

Sismicità indotta: un rischio più che probabile

Romualdo Gianoli

Su Science tre articoli di geologi americani dimostrano una correlazione tra attività di fracking per l'estrazione del gas naturale e sismi avvenuti in prossimità delle trivellazioni. I risultati dimostrano che i rischi sono troppo grossi per non prenderli nella dovuta considerazione.

La Francia ha già da qualche anno approvato una moratoria sul fracking. Gli Stati Uniti, che sull'estrazione dello shale gas puntano per riuscire entro il 2020 a raggiungere l'indipendenza energetica dall'estero, stanno invece incrementando i loro impianti di estrazione



Che eventi sismici naturali possano innescare altri terremoti in aree geografiche caratterizzate da particolari condizioni geologiche, non è una novità per la scienza. È il caso, ad esempio, di zone vulcaniche o con presenza di acque idrotermali dove si possono manifestare terremoti causati da scosse verificatesi in luoghi anche notevolmente distanti. Tuttavia, ciò che finora sembrava estremamente improbabile, era che un terremoto potesse innescarne un altro a grandissima distanza, addirittura dall'altra parte del mondo. Insomma, ciò che come il classico battito d'ali d'una farfalla in Cina che provoca un uragano in America era considerato praticamente impossibile, ora non pare più tale. Almeno questa sembra essere la conclusione di un recente studio pubblicato sulla prestigiosa rivista *Science*.

La vera novità portata da questo studio, però, non è solo l'aver individuato un possibile legame causa-effetto tra terremoti a grande distanza ma, soprattutto (e questa è la prima volta), l'aver introdotto, praticamente, una nuova categoria di terremoti: quelli originati da eventi sismici naturali che si manifestano in luoghi già interessati da specifiche attività umane, specialmente quelle che riguardano il sottosuolo. Particolarmente esposte a questo fenomeno sarebbero le aree in cui è stato praticato lo stoccaggio di grandi quantità d'acqua nel sottosuolo (*wastewater injection*), a seguito di attività di perforazione e *fracking* per l'estrazione di gas naturali, idrocarburi o *shale gas*. Se infatti il manifestarsi di attività sismica localizzata in relazione al pompaggio di acqua in profondità è un fenomeno già noto, lo studio citato rivela che, come ulteriore conseguenza, questi siti diventano particolarmente sensibili anche

a eventi sismici molto distanti e che le onde di questi lontani terremoti ne possono innescare altri proprio nelle zone di stoccaggio. Anzi, secondo gli autori della ricerca, questa "sensibilità" sembra tanto spiccata da poter essere usata come indicatore dello stress geologico proprio per i siti di *wastewater injection*.

Il meccanismo fisico alla base del fenomeno, secondo gli autori, è molto semplice. Per comprenderlo, basta pensare di sostituire l'attrito radente, decisamente elevato presente tra gli strati rocciosi sotterranei, con quello volvente, molto più debole, che caratterizza lo scivolamento delle rocce sull'acqua. In pratica è lo stesso principio per il quale, quando si pompa aria sotto un *hovercraft*, questo si solleva dal suolo su un cuscino d'aria, così basta una leggerissima spinta orizzontale per spostarlo anche di molti metri. Ciò accade proprio perché all'attrito radente con il suolo si sostituisce quello volvente e, in pratica, l'*hovercraft* "rotola" sulle molecole gassose, piuttosto che strisciare sul terreno. Nel sottosuolo succede la stessa cosa, solo che al posto dell'aria c'è l'acqua iniettata in profondità che permette agli strati rocciosi di slittare l'uno rispetto all'altro, anche con piccole sollecitazioni. Di conseguenza, in queste condizioni di equilibrio precario, anche deboli onde sismiche originate da terremoti molto lontani sarebbero sufficienti a innescarne di nuovi in questi particolari siti.

Per supportare le loro conclusioni, gli autori dello studio hanno monitorato l'attività sismica in tre particolari siti di altrettanti Stati degli USA (Oklahoma, Colorado e Texas) dove erano state condotte operazioni di pompaggio d'acqua nel sottosuolo, registrando anche i più piccoli terremoti, alla ricerca di conferme

alla loro teoria. Dopo un apparente iniziale insuccesso, la sorprendente scoperta è arrivata quando la ricerca di eventuali correlazioni tra eventi sismici è stata allargata a livello planetario.

Il legame è apparso evidente quando sono stati confrontati gli eventi nei siti osservati, con terremoti di energia ben maggiore registrati anche a grandissima distanza. Così facendo i ricercatori hanno riscontrato un significativo aumento dei terremoti di magnitudo 3 o superiore, a seguito di importanti terremoti in altre aree del mondo come, ad esempio, l'evento sismico di magnitudo 8,8 del febbraio 2010 in Cile, quello di Tohoku in Giappone di magnitudo 9,1 del marzo 2011 e quello di magnitudo 8,6 di Sumatra, in Indonesia, dell'aprile 2012. Osservando la sequenza temporale è stato osservato che nei giorni seguenti a ciascuno di questi eventi, i siti sotto osservazione del Texas, del



Sfruttando la pressione dei liquidi, il fracking provoca delle fratture negli strati rocciosi più profondi del terreno

Colorado e dell'Oklahoma erano stati interessati da un insolito aumento dell'attività sismica. Molti di questi eventi si erano manifestati sotto forma di sciame sismico di livello strumentale (quindi non percepiti dalla popolazione) ma talvolta anche con una intensità maggiore, come nel caso della città di Prague nell'Oklahoma, colpita da una scossa di magnitudo 4,1 circa 16 ore dopo il terremoto del Cile del 2010. Suggestivamente, l'elemento comune alle località esaminate è che tutte sorgono nei pressi di siti utilizzati da molti anni per il pompaggio di acqua in profondità.

Come ha spiegato in un'intervista alla BBC il *team leader* Nicholas van der Elst del *Lamont-Doherty Earth Observatory* della *Columbia University*: «Quando si verifica un terremoto davvero grande in qualche zona del pianeta, questo genera grosse onde sismiche che si diffondono su tutta la superficie della Terra. Quando queste onde colpiscono aree che si trovano in uno stato di equilibrio critico, possono dare la spinta finale all'innescarsi di terremoti locali». Da qui a dedurre che questo fenomeno poteva essere usato come un indicatore del livello di stress localmente accumulato dalle rocce nei siti di stoccaggio delle acque,

il passaggio è stato breve. «Così – ha affermato van der Elst – se un sito di *wastewater injection* si è dimostrato tranquillo per lungo tempo, con questo metodo dovrebbe essere possibile capire se ha subito delle trasformazioni, raggiungendo una soglia critica



La Francia ha posto un divieto tassativo al *fracking*, così come la Bulgaria e il Lussemburgo

oltre la quale possono manifestarsi eventi sismici». L'utilità di questo risultato è evidente, perché se si riesce a dedurre con sufficiente certezza che un sito ha raggiunto il limite critico, è possibile decidere se continuare con il pompaggio di acqua oppure se è necessario sospendere e cambiare sito.

La questione della sismicità indotta a seguito dell'iniezione di acqua nel sottosuolo non è assolutamente trascurabile e, anzi, sta acquistando sempre maggior peso soprattutto negli Stati Uniti dove lo sfruttamento dello *shale gas* (con le relative attività di *fracking*) si sta diffondendo sempre di più, in risposta al progressivo esaurimento dei giacimenti petroliferi classici. L'esempio sicuramente più vistoso è rappresentato dal Texas che, da solo, conta circa 7.000 siti di stoccaggio di acqua utilizzata in operazioni di trivellazione e *fracking*. È ovvio, quindi, che se un legame certo di causa-effetto tra *fracking*, *wastewater injection* e attività sismica fosse scientificamente provato oltre ogni dubbio, nel frattempo, si sarebbero artificialmente già create situazioni di rischio estremamente diffuso ed elevato.

Tuttavia, il pompaggio di acqua nel sottosuolo non è legato solo al discusso *fracking* per lo *shale gas*, ma è un'attività connessa anche all'estrazione di combustibili fossili "classici" e alle trivellazioni in generale, lungamente e diffusamente praticata negli Stati Uniti. La conseguenza è che questa consuetudine ha già da tempo attirato l'attenzione e gli studi di numerosi geologi e ricercatori, tant'è che la comunità scientifica è consapevole, ormai da circa un ventennio, dell'esistenza di un rapporto tra questa pratica e terremoti

di bassa o media intensità localizzati nei siti di stoccaggio. In particolare sono risultati interessanti soprattutto quei siti dove l'acqua iniettata finisce con l'essere surriscaldata dalla presenza di magma, rendendo più probabile l'accumulo di pressione e la conseguente, improvvisa, rottura di strati



Queste attività di *fracking* possono provocare danni all'ambiente attraverso la contaminazione delle falde acquifere

rocciosi profondi, con sviluppo di terremoti anche di notevole intensità. Un esempio è il terremoto di magnitudo 7,9 verificatosi nel 2002 in Alaska che provocò una serie di scosse nel Parco Nazionale di Yellowstone, a oltre 3000 km di distanza, modificando addirittura il comportamento previsto di alcuni geiser.

La controversa tecnica della fratturazione idraulica o *fracking*, consiste nell'uso di grandi quantità di acqua iniettata ad alta pressione nel sottosuolo (spesso con l'aggiunta di sabbia e solventi chimici per aumentarne l'efficacia), allo scopo di rompere le rocce, favorendo così la fuoriuscita e l'estrazione di gas o idrocarburi. Lo spazio vuoto che ne risulta, di solito, viene successivamente riempito pompando all'interno proprio l'acqua che è stata usata per rompere la roccia. Questa pratica, di per sé, è in grado di produrre piccoli o medi terremoti nelle zone interessate. Il caso forse più noto è quello che riguarda la città di Prague in Oklahoma, colpita nel novembre 2011 da uno sciame sismico culminato in tre scosse con magnitudo fino a 5,7, le più forti registrate nella storia dello stato americano. Un successivo studio geologico giunse alla conclusione che questi eventi, con molta probabilità, erano stati causati proprio dal pompaggio dell'acqua in profondità.

Il legame tra l'attività di pompaggio e quella sismica diventa ancora più suggestivo quando si scopre che l'iniezione di acqua nel sito petrolifero di Wilzetta nei pressi di Prague, era iniziata circa 18 anni prima degli eventi sismici del 2011, un dato coerente con quanto riportato nel citato studio geologico, secondo il quale gli eventi di sismicità indotta possono manifestarsi anche molti anni dopo l'inizio del pompaggio dell'acqua. Un dato questo, utile a richiamare l'attenzione sulla natura particolarmente subdola di

questo pericolo e che sembra concordare anche con la ricerca pubblicata su *Science*, circa la vulnerabilità sismica di strati rocciosi in situazione di equilibrio limite. Che questi studi e gli episodi citati debbano suonare come un preoccupante campanello d'allarme per tutti, ma soprattutto per gli Stati Uniti, sembra essere fuori discussione. In primo luogo perché le evidenze scientifiche si stanno accumulando e ignorarle sarebbe da irresponsabili. Nel 2012, infatti, un vasto studio dell'*US National Academy of Sciences* ha concluso che "...l'iniezione nel sottosuolo di acque di risulta delle tecnologie per l'energia costituisce un certo grado di rischio per la sismicità indotta", sebbene lo stesso report tenda poi a minimizzare, affermando che il numero dei casi documentati è ancora troppo piccolo rispetto a quello complessivo delle operazioni condotte. Intanto, però, nell'aprile dello stesso anno un'altra ricerca dell'*US Geological Survey* ha rilevato come gli eventi di magnitudo 3 o superiore riscontrati, siano enormemente aumentati dal 2009, passando da 1,2 all'anno durante i precedenti 50 anni, a più di 25 all'anno, forse proprio in conseguenza dell'introduzione di nuovi metodi di estrazione, primo fra tutti il *fracking* per lo *shale gas*.

Ma perché tutto ciò dovrebbe riguardare soprattutto gli Stati Uniti? Per almeno due buoni motivi. Prima di tutto perché, contrariamente all'UE dove il pompaggio di acqua nel sottosuolo è attualmente proibito dalla legislazione comunitaria, negli USA è ancora largamente praticato, senza neppure tenere conto del principio di precauzione in presenza di un rischio molto probabile, sebbene non accertato. Subito dopo perché gli USA sono ancora il paese con il maggior consumo di energia procapite al mondo e presumibilmente lo saranno ancora nei prossimi decenni.

E' molto probabile, dunque, che gli americani si troveranno ancora una volta, sebbene in un modo diverso, di fronte alla necessità di capire fino a che punto sono disposti a sacrificare la sicurezza dell'ambiente naturale in cui essi stessi vivono, pur di non rinunciare al proprio stile di vita.