



testo Tiziana Lanza
foto Volker Steger

Ll terremoto di Sumatra e il conseguente tsunami sembrano, dal punto di vista geofisico, un evento più o meno locale, originatosi a pochi chilometri di profondità dalla superficie. Ma non è così. Le dinamiche della Terra che li hanno generati sono di una natura più generale e globale e io credo che non siano ancora completamente comprese. Dobbiamo ancora fare molta strada».

Lo scienziato che parla così a *Newton*, demolendo molte certezze che abbiamo sulla genesi e sui meccanismi di un terremoto, è l'americano J. Marvin Herndon. Ricercatore indipendente, è noto alla comunità scientifica per la sua teoria tanto affascinante quanto controversa secondo cui nel centro della Terra esisterebbe un reattore nucleare naturale, un georeattore. Un fenomeno che rivoluzionerebbe completamente ciò che sappiamo delle dinamiche degli strati interni del Pianeta e delle loro manifestazioni in superficie, dai sismi ai vulcani.

Nonostante che la voce di Herndon si sia alzata attraverso riviste scientifiche internazionali prestigiose, poche sono state le risposte della comunità dei geofisici nei confronti di un ventennio di ricerche, per altro sostenute a proprie spese. Questo perché la sua voce è troppo fuori dal coro.

«Se l'ipotesi di un georeattore fosse confermata», dice, «aprirebbe una nuova era nella fisica planetaria, e cambierebbe totalmente il concetto di come l'energia viene irradiata dal nostro Pianeta, quella stessa energia che alimenta il campo magnetico terrestre».

Il mistero dei vulcani hawaiani

Senza perdersi d'animo Herndon ha continuato ad accumulare evidenze per la sua teoria. La più importante proviene dallo studio delle proporzioni di elio-3 ed elio-4 contenute nella lava di alcuni vulcani particolari, come quelli nelle Hawaii o in Islanda.

Questi elementi chimici potrebbero verosimilmente risalire da zone molto più profonde del previsto, molto vicine al nucleo terrestre, come prodotti di una fissione nucleare che si verificherebbe all'interno della Terra a causa di ingenti concentrazioni di uranio.

Può sembrare strano, eppure è accertato che

UN BUCO NERO NEL PIANETA

L'origine dei terremoti va cercata altrove. Perché l'interno della Terra è diverso da come lo immaginiamo. E potrebbe ospitare un reattore nucleare naturale. È la controversa teoria del ricercatore J. Marvin Herndon

fenomeni naturali di fissione nucleare si siano verificati sul nostro Pianeta in epoche remote.

Nel 1956 il fisico giapponese Paul Kuroda avanzò l'ipotesi che piccoli giacimenti di uranio avrebbero potuto funzionare come reattori nucleari naturali, capaci di autoalimentarsi fino all'esaurimento del carburante. Nel 1972 arrivò la conferma. Alcuni scienziati francesi della centrale nucleare di Pierrelatte, nell'eseguire analisi di routine sul rapporto dell'uranio-238 e dell'uranio-235, scoprirono in alcuni campioni che quelle misure avevano qualcosa di insolito: il rapporto fra i due elementi era leggermente diverso.

I campioni provenivano dalla miniera africana di Oklo nel Gabon. In un primo momento, gli scienziati pensarono che qualcuno avesse fatto esplodere da quelle parti una bomba atomica, perché l'unico modo di far cambiare quel rapporto è una reazione nucleare. Ma il successivo rinvenimento a Oklo di fossili di un primo reattore nucleare naturale ha tolto ogni dubbio. Secondo Herndon, si tratta di una delle scoperte più importanti della geofisica, a cui però è stata data poca importanza. Ci dice che circa due miliardi di anni fa esistevano sul nostro Pianeta le condizioni

rispetto a un nucleo più esterno liquido.

Ma di che cosa è fatto il nucleo? Nessuno può veramente dirlo con certezza, perché non è possibile portare in superficie un campione di materia proveniente da profondità variabili da 2900 a 6370 chilometri con temperature dell'ordine di migliaia di gradi, e una pressione che raggiunge i 3.600.000 atmosfere. Oggi, la comunità dei geofisici ritiene quasi all'unanimità che il nucleo terrestre sia costituito da un nucleo più interno solido, di circa 3500 chilometri di diametro, più o meno come la Luna, fatto prevalentemente di ferro e nichel, che si sta lentamente raffreddando.

L'energia rilasciata dal lento accrescimento del nucleo solido, a seguito della solidificazione del nucleo liquido esterno, che si pensa sia fatto prevalentemente di ferro fuso e nichel, guida i moti di convezione della parte fluida esterna che, come una dinamo, genera il campo magnetico terrestre. Ma da dove vengono queste convinzioni?

C'è da dire che le onde sismiche non dicono nulla di preciso sulla composizione chimica di ciò che incon-

NESSUNO PUÒ DIRE CON CERTEZZA COSA C'È NEL NUCLEO TERRESTRE



A sinistra, il reattore nucleare naturale della miniera di Oklo nel Gabon. A fianco, il meteorite di Abee. Sono le due prove a sostegno della teoria di Herndon.

favorevoli alla fissione: grosse concentrazioni degli isotopi 235 e 238 dell'uranio, quelli più sensibili alla fissione, in proporzioni giuste. Su 100.000 atomi di uranio-238, almeno 3000 atomi risultavano essere dell'isotopo 235. Adesso in natura il rapporto è di 720 su 100.000. Si trattava quindi del cosiddetto uranio arricchito, una proporzione che oggi viene realizzata solo in laboratorio, per rifornire le centrali nucleari.

Un guscio impenetrabile

Ma per capire se Herndon abbia ragione dovremmo sapere cosa c'è sotto i nostri piedi. Studiando le onde sismiche, la loro variazione in velocità e direzione, la geofisica danese Inge Lehman si rese conto nel 1936 che esisteva una discontinuità in un particolare tipo di onde provenienti dalle zone più profonde, tale da indicare un confine tra un nucleo interno solido ri-

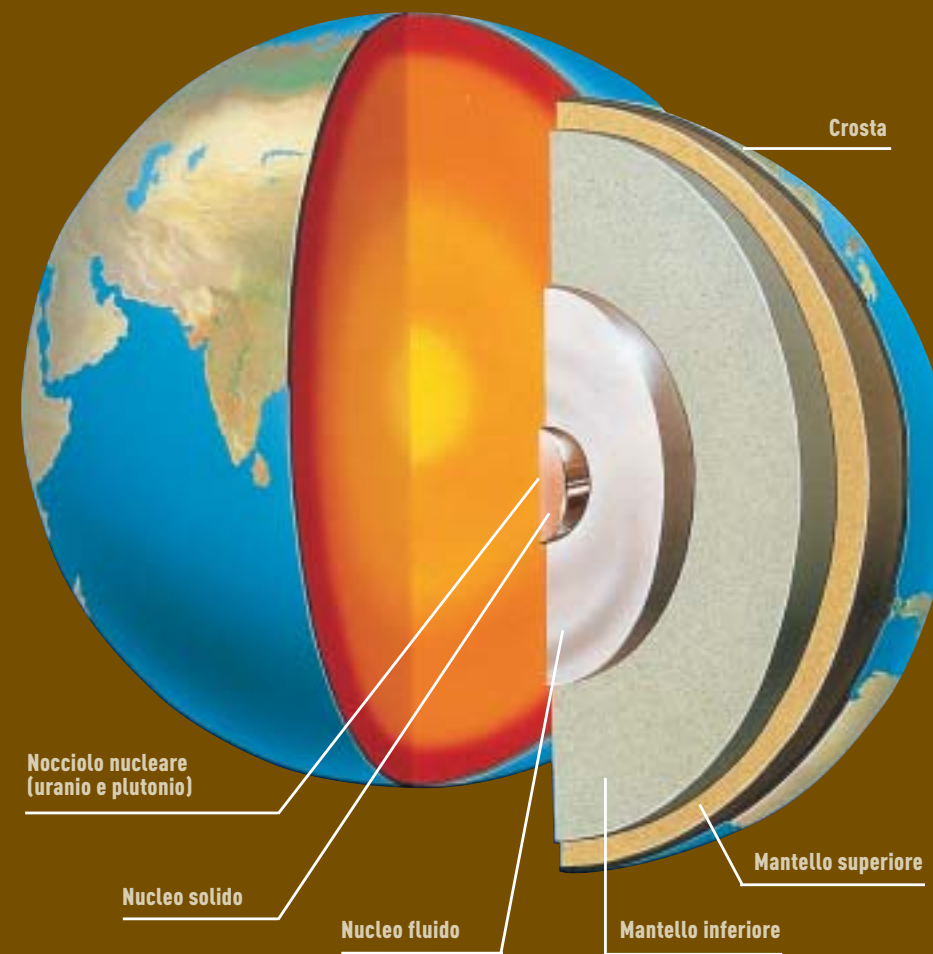
trano. D'altra parte tutto quello che si sa sulla composizione chimica della Terra lo si deduce da campioni che provengono dalla crosta (che arriva a una profondità media di 30 chilometri) e dal mantello (che arriva a 2900 chilometri). L'idea di un nucleo composto prevalentemente da ferro e nichel è nata studiando la formazione del Sistema solare e la composizione chimica di meteoriti ricchi di ferro e nichel.

L'uranio va a fondo

All'epoca della formazione della Terra, il suo centro doveva avere temperature così alte da far fondere il ferro contenuto nelle rocce che si stavano aggregando. Il ferro, essendo denso e pesante, si è depositato al centro del Pianeta mentre tutto il resto ha formato il mantello e il materiale più leggero la crosta. L'uranio, invece, pur essendo molto pesante, finì per depositarsi nella crosta terrestre poiché è litofilo, ovvero tende a legarsi chimicamente alle rocce.

Così potrebbe essere composto il nostro Pianeta secondo la discussa teoria del «cuore nucleare» proposta dal geofisico Marvin Herndon. La teoria prevede che nel

nucleo terrestre sia in funzione un vero e proprio reattore nucleare naturale alimentato da un nocciolo di uranio racchiuso in una sfera del diametro di circa 8 chilometri.



«Ma la Terra potrebbe essere leggermente diversa da come si è sempre pensato», insiste Herndon. E spiega: l'ipotesi di un nucleo fatto di ferro e nichel, basata sulla composizione dei meteoriti, non tiene conto per esempio di un'altra classe di questi corpi celesti, ricchi di enstatite, un minerale che contiene silicati di magnesio ma non ferro. Sono rari, a giudicare dai 24 trovati sulla Terra rispetto ai 2000 rocciosi. Studiando da vicino il meteorite di Abee, ritrovato in Canada, Herndon è arrivato alla conclusione che il nucleo terrestre potrebbe essere fatto di silicato di nichel. D'altronde dal confronto di questo meteorite con il nostro Pianeta sono emerse delle somiglianze sorprendenti, come ad esempio uno stato simile di ossidazione, cosa che fa pensare che si siano formati in una parte del Sistema solare assai povera di ossigeno. Questo aspetto, secondo Herndon, modifica le cono-

scenze sulla formazione del nostro Pianeta e consente di ipotizzare che in quelle condizioni l'uranio, essendo l'elemento più pesante, si possa essere depositato al centro della Terra, dove risiede tuttora.

Un condotto fino al centro della Terra

La prova sarebbe appunto fornita dalle grosse quantità di elio-3 ed elio-4 nelle lave di alcuni vulcani particolari, i cosiddetti punti caldi (*hot spot*) del nostro Pianeta. Il più famoso di tutti è quello delle Hawaii. Ma se la provenienza naturale dell'elio-4 è chiara, perché deriva dal decadimento radioattivo dell'uranio e del torio, l'elio-3 proviene dal decadimento del trizio, un elemento che si trova in piccole quantità solo nell'alta atmosfera. Oppure viene prodotto dalla fissione nucleare, a meno che non abbia origini extraterrestri. «I punti caldi», spiega il vulcanologo Guido Ventura



dell'Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia, «sono vulcani che si trovano all'interno delle placche costituendo un'anomalia rispetto al resto dei vulcani che invece si trovano sui loro margini. I loro magmi sono diversi perché giungono dal mantello profondo: risultano estremamente arricchiti di uranio, torio, elio-3 in un particolare rapporto con l'elio-4».

Secondo la teoria più accreditata, continua Ventura, questi magmi particolari derivano dalla fusione di un mantello primordiale che rispecchia le condizioni iniziali della Terra, e ricco di gas che non sarebbero più riusciti a sfuggire.

Tra questi, l'elio-3. Per Herndon, invece, l'elio-3 sarebbe prodotto da reazioni di fissione nucleare nel nucleo terrestre. Per verificarlo, insieme all'ingegnere americano Daniel F. Hollenbach dell'Oak Ridge National Laboratory, lo studioso ha eseguito una simulazione di un reattore al centro della Terra.

I risultati sono stati sorprendenti. «Si è visto», dice Herndon, «che il georeattore produrrebbe elio-3 ed elio-4 in proporzioni molto simili a quelle che oggi si trovano nei magmi. E in una quantità che coincide con quella che il reattore naturale avrebbe rilasciato nell'arco di tempo dell'esistenza del nostro Pianeta».

«Sui sismi c'è ancora molto da imparare»

Il nuovo volto della Terra disegnato da Herndon presuppone anche un meccanismo diverso sulla generazione dei terremoti, quali elementi di fenomeni più globali e complessi legati ai movimenti delle masse

interne del Pianeta. «Sebbene molti credano che i terremoti si originino sulla crosta terrestre, letteralmente sotto i nostri piedi», dice lo scienziato, «alcuni di essi hanno invece un'origine molto più profonda: al confine fra il mantello superiore e inferiore e quindi a 680 chilometri dalla superficie. Credo che ci sia ancora molto da imparare sulle cause dei sismi e sulla sorgente dell'energia geodinamica interessata».

**J. Marvin Herndon
in visita all'Istituto
per gli Elementi
transuranici
di Karlsruhe
(Germania).**

Quanto allo tsunami del 26 dicembre, prosegue Herndon, «molti pensano che sia stato causato da uno spostamento d'acqua grande e repentino, come risultato di un terremoto superficiale che ha provocato uno scivolamento lungo un confine tra placche. Ma potrebbe non essersi trattato di un evento locale, bensì l'espressione di dinamiche più generali della Terra, ancora non completamente comprese. Dobbiamo ancora fare molta strada prima di potere credere di controllare eventi come i terremoti».

Oltre alla ricerca, secondo lo scienziato occorre anche potenziare le attività di prevenzione. «Gli tsunami», dice, «sono eventi talmente rari che la gente è incline a non preoccuparsene. Immagino che se uno tsunami come quello del Sudest asiatico dovesse colpire gli Stati Uniti, la gente non verrebbe avvertita in tempo e le conseguenze potrebbero essere altrettanto disastrose. Abbiamo senz'altro fatto molti progressi nel mitigare i rischi provenienti dalle eruzioni vulcaniche. Dubito che in futuro si potrebbero verificare una nuova Pompei ed Ercolano. Forse un giorno potremo dire lo stesso per i terremoti e gli tsunami».