



Rep. N. 22/2022 ETNA

ETNA

BOLLETTINO SETTIMANALE

SETTIMANA DI RIFERIMENTO 23/05/2022 - 29/05/2022

(data emissione 31/05/2022)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

- 1) **OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE:** Attività Stromboliana al Cratere di Sud-Est, occasionalmente accompagnata da formazione di nubi di cenere, e apertura di diverse bocche effusive lungo una frattura eruttiva che producono lo sviluppo di colate laviche all'interno della Valle del Bove.
- 2) **SISMOLOGIA:** Attività sismica da fratturazione bassa. Valori del tremore vulcanico alti, centroidi delle sorgenti nell'area del cratere di SE.
- 3) **INFRASUONO:** Forte attività infrasonica al Cratere di SE, in particolare nelle giornate dal 23 al 25 maggio.
- 4) **DEFORMAZIONI DEL SUOLO:** L'analisi delle deformazioni del suolo mostra una debole deflazione nelle ultime settimane. In generale non si osservano variazioni significative.
- 5) **GEOCHIMICA:** Flusso di SO₂ su un livello medio
Il flusso di CO₂ dal suolo mostra valori medio-alti.
La pressione parziale di CO₂ disciolta in falda mostra valori nell'ambito della variabilità stagionale.
Non ci sono aggiornamenti del rapporto isotopico dell'elio. L'ultimo dato disponibile del 10/5/2022 mostrava valori elevati.
- 6) **OSSERVAZIONI SATELLITARI:** L'attività termica in area sommitale è stata di livello alto in corrispondenza dell'attività effusiva in corso.
- 7) **ALTRE OSSERVAZIONI:** L'eruzione in corso al CSE è alimentata da un magma più evoluto di quello di febbraio 2022, e quindi già residente nel "reservoir" magmatico (serbatoio) che alimenta l'attività attuale del CSE.

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 corso del periodo di osservazione in oggetto, è stato effettuato mediante l'analisi delle immagini della rete di telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE) e attraverso diversi sopralluoghi di terreno eseguiti da personale INGV-OE.

Durante la settimana in oggetto si è osservata una debole e occasionale emissione di cenere al Cratere di Sud-Est, che è rimasta confinata all'interno dell'area sommitale, e un'attività stromboliana intermittente. Giorno 29 maggio, alle ore 06:05 UTC, si è aperta una bocca effusiva nella parte alta della Valle del Bove e durante la giornata si è esaurita l'attività Stromboliana al Cratere di Sud-Est. Le osservazioni di campagna hanno evidenziato che nella parte alta della parete occidentale della Valle del Bove erano presenti due punti di emissione lavica lungo una fessura eruttiva orientata in direzione ENE. Dalle bocche effusive vengono emessi, con un basso tasso effusivo, diversi flussi lavici che nei giorni successivi hanno raggiunto la quota di circa 2100 m s.l.m. nei pressi di Monte Simone (Fig.3.1).

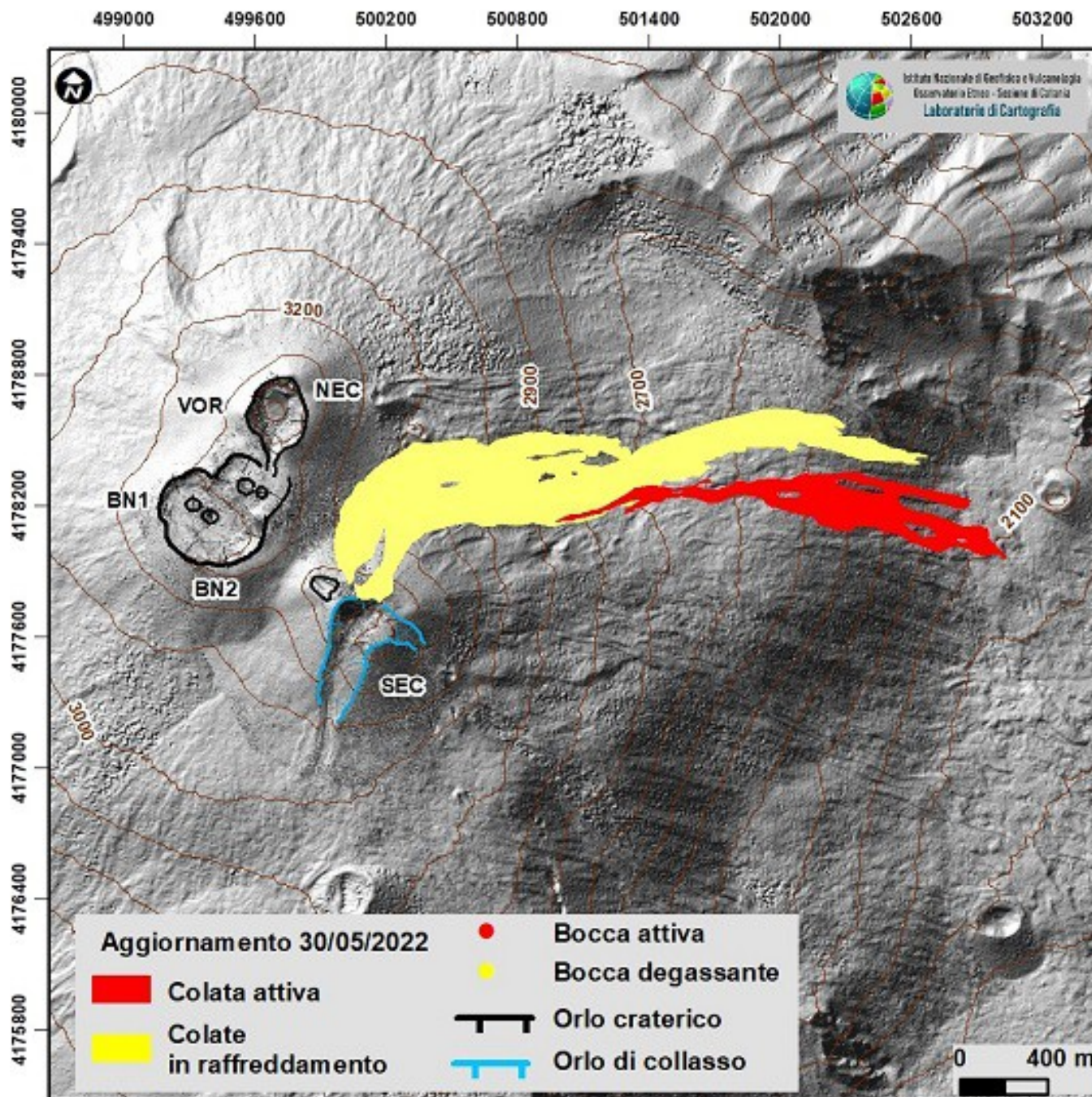


Fig. 3.1 Modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale e mappa preliminare della colata aggiornata al 30 Maggio 2022 alle 12:30. Base topografica elaborata da immagini Pleiades del 22 Agosto 2020 (AO Telerilevamento). Aggiornamento topografico dei crateri ottenuto da elaborazione fotogrammetrica delle immagini del sorvolo in elicottero del 08 Aprile 2022.

Complessivamente, i dati raccolti durante i rilievi di terreno unitamente all'analisi delle immagini satellitari Sentinel del 29 maggio, Planetscope del 23 maggio, e dell'immagine ortorettificata di EMCT del 29 maggio 2022, e ad un rilievo con drone del 30 maggio, hanno permesso di realizzare una mappa preliminare del campo lavico e della fessura eruttiva con le due bocche effusive che si trovano a quota 2850 e 2730 m s.l.m. (figura 3.2 e 3.3), evidenziano che il fronte più avanzato della colata si attesta intorno a quota 2090 m s.l.m (Figura 3.1).

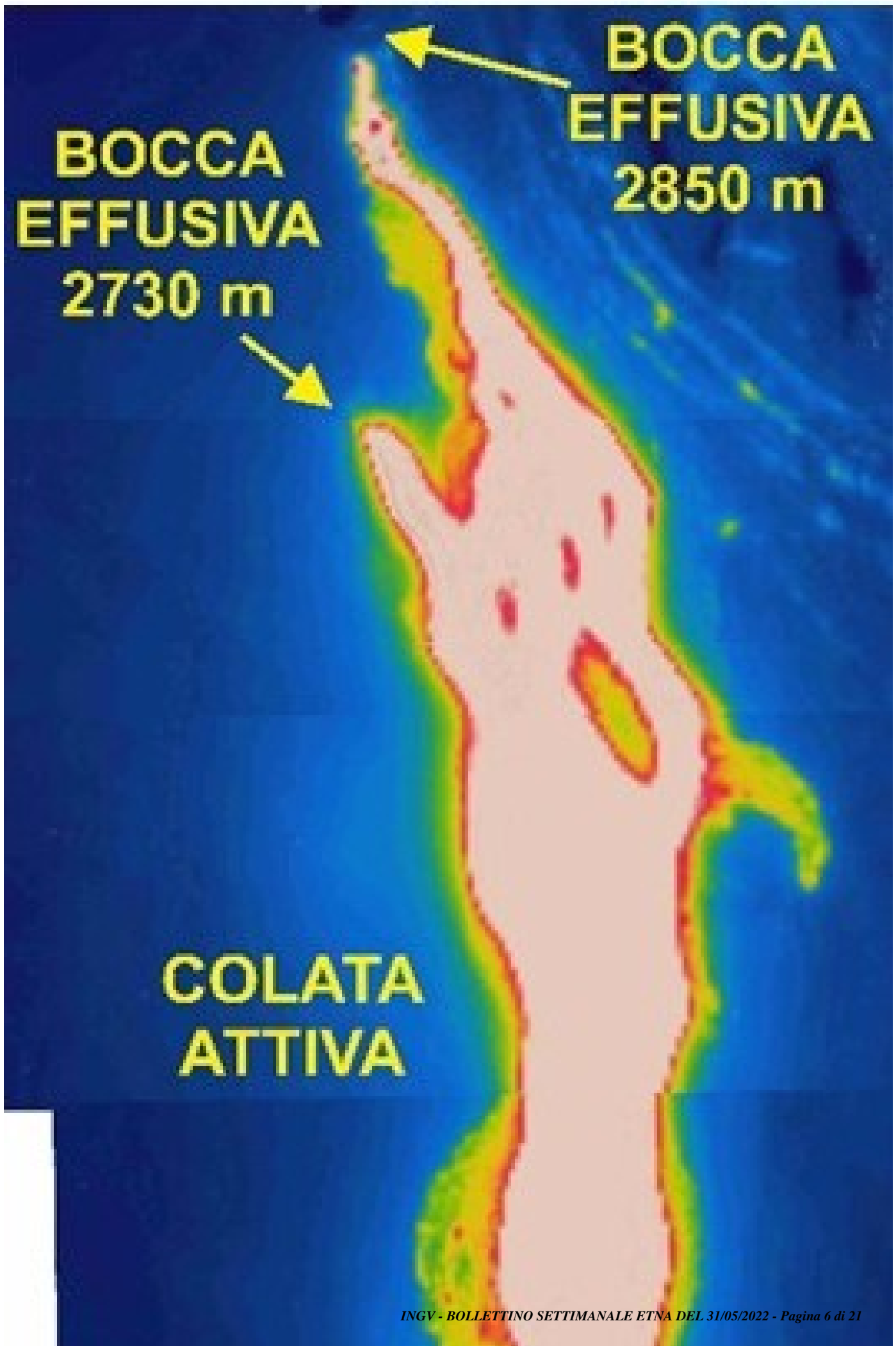


FRATTURE

**BOCCA EFFUSIVA
2850 m**

Fig. 3.2 *Foto aerea del 30 maggio della bocca effusiva di quota 2850 m, sullo sfondo il cratere di Sud-Est e il campo di fratture evidenziato dalle linee rosse.*

Infine, sebbene la presenza consistente e continua di gas non ha consentito un rilievo ottimale, sono state rilevate una serie di fratture ad andamento arcuato superficiali arco localizzate nell'altro versante orientale del Cratere di Sud-Est ad una quota compresa tra 3000 e 3200 m (linee rosse in figura 3.2), che producono fenomeni di instabilità di versante causando lo scivolamento di materiale a valle.



**BOCCA
EFFUSIVA
2850 m**

**BOCCA
EFFUSIVA
2730 m**

**COLATA
ATTIVA**

Fig. 3.3 Immagine termica aerea del 30 maggio dove si evidenziano le due bocche effusive e il campo lavico.

L'attività eruttiva dell'Etna è stata seguita con il sistema CLHOTSAT, tramite l'elaborazione delle immagini satellitari nell'infrarosso del sensore SEVIRI per il periodo dal 12 al 31 maggio 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 9:15 GMT del 31 maggio. Le stime del tasso medio di eruzione (TADR) mostrano una prima fase dal 13 al 28 maggio con tassi tra 2 e 4 m³/s e una seconda fase a partire dal 29 maggio con tassi più elevati che superano i 10 m³/s (Fig. 3.4). Integrando i valori del tasso effusivo durante l'intero periodo eruttivo, è stata calcolata anche la curva del volume cumulativo che risulta di circa 4 milioni di m³.

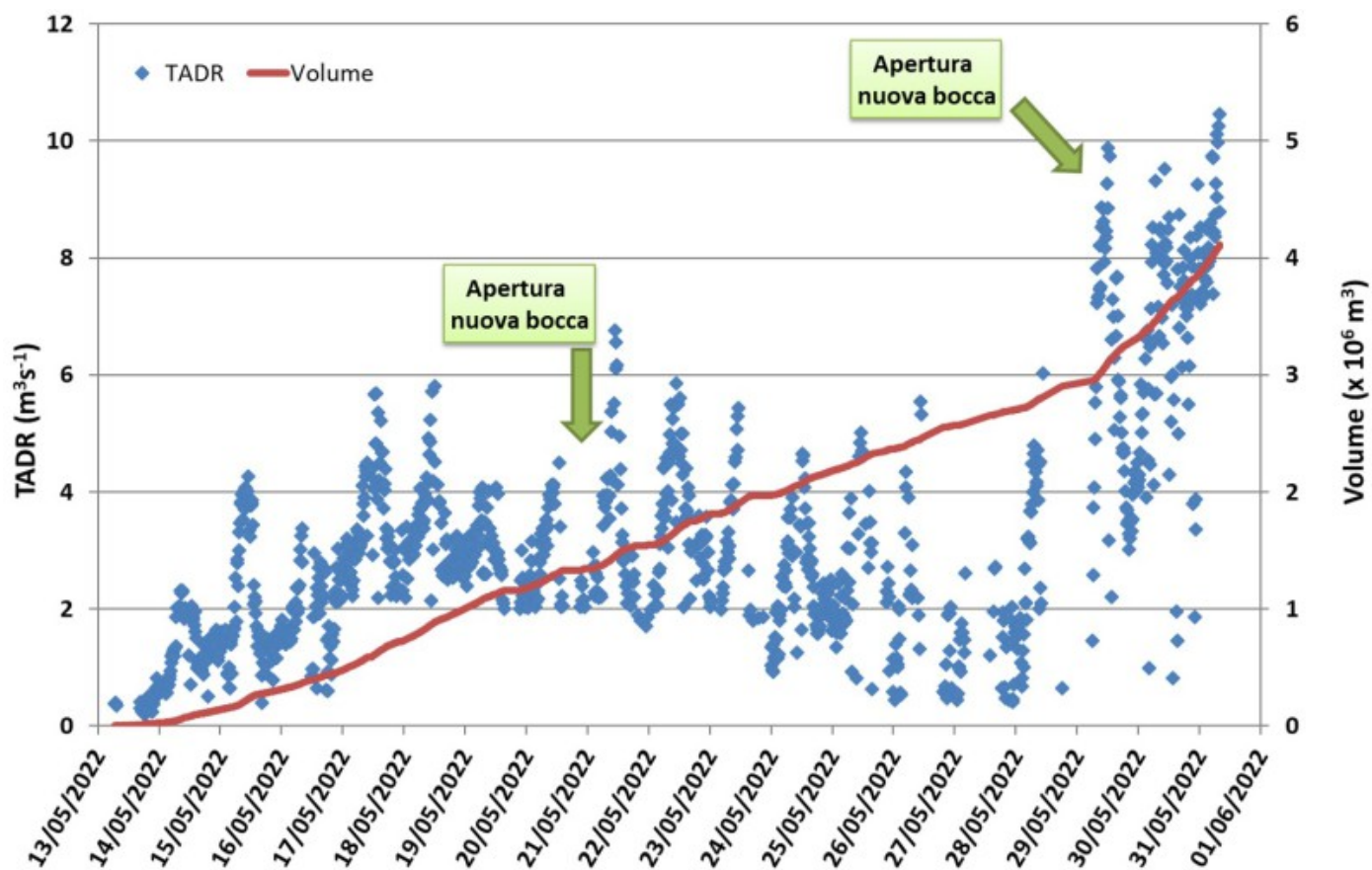


Fig. 3.4 Stima del TADR e volume cumulato ottenuti dai dati SEVIRI dal 13 al 31 maggio 2022.

Simulazione numerica del campo lavico.

La dinamica e la messa in posto della colata lavica è stata riprodotta con il nuovo modello GPUFLOW. L'attività effusiva è stata simulata a partire da tre bocche eruttive poste ad una quota di circa 3200 m (dal 12 maggio), 3300 m (dal 20 maggio) e 2700 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 mostrati in Fig. 3.5 come dati di input del modello GPUFLOW e sono state effettuate delle previsioni dell'espansione del campo lavico a sette giorni assumendo un tasso costante pari al tasso medio degli ultimi due giorni di 6 m³/s (Fig. 2).

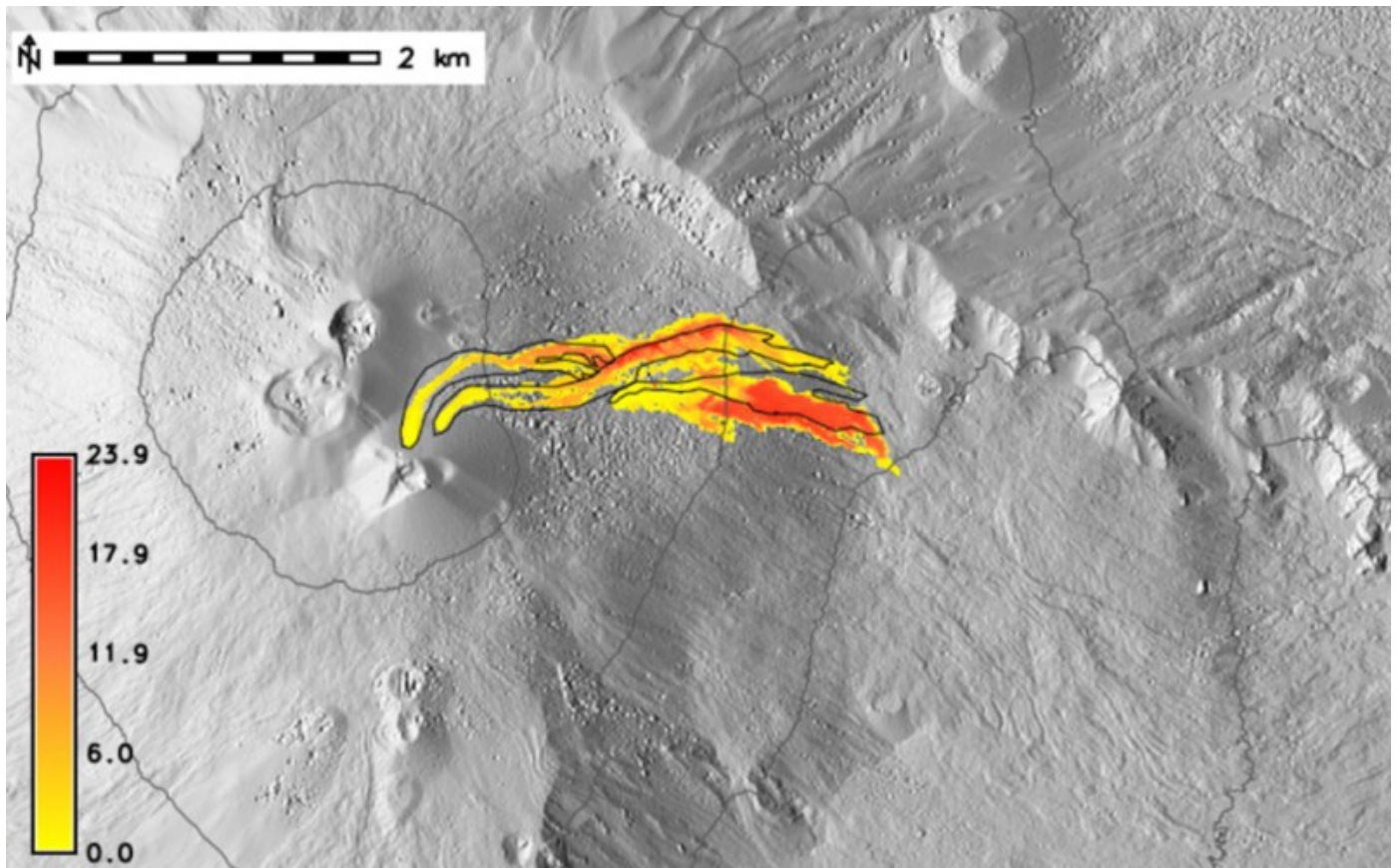


Fig. 3.5 Proiezioni a 7 giorni effettuate considerando il TADR da SEVIRI fino al 31 maggio e un tasso costante di 6 m³/s per i successivi 7 giorni.

4. SISMOLOGIA

SISMICITA'. Durante la settimana in oggetto, l'attività sismica legata ad eventi da fratturazione è stata bassa e nessun evento ha raggiunto o superato il valore di magnitudo locale 2.0 (Fig. 4.1).

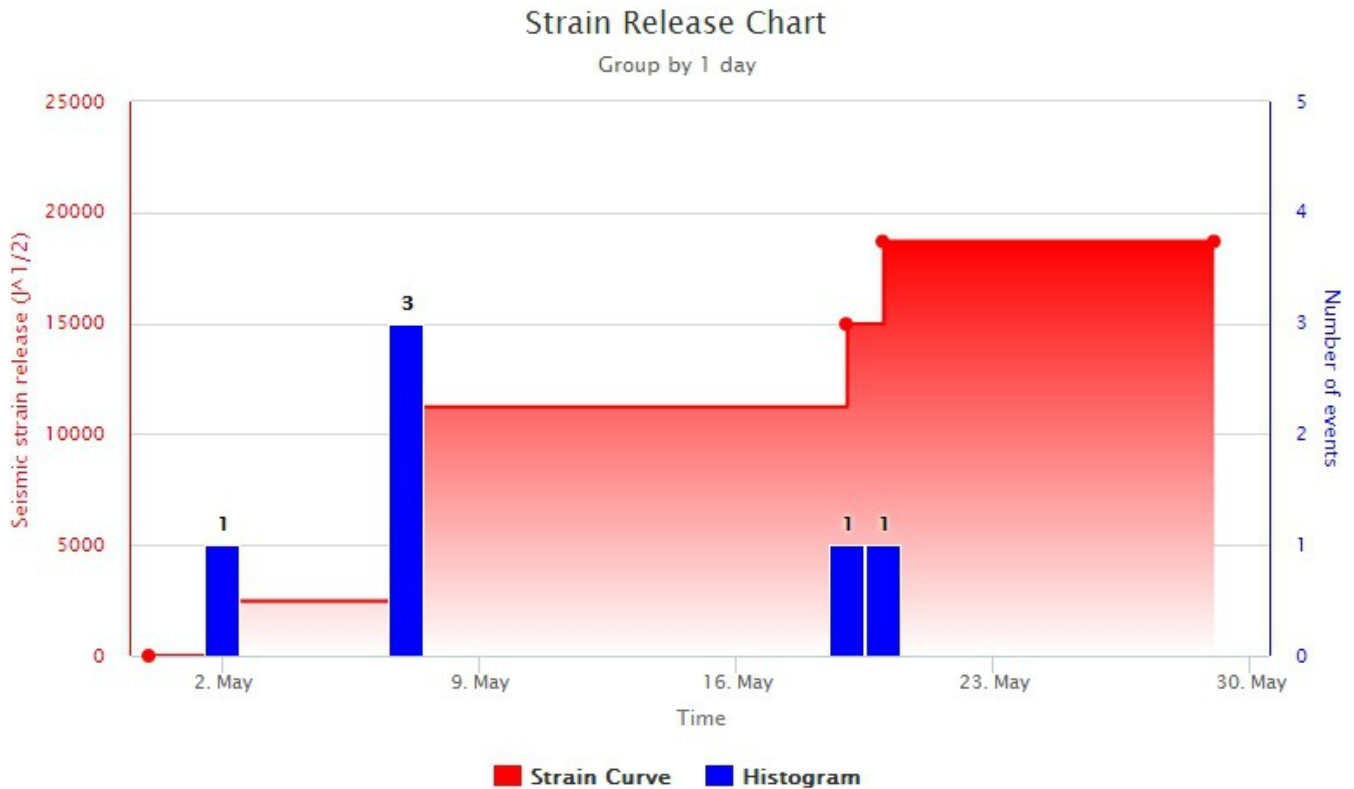


Fig. 4.1 *Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con M_l pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultimo mese.*

TREMORE VULCANICO. L'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuta nel corso di tutta la settimana su un livello alto (Fig. 4.2). Nella prima parte della settimana si sono osservate importanti oscillazioni dei valori di ampiezza, mentre a partire da giorno 28, dopo un repentino abbassamento, si è osservato l'instaurarsi di un nuovo trend che sembra caratterizzato da una maggiore stabilità dei valori. Le localizzazioni dei centroidi delle sorgenti del tremore vulcanico risultano concentrate nell'area del Cratere di SE ad una quota di circa 2900-3000 m sopra il livello medio del mare (Fig. 4.3).

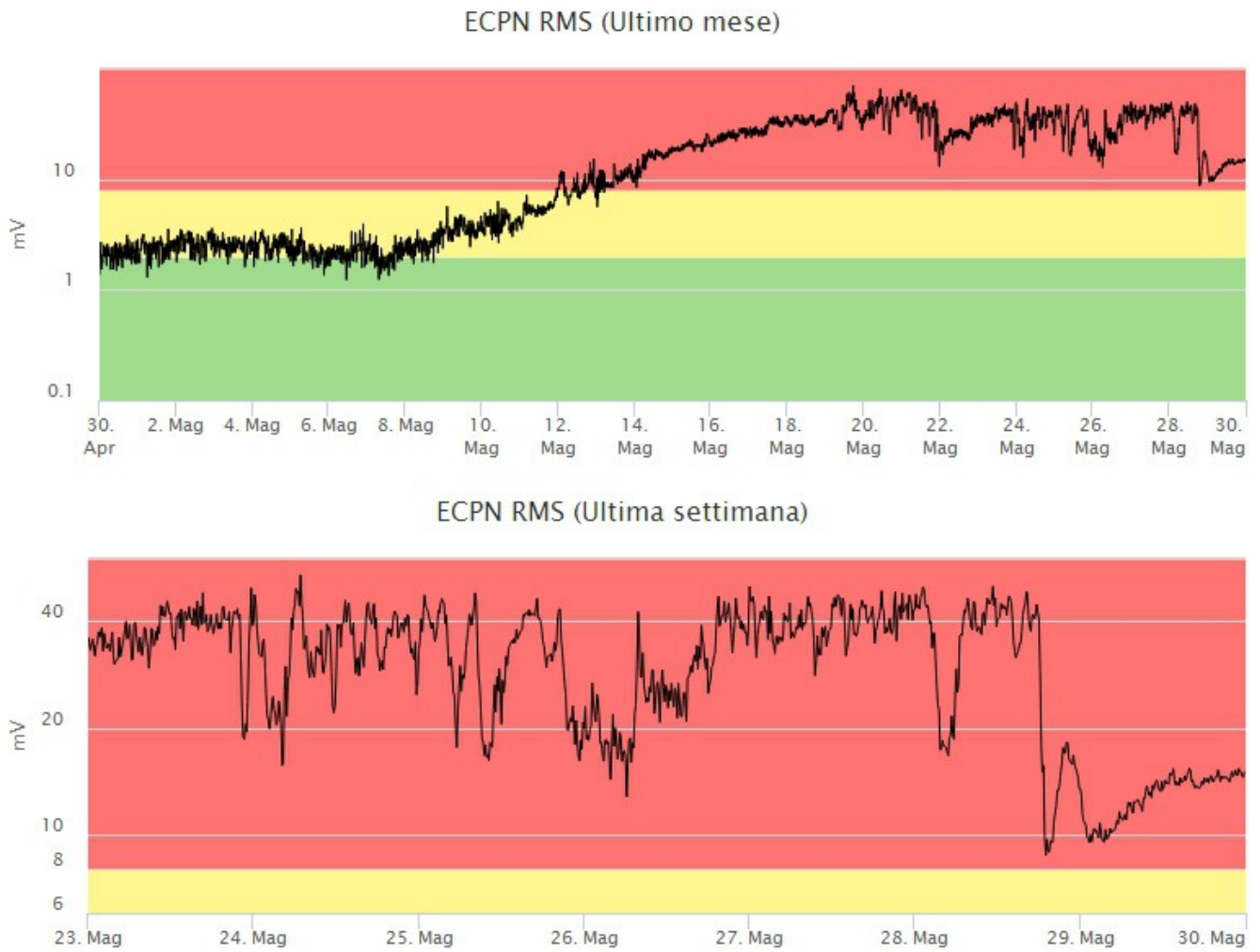


Fig. 4.2 Andamento temporale dell'ampiezza del tremore vulcanico: valori RMS nell'ultimo mese (in alto) e nell'ultima settimana (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio=giallo, alto=rosso).

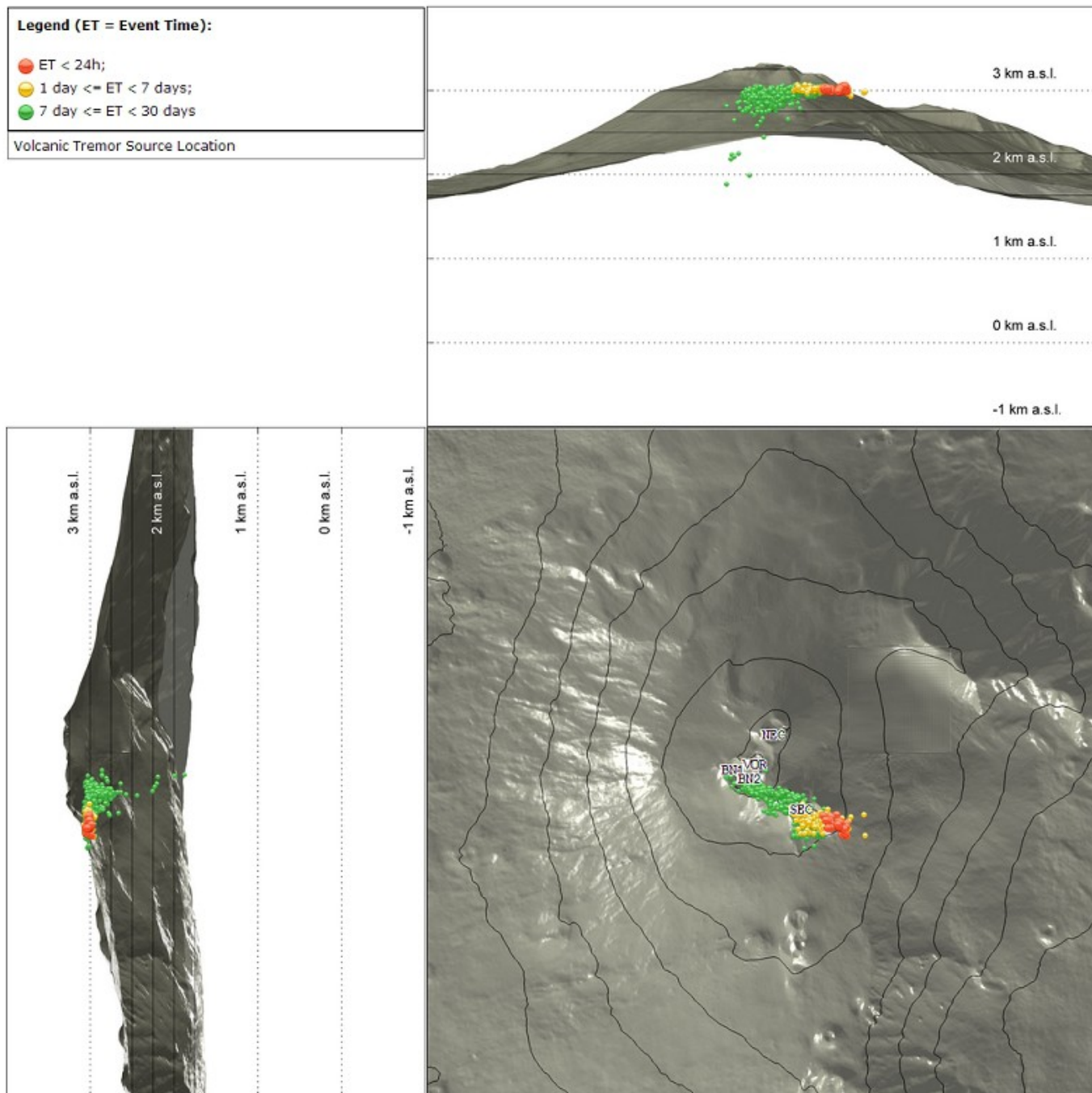


Fig. 4.3 Localizzazioni della sorgenti del tremore vulcanico (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).

5. INFRASUONO

L'attività infrasonica ha visto un ulteriore aumento rispetto a quanto segnalato la scorsa settimana, raggiungendo e superando le 1100 rilevazioni di eventi al giorno dal 23 al 25 maggio (Fig. 5.1). L'ampiezza degli eventi è stata media e bassa, con sporadici eventi caratterizzati da una ampiezza alta o molto alta. A partire dal 27 maggio il forte vento ha alterato le capacità di rilevazione della rete e pertanto i dati riportati sono sottostimati. In ogni caso, dall'analisi della registrazioni, si osserva che giorno 28 maggio, in coincidenza con la repentina diminuzione dell'ampiezza del Tremore Vulcanico, avviene una drastica diminuzione dell'attività infrasonica localizzata al Cratere di SE e il ripristino dell'attività di bassa

energia localizzata al Cratere Bocca Nuova.

Conteggio eventi infrasonici localizzati (ultimo mese)

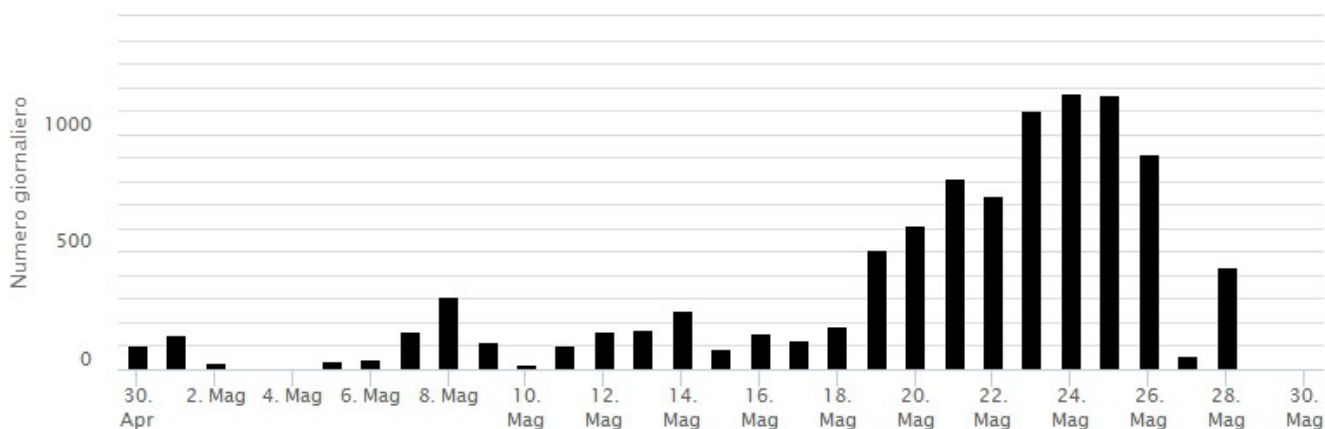


Fig. 5.1 Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati nell'ultimo mese.

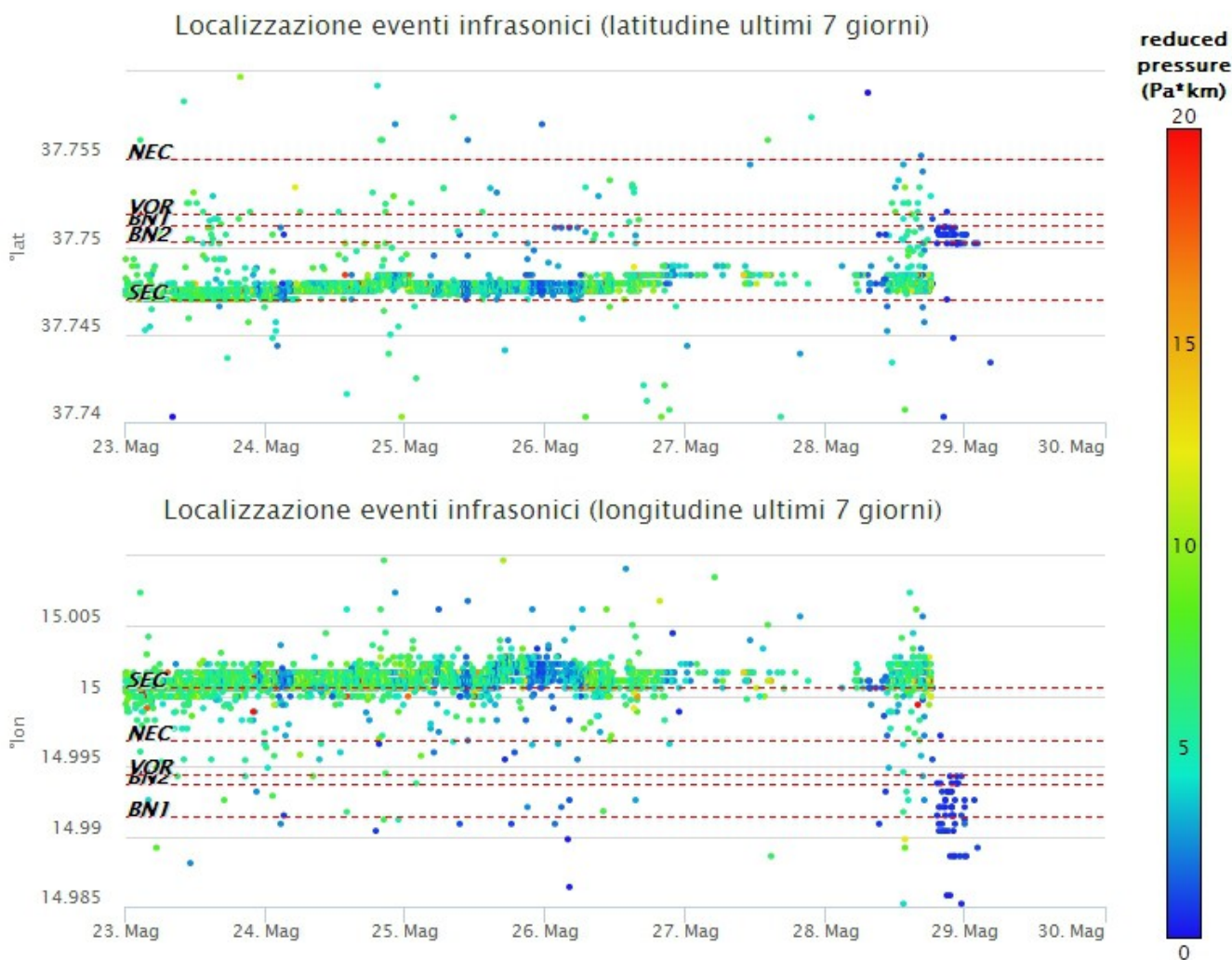


Fig. 5.2 Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultima settimana. (SEC= cratere SE; NSEC = nuovo cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN = cratere Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore dell'indicatore 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. A titolo esemplificativo vengono mostrate le componenti N-S delle stazioni di Serra La Nave (ESLN) e Dammusi (DAM) rispettivamente ubicate nel medio versante meridionale e settentrionale del vulcano.

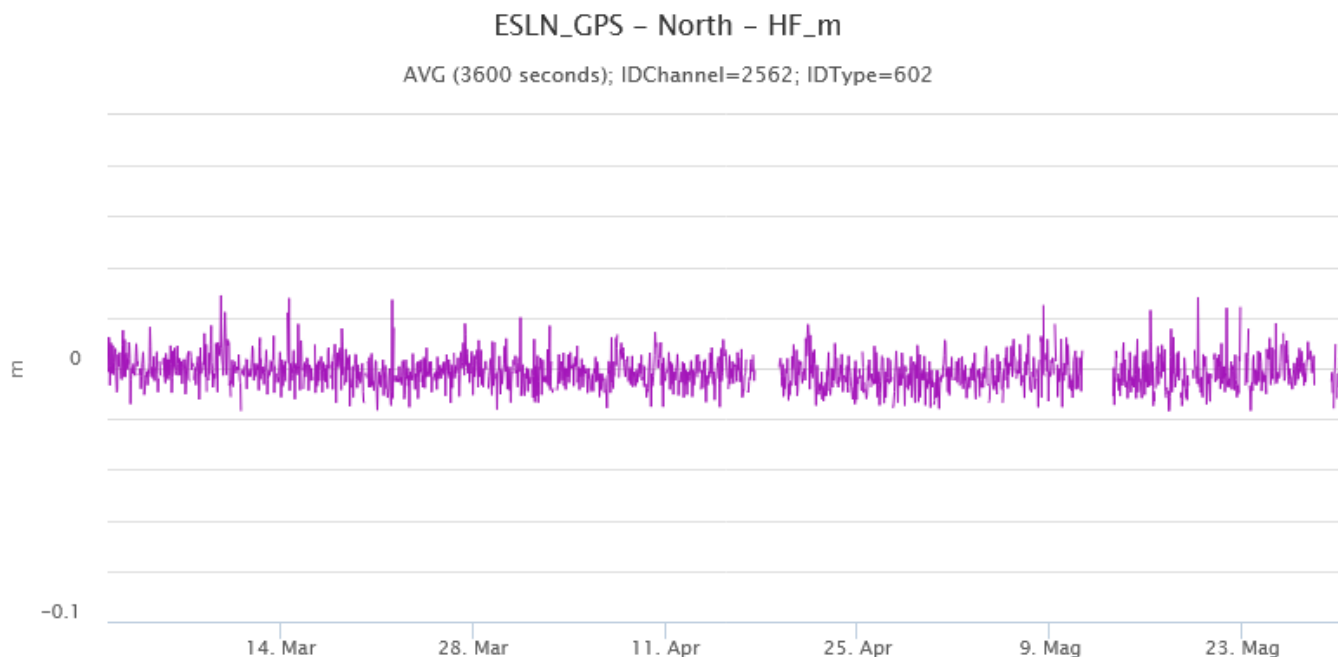


Fig. 6.1 *Componente N-S della stazione di Serra La Nave (ESLN) nel medio versante meridionale del vulcano*

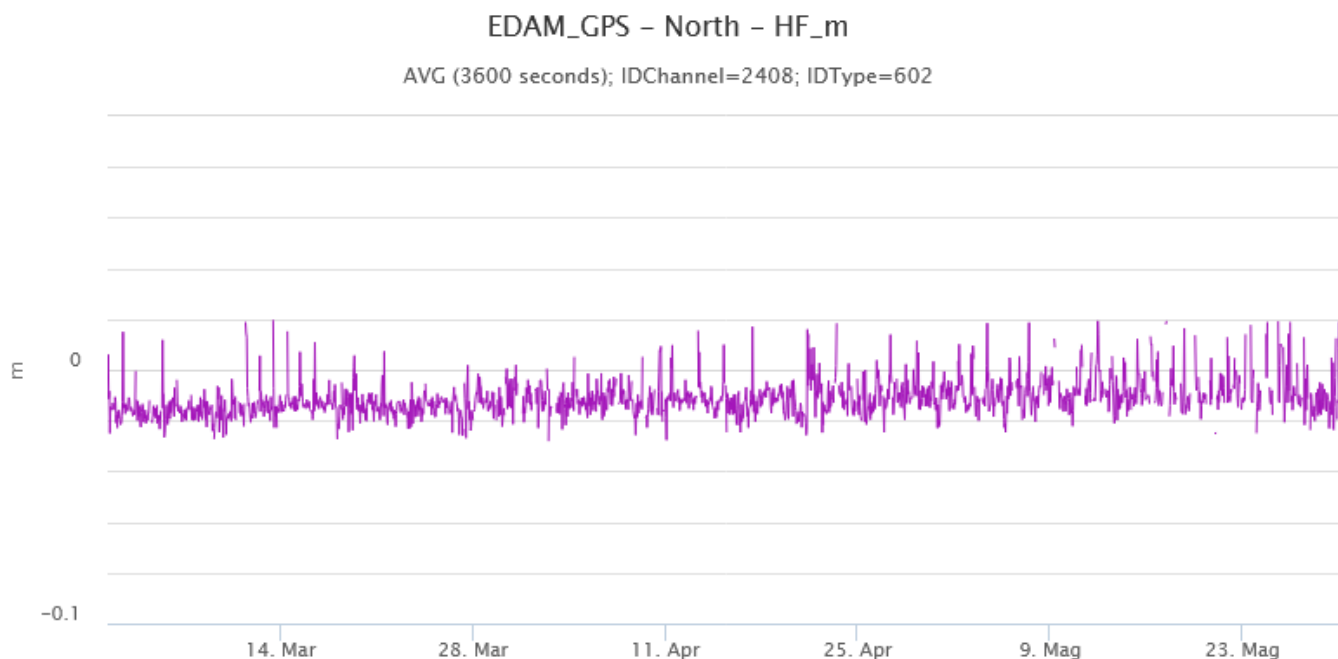


Fig. 6.2 *Componente N-S della stazione di Dammusi (EDAM) nel medio versante settentrionale del vulcano*

I segnali della rete clinometrica mostrano, in modo meglio evidente nella stazione sommitale ECP, una leggera variazione cumulata da metà Maggio che indica e conferma una modesta deflazione in atto.

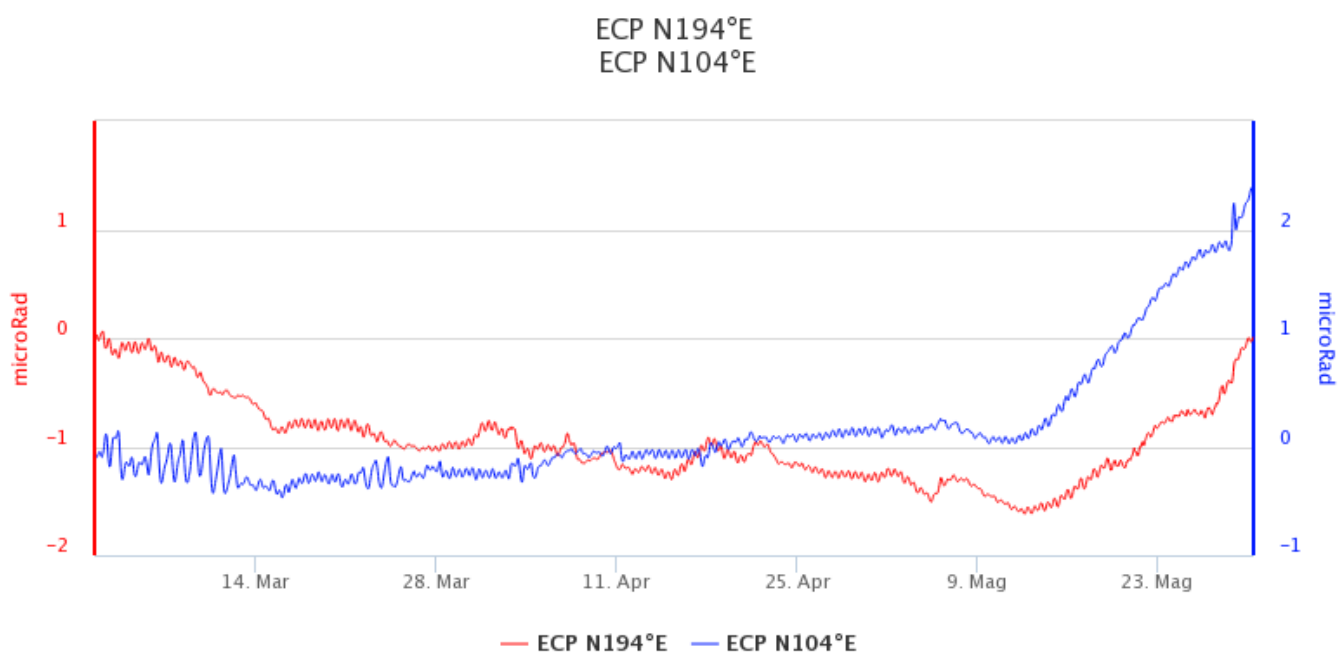


Fig. 6.3 Serie temporale delle componenti (microradiani) del clinometro della stazione di Cratere del Piano (ECP) ubicata in area sommitale.

7. GEOCHIMICA

Il flusso di SO₂ medio-giornaliero nell'ultimo periodo indicato un valore che si pone su un livello medio ed in linea con i dati del periodo.

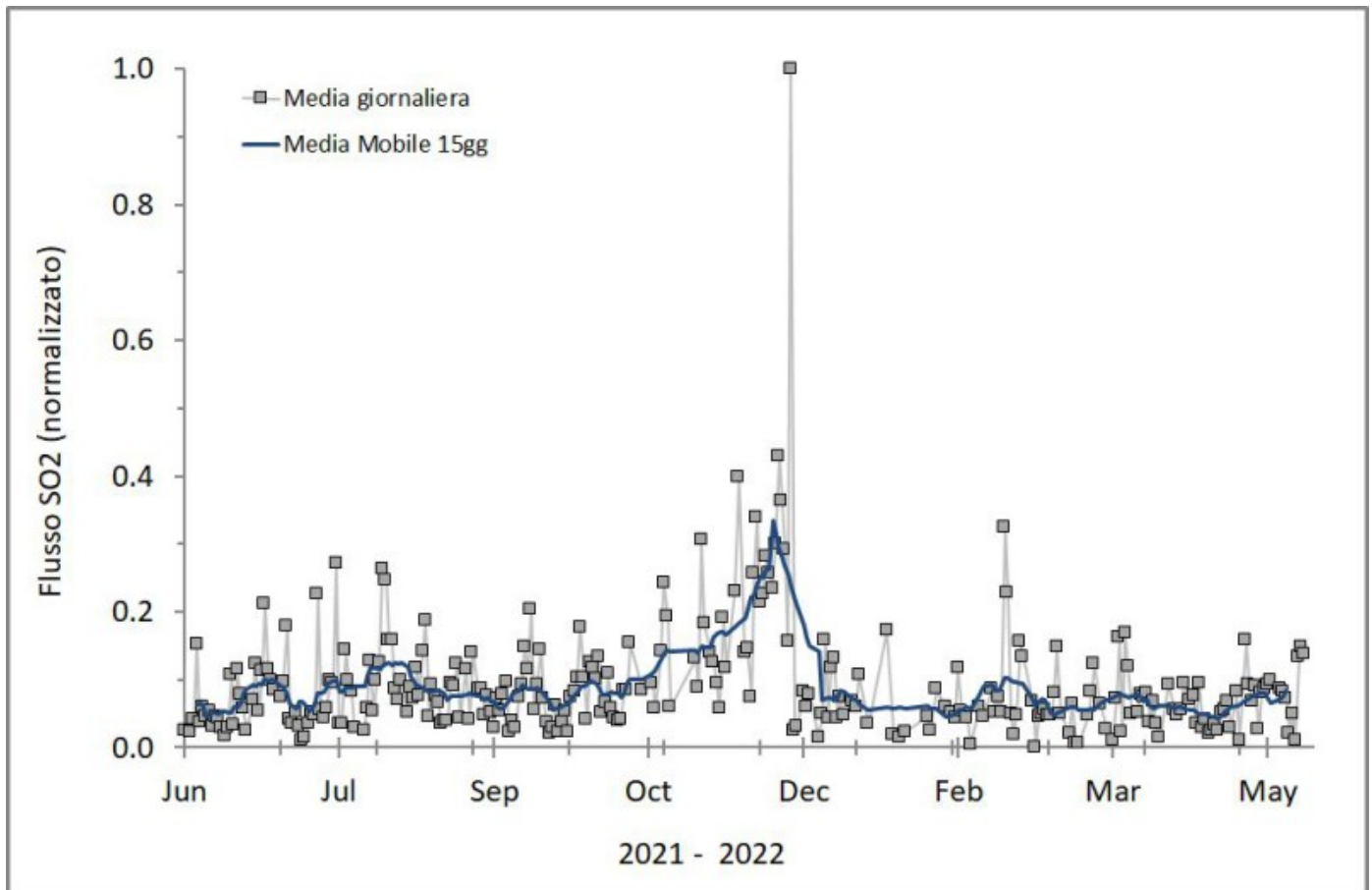


Fig. 7.1 Misure normalizzate del flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno

Flussi CO₂ dal suolo (Rete Etnagas). I flussi di CO₂ dal suolo registrati nell'ultima settimana mostrano valori che si attestano su livelli medio-alti

Etna – TotNorm

FROM: 2021-05-31 – TO: 2022-05-31 | Last Value: 0.45

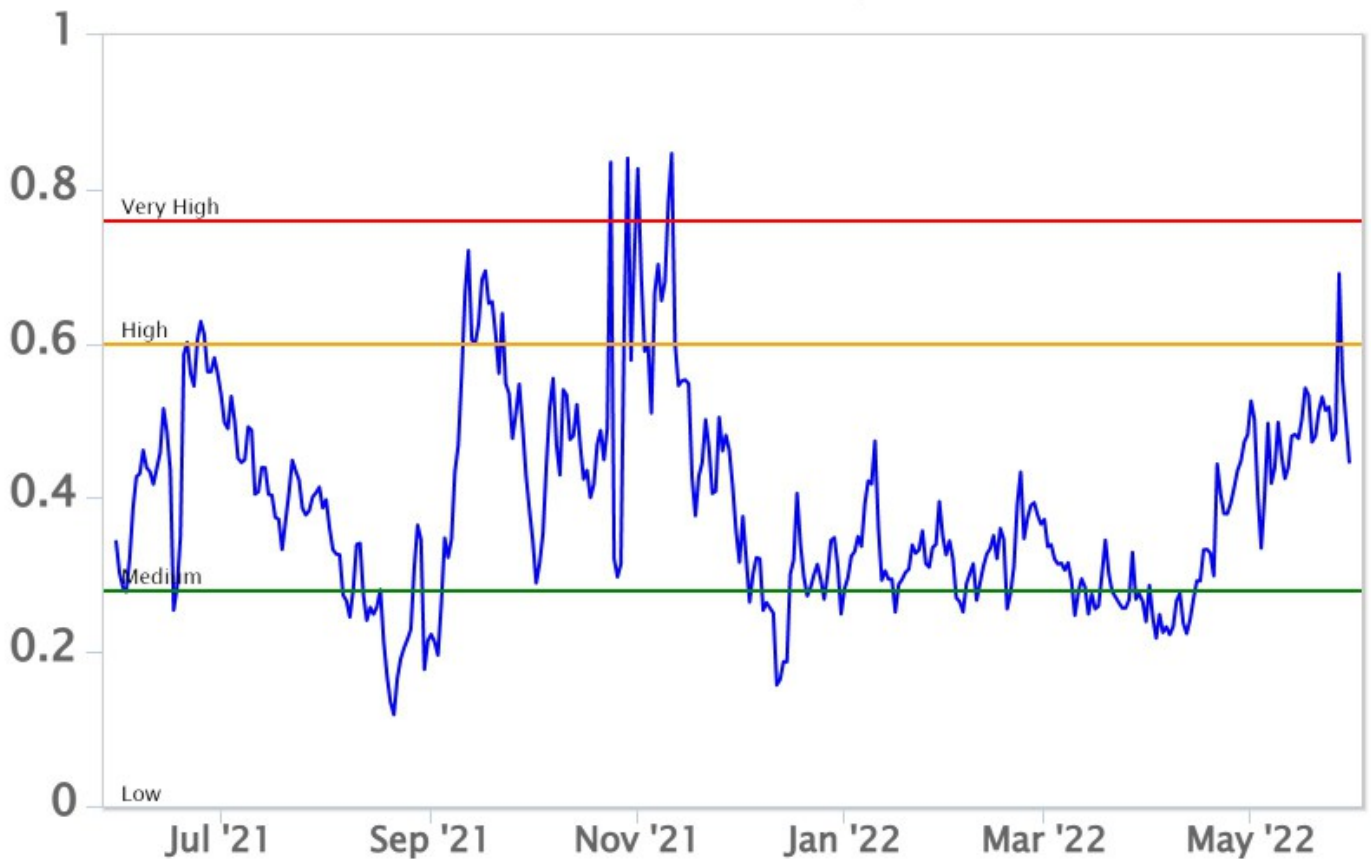


Fig. 7.2 *Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO₂ esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi- settimanale).*

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: 2021-05-31 – TO: 2022-05-31 | Last Value: 0.09

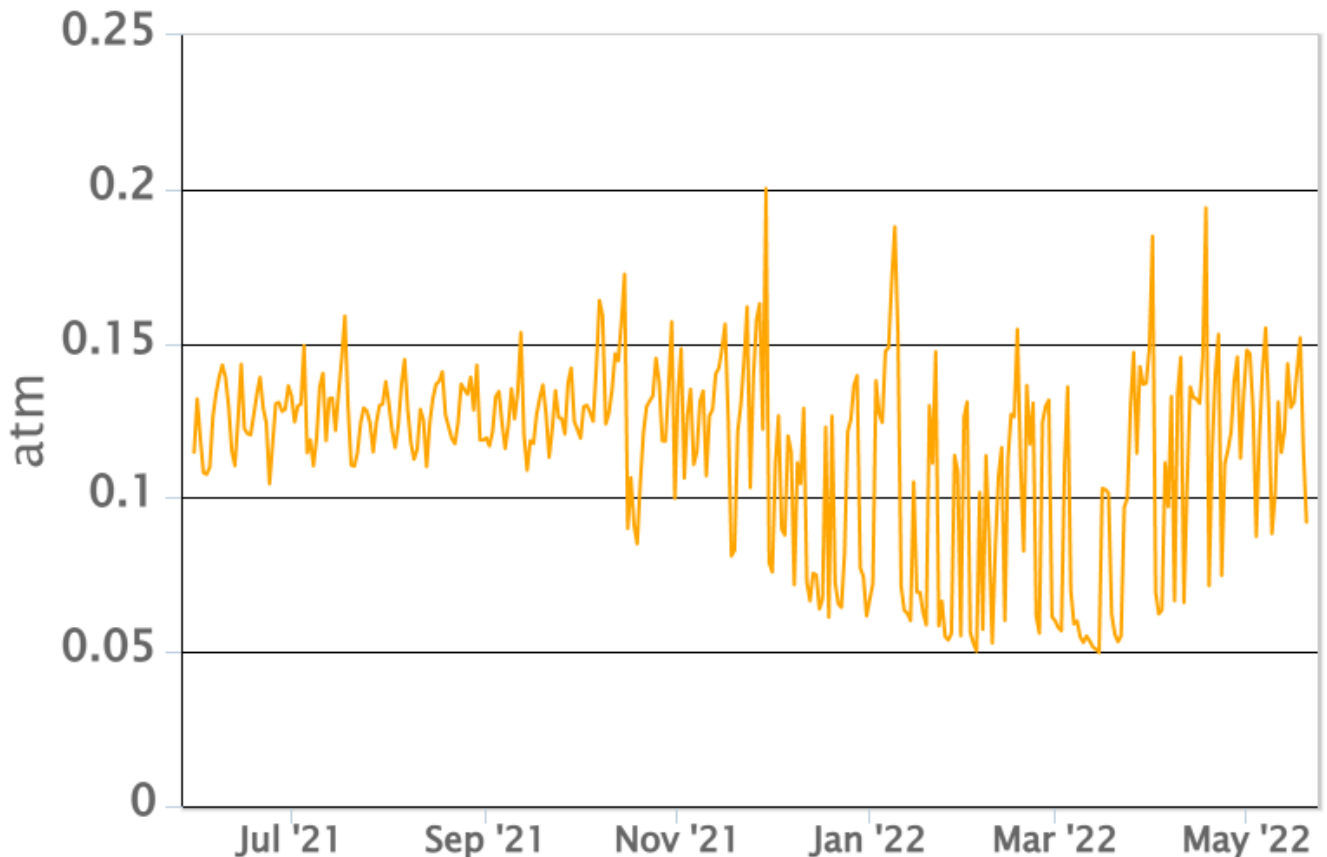


Fig. 7.3 Andamento temporale della pressione parziale di CO₂ disciolta nelle acque della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

Isotopi He (campionamento in discreto). Non sono disponibili aggiornamenti rispetto al comunicato straordinario del 18/05/2022. L'ultimo campionamento disponibile del 10-05-2022, mostrava valori in aumento rispetto ai mesi precedenti, attestandosi su un livello alto.

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 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 2022 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 (vedi riquadro) con cui è stata emessa la colata di lava. Il volume stimato della colata di lava è di poco superiore a 2.5 milioni di metri cubi.

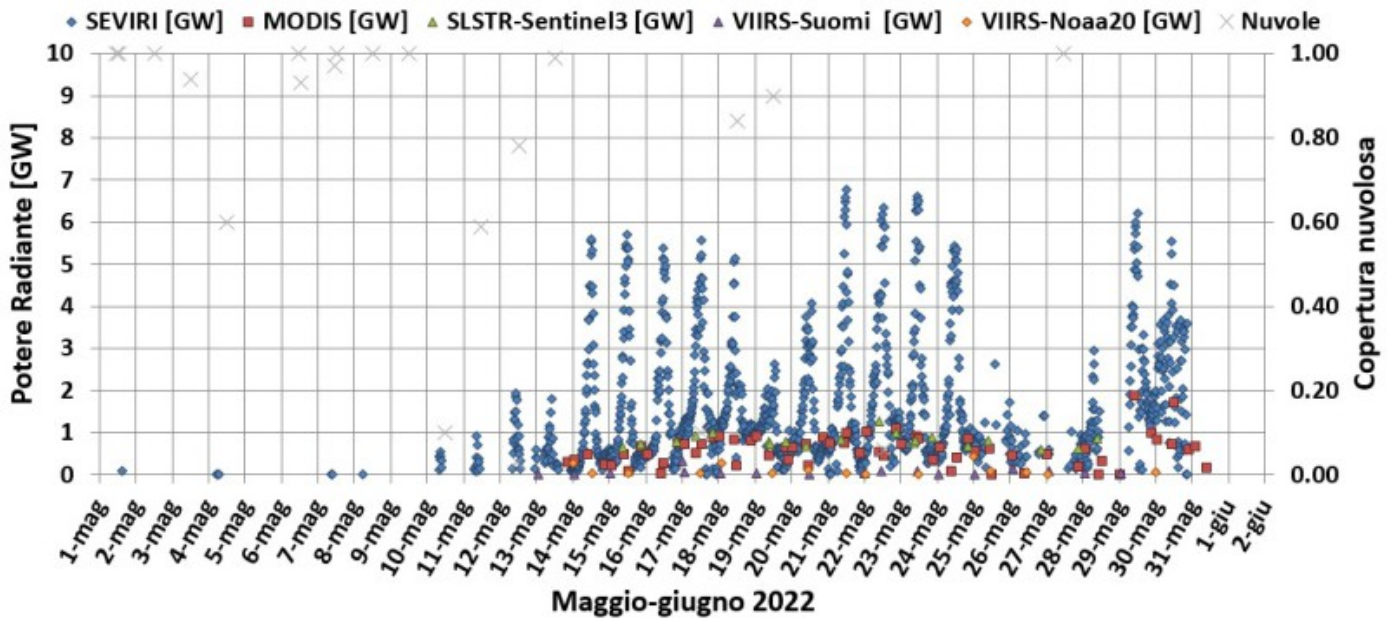


Fig. 8.1 Potere radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 (triangolo verde) e VIIRS (triangolo viola e rombo giallo) e indice di nuvolosità (croci grigie) nel mese di maggio 2022. Nel riquadro sono mostrate le misure di potere radiante del mese di maggio 2022.

Nelle Figure 8.2a, 8.2b, 8.2c, 8.2d e 8.2e sono mostrate le immagini del 14, 17, 19 e 22 maggio 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 totale = 0.19 kmq; lunghezza max= 1.3 km;
- 17 maggio => area totale = 0.32 kmq; lunghezza max = 2.5 km;
- 19 maggio => area totale = 0.38 kmq; lunghezza max = 2.5 km;
- 22 maggio => area totale = 0.53 kmq; lunghezza max = 2.5 km;
- 29 maggio => area totale = 0.72 kmq; lunghezza max = 2.5 km.

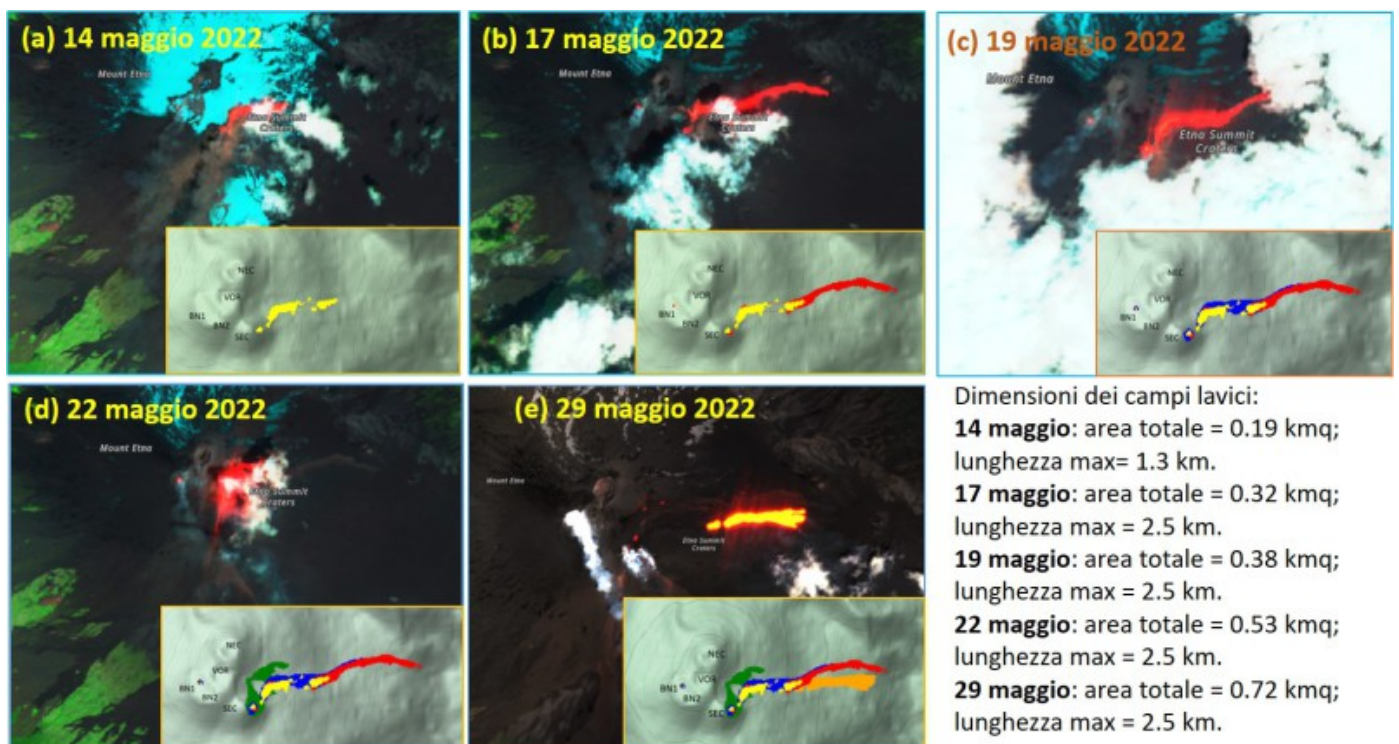


Fig. 8.2 Immagini Sentinel-2 SWIR con risoluzione spaziale di 20 m del 14, 17, 19, 22 e 29 maggio 2022. Nei riquadri sono

visibili le mappe dei campi lavici derivate con un algoritmo Support Vector Machine.

9. ALTRE OSSERVAZIONI

La composizione del vetro vulcanico (elementi maggiori) è stata determinata in alcuni frammenti selezionati cenere prodotti dal Cratere di Sud-Est (CSE) durante una fase di intensa attività stromboliana avvenuta il 23 maggio 2022.

I clasti analizzati sono trasparenti e di colore giallo (vetro di tipo sideromelano), vescicolati e con frequenti forme allungate di tipo fluidale (Fig. 9.1).

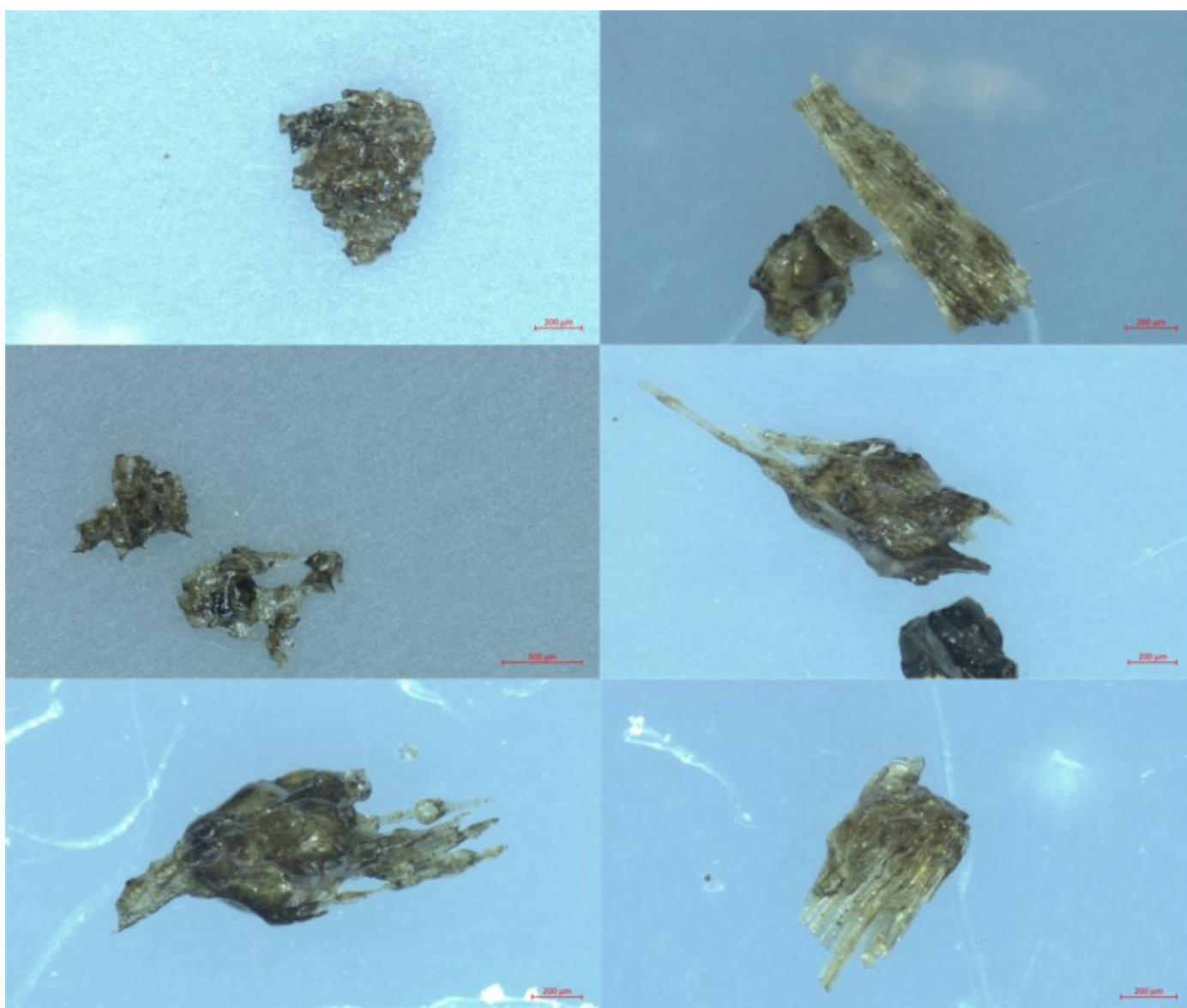


Fig. 9.1 Clasti di sideromelano in 3D. Le immagini in luce polarizzata riflessa sono state acquisite con una fotocamera digitale collegata allo stereomicroscopio Axiozoom.V16e, Zeiss. Per la ricostruzione in 3D è stato utilizzato un modulo EDF.

Le analisi della composizione del vetro sono state effettuate presso i laboratori dell'OE mediante il SEM-EDS (microscopio elettronico a scansione con associata microanalisi).

I dati acquisiti, rappresentati nel diagramma $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. $\text{FeO}_{\text{tot}}/\text{MgO}$ (Fig. 9.2), mostrano che la composizione del vetro analizzato nei frammenti di cenere eruttati il 23 maggio 2022 (rombi rossi) è

omogenea, e più evoluta di quella dei vetri dei due parossismi del 10 e 21 febbraio 2022 (rispettivamente cerchi fucsia e cerchi vuoti verdi).

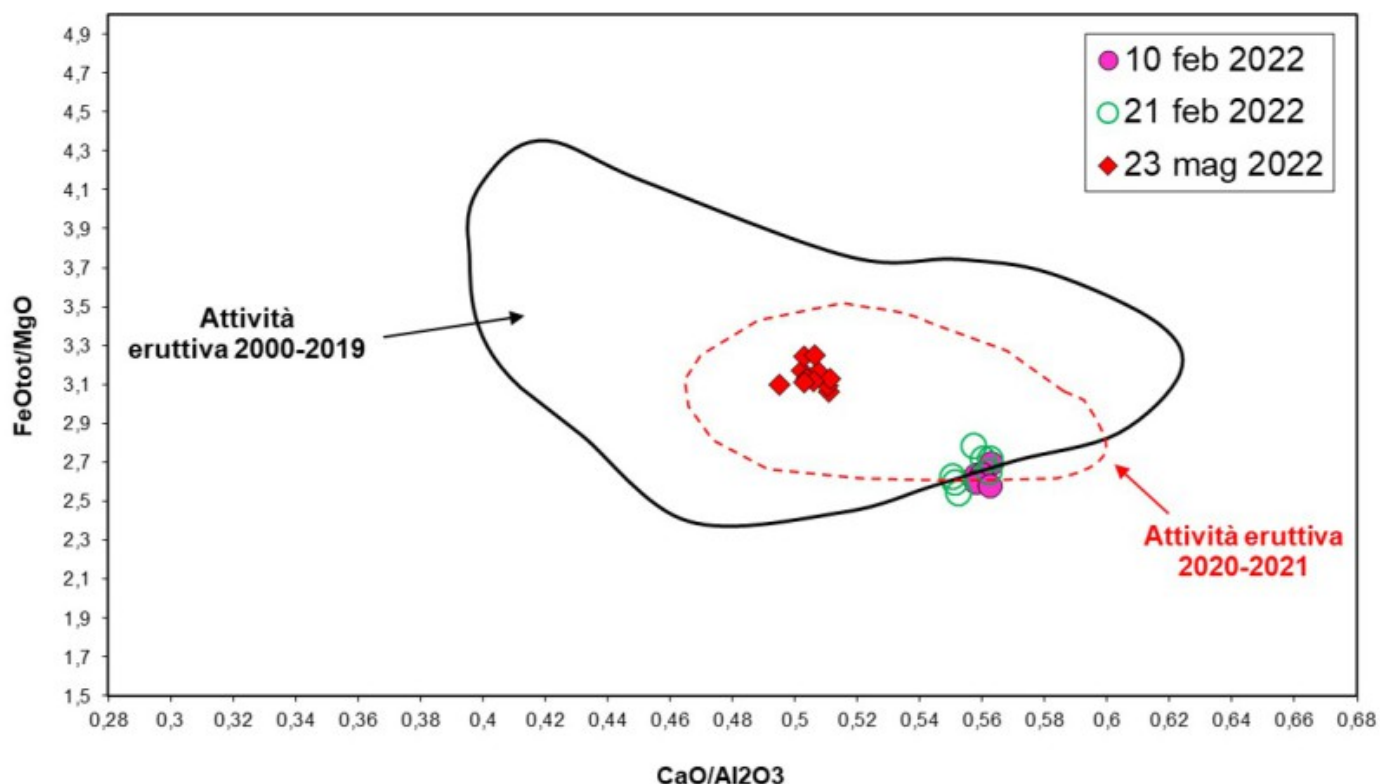


Fig. 9.2 Grafico CaO/Al_2O_3 vs. FeO_{tot}/MgO dove sono riportate le composizioni dei vetri della cenere prodotta dal CSE durante l'attività stromboliana del 23 maggio 2022 e per confronto quelle delle ultime fontane del 10 e 21 febbraio prodotte dallo stesso cratere.

Sulla base dei dati preliminari della composizione del vetro vulcanico si può dunque affermare che, una volta conclusasi l'attività parossistica del CSE a febbraio 2022, l'eruzione sommitale iniziata il 12 maggio 2022 è alimentata da un magma più evoluto di quello di febbraio e quindi già residente nel "reservoir" magmatico (serbatoio) che alimenta l'attività in corso al CSE.

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

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 Acque	1	0	9	10
Infrasonica	2	1	7	10
Sismologia	2	4	23	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 INGV e Dipartimento della Protezione Civile.