

Vulcani che dormono, vulcani che possono svegliarsi

Matteo Ovi
Veronika Szentpetery

Il problema degli eventi sismici e vulcanici in Europa sta diventando particolarmente rilevante, anche per i crescenti processi di urbanizzazione, che accrescono i rischi di eventuali eruzioni. Cosa si fa e cosa si può fare per vivere più sicuri all'ombra dei vulcani?

Vi sono diversi vulcani attivi in Europa. Una grande parte si trova in Italia. Il paese è conosciuto per le eruzioni vulcaniche che nella storia hanno dato vita a catastrofi come quelle di Pompei ed Ercolano del 79 a.C., dove l'eruzione del Vesuvio creò due dei siti archeologici più suggestivi al mondo.

A prescindere però da vulcani come l'Etna, il Vesuvio e lo Stromboli, esistono in Italia altri vulcani, che pure essendo attivi e potenzialmente più pericolosi, passano inosservati alla massima parte dei cittadini. Attualmente, sono nove i vulcani attivi che vengono attentamente monitorati in Italia. Si tratta del Vesuvio, dell'Etna, dello Stromboli, dei Campi Flegrei, di Ischia, Pantelleria e dell'Isola Ferdinandea. Al fine di conoscere i rischi associati e gli sforzi da parte di scienziati e istituzioni per meglio comprendere le caratteristiche di questi vulcani, oltre che interagire con il governo e i cittadini, abbiamo intervistato un gruppo di specialisti del settore, in particolare il prof. Paolo Gasperini, il dott. Werner Marzocchi, il dott. Luca D'Auria e il prof. Paolo Gasparini.

Per una prima introduzione ai siti vulcanici in Italia, abbiamo incontrato il prof. Gasperini, docente di geofisica della terra solida presso l'Università di Bologna. Il Dipartimento di Fisica della facoltà annovera 12 dei 19 specialisti locali del settore.

Da Gasperini abbiamo appreso che il sistema di monitoraggio in Italia è formato da più di 350 stazioni disseminate su tutto il territorio. Queste stazioni sono connesse in tempo reale e i dati raccolti vengono analizzati da un unico ente (a differenza di altri paesi in cui diverse istituzioni si suddividono le responsabilità, generando non pochi rischi nella corretta identificazione e comparazione dei dati utili). «Il sistema attualmente in uso in Italia è fra i più avanzati al mondo», ha precisato Gasperini, accennando poi alla storia dell'Osservatorio Vesuviano che, fondato nel 1884, fu il primo a venire sviluppato con lo scopo di ricercare e registrare attività vulcaniche. L'Osservatorio Vesuviano diventò luogo di incontro per ricercatori provenienti da tutto il mondo. Una acquisizione adeguata dei dati attraverso attrezzature moderne è stata però possibile solo a partire dagli ultimi 30 anni. «Ciononostante, catalogando e analizzando i dati in maniera adeguata, è possibile stabilire la presenza o meno di un modello nelle eruzioni dei vulcani; pertanto anche i dati più vecchi possono diventare preziosi», ha aggiunto Gasperini, che guida le attività per catalogare e organizzare tali archivi.

Per fare più luce sui vulcani italiani abbiamo intervistato alcuni ricercatori dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), che è responsabile del loro monitoraggio. La sede centrale di Roma, dove abbiamo incontrato il dott. Marzocchi, si apre spesso al pubblico per mostrare lo stato delle ricerche e documentare gli sforzi posti in atto non solo per conoscere, ma anche per garantire ai cittadini e allo Stato un servizio di monitoraggio affidabile. L'INGV ha infatti il compito fondamentale di comunicare con il Dipartimento della Protezione Civile, una struttura della Presidenza del Consiglio dei Ministri istituita nel 1982.

Al Dipartimento della Protezione Civile, in accordo con le autorità regionali e il governo, spetta il ruolo di gestire progetti e iniziative intese alla prevenzione, alla previsione e al monitoraggio dei rischi connessi con i fenomeni sismici e vulcanici, oltre a intervenire di conseguenza. In questo contesto, coordina la risposta a calamità naturali, catastrofi, o altri eventi, ed è responsabile della stesura di normative e misure regolatrici miranti alla prevenzione dei rischi, agli interventi in caso di disastri, alla minimizzazione dei danni.

Dal nostro incontro con Marzocchi abbiamo appreso quanto uno scenario in particolare sia considerato preoccupante. Ci riferiamo ai Campi Flegrei, un complesso vulcanico che si estende letteralmente sotto Pozzuoli ed è formato da molteplici coni che furono attivi in epoche passate. L'immagine in alto mostra come parte di Pozzuoli si sia effettivamente sviluppata, apparentemente ignara o incurante del pericolo, sopra queste colline vulcaniche.

«Questa immagine mi ricorda uno scenario lunare», commenta ironicamente Marzocchi, e il paragone è alquanto azzeccato. «Sorprende soprattutto la quantità di persone che abitano a Napoli e non sanno che questi colli sono in realtà crateri di antiche eruzioni vulcaniche». Vulcani come il Vesuvio, certamente il più pericoloso anche se probabilmente il più controllato, tendono ad alternare periodi di grande attività a estesi periodi di inattività o calma. Ovviamente non sono mai veramente dormienti.

L'ultima grande eruzione del Vesuvio risale al 1944, solo qualche decennio fa. In effetti, salendo per il sentiero scavato nella lava, che conduce all'orlo del cratere principale, a 1.281 metri di altitudine, si



L'area dei Campi Flegrei, di evidente origine vulcanica.

scorgono chiaramente le tracce di questa ultima colata, scaturita da un bocca laterale nella cinta craterica esterna. In cima, allo straordinario panorama di Napoli con il suo golfo e il suo entroterra si contrappone la cupa voragine, larga 500 metri e profonda 230 metri, in cui il sibilo delle fumarole si fonde con gli echi risonanti delle pietre che rotolano nel cratere.

«Alcune eruzioni», precisa Marzocchi, «sono molto più pericolose di altre e il fatto che strati di zolfo siano stati rinvenuti a oltre 100 km dal Vesuvio è sufficiente a dimostrare l'estensione che una eruzione catastrofica potrebbe raggiungere». Dai rischi derivanti dalla urbanizzazione del Vesuvio a quelli derivanti dalla urbanizzazione dei Campi Flegrei: «Provate a immaginare», aggiunge Marzocchi, «se i Campi Flegrei dovessero eruttare proprio al di sotto della città».

L'ultima grande eruzione dei Campi Flegrei, nel 1538 (da cui nacque Monte Nuovo), costituisce una prova sufficiente del potere di questo sito vulcanico. La zona circostante la Solfatara, che fa parte del complesso dei Campi Flegrei, è attualmente quella che desta maggiore interesse. I Campi Flegrei sono colpiti da frequenti sciami sismici, al punto che nel giro di poche ore possono venire rilevate centinaia di scosse. Negli ultimi 50 anni i Campi Flegrei hanno lentamente cominciato a manifestare un ritorno a uno stato attivo.

Con Marzocchi si è parlato anche di Ischia, che è diversa rispetto a vulcani quale il Vesuvio. La splendida isola è come una enorme caldera. La sua origine è dovuta alla spinta ricevuta dalla roccia da parte del magma che si muove in profondità. Il rapido movimento della roccia è stato causa di numerosi terremoti nel corso dei secoli (alcuni, particolarmente intensi, tra il 1881 e il 1883).

L'INGV vanta oltre 1.000 ricercatori e scienziati dislocati nelle diverse sedi. L'Osservatorio Vesuviano, a Napoli, dispone di 200 ricercatori ed è responsabile non solo del monitoraggio del Vesuvio, ma anche dei Campi Flegrei, di Ischia e di Stromboli. Il prof. Gasperini ci aveva già precisato che l'Osservatorio Vesuviano non è solamente il centro responsabile del monitoraggio delle attività sismiche, geodetiche e geochemiche intorno al Vesuvio. Dalla sua fondazione, ha anche ospitato gruppi di ricercatori da tutte le parti del mondo. Nel corso degli anni, diversi studi ed esperimenti sono stati condotti per localizzare la camera magmatica del vulcano.



La sala di monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano.

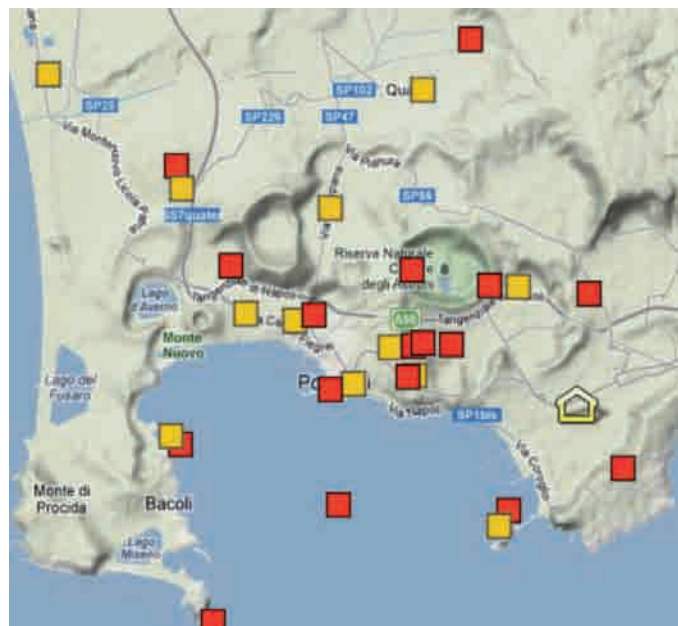
A Napoli, abbiamo incontrato il prof. Paolo Gasparini, quasi omonimo del suo collega di Bologna. Gasparini, professore emerito di geofisica dell'Università Federico II di Napoli, già direttore dell'Osservatorio Vesuviano, è stato il primo a installare strumentazioni "moderne" sul Vesuvio, nel corso degli anni Settanta, ed è considerato uno dei protagonisti più importanti della modernizzazione e della espansione del sistema di monitoraggio vesuviano.

Alla fine degli anni Settanta, il sistema di monitoraggio è stato centralizzato in maniera tale da inviare tutti i dati all'Osservatorio Vesuviano (anziché costringere dei tecnici a raccogliere ogni dato dalle diverse stazioni di rilevamento) e, nel ventennio a seguire, la rete di sensori si è arricchita di diversi altri dispositivi, quali sismometri, sensori di elevamento del terreno e sensori geochimici, dotati tutti di impianto GPS. «Tecnicamente parlando», spiega Gasparini, «fu Luigi Palmieri (1807-1896) il primo a installare dei sensori sul Vesuvio, che permisero agli scienziati di legare i diversi fenomeni tra loro». L'esperienza accumulata da allora si è rivelata fondamentale.

Il dibattito tecnico e politico sul piano di evacuazione

Come spiegarci da Marzocchi, nell'analisi di una eruzione vulcanica si dispone di diversi fattori, quali la possibilità di localizzare l'eruzione (a differenza dei terremoti, in cui il punto di origine è pressoché imprevedibile) e il fatto che questa viene generalmente preceduta da una o più scosse sismiche. Esistono però anche degli svantaggi, primo fra tutti l'impossibilità di procedere con un monitoraggio diretto del sito. Anche effettuando delle trivellazioni per investigare il sottosuolo, oltre i 10 km di profondità la temperatura comincia a crescere di 30 gradi per km, divenendo presto proibitiva per la strumentazione scientifica e i macchinari di perforazione.

Come anticipatoci da Gasparini e ribadito da Marzocchi, «il tempo che trascorre da un segnale di allerta all'effettiva eruzione è sufficientemente esteso da consentire l'evacuazione di una larga area. Analizzando i dati raccolti negli ultimi 50 anni, vi è una possibilità su tre di identificare onde sismiche premonitrici di terremoti



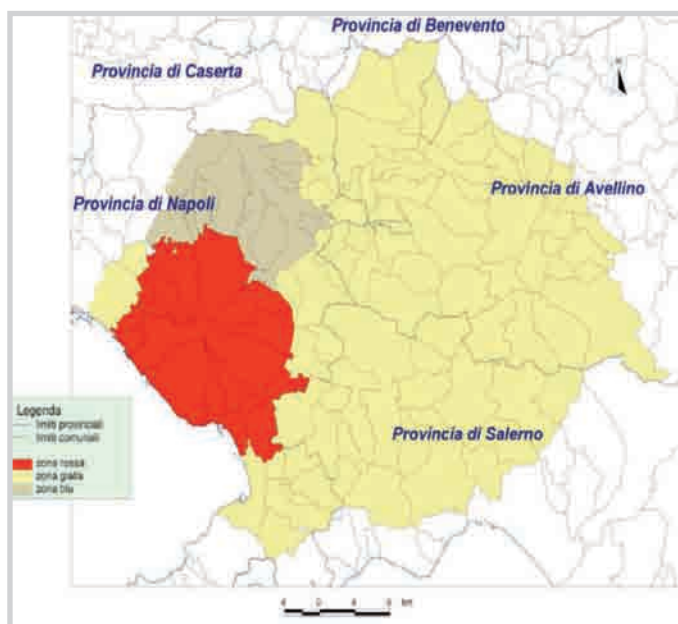
I sensori dislocati intorno alla zona dei Campi Flegrei. In giallo, le stazioni per misure geodetiche, e in rosso le stazioni sismiche.

più grandi. Il problema sta nella reale capacità delle vie di evacuazione attualmente disponibili e nello scetticismo degli abitanti verso un rischio reale di eruzione».

A detta di Gasparini, uno dei principali problemi legati alla valutazione dei dati registrati dalle stazioni di monitoraggio consiste nella determinazione di potenziali pericoli. La percentuale statistica oltre la quale sarebbe raccomandabile lanciare il programma di evacuazione è attualmente in fase di discussione. Secondo i ricercatori, una probabilità di eruzione del 5 per cento sarebbe sufficiente a motivare l'evacuazione degli abitanti. Va tenuta però presente l'estensione dei danni socio-economici che un falso allarme comporterebbe per le amministrazioni locali.

D'altra parte, Gasparini esprime la sua fiducia nel miglioramento del piano di evacuazione nel corso degli anni. Quello attualmente in uso non è che l'evoluzione dinamica di piani precedenti, aggiornati nel tempo con strumenti di monitoraggio sempre più precisi e sofisticati. «Nei primi modelli di evacuazione si prevedeva un tempo di implementazione di due settimane per riuscire a evacuare le zone a rischio. Un tempo così esteso e la possibilità di un falso allarme creavano non pochi disagi».

L'abbattimento dei tempi di evacuazione è da sempre stato uno dei traguardi principali nell'ammodernamento dell'intero piano e oggi si è arrivati a un tempo stimato di una settimana, ma Gasparini afferma che, idealmente, l'evacuazione degli abitanti non dovrebbe richiedere più di tre giorni e che pertanto vi è ancora parecchia strada da fare. Nel primo piano di evacuazione, solo lo scenario più catastrofico veniva tenuto in considerazione. In tale scenario, la popolazione sarebbe in grado di percepire l'incombente pericolo attraverso l'incremento delle scosse sismiche e un notevole innalzamento del suolo nella zona interessata. Una serie di terremoti (con una magnitudo solitamente intorno a 5/5.5) e deformazioni del terreno in prossimità di un vulcano potrebbero facilmente danneggiare i sistemi di trasporto (a causa, per esempio, del crollo di edifici su strade e binari), ostacolando qualunque tentativo di evacuazione.



Le provincie della Campania su cui insiste il Vesuvio.



La complessa orografia del cratere vesuviano.

«Il dibattito principale nello sviluppo del piano di evacuazione nasce dalle opinioni contrastanti riguardo le circostanze per cui dovrebbe essere attivato e le azioni che il piano dovrebbe comportare. Alcuni sostengono che il piano dovrebbe fare fronte al solo scenario catastrofico, mentre altri propongono per un piano più flessibile, capace di fornire soluzioni differenti sulla base della portata dell'evacuazione», afferma Gasparini.

Il caso dei Campi Flegrei è stato oggetto di uno studio matematico innovativo (di cui Marzocchi è stato co-autore), intitolato *Probability hazard map for future vent opening at the Campi Flegrei caldera* (2007-2009). Consideriamone qualche aspetto.

La caldera dei Campi Flegrei (CFC) è una struttura instabile soggetta alla depressione e all'innalzamento della parte centrale. L'attività persistente del sistema e la natura esplosiva del vulcanismo portano a un pericolo estremamente elevato in una zona estesamente urbanizzata. Una delle principali incertezze nell'accertamento di pericoli/rischi vulcanici all'interno dei Campi Flegrei sta nella dislocazione spaziale delle future attività vulcaniche. La mappa probabilistica mostra due aree in cui la probabilità di apertura di una bocca è particolarmente elevata, addirittura doppia rispetto alle altre aree. Questa mappa rappresenta, quindi, un passo avanti nell'accertamento dei pericoli vulcanici e può facilmente integrarsi con procedure decisionali quantitative, contribuendo alle scelte urbanistiche.

I sensori, la rete e la ricerca scientifica

Come menzionato nel documento, nel monitoraggio dei vulcani vengono adoperati diversi sistemi, quali per esempio i sensori geochimici per la rilevazione di eventuali incrementi di elementi quali il radio, l'elio, lo zolfo e l'anidride carbonica, oltre che per il controllo di temperature e altri parametri geofisici.

Attualmente, un accordo tra il Dipartimento della Protezione Civile e l'INGV prevede che quest'ultimo realizzi una serie di dispositivi e sistemi che possano venire destinati a diverse regioni d'Italia.

Questo accordo ci è stato illustrato da Luca d'Auria, dell'Osservatorio Vesuviano, che recentemente è stato arricchito dal completamento di un nuovo laboratorio di controllo, in cui gruppi di due ricercatori si alternano costantemente per controllare i parametri registrati in tempo reale dalla miriade di sensori disseminati intorno ai siti di competenza dell'osservatorio.

Nell'adempire al proprio ruolo di sorveglianza, l'Osservatorio Vesuviano è associato ad altri dipartimenti, quali il Centro Nazionale Terremoti di Roma, che si concentra principalmente sul monitoraggio dei terremoti.

La rete di monitoraggio dell'Osservatorio è in costante aggiornamento sia dal punto di vista della sensibilità dei sensori che dal punto di vista della qualità del segnale che trasmette al laboratorio. I dispositivi più antiquati sono i sismometri mono-componente a segnale breve. Sono definiti mono-componente in quanto rilevano esclusivamente un tipo di frequenza (superiori a 1 Hertz) che corrisponde alle onde P, quelle con movimento verticale che si propagano all'inizio di un terremoto. Un'altra tipologia di sensori, definita a tre componenti, può invece rilevare le onde S, quelle orizzontali.

I terremoti generati da una eruzione vulcanica sono provocati dallo scorrimento del magma nelle fratture della crosta. Solitamente, questo genere di sisma viene descritto come *long period* e può durare diversi secondi. Il monitoraggio di simili eventi è essenziale nell'identificazione di una potenziale eruzione. L'Osservatorio Vesuviano dispone di stazioni a banda larga capaci di rilevare eventi della durata di 60 secondi e con una intensità fino a 100 Hertz. Nell'ultima attività rilevante registrata nei Campi Flegrei, il bradisismo avvenuto a cavallo tra il 1983 e il 1984, furono rilevati oltre sedicimila terremoti fino a 4.5 Hertz di intensità, e in alcune parti della caldera il suolo arrivò ad innalzarsi di 3 metri. Oggi, le depressioni e i rigonfiamenti all'interno dei Campi Flegrei persistono, ma con variazioni di appena tre centimetri.

L'Osservatorio Vesuviano dispone anche di sensori a infrasuoni, per monitorare le onde sonore emesse dai gas rilasciati dal terreno,



Dal 2008 funziona nel Golfo di Pozzuoli la prima stazione sommersa, connessa in tempo reale con l'Osservatorio vesuviano.

ed accelerometri (solitamente utilizzati nell'urbanistica) per misurare gli spostamenti del terreno. La sensibilità di questi dispositivi alle alte frequenze permette ai ricercatori di individuare anche i sismi più deboli, fino ad arrivare a quelli con magnitudo negativa.

Vi è persino una stazione marina, collocata sul fondo del Golfo di Pozzuoli per evitare interferenze generate dalle attività umane (quali le onde generate dal traffico urbano). Le letture dei sensori sommersi, combinate con quelle dei sensori sulla terraferma, forniscono un quadro dettagliato dell'attività dei vulcani circostanti.

I dati raccolti dai vari sensori vengono inviati analogicamente (o attraverso onde FM per i dispositivi più vecchi) e digitalmente all'Osservatorio. La stazione di monitoraggio dispone di un sistema di allarme automatico per avvertire l'eventuale malfunzionamento di uno dei sensori o il rilevamento di un terremoto.

La magnitudo e la durata di un sisma vengono utilizzate per adattare la scala Richter alla tipologia di eventi che avvengono intorno al Vesuvio. Una rete di rivelatori di infrasuoni viene utilizzata per separare gli eventi legati all'attività vulcanica da altri eventi estranei, quali passi, traffico urbano, frane ed esplosioni artificiali. Questo sistema automatizzato legge nello specifico le onde E prevista l'installazione di stazioni a banda ultra larga capaci di rilevare eventi della durata di 240 secondi.

Inoltre, come menzionato da Marzocchi, il fatto che non si possa ricorrere ad una analisi diretta dei siti ha portato alla necessità di condurre le ricerche per via indiretta. Gli scienziati hanno così fatto ricorso a tecniche tomografiche attraverso onde d'urto (generate artificialmente tramite pneumatici ad aria) per tracciare il percorso del magma attraverso la crosta ed elaborare una mappa della struttura del vulcano. Queste ricerche sono culminate nel progetto denominato Tomoves (da Tomografia Vesuvio) e guidato da Gasparini quando era Direttore dell'Osservatorio Vesuviano.

L'esperimento in questione era mirato alla individuazione della camera magmatica principale e alla determinazione dell'inclinazione del condotto. Nonostante i grandi risultati ottenuti, va menzionato che il progetto venne notevolmente ostacolato dalla prossimità delle abitazioni al vulcano, un fattore che ha limitato la portata delle percussioni che gli scienziati vennero autorizzati a eseguire nel terreno e che fa riflettere anche nella ipotesi di future emergenze.

Lo stato dell'arte dei sistemi di monitoraggio

L'esteso sviluppo di un sistema di monitoraggio intorno ai vulcani in Italia è fortemente motivato dal fatto che intorno a molti si trovano aree densamente popolate.

Per questa ragione, l'INGV ha l'incarico di allertare la Protezione Civile per qualunque evento prossimo che potrebbe minacciare l'incolumità della popolazione. Ovviamente, un programma di evacuazione è in costante aggiornamento, sulla base dei dati che vengono raccolti nel corso degli anni.

Il rischio effettivo può venire quantificato sulla base della magnitudo di una eruzione.

In effetti, come già accennato in precedenza, esistono diverse forme di eruzione, per cui è importante determinare il livello di emergenza cui fare riferimento. Si distinguono in particolare sei tipi di eruzione.

Eruzione di tipo effusivo. In questo tipo di eruzione, il magma viene espulso dal vulcano sotto forma di fiumi di lava. La composizione della lava ne determina lo scorrimento in superficie.

Eruzione di tipo pliniano. Queste eruzioni, che prendono il nome da Plinio il Vecchio, sventurato testimone della celebre eruzione

vesuviana del 79 d.C., sono prodotte da magma molto viscoso e formano frequentemente nubi ardenti, costituite da gas e lava polverizzata. Si tratta di eruzioni molto pericolose che si concludono generalmente con il collasso parziale o totale del cono vulcanico o con la fuoriuscita di un tappo di lava.

Eruzione di tipo stromboliano. Nelle eruzioni di tipo stromboliano, magmi da basaltici a intermedi, mediamente viscosi, danno luogo a un'attività duratura, caratterizzata dalla emissione a intervalli regolari di fontane di lava e brandelli di lava, che raggiungono centinaia di metri di altezza, e dal lancio di lapilli e bombe vulcaniche. La ricaduta di questi prodotti crea coni di scorie dai fianchi abbastanza ripidi.

Eruzione di tipo vulcaniano. Sono eruzioni esplosive nel corso delle quali vengono emesse bombe di lava e nuvole di gas cariche di ceneri. Le esplosioni possono produrre fratture, la rottura del cratere e l'apertura di bocche laterali.

Eruzioni di tipo freatico. Nelle eruzioni di tipo freatico, il contatto del magma con terra fredda o con acqua provoca la rapida formazione di vapore, con la conseguente esplosione e la dispersione di ceneri, lapilli e bombe vulcaniche.

Eruzioni di tipo hawaiano. In questo tipo di eruzioni, la sommità del vulcano è occupata da una grande depressione chiamata caldera, limitata da ripide pareti a causa del collasso del

fondo. Altri collassi avvengono all'interno della caldera, creando una struttura "a pozzo". La lava è molto basica e perciò molto fluida, il che ne determina la fuoriuscita lenta e l'accumulo graduale.

Il fatto che molte di queste eruzioni prendano il proprio nome da vulcani italiani è prova della quantità di testimonianze e ricerche che sono state accumulate negli anni da ricercatori locali e internazionali in Italia.



Le zone a rischio intorno al Vesuvio

L'attuale piano di evacuazione per le zone che potrebbero essere colpite dagli effetti di una eruzione del Vesuvio distingue tre zone a rischio in particolare: la zona rossa, la zona gialla e la zona blu (grafico a pagina 21).

La zona rossa, che conta 18 Comuni, per un ammontare di quasi 600 mila abitanti su una superficie di 200 kmq, è quella interessata dai maggiori pericoli in caso di eruzione, poiché verrebbe investita dal flusso piroclastico, la mistura di gas e detriti ad alta temperatura che scorre lungo le pendici del vulcano. Per via dell'elevata velocità di scorrimento e dell'imprevedibilità del percorso, la zona rossa verrebbe completamente evacuata in caso di allerta.

La zona gialla è soggetta a rischi minori rispetto alla zona rossa e verrebbe colpita da ceneri e lapilli, che potrebbero provocare il crollo di coperture, causare problemi respiratori, rovinare raccolti e ostacolare il traffico aereo.

Considerato il tempo che trascorre tra una eruzione e l'effettiva ricaduta delle particelle piroclastiche, è possibile che nessuno degli abitanti (1.100 mila circa) che risiedono all'interno della zona gialla debba venire evacuato. La zona gialla conta 96 Comuni delle provincie di Napoli, Avellino, Benevento e Salerno e si estende per 1.100 kmq.

La zona blu ricade all'interno della zona gialla, ma è soggetta a un agente di pericolosità ulteriore. Corrisponde infatti alla "conca di Nola" che, per le sue caratteristiche idrogeologiche, potrebbe subire inondazioni e alluvionamenti, oltre alla ricaduta di ceneri e lapilli. La zona blu include 14 Comuni della Provincia di Napoli, per un totale di 180 mila abitanti.

Dato il tempo che può trascorrere tra un segnale precursore di una eruzione vulcanica e l'eruzione stessa il piano di evacuazione è suddiviso in tre livelli di allerta che determinano le differenti fasi dell'evacuazione.

Allerta. In caso di una notevole variazione nelle condizioni fisiche o chimiche, l'Osservatorio Vesuviano ha l'incarico di informare il Dipartimento della Protezione Civile, che si consulta quindi con un gruppo di esperti radunati dalla Commissione Nazionale per la Previsione e la Prevenzione dei Grandi Rischi per stabilire se è necessario procedere alla fase di allerta, in cui gli abitanti non vengono evacuati, ma soltanto tenuti al corrente degli sviluppi.

Preallarme. Qualora le alterazioni nei parametri monitorati dovessero proseguire, avrebbe inizio la fase di preallarme, in cui i civili sono liberi di evacuare utilizzando i propri mezzi, con la certezza che i loro beni verranno controllati dalle forze di polizia dispiegate sul territorio. Qualora decidessero di evacuare, i civili sarebbero tenuti a seguire percorsi prestabiliti e a comunicare la loro destinazione. Starà alla Commissione Grandi Rischi decidere quando e se il pericolo sarà terminato e quindi se far rientrare l'allarme.

Allarme. Qualora i fenomeni dovessero continuare o aumentare d'intensità, verrebbe dichiarato lo stato di allarme, poiché una eruzione sarebbe prevedibile nel giro di qualche settimana. In questo caso, verrebbero disposti dei Centri Operativi Misti (COM), previsti dal piano nazionale d'emergenza, per coordinare le attività di evacuazione a livello locale entro una settimana. **Tr**

*Matteo Ovi è collaboratore della edizione italiana di "Technology Review".
Veronika Szentpetery è biologa e collaboratrice della edizione tedesca di "Technology Review".*

I vulcani in Germania: pochi, ma belli

Meno "vulcanica" dell'Italia, anche la Germania non va esente da fenomeni variamente connessi con il vulcanismo, che ha spesso modificato il paesaggio in una maniera oggi non sempre riconoscibile. La regione dell'Eifel, un altipiano della Germania occidentale che appartiene al massiccio renano, sei o settecentomila anni fa presentava centinaia di vulcani attivi, alcuni dei quali hanno continuato a eruttare sino a circa 15 mila anni fa.

Oggi la regione si presenta coperta di foreste e di piccoli laghi circolari di evidente origine vulcanica, il più grande dei quali, il Laacher See, nelle vicinanze di Bonn, da qualche anno sembra dare modesti segnali di vitalità: piccoli terremoti e diffuse emissioni di biossido di carbonio. Assai basso, quindi, appare il rischio di una ripresa dell'attività eruttiva, anche se le valutazioni previsionali sono sempre difficili per la estrema mobilità delle camere magmatiche. In proposito, alcuni dei maggiori vulcanologi tedeschi ne hanno discusso con la nostra corrispondente. Delle interviste, che verranno pubblicate integralmente nella nostra home page e nel prossimo fascicolo, si anticipano qui alcuni passaggi salienti.

Dr. Joachim Ritter

Geophysikalisches Institut (GPI)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

La maggiore struttura vulcanica tedesca è quella sul lago Laacher, la cui ultima eruzione risale a circa 13 mila anni fa. Si trattò di una esplosione molto violenta, le cui tracce si trovano in tutta Europa e che ha persino alterato il corso del fiume Reno. Oggi si rilevano ancora emissioni di gas, che lasciano pensare a una camera magmatica sotterranea, che non fa escludere nuove eruzioni. Per altro, non viene attuato un monitoraggio sistematico da parte degli organismi deputati, né sono stati messi a punto specifici piani di evacuazione.

Prof. Hans-Ulrich Schmincke

Leibniz-Institut für Meereswissenschaften
(IFM Geomar) Universität Kiel

Il vulcano sul lago Laacher è l'unico vulcano tedesco con meno di un milione di anni, quindi abbastanza giovane da potersi definire ancora attivo, anche se in maniera latente. Per quanto non sia da escludere radicalmente la possibilità di nuove eruzioni, non risulta al momento alcuna evidenza statistica, nonostante qualche lieve, ma insistente sciame sismico e alcune tradizionali emissioni di gas. Non c'è quindi motivo di predisporre strutture fisse di rilevazione, ma soltanto un monitoraggio saltuario, per mere esigenze scientifiche.

Prof. Ulrich Schreiber

Universität Duisburg-Essen
Fakultät für Biologie, Fachgebiet Geologie

In collaborazione con il competente Dipartimento del Nord Reno Westfalia, si provvede attualmente a un controllo delle emissioni di anidride carbonica o "mofete", che fanno registrare alterazioni anche rilevanti, che è per altro difficile porre in relazione con i processi eruttivi. In realtà si sa molto poco su come un vulcano si accende e si spegne. Viene ovviamente effettuato un monitoraggio sismico, poiché gli aspetti tettonici vanno considerati sempre significativi, in quanto indicano gli spostamenti del magma e possono fornire preziosi segnali d'instabilità.

Il Laacher See.

