



Franco Foresta Martin

Direttore Responsabile
Astronomia
sidereus@rocketmail.com

Trent'anni di evidenze e ricerche non sono bastati a trasformare in realtà lo sviluppo di un sistema di monitoraggio spaziale che possa preannunciare l'arrivo dei terremoti

Dall'ipocentro alla ionosfera: la caccia all'evanescente disturbo dei terremoti

Lil 19 marzo del 1982, alle 00h 17m 52 s di Tempo Universale, un satellite artificiale, per la prima volta, registrò un segnale elettromagnetico a bassissima frequenza che fu correlato con il manifestarsi di un terremoto. Il satellite era l'Aureol 3, una navicella russa recante un esperimento in collaborazione con i francesi per lo studio della ionosfera, quella fascia dell'alta atmosfera che si estende da circa 50 a 1000 km d'altezza, in cui gli atomi sono allo stato ionizzato, cioè separati in elettroni liberi e nuclei, a causa di vari fattori ionizzanti come le radiazioni solari UV e X e i raggi cosmici.

L'Aureol 3 volava tra i 2000 km (apogeo) e i 400 km (perigeo), in un'orbita quasi polare (incli-

nazione orbitale di 82.5°). L'epicentro del terremoto fu localizzato nel W est Papua (Indonesia), a 02.80° di latitudine S e 138.81° di longitudine E. L'ipocentro era a circa 50 km di profondità; la magnitudo fu stimata in 5.5 Richter. Quel che registrò il satellite fu un marcato incremento del segnale ionosferico sulla banda delle ELF (Extreme Low Frequencies), ossia attorno a 100 Hz, nelle tre ore che precedettero la scossa.

Il caso dell'Aureol 3 è citato nella letteratura scientifica come l'inizio di quel filone di ricerche che punta a cogliere dall'orbita terrestre i segnali precursori di un terremoto, nella speranza che un giorno si possa arrivare a un sistema di allarme che preannunci l'arrivo di una possibile scossa distruttiva. Nonostante i quasi trent'anni trascorsi da quella prima evidenza di precursore sismico raccolta nell'ambiente spaziale circumterrestre, i progressi fatti in questo campo sono modesti e, tranne gli ottimistici titoli che giornali e riviste dedicano spesso all'argomento, annunciando in maniera ricorrente il progetto o il lancio di un nuovo satellite che "prevederà i terremoti", di fatto la sismologia spaziale a scopo previsionale rimane ancora un'utopia. Nondimeno è un campo che merita attenzione e impegno perché passibile di importanti, futuri sviluppi.

Il primo problema riguarda la comprensione dei meccanismi di generazione dei disturbi elettromagnetici associati a un terremoto. Esistono varie ipotesi e modelli, ma il quadro è ancora vago e in molte parti lacunoso. Lo stress meccanico cui sono sottoposte le rocce prima e durante il manifestarsi di una scossa nella zona ipocentrale è il punto di partenza dei fenomeni osservati. È ben noto che sotto l'effetto di compressioni o sfregamenti molti minerali liberano cariche elettriche, secondo processi che sono noti coi nomi, rispettivamente, di piezoelettricità e di triboelettricità.

Esperimenti di laboratorio, effettuati sottoponendo campioni di rocce a forte stress, hanno

Figura 1. Il satellite francese Demeter.



confermato che questi processi possono essere accompagnati dall'emissione di onde elettromagnetiche in varie regioni dello spettro, dalle bassissime alle altissime frequenze. Rimane da chiarire, tuttavia, attraverso quali passaggi, a partire dal punto focale del terremoto, la perturbazione raggiunga l'atmosfera soprastante, fino ai più alti strati della ionosfera, come essa possa manifestarsi in varie regioni dello spettro, e perché talvolta essa non si manifesti affatto. Qui si entra nel campo delle congetture, con modelli che coinvolgono l'azione delle acque presenti nelle porosità delle rocce terrestri; oppure la mediazione del radon, il gas radioattivo figlio dell'uranio, che liberato dalle rocce passa nell'atmosfera; oppure ancora l'interazione fra le cariche elettriche liberate dalle rocce, il campo magnetico terrestre e i mobili strati di elettroni, a varia densità, di cui è fatta la ionosfera.

Dopo vari tentativi di isolare e sottoporre ad analisi alcuni singoli casi di disturbi elettromagnetici registrati dai satelliti e sicuramente correlabili con terremoti (correlazioni confermate anche da stazioni terrestri), col nuovo secolo si è passati a uno studio più sistematico con un approccio di tipo statistico, grazie a una nuova generazione di piccoli satelliti dedicati a queste ricerche. L'approccio statistico si rende necessario poiché i disturbi elettromagnetici associabili a movimenti di faglie sismogenetiche sono del tutto simili a quelli provocati da apparati elettronici ed elettromeccanici disseminati ovunque sulla superficie terrestre e dunque la discriminazione si presenta spesso problematica.

Fra i satelliti dedicati che hanno raccolto un'abbondante messe di dati c'è Demeter, sviluppato dal CNES (*Centre National d'Etudes Spatiales*), l'Agenzia spaziale francese e immesso in orbita nel 2004. Dopo diversi anni di operatività Demeter ha confermato che il disturbo ionosferico provocato dai terremoti è incostante: per esempio si manifesta per terremoti superficiali, il cui ipocentro è inferiore a 40 km e non per quelli più profondi; viene evidenziato di notte e non di giorno; si tratta di un segnale estremamente debole che non si distingue facilmente da disturbi di natura antropica o dovuti ad altri fattori naturali. Sicché non deve meravigliare che nel 2010, tracciando un bilancio, i responsabili di Demeter abbiano ammesso che il progetto non ha ancora fornito indicazioni che permettano di allestire un sistema di *early warning* sismico.

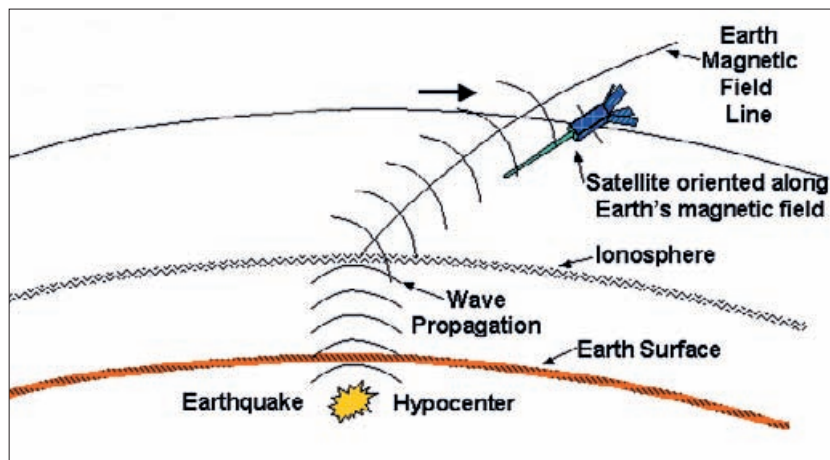


Figura 2. Il meccanismo di propagazione del disturbo sismico alla ionosfera.

Nonostante le difficoltà, i progetti di satelliti simili a Demeter stanno proliferando. Nell'ultimo anno ne sono stati annunciati due. Uno è *TwinSat*, un sistema anglo-russo costituito da due piccoli satelliti che dovrebbero essere messi in orbita nel 2015, limitando le loro osservazioni a un'area compresa tra l'Islanda e la Penisola della Kamchatka, sede di un'intensa attività sismica e vulcanica. L'altro è il sistema CSES (*China Seismo-Electromagnetic Satellite*) che punta, a partire dal 2014, alla realizzazione di una rete di diversi satelliti per tenere sotto costante osservazione le anomalie ionosferiche attribuibili ai terremoti, in tutto il pianeta, incrociando i dati spaziali con quelli raccolti da una fitta rete di monitoraggio terrestre attualmente in via di allestimento. E nel presentare il loro progetto, nella primavera del 2011, i ricercatori cinesi, ampiamente ripresi dai giornali, non hanno mancato di manifestare il loro ottimismo sul fatto che la loro rete sarà lo strumento giusto per arrivare alla previsione dei terremoti. Noi ci permettiamo di essere scettici, anche se l'entusiasmo in questo campo di ricerche va sempre incoraggiato.



Figura 3. Il satellite anglo-russo TwinSat.