

## **Nota stampa**

### **Etna: svelata la causa dello sciame sismico durante l'eruzione laterale dell'Etna del dicembre 2018**

*Individuate le relazioni causa-effetto che hanno determinato lo sciame sismico durante l'eruzione laterale dell'Etna del dicembre 2018, culminato con il forte sisma ( $M_L$  4.8) del 26 dicembre, grazie ad un approccio multidisciplinare che ha integrato i dati radar satellitari con i dati sismologici e di terreno. Lo studio, condotto da Cnr e Ingv, in collaborazione con Dpc, è stato pubblicato su Geophysical Research Letters*

La risalita di magma profondo potrebbe essere la causa dello sciame sismico che ha accompagnato l'eruzione laterale dell'Etna del 24-27 dicembre 2018, culminato con il forte terremoto di magnitudo  $M_L$  4.8 che il 26 dicembre ha interessato la faglia di Fiandaca nel fianco sud-orientale del vulcano (Figura 1). A formulare questa ipotesi è uno studio condotto da un team di ricercatori dell'Istituto per il rilevamento elettromagnetico dell'ambiente del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Irea, Napoli) e dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia (Ingv, Catania e Roma), in collaborazione con il Dipartimento di protezione civile (Dpc, Roma). I risultati della ricerca, *DInSAR analysis and analytical modelling of Mt. Etna displacements: the December 2018 volcano-tectonic crisis*, sono stati pubblicati su *Geophysical Research Letters* (<https://doi.org/10.1029/2019GL082467>).

“La disponibilità dei dati radar satellitari della costellazione Sentinel-1, del programma europeo Copernicus, e della costellazione COSMO-SkyMed, dell'Agenzia spaziale italiana (Asi) e del Ministero della Difesa”, evidenzia Riccardo Lanari, direttore Cnr-Irea, “ha permesso di rilevare, con precisione centimetrica, i movimenti del suolo che hanno interessato l'apparato vulcanico etneo nel corso dell'eruzione del 24-27 dicembre 2018. L'individuazione sia delle sorgenti magmatiche, sia di quelle sismogenetiche, che hanno causato le deformazioni rilevate dai satelliti, è stata possibile grazie ad un approccio multidisciplinare che ha integrato i dati sismologici e di terreno con i dati radar satellitari elaborati da Cnr-Irea” (Figura 2).

Grazie all'utilizzo di modelli matematici sono state ricostruite le sorgenti vulcaniche e sismiche che hanno generato le deformazioni, riuscendo a mostrare il nesso causale fra eruzione e terremoti.

“La modellazione applicata”, afferma Vincenzo De Novellis, ricercatore Cnr-Irea, “ha consentito di distinguere due differenti sorgenti deformative connesse con l'intrusione di magma: una molto superficiale, che ha causato l'apertura delle fessure osservate al suolo da cui è fuoriuscita la colata lavica, ed un'altra molto più profonda (da 3 a 8.5 km) che ha esercitato una tensione sui fianchi del vulcano, innescando il movimento delle faglie e quindi generando i numerosi terremoti registrati dalla rete di monitoraggio dell'Ingv” (Figura 3).

Che il forte abbassamento del suolo dell'area a ridosso de La Montagnola (circa 3 km a sud della zona dei crateri sommitali dell'Etna) fosse un effetto secondario dell'intrusione magmatica profonda lo si è capito solo grazie alla modellazione. “Con lo stesso approccio”, aggiunge Simone Atzori, ricercatore Ingv, “abbiamo analizzato e quantificato le interazioni avvenute tra la risalita dei magmi e le faglie circostanti, fra cui le strutture di Fiandaca, della Pernicana e di Ragalna”.

La comprensione delle relazioni tra intrusioni magmatiche e terremoti rappresenta da sempre una sfida scientifica di estremo interesse, soprattutto per i risvolti che questi studi hanno sulla valutazione della pericolosità sismica e vulcanica.

“E non è detto che sia finita qui”, conclude Marco Neri, primo ricercatore Ingv. “Confrontando le grandi deformazioni del suolo intervenute negli ultimi mesi e la piccola eruzione di dicembre, c’è da pensare che il vulcano abbia ancora energia da spendere, come dimostra la ripresa dell’attività eruttiva del 30 maggio 2019. Si tratta di valutazioni importanti, soprattutto per un territorio densamente urbanizzato come quello etneo, dove quasi un milione di persone vive a stretto contatto con uno dei vulcani più attivi al mondo”.

Tali risultati costituiranno un punto di riferimento per migliorare le stime del rischio in un’area a così alta densità abitativa.

**Figura 1** <https://filesender.garr.it/filesender/?vid=724812ab-f1b1-b9a9-eb2e-00004d8411ed>

In alto: vista tridimensionale dell’Etna in cui sono rappresentati le fessure eruttive (linee bianche) da dove è fuoriuscita la colata di lava del 24 dicembre (in rosso), i principali lineamenti strutturali del vulcano (linee nere) e il terremoto del 26 dicembre (stella). I cerchi grigi rappresentano gli epicentri dei terremoti avvenuti dal 24 al 27 dicembre. In basso: fotografia acquisita da elicottero da ovest verso est, nella quale è possibile riconoscere le fessure eruttive (linee bianche a tratteggio) e i principali flussi lavici emersi dalle fessure (frece rosse). SEC: Cratere di Sud-Est; NSEC: Nuovo Cratere di Sud-Est; NEC: Cratere di Nord-Est.

**Figura 2** <https://filesender.garr.it/filesender/?vid=7cb30e13-e89c-3da8-cae6-000031db53a8>

Vista tridimensionale della componente orizzontale (in direzione Est-Ovest) degli spostamenti del suolo ricostruiti attraverso l’analisi delle immagini radar dei satelliti Sentinel-1 appartenenti alla costellazione del programma europeo Copernicus. Le due frecce bianche indicano la direzione degli spostamenti i cui valori massimi superano i 30 cm verso Ovest e i 50 cm verso Est sulla sommità del vulcano. Nell’area prossima all’epicentro del terremoto del 26 dicembre (indicato con la stella bianca), il massimo spostamento del suolo verso Est è di 14 cm, mentre il corrispondente spostamento verso Ovest è di 17 cm.

**Figura 3** <https://filesender.garr.it/filesender/?vid=5cebe92a-4c0e-d388-4a10-0000538be087>

Vista tridimensionale dell’Etna che sintetizza i risultati del modello relativo agli eventi vulcano-tettonici del dicembre 2018. Nello spaccato sono stati rappresentati i due corpi magmatici (dicchi) modellati: uno più superficiale, che ha causato l’apertura delle fessure da cui è fuoriuscita la colata lavica, ed un secondo più profondo, che ha esercitato la tensione sui fianchi del vulcano. I quadratini che compongono i dicchi modellati indicano la maggiore presenza (in rosso) o minore (in rosa chiaro) del magma. Le linee viola rappresentano i piani di faglia calcolati dal modello, mentre quelle nere rappresentano le strutture tettoniche effettivamente affioranti in superficie. Infine, le frecce verdi schematizzano le pressioni esercitate dalle intrusioni magmatiche, che sembrano avere “innescato” il movimento delle faglie, tra cui la faglia di Fiandaca lungo la quale si è verificato il terremoto del 26 dicembre 2018 (l’epicentro è indicato con la stella bianca).

Roma, 31 maggio 2019

**Per informazioni (recapiti per uso professionale da non pubblicare):**

**Vincenzo De Novellis**, Cnr-Irea, [denovellis.v@irea.cnr.it](mailto:denovellis.v@irea.cnr.it), tel. +39.081-7620636, cell. 347 7528570

## Cause-effect relationships between magma and earthquakes during the Etna lateral eruption of December 2018 revealed

*The rise of deep magma could be the cause of the seismic swarm that accompanied the 24-27 December 2018 lateral eruption of Mount Etna; this crisis culminated on 26 December with a strong earthquake ( $M_L$  4.8) which provoked significant damage in the southeastern region of the volcano. The relationships between magma intrusion and earthquakes are described in a study conducted by **Cnr** and **Ingv**, in collaboration with **Dpc**, published on the international review **Geophysical Research Letters**.*

What produced the recent Mount Etna volcanic-tectonic crisis, culminating with the  $M_L$  4.8 earthquake occurred along the Fiandaca Fault on the southeastern flank of the volcano? The main cause could be the ascent of deep magma, which could have put under tension the flanks of the volcano, triggering relevant seismic swarms along the Ragalna Fault System (southwest flank), the Pernicana Fault System (northeast flank) and, more violently, along the Fiandaca Fault (southeast flank), where the seismic swarm also produced a widespread surficial faulting and damage. The same ascent of deep magma could also have triggered the brief eruption of Mount Etna on 24-27 December 2018; the entire intrusive and deformative process may not have been completely exhausted (Figure 1).

This hypothesis is formulated in a study conducted by a team of researchers from the Institute for Electromagnetic Sensing of the Environment of the National Research Council (IREA-CNR, Naples) and the National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV, Catania and Rome), in collaboration with the Department of Civil Protection (DPC, Rome).

The results of this research are based on the analysis of the radar images of the Sentinel-1 satellites belonging to the constellation of the Copernicus European program, processed through the interferometric technique (InSAR), with which the Mount Etna ground deformations induced by the eruptive and seismic activity were measured with centimetre accuracy. *"The availability of satellite radar data of the Sentinel-1 constellation, from the Copernicus European program, and of the COSMO-SkyMed constellation of the Italian Space Agency (ASI) and the Ministry of Defense", highlights **Riccardo Lanari**, director of IREA-CNR, "has allowed to detect in detail the ground movements that affected the Mount Etna volcanic edifice during the 24-27 December 2018 eruption. The identification of both magmatic and seismogenic sources, which caused the deformations detected by satellites, has been possible thanks to a multidisciplinary approach, which integrated the seismological and field data with the satellite radar data processed by IREA-CNR"* (Figure 2).

Through a process called "data inversion" and with the help of mathematical models, the volcanic and seismic sources that generated the deformations were reconstructed, succeeding in demonstrating the causal link between eruption and earthquakes. *"The analytical modeling", says **Vincenzo De Novellis**, IREA-CNR researcher "has allowed us to distinguish two different deformative sources connected with the magma intrusion: a very surficial one, which caused the opening of the observed cracks from which the lava has flown, and a deeper one (from 3 to 8.5 km) which exercised a tension on the volcano flanks, triggering the fault movement and, therefore, generating the numerous earthquakes recorded by the monitoring network of the INGV"* (Figure 3).

*"That the strong subsidence of the area close to La Montagnola (about 3 km south of the Mount Etna summit crater area) was a secondary effect of the deep magmatic intrusion was only understood thanks to the analytical modeling" adds **Simone Atzori**, INGV researcher. "With the same technique," continues Atzori, "we have analyzed and quantified the interactions that occurred between the magma ascent and the surrounding faults, including the Fiandaca, Pernicana and Ragalna structures".*

*"Understanding the cause-effect relationships between magmatic intrusions and earthquakes has always been an extremely interesting scientific challenge, first of all for the implications that these studies have on the evaluation of seismic and volcanic hazard", concludes **Marco Neri**, first researcher at INGV. "And it is not said that it is effectively concluded. By comparing the large ground deformations occurred in the last few months and the small eruption of December, we can suppose that the volcano still has energy to spend. These are important assessments, especially for a densely urbanized area such as the Mount Etna one, where almost a million people live in close contact with one of the most active volcanoes in the world".*

The results of this research, entitled "**DIInSAR analysis and analytical modeling of Mt. Etna displacements: the December 2018 volcano-tectonic crisis**", have just been published on the American journal Geophysical Research Letters (<https://doi.org/10.1029/2019GL082467>) and are now available to the scientific community and Civil Protection, which has also contributed to the publication: these results will represent a reference point to improve risk estimation in an area with such a high population density.

**Figure 1** <https://filesender.garr.it/filesender/?vid=724812ab-f1b1-b9a9-eb2e-00004d8411ed>

Above: Three-dimensional view of Mount Etna showing the eruptive fissures (white lines) from which the lava (in red) has flown on 24 December 2018, the main structural features of the volcano (black lines) and the 26 December earthquake (white star). The grey circles represent the epicentres of the earthquakes that nucleated from 24 to 27 December. Bottom: photograph acquired during a helicopter flight from west to east, in which it is possible to recognize the eruptive fissures (white dashed lines) and the main lava flow emerging from the cracks (red arrows). SEC: Southeast Crater; NSEC: New Southeast Crater; NEC: Northeast Crater.

**Figure 2** <https://filesender.garr.it/filesender/?vid=7cb30e13-e89c-3da8-cae6-000031db53a8>

Three-dimensional view of the horizontal component (in East-West direction) of the reconstructed ground displacements through the analysis of the radar images of the Sentinel-1 satellites belonging to the constellation of the Copernicus European program. The two white arrows indicate the direction of the displacements whose maximum values exceed 30 cm towards west and 50 cm towards east on the top of the volcano. In the area near the epicentre of the 26 December earthquake (white star), the maximum eastward ground displacement is 14 cm, while the corresponding westward shift is of 17 cm.

**Figure 3** <https://filesender.garr.it/filesender/?vid=5cebe92a-4c0e-d388-4a10-0000538be087>

Three-dimensional view of Mount Etna, which summarizes the results of the model related to the volcano-tectonic events of December 2018. In the cutaway the two modelled magmatic bodies (dikes) were represented: a more surficial one, which caused the opening of the cracks from which the lava flow came out, and a deeper one, which exerted tension on the flanks of the volcano. The small squares that composed the modelled dikes indicate the greater presence (in red) or smaller (in light pink) of magma. The purple lines represent the fault planes calculated by the model, while the black ones represent the tectonic structures that actually emerge on the surface. Finally, the green arrows schematize the pressures exerted by magmatic intrusions, which should have "triggered" the movement of the faults, including

the Fiandaca Fault along which the 26 December earthquake occurred (the epicenter is indicated with the white star).