabolario* per cui redasse numerose voci scientifiche.

## Jean-François-Dominique Arago

Estagel 1786 / Parigi 1853

Fu un astronomo, fisico e uomo politico. Dopo gli studi all'*École Polytechnique* si occupò con Biot della misura del meridiano terrestre in



Francia e in Spagna. Membro dell'*Accademia delle Scienze* e del *Bureau des Longitudes*, fu direttore dell'Osservatorio Astronomico di Parigi e professore di analisi e di geodesia. Scoprì il fenomeno della polarizzazione cromatica e, con Fresnel, studiò la polarizzazione rotatoria e le interferenze della luce polarizzata. Estese le osservazioni di Oersted sull'azione delle correnti e scoprì i fenomeni di induzione elettromagnetica che furono successivamente spiegati da Faraday. Esegui misure di densità, compressibilità e dispersione dei gas. Spiegò il fenomeno della scintillazione delle stelle, misurò il diametro dei pianeti e studiò la cromosfera solare. Nel 1830 venne eletto alla camera dei deputati e nel 1848 divenne ministro e si impegnò per l'abolizione della schiavitù nelle colonie francesi. I suoi lavori furono pubblicati postumi in 17 volumi.

## Richard Assmann

Magdeburgo 1845 / Giessen 1918

Dopo la laurea in medicina nel 1870 a Berlino e la pratica della professione, nel 1885 completò gli studi alla facoltà di scienze naturali dell'Università di Halle e ottenne una posizione all'Istituto Meteorologico di Berlino-Grünau. Dal 1905 al 1914 fu fondatore e direttore del Reale Osservatorio Aeronautico Prussiano di Lindenberg, uno dei più importanti centri di studio dell'atmosfera, e, in seguito, fu professore all'università di Giessen. Tra il 1888 e il 1899 fu membro del *Verein zur Förderung der Luftschiffahrt* (Associazione per la promozione del settore aeronautico), nel cui ambito organizzò ascensioni aerostatiche per studi e osservazioni atmosferiche ad alta quota e, negli stessi anni, insieme con il progettista di aerei Rudolf Hans Bartsch von Sigsfeld, mise a punto lo psicrometro a ventilazione. Nel 1902, contemporaneamente a Léon Teisserenc de Bort, ma con studi indipendenti, annunciò la scoperta della stratosfera.

## Ernst Ferdinand August

Prenzlau 1795 / Berlino 1870

Geometra e meteorologo, fu professore al ginnasio di Sankt Joachimsthal