



Rep. N° 51/2020

ETNA

Bollettino Settimanale

07/12/2020 - 13/12/2020

(data emissione 15/12/2020)

1. SINTESI STATO DI ATTIVITA'

Alla luce dei dati di monitoraggio si evidenzia:

- 1) OSSERVAZIONI VULCANOLOGICHE: Attività stromboliana d'intensità variabile, episodi di fontane di lava, emissioni di cenere vulcanica, attività effusiva e formazione di flussi piroclastici al Cratere di Sud-Est. Attività stromboliana intra-craterica profonda al Cratere di Nord-Est ed al Cratere Bocca Nuova con rare e diluite emissioni di cenere. Discontinua attività esplosiva al Cratere Voragine con occasionali e diluite emissioni di cenere.
- 2) SISMOLOGIA: Moderata attività sismica da fratturazione; l'ampiezza media del tremore vulcanico si è mantenuta su livelli medi sino al 13 dicembre e successivamente su livelli alti.
- 3) INFRASUONO: Bassa attività infrasonica per tutta la settimana; sostenuta giorno 14 dicembre.
- 4) DEFORMAZIONI: Nessuna variazione significativa da segnalare per la rete GNSS. La rete clinometrica ha registrato un transiente deformativo dell'ordine del decimo di microradianti in concomitanza dell'evento eruttivo del 13 sera.
- 5) GEOCHIMICA: Il flusso di SO₂: livello medio
Il flusso di HCl si pone su un livello medio-alto.
Il flusso di CO₂ dal suolo mostra un trend in moderato decremento attestandosi su livelli medi. La pressione parziale di CO₂ disciolta non mostra variazioni significative.
Il valore del rapporto C/S si attesta su livelli medio-bassi (ultima misura del 16/10/2020).
Il rapporto isotopico dell'elio si attesta su valori medi (ultimo aggiornamento del 26/11/2020).
- 6) OSSERVAZIONI SATELLITARI: L'attività termica in area sommitale si pone su un livello alto

2. SCENARI ATTESI

Attività vulcanica caratterizzata da degassamento e continua attività esplosiva dai crateri sommitali con eventuale formazione di nubi di cenere ed effusione lavica. 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 vulcanica dell'Etna è stato effettuato mediante l'analisi delle immagini delle telecamere di sorveglianza dell'INGV, Osservatorio Etneo (INGV-OE) e da personale INGV-OE in campo giorno 14 dicembre. A causa delle avverse condizioni meteo, l'osservazione dell'attività vulcanica dalle telecamere è stata limitata per quasi tutta la settimana. La figura 3.1 mostra l'area sommitale dell'Etna ottenuta mediante le elaborazioni fotogrammetriche, da parte del Laboratorio di Cartografia dell'INGV-OE, delle immagini riprese con droni il 21 novembre 2020. La base topografica di riferimento su cui sono stati sovrapposti gli aggiornamenti morfologici è il DEM 2014 elaborato dal Laboratorio di Aerogeofisica-Sezione Roma 2.

In generale, nel periodo che è stato possibile investigare, dal 7 al 12 dicembre, l'attività dell'Etna ha avuto un comportamento simile alla settimana precedente (Rep. N°50/2020) con attività stromboliana d'intensità variabile al Cratere di Sud-Est (SEC) che ha prodotto occasionali e modeste emissioni di cenere e lancio di brandelli di lava, ed attività stromboliana intra-craterica al Cratere di Nord-Est (NEC) ed al Cratere Bocca Nuova (BN) con rare emissioni di cenere molto diluita. In dettaglio, l'attività stromboliana al SEC è stata di intensità variabile e pressoché continua alla bocca orientale (Fig. 3.1) con occasionali lanci di brandelli di lava al di sopra della bocca e rotolamento dei prodotti lungo le pareti del SEC. La bocca più centrale è stata caratterizzata per lo più da attività discontinua e d'intensità più bassa. Le rare e modeste emissioni di cenere sono state prodotte prevalentemente dall'attività della bocca orientale e si sono disperse rapidamente in area sommitale. L'attività eruttiva del SEC si è intensificata giorno 13 dicembre ed in particolare, a partire dalle 19:20 UTC (tutti i tempi riportati sono in UTC).

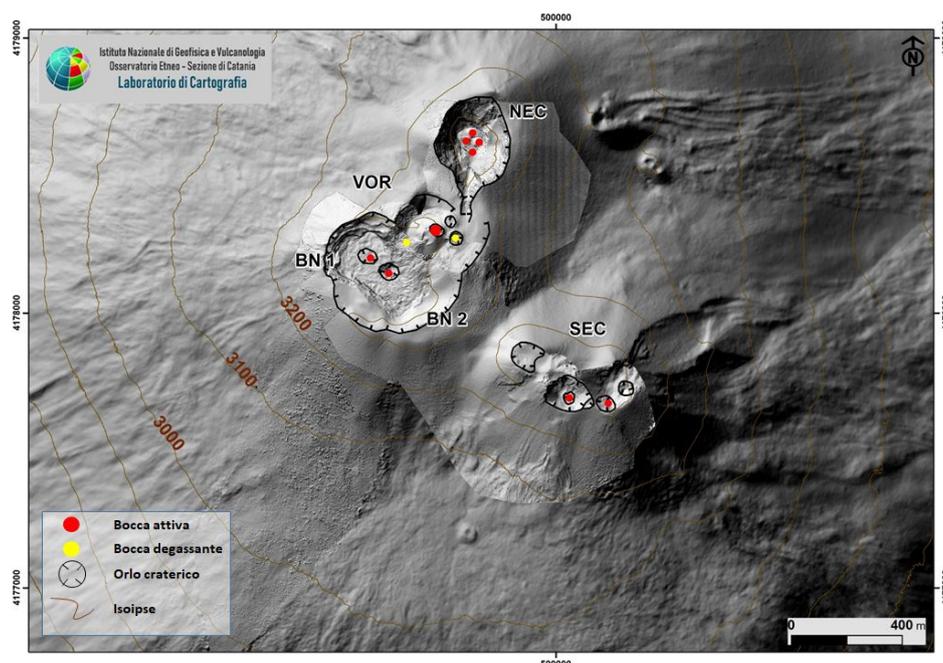


Fig. 3.1 - Modello ombreggiato del terreno dell'area sommitale dell'Etna. BN: Bocca Nuova, VOR: Voragine; NEC: Cratere di Nord-Est; SEC: Cratere di Sud-Est.

Alle ~22:00, l'attività stromboliana è passata a fontanamento di lava ed alle 22:15 si osservava un piccolo flusso piroclastico che si propagava dal fianco Sud-Ovest del SEC in direzione SSO (Fig.

3.2a). Alle 22:16, questo flusso si era già fermato e se ne generava un successivo più energetico, che ricalcando lo stesso percorso si espandeva per circa 2 km di distanza dal SEC in un tempo di ~40 sec (~50 m s⁻¹), superando abbondantemente ad Ovest M.te Frumento Supino (Fig. 3.2b-k). Alle 22:30, si osservava un terzo flusso piroclastico di minore entità che si espandeva sempre in direzione SSO (Fig. 3.2l). Come confermato dalle osservazioni effettuate in situ, il 14 dicembre da personale INGV-OE, i tre flussi piroclastici si erano generati principalmente a causa del collasso della porzione sud-occidentale del cono del SEC (Fig. 3.3). Contestualmente, alla formazione dei primi due flussi piroclastici, si osservavano due flussi lavici prodotti da due fessure eruttive apertesi alla base del SEC (flusso di Sud) e dal suo basso fianco sud-occidentale (flusso lavico di Sud-Ovest) (Fig. 3.3). La fontana di lava si è esaurita alle ~22:50, tuttavia l'attività esplosiva è continuata con grande variabilità per poi intensificarsi producendo altre due fontane di lava, d'intensità e durata inferiore rispetto alla prima, tra le 23:50 UTC del 13 dicembre e le 00:10 UTC del 14 dicembre e le ~01:10 e 01:23 UTC del 14 dicembre. Durante le fasi di fontanamento, si sono registrati i valori massimi dell'ampiezza del tremore vulcanico.

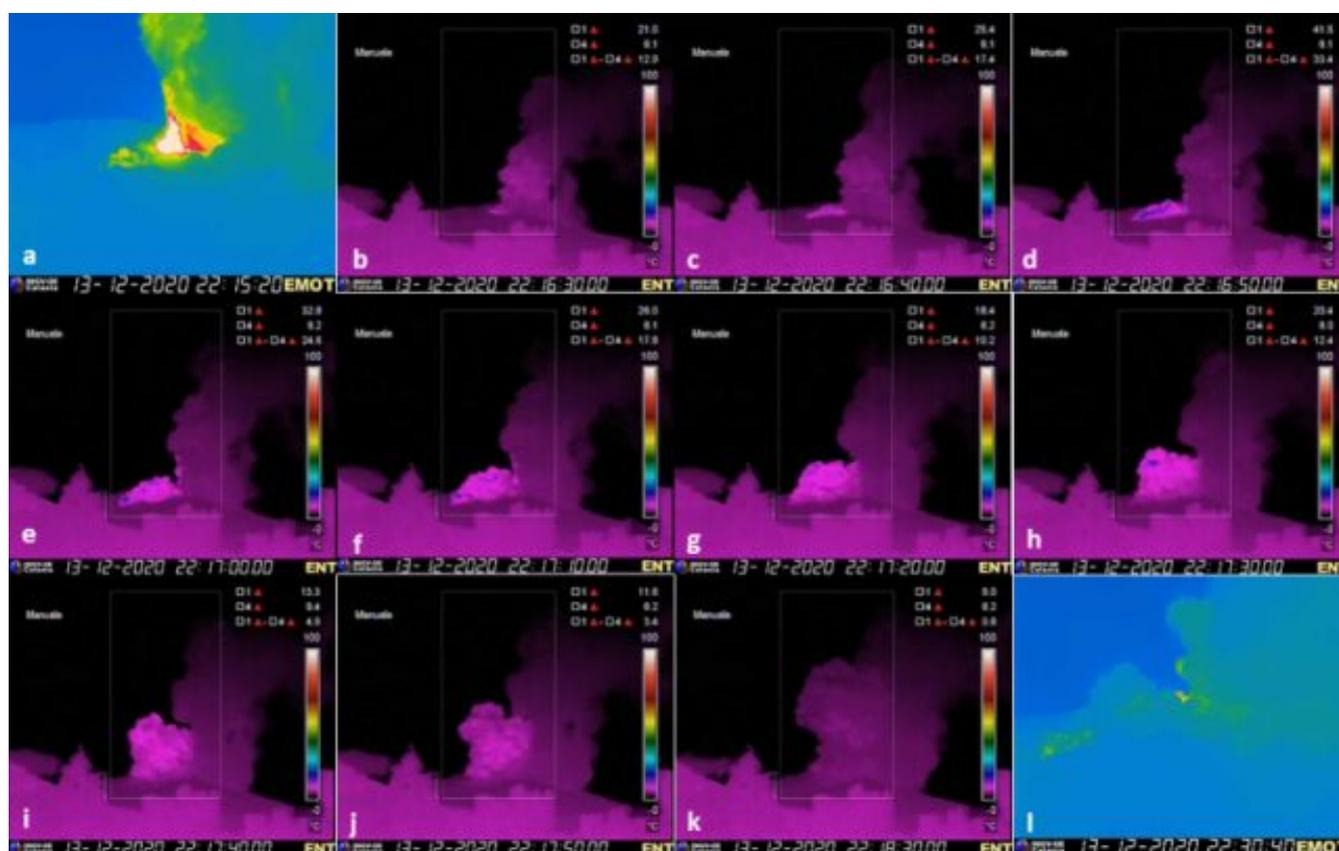


Fig. 3.2 - (a) fontana di lava e primo flusso piroclastico dal SEC osservati dalla telecamera termica della Montagnola (Sud) il 13 dicembre 2020. (b-k) sequenza della messa in posto del secondo flusso piroclastico dal SEC ripresa dalla telecamera termica di Nicolosi in 13 dicembre 2020 (Sud); (d) espansione del terzo flusso piroclastico dal SEC registrata dalla telecamera termica della Montagnola (Sud) il 13 dicembre 2020.

Il 14 dicembre, durante il sopralluogo, i due flussi lavici non erano più alimentati ed in raffreddamento. Il flusso di Sud si era allargato alla base del SEC formando almeno quattro lobi principali che si erano arrestati sul pianoro tra la base del SEC ed i coni del 2002-03 ed uno di questi aveva continuato ad espandersi in direzione SSO per poi arrestarsi tra i coni del 2002-03 e Mt. Frumento Supino. Il flusso lavico di Sud-Ovest si era messo in posto seguendo la stessa direzione dell'altro flusso lavico raggiungendo, ed in parte aggirando verso Ovest M.te Frumento Supino, dove il suo fronte si era allargato ed inspessito. Dai rilievi in situ, il flusso di Sud appare notevolmente più stretto rispetto all'altro, soprattutto in prossimità del suo fronte, mentre il flusso

lavico di Sud-Ovest ricopre un'area decisamente più ampia sin dalla zona prossimale alla bocca (Fig. 3.3). Per quanto riguarda l'attività esplosiva al SEC, il 14 dicembre è stata molto variabile in intensità, producendo nelle fasi di decremento esplosioni intra-crateriche con boati e sporadiche emissioni di cenere che si sono disperse rapidamente in area sommitale. Nelle fasi d'incremento d'intensità si sono osservate emissioni di cenere, con la più cospicua alle 12:52 prodotta da una bocca esplosiva posta nel settore orientale del SEC, che ha formato una nube eruttiva che si è dispersa in direzione Sud raggiungendo una quota massima di ~4 km s.l.m., ed attività stromboliana continua con lancio di brandelli di lava oltre l'orlo craterico da almeno due bocche (Fig. 3.4a). Nell'arco della settimana, il NEC e la BN hanno alimentato attività stromboliana intra-craterica d'intensità variabile e rare emissioni di cenere diluita (Fig. 3.4b, c). infine Il VOR ha prodotto attività esplosiva discontinua e blande emissioni di cenere che si sono disperse in area sommitale (Fig. 3.4 d).

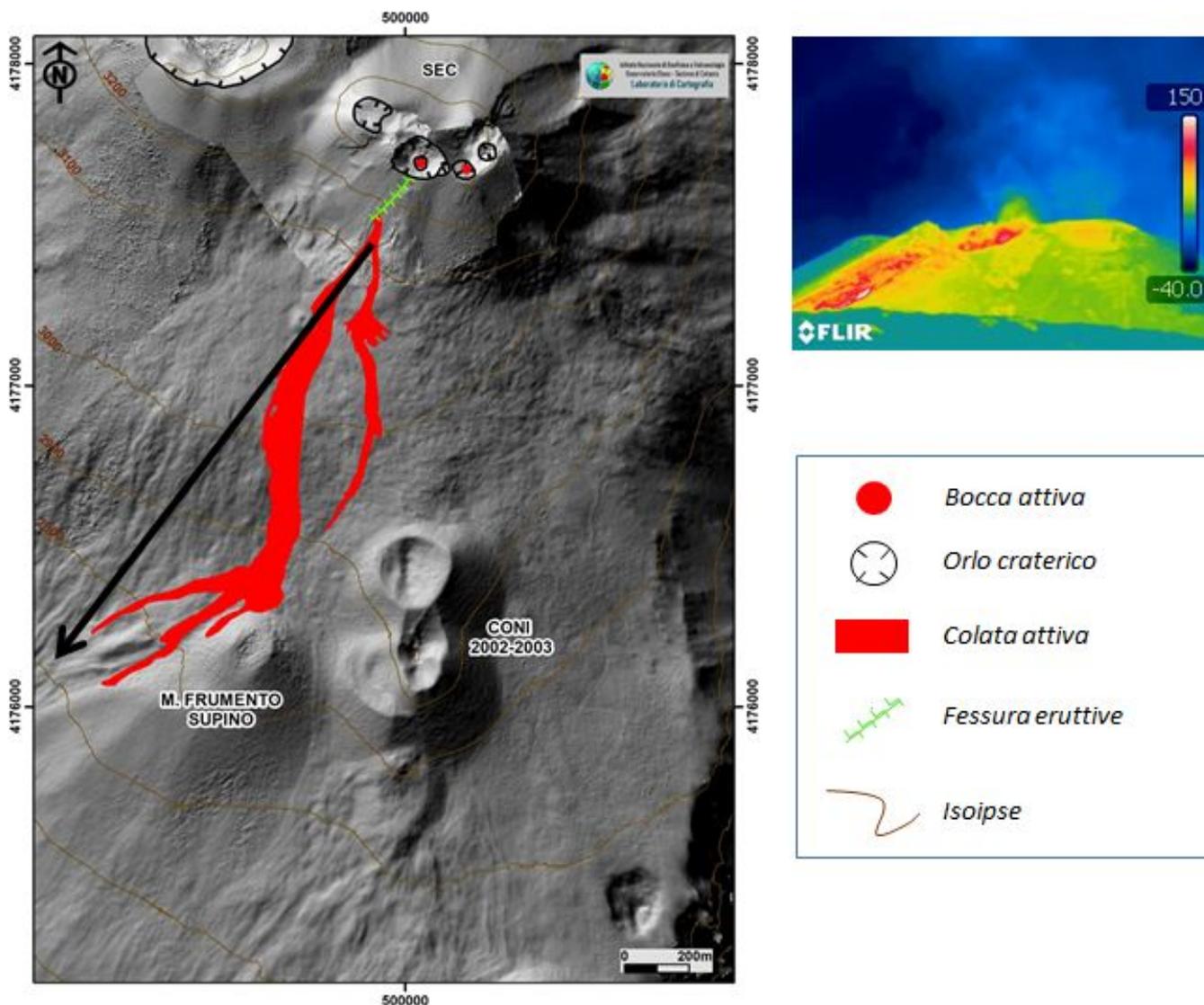


Fig. 3.3 - Mappa preliminare del campo lavico riprodotta tramite osservazioni da terreno, analisi di immagini sul termico, sul visibile e da satellite PlanetScope, la freccia nera indica la probabile direzione di propagazione dei flussi piroclastici. L'immagine termica, registrata durante il sopralluogo del 14 dicembre, dettaglia la morfologia del SEC dopo il collasso del 13 dicembre 2020 notte.

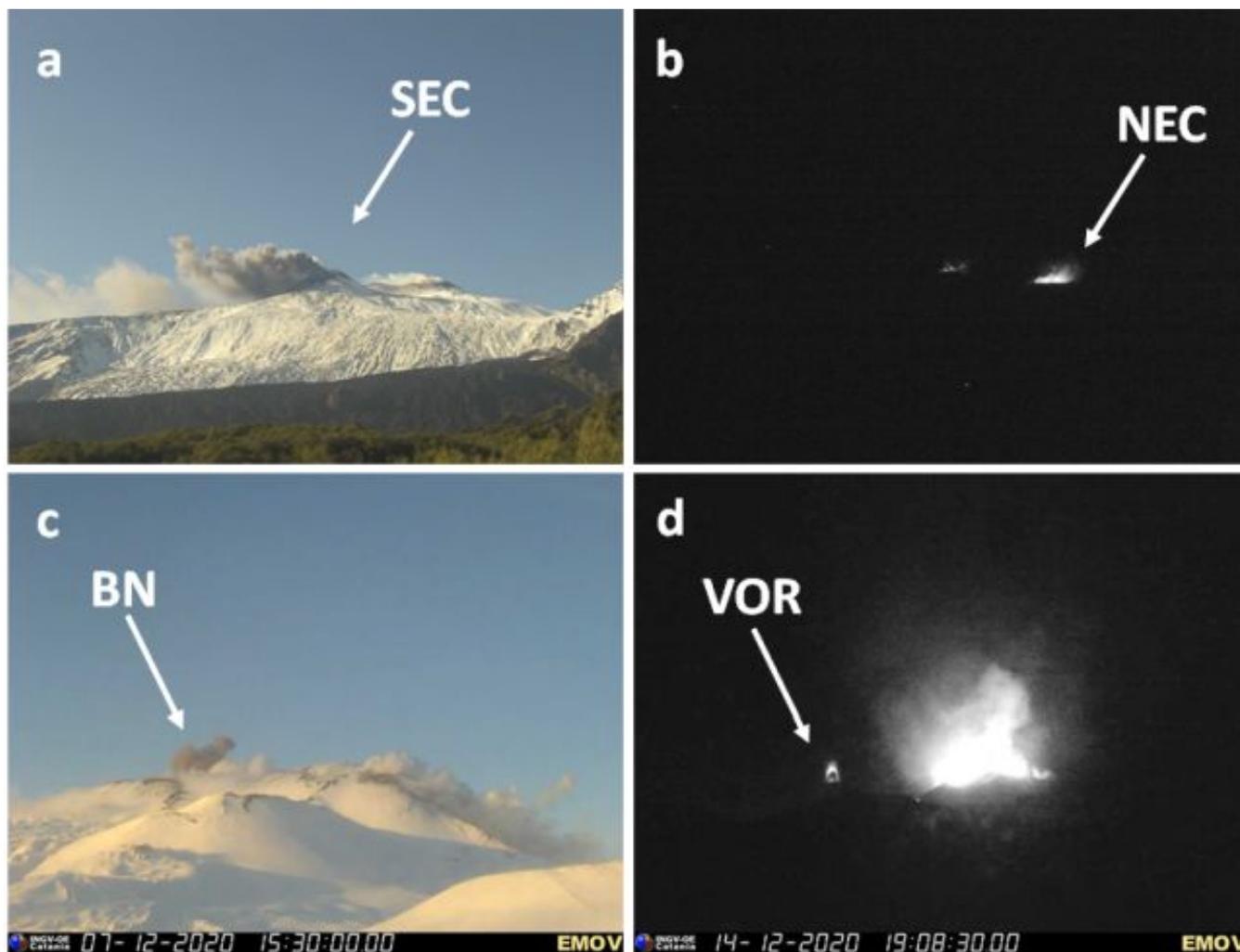


Fig. 3.4 - (a) emissione di cenere del 14 dicembre 2020 dal SEC osservata da M.te Cagliato (Est) alle 12:53; (b) attività esplosiva intra-craterica al NEC osservata da M.te Cagliato (Est) il 7 dicembre 2020 alle 18:13; (c) emissione di cenere dal BN e (d) attività esplosiva dal VOR registrate dalla telecamera di sorveglianza della Montagnola (Sud).

4. SISMOLOGIA

Sismicità: Nel corso della settimana in oggetto sono stati registrati undici terremoti che hanno superato la soglia di magnitudo 2.0, evidenziando un marcato incremento del tasso di sismicità rispetto alla settimana precedente (Fig. 4.1). In particolare, si segnalano sette terremoti di media-bassa energia, che hanno interessato il medio-basso versante occidentale del vulcano in prossimità di M. Palestra (Fig.1; Tab 1); l'evento più energetico, di magnitudo locale pari a 2.6, è stato localizzato a circa 2 km a Sud di Monte Palestra ad una profondità ipocentrale di circa 6 km (Fig.1; Tab 1). La rimanente sismicità risulta concentrata nel versante nord-occidentale del vulcano, a Sud di Monte Minardo, con due terremoti di magnitudo locale pari a 2.6 e 2.9 e nel medio-basso settore occidentale con un evento di $M_l=2.7$ in prossimità dell'abitato di Ragalna (Fig.1; Tab. 1).

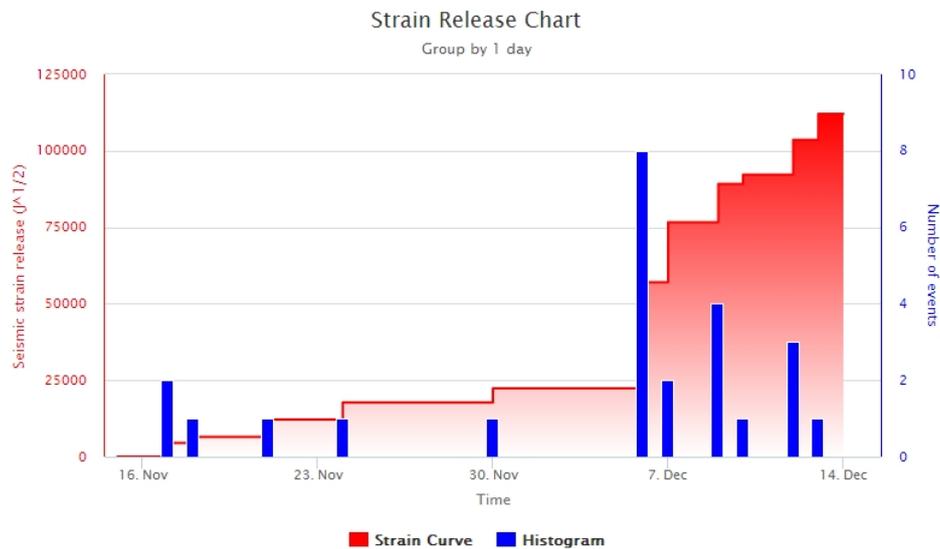


Fig. 4.1 - Frequenza giornaliera di accadimento e curva cumulativa del rilascio di strain sismico dei terremoti con M_l pari o superiore a 2.0 registrati nell'ultimo mese.

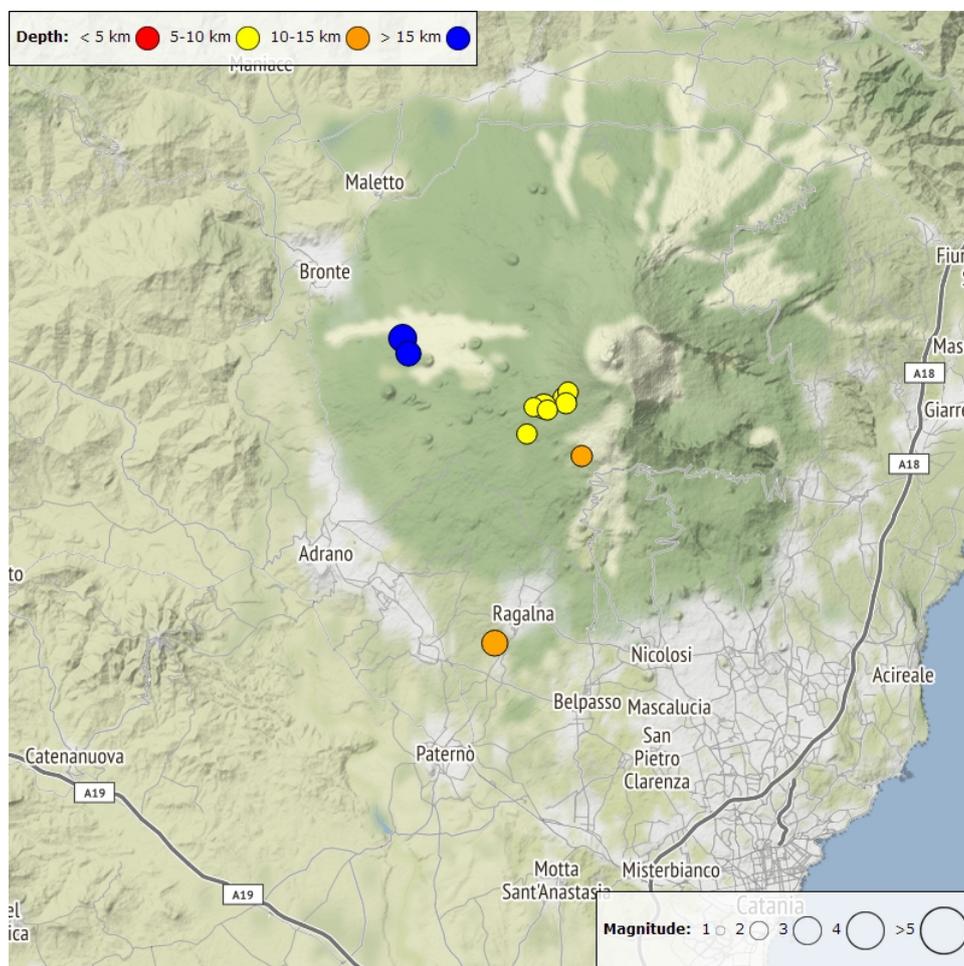


Fig. 4.2 - Distribuzione della sismicità con M_l pari o superiore a 2.0 nell'ultima settimana.

Tab. 4.1 - Tabella dei terremoti con $M_L \geq 2$

DateTime	ML	Prof. (km)	Area epicentrale
07/12/2020 14:00	2.6	22.3	1.9 km NE from Monte Minardo (CT)
07/12/2020 14:01	2.9	23.3	2.6 km N from Monte Minardo (CT)

DateTime	ML	Prof. (km)	Area epicentrale
09/12/2020 17:33	2.4	5.8	1.9 km SE from Monte Palestra (CT)
09/12/2020 17:37	2.1	6.2	1.9 km NW from M. Denza (CT)
09/12/2020 17:37	2.1	6.5	1.8 km SE from Monte Palestra (CT)
09/12/2020 17:37	2.2	10.6	1.2 km E from M. Denza (CT)
10/12/2020 05:24	2.2	8.6	2.1 km SE from Monte Palestra (CT)
12/12/2020 16:22	2.6	6.2	1.8 km S from Monte Palestra (CT)
12/12/2020 16:55	2.0	5.8	1.9 km S from Monte Palestra (CT)
12/12/2020 22:56	2.1	7.0	2.0 km S from Monte Palestra (CT)
13/12/2020 18:06	2.7	11.9	1.8 km SW from Ragalna (CT)

Tremore vulcanico: L'andamento temporale dell'ampiezza media del tremore vulcanico, nel corso di tutta la settimana, si è mantenuto su un livello medio sino a giorno 13 dicembre. A partire dalle ore 19:00 UTC circa di tale giorno si è osservato un repentino incremento dell'ampiezza del tremore vulcanico che, nell'arco di circa mezz'ora, è passata da un livello medio ad un livello alto raggiungendo il valore massimo intorno alle ore 22:00 UTC. Successivamente l'ampiezza del tremore ha mostrato ampie oscillazioni attestandosi comunque sempre su un livello alto (Fig. 4.2). La sorgente del tremore è stata costantemente localizzata nell'area del Cratere di Sud-Est, ad una profondità di circa 2800-3000 metri al di sopra del livello medio del mare (Fig. 4.3).

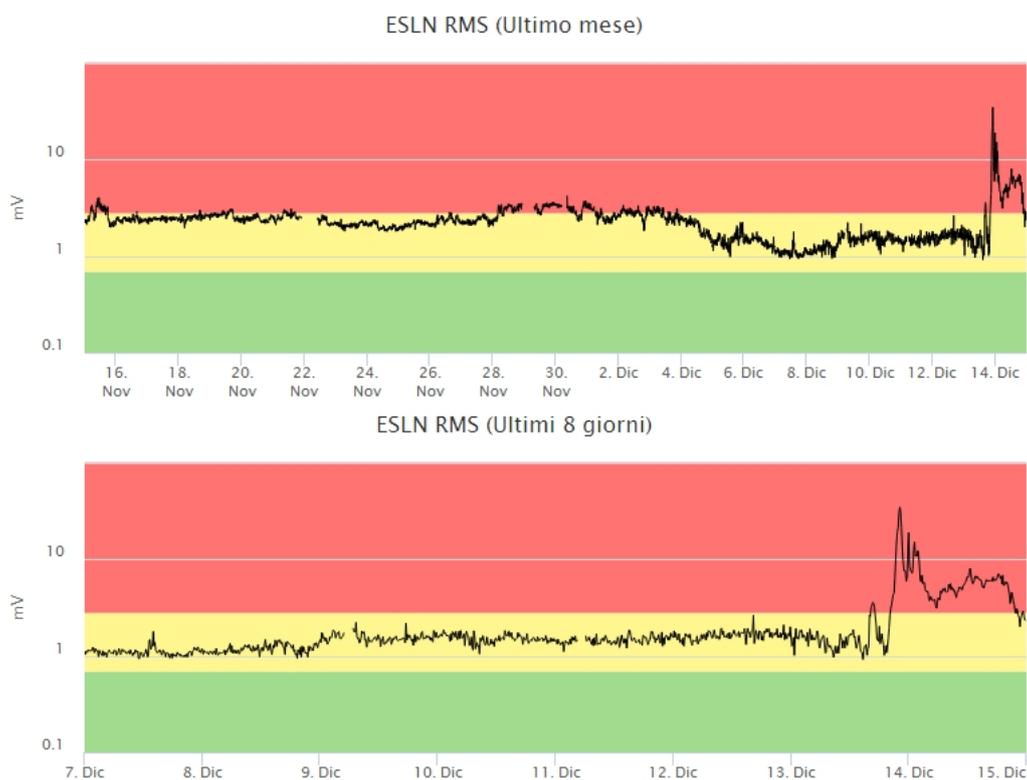


Fig. 4.3 - Andamento temporale dell'ampiezza del tremore vulcanico: valori RMS nell'ultimo mese (in alto) e nell'ultima settimana (in basso) secondo tre livelli di ampiezza (basso=verde, medio=giallo, alto=rosso).

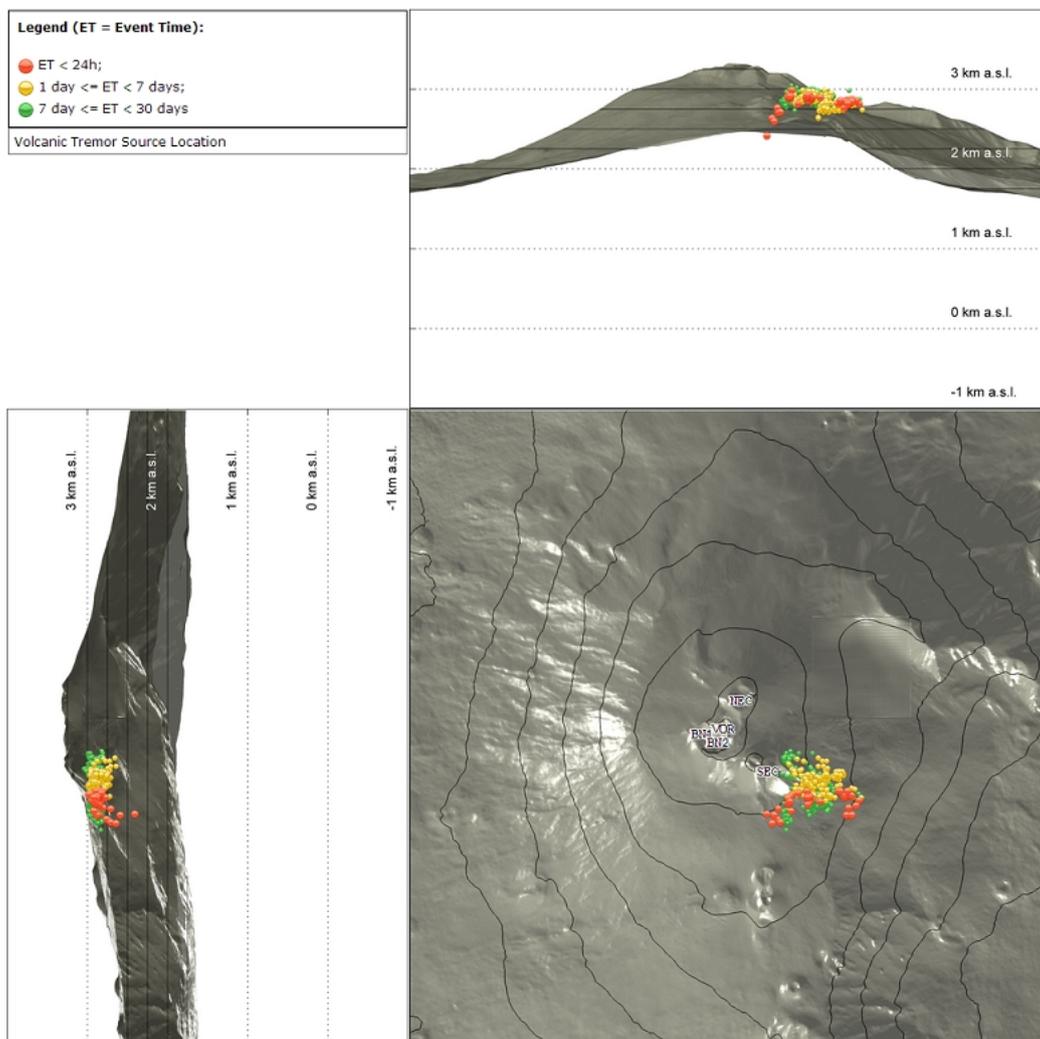


Fig. 4.4 - Localizzazione della sorgente del tremore vulcanico (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova).

5. INFRASUONO

L'attività infrasonica è stata caratterizzata da una frequenza di accadimento di eventi più bassa rispetto alla settimana precedente (Fig. 5.1). Si segnala che, nei giorni centrali della settimana, il tasso di occorrenza relativo al conteggio degli eventi infrasonici localizzati potrebbe essere sottostimato dell'elevato rumore causato dal forte vento. A partire dalla tarda serata di giorno 13 dicembre si evidenzia un incremento nel numero degli eventi e nella loro ampiezza. Le sorgenti degli eventi infrasonici sono state localizzate principalmente nell'area del Cratere di Sud-Est, ed in misura molto minore in corrispondenza del Cratere di Nord-Est e alla Bocca Nuova, e sono state caratterizzate da valori medio-bassi nella loro ampiezza (Fig.5.2).



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

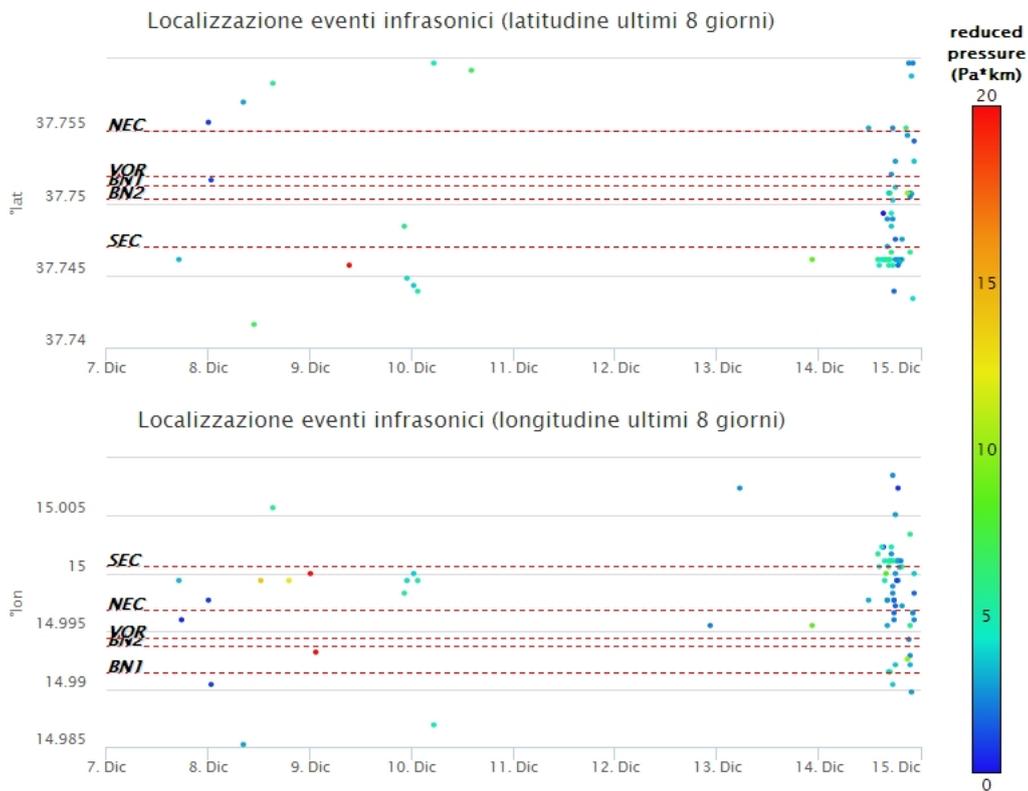


Fig. 5.2 - Andamento temporale dei parametri di localizzazione (longitudine e latitudine) degli eventi infrasonici localizzati nell'ultima settimana. (SEC= cratere SE; VOR = cratere Voragine; NEC = cratere NE; BN1 = cratere 1 Bocca Nuova; BN2 = cratere 2 Bocca Nuova). A destra nel grafico, il colore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

6. DEFORMAZIONI DEL SUOLO

GPS: I dati della rete GPS permanente non hanno mostrato variazioni significative nel corso dell'ultima settimana, come esemplificato dalla dilatazione areale del triangolo sommitale (EPDN-ECNE-EINT) e dalla baseline di media quota (EMEG - EMGL).

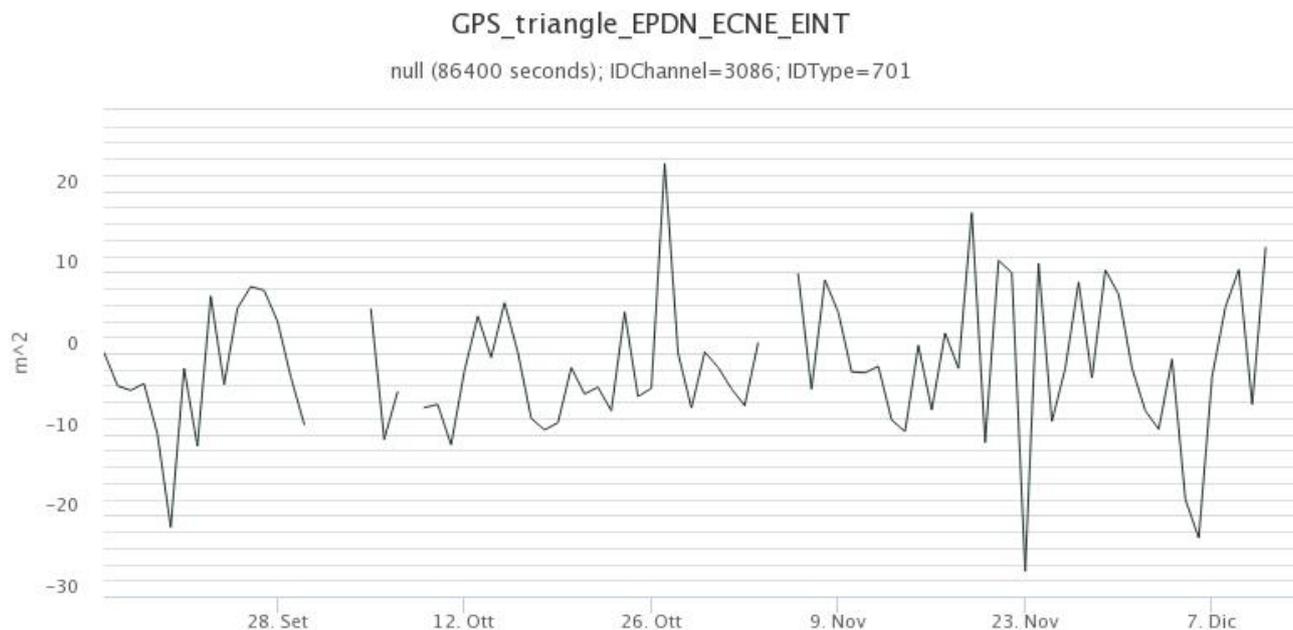


Fig. 6.1 - Serie temporale della dilatazione areale del triangolo sommitale (EPDN-ECNE-EINT) nel corso degli ultimi 3 mesi

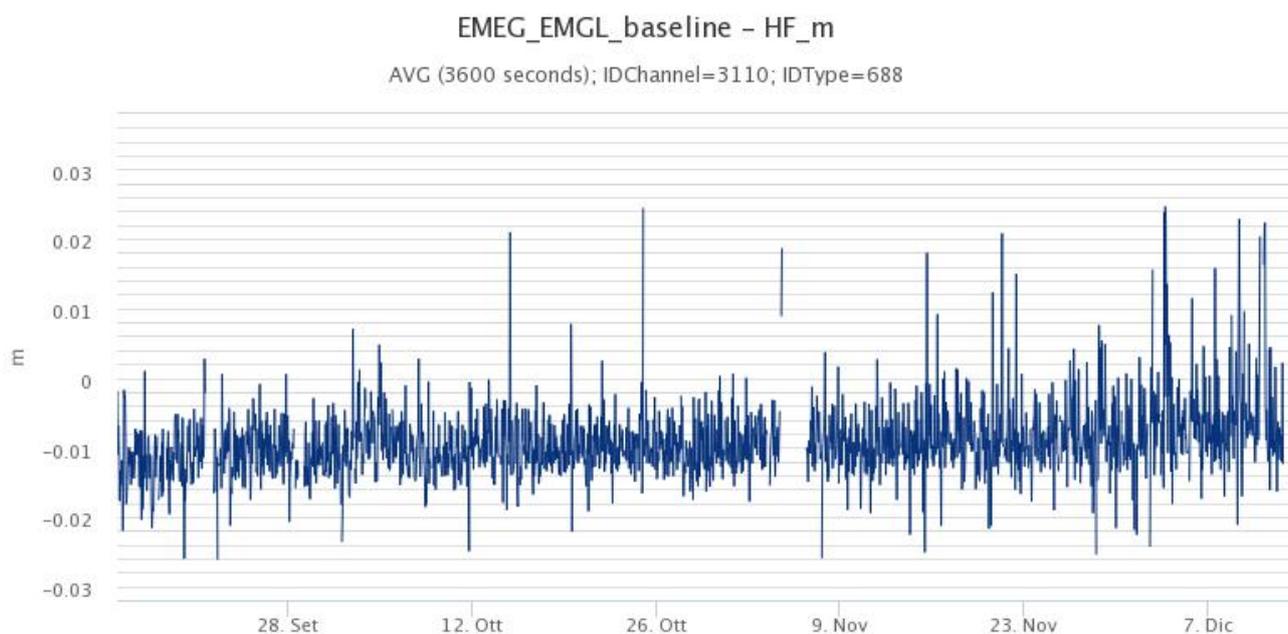


Fig. 6.2 - Serie temporale della variazione di distanza tra le stazioni GPS di EMEG e di EMGL, nel corso degli ultimi 3 mesi

Clinometria: I dati della rete clinometrica operante sull'Etna non hanno mostrato variazioni significative nel corso della settimana.

In concomitanza dell'evento eruttivo del 13 sera, alcune stazioni clinometriche hanno registrato transienti dell'ordine di pochi decimi di microradiante. I dati della stazione di Pizzi Deneri (PDN), posta sull'alto versante NE del vulcano (Fig. 6.3), mostrano variazioni rilevate in corrispondenza delle fasi di fontanamento, in particolare tra le 22:00 e le 23:00 di giorno 13 (0.3 microradianti) e nelle primissime ore di giorno 14. Successivamente non si sono registrate variazioni significative.

EPDN_CLINO_DIGITHIGH - tilt_x_Avg - TILT_X_Avg



EPDN_CLINO_DIGITHIGH - tilt_y_Avg - TILT_Y_Avg



Fig. 6.3 - Componenti X e Y del tilt di PDN negli ultimi 8 giorni

7. GEOCHIMICA

SO₂ nel plume (Rete Flame): Il flusso di SO₂ medio tra il 7 ed il 14 dicembre, ha indicato valori in aumento rispetto alla settimana precedente; le misure infra-giornaliere hanno mostrato valori superiori al livello-medio.

Il flusso di HCl, determinato attraverso combinazione del rapporto SO₂/HCl (misure FTIR) con il flusso di SO₂ (rete FLAME), ha mostrato valori in aumento diminuzione rispetto a quelli precedentemente osservati. Il flusso si pone su un livello medio-alto rispetto al normale tasso di degassamento dell'Etna.

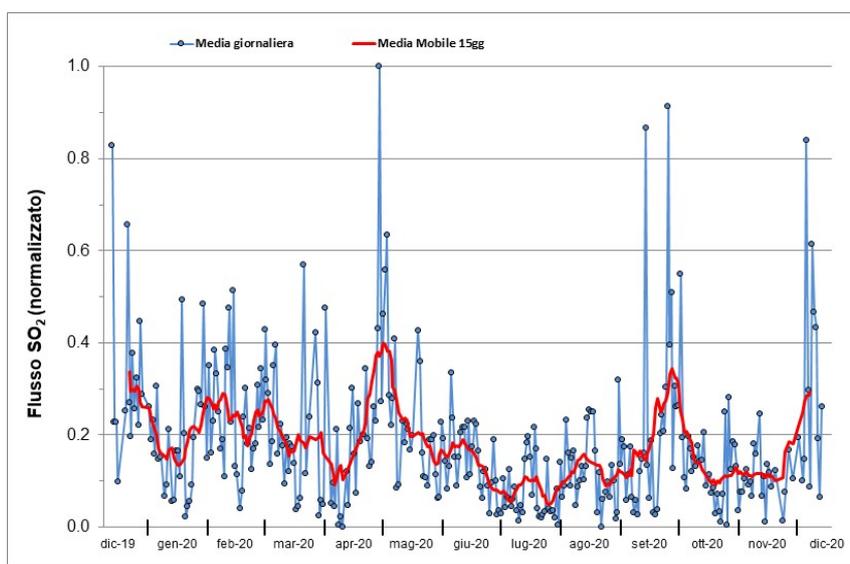


Fig. 7.1 - Misure normalizzate del flusso di SO₂ registrato dalla rete FLAME nell'ultimo anno

Flussi CO₂ dal suolo (Rete Etnagas) I valori di flusso di CO₂ emessi dal suolo registrati dalla

rete ETNAGAS mostrano un trend in lieve decremento e si attestano su valori medi.

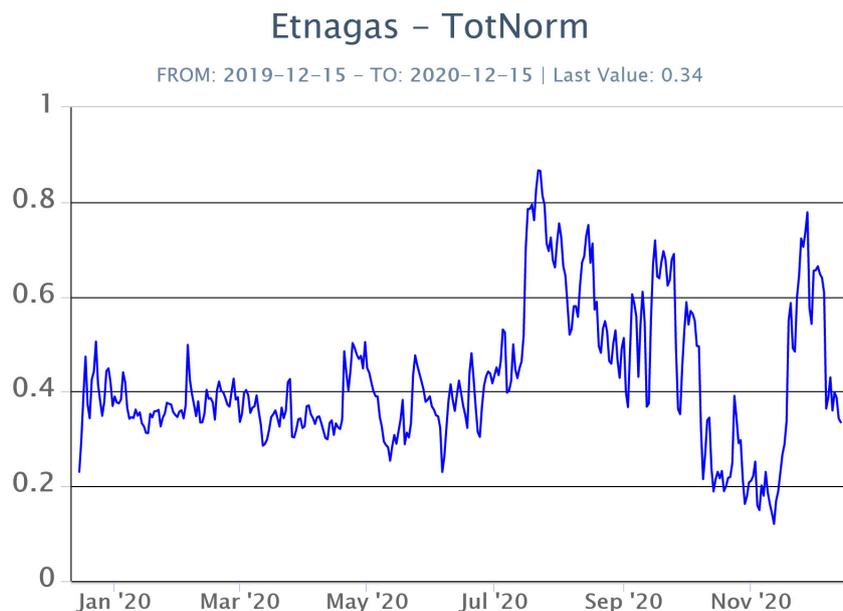


Fig. 7.2 - Curva normalizzata dei flussi complessivi della CO₂ esalante dal suolo registrati dalla rete EtnaGAS nell'ultimo anno (running average su base bi- settimanale).

CO₂ in falda (Rete EtnaAcque): La pressione parziale di CO₂ nella falda non evidenzia variazioni significative rispetto alle medie stagionali. I valori si mantengono su un valore medio di 0.11 atm.

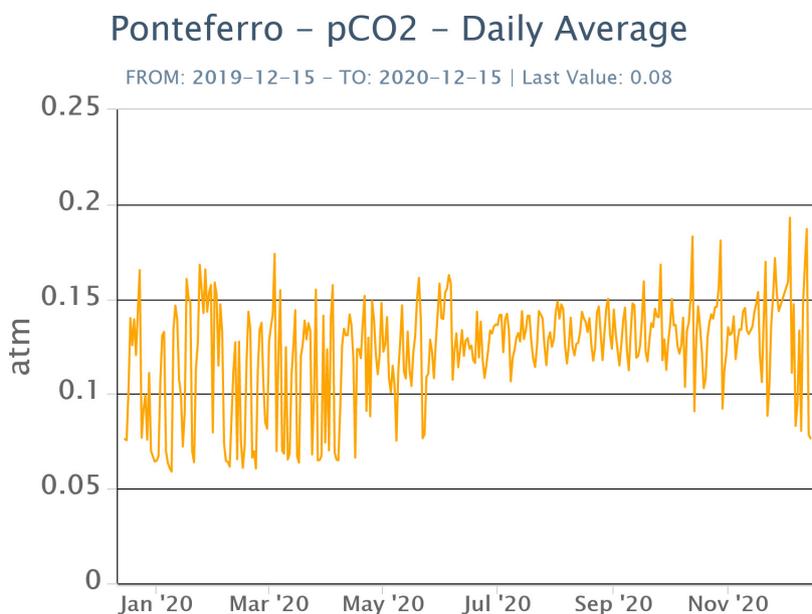


Fig. 7.3 - Andamento temporale della pressione parziale di CO₂ disciolta nella galleria drenante di Ponteferro (medie giornaliere).

C/S nel plume (Rete EtnaPlume): Non ci sono aggiornamenti. L'ultimo dato disponibile del valore del rapporto C/S, misurato al cratere Voragine durante il campionamento discreto del 16 ottobre, si attesta su livelli medio-bassi (8.6).

Voragine – Rapporto C/S

FROM: 2019-12-15 – TO: 2020-12-15

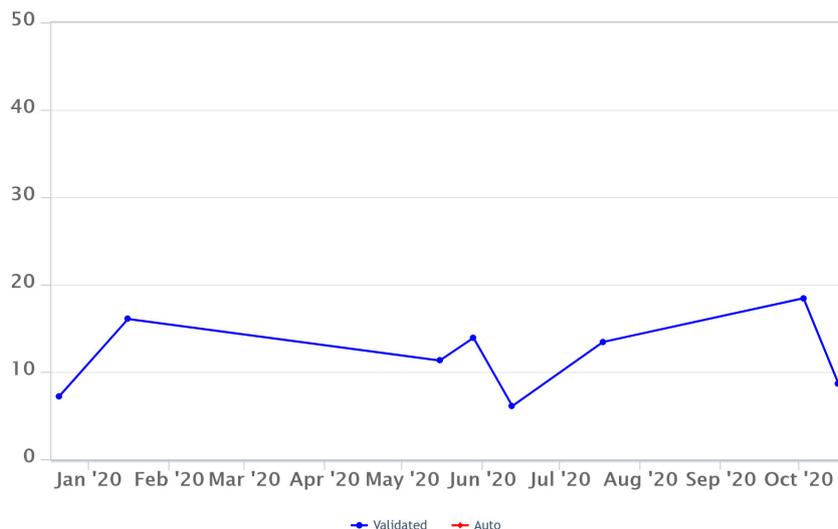


Fig. 7.4 - Valori del rapporto CO₂/SO₂ del plume dell'Etna, misurati alla stazione VOR.

Isotopi He (campionamento in discreto): I dati del rapporto isotopico dell'elio misurato nelle manifestazioni gassose periferiche indicano una continua leggera diminuzione dei valori. (ultimo aggiornamento del 26/11/2020).

Etna – Rapporto Isotopico He

FROM: 2019-12-15 – TO: 2020-12-15 | Last Value: 0.60

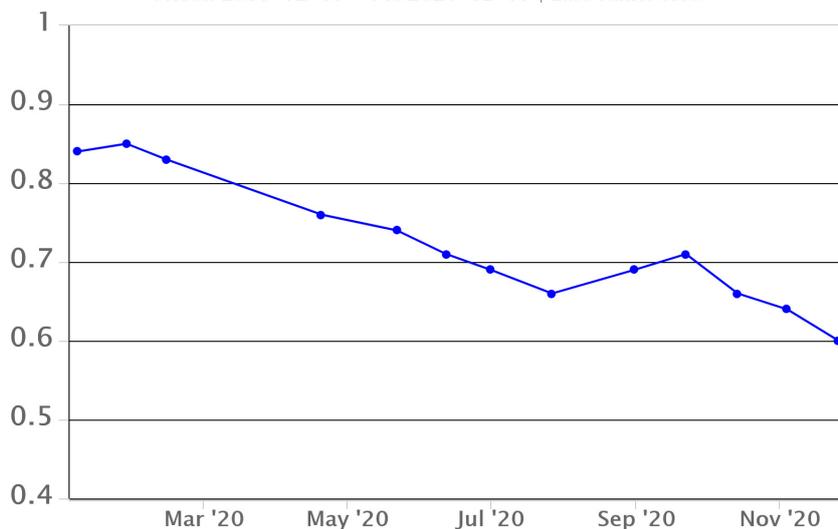


Fig. 7.5 - Andamento medio del rapporto isotopico dell'elio nelle cinque manifestazioni periferiche (dati normalizzati).

8. OSSERVAZIONI SATELLITARI

L'attività eruttiva dell'Etna è stata seguita con il sistema HOTSAT per il monitoraggio satellitare dell'attività termica tramite l'elaborazione di immagini satellitari multispettrali acquisite dai sensori MODIS, SEVIRI e PlanetScope.

In Figura 8.1 sono mostrate l'immagine PlanetScope del 14 dicembre (a) e la stima del potere radiante calcolato da dati MODIS e SEVIRI (b). I dati MODIS sono stati elaborati fino alle ore 11h:35m GMT del 15 dicembre; i dati SEVIRI fino alle ore 14h:57m GMT del 15 dicembre. Il valore di potere radiante ottenuto dall'ultima immagine SEVIRI in cui è stata rilevata attività termica (13h:57m GMT del 15 dicembre) è di circa 311 MW, mentre per l'ultima immagine MODIS è di circa 1650 MW.

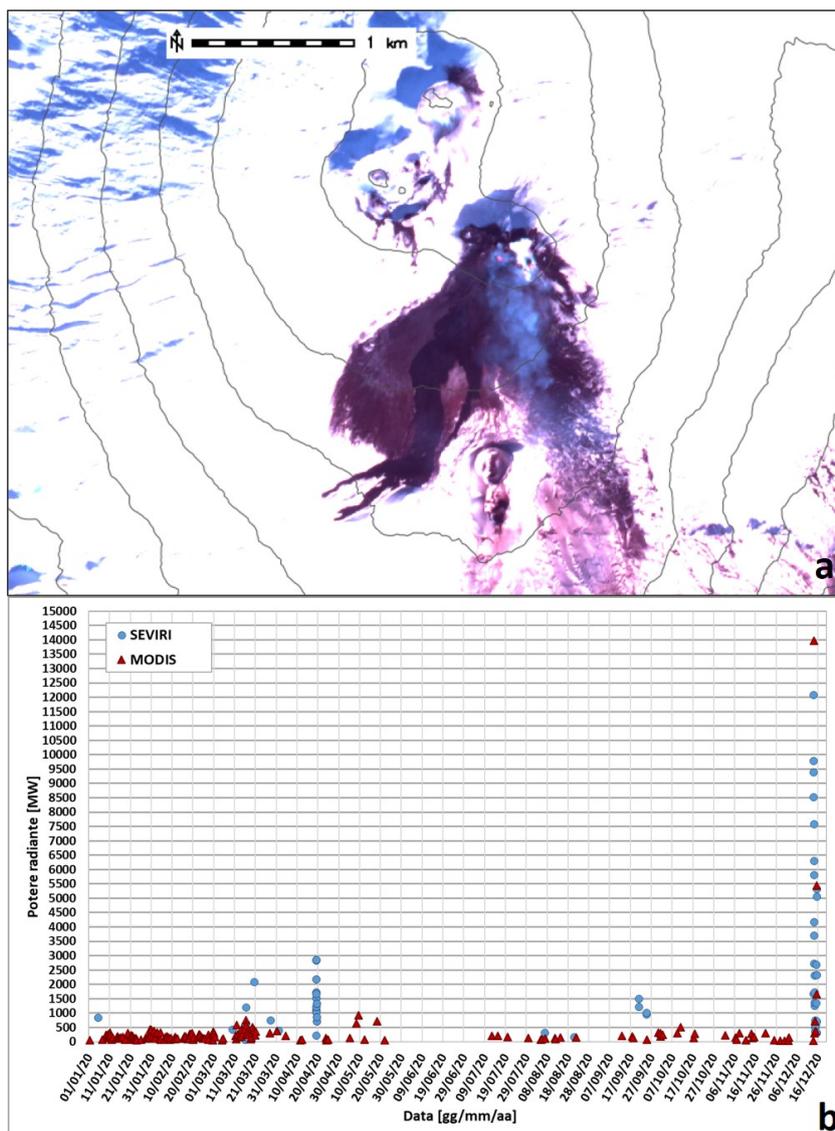


Fig. 8.1 -- a) RGB composita dell'immagine PlanetScope del 14 dicembre 2020, 09h:26m GMT (basata sulle bande 4, 2 e 1, risoluzione spaziale 3.9m), in cui è visibile il campo lavico associato all'attività sommitale (Area stimata di circa 315000 metri quadri). b) Flusso radiante calcolato da dati MODIS (triangolo rosso) e SEVIRI (cerchio blu) dal 1 gennaio al 15 dicembre 2020.

9. STATO STAZIONI

Tab.9.1 Stato di funzionamento delle reti

Rete di monitoraggio	Numero di stazioni con acq. < 33%	Numero di stazioni con acq. compreso tra 33% e 66%	N. di stazioni con acq. > 66%	N. Totale stazioni
Sismologia	3	0	26	29
Telecamere	1	1	12	14
Geochimica Etna Acque	1	0	9	10
Geochimica - Etnagas	2	0	12	14
Infrasonica	3	0	7	10
FLAME-Etna	2	0	8	10
Geochimica - Etna Plume	1	0	0	1

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 simiche 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 dall'Accordo di programma decennale stipulato tra lo stesso INGV e il DPC in data 2 febbraio 2012 (Prot. INGV 2052 del 27/2/2012), alle attività previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile.

In particolare, questo documento, redatto in conformità all'Allegato A 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 recati 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.