



Rep. N. 24/2022 ETNA

ETNA

BOLLETTINO SETTIMANALE

SETTIMANA DI RIFERIMENTO 06/06/2022 - 12/06/2022

(data emissione 14/06/2022)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

- 1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE:** Attività effusiva con sviluppo di colate laviche all'interno della Valle del Bove e sporadiche e blande emissioni di cenere vulcanica al Cratere di Sud Est.
- 2) SISMOLOGIA:** Bassa attività sismica da fratturazione; l'ampiezza del tremore vulcanico si è mantenuta prevalentemente su livelli medio-alti.
- 3) INFRASUONO:** Moderata attività infrasonica.
- 4) DEFORMAZIONI DEL SUOLO:** L'analisi delle deformazioni del suolo mostra una debole deflazione durante l'ultimo mese. In generale non si osservano variazioni significative.
- 5) GEOCHIMICA:** Flusso di SO₂ su un un livello medio-alto
Il flusso di CO₂ dal suolo si attesta su valori medi bassi.
La pressione parziale di CO₂ disciolta in falda mostra valori nell'ambito della variabilità stagionale.
Gli ultimi dati di He si riferiscono alla data del 01/06/2022 con valori elevati.
- 6) OSSERVAZIONI SATELLITARI:** L'attività termica in area sommitale è stata di livello alto in corrispondenza dell'attività effusiva in corso in area sommitale.
- 7) ALTRE OSSERVAZIONI:** Alle attuali condizioni, le colate di lava restano confinate in Valle del Bove

2. SCENARI ATTESI

Attività esplosiva al Cratere di Sud-Est, eventualmente accompagnata da formazione di nubi di cenere e ricaduta di prodotti piroclastici grossolani e flussi piroclastici in area sommitale, e attività effusiva sommitale con sviluppo di colate laviche all'interno della Valle del Bove. Non è possibile escludere un'evoluzione dei fenomeni in corso 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 impreveduta e rapida, implicando quindi un livello di pericolosità mai nullo.

3. OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE

Il monitoraggio dell'attività vulcanica dell'Etna nel periodo in osservazione, è stato effettuato attraverso l'analisi delle immagini della rete di telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE) e tramite diversi sopralluoghi di terreno eseguiti da personale INGV-OE.

Nel corso della settimana è continuata l'attività effusiva prodotta dalla fessura eruttiva apertasi giorno 29 maggio, tra 2900 e 2700 m s.l.m., nella parte alta della Valle del Bove. Inoltre durante la settimana si sono sviluppati nuovi campi lavici all'interno della Valle del Bove. Figura 3.1 mostra la mappa della colata e quella delle fratture eseguite con l'analisi congiunta di immagini satellitari (Sentinel 11 e 13 Giugno, Planescope dell'11 Giugno), da drone e quelle delle telecamere di videosorveglianza dell'INGV-OE. Ulteriori analisi saranno eseguite al fine di meglio caratterizzare il campo di fratture. La mappa della colata attiva è preliminare a causa della copertura nuvolosa che ostacolava la visibilità.

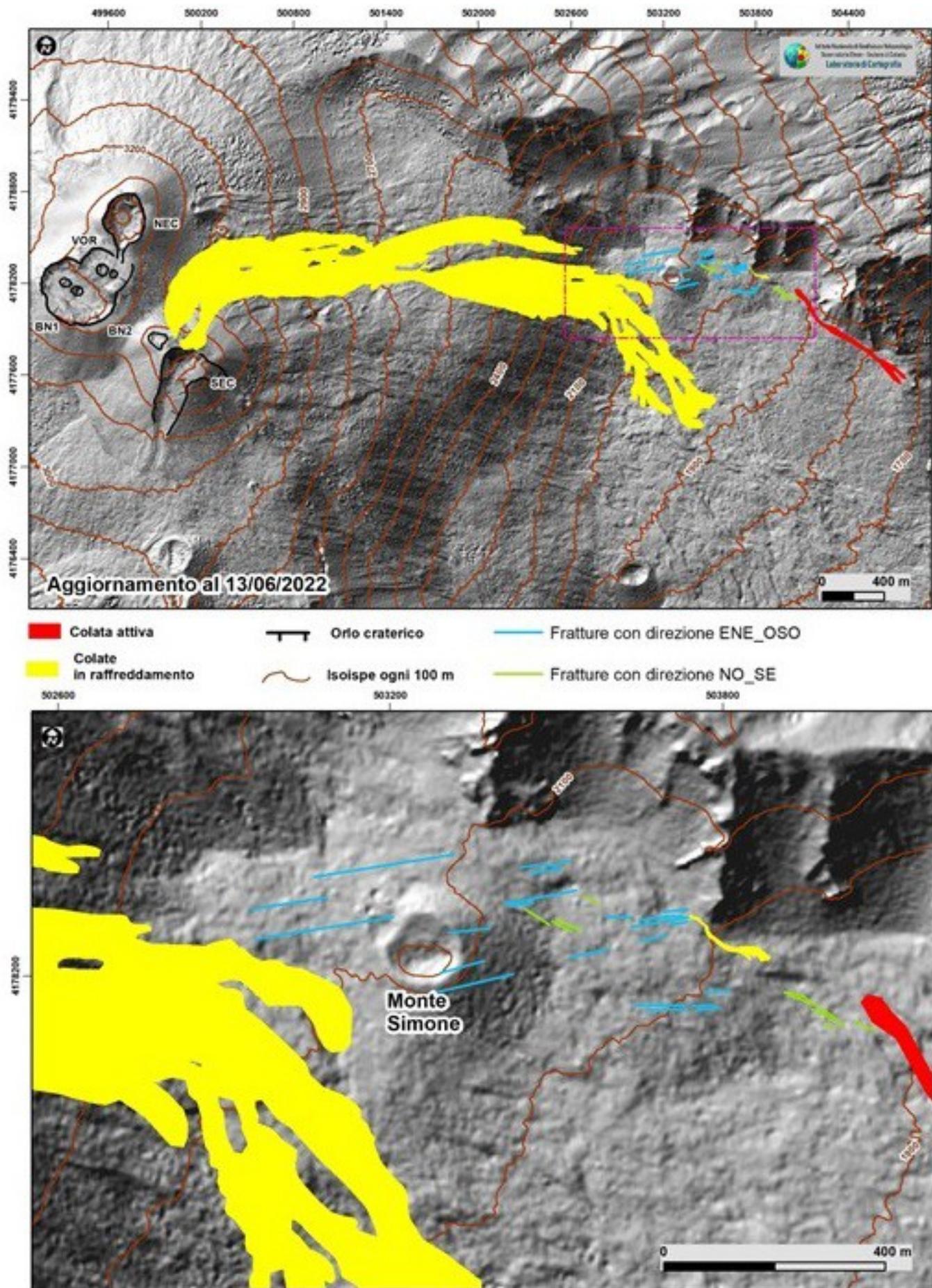


Fig. 3.1 Modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale e mappa della colata aggiornata al 13 Giugno 2022. Zoom dell'area interessata dalle fratture. Base topografica elaborata da immagini Pleiades del 22 Agosto 2020 (AO)

Telerilevamento). Aggiornamento topografico dei crateri ottenuto da elaborazione fotogrammetrica delle immagini del sorvolo in elicottero del 08 Aprile 2022.

E' continuata l'attività effusiva prodotta dalla fessura eruttiva apertasi giorno il 29 maggio, tra 2900 e 2700 m s.l.m. L'analisi delle immagini delle telecamere di video-sorveglianza dell'INGV-OE e diversi sopralluoghi svolti da personale INGV-OE mostravano che i fronti lavici attivi si attestavano ad una quota tra 2000 e 2100 (Fig. 3.2 a, b). Nel corso della settimana la colata era visibilmente in raffreddamento (Fig. 3.2 c). In particolare, giorno 12 giugno (Fig. 2 d), personale INGV-OE ha osservato che era attiva solo la bocca effusiva posta ad una quota di circa 2700 m.

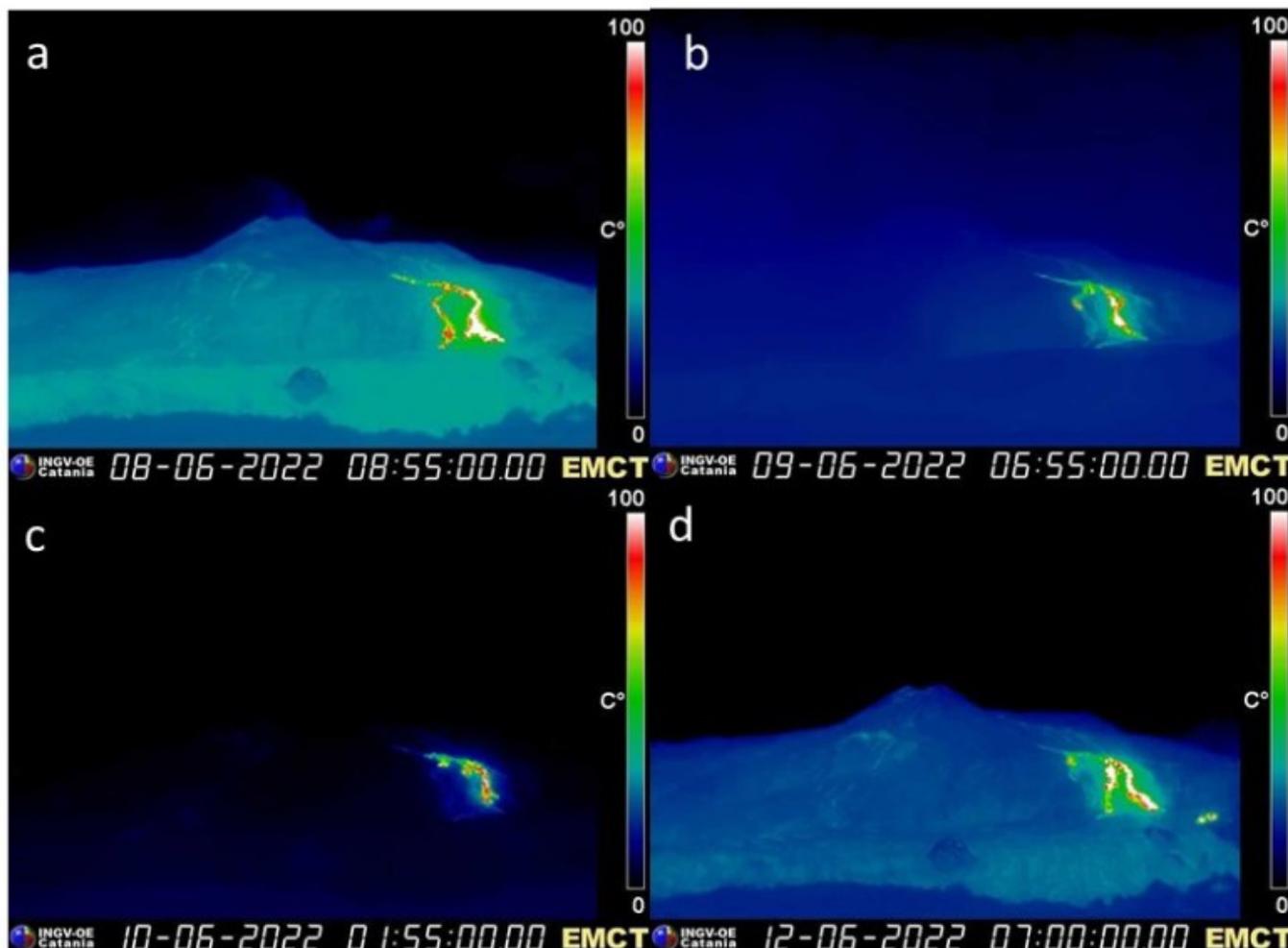


Fig. 3.2 *Attività effusiva prodotta dalla fessura eruttiva apertasi giorno il 29 maggio, tra 2900 e 2700 m s.l.m visibile dalla telecamera EMCT giorno a) 8, b) 9, c) 10 e d) 12 giugno .*

Nel tardo pomeriggio del 7 giugno 2022, si è aperta una nuova frattura alla base della parete settentrionale della Valle del Bove, in zona Serracozzo (Fig. 3.3 a, b). I sopralluoghi svolti da personale INGV-OE giorno 7 e 8 giugno hanno permesso di valutare che il punto di emissione si trovava ad una quota di 1979 m (Fig. 3.3 c). Durante il sopralluogo di giorno 8 giugno, la colata risultava essere scarsamente alimentata e in gran parte in raffreddamento raggiungendo una lunghezza massima di circa 170 m. Il fronte lavico si attestava ad una quota di circa 1938 m (Fig. 3.3 d). E' stato inoltre osservato che questa zona era caratterizzata da un vasto campo di fratture (Fig. 3.3 e), presente anche a circa 100 m a valle della bocca effusiva. Sabato 11 giugno, si è verificata l'apertura di una nuova bocca effusiva ad una quota di circa 1900 m s.l.m. La colata emessa era scarsamente alimentata e il flusso lavico si è espanso per poche decine di metri. Un sopralluogo svolto da personale INGV-OE domenica 12 giugno ha constatato che erano attive tre bocche effusive, il cui fronte più avanzato aveva raggiunto circa 1750 m s.l.m. (Fig. 3.3 f).

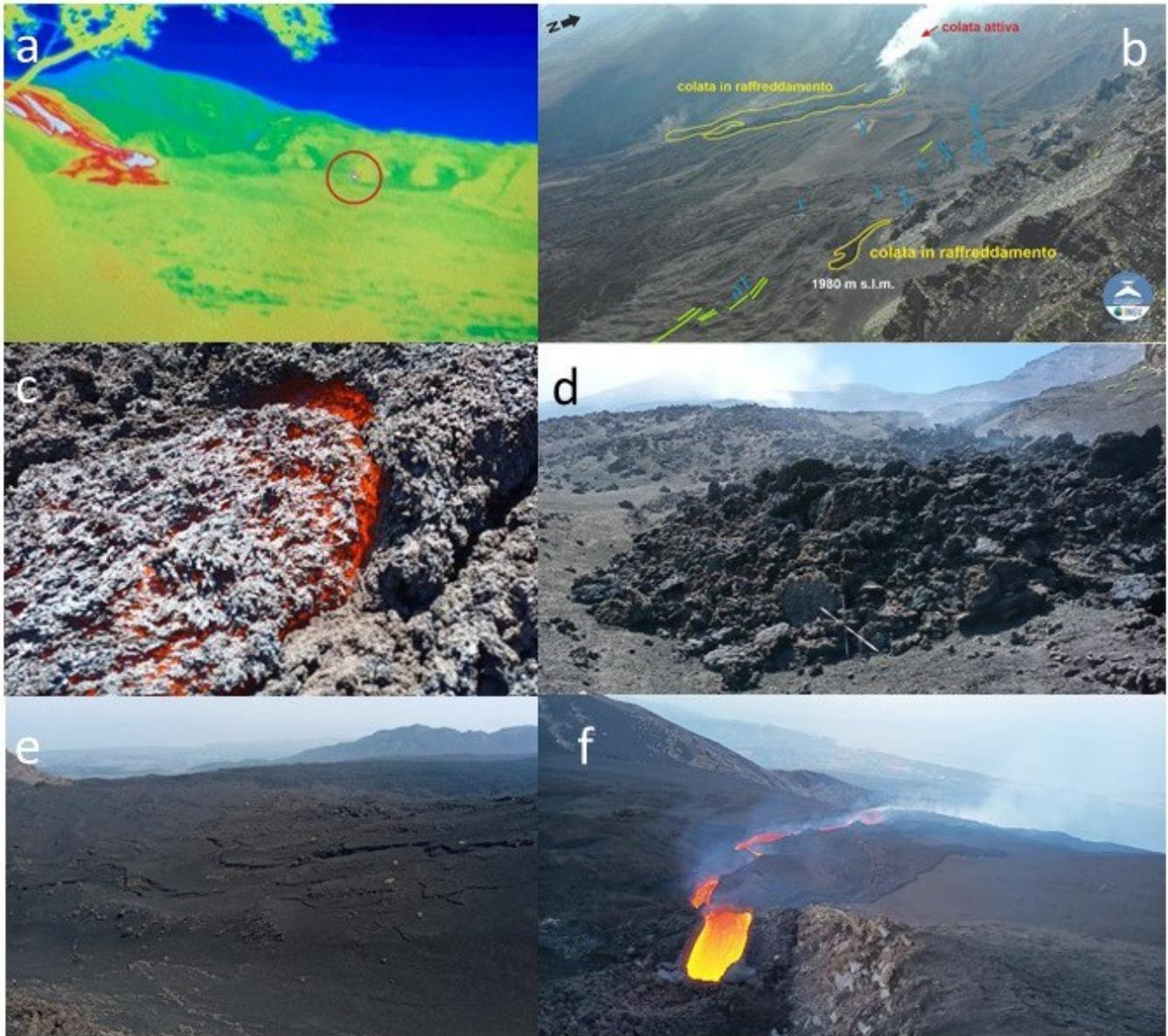


Fig. 3.3 a) Immagine termica della bocca effusiva apertasi giorno 7 giugno in zona Serracozzo; b) Immagine RGB ripresa da drone durante un sopralluogo effettuato in data 8 Giugno 2022. Le immagini scattate giorno 8 giugno mostrano c) la bocca a 1979 m, d) il fronte lavico a 1939 m, e) il campo di fratture osservato durante il sopralluogo del 9 giugno e f) il flusso di lava prodotto dalla fessura eruttiva apertasi giorno 11 giugno. Tutte le immagini sono state scattate da personale INGV-OE.

E' continuata inoltre l'attività esplosiva al Cratere di Sud Est che ha prodotto sporadiche e blande emissioni di cenere che venivano rapidamente disperse in atmosfera (Fig. 3.4 a ,b). Il Cratere Bocca Nuova ed il Cratere di Nord Est non hanno mostrato specifiche variazioni rispetto all'attività osservata nei mesi scorsi con un variabile degassamento intra-craterico, mentre nessuna attività degassamento è stata osservata al Cratere Voragine.

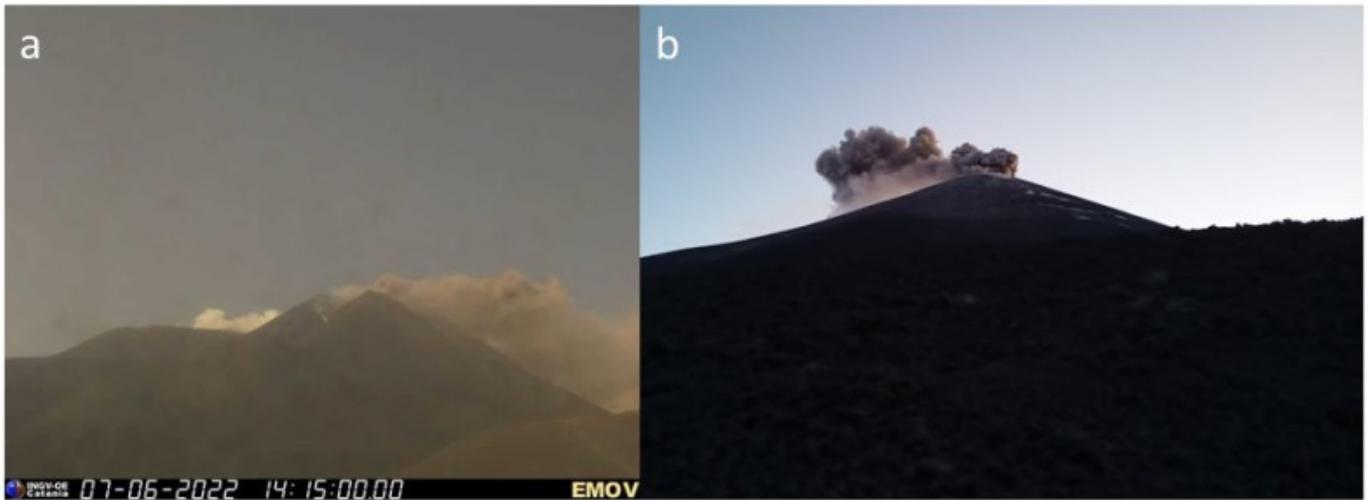


Fig. 3.4 Blande e sporadiche emissioni di cenere osservate al Cratere di Sud Est a) giorno 7 giugno dalla telecamera EMOV alle 14:15 e b) giorno 12 giugno pomeriggio durante un sopralluogo svolto da personale INGV-OE.

4. SISMOLOGIA

Nel corso della settimana in oggetto, è stato registrato solamente un terremoto che ha superato la soglia di magnitudo 2.0 (Fig. 4.1). Tale evento risulta localizzato nel basso versante orientale dell'edificio vulcanico (Fig. 4.2 e Tab. 1).

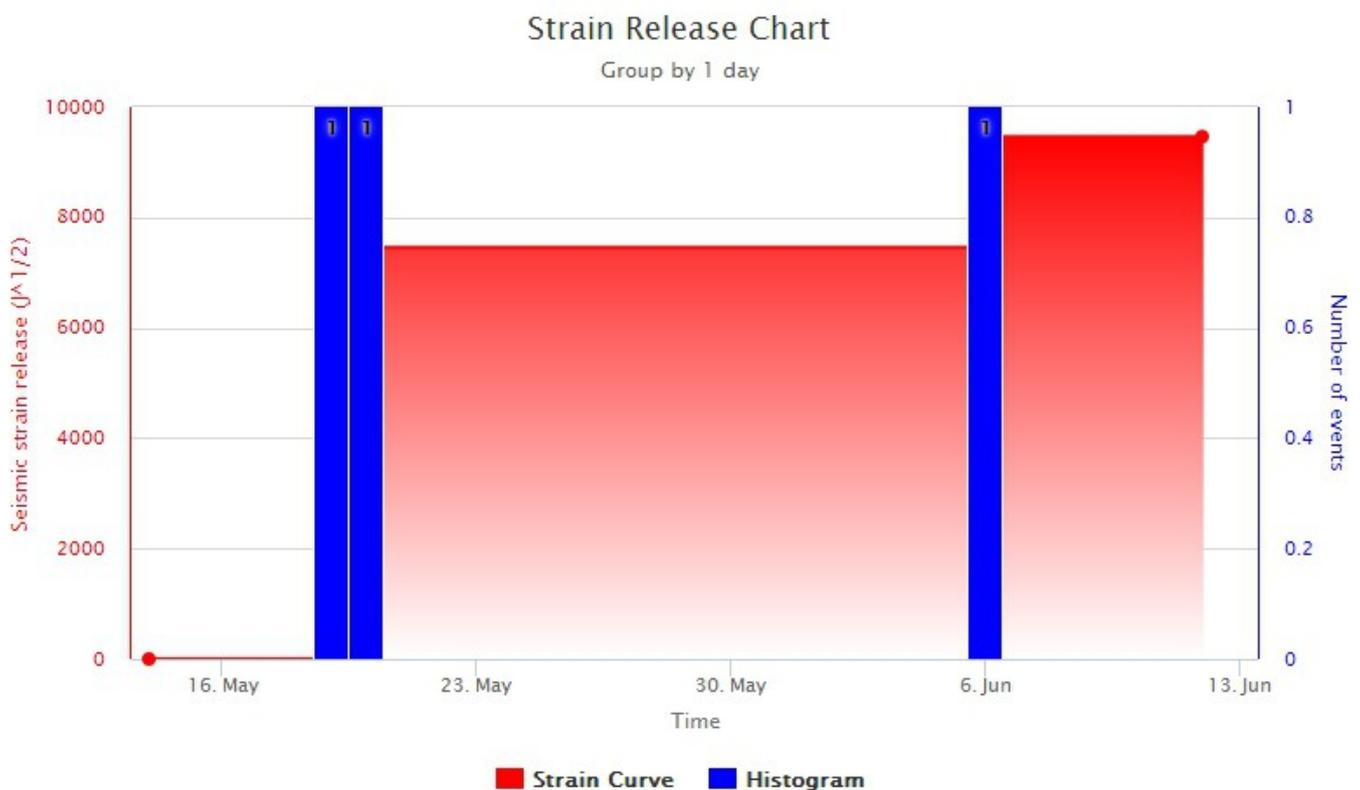


Fig. 4.1 Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con M_l pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultimo mese.

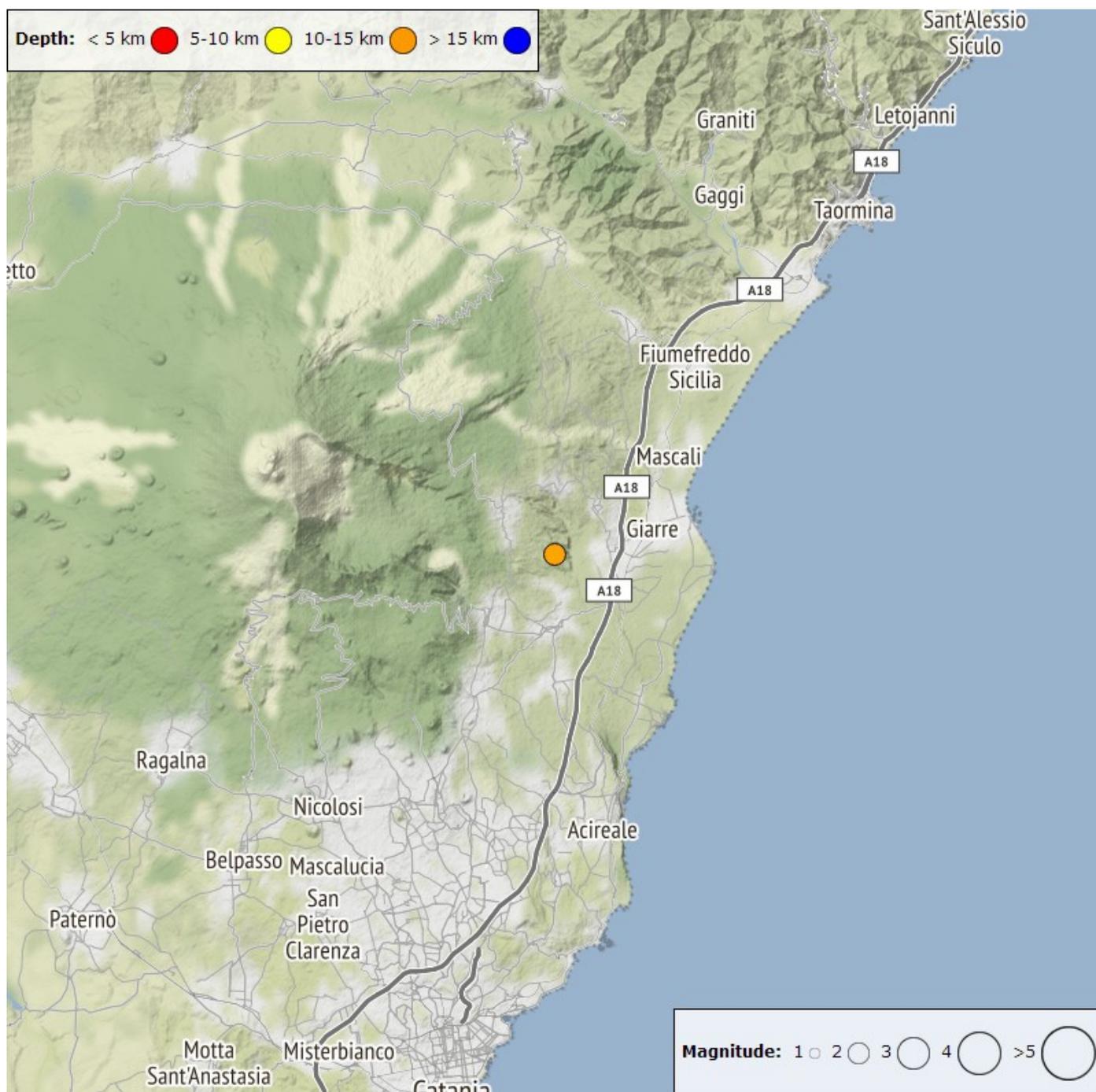


Fig. 4.2 Distribuzione della sismicità con ML pari o superiore a 2.0 nell'ultima settimana.

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

DateTime	ML	Prof. (km)	Area epicentrale
06/06/2022 04:01	2.0	14.2	1.5 km W from Fondo Macchia (CT)

L'andamento temporale dell'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuto prevalentemente su un livello medio-alto, nel corso di tutta la settimana (Fig. 4.3). In particolare, si segnala che l'ampiezza media si è mantenuta, seppur con qualche fluttuazione, su livelli alti nella prima parte della settimana; dalle ore 01:00 circa del 9 giugno l'ampiezza del tremore ha subito un netto decremento attestandosi, sino alla fine della settimana, su valori medi. La localizzazione della sorgente del tremore risulta posta in prossimità del Cratere di Sud-Est, in un intervallo di profondità tra 2900 e 3000 metri al di sopra del livello medio del

mare (Fig. 4.4).

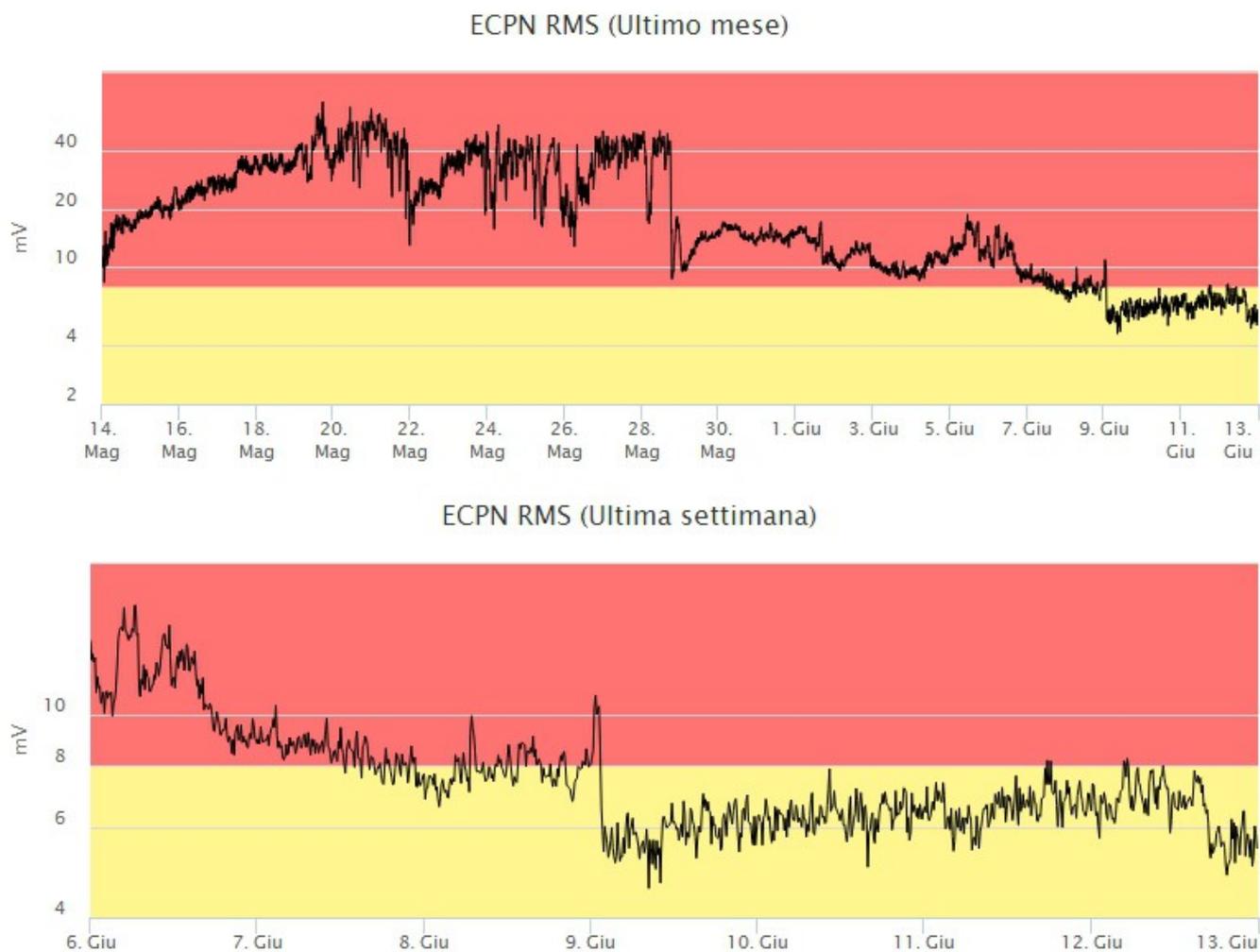


Fig. 4.3 *Andamento temporale dell'ampiezza del tremore vulcanico: valori RMS nell'ultimo mese (in alto) e nell'ultima settimana (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio=giallo, alto=rosso).*

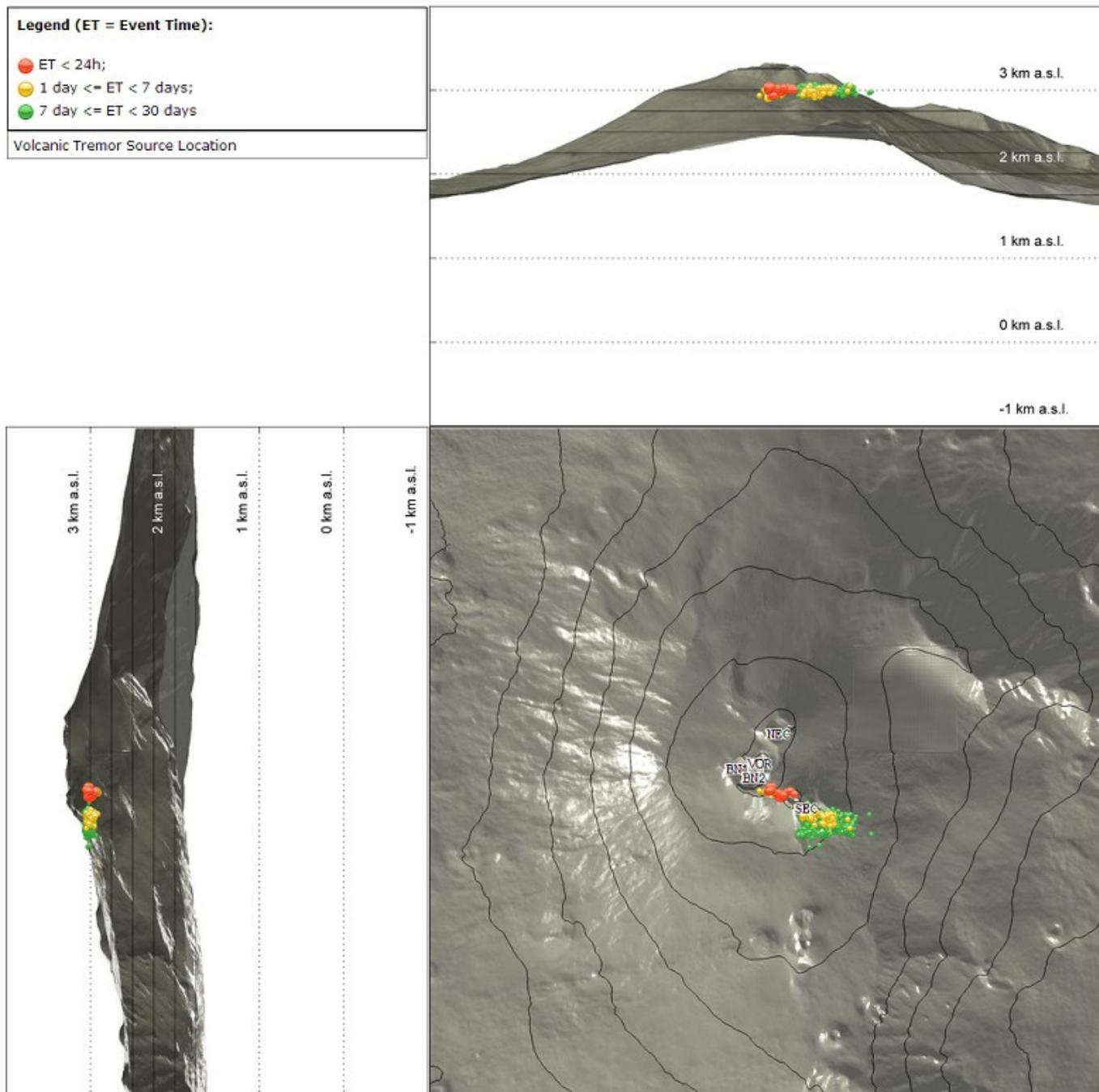


Fig. 4.4 Localizzazione della sorgente del tremore vulcanico (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).

5. INFRASUONO

L'attività infrasonica è stata caratterizzata da una frequenza minore di accadimento di eventi rispetto alla settimana precedente. (Fig. 5.1). Le sorgenti degli eventi infrasonici sono state localizzate principalmente nell'area del Cratere Bocca Nuova, ed in misura minore nell'area del Cratere di Sud-Est (Fig. 5.2). Le ampiezze degli eventi si sono mantenute complessivamente su valori da bassi a medio-bassi (Fig. 5.2).

Conteggio eventi infrasonici localizzati (ultimo mese)

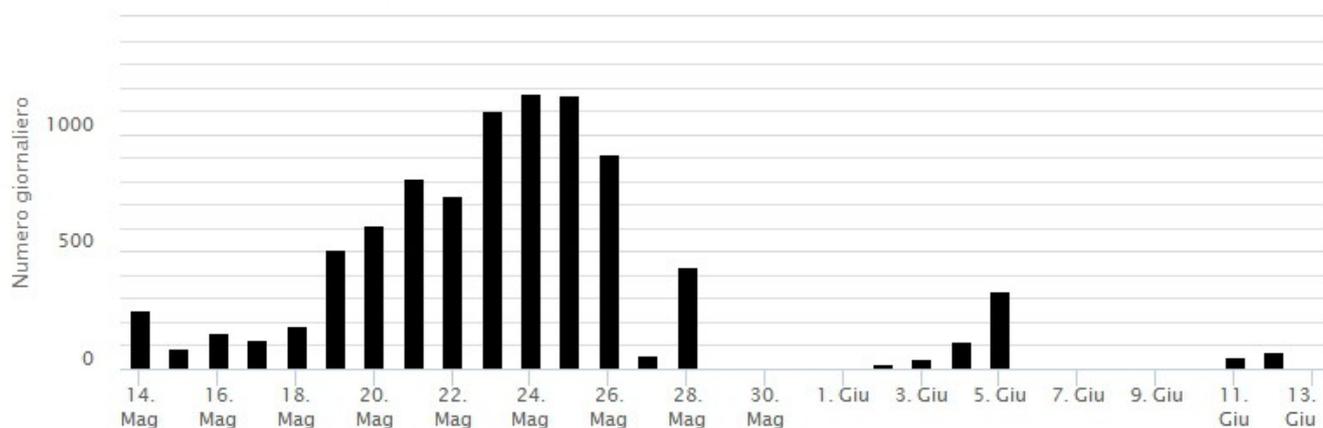


Fig. 5.1 Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati nell'ultimo mese.

Localizzazione eventi infrasonici (latitudine ultimi 7 giorni)

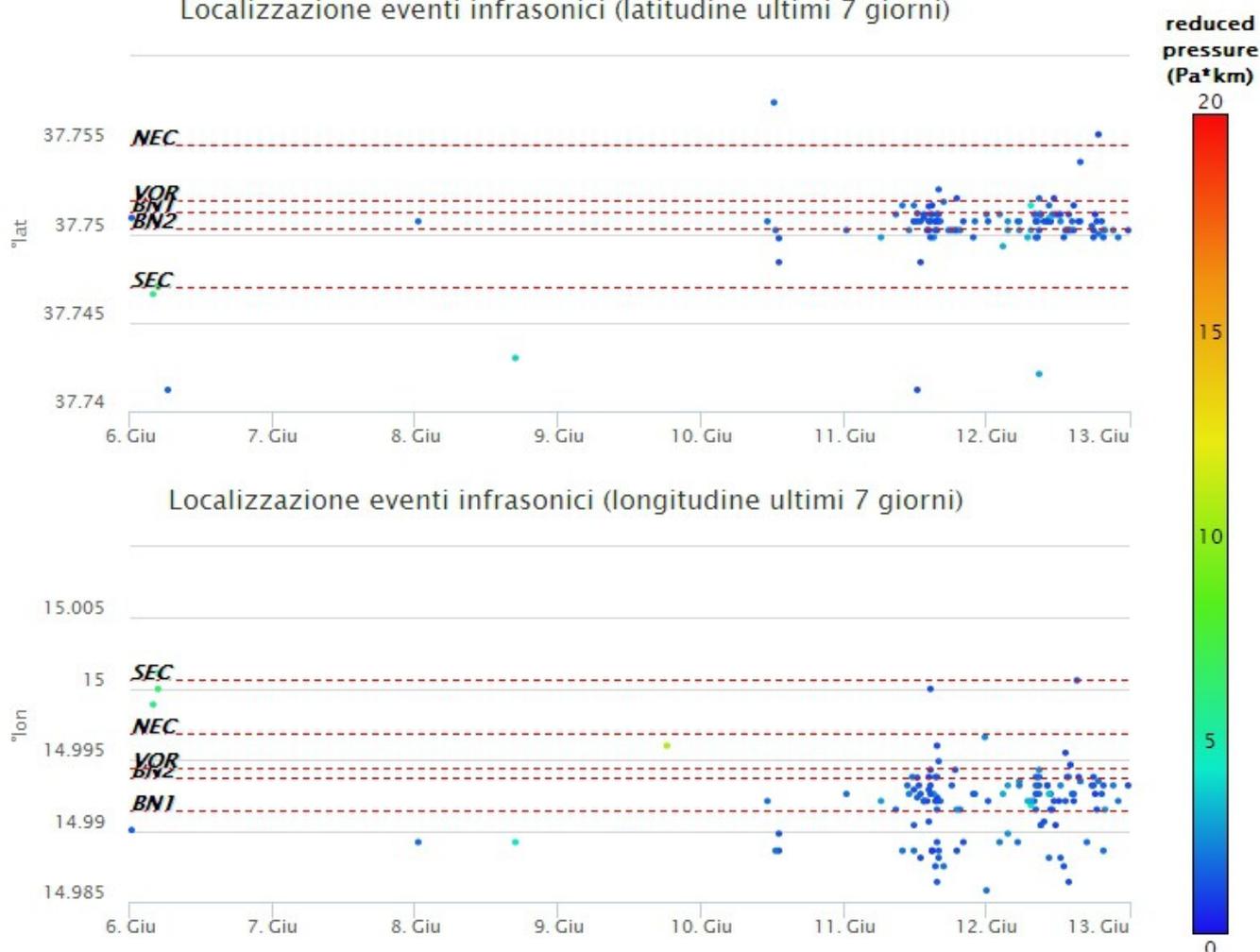


Fig. 5.2 Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultima settimana. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BNI = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore dell'indicatore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

6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

Durante l'ultima settimana la rete GNSS per il monitoraggio delle deformazioni del suolo non ha rilevato variazioni significative. Le analisi di medio-lungo periodo evidenziano una deflazione durante l'ultimo mese. A titolo esemplificativo viene mostrata la componente Up della stazione di Pizzi de Neri (EPDN) ubicata in area sommitale ed il grafico della dilatazione areale misurata a quote medio-alte (triangolo ESML-EMEG-EDAM)

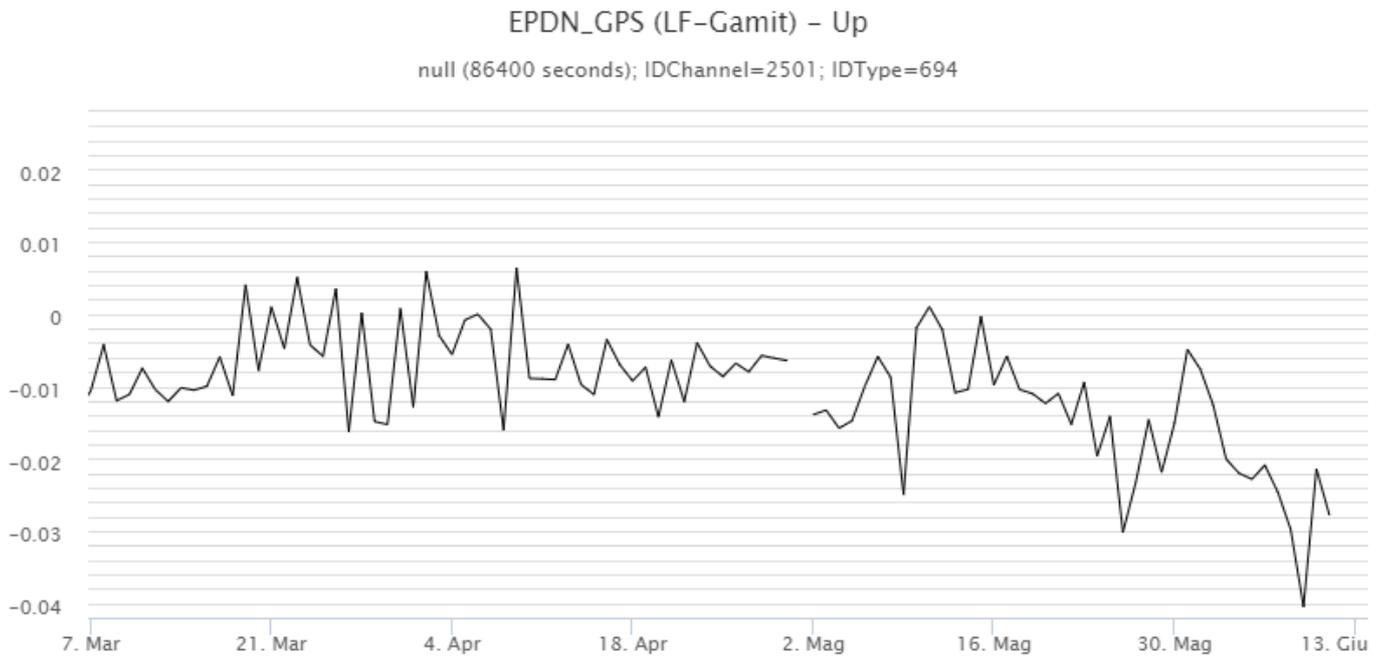


Fig. 6.1 Serie temporale della componente Up della stazione di Pizzi de Neri (EPDN) ubicata in area sommitale

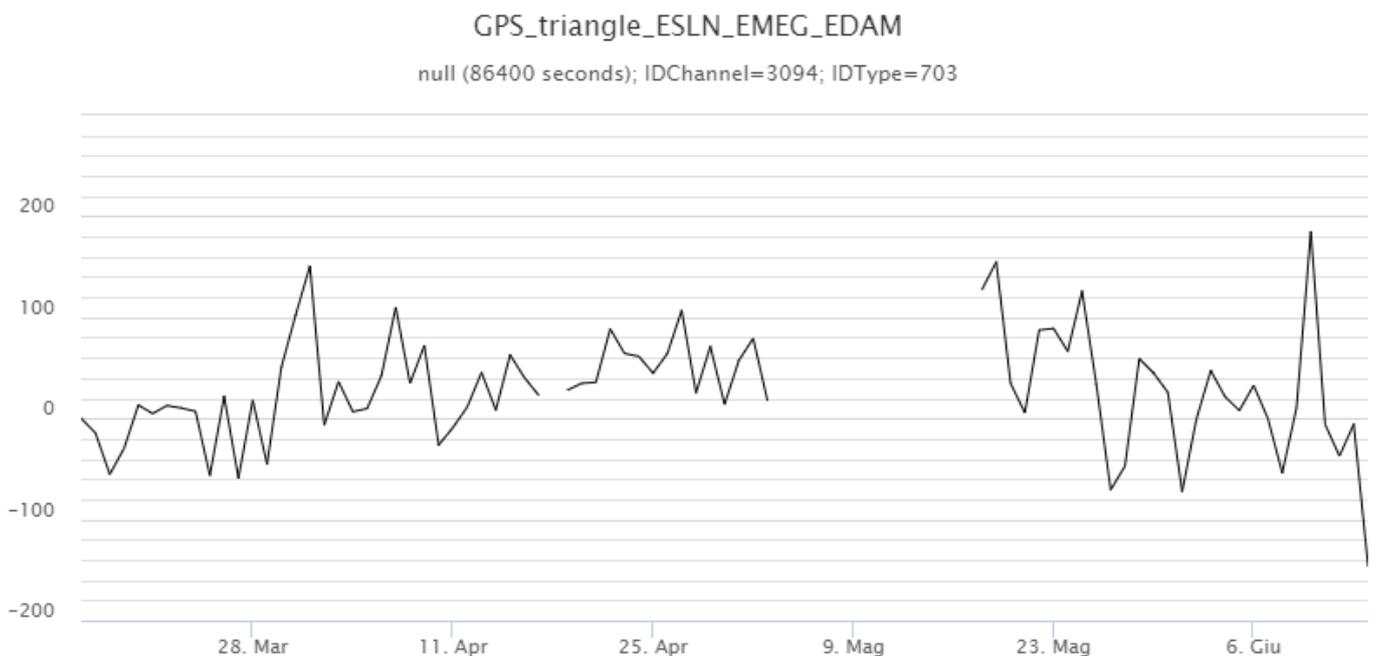


Fig. 6.2 Serie temporale della dilatazione areale del triangolo ESML-EMEG-EDAM nel corso dell'ultimo trimestre

I segnali della rete clinometrica mostrano, in modo più evidente alla stazione sommitale di Cratere del Piano (ECP), una leggera variazione cumulata da metà Maggio che indica e conferma una modesta deflazione che negli ultimi giorni sembra essersi esaurita.

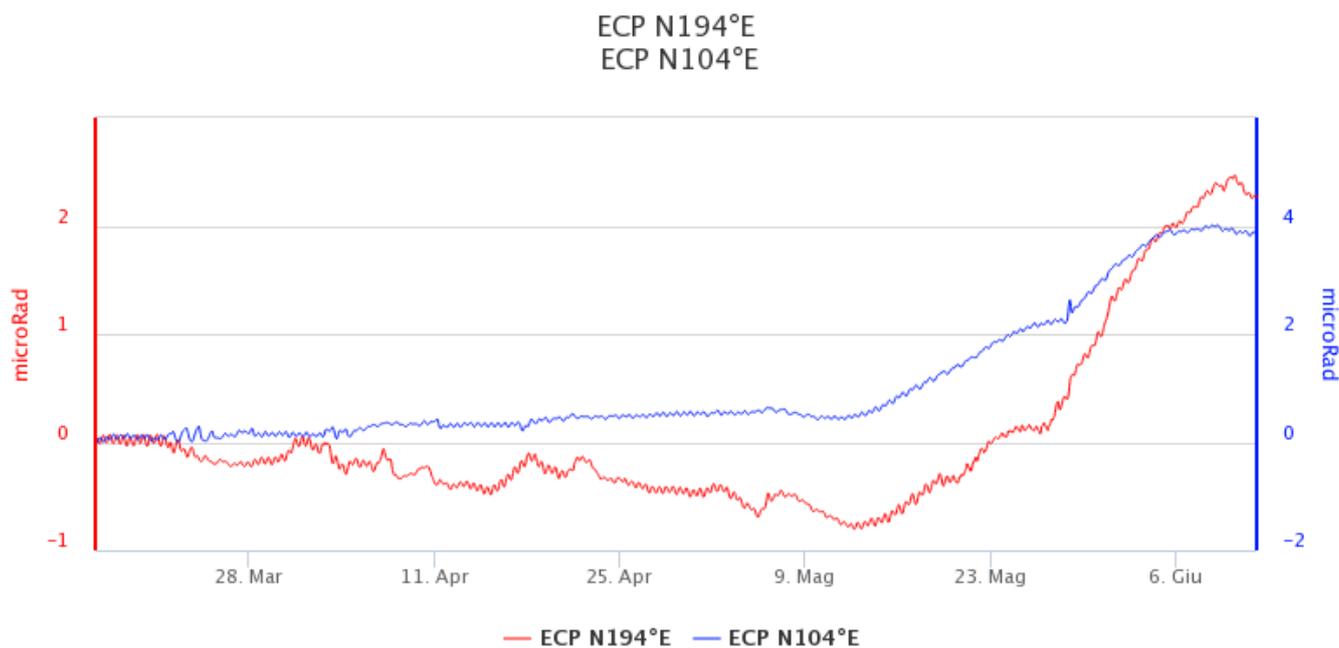


Fig. 6.3 Serie temporale delle componenti (microradianti) del clinometro della stazione di Cratere del Piano (ECP) ubicata in area sommitale.

7. GEOCHIMICA

Il flusso di SO₂ medio-giornaliero nel periodo in osservazione ha indicato un valore che si pone su un livello medio-alto con valori infra-giornalieri su un livello alto

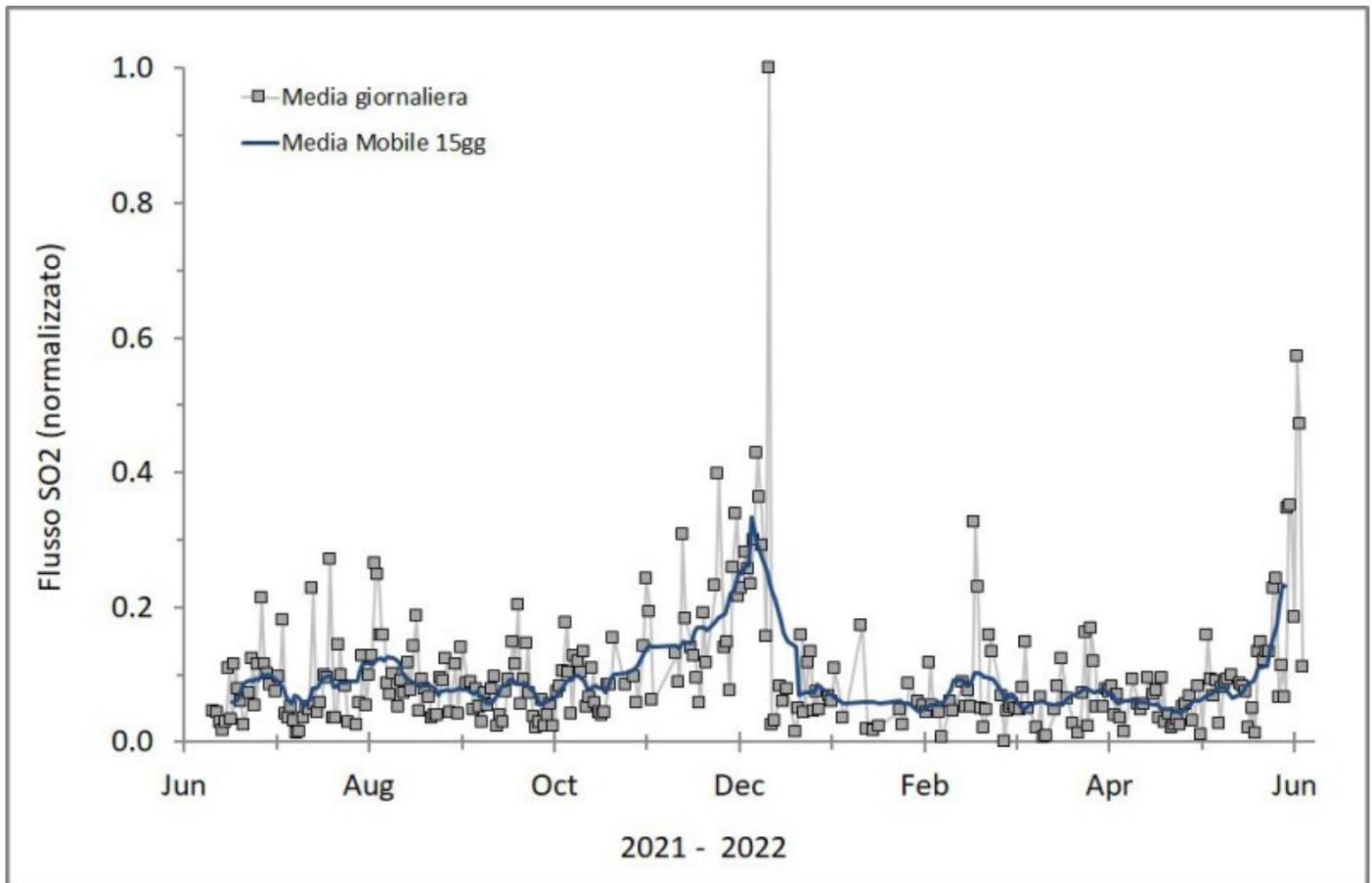


Fig. 7.1 Misure normalizzate del flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno

Flussi CO₂ dal suolo (Rete Etnagas). I flussi di CO₂ dal suolo registrati nell'ultima settimana mostrano un trend in diminuzione attestandosi su valori medio bassi

Etna – TotNorm

FROM: 2021-06-13 – TO: 2022-06-13 | Last Value: 0.11

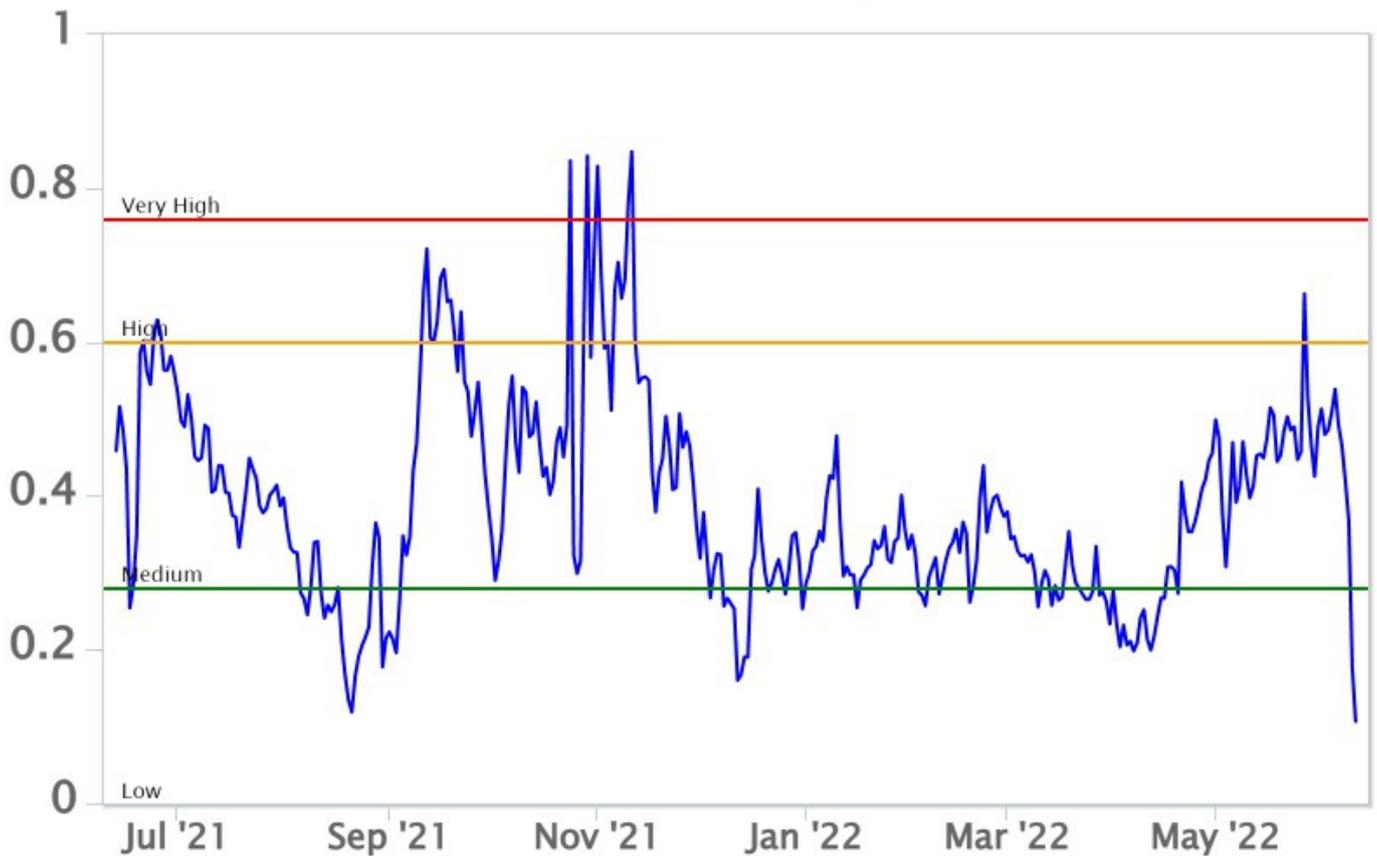


Fig. 7.2 *Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO₂ esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi- settimanale).*

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

Ponteferro – pCO₂ – Daily Average

FROM: 2021-06-13 – TO: 2022-06-13 | Last Value: 0.10

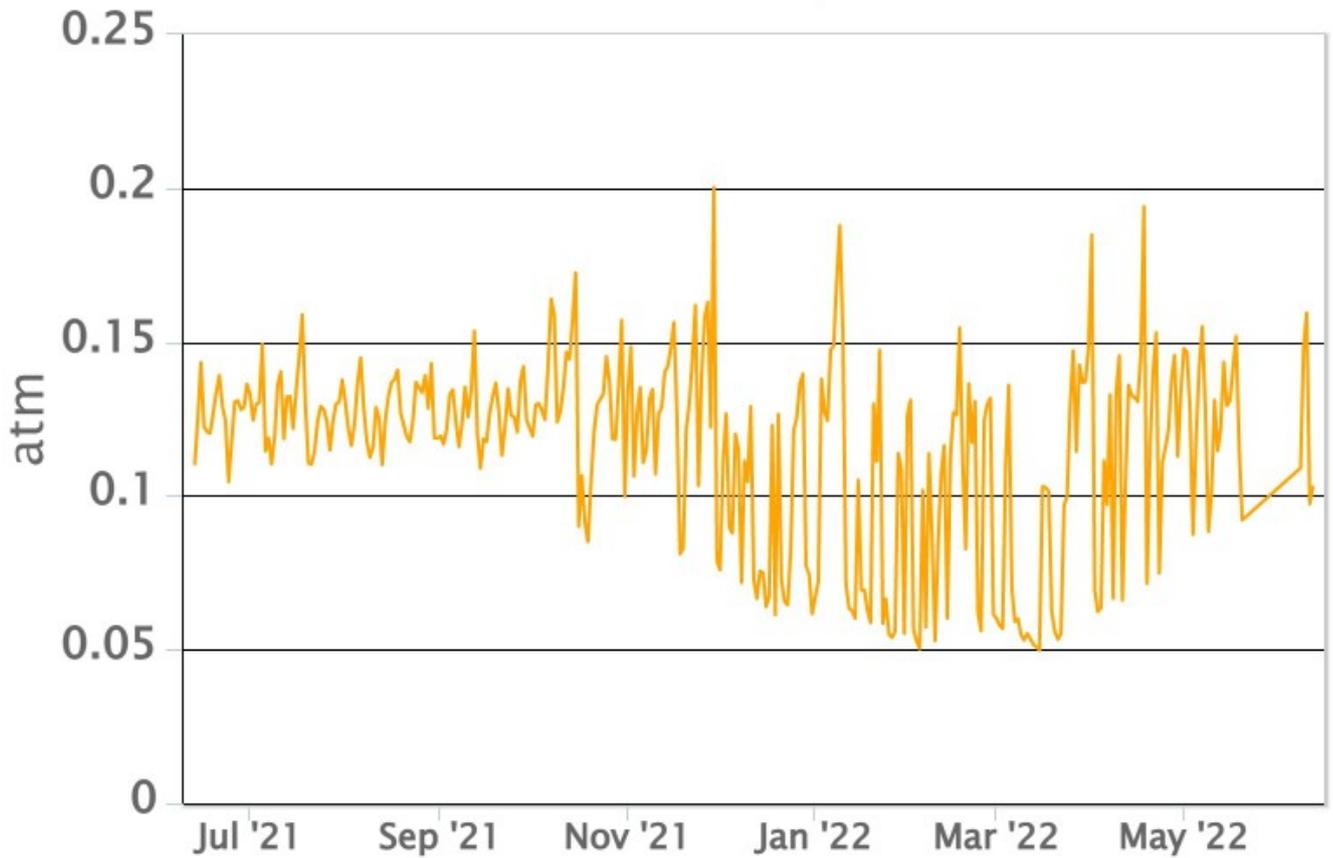


Fig. 7.3 Andamento temporale della pressione parziale di CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

Isotopi He (campionamento in discreto). Non ci sono aggiornamenti, l'ultimo campionamento disponibile del 01-06-2022, mostrava valori in aumento rispetto ai mesi precedenti, attestandosi su un livello alto.

Etna, rapporto isotopico He (gas periferici) Samples from 08/01/2021 to 01/06/2022

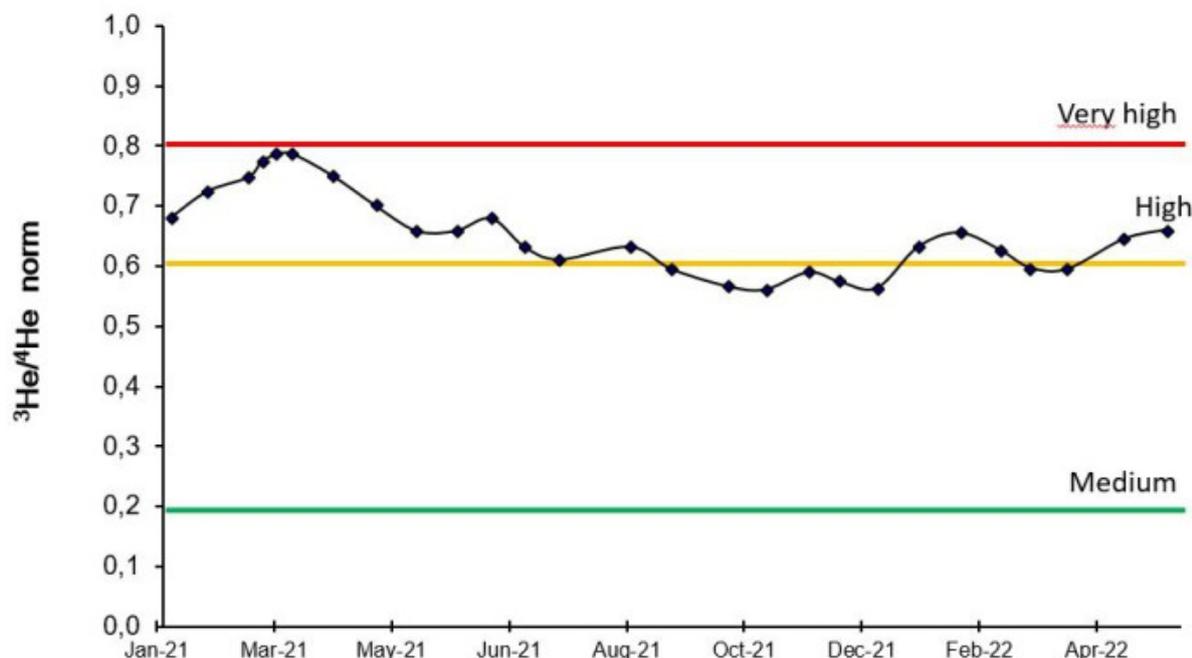


Fig. 7.4 Andamento medio del rapporto isotopico dell'elio nelle cinque manifestazioni periferiche (dati normalizzati).

8. OSSERVAZIONI SATELLITARI

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

In Figura 8.1 sono mostrate le stime del potere radiante nel mese di maggio e giugno 2022 calcolate usando immagini multispettrali SEVIRI, MODIS, VIIRS e SENTINEL-3 SLSTR. L'attività termica osservata da satellite è stata di livello alto dal 13 maggio a tutt'oggi in corrispondenza dell'attività effusiva in corso in area sommitale. Le misure di flusso radiante derivate da SEVIRI (campionamento a 15 minuti) hanno permesso di descrivere l'attività impulsiva con cui è stata emessa la colata di lava nella fase iniziale dal 13 al 24 maggio. Successivamente, l'andamento dell'attività effusiva è stato caratterizzato da: (i) una sensibile diminuzione tra il 25 e il 28 maggio (tassi effusivi di circa 1 – 2 m³/s), (ii) un incremento significativo tra il 29 maggio e il 5 giugno (tassi effusivi di circa 5 – 6 m³/s), e (iii) un rallentamento intervallato da bruschi incrementi dal 6 al 13 giugno (tassi effusivi variabili tra 1 e 6 m³/s). Il volume totale della colata di lava emesso dal 13 maggio è stato stimato tra 8 e 9 milioni di metri cubi.

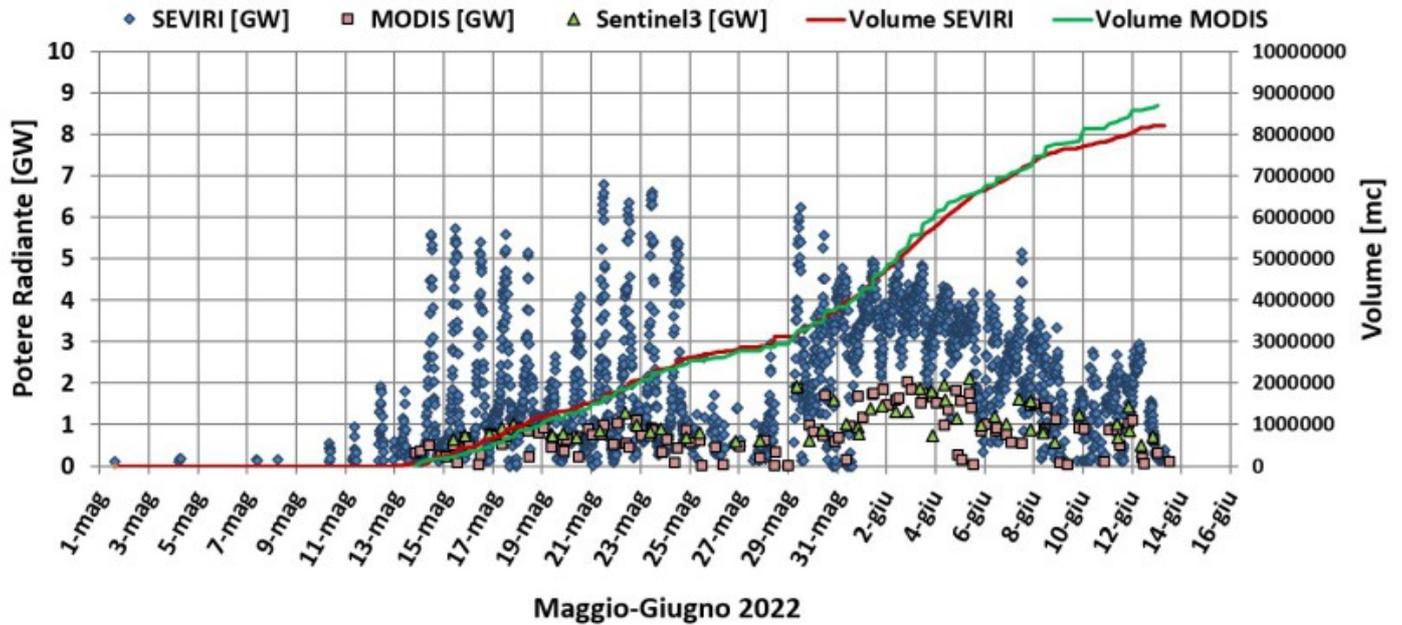


Fig. 8.1 Potere radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso) e SENTINEL-3 (triangolo verde) nei mesi di maggio-giugno 2022. La curva rossa mostra l'andamento dei volumi emessi (valore cumulato) all'Etna dal 13 maggio al 6 giugno stimati dai dati SEVIRI.

Nelle Figure 8.2a, 8.2b, 8.2c e 8.2d sono mostrate le immagini del 14 e 22 maggio e 6 e 13 giugno 2022 di Sentinel-2 SWIR con risoluzione spaziale di 20 m. I campi lavici mostrati nei riquadri sono stati mappati utilizzando un algoritmo Support Vector Machine. Le dimensioni dei campi lavici sono:

- 14 maggio => area = 0,19 kmq; lunghezza = 1,3 km
- 22 maggio => area = 0,53 kmq; lunghezza = 2,5 km
- 6 giugno => area = 1,10 kmq; lunghezza = 3,4 km
- 13 giugno => area = 1,28 kmq; fronte = 1750 m s.l.m.

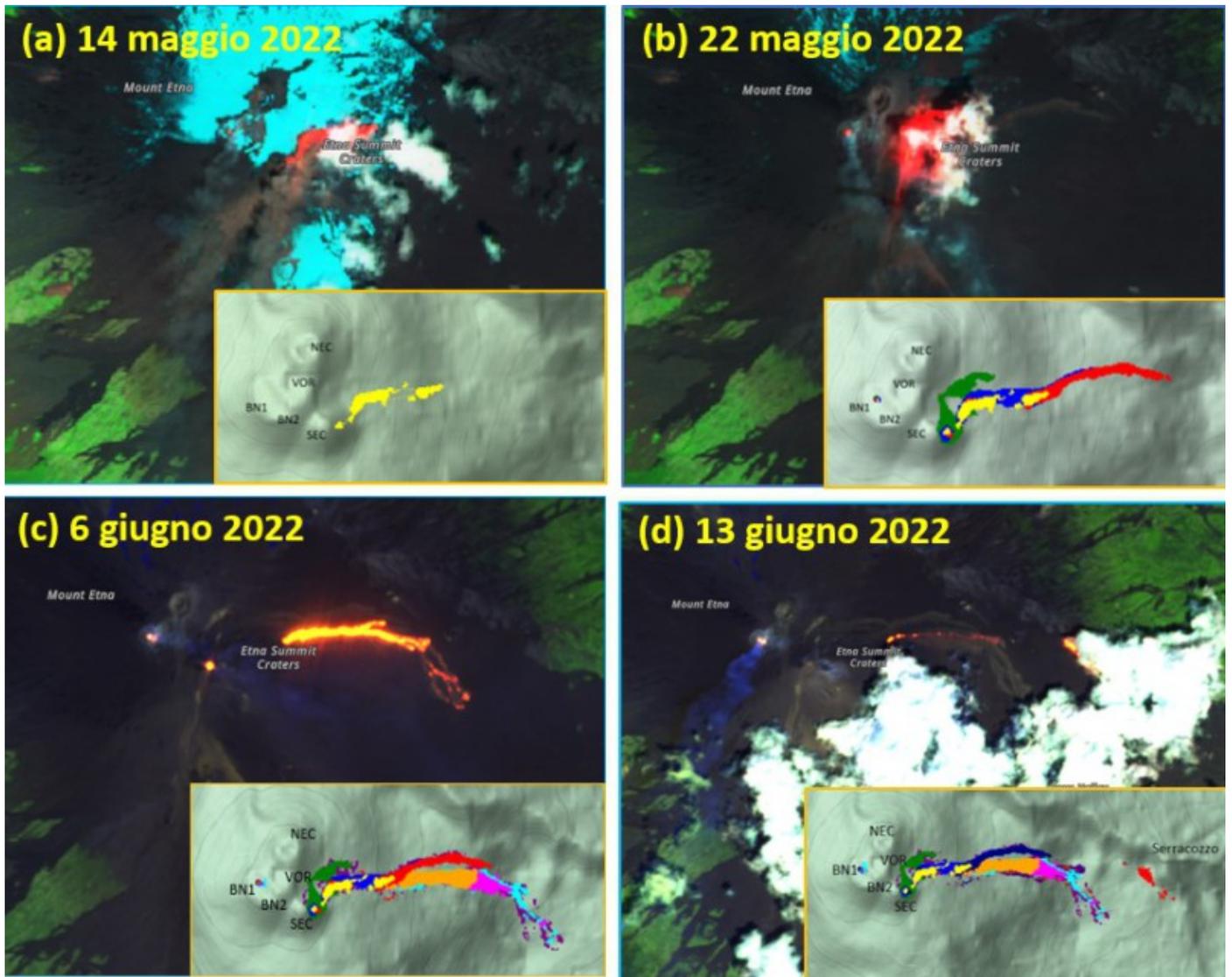


Fig. 8.2 Immagini Sentinel-2 SWIR con risoluzione spaziale di 20 m del 14 e 22 maggio e 6 e 13 giugno 2022. Nei riquadri sono visibili le mappe dei campi lavici derivate con un algoritmo Support Vector Machine.

9. ALTRE OSSERVAZIONI

Produzione di scenari effusivi

L'attività eruttiva dell'Etna è stata seguita con il sistema CLHOTSAT (AO Telerilevamento dell'UFVG), tramite l'elaborazione delle immagini satellitari nell'infrarosso del sensore SEVIRI per il periodo dal 12 maggio al 13 giugno 2022. La prima anomalia termica è stata identificata il 13 maggio alle ore 6:45 GMT. L'attività termica è stata osservata con continuità per l'intero periodo analizzato, fino alle ore 6:00 GMT del 13 giugno.

Le stime del tasso medio di eruzione (TADR) mostrano una prima fase dal 13 al 28 maggio con tassi perlopiù tra 2 e 4 m³/s ed una seconda fase, a partire dal 29 maggio, con tassi più elevati che superano anche i 10 m³/s (Fig. 9.1). A partire dal 3 giugno, il TADR mostra un trend decrescente. Integrando i valori del tasso effusivo durante l'intero periodo eruttivo, è stata calcolata anche la curva del volume cumulativo che risulta compreso tra 5.1 e 10.4 milioni di metri cubi.

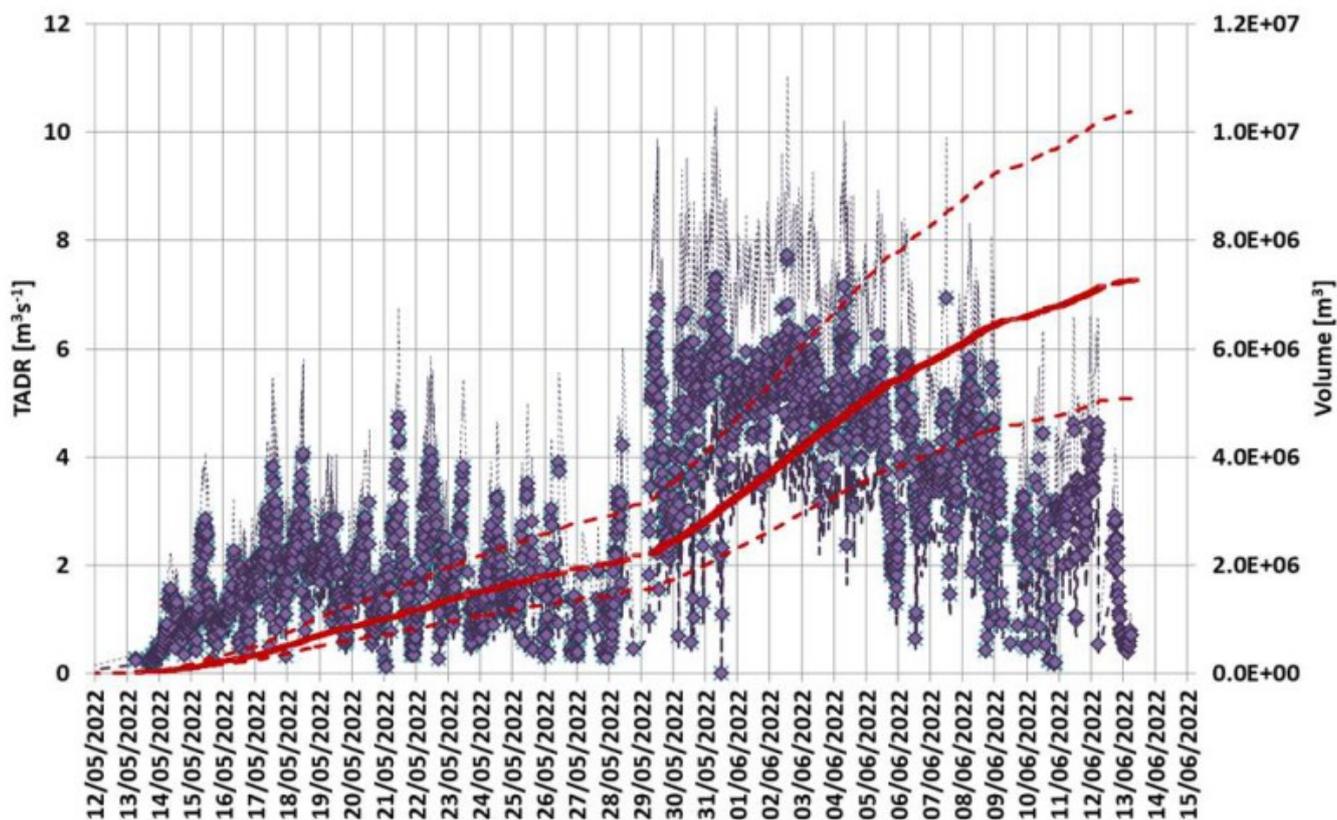


Fig. 9.1 Stima del TADR e volume cumulato ottenuti dai dati SEVIRI dal 13 maggio al 13 giugno 2022.

La dinamica e la messa in posto della colata lavica iniziata il 12 maggio è stata riprodotta con il nuovo modello GPUFLOW. L'attività effusiva è stata simulata a partire da quattro bocche eruttive poste ad una quota di circa 3200 m (dal 12 maggio), 3300 m (dal 20 maggio), 2850 e 2730 m s.l.m. (dal 29 maggio). La simulazione è stata effettuata sul DEM a 4 metri aggiornato a luglio 2021 ed ottenuto dall'elaborazione di immagini tristereo Pléiades e WorldView3.

Per ricostruire l'evoluzione spazio-temporale della colata sono stati utilizzati i valori di TADR massimo mostrati in Fig. 1 come dati di input del modello GPUFLOW e sono state effettuate delle previsioni dell'espansione del campo lavico a sette giorni assumendo un tasso effusivo costante pari a 5 e $7 \text{ m}^3/\text{s}$ (Fig. 9.2).

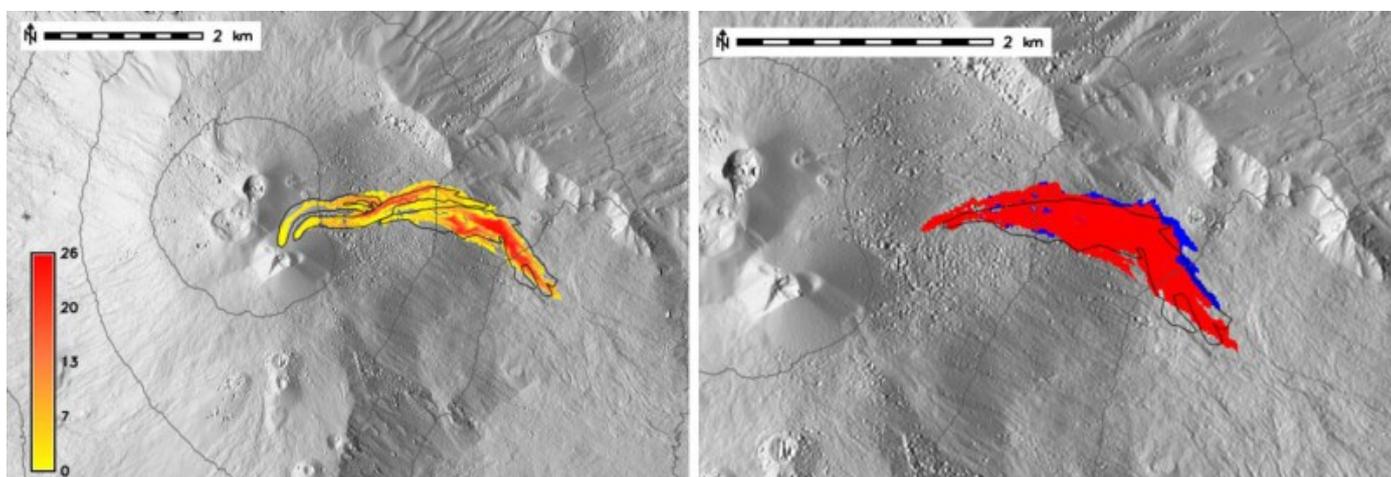


Fig. 9.2 Simulazione effettuata usando il TADR massimo da SEVIRI fino al 13 giugno (a sinistra). Proiezioni a 7 giorni

effettuate considerando la bocca attiva a quota 2730 m s.l.m. e un tasso effusivo costante di 5 (in rosso) e 7 (in blu) m³/s per i successivi 7 giorni (a destra). Il contorno nero mostra la colata reale estratta dall'immagine PlanetScope dell'11 giugno.

Inoltre sono state effettuate delle previsioni sulla colata che si è sviluppata lungo la parete settentrionale della Valle del Bove in zona Serracozzo, a partire dal 11 giugno. In particolare, sono stati prodotti tre possibili scenari a sette giorni a partire da una bocca posta a quota 1900 m s.l.m., assumendo tre tassi costanti pari a 5, 10 e 15 m³/s (Fig. 9.3).

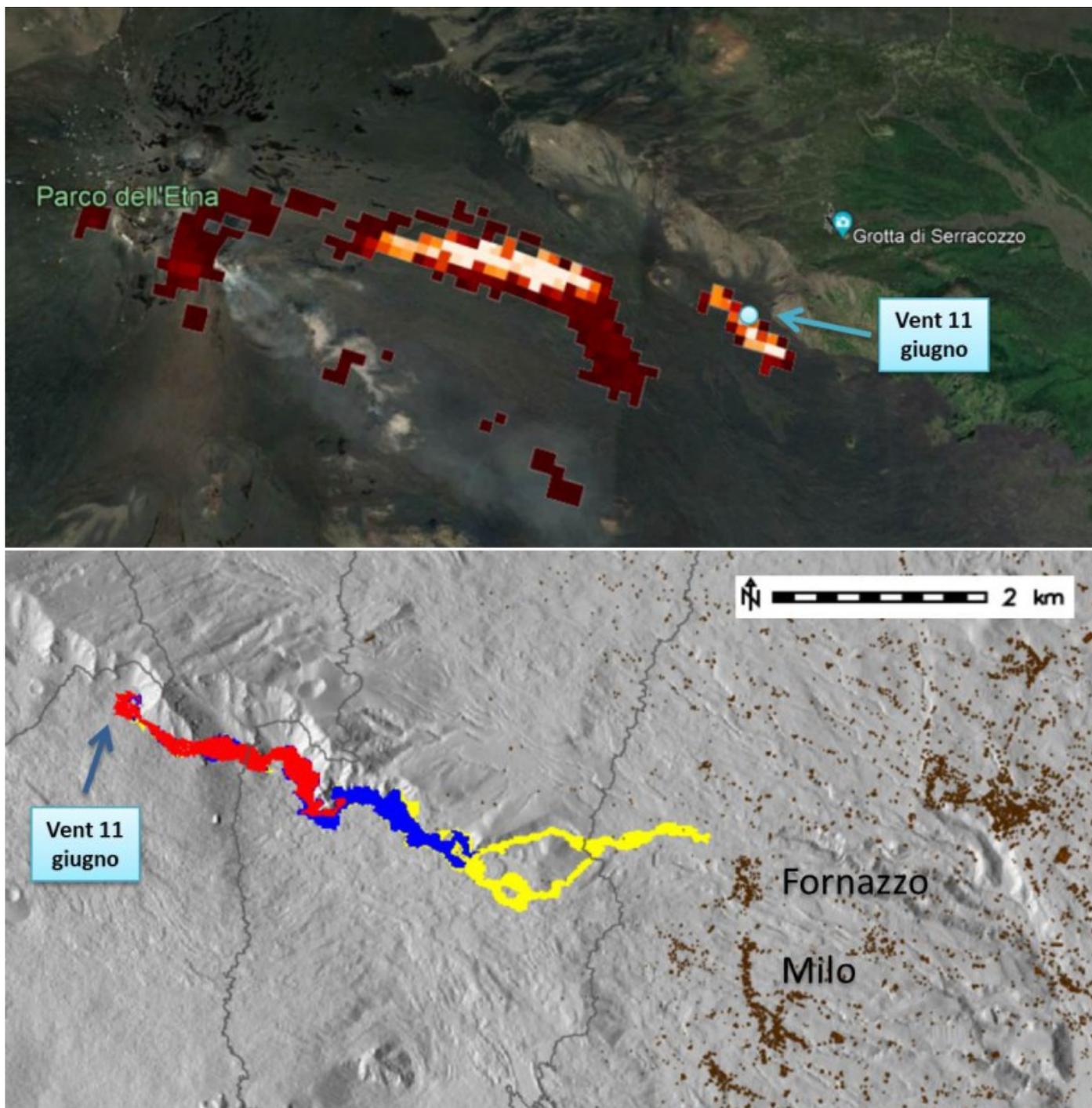


Fig. 9.3 Anomalie termiche estratte dall'immagine ASTER acquisita il 12 giugno alle 20:52 GMT (in alto). Proiezioni a 7 giorni (in basso) dell'espansione della colata emessa dalla bocca attiva a quota 1900 m a.s.l. considerando un tasso effusivo costante pari a 5 (in rosso), 10 (in blu) e 15 (in giallo) m³/s.

10. STATO STAZIONI

Tab.10.1 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	9	10
Sismologia	2	1	26	29
Telecamere	1	1	12	14

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 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 ING V e Dipartimento della Protezione Civile.