ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

A cura delle Sezioni di Catania e Palermo

Rep. N° 13/2021

ETNA
Bollettino Settimanale
22/03/2021 - 28/03/2021
(data emissione 30/03/2021)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:
1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE: Episodio parossistico al Cratere di Sud-Est; attività stromboliana intra-craterica al Cratere di Nord-Est, al Cratere Bocca Nuova ed al Cratere Voragine con occasionali e diluite emissioni di cenere vulcanica.
2) SISMOLOGIA: Moderato tasso di accadimento dei terremoti da fratturazione. L'ampiezza del tremore è variata da livelli medio-bassi a livelli alti registrati nel corso dell'evento parossistico del 23-24 marzo.
3) INFRASUONO: Dal 24 marzo, moderata attività infrasonica.
4) DEFORMAZIONI: Continua la fase di rallentamento del trend deflattivo dell'edificio vulcanico iniziato con la sequenza degli episodi di fontana di lava.
5) GEOCHIMICA: Il flusso di HCl si pone su un livello medio.
Il flusso di SO2 su un livello medio.
Il flusso di CO2 dal suolo si mantiene su valori medio bassi come osservato nelle settimane precedenti.
La pressione parziale di CO2 disciolta in falda si attesta su valori bassi.
Non si dispone di nuovi dati del rapporto C/S.
Non ci dispone di valori aggiornati del rapporto isotopico del'elio (ultimo aggiornamento del 11/03/2021).

6) OSSERVAZIONI SATELLITARI: L’attività termica in area sommitale si pone su un livello elevato.

2. SCENARI ATTESI

Attività vulcanica caratterizzata da degassamento e continua attività esplosiva dai crateri sommitali con eventuale formazione di nubi di cenere ed effusione lavica. Non è possibile escludere un’evoluzione dei fenomeni verso un’attività più energetica

N.B. Eventuali variazioni dei parametri monitorati possono comportare una diversa evoluzione degli scenari di pericolosità sopra descritti.

Si sottolinea che le intrinseche e peculiari caratteristiche di alcune fenomenologie, proprie di un vulcano in frequente stato di attività e spesso con persistente stato di disequilibrio come l'Etna, possono verificarsi senza preannuncio o evolvere in maniera imprevista e rapida, implicando quindi un livello di pericolosità mai nullo.

3. OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE

Il monitoraggio dell'attività vulcanica dell'Etna, nel corso della settimana in oggetto, è stato effettuato mediante l'analisi delle immagini della rete di telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE) e tramite osservazioni sul campo effettuate da personale INGV-OE. A causa delle avverse condizioni meteo, non è stato possibile osservare l'attività vulcanica in maniera continuativa. Nel periodo considerato, l'attività dei crateri sommitali dell'Etna, ad esclusione dell'evento di fontana di lava di giorno del 23-24 marzo, non ha subito variazioni rispetto a quanto osservato durante la settimana precedente (vedi Rep. N° 12/2021). Tale attività è stata caratterizzata da un episodio di fontana di lava al Cratere di Sud Est (SEC), da attività esplosiva intra-craterica e di degassamento agli altri crateri con sporadiche emissioni di ceneri che venivano subito disperse in atmosfera.

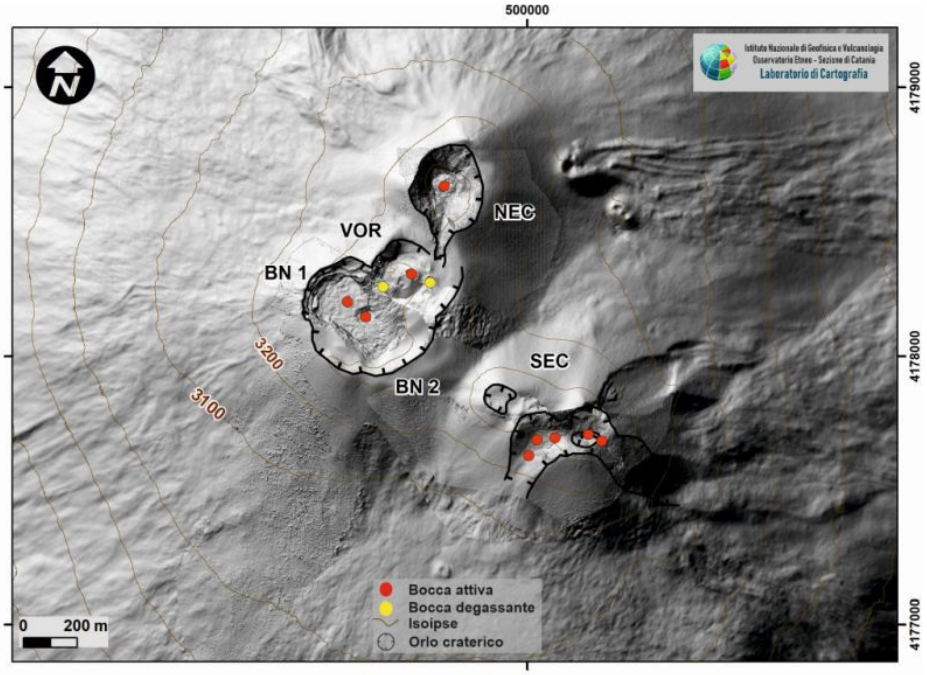


Fig. 3.1 - *Mappa dei crateri sommitali dell'Etna. BN: Bocca Nuova, VOR: Voragine; NEC: Cratere di Nord-Est; SEC: Cratere di Sud-Est. La base topografica di riferimento su cui sono stati sovrapposti gli aggiornamenti morfologici è relativa al DEM 2014 elaborato dal Laboratorio di Aerogeofisica-Sezione Roma 2.*

Tra il 22 ed il 28 marzo, il Cratere di Sud-Est (SEC) ha prodotto un episodio di fontana di lava. A partire dalle 19:05 GMT, l'analisi delle immagini di video-sorveglianza dell'INGV-OE mostrava la ripresa di una debole attività stromboliana al SEC (Fig. 3.2a). Tale attività evolveva gradualmente in fontana di lava raggiungendo la massima intensità intorno alle 02:30 GMT (Fig. 3.2b). Alle 02:35 GMT si osservava l'inizio un trabocco lavico (Fig. 3.2c) seguito alle 02:36 GMT da un flusso piroclastico (3.2d). Il trabocco intanto formava due colate, una ben alimentata in direzione Valle del Bove che ha raggiunto una quota tra i 2000 e 1900 m circa intorno alle 06:00 GMT, ed un'altra, formatasi dalla bocca della sella del SEC, meno alimentata, che si attestava in area sommitale a 2900 m e si dirigeva verso sud-est (Fig. 3.3a). L'attività di fontana di lava diminuiva

gradualmente a partire dalle 06:00 GMT e alle 08:45 GMT può ritenersi conclusa.
Il 29 marzo è stato eseguito un sopralluogo in area sommitale con i droni, le prime elaborazioni sono mostrate in Figura 3.3b. Al modello ombreggiato del SEC è stata sovrapposta l'ortofoto (Fig3.3b O) dell'alta porzione meridionale del cono in cui è ben evidente un sistema di fratture con direzione sub parallela all'orlo craterico ad andamento E - O e di lunghezza pari a 220 m circa e di larghezza variabile da 20-30 cm a 1 m. Tale sistema è intersecato da una seconda famiglia di fratture ad esso perpendicolare; come si nota dall'immagine termica e visibile, la frattura principale è calda e fumarolizzata (fig 3.3b T e V). Nelle immagini RGB di dettaglio delle fratture meridionali (Fig 3.3b VS e VS2) si può apprezzare la presenza di zolfo. Anche la porzione settentrionale del cono è interessata da fratture calde visibili nel riquadro rosa dell'immagine termica e della visibile Vn indicata dalla freccia azzurra.

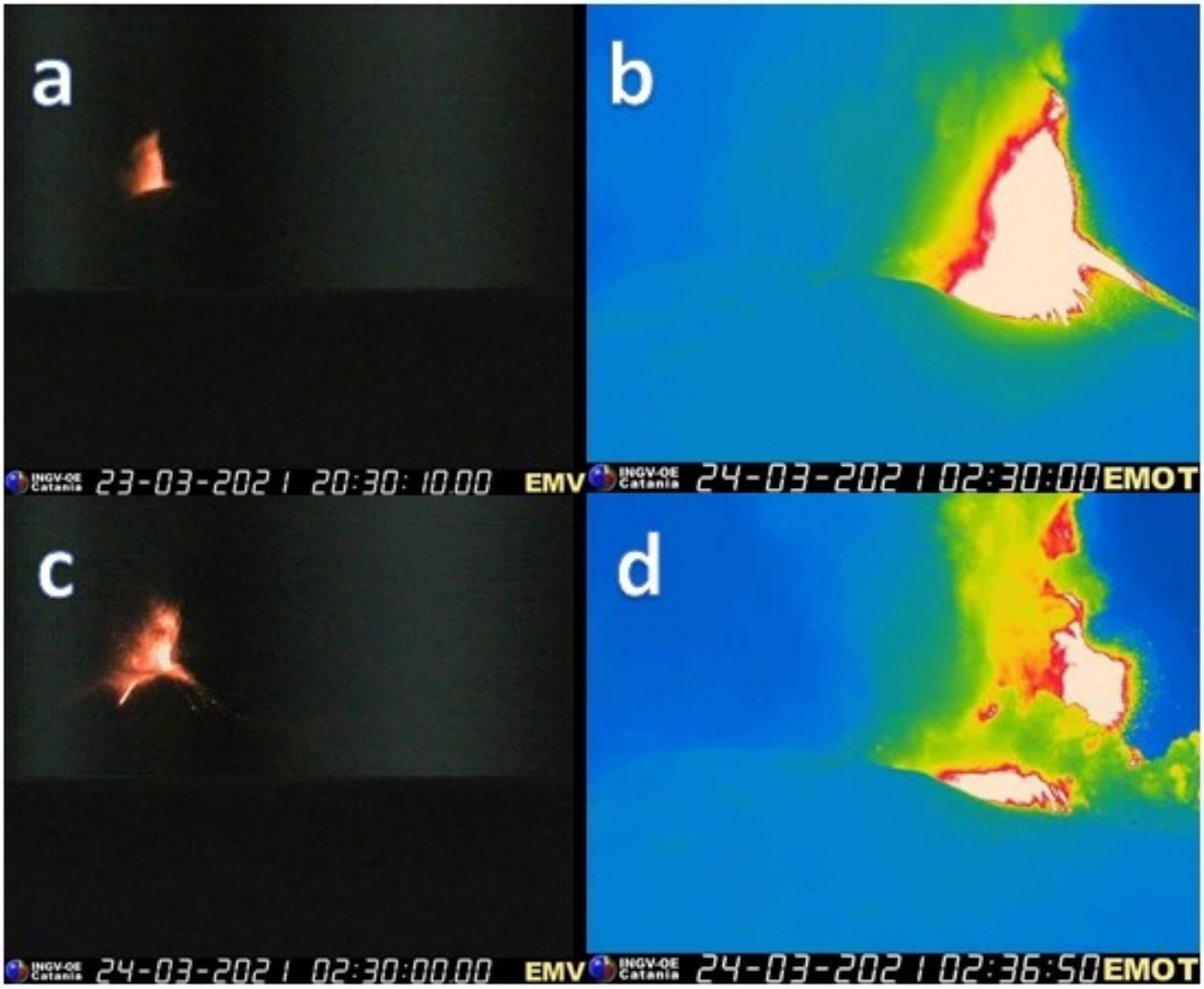
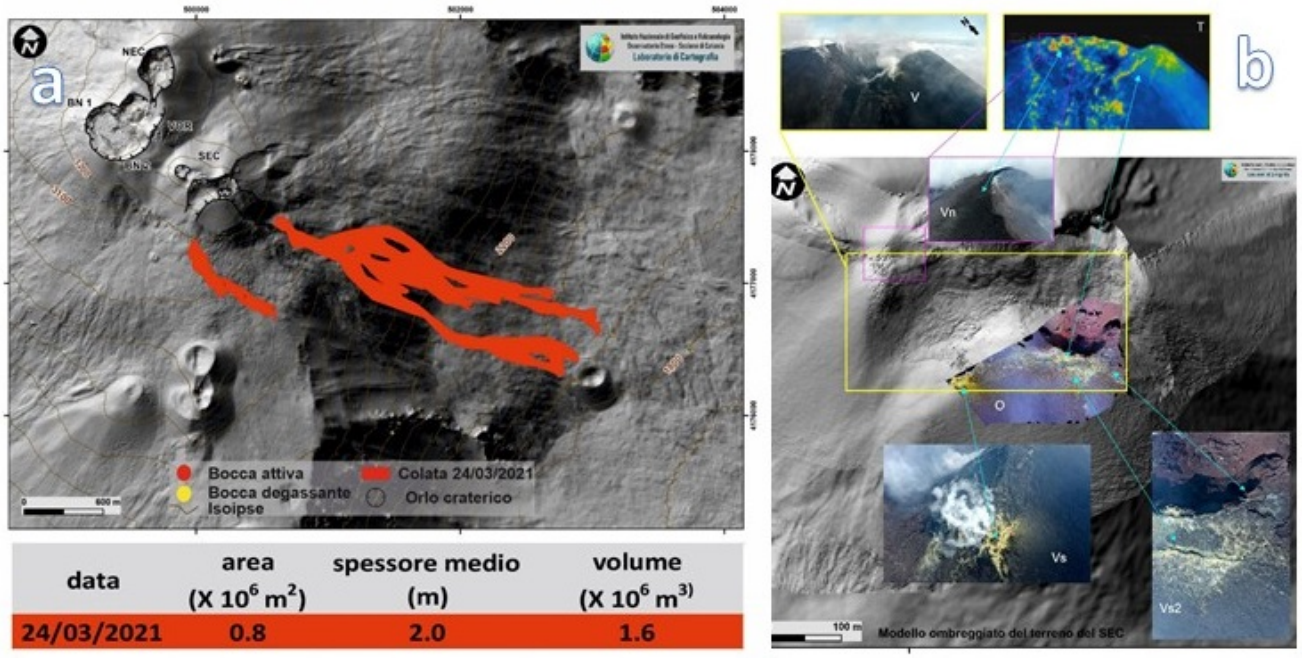


Fig. 3.2 - *a) Fase iniziale dell'attività stromboliana al Cratere di Sud Est; b) fontana di lava al Cratere di Sud Est durante la fase di maggiore intensità; c) inizio del trabocco lavico osservato dalla telecamera EMV alle 02:30 GMT; d) flusso piroclastico visibile dalla telecamera EMOT alle 02:36 GMT.*

La fontana di lava ha inoltre prodotto una nube vulcanica che si è dispersa principalmente verso sud sud-est, formando un deposito piroclastico sul versante meridionale del vulcano che ha raggiunto anche la città di Catania. La massima altezza stimata dai dati satellitari e dalle immagini di sorveglianze dell'INGV-OE di circa 6-7 km (Fig. 3.4a, b).
Infine, l'attività del cratere di Nord-Est (NEC), Bocca Nuova (BN) e Voragine (VOR) ha avuto un comportamento confrontabile a quello osservato durante la settimana precedente (Rep. N° 03/2021) caratterizzati da attività stromboliana prevalentemente intra-craterica d'intensità variabile accompagnata da sporadiche e deboli emissioni di cenere che venivano disperse velocemente

dai venti in quota.



data	area ($X 10^6 m^2$)	spessore medio (m)	volume ($X 10^6 m^3$)
24/03/2021	0.8	2.0	1.6

Fig. 3.3 - *a) Mappa del campo lavico del 24 marzo 2021 su modello ombreggiato del terreno, eseguita dal laboratorio di cartografia dell'INGV-OE; b) prime elaborazioni dall'analisi delle immagini effettuate con i droni durante il sopralluogo del 29 marzo.*

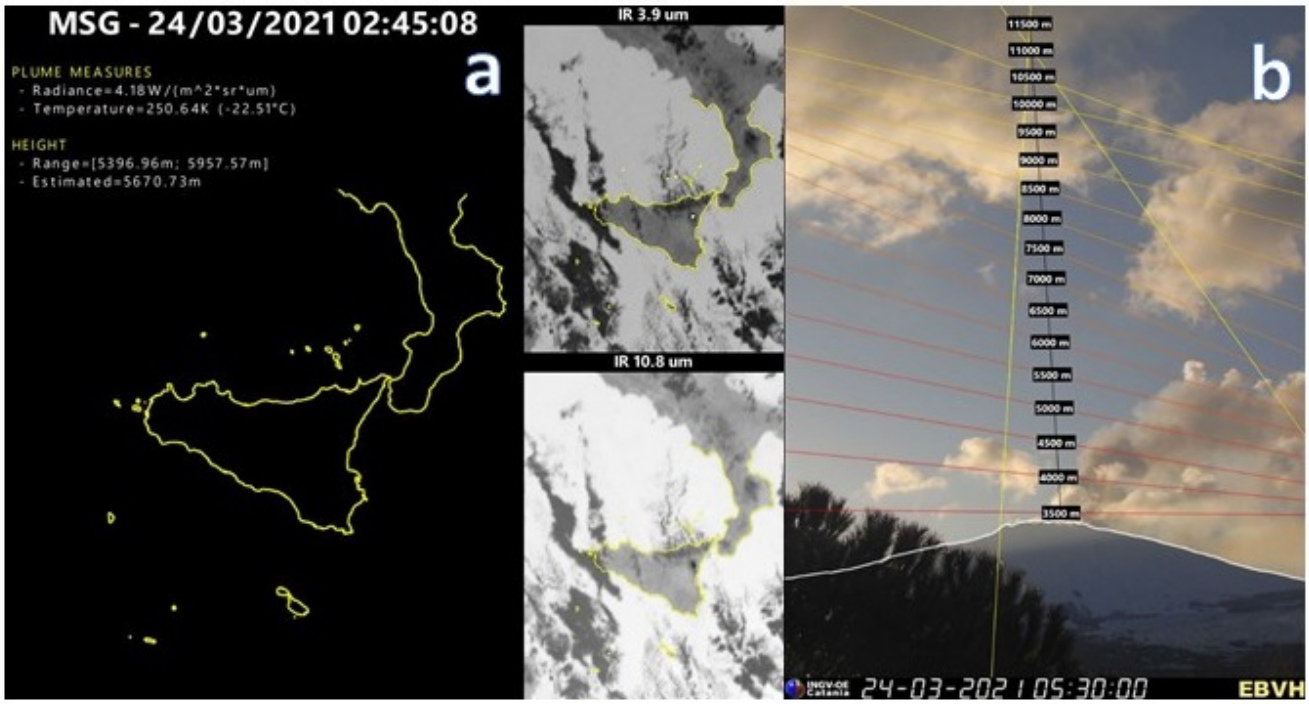


Fig. 3.4 - *a) Altezza della nube vulcanica vista da satellite alle ore 02:45 UTC; b) altezza della nube vulcanica stimata dalle telecamere di sorveglianza dell'INGV-OE alle 05:30 UTC.*

4. SISMOLOGIA

Sismicita': Nel corso della settimana in oggetto è stato osservato un moderato tasso di accadimento della sismicità che si riflette in una diminuzione del gradiente di crescita della curva

cumulativa di strain release (Fig. 4.1) che, comunque, rimane più elevato di quello osservato precedentemente la ripresa dell'attività sismica da fratturazione (19 marzo).
In tutto sono stati registrati 3 terremoti con magnitudo locale maggiore o uguale a 2.0 (Fig. 4.2 e Tab. 4.1), localizzati nel medio basso versante orientale del vulcano a circa 6 km s.l.m. di profondità. In particolare, gli eventi sono stati localizzati: il 24 marzo alle 07:26 (UTC) a circa 1 km a SE dell'abitato di Zafferana (Ml=2.4); il 25 marzo alle 02:20 (UTC) a circa 1 km a SE di Pietrafucile (Ml=2.7; evento ubicato nello stesso volume focale dello sciame che aveva interessato la zona la scorsa settimana); il 26 marzo alle 23:15 (UTC) a circa un km a NE di Milo (Ml=2.1).

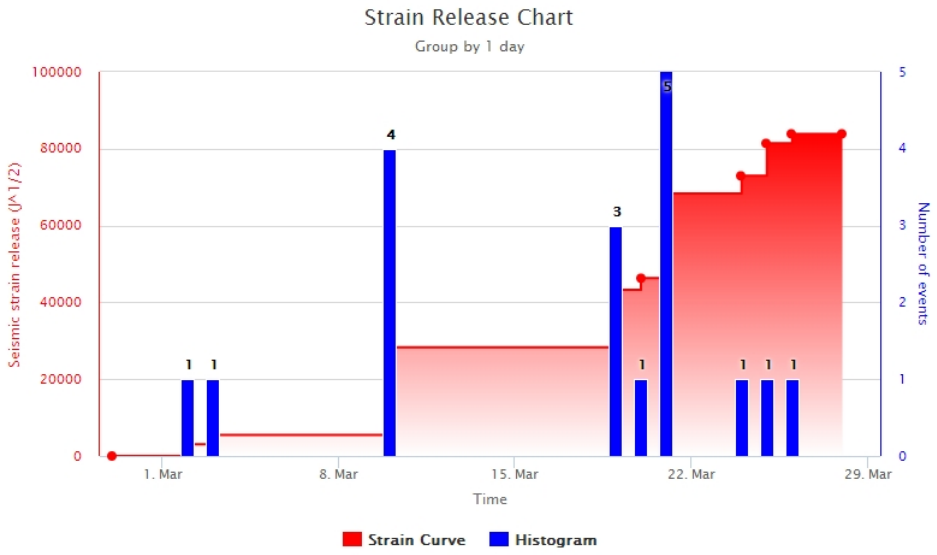


Fig. 4.1 - *Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico nell'ultimo mese relativi ai terremoti con Ml pari o superiore a 2.0.*

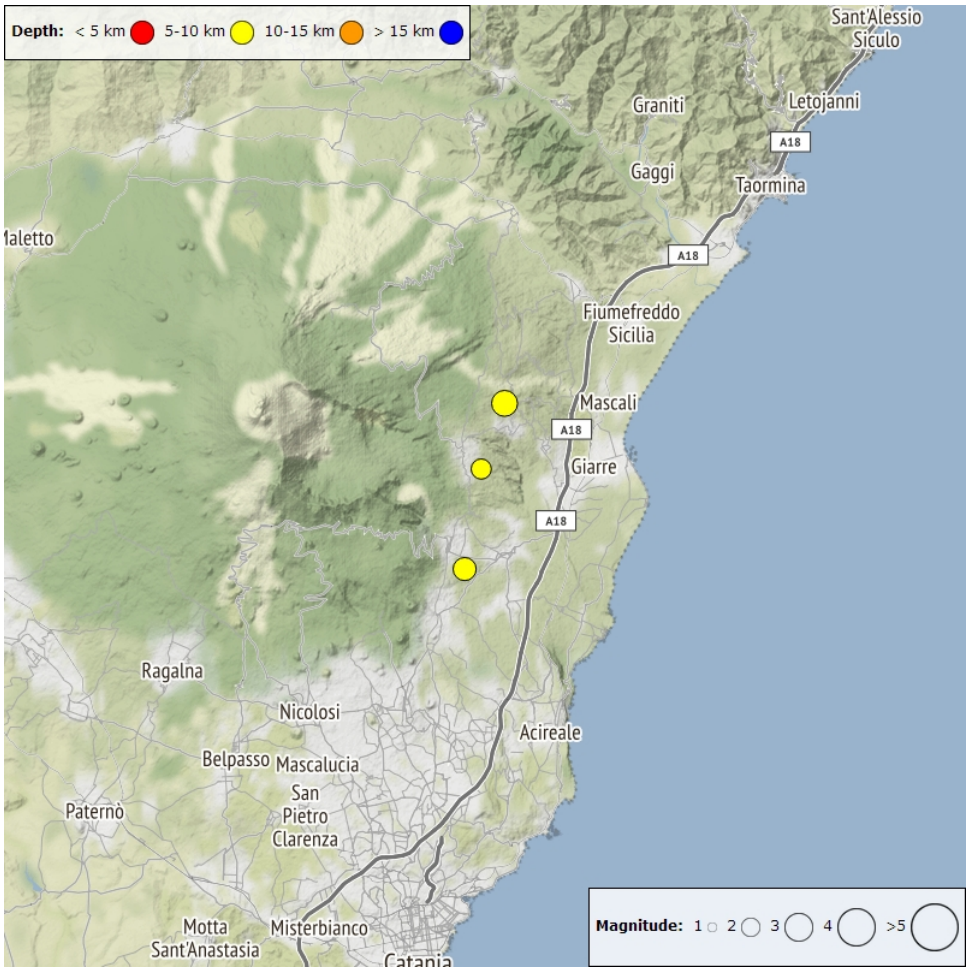


Fig. 4.2 - *Distribuzione spaziale della sismicità con Ml pari o superiore a 2.0 nel corso dell'ultima settimana.*

Tab. 4.1 - Tabella dei terremoti con ML >= 2

DateTime	ML	Prof. (km)	Area epicentrale
24/03/2021 07:26	2.4	6.1	1.5 km SE from Zafferana Etnea (CT)
25/03/2021 02:20	2.7	6.3	1.0 km SE from Pietrafucile (CT)
26/03/2021 23:15	2.1	6.3	0.7 km NE from Milo (CT)

Tremore vulcanico: L'andamento dell'ampiezza media del tremore vulcanico durante la settimana è stato condizionato, il 23 e il 24 marzo, dall'accadimento di una intensa fase di attività vulcanica, evoluta in una fontana di lava dal Cratere di SE. Nel corso dell'episodio eruttivo l'ampiezza media del tremore si è portata su valori da elevati a molto elevati dalle 19:30 (UTC) del 23 marzo alle 13:10 del 24 marzo. Nella restante parte della settimana l'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuta su livelli medio-bassi (Fig. 4.3).
A causa delle avverse condizioni metereologiche che hanno comportato il temporaneo blocco della trasmissione dati di alcune stazioni ubicate ad alta quota, dalle 09:00 (UTC) del 21 marzo alle 10:30 (UTC) del 24 marzo la localizzazione del centroide delle sorgenti del tremore vulcanico risulta non affidabile e pertanto non viene riportata in figura. Conseguentemente, si hanno localizzazioni affidabili del centroide delle sorgenti del tremore vulcanico solo per la parte finale della fontana di lava, quando risulta localizzato in corrispondenza del Cratere di SE ad elevazioni comprese tra 2100 e 2600 m sul livello del mare. Successivamente e per la restante parte della settimana il centroide delle sorgenti del tremore vulcanico risulta localizzato nell'area dei crateri Voragine e Bocca Nuova ad una elevazione compresa tra 1200 e 2900 m sul livello del mare (Fig. 4.4).

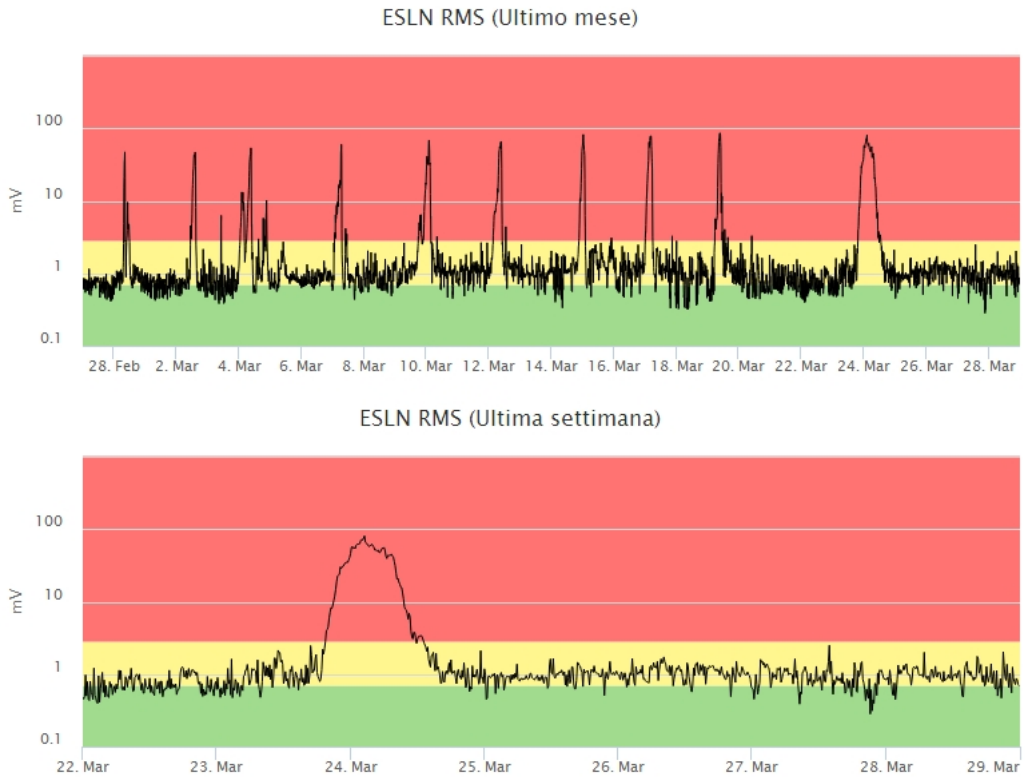


Fig. 4.3 - *Andamento temporale dell'ampiezza media del tremore vulcanico: valori RMS nell'ultimo mese (in alto) e nell'ultima settimana (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio = giallo, alto =rosso).*

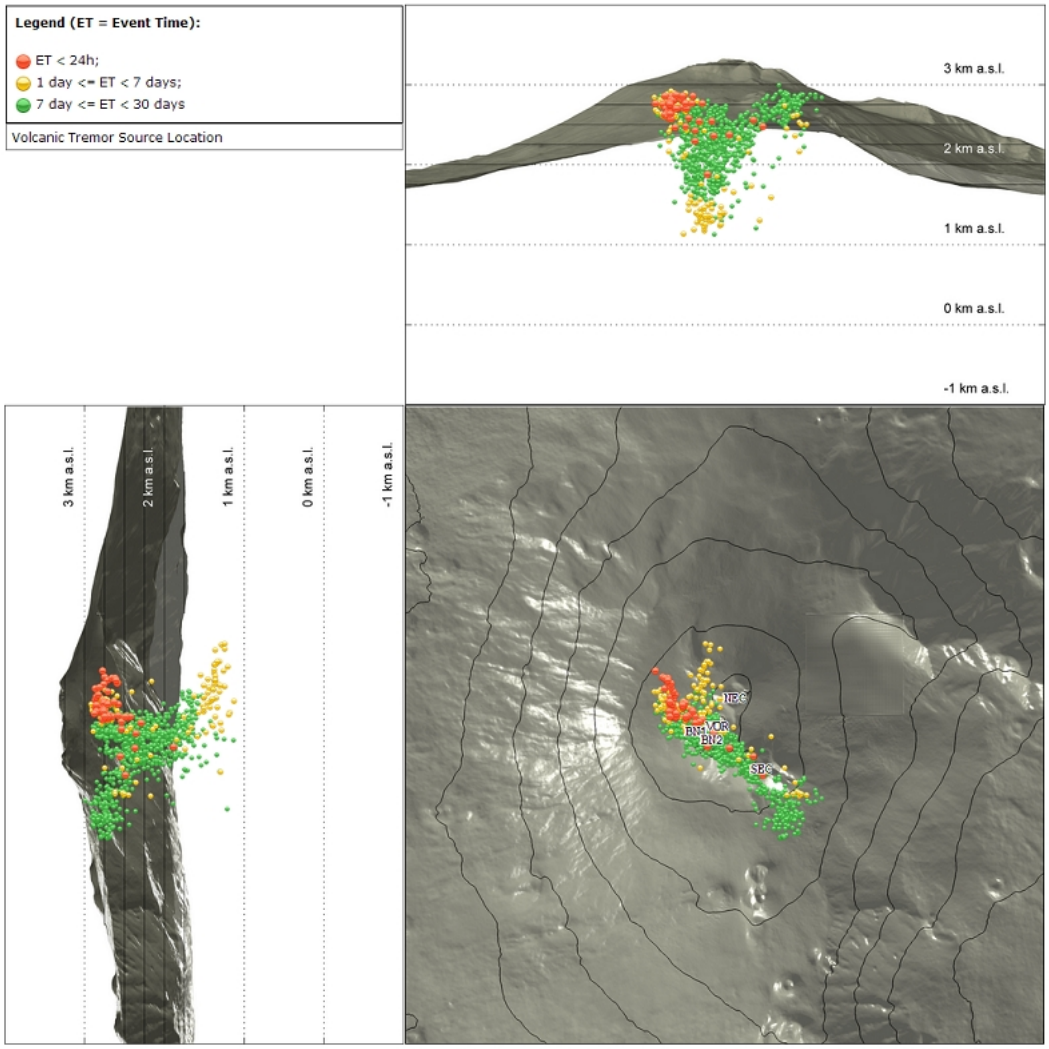


Fig. 4.4 - *Localizzazione del centroide delle sorgenti del tremore vulcanico. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).*

5. INFRASUONO

A causa delle avverse condizioni metereologiche che hanno anche comportato il temporaneo blocco della trasmissione dati di alcune stazioni ubicate ad alta quota, il rilevamento dell'attività infrasonica è risultato problematico sino alle 10:30 (UTC) del 24 marzo, impedendo la localizzazione delle sorgenti infrasoniche e limitandone il suo rilevamento. Nella restante parte della settimana, l'attività infrasonica ha mostrato un basso tasso di occorrenza degli eventi localizzati (Fig. 5.1). Le sorgenti sono state localizzate prevalentemente nell'area della Bocca Nuova, Voragine e Cratere di NE con valori di ampiezza bassi (Fig. 5.2).

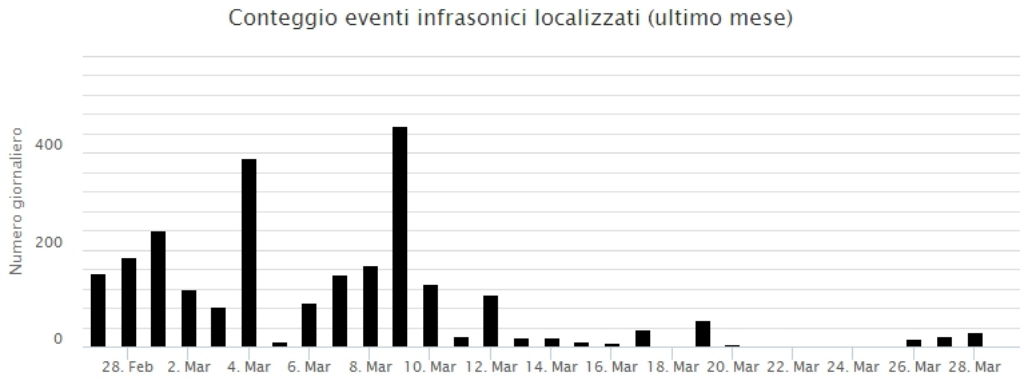


Fig. 5.1 - *Andamento temporale della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati nell'ultimo mese.*

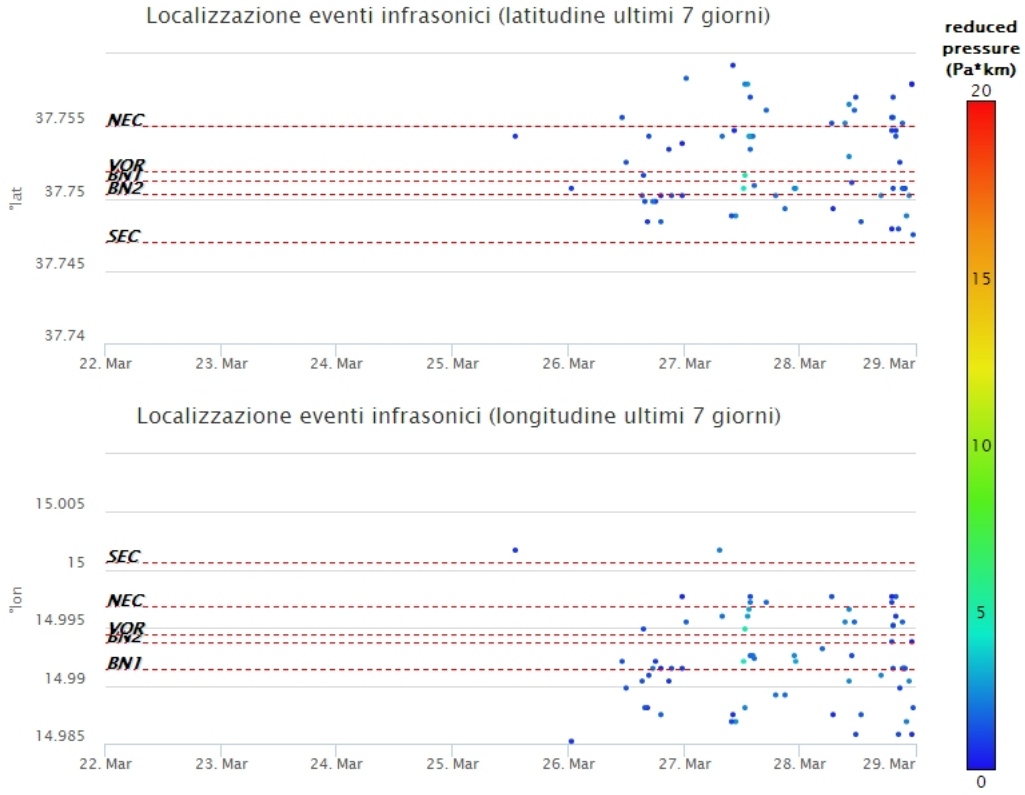


Fig. 5.2 - *Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultima settimana. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore dell'indicatore è funzione dell'ampiezza degli eventi.*

6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

GPS: La rete GNSS ha continuato a misurare un rallentamento del trend deflattivo che ha coinvolto l'intero edificio vulcanico a partire da metà Febbraio, sino a mostrare una stabilità dei segnali nel corso degli ultimi giorni.

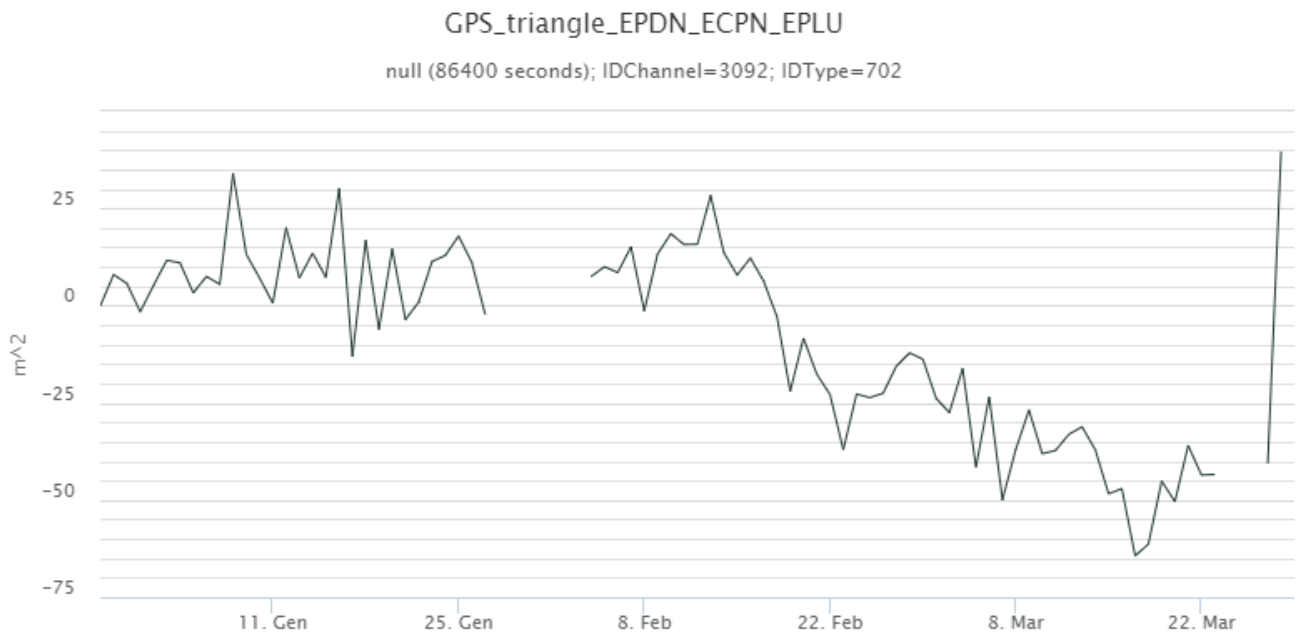


Fig. 6.1 - *Variazione areale del triangolo sotteso dalle stazioni EPDN (Pizzi Deneri), ECPN (Cratere del Piano) e EPLU (Punta Lucia), situate nell'area sommitale del vulcano. Variazioni negative indicano una contrazione areale. Scala temporale: tre mesi.*

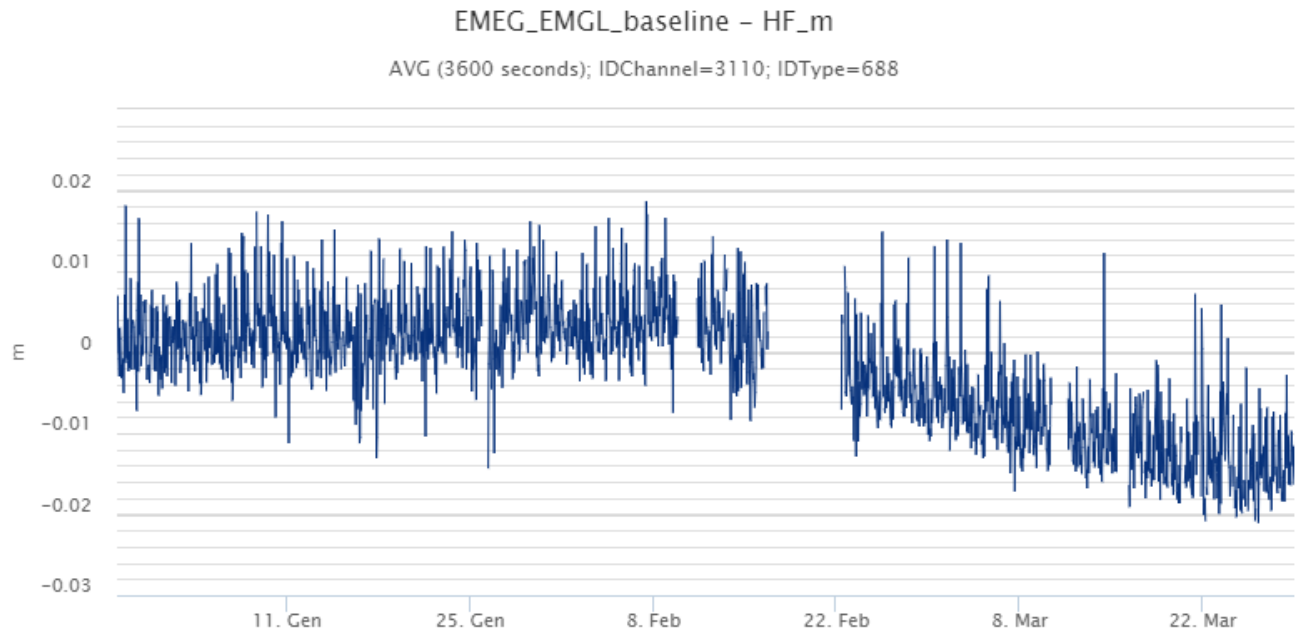


Fig. 6.2 - *Variazione di distanza della baseline EMEG (Monte Egitto) - EMGL (Monte Gallo) ubicata nel versante occidentale dell'Etna. Scala temporale: tre mesi.*

Clinometria: La rete clinometrica ha mostrato variazioni a tutte le stazioni durante la fase parossistica avvenuta la notte del 24 marzo. Le variazioni maggiori, di circa 2 microradianti, sono state misurate alla stazione ECP (Cratere del Piano). In particolare, tutte le variazioni osservate dalla rete clinometrica sono compatibili con una rapida deflazione dell'edificio vulcanico come nelle precedenti fontane di lava.

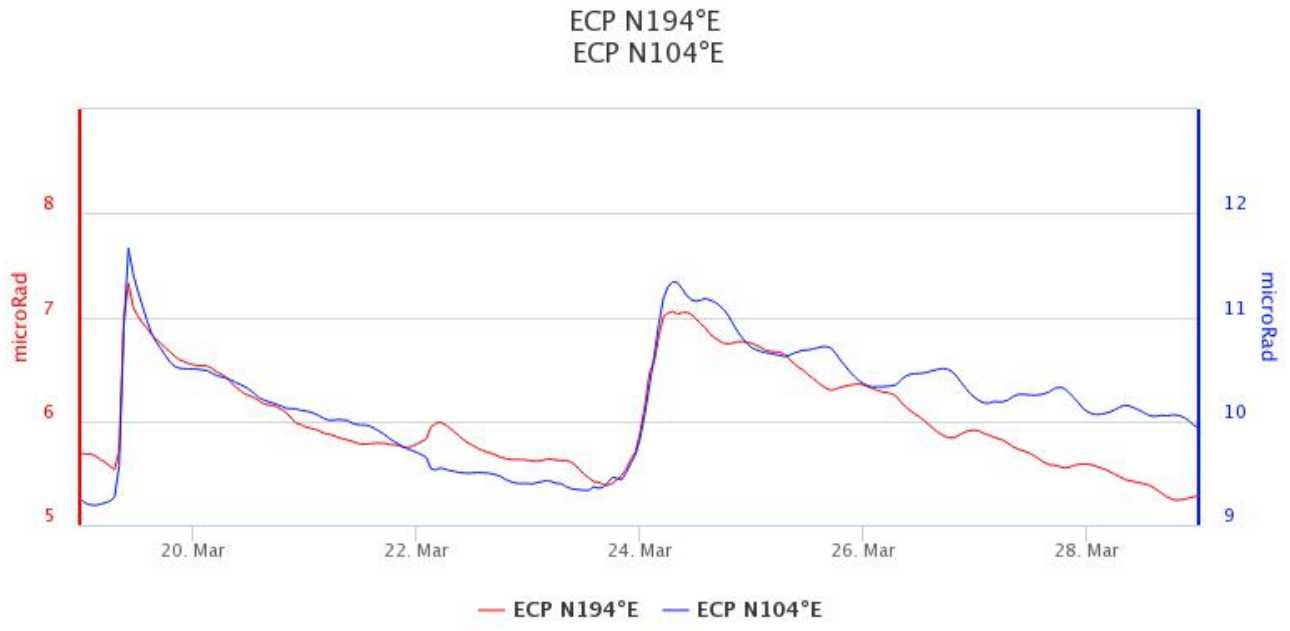


Fig. 6.3 - *Tilt registrato alla stazione sommitale ECP. Scala temporale: una settimana.*

7. GEOCHIMICA

SO2 nel plume (Rete Flame): Il flusso di SO2 medio-settimanale hanno indicato una stabilità su un livello medio; le misure infra-giornaliere hanno mostrato valori sino ad un livello alto in concomitanza con gli eventi di fontana di lava.
Il flusso di HCl, determinato attraverso combinazione del rapporto SO2/HCl (misure FTIR) con il flusso di SO2 (rete FLAME), ha mostrato valori in linea a quelli precedentemente osservati. Il flusso si pone su un livello medio rispetto al normale tasso di degassamento dell'Etna.

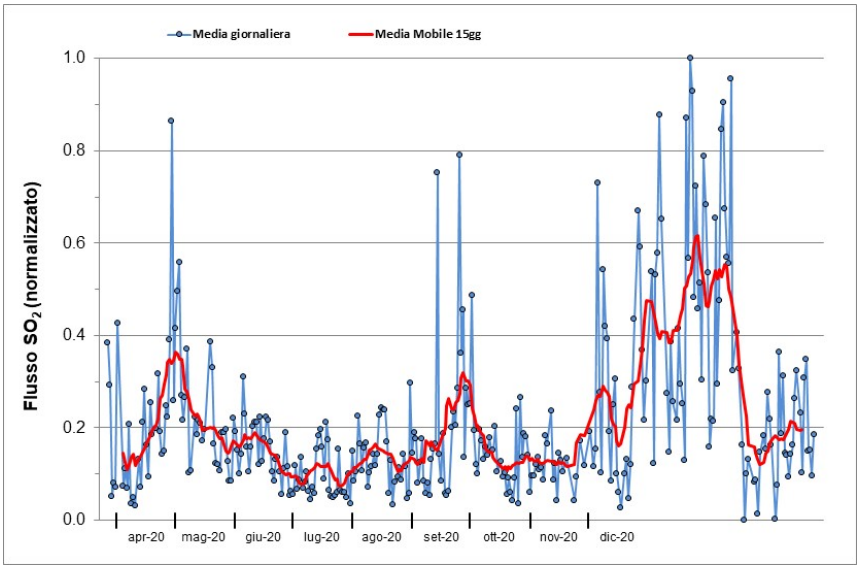


Fig. 7.1 - *Misure normalizzate del flusso di SO2 registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno*

Flussi CO2 dal suolo (Rete Etnagas) Il flusso di CO2 emesso dal suolo registrato dalla rete EtnaGAS non mostra variazioni significative rispetto alla settimana precedente attestandosi su valori medio bassi.

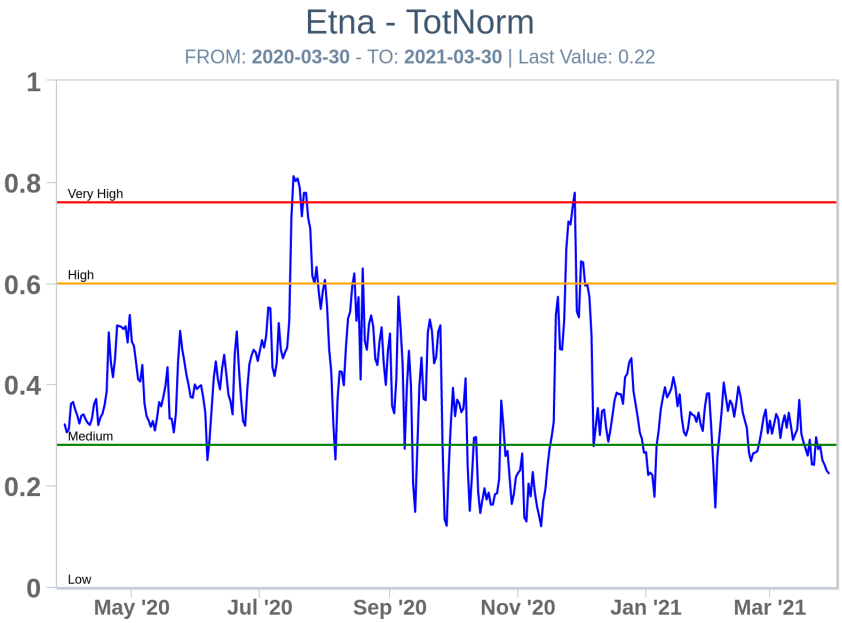


Fig. 7.2 - *Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO2 esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi-settimanale).*

CO2 in falda (Rete EtnaAcque): La pressione parziale della CO2 disciolta nella falda non evidenzia variazioni significative rispetto alla media stagionale. I valori si mantengono su un livello basso.

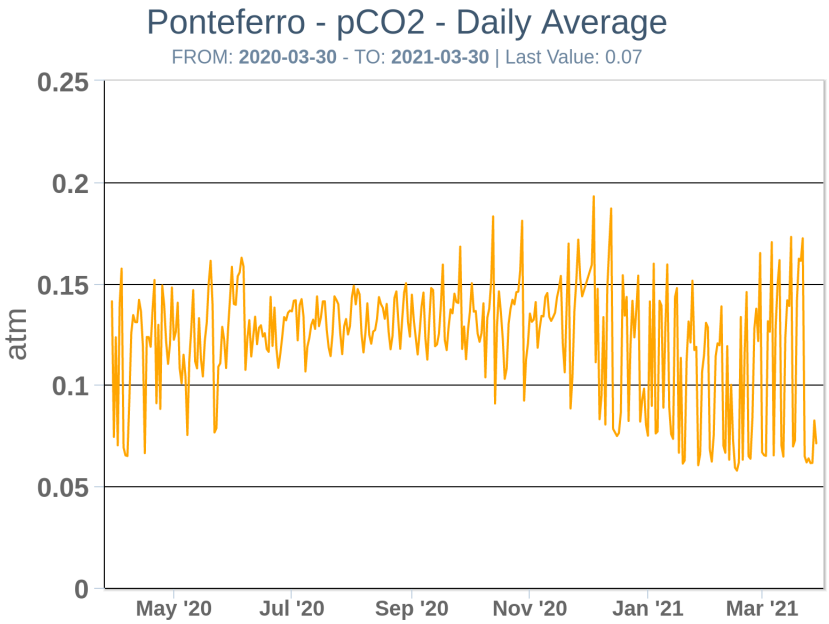


Fig. 7.3 - *Andamento temporale della pressione parziale di CO2 disciolta nelle acque della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).*

C/S nel plume (Rete EtnaPlume): Non sono disponibili valori aggiornati. A causa delle condizioni meteo e dello stato d'attività non è stato possibile procedere all'installazione di una nuova stazione.

Isotopi He (campionamento in discreto): Non si dispone di valori aggiornati del rapporto

isotopico del'elio. Gli ultimi dati relativi al campionamento del 11/03/2021 (0.79 R/Ra) sono i più alti negli ultimi 12 mesi.

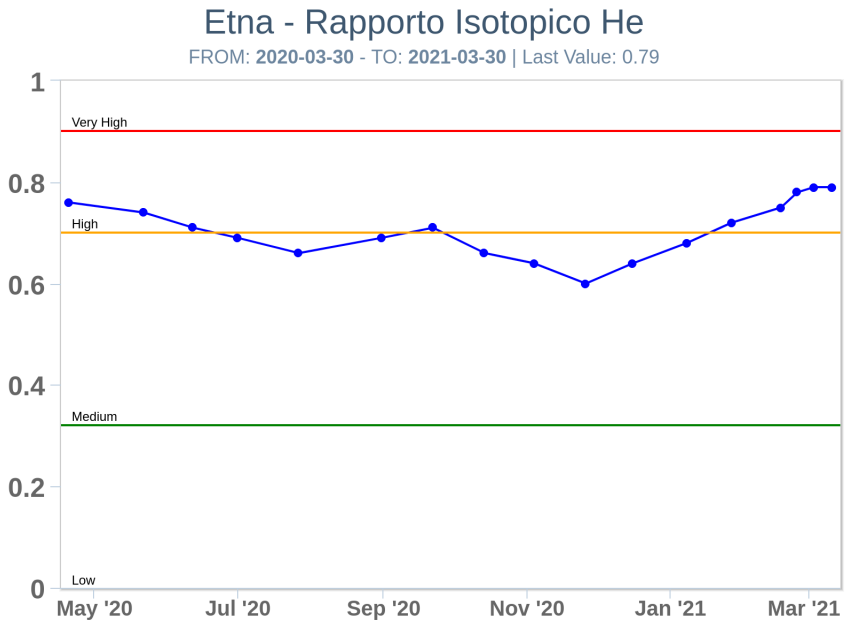


Fig. 7.4 - *Andamento medio del rapporto isotopico dell'elio nelle cinque manifestazioni periferiche (dati normalizzati).*

8. OSSERVAZIONI SATELLITARI

L'attività termica dell'Etna è stata seguita tramite l'elaborazione di immagini satellitari multispettrali acquisite dai sensori SEVIRI, MODIS, SENTINEL-3 SLSTR e VIIRS. Le elaborazioni dei dati MODIS sono state condotte con il sistema HOTSAT. Le elaborazioni dei dati SENTINEL-3 e VIIRS sono state eseguite con il sistema FlowSat che è ancora in una fase sperimentale perché non è stata ancora completata la validazione dell'algoritmo di analisi delle immagini. In Figura 8.1 sono mostrate (sotto) la sequenza di immagini SEVIRI che traccia la dispersione della cenere durante la fontana di lava del 24 marzo 2021; (centro) vista del campo lavico dall'immagine SENTINEL-2 del 25 marzo 2021 e (sopra) la stima del potere radiante calcolato da dati SEVIRI, MODIS, SENTINEL-3 e VIIRS dal primo febbraio al 29 marzo 2021. Il valore di potere radiante ottenuto dall'ultima immagine SEVIRI in cui è stata rilevata attività termica (09h:12m GMT del 29 marzo) è di poco più di 1 GW.

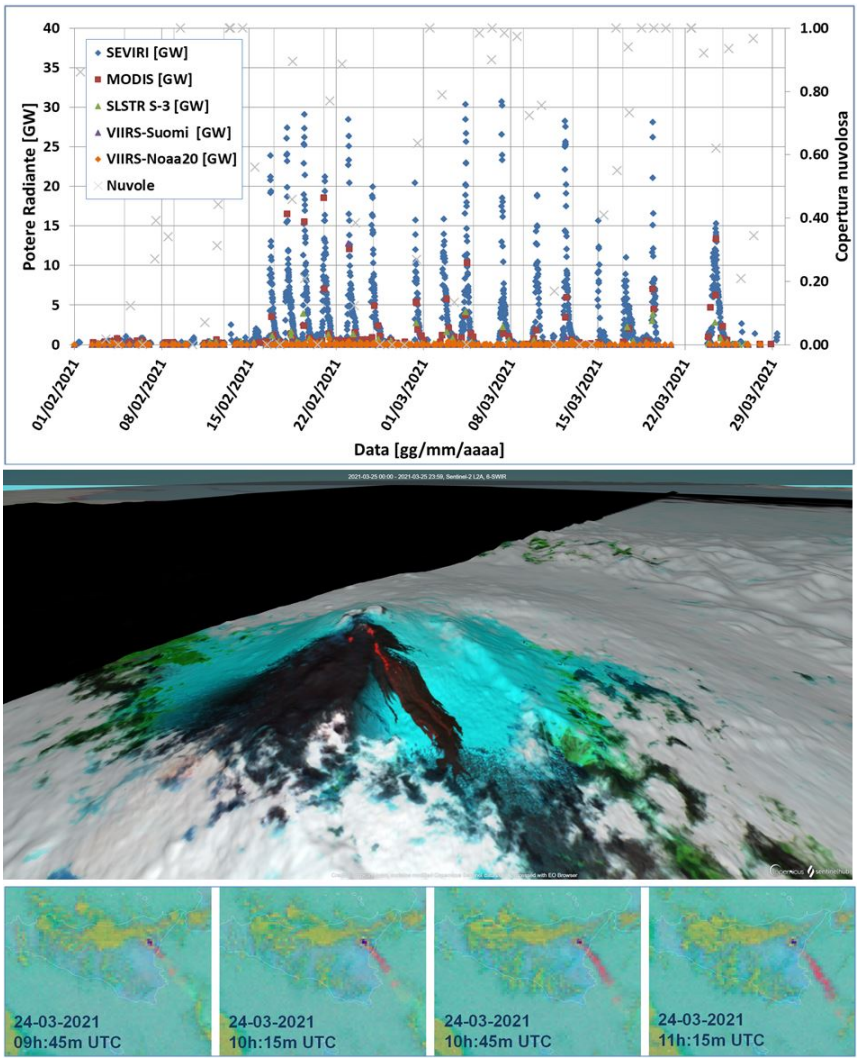


Fig. 8.1 - *(in alto) Flusso radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 (triangolo verde) e VIIRS (rombo giallo e triangolo viola) da 1 febbraio a 29 marzo 2021. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità. (al centro) SWIR composita dell'immagine Sentinel-2 del 25 marzo 2021 (basata sulle bande 12, 8a e 4, risoluzione spaziale 20 m), in cui è visibile l'attività termica sommitale. (in basso) Sequenza di immagini SEVIRI RGB composite (canali IR8.7, IR10.8 e IR12.0) che traccia la dispersione della cenere durante la fontana di lava del 24 marzo 2021 dalle 09:45 alle 11:15 UTC.*

9. STATO STAZIONI

Tab.9.1 Stato di funzionamento delle reti

Rete di monitoraggio	Numero di stazioni con acq. < 33%	Numero di stazioni con acq. compreso tra 33% e 66%	N. di stazioni con acq. > 66%	N. Totale stazioni
Sismologia	4	2	23	29
Telecamere	1	1	12	14
Geochimica Etna Acque	1	0	9	10
Geochimica - Etnagas	6	0	6	14
Infrasonica	3	2	5	10
FLAME-Etna	2	0	8	10

Rete di monitoraggio	Numero di stazioni con acq. < 33%	Numero di stazioni con acq. compreso tra 33% e 66%	N. di stazioni con acq. > 66%	N. Totale stazioni
Geochimica - Etna Plume	1	0	0	1

Responsabilita' e proprieta' dei dati
L'INGV, in ottemperanza a quanto disposto dall'Art.2 del D.L. 381/1999, svolge funzioni di sorveglianza sismica e vulcanica del territorio nazionale, provvedendo alla organizzazione della rete sismica nazionale integrata e al coordinamento delle reti simiche regionali e locali in regime di convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile.

L'INGV concorre, nei limiti delle proprie competenze inerenti la valutazione della Pericolosità sismica e vulcanica nel territorio nazionale e secondo le modalità concordate dall'Accordo di programma decennale stipulato tra lo stesso INGV e il DPC in data 2 febbraio 2012 (Prot. INGV 2052 del 27/2/2012), alle attività previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile.

In particolare, questo documento, redatto in conformità all'Allegato A del suddetto Accordo Quadro, ha la finalità di informare il Dipartimento della Protezione Civile circa le osservazioni e i dati acquisiti dalle Reti di monitoraggio gestite dall'INGV su fenomeni naturali di interesse per lo stesso Dipartimento.

L'INGV fornisce informazioni scientifiche utilizzando le migliori conoscenze scientifiche disponibili; tuttavia, in conseguenza della complessità dei fenomeni naturali in oggetto, nulla può essere imputato all'INGV circa l'eventuale incompletezza ed incertezza dei dati riportati e circa accadimenti futuri che differiscano da eventuali affermazioni a carattere previsionale presenti in questo documento. Tali affermazioni, infatti, sono per loro natura affette da intrinseca incertezza.

L'INGV non è responsabile dell'utilizzo, anche parziale, dei contenuti di questo documento da parte di terzi, e/o delle decisioni assunte dal Dipartimento della Protezione Civile, dagli organi di consulenza dello stesso Dipartimento, da altri Centri di Competenza, dai membri del Sistema Nazionale di Protezione Civile o da altre autorità preposte alla tutela del territorio e della popolazione, sulla base delle informazioni contenute in questo documento. L'INGV non è altresì responsabile di eventuali danni recati a terzi derivanti dalle stesse decisioni.

La proprietà dei dati contenuti in questo documento è dell'INGV. La diffusione anche parziale dei contenuti è consentita solo per fini di protezione civile ed in conformità a quanto specificatamente previsto dall'Accordo Quadro sopra citato tra INGV e Dipartimento della Protezione Civile.