



Rep. N. 01/2023 ETNA

ETNA

BOLLETTINO SETTIMANALE

SETTIMANA DI RIFERIMENTO 26/12/2022 - 01/01/2023
(data emissione 03/01/2023)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

- 1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE:** Attività effusiva con flussi lavici in Valle del Leone, degassamento a regime variabile ai crateri sommitali.
- 2) SISMOLOGIA:** Modesta attività sismica da fratturazione; ampiezza media del tremore su livelli medi; localizzazione delle sorgenti in prossimità del Cratere di Sud Est.
- 3) INFRASUONO:** Bassa attività infrasonica; le sorgenti localizzate sono state ubicate nell'area del cratere Bocca Nuova.
- 4) DEFORMAZIONI DEL SUOLO:** Nel corso dell'ultima settimana le reti di monitoraggio delle deformazioni del suolo non hanno registrato variazioni significative. A scala del vulcano si segnala un leggero trend in deflazione.
- 5) GEOCHIMICA:** Flusso di SO₂ su un livello medio.
I valori di flusso di CO₂ dal suolo registrati nell'ultima settimana si attestano su valori medi.
CO₂ in falda (Rete EtnaAcque) mostra variazioni che rientrano nella variabilità stagionale del sito.
Isotopi He (campionamento in discreto): non ci sono aggiornamenti.

- 6) OSSERVAZIONI SATELLITARI:** L'attività termica osservata da satellite in area sommitale è stata di livello alto in corrispondenza dell'eruzione effusiva in area sommitale.

2. SCENARI ATTESI

Attività vulcanica caratterizzata da effusioni laviche da bocche eruttive in area sommitale accompagnata da degassamento e occasionale discontinua attività esplosiva eventualmente associata a formazione di nubi di cenere e ricaduta di prodotti piroclastici grossolani e flussi piroclastici in area sommitale. 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

Durante la settimana di osservazione, il monitoraggio dell'attività vulcanica dell'Etna è stato effettuato mediante l'analisi delle immagini della rete di telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE; Fig.3.1) e mediante sopralluoghi effettuati da personale INGV-OE e guide vulcanologiche nei giorni 31/12/2022 e 01/01/2023.

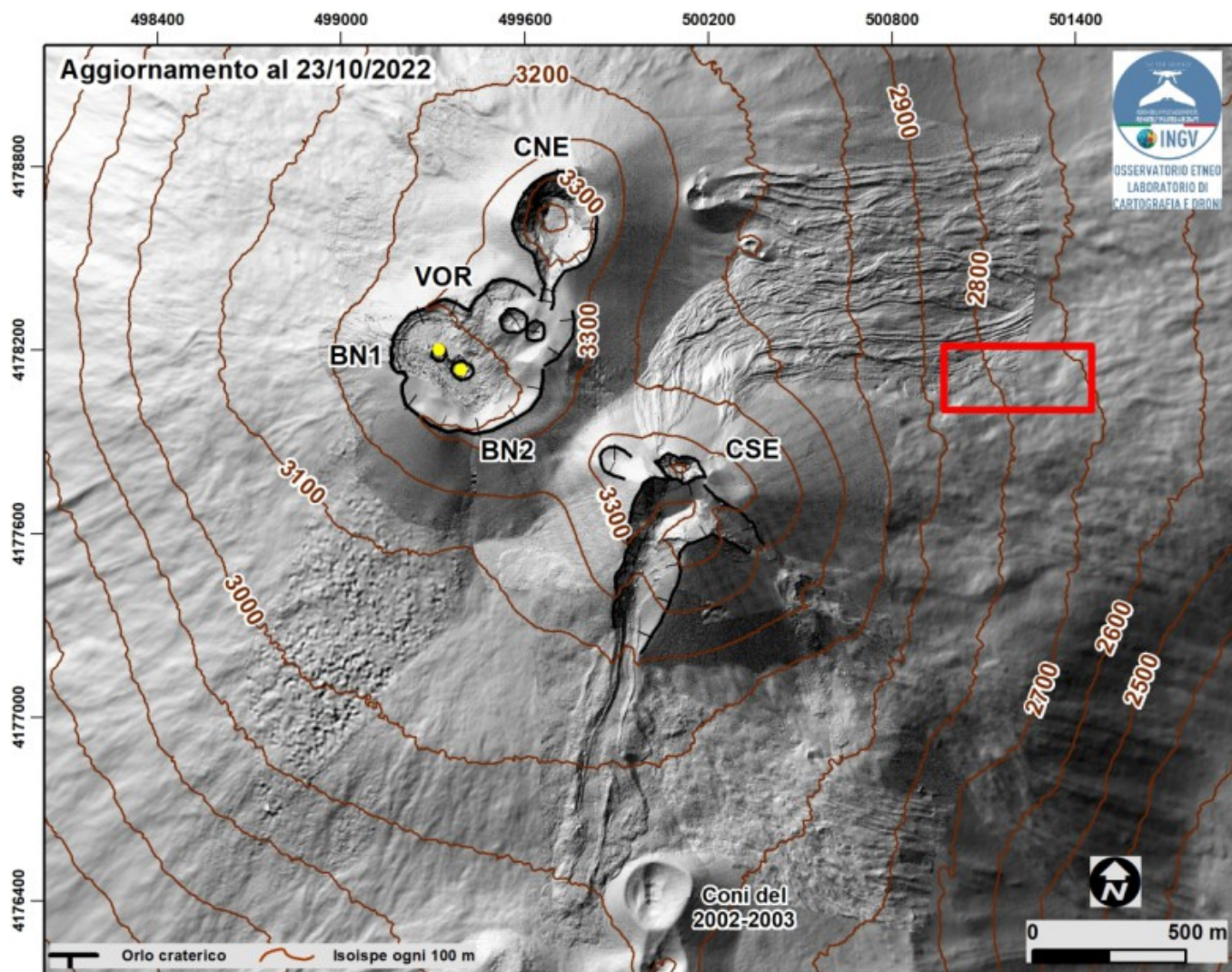


Fig. 3.1 *Modello ombreggiato del terreno dei crateri sommitali dell'Etna ottenuto elaborando le immagini da drone acquisite durante diversi sorvoli (15 e 21 Settembre 2022, 6, 21 e 23 Ottobre), sovrapposto al modello ombreggiato derivato da immagini Pleiades del 22 agosto 2020 (AO Telerilevamento). CSE = Cratere di Sud-Est, CNE = Cratere di Nord-Est, BN = Bocca Nuova, VOR= Voragine. I pallini gialli indicano attività di degassamento, il rettangolo rosso delimita l'area interessata dall'attività effusiva.*

Nel periodo di osservazione, è continuata l'attività effusiva iniziata il 27 novembre c.a. dalla bocca effusiva apertasi alla base nord-orientale del Cratere di Sud-Est ad una quota di circa 2800 m s.l.m. Similmente alle settimane precedenti, l'attività ha mostrato regime effusivo variabile a tratti impulsivo, che ha determinato lo sviluppo di un campo lavico caratterizzato dalla sovrapposizione di diversi flussi lavici con espansione nella Valle del Leone e Valle del Bove. Dall'integrazione delle immagini termiche delle telecamere di sorveglianza INGV-OE e dalle immagini satellitari Sentinel-2 L2A (Sentinel Hub ESA), si è osservato che il fronte lavico più avanzato giorno 30 dicembre si attestava alla quota di circa 2200 m (Fig 3.2). Il volume di lava eruttato finora è stato stimato in circa 1 milione di m³.



Fig. 3.2 *Mappa del campo lavico aggiornata al 30 Dicembre 2022, eseguita analizzando le immagini satellitari Sentinel del 28 e 30 Dicembre. L'immagine di background è il modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale dell'Etna, ottenuto elaborando le immagini da drone acquisite durante diversi sorvoli (15 e 21 Settembre 2022, 6, 21 e 23 Ottobre), sovrapposto al modello ombreggiato derivato da immagini Pleiades del 22 agosto 2020 (AO Telerilevamento). CSE = Cratere di Sud-Est.*

I sopralluoghi effettuati hanno permesso di constatare che il campo lavico è molto complesso e sfrangiato, con colate che tendono a digitarsi rallentando la loro velocità e con formazione anche di diversi ingrottamenti (Fig 3.3).

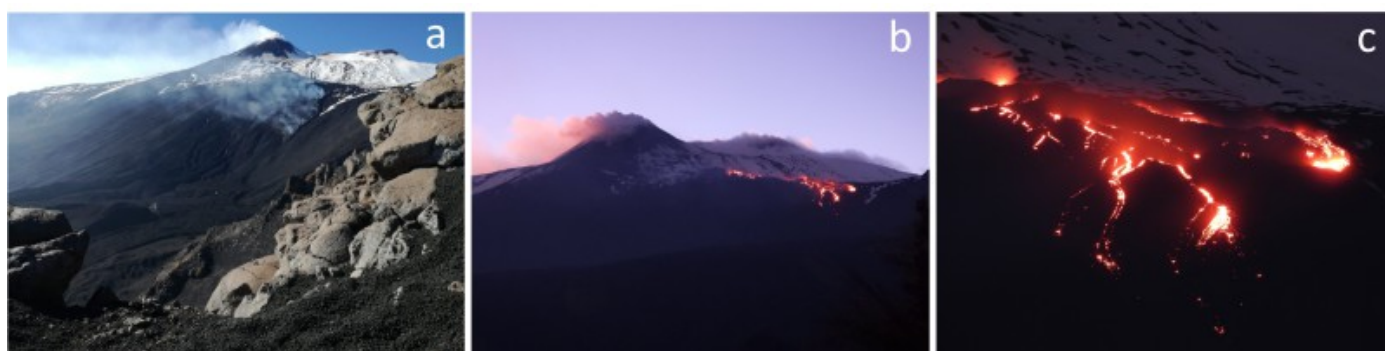


Fig. 3.3 *Foto del campo lavico dell'attuale fase eruttiva in Valle del Bove, riprese sia da contrada Serracozzo (bordo settentrionale della Valle del Bove, foto a di F. Ferrari), sia da Monte Fontane (versante orientale dell'Etna, foto b e c di B. Behncke).*

Per quanto riguarda i crateri sommitali, l'attività è stata caratterizzata da un degassamento a regime variabile prevalentemente a carico del cratere Bocca Nuova (Fig 3.4).

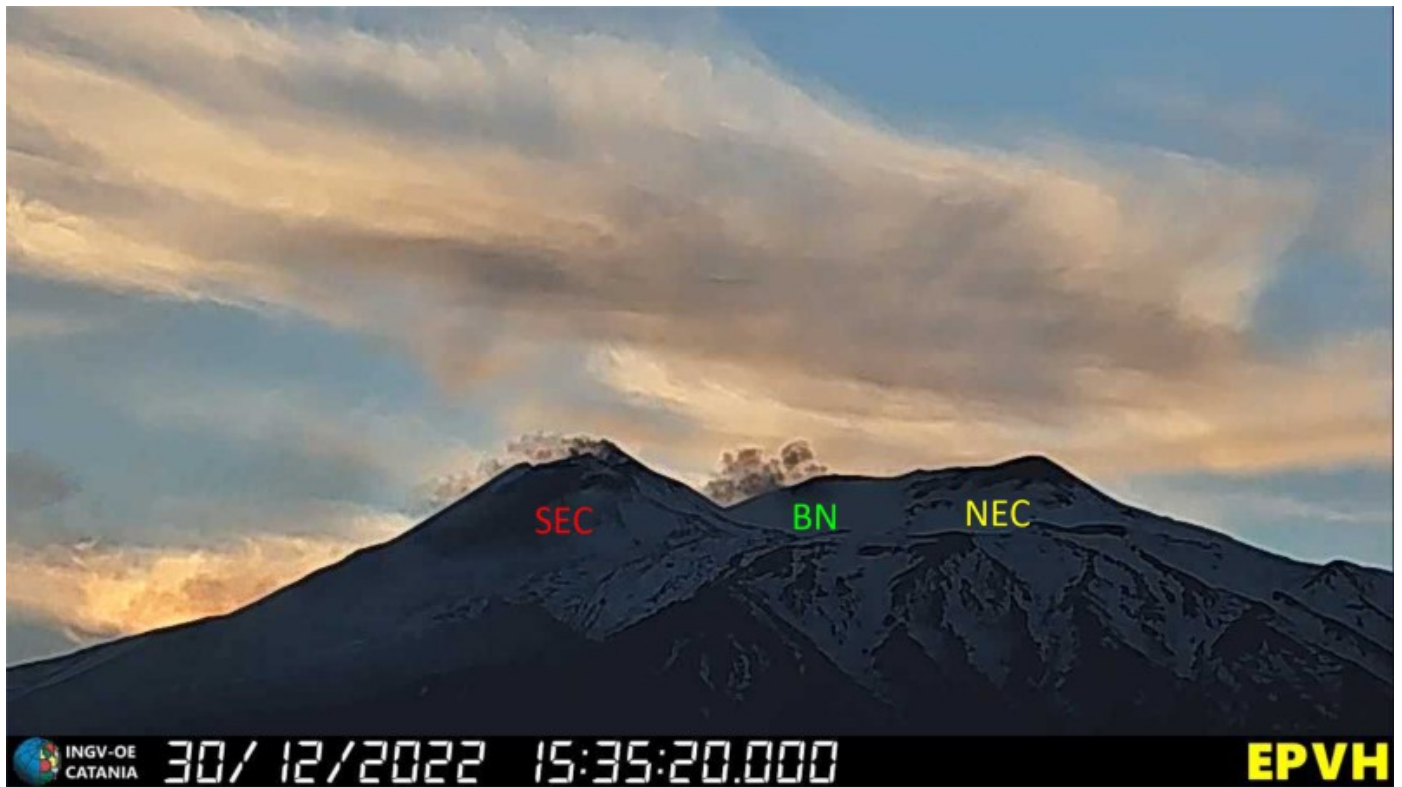


Fig. 3.4 Immagine ripresa dalla telecamera di sorveglianza INGV-OE posta a Piedimonte Etneo che mostra l'attività di degassamento dai crateri sommitali.

4. SISMOLOGIA

Nel corso della settimana in oggetto la sismicità da fratturazione è stata caratterizzata da 2 eventi di Magnitudo 2.8 e 2.1 registrati giorno 1 gennaio alle ore 00:11 ($M=2.1$) e alle 10:28 (2.8) (Fig. 4.1 e Tab 4.1). Gli eventi risultano localizzati a circa 2km dall'abitato di Ragalna ad una profondità di circa 1.5 Km sotto il livello del mare.

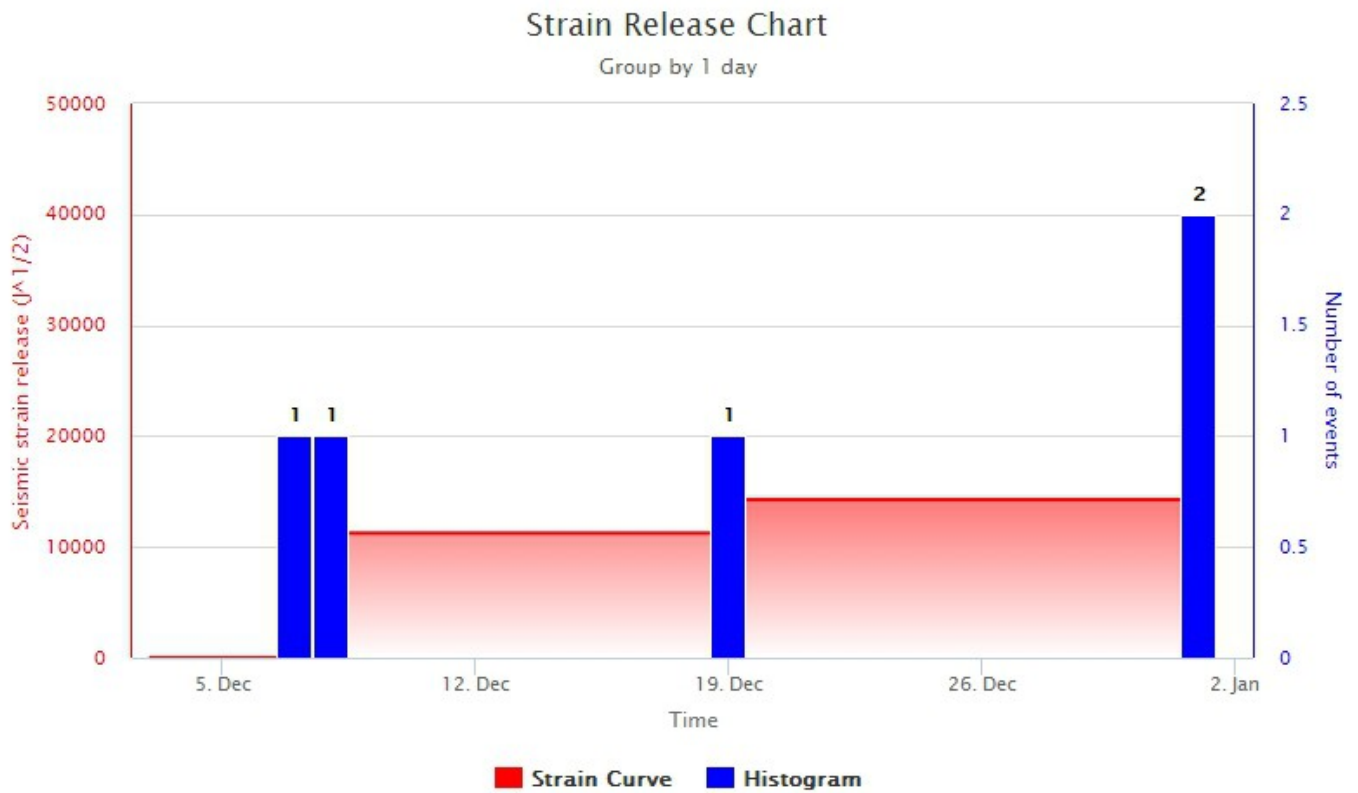


Fig. 4.1 *Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con M_I pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultimo mese.*

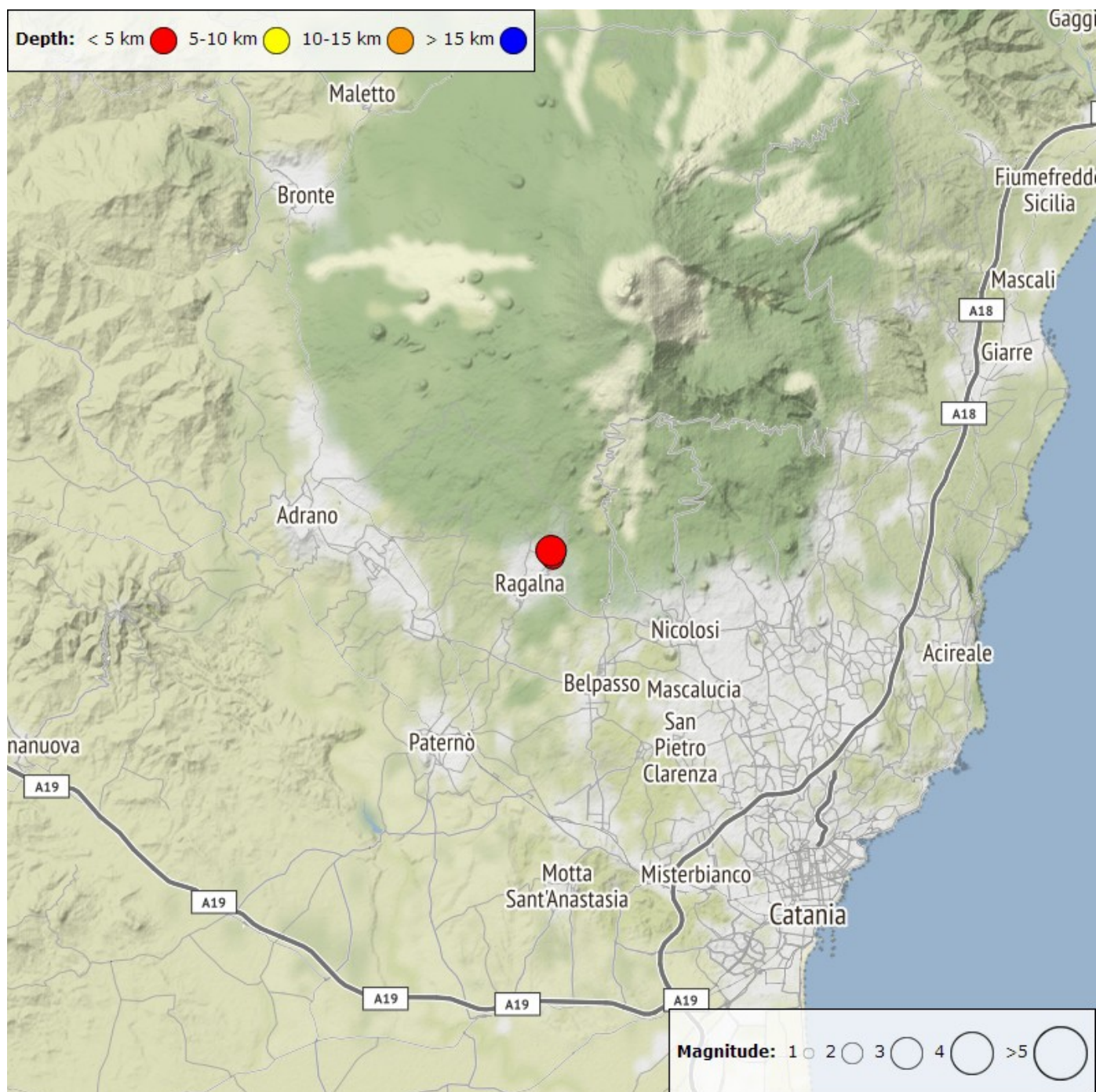


Fig. 4.2 Distribuzione della sismicità con *ML* pari o superiore a 2.0 nell'ultima settimana.

Tabella. 4.1 - Tabella dei terremoti con *ML* $\geq$ 2

DateTime	ML	Prof. (km)	Area epicentrale
01/01/2023 00:11	2.1	1.6	1.8 km NE from Ragalna (CT)
01/01/2023 10:28	2.8	1.4	1.9 km NE from Ragalna (CT)

L'ampiezza media del tremore vulcanico (Fig. 4.3), si è mantenuta nella fascia dei valori medi per tutta la settimana. Le sorgenti sono state ubicate mediamente in un'area prossima al Cratere di Sud-Est, ad una profondità tra 2700 e 2900 metri al di sopra del livello del mare (Fig. 4.4).



Fig. 4.3 Andamento temporale dell'ampiezza 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).

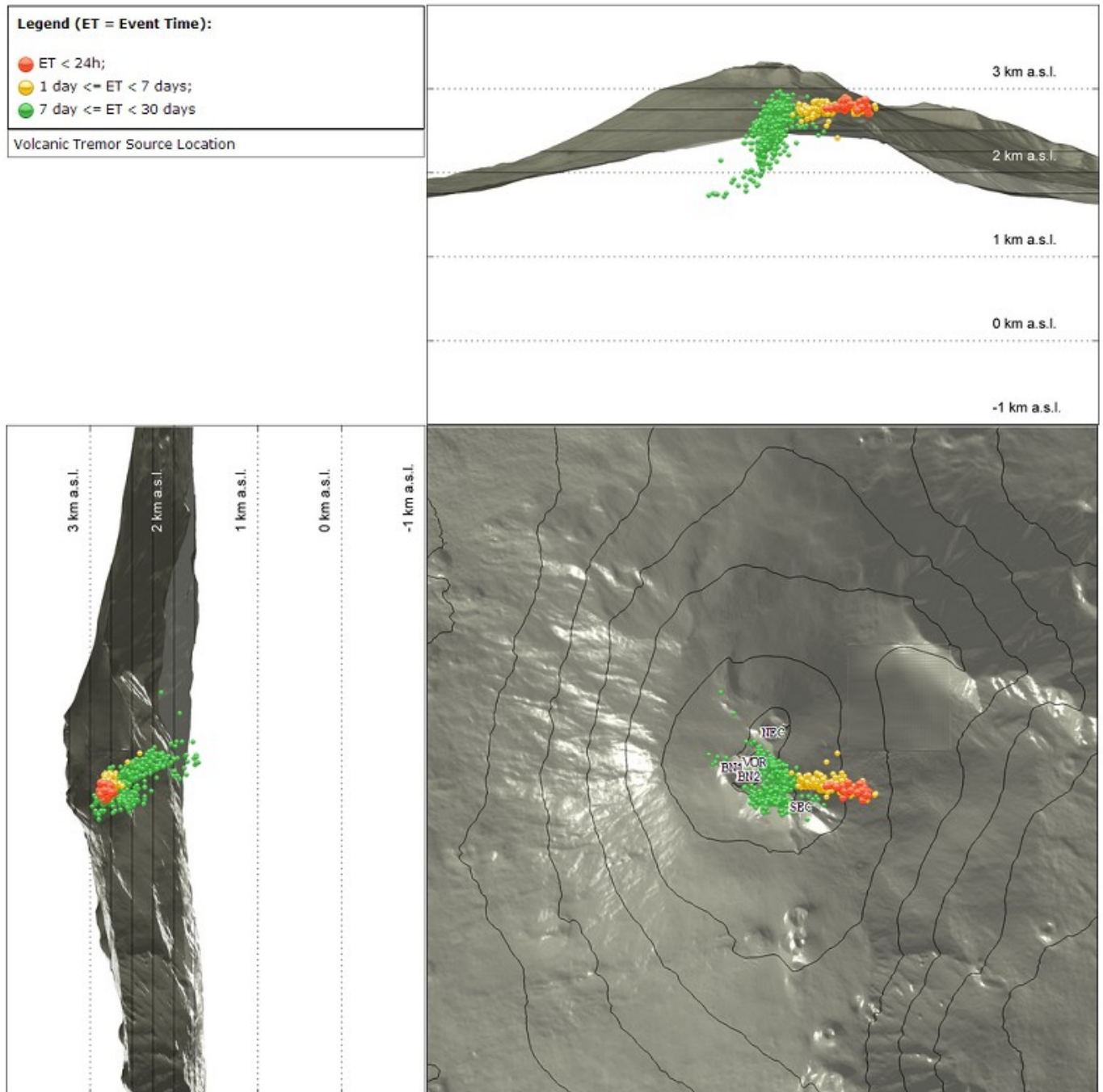


Fig. 4.4 Localizzazione della sorgente del tremore vulcanico (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).

5. INFRASUONO

Durante la settimana l'attività infrasonica è rimasta bassa e le sorgenti risultano localizzate nell'area del cratere Bocca Nuova. La presenza di vento può aver condizionato la rilevabilità degli eventi.



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

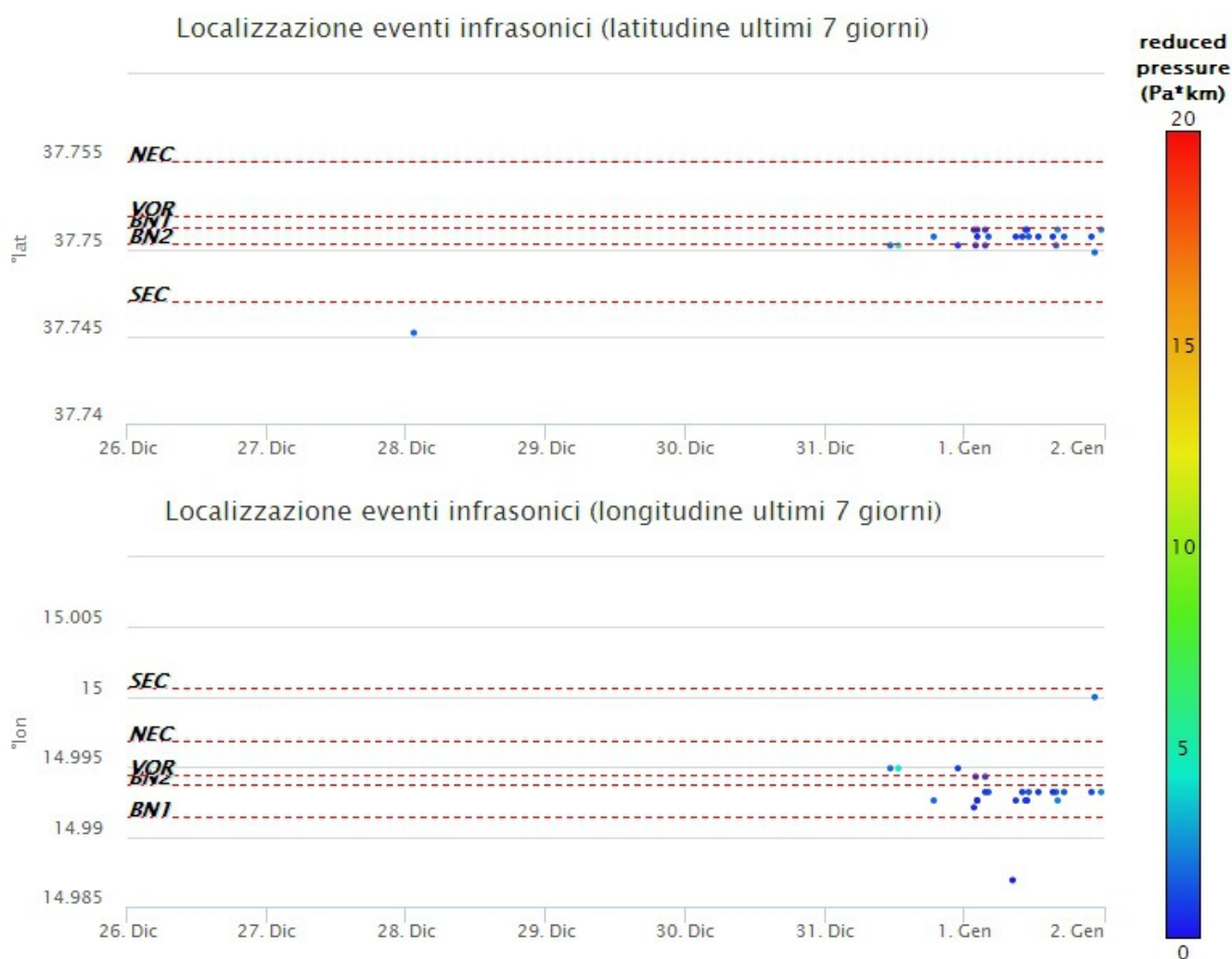


Fig. 5.2 Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultima settimana. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2= cratere 2 Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore dell'indicatore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

6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

GNSS.

L'analisi dei dati della rete di stazioni GNSS permanenti, acquisiti ad alta frequenza, non ha mostrato variazioni significativamente al di fuori della variabilità statistica del dato. Come esempio, si riporta l'andamento della variazione della dilatazione areale del triangolo tra le tre stazioni sommitali Pizzi Deneri (EPDN), Cratere del Piano (ECPN) e Punta Lucia (EPLU) misurato nel corso dell'ultima settimana. A scala del vulcano, si segnala un leggero trend in deflazione nel corso dell'ultimo mese, come risulta dal l'andamento della variazione della dilatazione areale del triangolo tra le tre stazioni ubicate a media quota a Serra la Nave (ESLN), Monte Egitto (EMEG) e Dammusi (EDAM).

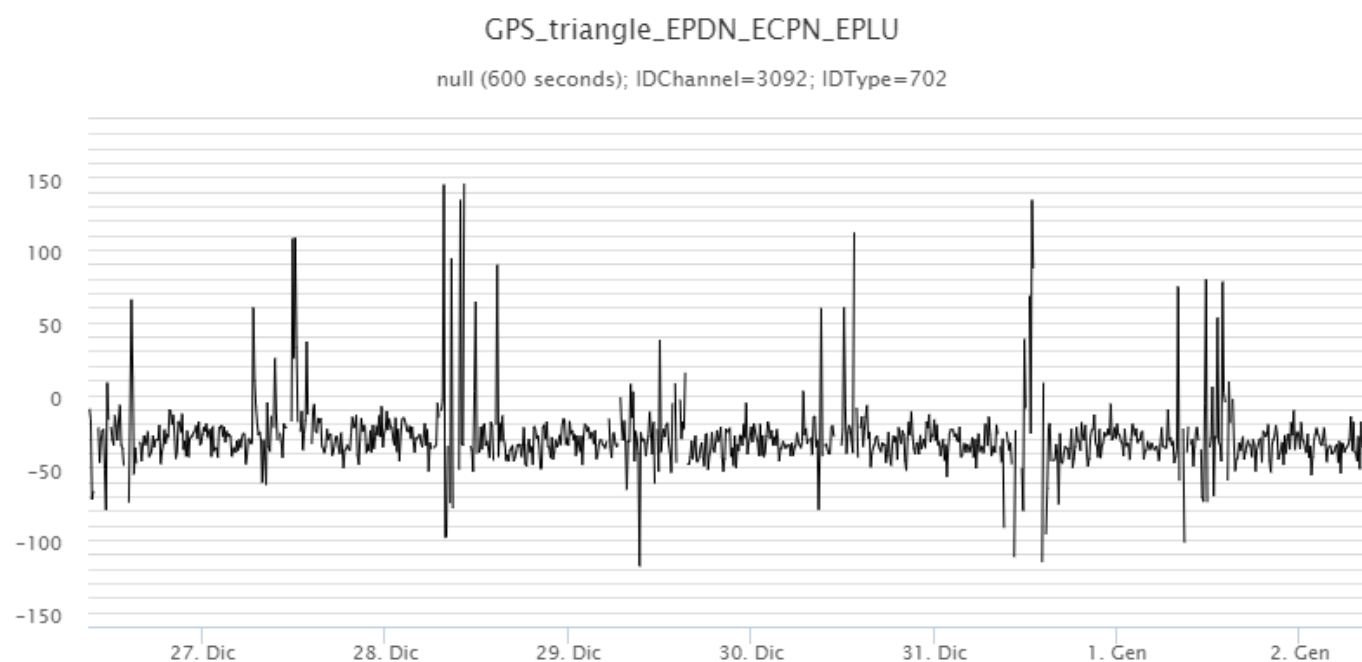


Fig. 6.1 Serie temporale della variazione della dilatazione areale del triangolo EPND-ECPN-EPLU, nel corso dell'ultima settimana

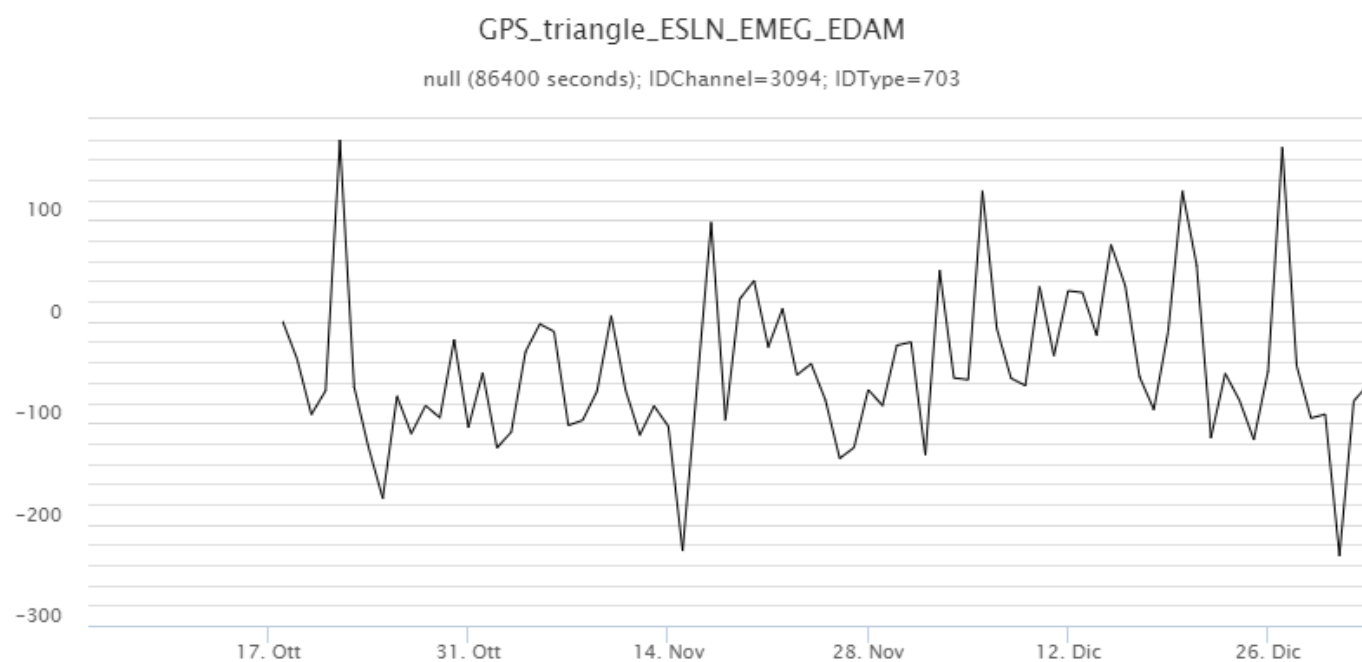


Fig. 6.2 Serie temporale della variazione della dilatazione areale del triangolo ESLN-EMEG-EDAM, nel corso dell'ultimo trimestre

CLINOMETRIA.

I segnali della rete clinometrica operante sull'Etna non hanno mostrato variazioni significative nel corso dell'ultima settimana. Come esempio si mostra il grafico relativo al segnale registrato alla stazione di Pizzi Deneri (PDN), posta sull'alto fianco nord-orientale del vulcano.

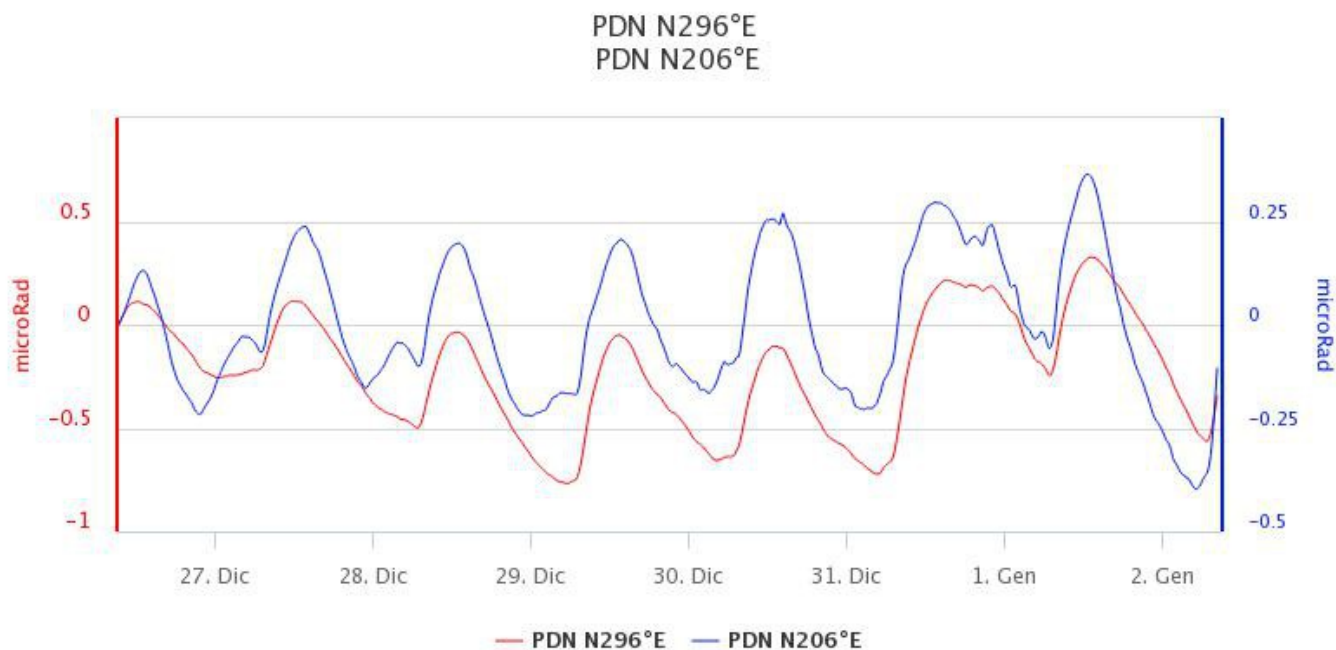


Fig. 6.3 Serie temporale delle componenti N2964E e N206E del clinometro di PDN dell'ultima settimana

7. GEOCHIMICA

Il flusso di SO₂ medio-giornaliero nel periodo in osservazione ha indicato valori stabili su un livello medio

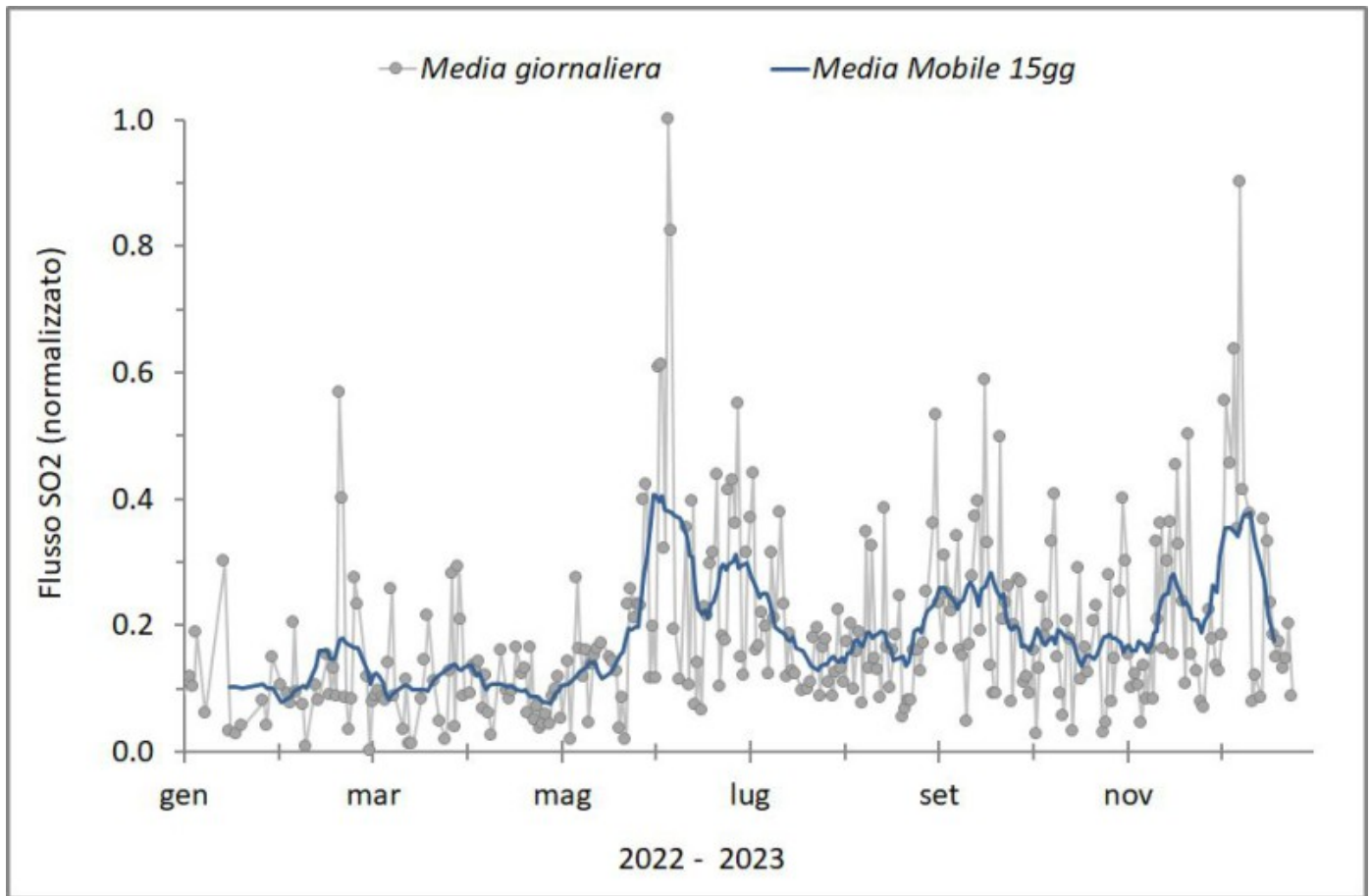


Fig. 7.1 *Misure normalizzate del flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno*

Flussi CO₂ dal suolo (Rete Etnagas). I valori di flusso di CO₂ dal suolo registrati nell'ultima settimana non mostrano variazioni significative e si attestano su valori medi.

Etna – TotNorm

FROM: 2022-01-03 – TO: 2023-01-03 | Last Value: 0.35



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 disciolta in falda (Rete EtnaAcque). La pressione parziale della CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante in località Ponteferro (Santa Venerina) mostra variazioni che rientrano nella variabilità stagionale del sito.

Ponteferro – pCO₂ – Daily Average

FROM: 2022-01-03 – TO: 2023-01-03 | Last Value: 0.15

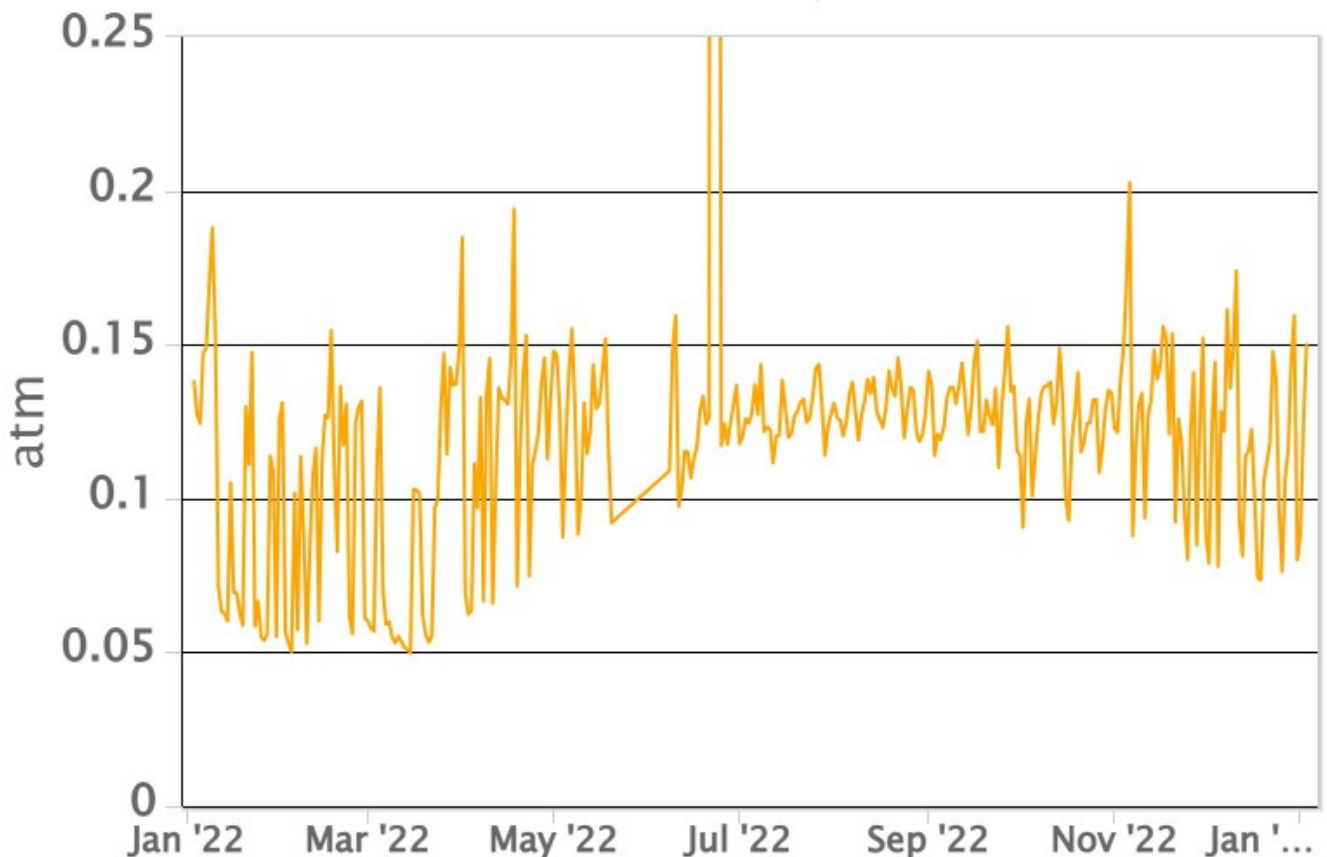


Fig. 7.3 Andamento temporale della pressione parziale di CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

Isotopi He (campionamento in discreto): non ci sono aggiornamenti; l'ultimo dato del 15.12.2022 mostrava un lieve incremento del rapporto isotopico, che si attestava su valori alti.

8. OSSERVAZIONI SATELLITARI

L'attività termica dell'Etna è stata seguita tramite l'elaborazione di una varietà di immagini satellitari con differenti risoluzioni temporale, spaziale e spettrale.

In Figura 8.1 sono mostrate le stime del potere radiante dal primo settembre 2022 al 02 gennaio 2023 calcolate usando immagini multispettrali SEVIRI, MODIS, VIIRS e SENTINEL-3 SLSTR. Nell'ultima settimana, l'attività termica in area sommitale osservata da satellite è stata contrassegnata da anomalie con flusso termico di livello alto, in corrispondenza dell'eruzione effusiva in area sommitale, con un valore max > 920 MW (MODIS) misurato il 01 gennaio 2023 alle ore 00:40 UTC.

In Figura 8.2a è mostrata l'immagine SWIR Sentinel-2 del 2 gennaio 2023 alle ore 09:53 UTC con risoluzione spaziale di 20 m. Da questa immagine è stata ricavata la copertura areale del campo lavico attivo calcolata con un algoritmo Random Forest utilizzando le bande VIS-NIR-SWIR (Fig 8.2b): Area mappa: 0.32 km²; Numero pixel caldi: 820; Lunghezza mappa: 1650 m

Dalle sequenza di immagini Sentinel-2 acquisite dal 28 novembre 2022 al 2 gennaio 2023 è stato calcolato il campo lavico cumulato nell'intero periodo: Area unica: 0.42 km²; Lunghezza unica: 1650 m

In Figura 8.3 sono mostrati il tasso effusivo e il volume cumulato durante l'attività effusiva dell'Etna dal 28

novembre al 26 dicembre 2022 stimati dai dati satellitari MODIS & VIIRS.

Valore massimo del Tasso effusivo medio (rombi rossi) = 3.8 m³/s (01/01/2023 09:18 UTC)

Stima del Volume medio totale (curva rossa) fino alle 08:52 UTC del 02/01/2023 = 3.000.000 m³

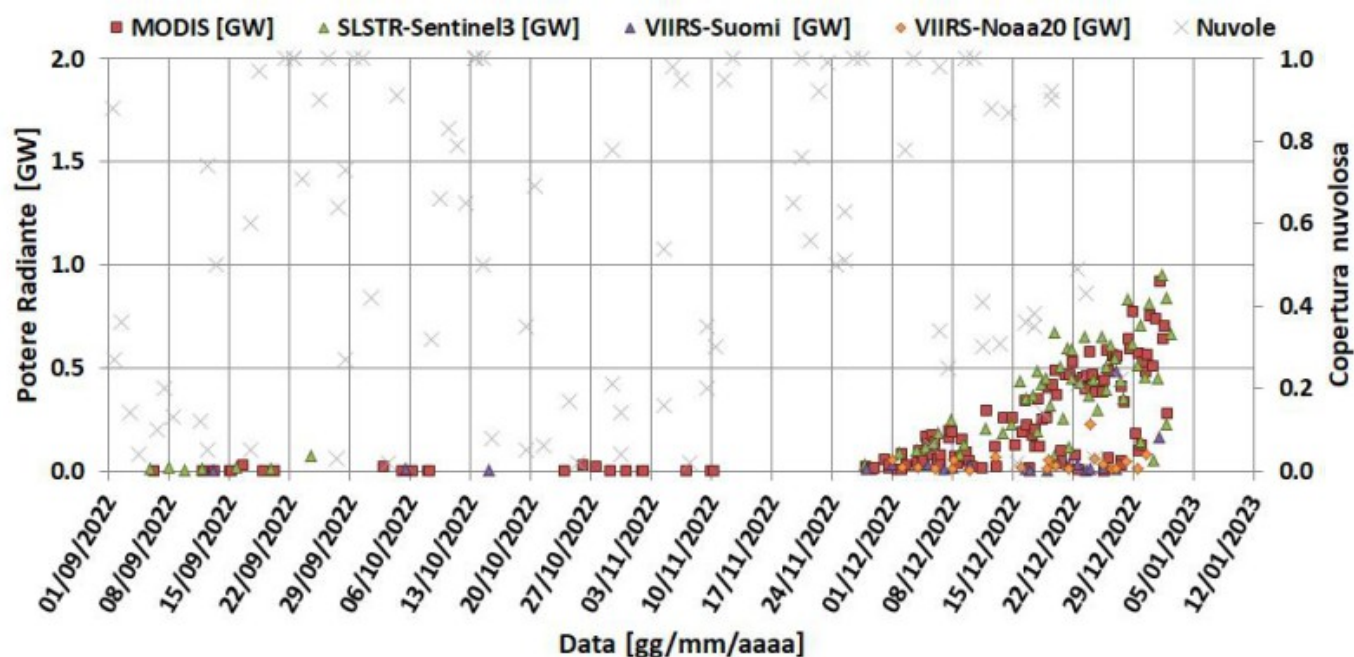


Fig. 8.1 Potere radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso) e SENTINEL-3 (triangolo verde) dal primo settembre 2022 al 2 gennaio 2023. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità.

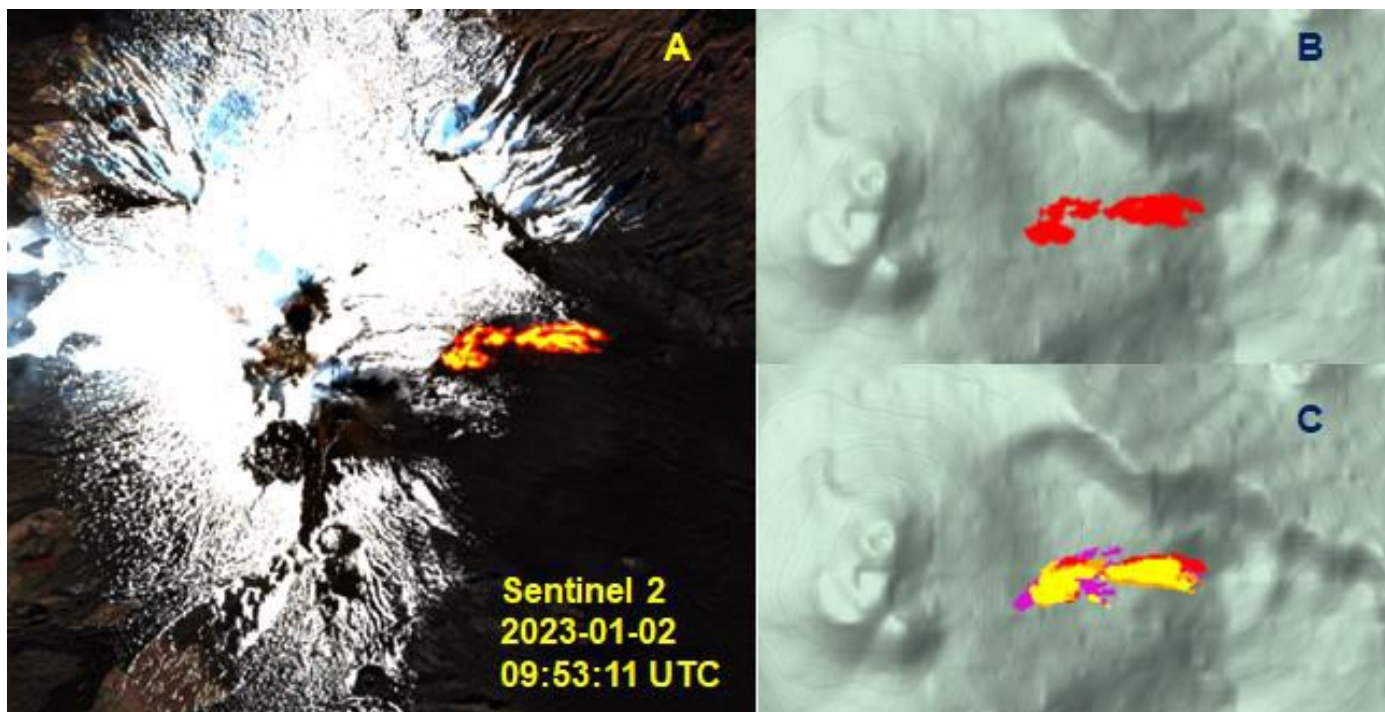


Fig. 8.2 (A) L'immagine Sentinel-2 del 2 gennaio 2023 mostra un'intensa anomalia termica associata con l'eruzione effusiva in corso nell'area sommitale dell'Etna. (B) Mappa del campo lavico attivo costruita analizzando le bande VIS, NIR e SWIR di Sentinel-2 con un modello Random Forest. (C) Mappa del campo lavico cumulato ricavato dalla sequenza di immagini Sentinel-2 dal 28 novembre 2022 al 2 gennaio 2023.

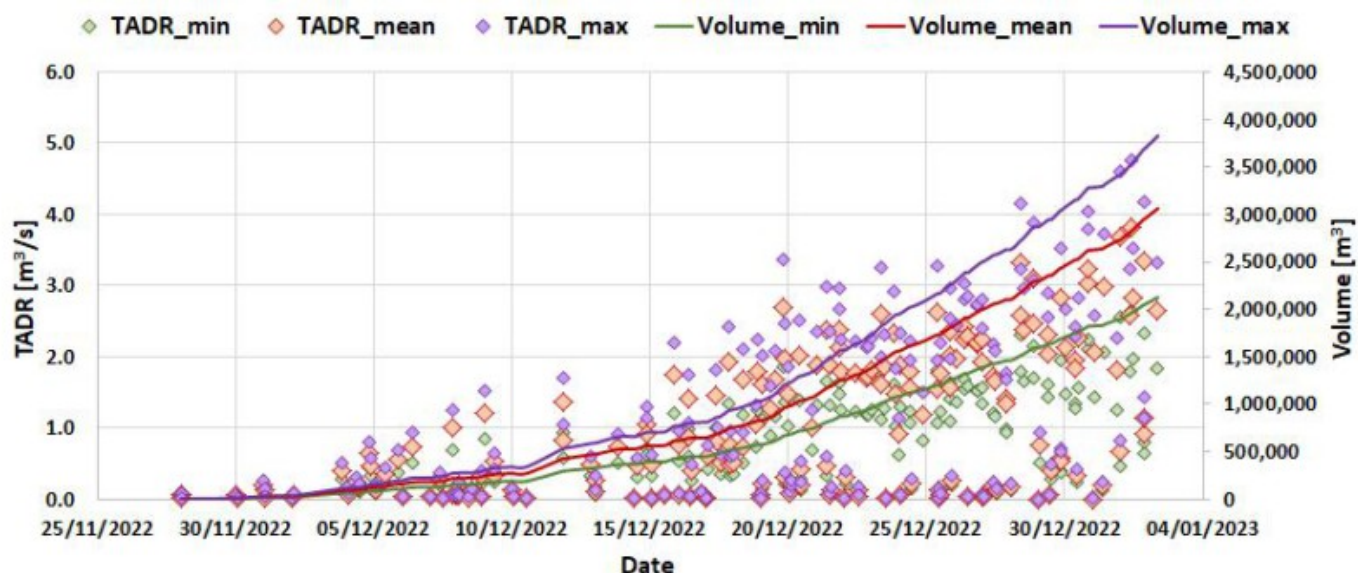


Fig. 8.3 Tasso effusivo e volume cumulato durante l'attività effusiva dell'Etna dal 28 novembre 2022 al 2 gennaio 2023 stimati dai dati satellitari MODIS & VIIRS.

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
FLAME-Etna	3	0	6	9
Geochimica - Etna Plume	1	0	0	1
Geochimica - Etnagas	2	0	12	14
Geochimica Etna Acque	1	0	9	10
Infrasonica	1	0	10	11
Sismologia	3	1	24	28
Telecamere	1	1	12	14

Responsabilità e proprietà 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 sismiche 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 nella convenzione biennale attuativa per le attività di servizio in esecuzione dell'Accordo Quadro tra il Dipartimento della Protezione Civile e l'INGV (Periodo 2022-2025), alle attività previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile. In particolare, questo documento, redatto in conformità all'Allegato Tecnico 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 arrecati 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.