



Rep. N. 20.3/2022

ETNA

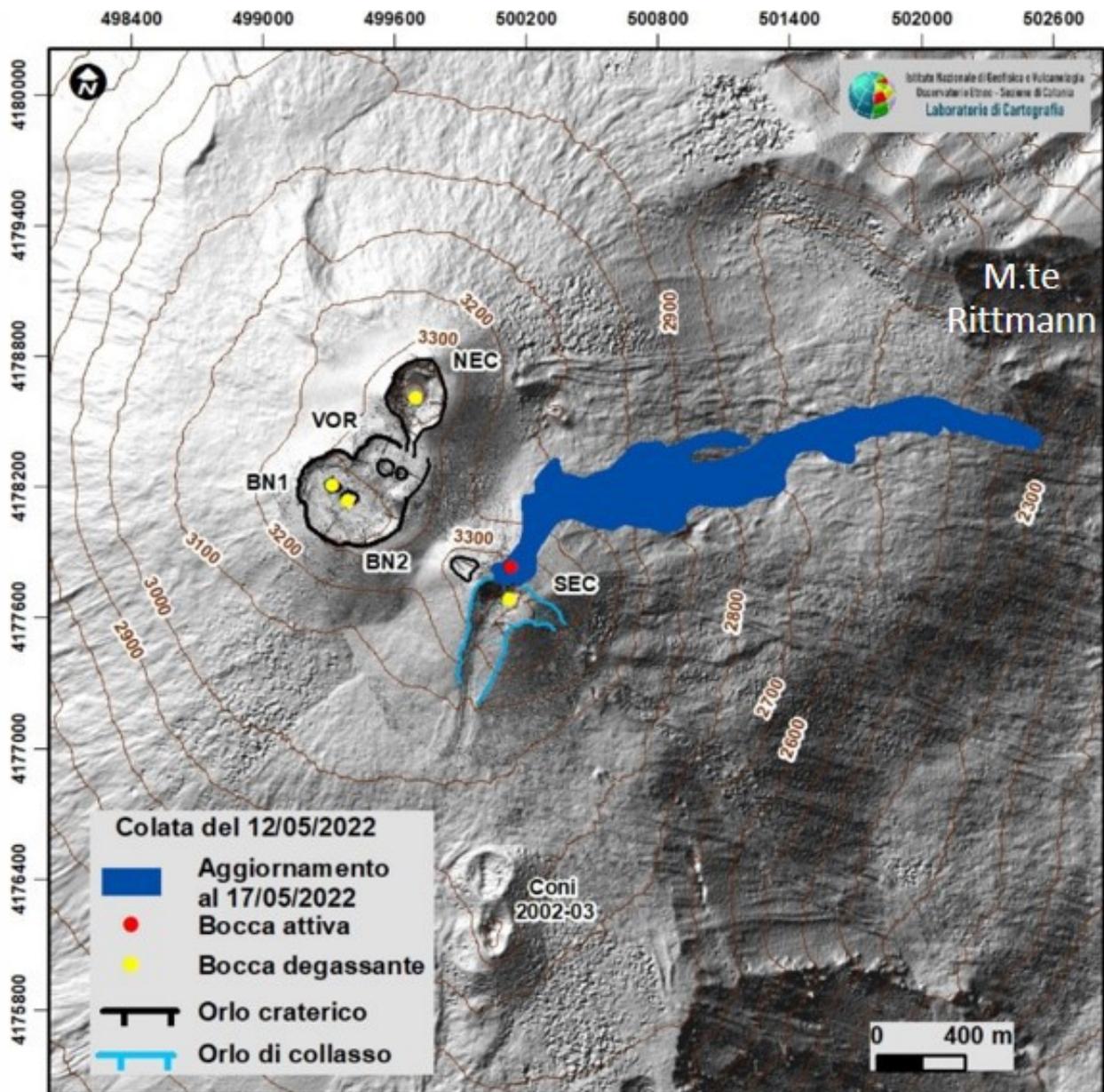
COMUNICATO STRAORDINARIO

18/05/2022

(data emissione 18/05/2022)

1. AGGIORNAMENTO SUL FENOMENO IN CORSO

In relazione a quanto riportato nel comunicato del 17/05/2022 delle ore 15.16 UTC, si segnala che a partire dalle ore 23.00 UTC circa del 17/05/22 si è generato un nuovo flusso lavico dalla bocca effusiva di quota 3250 m s.l.m. Questo flusso si affianca alla colata principale che durante la mattina del 18/05/22 risulta essere in graduale raffreddamento, come evidenziato dalle immagini delle telecamere di videosorveglianza. In particolare, il fronte lavico più avanzato (Fig.1.1), segnalato nel comunicato del 17/05/2022 e localizzato a quota di circa 2300 m s.l.m., nei pressi di M.te Rittmann, è in raffreddamento (Fig.1.2).



Data	Area (x 10 ⁶ m ²)	Spessore (m)	Volume (x 10 ⁶ m ³)	Lunghezza (km)	Quota minima (m)
17/05/2022	0.5	2.0	0.9	2.4	2300

Fig. 1.1 Modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale e mappa preliminare della colata aggiornata al 17 Maggio 2022. 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.

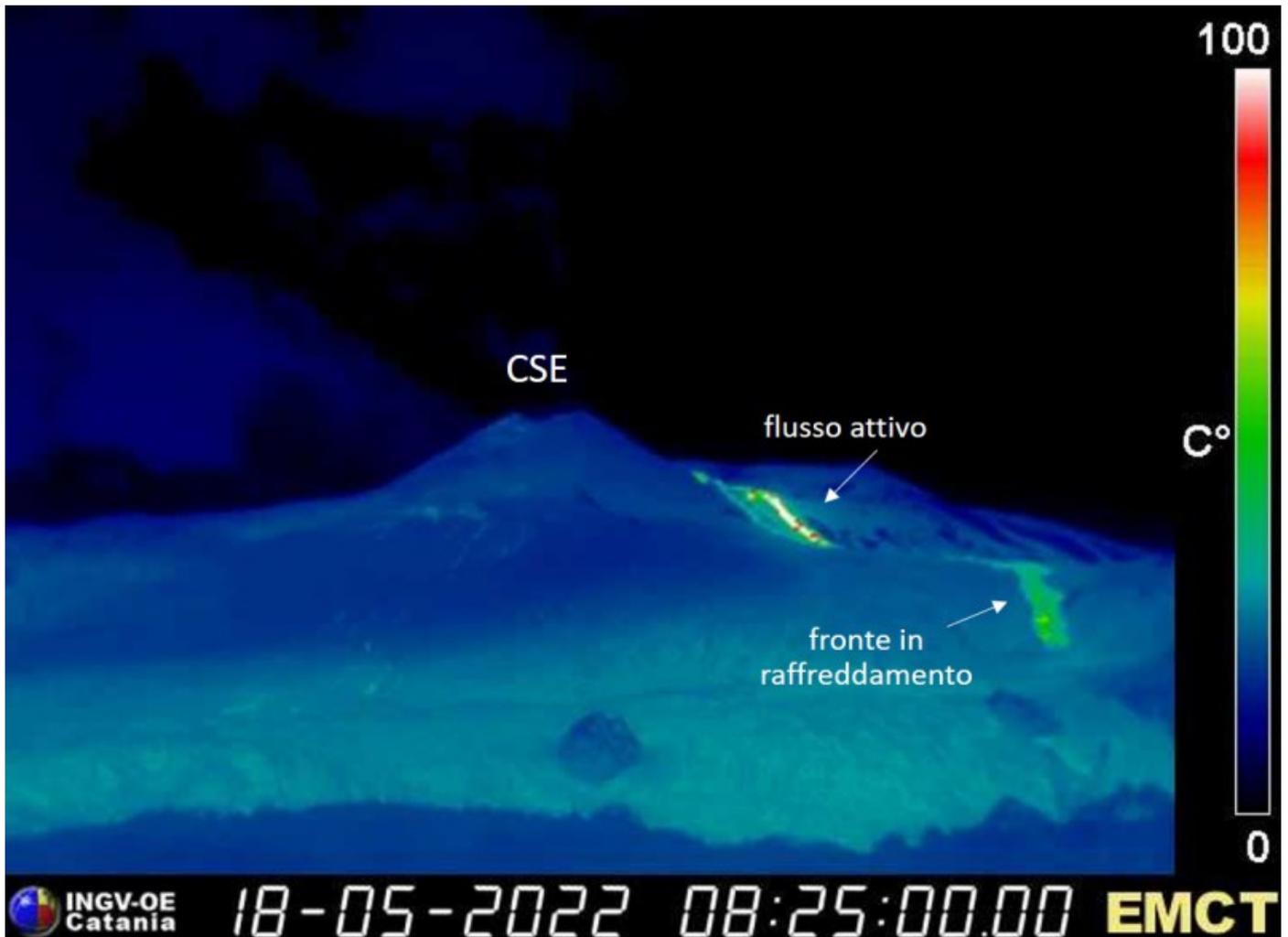


Fig. 1.2 *Flussi lavici della colata alimentata dal Cratere di Sud-Est (CSE), ripresi il 18 maggio 2022 dalla telecamera termica di M.te Cagliato,.*

Inoltre, le osservazioni eseguite durante un sopralluogo di terreno realizzato alle ore 09.00 UTC del 18/05/22 hanno evidenziato che il fronte più avanzato del nuovo flusso lavico si trova ad una quota di circa 2700 m s.l.m. in Valle del Leone (Fig.1.3).

Infine, prosegue in maniera discontinua e con intensità variabile l'attività esplosiva Stromboliana al Cratere di Sud-Est

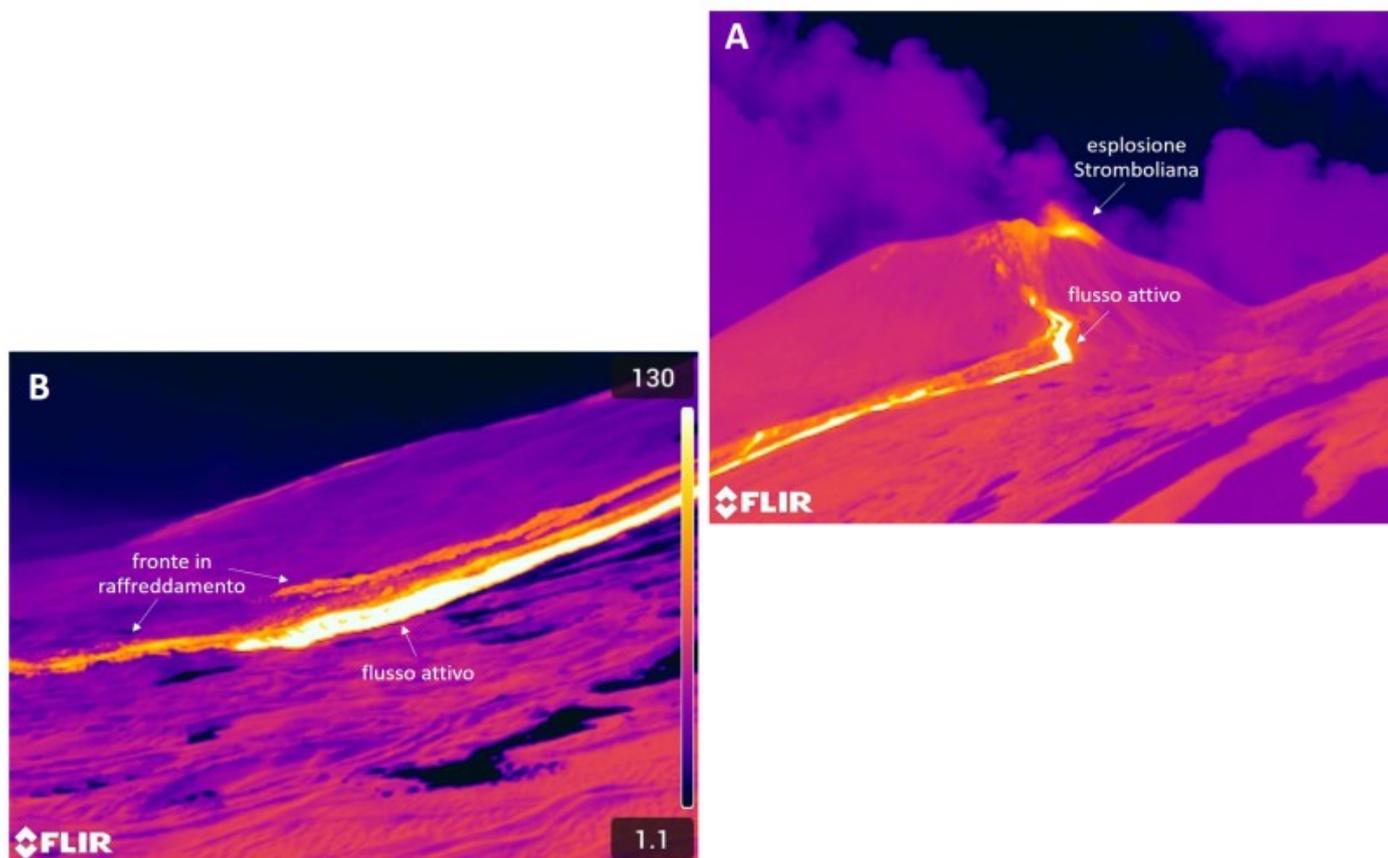


Fig. 1.3 *Panoramica dell'area a nord del Cratere di Sud-Est, ripresa con una telecamera termica portatile, durante il sopralluogo effettuato 18/5/2022 in località Pizzi Deneri. Le immagini A) e B) non sono in continuità spaziale.*

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 18 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 5:00 GMT del 18 maggio. Attraverso l'inversione dell'emissione termica è stato osservato che il tasso medio di eruzione (TADR) ha mostrato un andamento crescente, con un picco di 5.7 m³/s il 17 maggio alle 12:30 GMT (Fig. 1.4). Integrando i valori del tasso effusivo durante l'intero periodo eruttivo, è stata calcolata anche la curva del volume cumulativo che risulta pari a 750,000 m³.

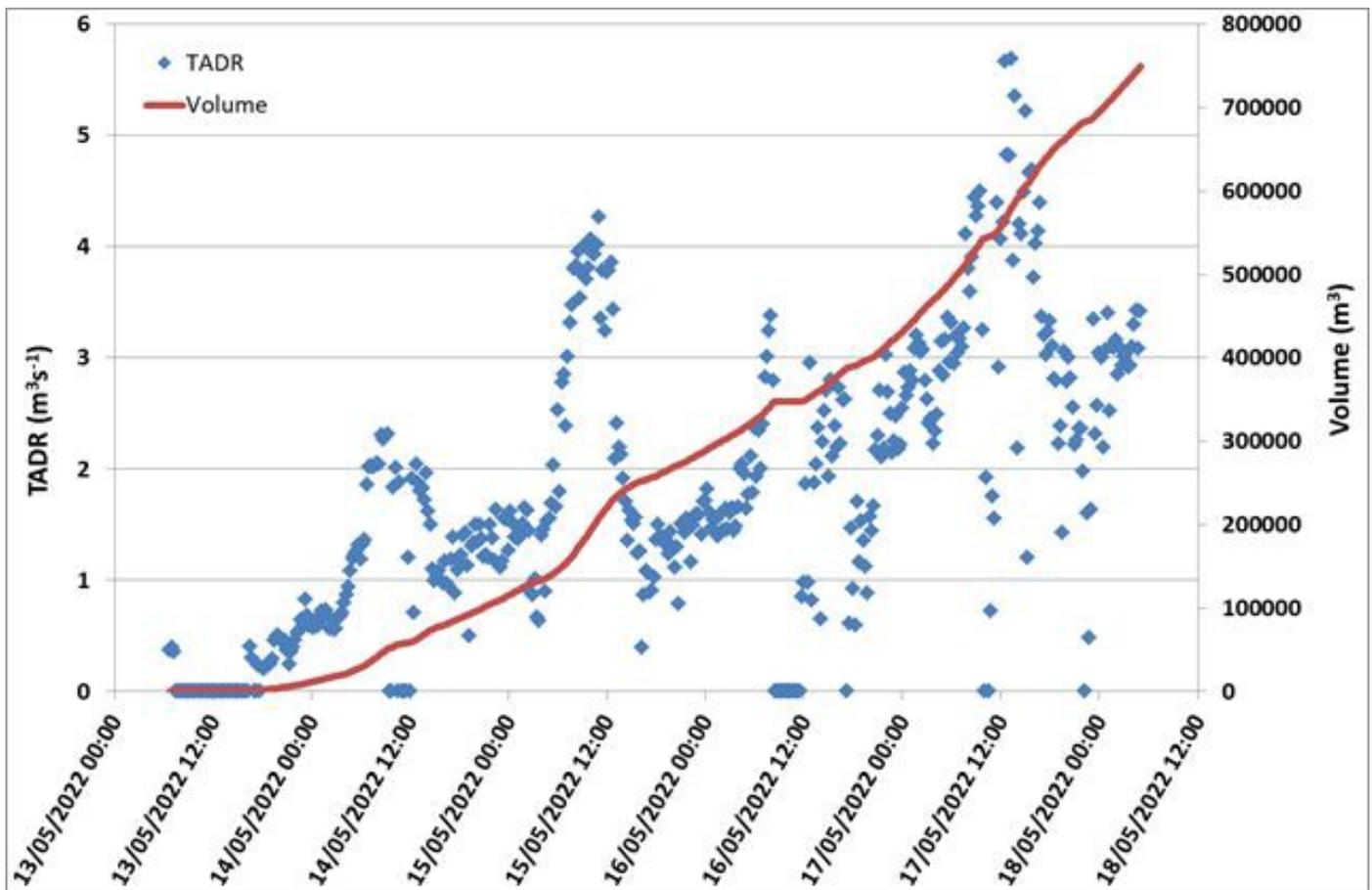


Fig. 1.4 Stima del TADR e volume cumulato ottenuti dai dati SEVIRI dal 13 al 18 maggio 2022.

Inquadramento dell'attività storica

L'attività eruttiva dell'Etna

Le principali eruzioni verificatesi all'Etna nel corso degli ultimi 2500 anni sono ben documentate nel record geologico e, relativamente agli ultimi 500 anni, si dispone di una descrizione sufficientemente accurata e completa di tutte le eruzioni che hanno interessato le pendici del vulcano. L'attività eruttiva manifestatasi in questo intervallo temporale può essere classificata raggruppandola in tre differenti categorie: i. degassamento pressoché continuo dai crateri sommitali, caratterizzate anche da attività stromboliana di bassa energia (attività persistente); ii. fontane di lava ed effusioni laviche lente dalla sommità del vulcano (eruzioni terminali) o dalle sue immediate prossimità (eruzioni subterminali); iii. eruzioni laterali o eccentriche (eruzioni di fianco).

ERUZIONI TERMINALI E SUBTERMINALI - CRATERE DI SUD-EST (SEC)

Il più giovane dei crateri sommitali etnei, il Cratere di Sud-Est (SEC), si forma durante l'eruzione laterale del 1971 e produce la sua prima attività eruttiva nel 1978-1979, caratterizzata da alcuni episodi parossistici che accompagnano brevi eruzioni laterali nella Valle del Bove. A parte alcuni intervalli di persistente attività stromboliana ed effusiva (1984, 1996-1998, 2006, 2018), l'attività del SEC è tipicamente caratterizzata da sequenze di episodi parossistici (1989: 15 episodi; 1998-1999: 22 episodi; 2000: 66 episodi; 2001: 16 episodi; 2007-2008: 7 episodi; 2011-2014: 45 episodi; 2020-2022: 60 episodi).

Tali episodi solitamente producono attività esplosiva la cui intensità varia da attività stromboliana a fontane di lava, queste ultime con altezze che in alcuni casi superano 2000 m sopra la bocca, accompagnate da colonne eruttive alte fino a 14-15 km sopra il livello del mare. Spesso l'attività esplosiva si concentra lungo numerose bocche allineate lungo fratture che attraversano il cono del SEC, il cui orientamento può variare tra un ciclo di parossismi ed un altro.

Si osservano altresì colate laviche sia da fratturazione del cono che associate agli eventi parossistici e che

rimangono per lo più confinate in area sommitale, percorrendo pochi chilometri dalle bocche eruttive. Non di rado si osservano piccoli flussi piroclastici, generati da: (1) copiosa ricaduta di materiale piroclastico caldo sui fianchi ripidi del cono; (2) franamento di parti del fianco del cono; (3) violenta interazione tra lava e neve o ghiaccio.

La frequente ed intensa attività eruttiva del SEC ha costruito, nel corso degli ultimi 30 anni, un grande cono composito, che nell'estate del 2021 è diventato la nuova vetta dell'Etna, attestandosi ad un'altezza di oltre 3340 m.

2. SISMOLOGIA

Prosegue il trend di graduale incremento dell'ampiezza media del tremore osservato dal 7 maggio che ha portato i valori da medio-bassi ad alti. Dal 12 maggio, in particolare, i valori dell'ampiezza media mostrano un progressivo incremento all'interno della fascia dei valori elevati (Fig. 2.1) e, contestualmente le sorgenti sono localizzate nell'area del cratere di Sud Est ad una profondità intorno ai 3000 m. sopra il livello del mare (Fig. 2.2).

L'attività sismica legata ad eventi da fratturazione a partire dal primo maggio è stata bassa e caratterizzata dall'accadimento di 4 terremoti con magnitudo maggiore o uguale a 2 (Fig. 2.3). La sismicità ha interessato prevalentemente l'area del sistema strutturale Pernicana: giorno 7 maggio, 3 eventi con ML compresa tra 2.0 e 2.3 sono stati localizzati a circa 2.5 km N-NO dell'abitato di Vena, ad una profondità di circa 300-400 metri sopra il livello del mare.

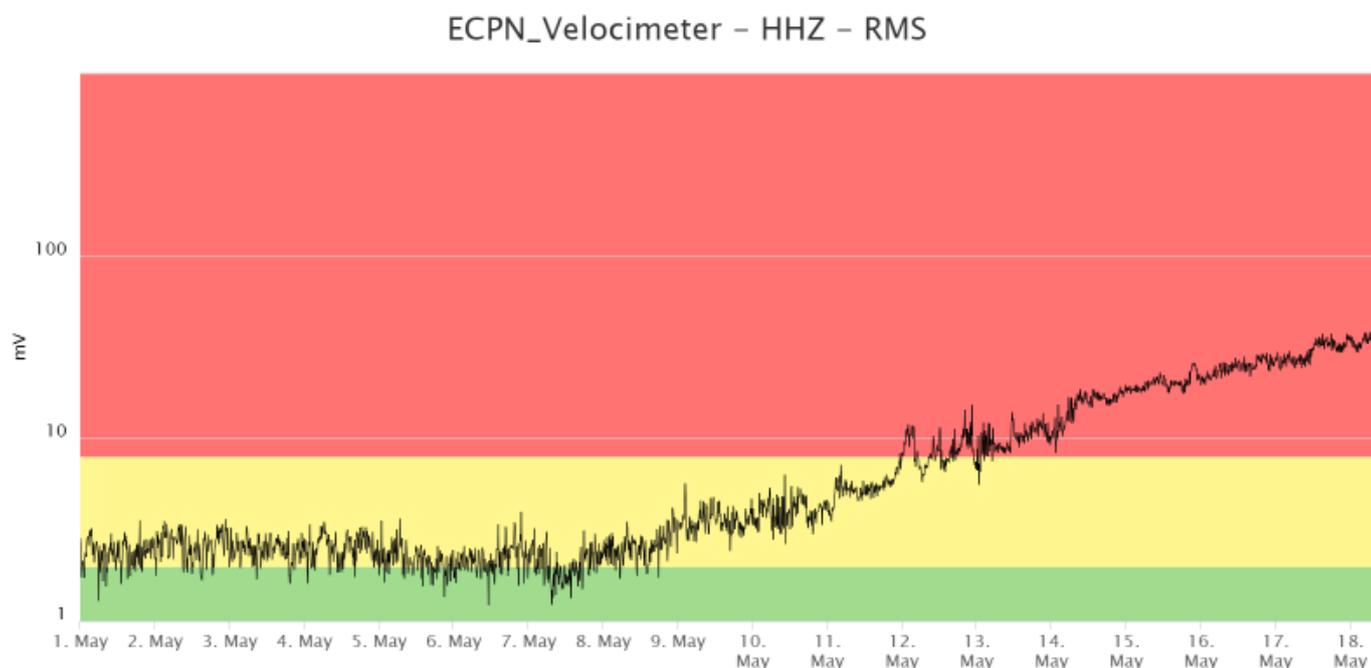


Fig. 2.1 *Andamento temporale dell'ampiezza del tremore vulcanico alla stazione di ECP: valori RMS a partire dal primo maggio secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio = giallo, alto = rosso).*

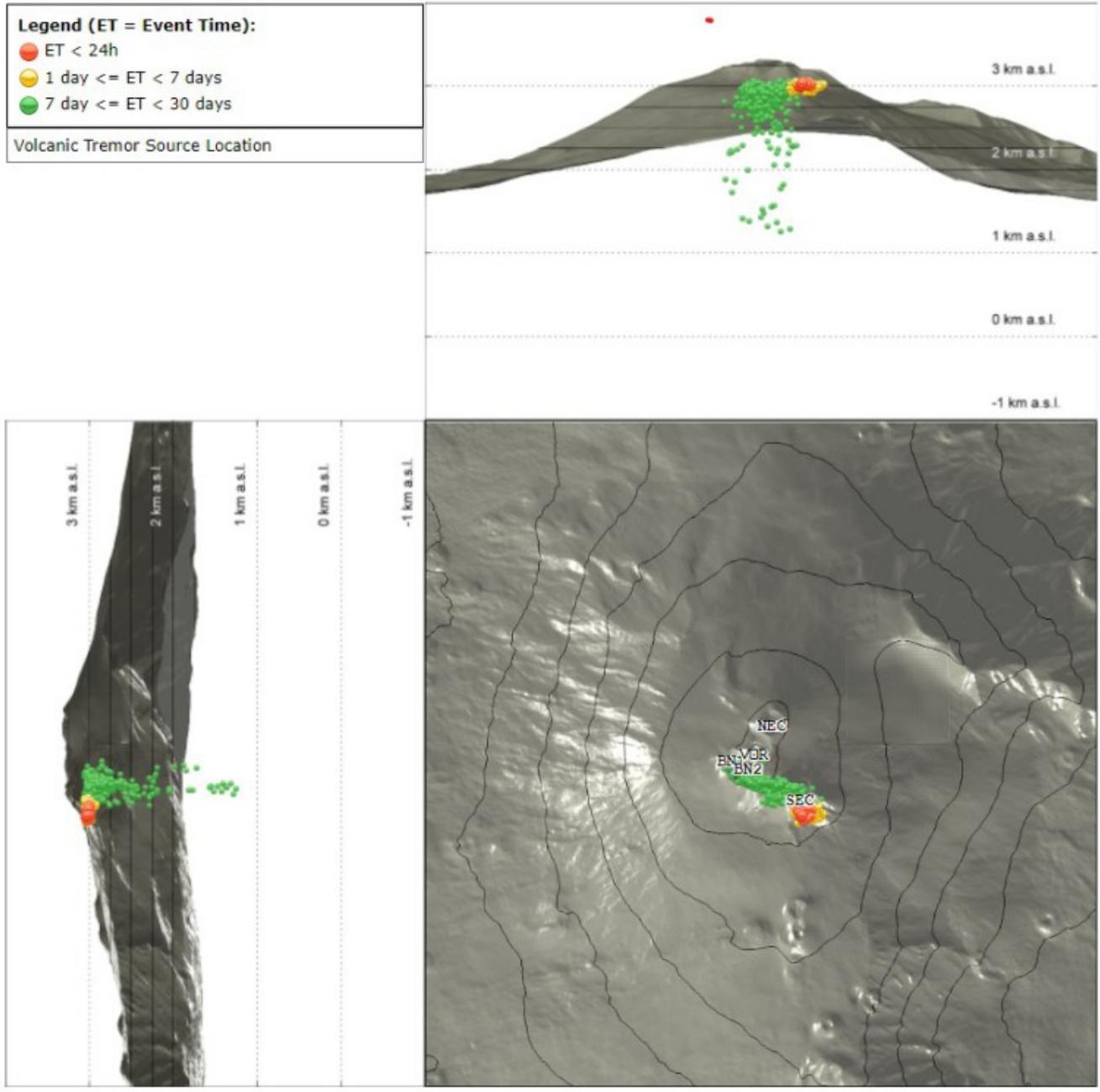


Fig. 2.2 Localizzazione della sorgente del tremore vulcanico. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).

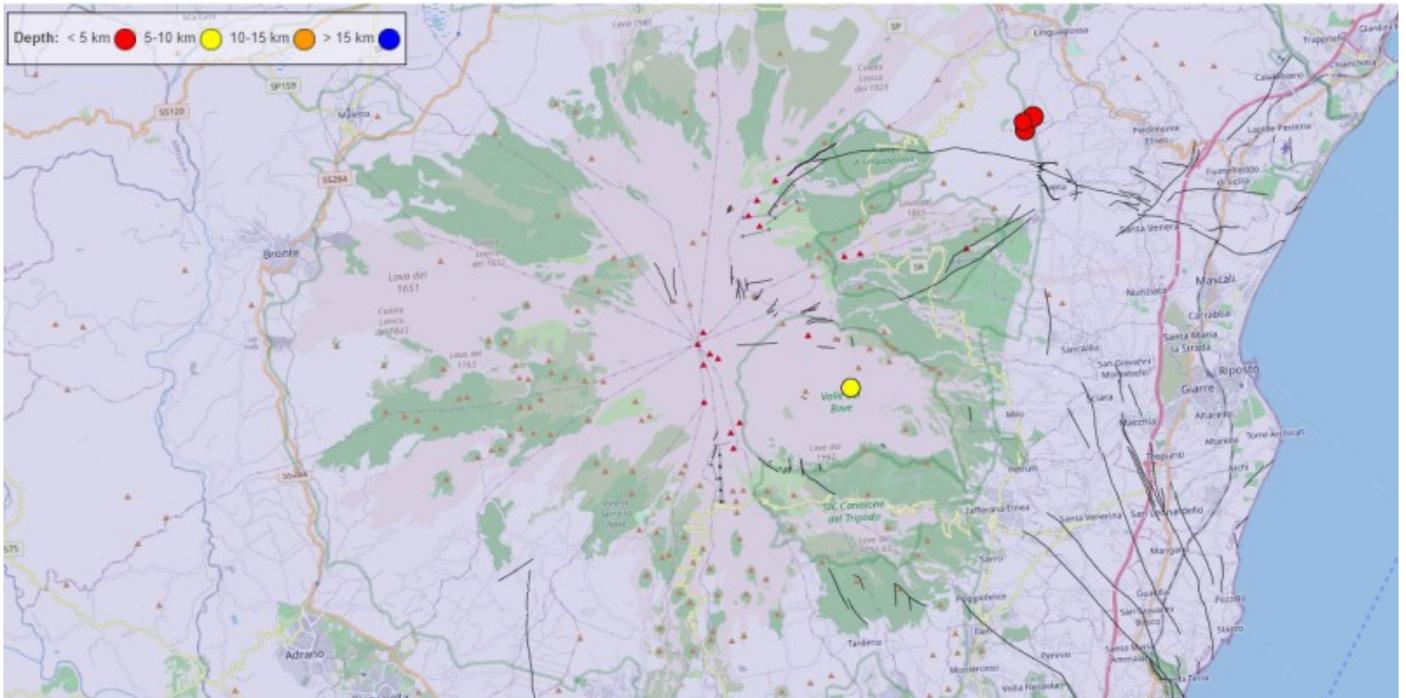


Fig. 2.3 Distribuzione della sismicità con M_I pari o superiore a 2.0 a partire dal primo maggio.

3. INFRASUONO

L'attività infrasonica è di livello medio-basso e risulta prevalentemente localizzata nell'area della Bocca Nuova (Figg 3.1 e 3.2). Tuttavia dal 14 maggio l'attività interessa anche l'area del Cratere di Sud-Est. Le ampiezze degli eventi si mantengono su valori medio-bassi (Fig. 3.2).

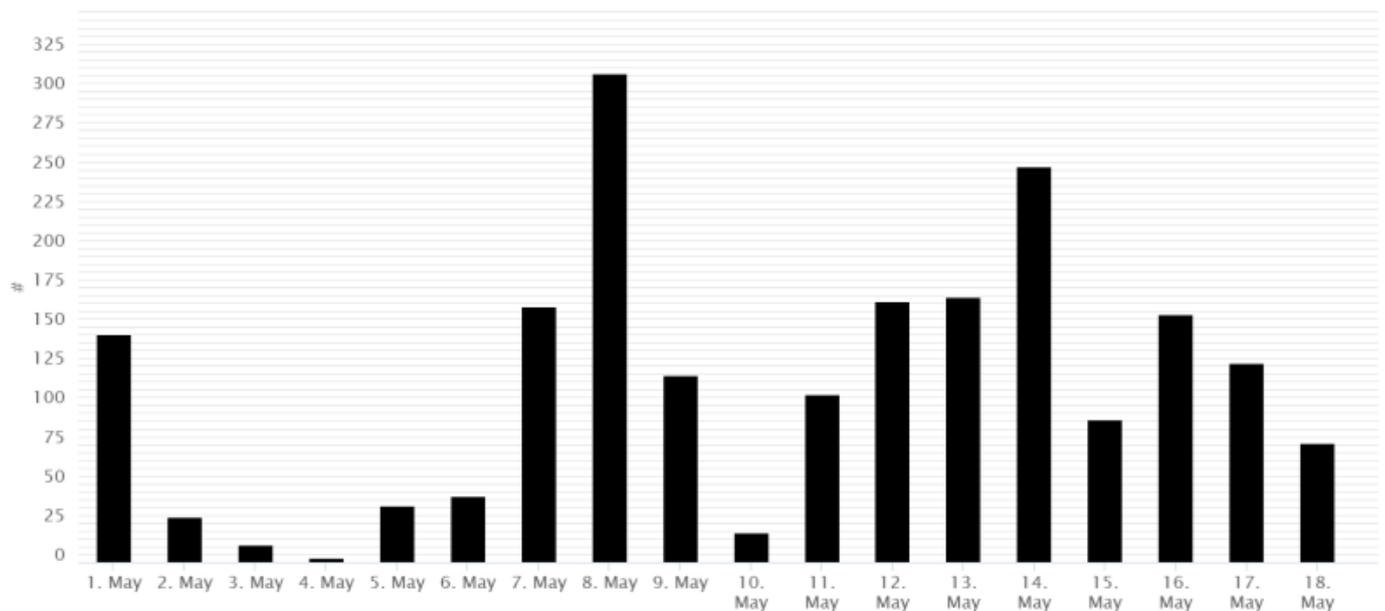


Fig. 3.1 Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati a partire dal primo maggio.

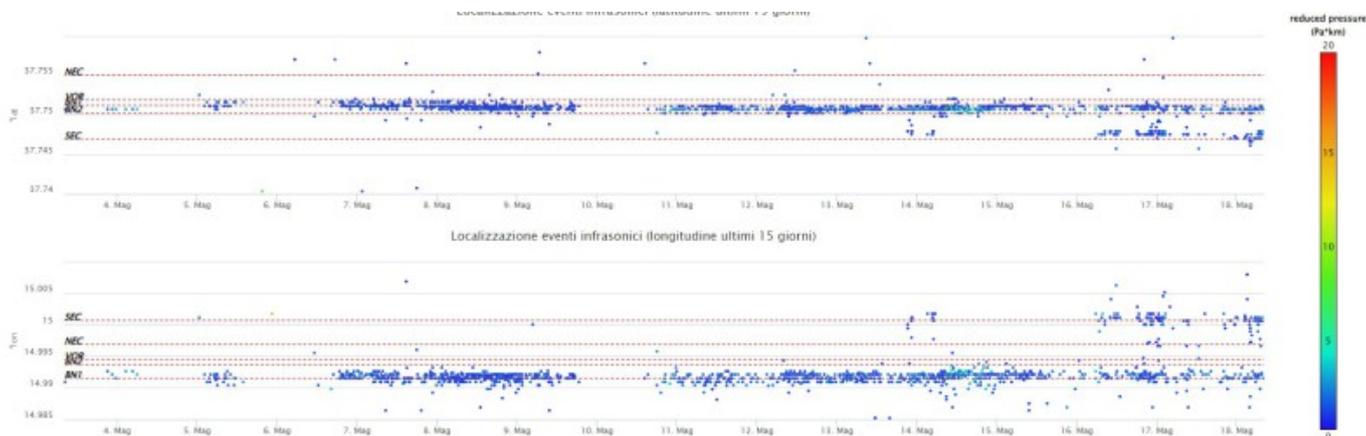


Fig. 3.2 *Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultimo mese (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BNI = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore dell'indicatore è funzione dell'ampiezza degli eventi.*

4. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

Le stazioni della rete GNSS permanente evidenziano un trend in leggero aumento della componente verticale delle stazioni sommitali di EPDN (Pizzi Deneri) ed ECNE (Cratere di Nord-Est) da aprile 2022.

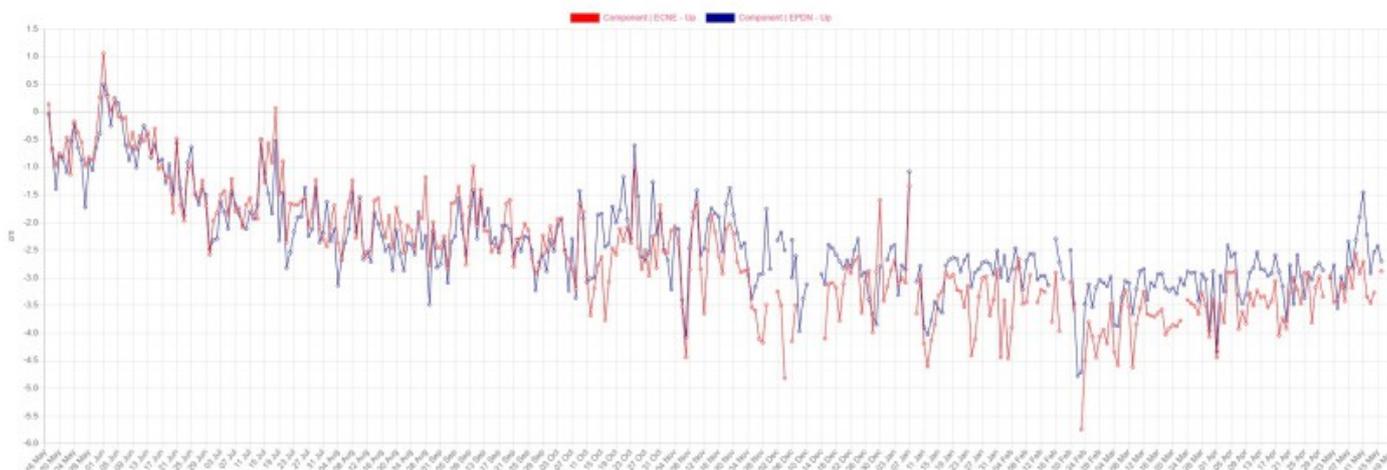


Fig. 4.1 *Serie temporali delle componenti Up delle stazioni GNSS permanenti del Cratere di Nord-Est e Pizzi Deneri dell'ultimo anno.*

Si osserva inoltre un trend in incremento della distanza fra le stazioni GNSS permanenti di ECRI (Monte Crisimo) ed ECOR (Grotta del Corruccio), lungo il sistema di Faglie della Pernicana, a partire dal 6 maggio 2022.

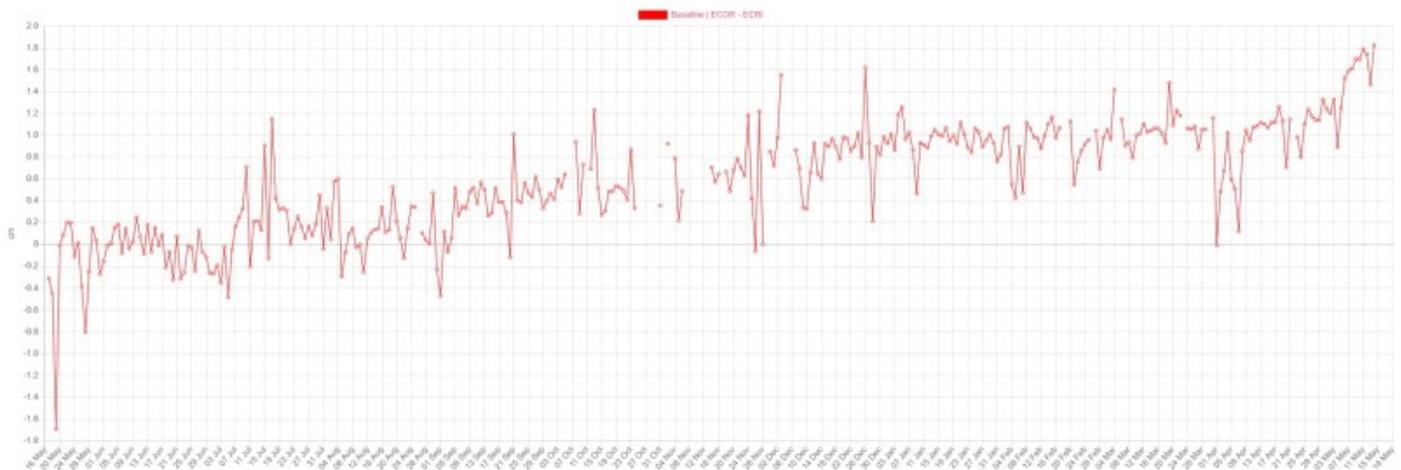


Fig. 4.2 Serie temporale della baseline fra le stazioni GNSS di Monte Crisimo e Grotta del Corruccio dell'ultimo anno.

Le stazioni clinometriche hanno evidenziato una leggera deformazione del suolo registrata tra il 6 ed il 10 maggio più visibile alle stazioni di media quota.

In particolare si riportano i segnali della stazione di Case del Vescovo, sul versante meridionale del vulcano, che ha registrato variazioni intorno a 0.2 microradiani

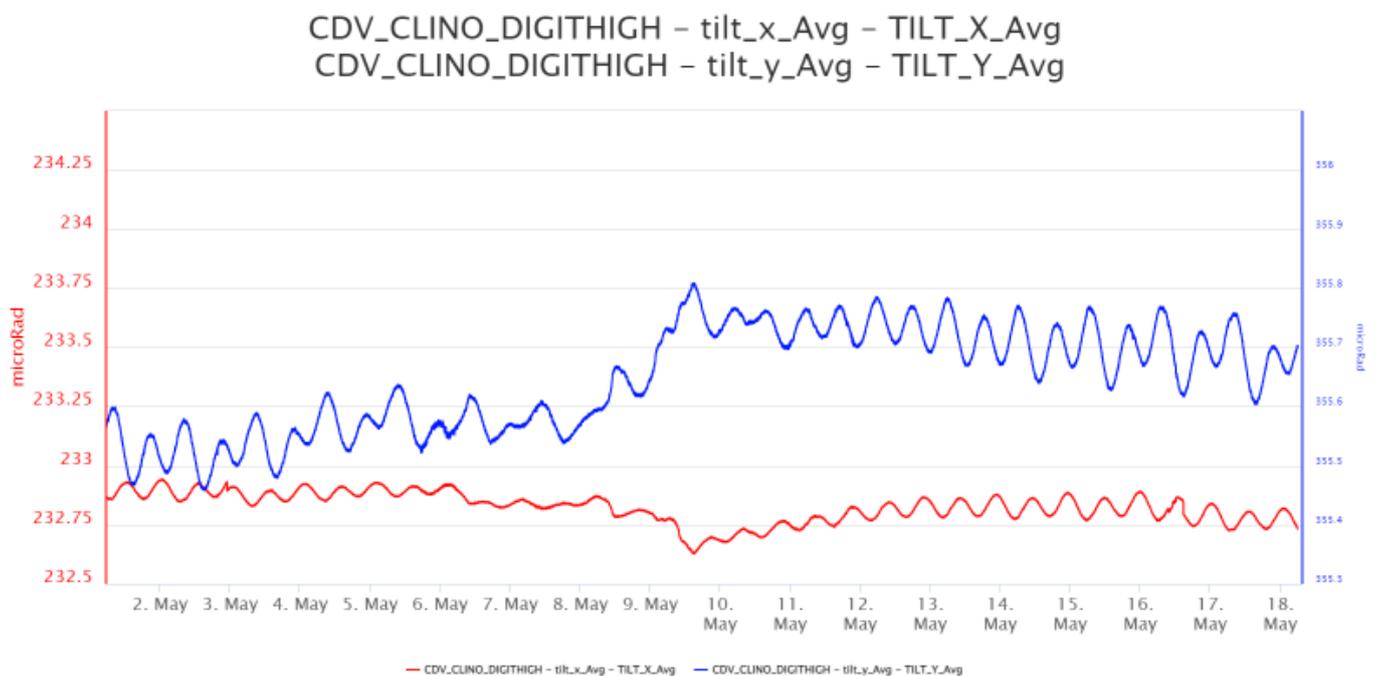


Fig. 4.3 Segnali clinometrici registrati alla stazione di Case del Vescovo (Tilt X e tilt Y)

Per quanto riguarda i dati dilatometrici alla stazione DRUV si segnala che dal 7 maggio inizia un cambio di pendenza (compressione) seguito da una lieve discesa (decompressione) che inizia la sera del 12 in corrispondenza dell'inizio della colata lavica.

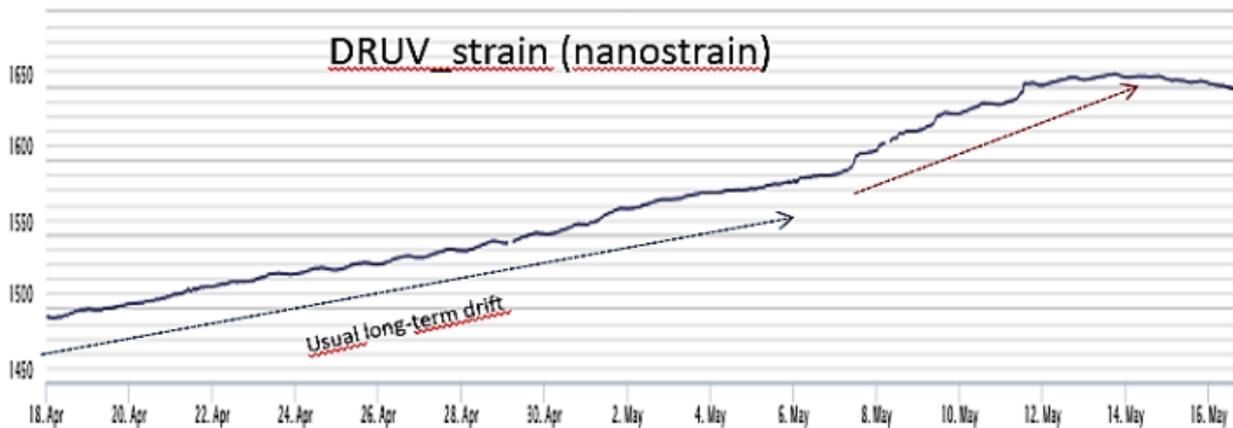


Fig. 4.4 Segnale di strain registrato alla stazione di Monte Ruvolo sul versante occidentale.

5. GEOCHIMICA

Flussi di CO₂ – Dopo un ciclo di variazione significativo dei flussi di CO₂ al suolo, misurati dalla rete EtnaGAS e completato a fine anno 2021, dal mese di gennaio dell'anno in corso si è registrata una variabilità dei flussi più contenuta e ristretta a valori medio bassi. A partire dalla metà del mese di aprile le emissioni di CO₂ esalante dal suolo in forma diffusa hanno evidenziato una rapida variazione in aumento. Allo stato attuale di osservazione (17 maggio) il rapido incremento dei flussi è tuttavia rimasto entro i limiti medi per il tipico regime di degassamento dell'Etna.

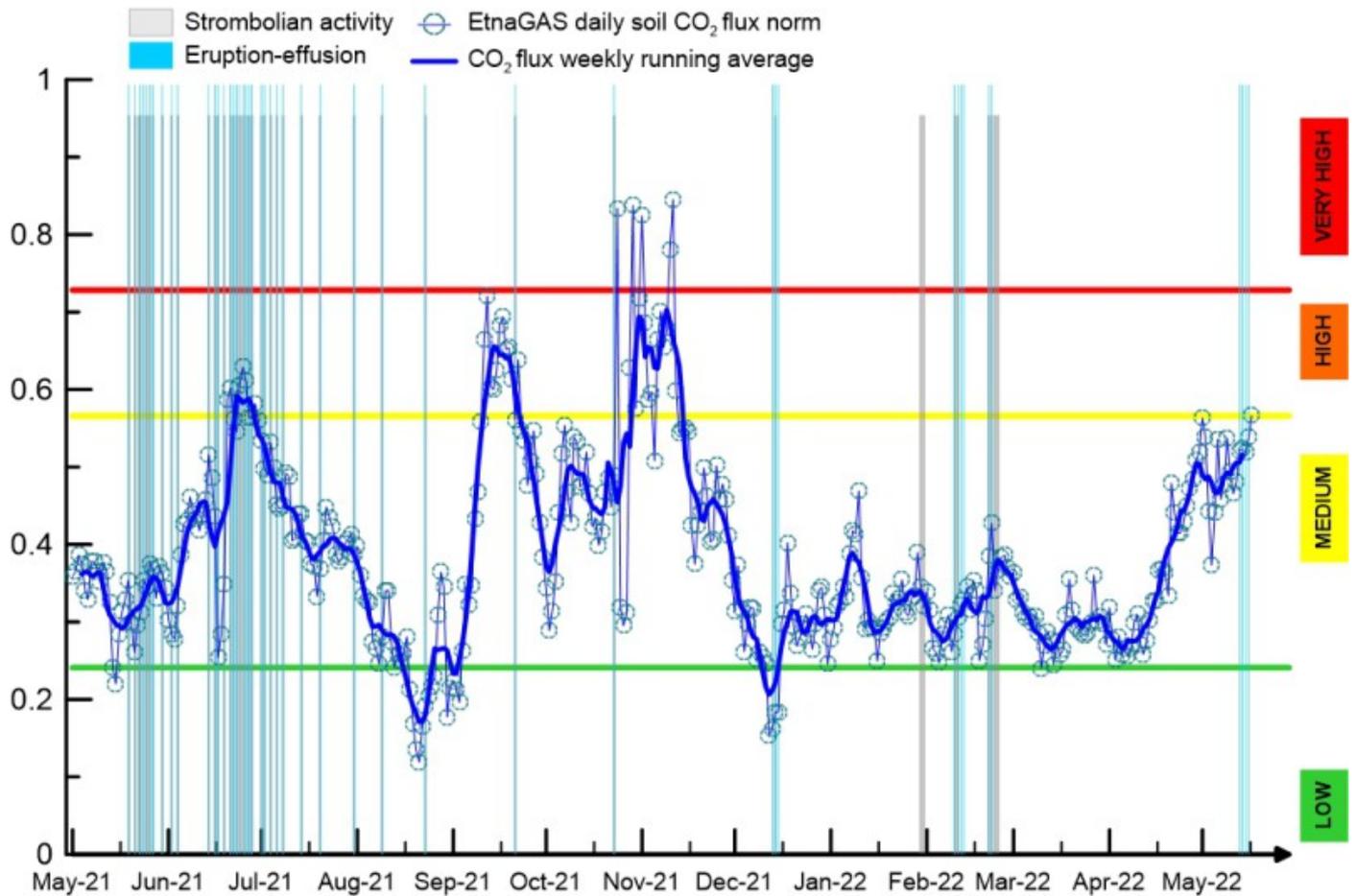


Fig. 5.1 Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO₂ esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base settimanale)

Isotopi He (campionamento in discreto da manifestazioni gassose periferiche). L'ultimo campionamento disponibile (10-05-2022) mostra valori in aumento rispetto ai mesi precedenti, attestandosi su un livello alto.

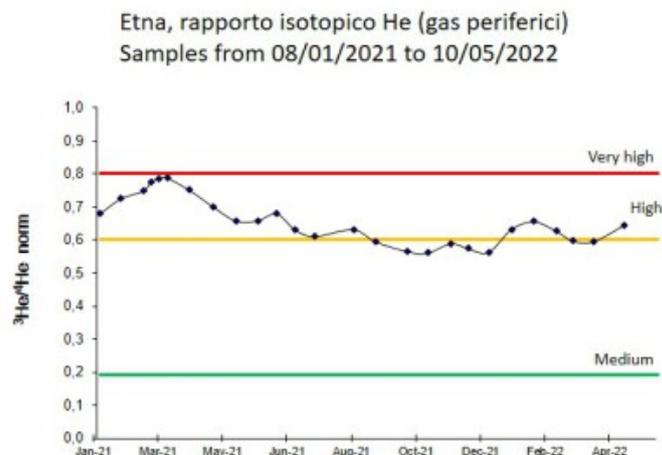


Fig. 5.2 Andamento medio del rapporto isotopico dell'elio nelle cinque manifestazioni periferiche (dati normalizzati).

Il flusso di SO₂ medio-giornaliero totale misurato nel plume dell'Etna attraverso la rete FLAME-DOAS, dall'inizio dell'anno ha indicato valori che si pongono su un livello medio con incrementi sino ad un livello alto in concomitanza delle fontane di lava di febbraio. Dall'inizio del mese di maggio si registra un lieve e moderato incremento nel regime emissivo (Fig 5.3).

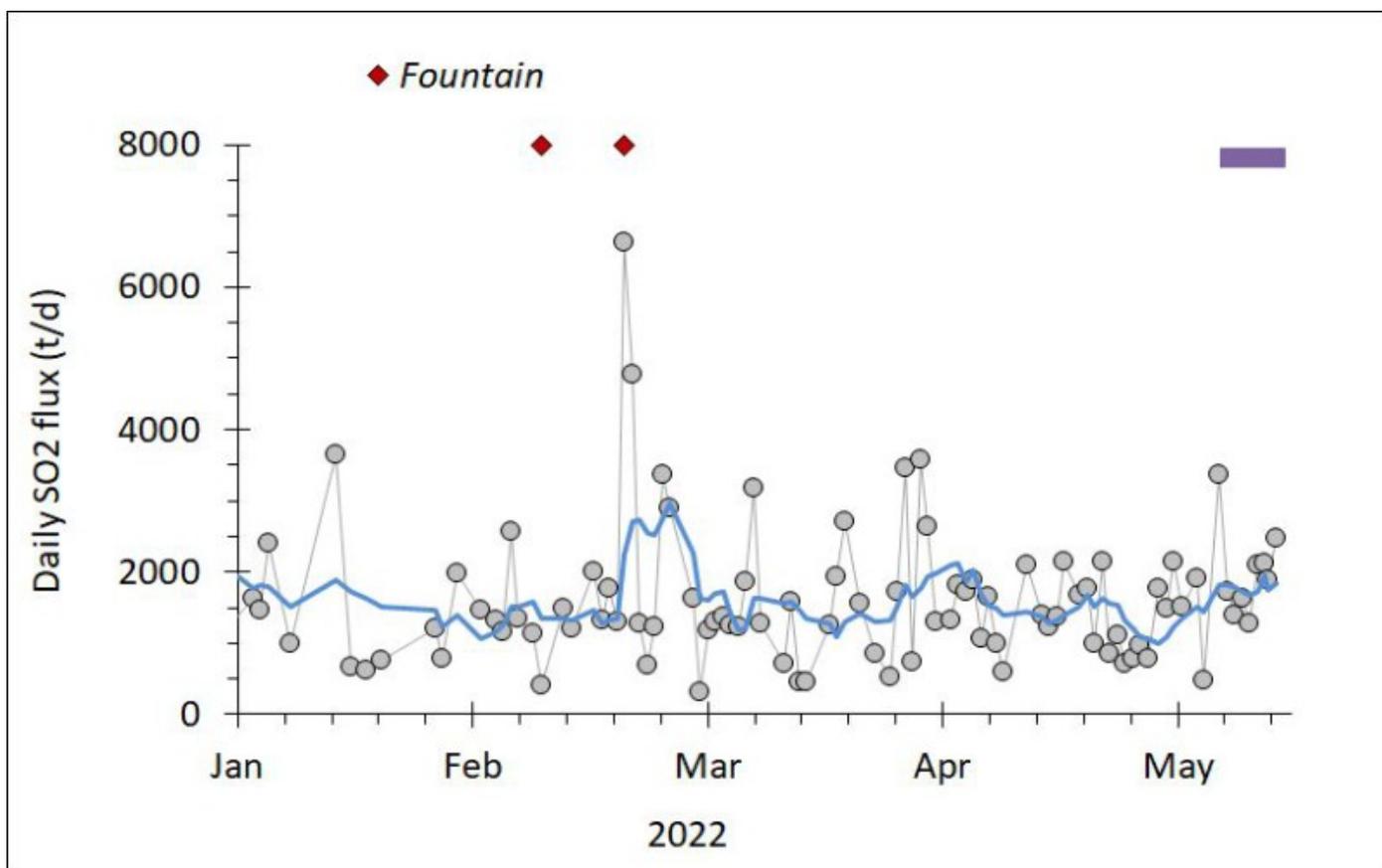


Fig. 5.3 Il flusso di SO₂ medio-giornaliero e settimanale (linea grigia e blu) totale misurato nel plume dell'Etna attraverso al rete FLAME-DOAS.

Nello stesso periodo il flusso di HCl, determinato attraverso combinazione del rapporto SO₂/HCl (misure FTIR) con il flusso di SO₂ (rete FLAME), ha mostrato dalla metà del mese di aprile 2022 un aumento del tasso emissivo del HCl rispetto ai mesi precedenti (Fig 5.4)

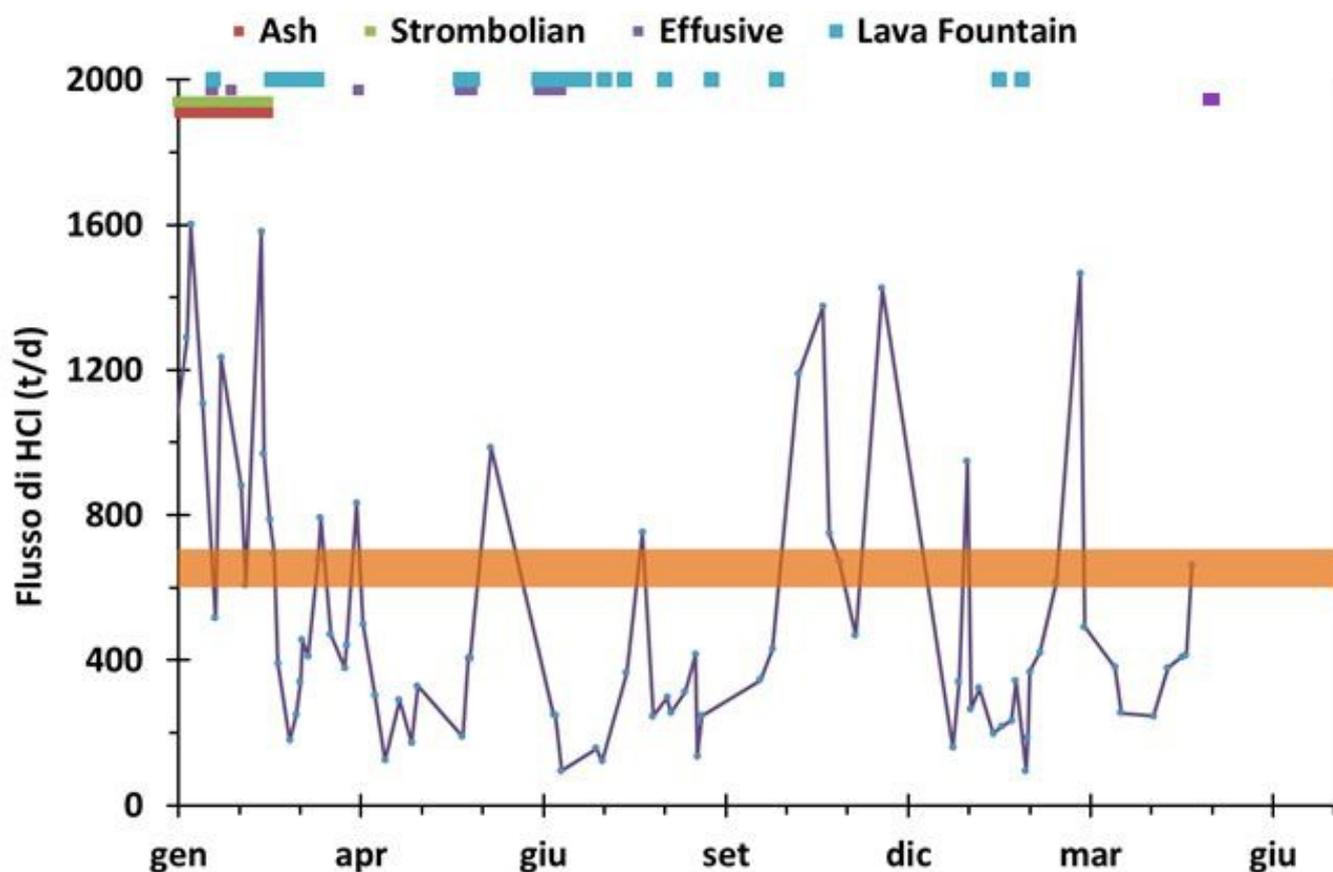


Fig. 5.4 Il flusso di HCl totale misurato nel plume dell'Etna attraverso la metodologia FTIR in combinazione con il flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME

6. 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 6.1 sono mostrate le stime del potere radiante dall'1 al 18 maggio 2022 calcolate usando immagini multispettrali SEVIRI, MODIS, VIIRS e SENTINEL-3 SLSTR. L'attività termica osservata da satellite è stata di livello alto in corrispondenza dell'attività effusiva dal 12 al 18 maggio 2022. 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. Il volume stimato della colata di lava è di circa 1 milione di metri cubi.

In Figura 6.2 sono mostrate le posizioni dei pixel caldi rilevati dal sensore VIIRS (risoluzione 375 m) dall'11 al 18 maggio 2022.

Nelle Figure 6.3a e 6.3b sono mostrate le immagini del 14 e del 17 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. Il campo lavico del 14 maggio 2022 ha un'area = 0.19 kmq e lunghezza massima = 1.3 km. Il campo lavico del 17 maggio 2022 ha un'area = 0.32 kmq e una lunghezza massima = 2.5 km.

Nella Figure 6.3c è mostrata l'immagine del 17 maggio 2022 di Sentinel-1 SAR VH discendente con risoluzione 10 m. Il campo lavico mostrato nel riquadro è stato derivato usando il rapporto in ampiezza dell'immagine pre-eruttiva del 5 maggio 2022 e l'immagine post-eruttiva del 17 maggio 2002. Le immagini SAR hanno permesso di ricostruire l'intero campo lavico nonostante fosse parzialmente ricoperto da nuvole.

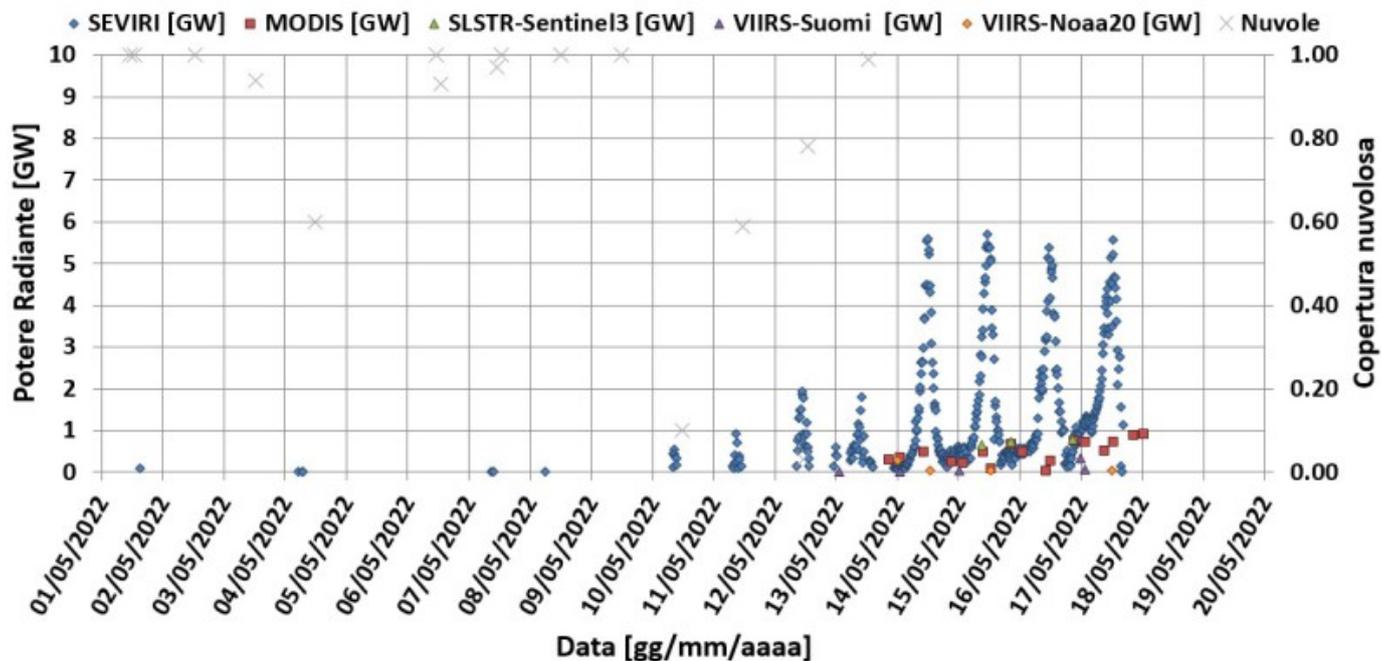


Fig. 6.1 Potere radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso), SENTINEL-3 (triangolo verde) e VIIRS (triangolo viola e rombo giallo) e indice di nuvolosità (croci grigie) dall'1 al 18 maggio 2022.

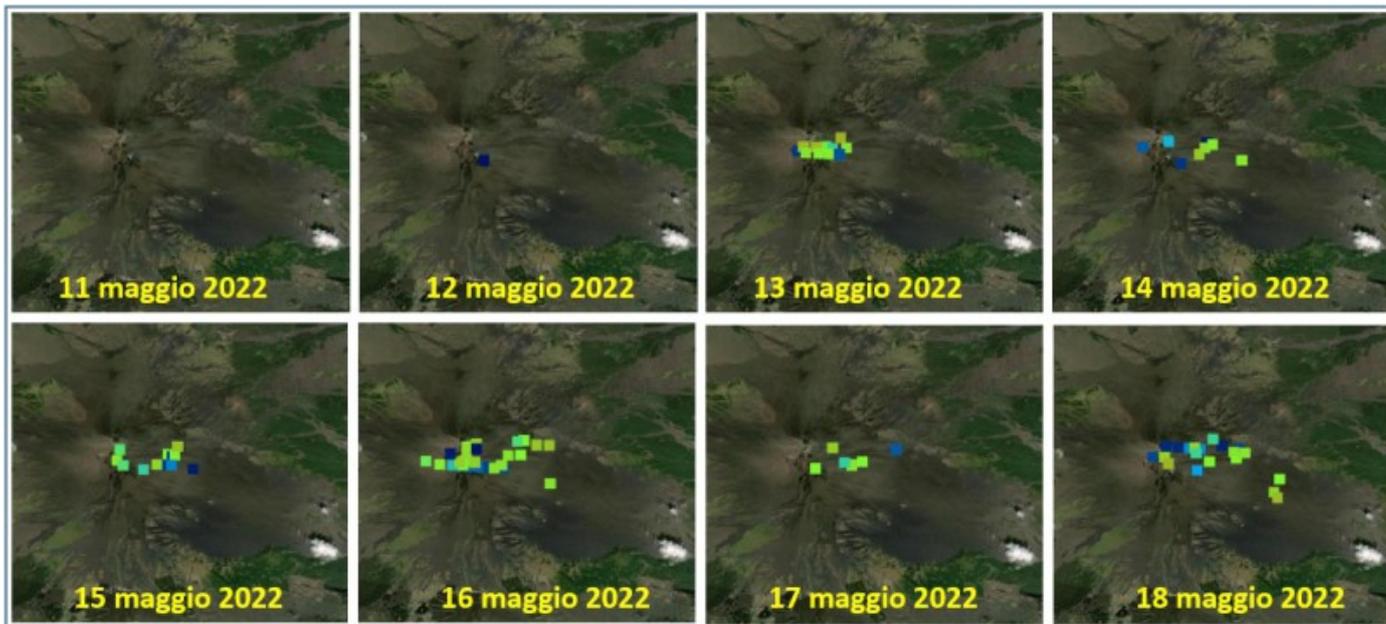


Fig. 6.2 Monitoraggio dell'attività termica con il satellite VIIRS (risoluzione 375 m) dall'11 al 18 maggio 2022. Sono state rilevate anomalie termiche significative in area sommitale in corrispondenza dell'attività effusiva.

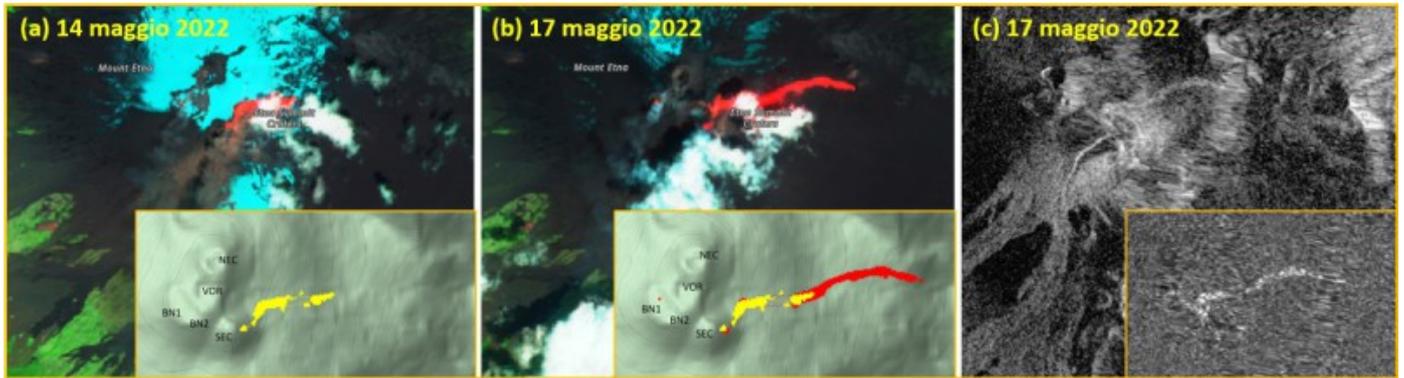


Fig. 6.3 (a; b) Immagini Sentinel-2 SWIR con risoluzione spaziale di 20 m. Nei riquadri sono visibili le mappe dei campi lavici derivate con un algoritmo Support Vector Machine. (c) Immagine Sentinel-1 SAR VH discendente con risoluzione 10 m. Nel riquadro è visibile la mappa del campo lavico derivato dal rapporto in ampiezza di immagini SAR pre- e post-eruzione. Le immagini Sentinel sono fornite da Copernicus.

7. GRAVIMETRIA

Tra il 6 e il 9 maggio, si è verificato un aumento di gravità a MNT, che risulta anomalo nel contesto delle variazioni di modesta entità osservate durante le settimane precedenti. Infatti, durante questo intervallo, il livello medio del segnale gravimetrico a MNT è aumentato di circa 10 microGal (Fig. 7.1). Nell'ambito di questa variazione, il rapporto di ampiezza MNT/SLN (>5) indica un incremento di massa più superficiale di quelli osservati normalmente. Si tratta di una sorgente posta a circa 0 m s.l.m.

Dopo la fase di incremento tra il 6 e il 9 maggio, il segnale di MNT è rimasto stabile per circa 2 giorni (10 e 11 maggio). Successivamente, è stato osservato un nuovo incremento (circa 5 microGal tra il 12 e il 13 maggio) a MNT, associato ad un graduale aumento del rumore (sia alta frequenza, che componenti con periodo dell'ordine di alcune ore). A partire dal 14 maggio, il rate di incremento è notevolmente aumentato (circa 5 microGal/giorno), così come l'ampiezza del rumore. A SLN (si noti la differenza nell'ampiezza della scala verticale dei due grafici) il livello medio del segnale gravimetrico è rimasto praticamente costante tra il 10 e il 13 maggio. A partire dal 14, è stato osservato un debole incremento (Fig. 7.1).

Questi dati suggeriscono che l' "input" tra il 6 e il 9 maggio ha fortemente destabilizzato il sistema, senza che però si creassero le condizioni per lo sviluppo di un evento parossistico. Le variazioni successive hanno interessato porzioni molto superficiali del sistema di alimentazione (dopo il 14, il rapporto di ampiezza MNT/SLN indica una profondità dell'ordine di 1200-1300 m sopra il l.m.).

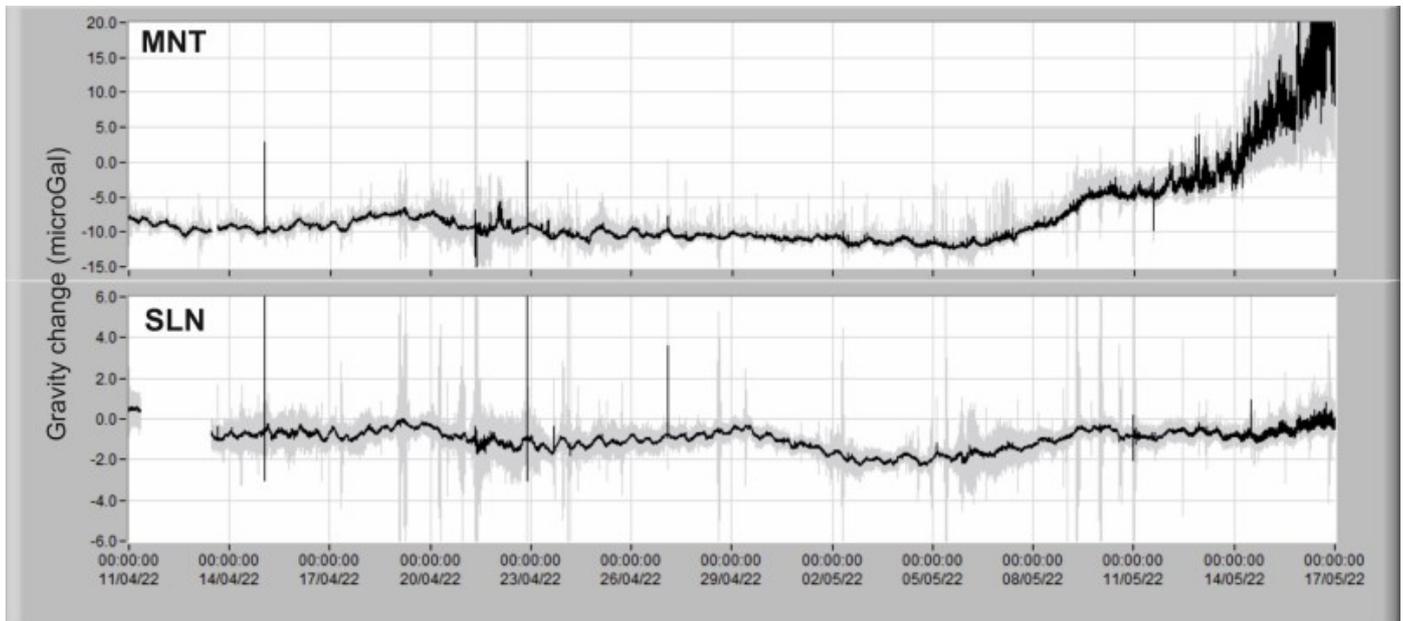


Fig. 7.1 Segnali gravimetrici (in microGal) osservati alle stazioni di Montagnola (MNT) e Serra La Nave (SLN) dall'11 aprile al 17 maggio 2022. In grigio, segnale non filtrato con rate di campionamento a 10 sec; in nero segnale filtrato (passa basso con freq. di cutoff pari a 1 mHz).

8. VALUTAZIONI DI PERICOLOSITÀ

Discontinua 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.

N.B. Eventuali variazioni dei parametri monitorati possono comportare una diversa evoluzione dei fenomeni in corso o attesi. Si sottolinea, altresì, che alcune fenomenologie, tipiche di un vulcano in frequente stato di attività come l'Etna, possono verificarsi senza preavviso e/o evolvere in maniera imprevista e rapida.

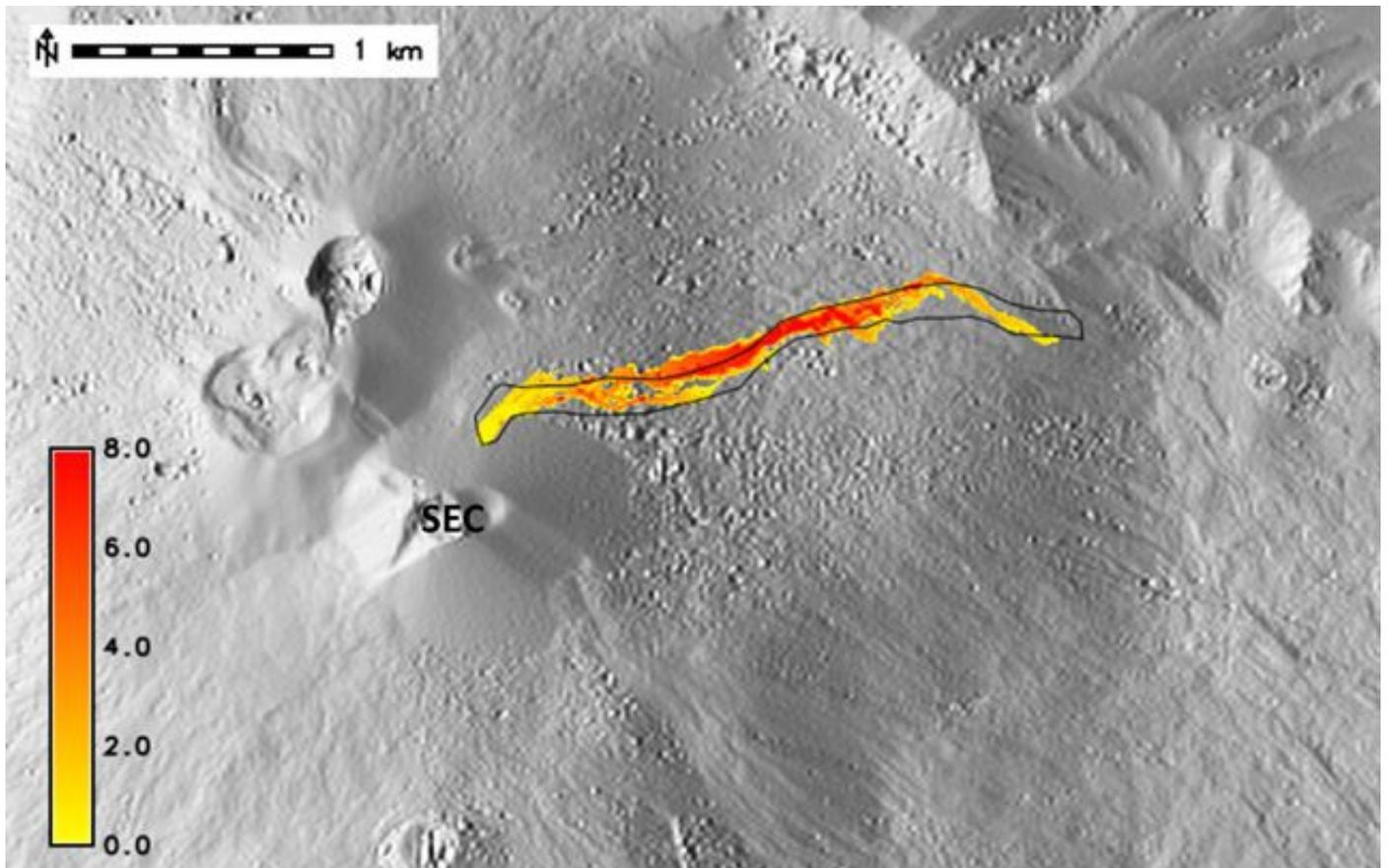


Fig. 8.1 Confronto tra colata reale e colata simulata con GPUFLOW. I colori del campo simulato corrispondono a diversi valori di spessore della lava

Simulazione numerica sull'espansione 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 una bocca eruttiva posta appena sotto l'orlo settentrionale del Cratere di Sud-Est (SEC) dell'Etna, ad una quota di circa 3250 m slm. 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. 1.4 come dati di input del modello GPUFLOW, il risultato della simulazione, a confronto con la colata reale, è mostrato in Fig. 8.1. Sono state inoltre effettuate le previsioni dell'espansione del campo lavico a uno, tre e cinque giorni considerando un tasso effusivo costante di 3.5 m³/s relativo al tasso medio misurato nelle ultime 24 ore. (Figura 8.2)

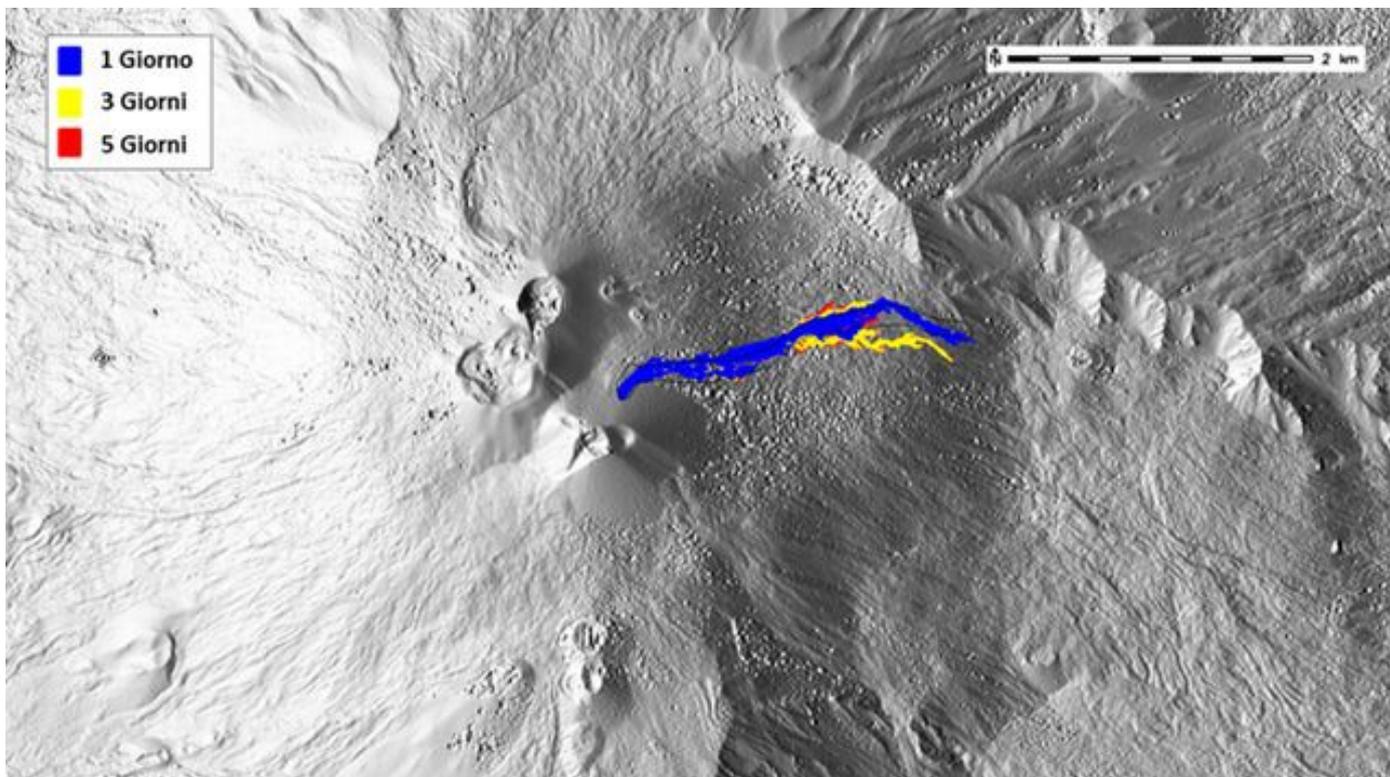


Fig. 8.2 Previsione di espansione del campo lavico a uno, tre e cinque giorni.

9. ATTIVITÀ TECNICO SCIENTIFICHE

Ordinaria attività di monitoraggio affiancata a sopralluoghi di terreno e aerei.

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.