

LE SCOPERTE DELLE ECCELLENZE ITALIANE

# TERREMOTI

## La verità dell'acqua

di **Emanuela Fontana**

L'acqua parla prima che la terra tremi. Per qualche giorno, settimane, mesi. Si riempie di anidride carbonica, di metalli e metalli che prima non possedeva. Si acidifica. I terremoti si possono prevedere? Se qualche anno fa la risposta era uno dei grandi «no» della scienza, ora quella negazione assoluta sta virando verso un «sì», nel tempo. C'è una versione dell'acqua da ascoltare. «Ci stiamo lavorando», dicono i ricercatori capifila di quello che hanno chiamato il «Sacro Graal di tutti i geologi», ovvero la previsione dei terremoti.

È una squadra di sette persone che gestisce campioni d'acqua in un laboratorio del dipartimento di scienze della terra dell'università La Sapienza, e che una volta al mese monitora dodici sorgenti in due zone dell'Italia centro-meridionale: la piana di Sulmona e l'area del matese-beneventano. L'acqua sta iniziando a raccontare una storia ancora da decifrare nella sua interezza, ma che offre quantomeno indizi, punti di partenza. E loro sono coloro i quali la «ascoltano».

### TUTTO È INIZIATO...

Li incontriamo in una delle stanze del dipartimento di scienze della terra dell'università La Sapienza. L'ispirazione, raccontano Andrea Billi, primo ricercatore del Cnr, Maurizio Barbieri, professore di geochimica ambientale e Domenico Barberio che sta svolgendo un post-dottorato, sono stati alcuni studi islandesi degli scorsi anni che parlavano di variazioni nella composizione chimica dell'acqua in correlazione con alcuni grandi terremoti. La prima scintilla nel dipartimento l'ha accesa Barberio, che a fine 2015 doveva iniziare a scrivere la sua tesi di dottora-

to con il professore Marco Petitta. Decise di monitorare alcune sorgenti della piana di Sulmona per verificare se i cambiamenti di alcuni parametri geochimici potessero anticipare fenomeni sismici.

«Ad aprile del 2016, dopo quattro mesi di monitoraggio, i valori di arsenico, vanadio e ferro si impennarono, fino a venti volte. Il 24 agosto ci fu il terremoto di Amatrice». Il cromo salì più a ridosso del sisma. Tutto, da quel momento, cambiò. Quei valori sono stati come l'inizio di un lungo codice da decrittare. Il lavoro del dottorando e del suo professore è stato affiancato da quello di Billi e Barbieri e si è incrociato con le idee del professore Carlo Doglioni, ora a capo dell'Ingv, l'Istituto di geofisica e vulcanologia: deformazioni e fratture nel cuore della terra possono scatenare una fuga di anidride carbonica che precede il flusso di alcuni metalli, normalmente presenti nelle rocce a strati profondi.

Acidità dell'acqua e variazioni geochimiche sono stati fin da questo primo, eclatante caso, le registrazioni più significative. Lo studio è stato supportato da un modello e i risultati sono stati pubblicati su una delle principali riviste scientifiche del mondo, *Scientific reports*. Al gruppo di lavoro si sono aggiunti una dottoranda e un laureando. Si è formata insomma la squadra dell'acqua.

Il monitoraggio delle fonti è diventato sistematico. Grazie a un finanziamento dell'Ania, l'associazione delle imprese assicuratrici, i rilievi sulle sette fonti nella zona di Sulmona-Popoli sono stati estesi ad altre cinque sorgenti nel beneventano. In una sorgente della piana di Sulmona sono stati installati sensori per il rilevamento nell'acqua di Co2 e radon (altro possibile precursore sismico), possibili precursori sismici.

E stata avviata una collaborazione proprio con gli islandesi, «che ci hanno inviato addirittura tutti i campioni raccolti in dieci anni, per l'analisi sui microelementi». L'ipotesi condivisa è che dalle fratture della crosta terrestre si aprano canali da cui possano risalire fluidi profondi «che vanno a inquinare in qualche maniera le falde più superficiali che noi andiamo a intercettare».

### LE SORGENTI CHE PARLANO

La piana di Sulmona ha «un contesto idrogeologico molto ben conosciuto», spiega Barbieri. Se ne conoscono piuttosto bene i tragitti profondi. Dalla ricerca del 2016 risultò che i valori anomali dei tre metalli e dell'arsenico scesero lentamente fino a dicembre, ma con una risalita alcuni giorni precedenti la scossa del 30 ottobre di Norcia. Da gennaio del 2017 si sono stabilizzati tornando su livelli normali. Più recentemente i ricercatori hanno assistito a un nuovo, sorprendente fenomeno: intorno alla fine di novembre, sempre nella piana di Sulmona, le analisi sull'acqua di una sorgente hanno mostrato una variazione dei livelli di litio e di boro, che sono raddoppiati. L'1 gennaio si è verificato un terremoto del 4.1 nell'area del Fucino, in corrispondenza della faglia di Avezano. La pubblicazione è in corso d'opera.

«È chiaro», premette Billi, «che non siamo ancora in grado di dare un allarme. Non facciamo un lavoro di Protezione civile, ma di ricerca». Sarebbe necessaria una rete di sorgenti monitorate. Dodici in due sole aree sono troppo poche per rispondere a tre problemi: il primo è la differenza dei precursori, legata alla «specificità delle rocce che sono presenti nel sottosuolo». Nel caso dell'ultimo terremoto abruzzese dell'1 gennaio, gli elementi chimici anomali sono stati litio e boro, diffe-



renti da quelli segnalati prima di Amatrice.

**QUESTIONI DI RETE**

L'altro problema è il tempo, ossia la distanza tra le variazioni dell'acqua e l'evento sismico. Sinora il margine è stato abbastanza ampio, alcuni mesi o settimane, raramente alcuni giorni. «L'altro problema è lo spazio», ovvero a che distanza dalla sorgente che «parla» potrebbe verificarsi un terremoto. «Le sorgenti di Popoli Sulmona si trovavano a circa 70-80 chilometri dall'epicentro del terremoto di Amatrice. Una rete è dunque necessaria per iniziare a «circoscrivere un'area di pericolo». Anche nel caso dei rilievi islandesi le variazioni di concentrazione sono state registrate nel litio e nel boro. Nel 2014 alcuni giorni prima di alcuni fenomeni sismici che precedettero un'eruzione i valori subirono prima una flessione, e poi un rialzo.

Oltre al monitoraggio sulle sorgenti, vengono raccolti dati su un pozzo che va a captare la falda regionale della zona di Sulmona. Qui i ricercatori hanno osservato un innalzamento del livello dell'acqua «anche di uno o due centimetri», in occasione di grandi terremoti di altri continenti, come quello del Cile del 2016. «Questa è una scienza giovane ma credo che sia molto promettente», torna a spiegare Billi. «Se pensiamo che nel 1980 quando ci fu il terremoto dell'Irpinia tutti andarono a Napoli pensando che lì ci fossero stati i danni maggiori. In Irpinia si erano interrotte le linee di comunicazione e non esisteva una rete sismica. Ora in ogni momento sappiamo dove si è verificato il terremoto».

Lo studio dell'acqua di un manipolo di pionieri potrebbe diventare un'attività sistematica solo grazie a una rete. Basta la volontà.



per saperne di più

*Si va a caccia di precursori sismici anche nei cieli, con i satelliti. E l'Italia ha un ruolo di primo piano. La missione Cses (China seismo-electromagnetic satellite) nasce dalla collaborazione tra la China national space administration e l'Agenzia spaziale italiana, con la partecipazione dell'Istituto nazionale di fisica nucleare e diverse università italiane e cinesi.*

*Il Satellite ha come obiettivo il monitoraggio delle variazioni elettromagnetiche indotte da sorgenti naturali (e dunque anche terremoti, oltre che da eruzioni) e da trasmettitori artificiali. Il satellite Cses avrà una durata di cinque anni e sarà affiancato da altri nove satelliti per un sistema globale di osservazione della Terra e di monitoraggio dei fenomeni sismici e vulcanici*

*Viaggio nel laboratorio della Sapienza dove gli scienziati hanno scoperto come si potrebbero prevedere i disastri*

*Le variazioni delle sostanze chimiche indicano l'approssimarsi del sisma: sotto osservazione 12 sorgenti*

1556

Anno del più forte terremoto degli ultimi mille anni. Avvenne in Cina con una magnitudo 8,3, a causa del quale morirono 830.000 persone

50.000

I miliardi in lire spesi per la ricostruzione dopo il terremoto in Irpinia. Provocò 2.914 morti, 8.848 feriti, 280.000 sfollati

89

Il numero da giocare al lotto quando si sognano genericamente i terremoti, mentre trovarsi nel pieno di una scossa si gioca il numero il 61

30

I secondi che rappresentano la durata media di una scossa; per i terremoti più forti può arrivare fino a qualche minuto

**Indagine in due zone del centro e Sud Italia: la piana di Sulmona e l'area del matese-beneventano**



IL CASO

## La caccia alle particelle cosmiche

Sembra la grotta di un mago, una cantina dal sapore clandestino al di sotto di un negozio di informatica. È un luogo dipinto in passato come l'antro del diavolo, covo di misteriose profezie sismiche. A dieci anni dal terremoto dell'Aquila, Giampaolo Giuliani continua la sua sperimentazione sul radon e collabora con la Chapman university della California e con l'Accademia Sinica di Taipei, a Taiwan. Ma il cuore della sperimentazione è rimasto sempre lo stesso, lo scantinato di Coppito, a pochi chilometri dall'Aquila, dove tre rilevatori misurano costantemente i valori del gas radon.

Dopo un avviso di garanzia per procurato allarme (fu prosciolto) un clamore mediatico che l'ha rimbalzato dalla fama all'oblio tra le macerie di una città devastata dal sisma («ero l'appestato»), ora l'ex direttore dell'Osservatorio astronomico di Campo Imperatore lavora da pensionato al suo sogno, grazie ai contributi volontari devoluti alla sua fondazione.

A Taiwan i dati dei cubi di piombo di Giuliani vengono incrociati con variazioni di campo elettromagnetico, in California, con studi sulle variazioni termali registrate da satelliti in prossimità della faglia di Sant'Andrea: «Abbiamo scritto una nuova pagina della fisica eppure in Italia continuano a non crederci». I rilevatori sono costruiti in piombo puro al 98%. Attraverso una camera di decadimento «noi misuriamo il radon in forma indiretta attraverso i fotoni gamma», nati dal suo decadimento.

Quando i valori superano di tre volte lo scarto medio delle ultime 24 ore «siamo di fronte a un terremoto di un grado nelle prossime 6-24 ore». Il sisma in arrivo, secondo il sistema di Giuliani, aumenterebbe di un grado ogni circa mille punti di spostamento rispetto alla media mobile. Prima dell'Aquila il valore si discostò di oltre seimila punti in meno di sei ore. Così Giuliani calcola la distanza dell'epi-

centro dalle sue macchine: se il rialzo dura sulle sei ore, il raggio è molto stretto. Sopra le 12-16, si parla di una distanza di oltre 120 chilometri. Tutto nacque dopo l'esperienza di Campo Imperatore quando, nel laboratorio dell'Istituto nazionale di fisica del Gran Sasso, Giuliani iniziò a studiare le particelle cosmiche. Con una scienziata russa notò che dopo un rialzo di radon ci furono due terremoti, di cui uno devastante in Turchia. Grazie a uno dei figli e a un collega russo costruì la macchina cattura-radon. «Nella ricerca scientifica non esiste la parola impossibile. Vuoi che il terremoto non abbia dei fenomeni che ti allertano e ti dicono: guarda che sto per arrivare?».

Efo

**Valdivia, Cile**  
 22 maggio 1960, magnitudo 9.5  
 È il più intenso mai registrato al mondo. Il movimento tellurico provocò uno tsunami di dimensioni imponentissime, con onde alte fino a 25 metri. Il bilancio del disastro fu di circa 3.000 vittime e 2 milioni di sfollati

**Sumatra, Indonesia**  
 26 dicembre 2004, magnitudo 9.1  
 La causa della catastrofe fu un terremoto con epicentro 160 km a est dell'isola indonesiana di Sumatra. Il bilancio è stato di oltre 200mila vittime e di diverse decine di migliaia di dispersi

**Sendai, Giappone**  
 11 marzo 2011, magnitudo 8.9-9.0  
 L'epicentro è stato a 130 km a est di Sendai, nella prefettura di Miyagi. I danni più ingenti sono stati causati dallo tsunami successivo alla scossa, con onde alte fino a 10 metri. Ci sono stati 13mila morti e 14mila dispersi

**Ecuador**  
 31 gennaio 1906, magnitudo 8.8  
 Il terremoto che arrivò a distruggere anche San Francisco, causò uno tsunami che sconvolse numerose località dell'Oceano Pacifico, determinando diverse centinaia di vittime (da 500 a 1.500)

**Costa di Maule, Cile**  
 27 febbraio 2010, magnitudo 8.8  
 Il sisma ha provocato danni in numerose città del Paese. La scossa è stata avvertita distintamente anche in Argentina fino a Buenos Aires. Il bilancio ufficiale parla di 452 vittime e circa 2 milioni di sfollati

**Sumatra, Indonesia**  
 28 marzo 2005, magnitudo 8.7  
 Il bilancio delle vittime, drammaticamente approssimativo, è di circa 1.300 morti, concentrati in massima parte sull'isola occidentale di Nias

**Assam e Tibet**  
 15 agosto 1950, magnitudo 8.6  
 Il terremoto, con epicentro nei pressi di Rima, in Tibet, seminò distruzione sia in Tibet che nel nord dell'India, nella regione di Assam. Il bilancio fu di distruzioni nei centri abitati e di oltre 1.500 vittime

L'EGO - HUB

