



Rep. N. 04/2023 ETNA

## ETNA

### BOLLETTINO SETTIMANALE

#### SETTIMANA DI RIFERIMENTO 16/01/2023 - 22/01/2023

*(data emissione 24/01/2023)*

#### 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 dai crateri sommitali.
- 2) SISMOLOGIA:** Bassa attività sismica da fratturazione; l'ampiezza del tremore vulcanico si è mantenuta prevalentemente su livelli medio-bassi.
- 3) INFRASUONO:** Bassa attività infrasonica.
- 4) DEFORMAZIONI DEL SUOLO:** Nel corso dell'ultima settimana le reti di monitoraggio delle deformazioni del suolo non hanno registrato variazioni significative.
- 5) GEOCHIMICA:** Flusso di SO<sub>2</sub> su un livello moderatamente medio-basso  
I valori di flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo registrati nell'ultima settimana si attestano su valori medi.  
La CO<sub>2</sub> in falda (Rete EtnaAcque) non mostra variazioni al di fuori della variabilità stagionale del sito.
- 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.
- 7) ALTRE OSSERVAZIONI:** Il magma che, durante i primi venti giorni circa di attività ha alimentato l'eruzione in corso, ha la composizione più evoluta tra quelle del CSE nel 2022.  
Non si hanno dunque evidenze di risalita significativa di nuovo magma profondo e primitivo nel "reservoir" (serbatoio) magmatico che alimenta l'attività in corso.

## 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

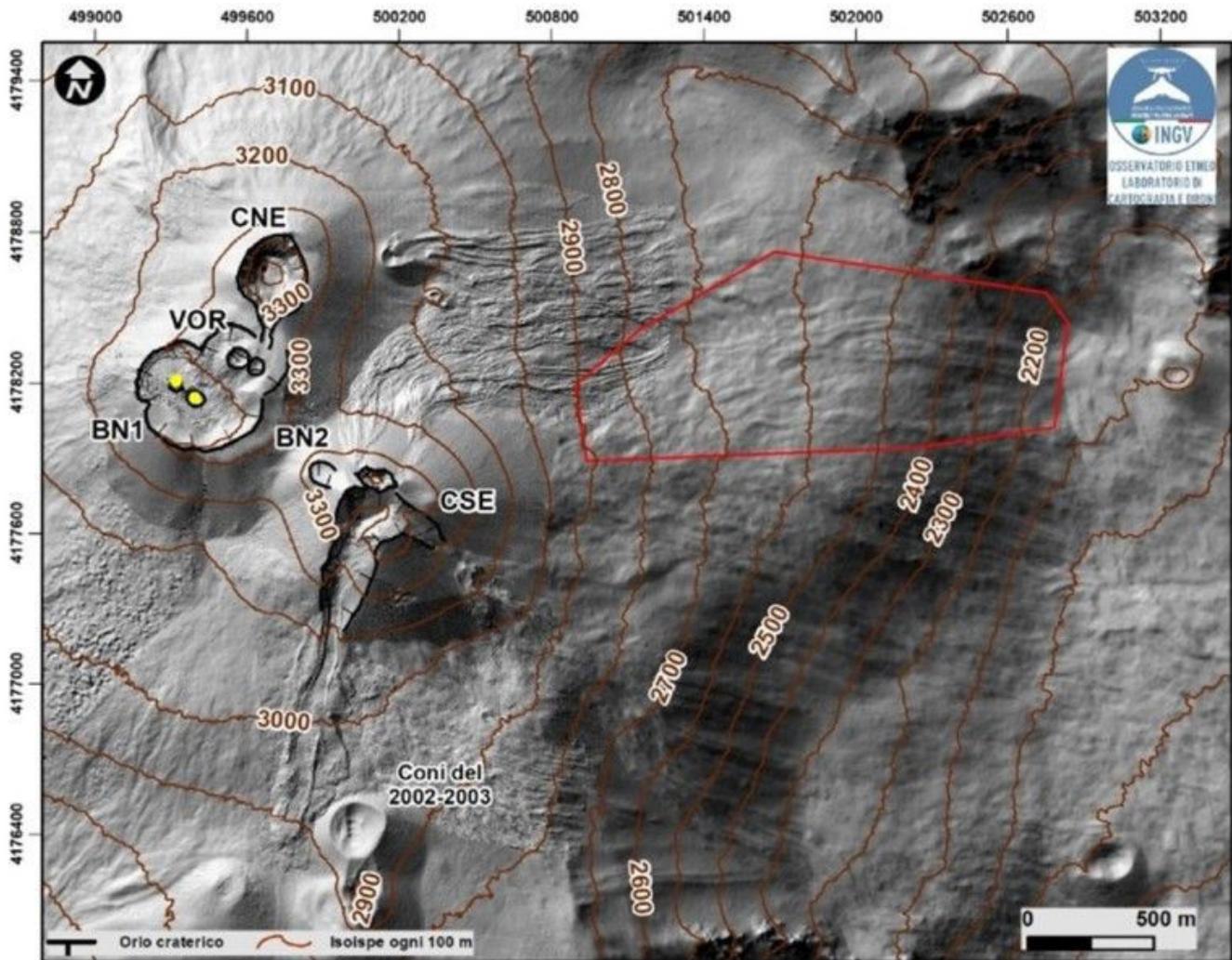
**N.B. Eventuali variazioni dei parametri monitorati possono comportare una diversa evoluzione degli scenari di pericolosità sopra descritti.**

**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

---

Nel corso della settimana, il monitoraggio dell'attività dell'Etna (Fig. 3.1) è stato svolto attraverso le telecamere di sorveglianza dell'INGV – Osservatorio Etneo. A causa della copertura nuvolosa, le osservazioni sono state discontinue in diversi giorni nella settimana, soprattutto le sere del 16, 17, 19 e 20 gennaio e quasi tutta la giornata del 22 gennaio.



**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. Il poligono rosso delimita l’area dell’attuale attività effusiva.

Durante la settimana in esame è continuata, sebbene con forti fluttuazioni, l’attività effusiva iniziata il 27 novembre 2022 dalla bocca apertasi alla base nord-orientale del Cratere di Sud-Est ad una quota di circa 2800 m s.l.m.. Nella notte del 16-17 gennaio, l’emissione di lava è progressivamente diminuita ed era praticamente cessata nel tardo pomeriggio del 17. Nelle prime ore del 18 gennaio l’attività effusiva ha ripreso, generando due flussi lavici, uno diretto verso nord-est, costeggiando il margine occidentale del campo lavico, e l’altro verso est, sulla ripida parete occidentale della Valle del Bove. I fronti più avanzati restavano confinati a quota compresa tra circa 2500-2400 m s.l.m. e, in particolare, a quota 2450 m s.l.m. giorno 19 gennaio (Fig. 3.2). Quest’ultimo ha raggiunto la base della parete il 20 gennaio. Il giorno successivo il tasso effusivo è di nuovo diminuito per ri-aumentare la sera; nella serata del 22 gennaio un nuovo flusso era in discesa verso la Valle del Bove e si stava avvicinando alla base della sua parete occidentale, a circa 2200-2250 m di quota. Lo sviluppo del campo lavico nell’intervallo 16-23 gennaio è illustrato in Fig. 3.3.

L’area ricoperta dal 27 novembre 2022 al 19 gennaio 2023 è pari a  $7.5 \times 10^5$  m<sup>2</sup> ed il volume totale è compreso tra  $3.7$  e  $4.8 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. Tale stima è preliminare e si valuta un errore del 40% circa.

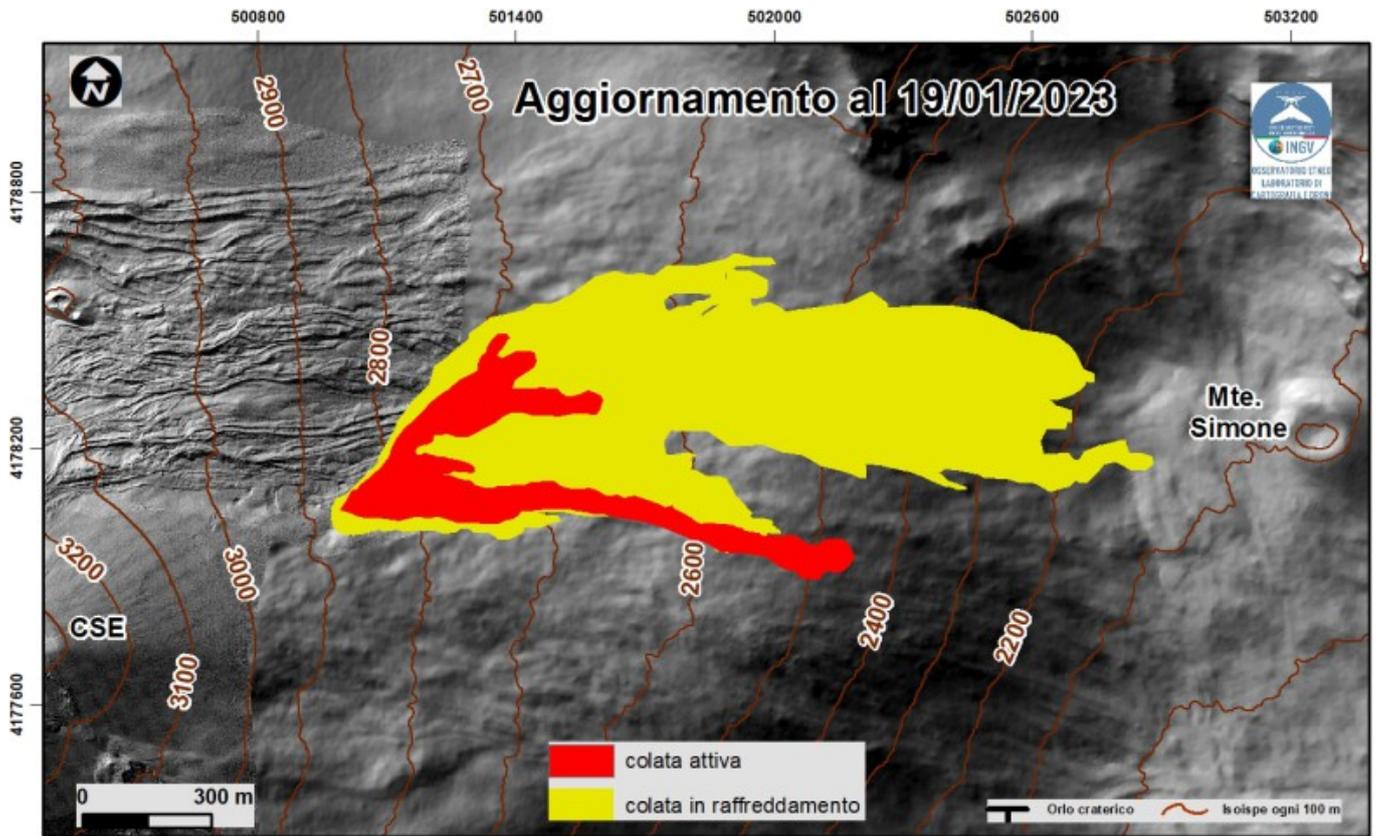


Fig. 3.2 Mappa del campo lavico eseguita analizzando le immagini satellitari Sentinel 2 del 19 gennaio. L'immagine di background è il modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale dell'Etna, ottenuto elaborando le immagini da drone acquisite durante diversi sorvoli (15 e 21 settembre 2022, 6, 21 e 23 ottobre), sovrapposto al modello ombreggiato derivato da immagini Pleiades del 22 agosto 2020 (AO Telerilevamento). CSE = Cratere di Sud-Est.

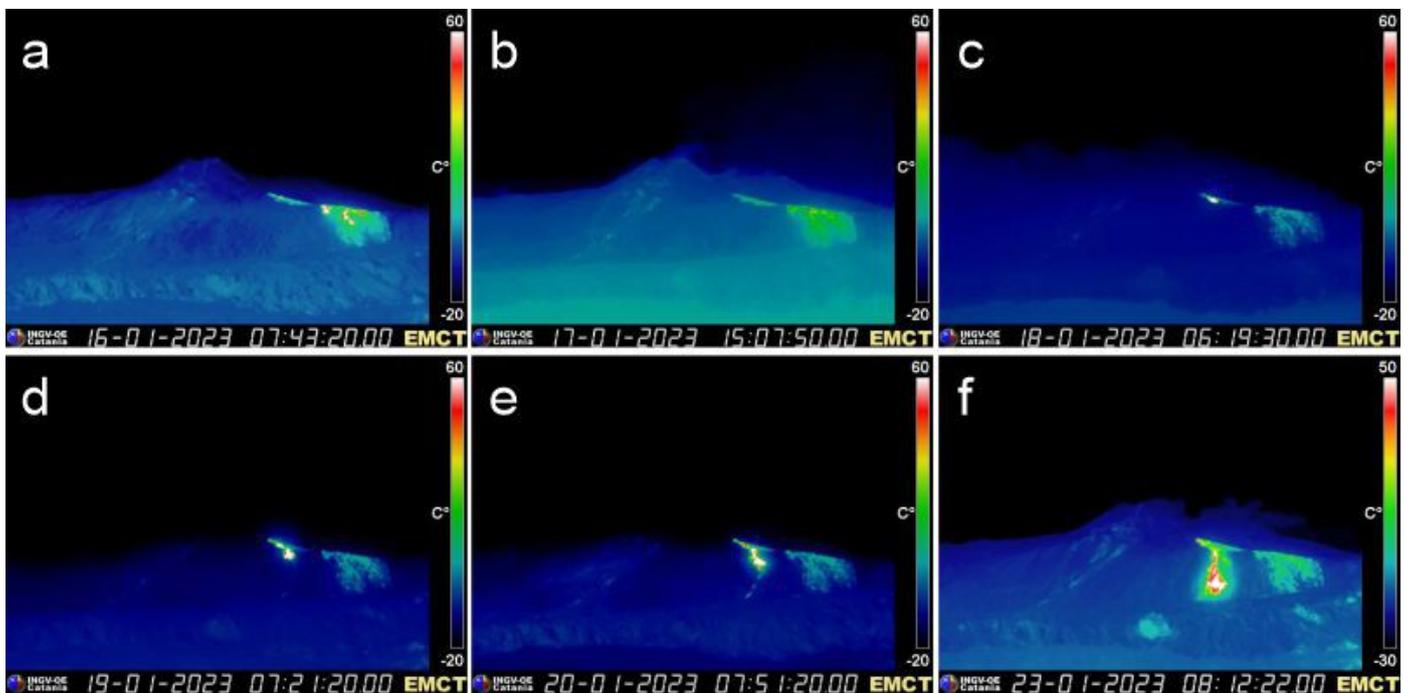


Fig. 3.3 Immagini della telecamera termica a Monte Cagliato (versante orientale etneo). (a) Attività effusiva molto ridotta nel mattino del 16 gennaio. (b) Nel pomeriggio del 17 gennaio l'attività effusiva è praticamente cessata. (c) Ripresa dell'attività effusiva nel mattino del 18 gennaio. (d, e) Lento avanzamento del nuovo flusso lavico sulla parete occidentale della Valle del Bove, 19-20 gennaio. (f) Il nuovo flusso lavico ha raggiunto la sua massima lunghezza, 23 gennaio 2023.

L'attività dei crateri sommitali è stata caratterizzata da degassamento a regime variabile, prevalentemente a carico del cratere Bocca Nuova dove è continuato il degassamento in maniera identica alle settimane precedenti; invece non si sono osservati bagliori notturni a questo cratere. Al Cratere di Sud-Est il degassamento fumarolico è stato localizzato principalmente lungo l'orlo craterico e in corrispondenza della bocca eruttiva di maggio-giugno 2022 (Fig. 3.4). Il degassamento del Cratere di Nord-Est e del cratere Voragine è rimasto invece estremamente blando, essendo visibile solo in condizioni di umidità atmosferica.

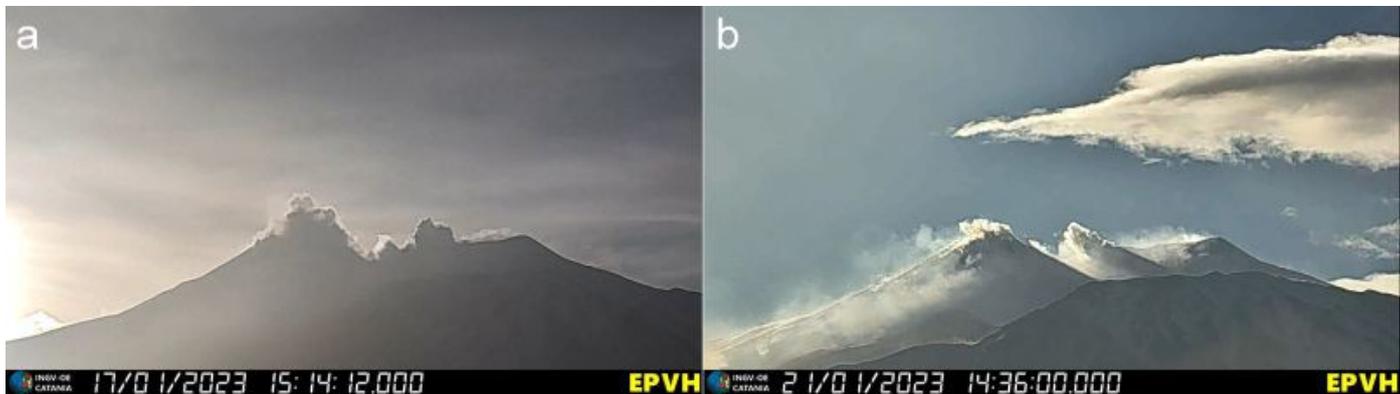
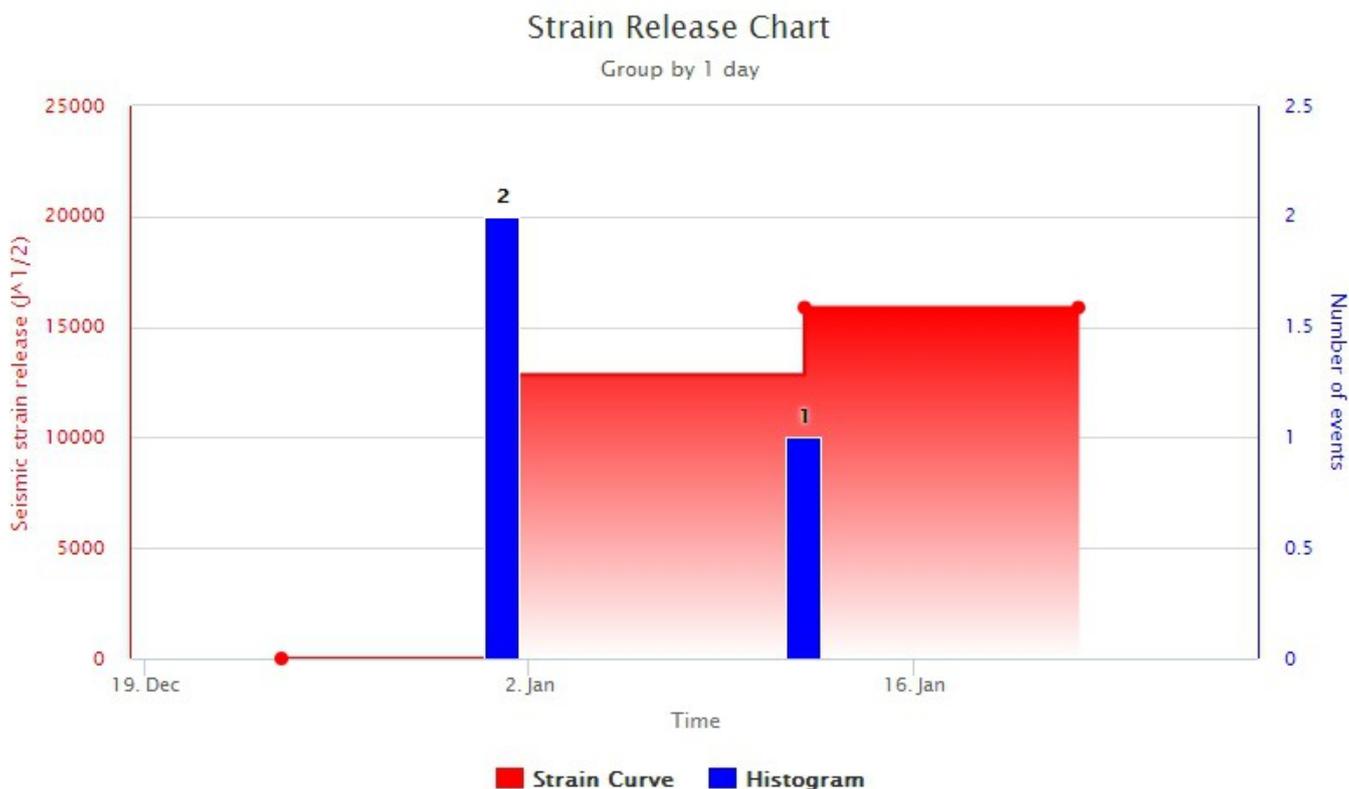


Fig. 3.4 Degassamento dai crateri sommitali nelle immagini della telecamera visiva a Piedimonte Etneo, 17 gennaio (a) e 21 gennaio 2023 (b).

## 4. SISMOLOGIA

SISMICITA': Nel corso della settimana in oggetto non sono stati registrati terremoti che hanno superato la soglia di magnitudo 2.0 (Fig. 4.1).

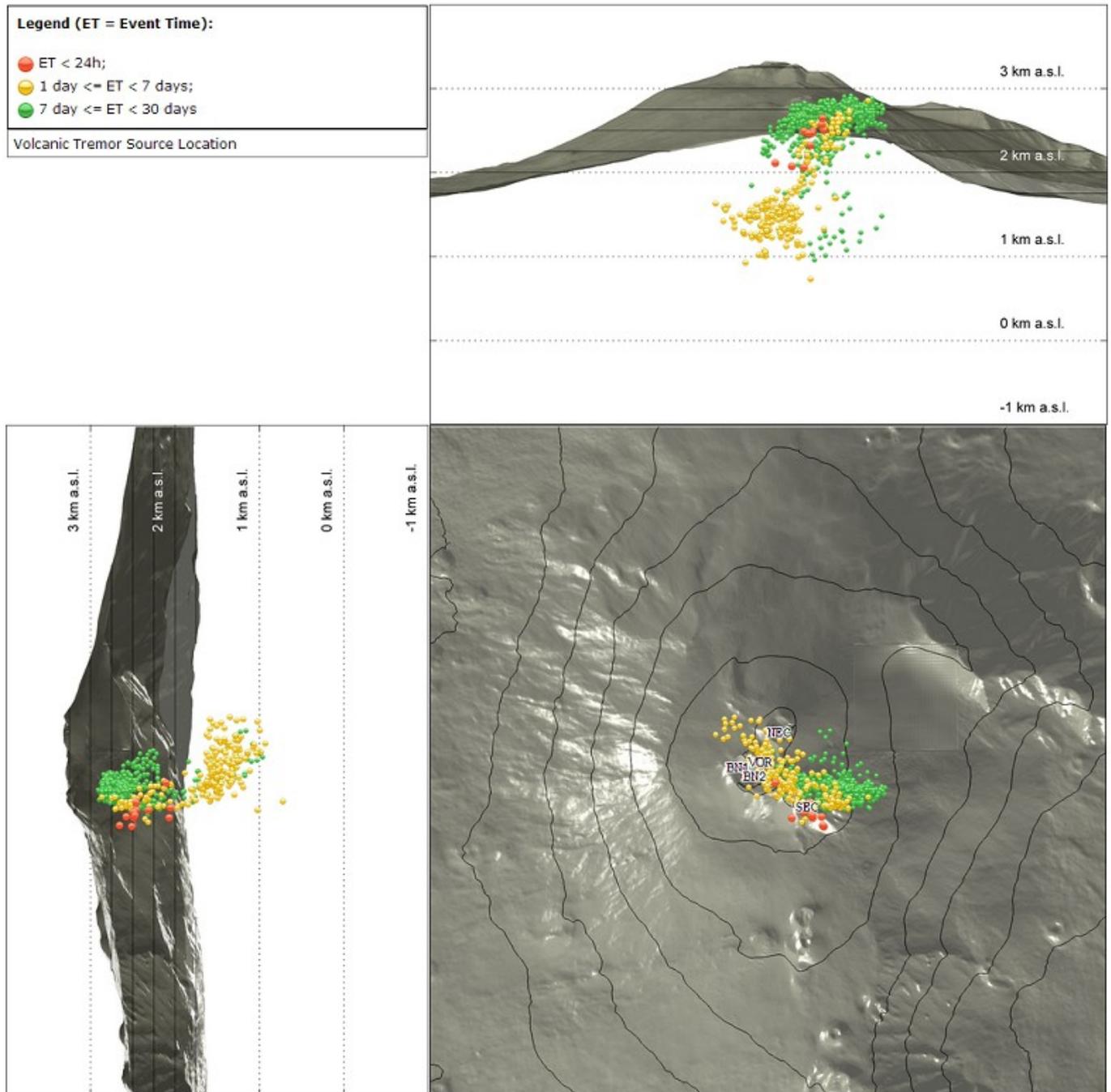


**Fig. 4.1** *Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con  $M_l$  pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultima settimana.*

**TREMORE VULCANICO:** L'andamento temporale dell'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuto prevalentemente su un livello medio-basso, nel corso di tutta la settimana (Fig. 4.2). La localizzazione della sorgente del tremore risulta posta in prossimità dei crateri sommitali, in un intervallo di profondità tra 1000 e 2800 metri al di sopra del 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** 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 in oggetto, il tasso di occorrenza degli eventi infrasonici e la loro localizzazione non risultano attendibili a causa dell'elevato rumore dovuto alla presenza del vento e al mancato funzionamento di alcune stazioni sommitali, fondamentali per il corretto vincolo delle sorgenti (Fig. 5.1). Pertanto, la figura che riporta l'andamento temporale dei parametri di localizzazione degli eventi infrasonici non è stata inserita nel presente bollettino. Tuttavia dalla visualizzazione dei sismogrammi, laddove il segnale appariva non disturbato, si è potuto osservare che l'attività infrasonica non ha subito variazioni significative rispetto alla settimana precedente.

Conteggio eventi infrasonici localizzati (ultimo mese)

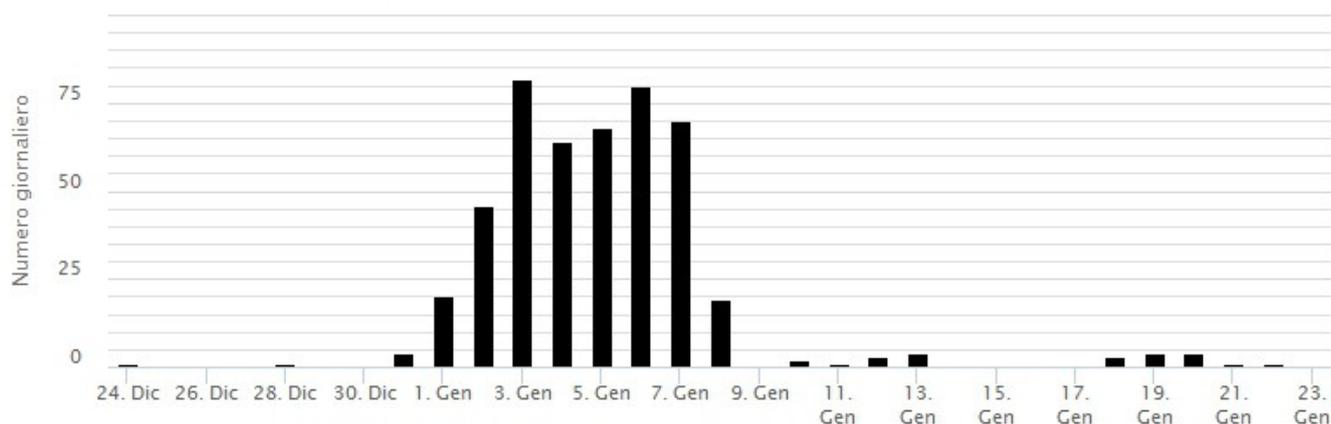


Fig. 5.1 Andamento della frequenza giornaliera di accadimento degli eventi infrasonici localizzati nell'ultimo mese.

## 6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

### GNSS

L'analisi dei dati della rete di stazioni GNSS permanenti, acquisiti ad alta frequenza, non ha mostrato variazioni significative al di fuori della variabilità statistica del dato.

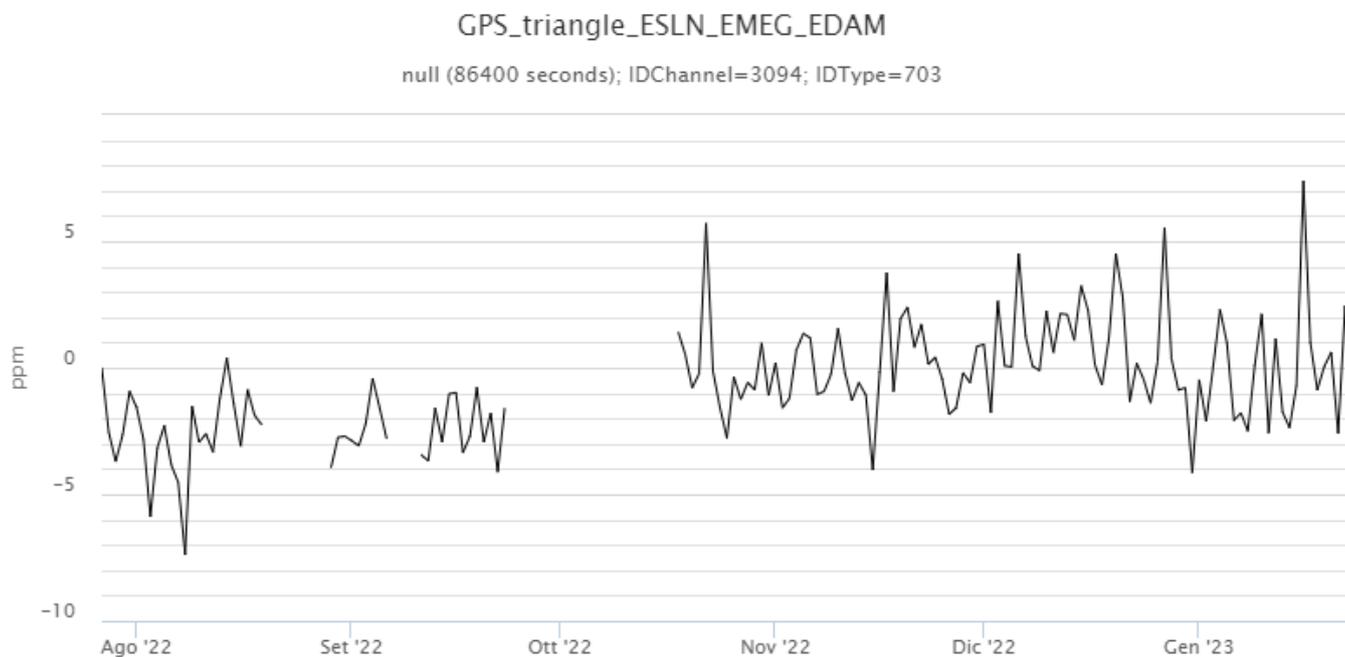
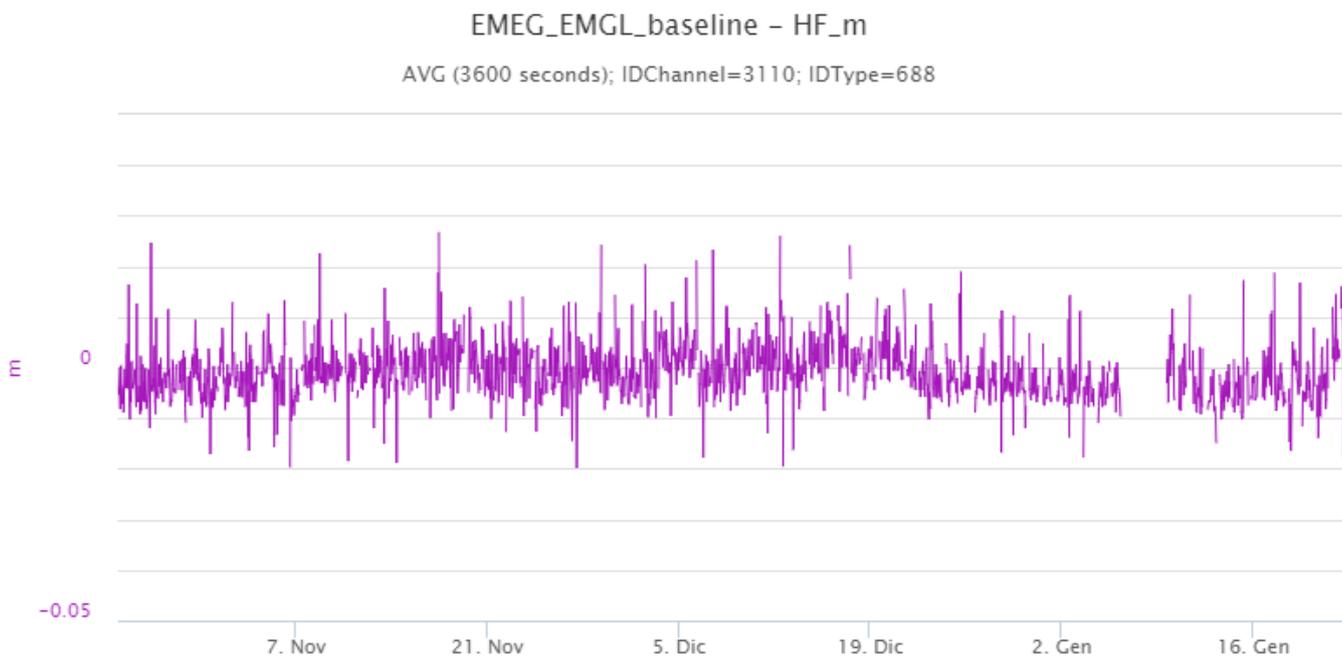


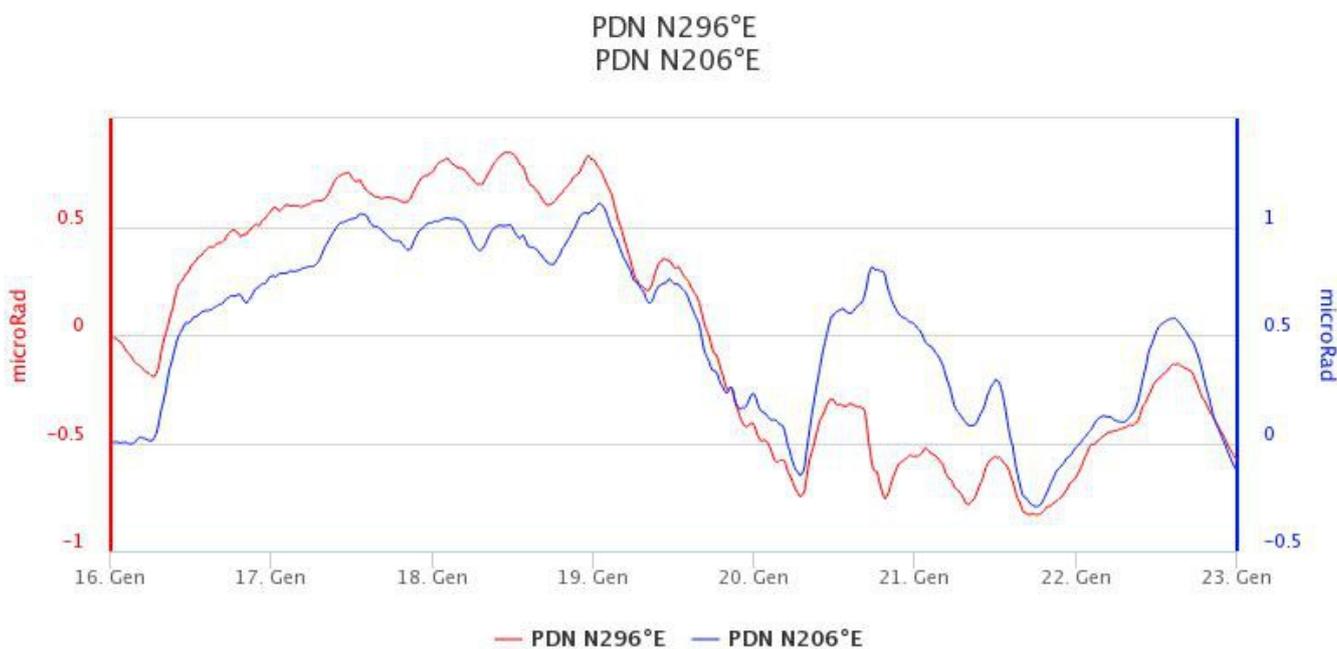
Fig. 6.1 Serie temporale della variazione della dilatazione areale del triangolo ESLN-EMEG-EDAM nel corso degli ultimi sei mesi



**Fig. 6.2** Serie temporale della variazione di distanza EMEG-EMGL nel corso degli ultimi tre mesi (m)

#### CLINOMETRIA

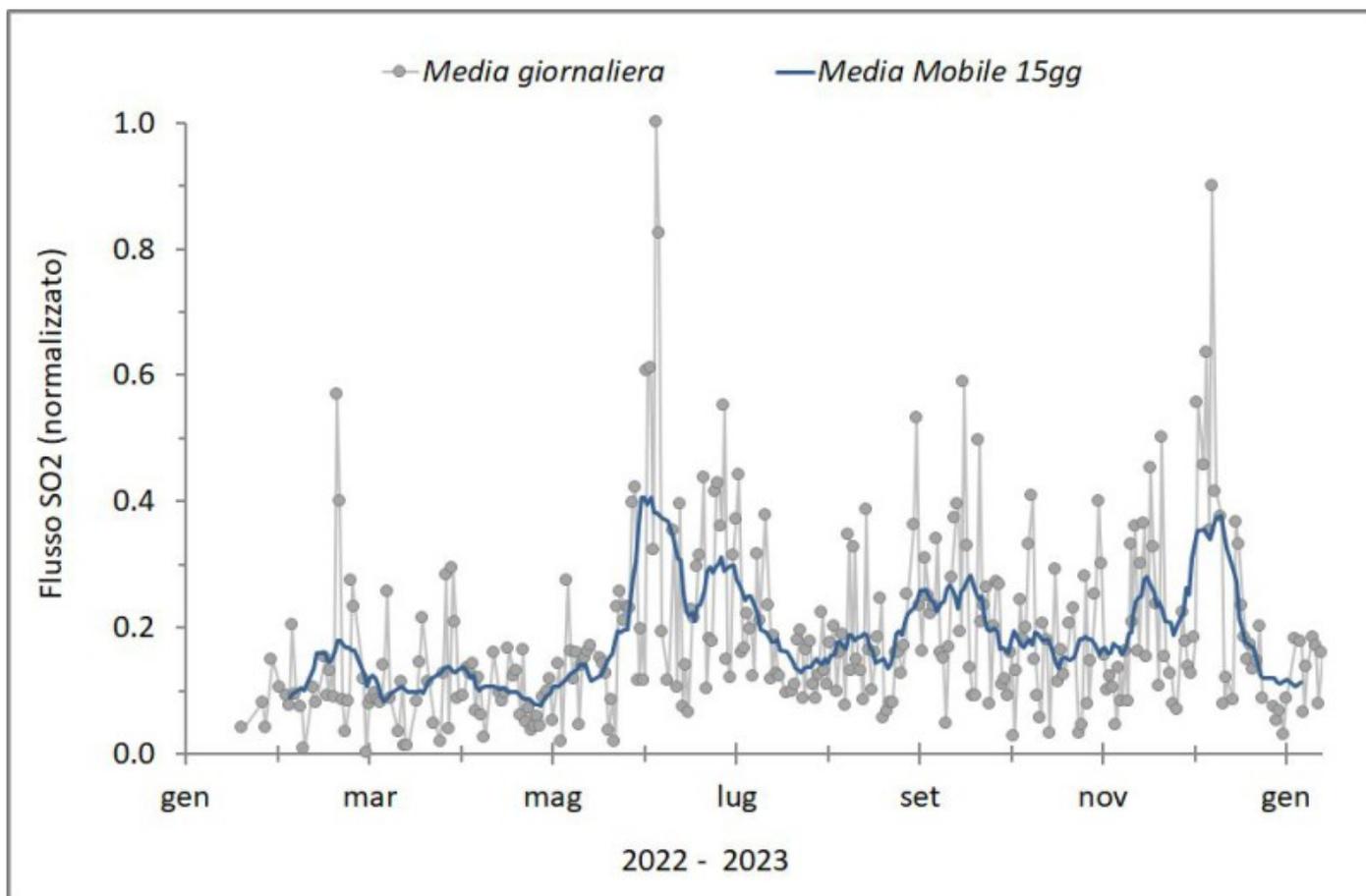
I segnali della rete clinometrica operante sull'Etna non hanno mostrato variazioni significative nel corso dell'ultima settimana.



**Fig. 6.3** Serie temporale delle componenti N296E e N206E del clinometro di PDN nel corso dell'ultima settimana

## 7. GEOCHIMICA

Il flusso di SO<sub>2</sub> medio-giornaliero nel periodo in osservazione ha indicato valori stabili su un livello moderatamente medio-basso



**Fig. 7.1** Misure normalizzate del flusso di SO<sub>2</sub> registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno

Flussi CO<sub>2</sub> dal suolo (Rete Etnagas). I valori di flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo registrati nell'ultima settimana non mostrano variazioni significative e si attestano su valori medi.

# Etna – TotNorm

FROM: 2022-01-23 – TO: 2023-01-23 | Last Value: 0.24

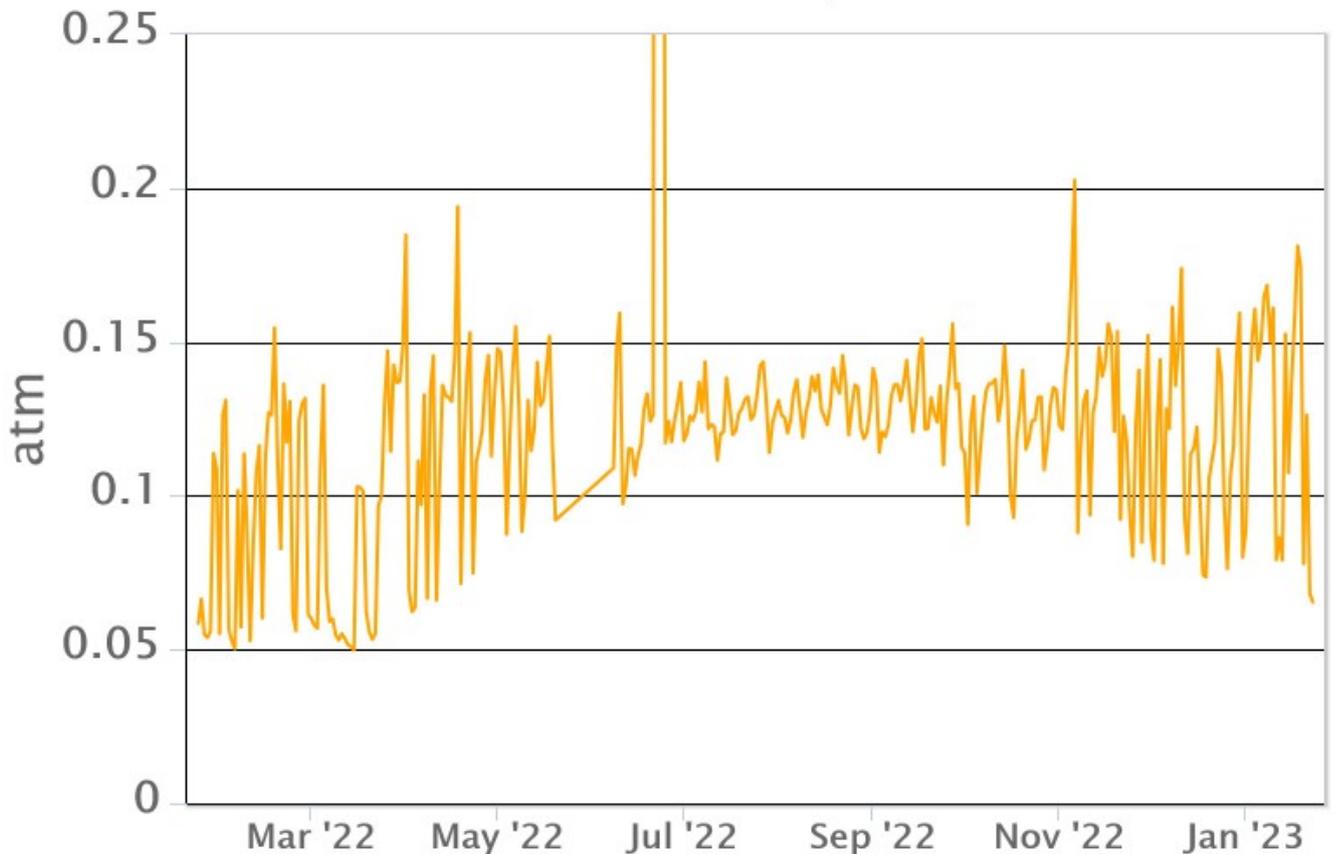


**Fig. 7.2** *Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO2 esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi- settimanale).*

CO2 disciolta in falda (Rete EtnaAcque). La pressione parziale della CO2 disciolta nell'acqua della galleria drenante in località Ponteferro (Santa Venerina) non mostra variazioni al di fuori della normale variabilità stagionale del sito.

## Ponteferro – pCO<sub>2</sub> – Daily Average

FROM: 2022-01-23 – TO: 2023-01-23 | Last Value: 0.07



**Fig. 7.3** Andamento temporale della pressione parziale di CO<sub>2</sub> disciolta nell'acqua della galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

Isotopi He (campionamento in discreto). Non ci sono aggiornamenti. I dati dell'ultimo campionamento (09/01/2023) non mostravano variazioni significative rispetto quelli precedenti, stabili su livelli 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 alla mattina del 23 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 (valore max > 373 MW, MODIS) misurato il 21 gennaio 2023 alle ore 09:20 UTC. Tuttavia, nell'ultima settimana le cattive condizioni meteorologiche hanno fortemente condizionato l'analisi delle immagini satellitari.

In Figura 8.2a è mostrata l'immagine Landsat 8-9 in falsi colori del 23 gennaio 2023 alle ore 09:36 UTC con risoluzione spaziale di 20 m. Da questa immagine è stata ricavata la copertura areale del campo lavico attivo calcolata con un algoritmo Support Vector Machine utilizzando le bande NIR-SWIR1-SWIR2 (Fig 8.2b): Area mappa: 0.39 km<sup>2</sup>; Numero pixel caldi: 1562; Lunghezza mappa: 1870 m. Dalle sequenze di immagini Sentinel-2 acquisite dal 28 novembre 2022 al 19 gennaio 2023 è stato calcolato il campo lavico

cumulato nell'intero periodo (Fig. 8.2c): Area totale: 0.71 km<sup>2</sup>; Lunghezza totale: 1907 m.  
 In Figura 8.3 sono mostrati il tasso effusivo e il volume cumulato durante l'attività effusiva dell'Etna dal 28 novembre 2022 alla sera del 22 gennaio 2023 stimati dai dati satellitari MODIS, VIIRS e Sentinel-3.  
 Valore massimo del Tasso effusivo medio (rombi rossi) nell'ultima settimana = 1.5 m<sup>3</sup>/s (21/01/2023 09:20 UTC)  
 Stima del Volume medio totale (curva rossa) dell'intera attività effusiva fino alle 21:05 UTC del 22/01/2023 = 5.285.000 m<sup>3</sup>.

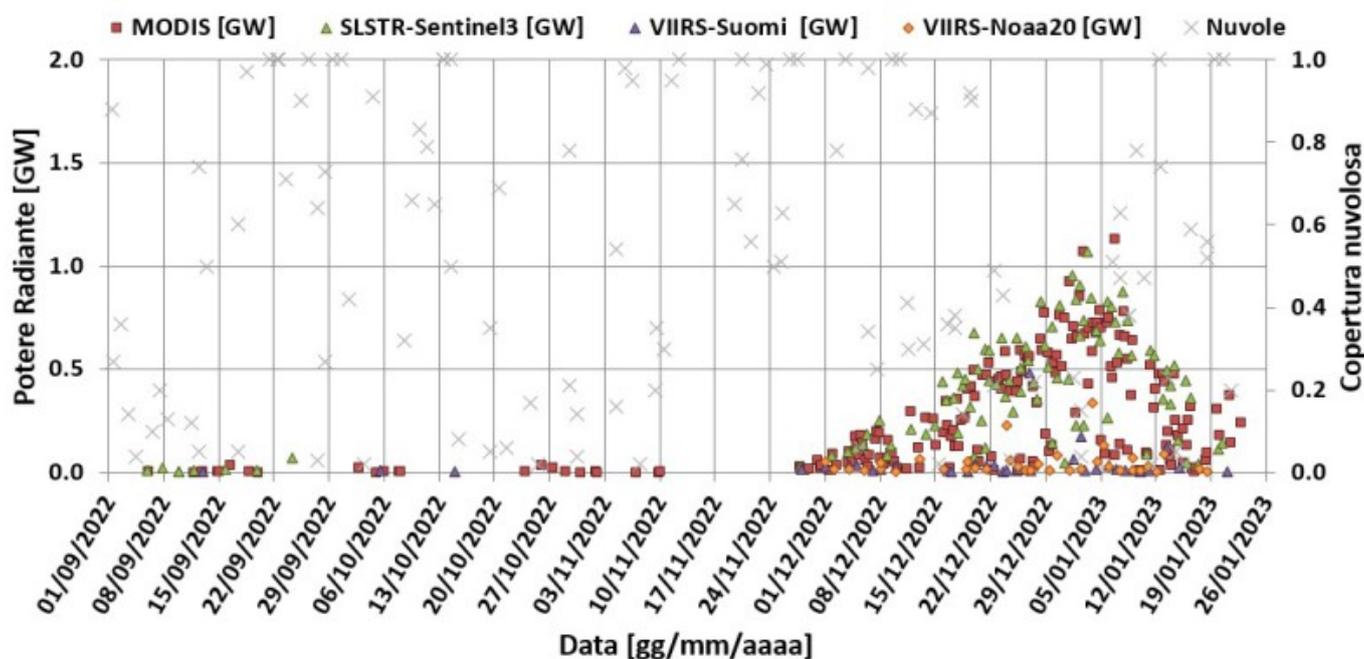


Fig. 8.1 Potere radiante calcolato da dati SEVIRI (rombo blu), MODIS (quadrato rosso) e SENTINEL-3 (triangolo verde) dal primo settembre 2022 alla mattina del 23 gennaio 2023. Per l'intero periodo analizzato è anche riportato l'indice di nuvolosità.

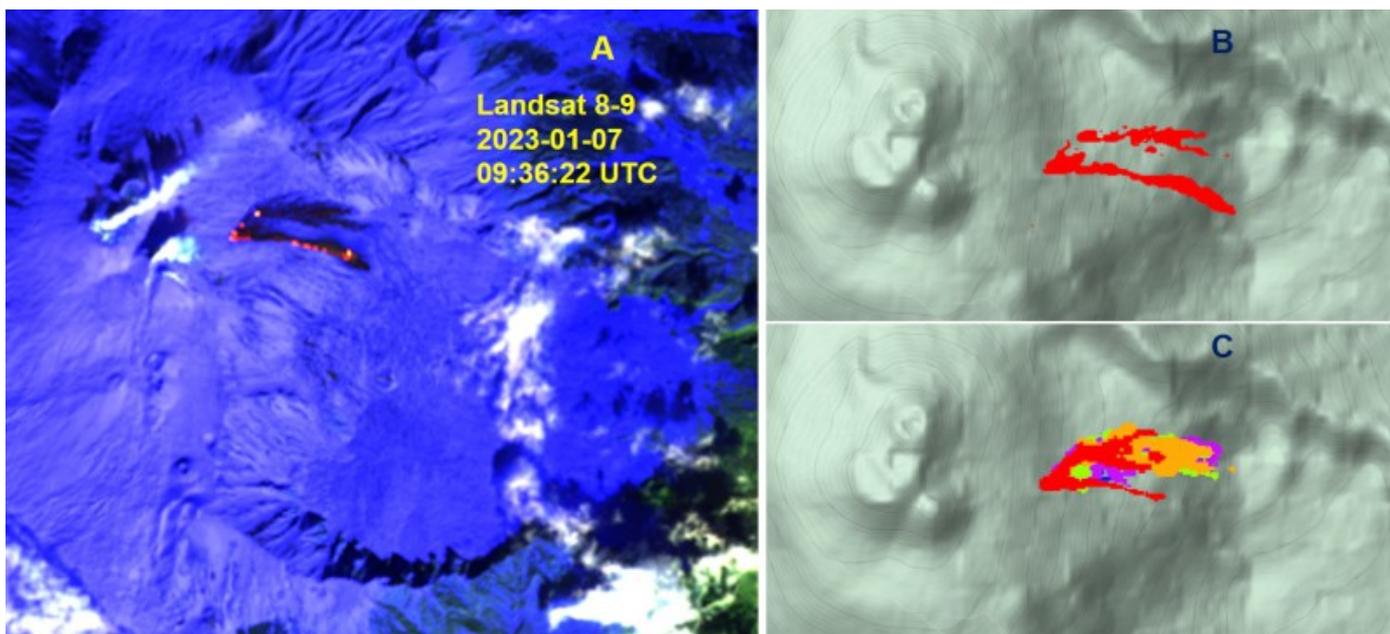


Fig. 8.2 (A) L'immagine Landsat 8-9 del 23 gennaio 2023 mostra un'intensa anomalia termica associata con l'eruzione effusiva in corso nell'area sommitale dell'Etna. (B) Mappa del campo lavico attivo costruita analizzando le bande NIR-SWIR1-SWIR2 di Landsat 8-9 con un modello Support Vector Machine. (C) Mappa del campo lavico cumulato ricavato dalla sequenza di immagini Sentinel-2 dal 28 novembre 2022 al 19 gennaio 2023.

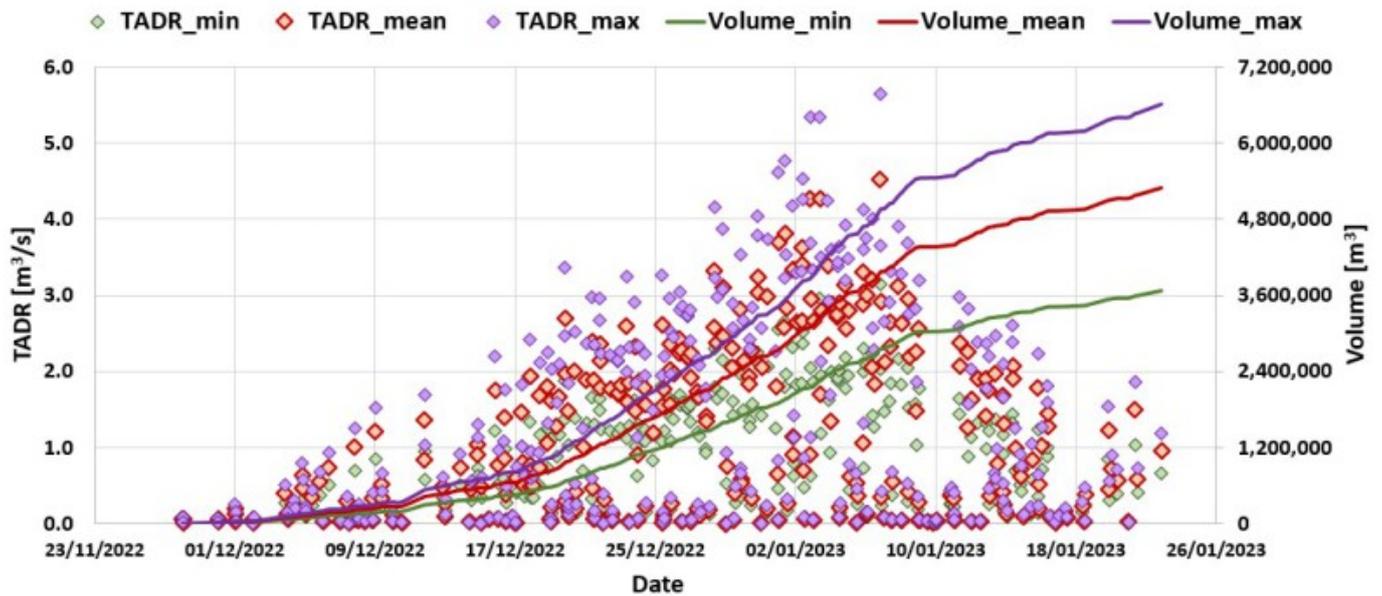


Fig. 8.3 Tasso effusivo e volume cumulato durante l'attività effusiva dell'Etna dal 28 novembre 2022 alla sera del 22 gennaio 2023 stimati dai dati satellitari MODIS, VIIRS e Sentinel-3.

## 9. ALTRE OSSERVAZIONI

### ANALISI DI LABORATORIO

È stato campionato un brandello di lava centimetrico prodotto il 20 dicembre dallo spattering alla fessura eruttiva apertasi il 27 novembre alla base nord-orientale del Cratere di Sud-Est (CSE), a circa 2800 m s.l.m. La composizione del vetro vulcanico (elementi maggiori) è stata determinata sulle porzioni più esterne del campione che, raffreddatesi velocemente, hanno preservato del vetro vulcanico adatto alle analisi.

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. 9.1), mostrano che la composizione del vetro emesso il 20 dicembre (triangoli azzurri) è omogenea ed evoluta. Più precisamente se si analizza la composizione di questi campioni nel contesto di tutta l'attività del 2022 del CSE si osserva un trend composizionale ben definito: i prodotti più primitivi sono stati emessi durante i parossismi di febbraio 2022, termini intermedi hanno caratterizzato la forte attività stromboliana di maggio, per finire con i prodotti più evoluti del 20 dicembre che sono gli ultimi campionati

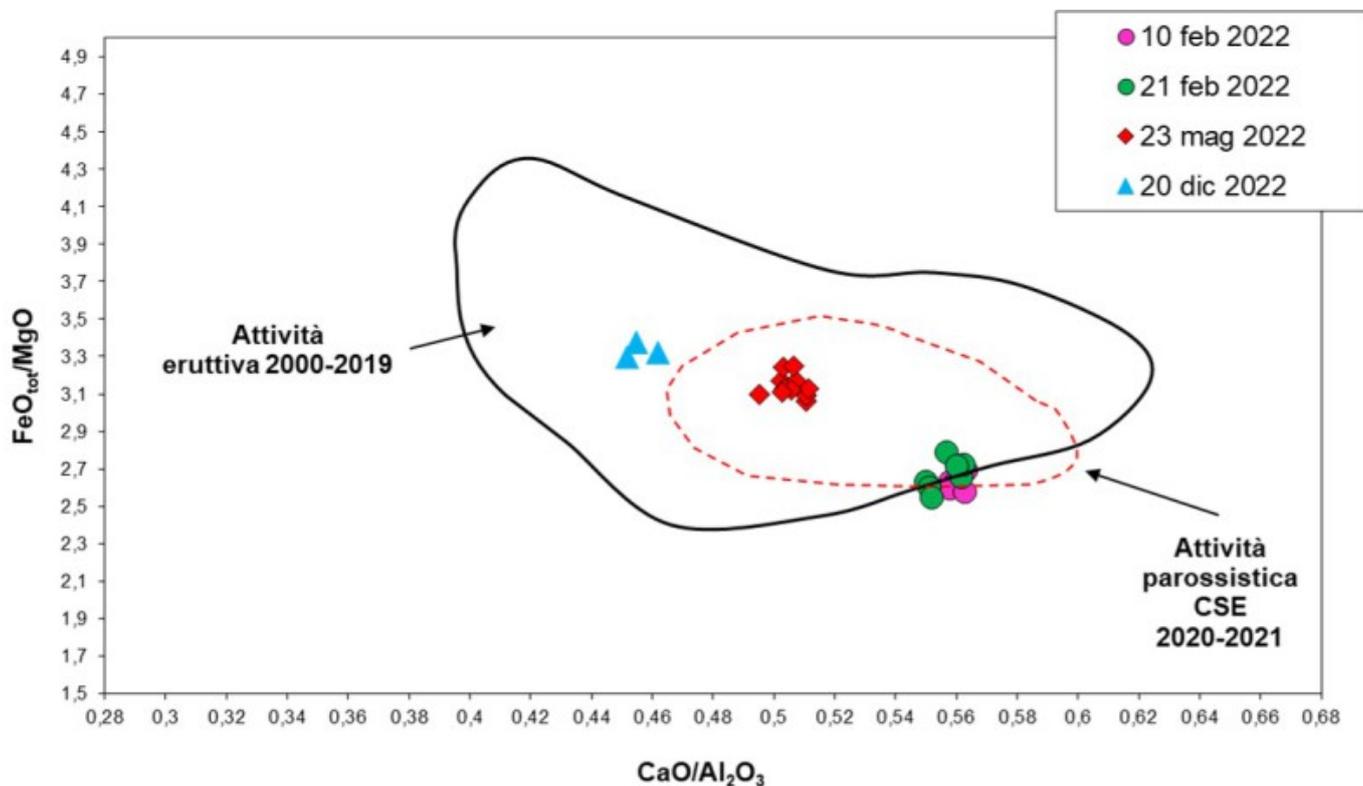


Fig. 9.1 Grafico  $CaO/Al_2O_3$  vs.  $FeO_{tot}/MgO$  dove sono riportate le composizioni dei vetri dei prodotti emessi il 20 dicembre 2022 dalla bocca eruttiva apertasi in Valle del Leone. Per confronto sono riportate le composizioni dei prodotti del CSE del 2022 prodotti dall'attività stromboliana del 23 maggio e dalle fontane del 10 e 21 febbraio.

Sulla base dei dati preliminari della composizione del vetro vulcanico si può dunque ipotizzare che il 20 dicembre, dopo venti giorni circa dall'inizio dell'eruzione tutt'ora in corso, l'attività effusiva era alimentata da un magma la cui composizione è la più evoluta di quelle del CSE durante il 2022. Fino al 20 dicembre non si hanno dunque evidenze di risalite significative di nuovo magma profondo e primitivo nel "reservoir" magmatico 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
Geochimica Etna Acque	1	0	9	10
Infrasonica	2	3	6	11
Sismologia	2	2	24	28
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.**