



Rapporto sullo stato attività di Vulcano

Nel corso del mese di maggio la rete osservativa multiparametrica INGV (Figura 1) ha rilevato alcune variazioni significative dei parametri monitorati nel sistema vulcanico di La Fossa (Isola di Vulcano), di seguito descritti.

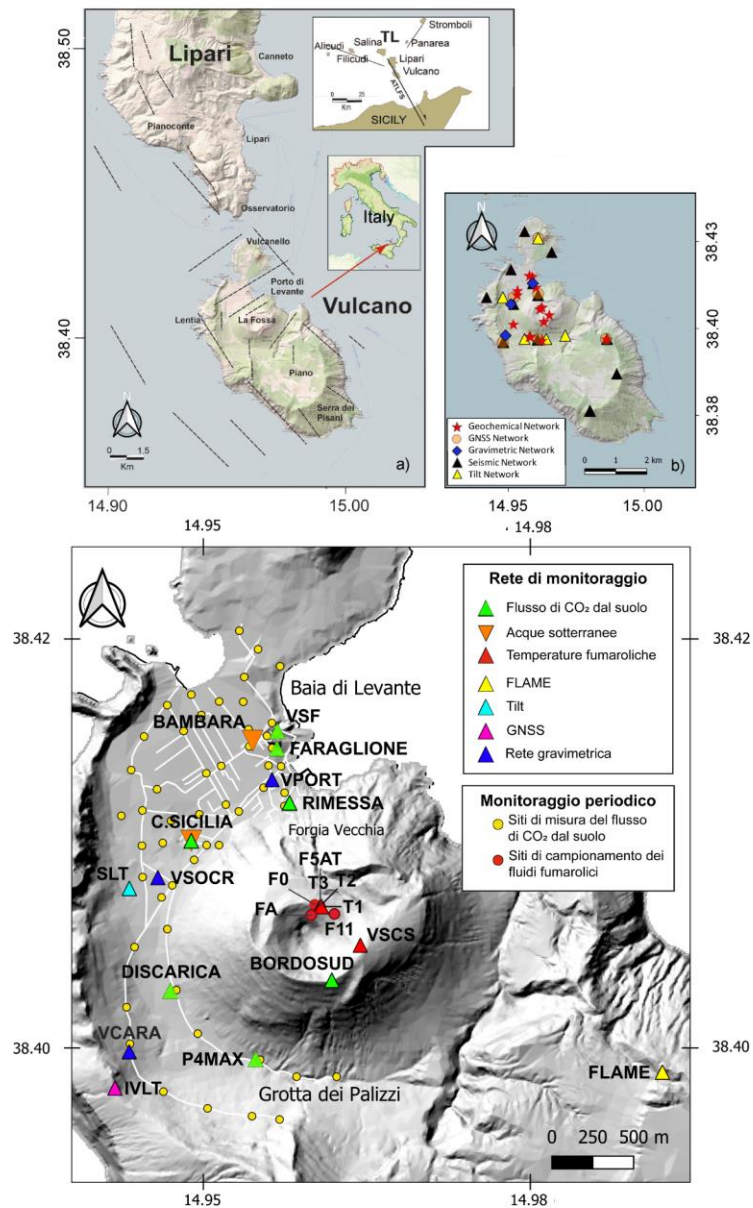


Figura 1 - a) Mappa strutturale dell'area Lipari-Vulcano. b) Mappa dei siti di misura e campionamento della rete multiparametrica INGV. c) Zoom della parte nord dell'isola, che mostra i siti di campionamento e misura per le indagini geochimiche.



Dal 9 maggio 2024, i sensori della rete di temperatura, installati sul bordo del cratere, hanno mostrato un rapido trend di incremento (Figura 2). Come si vede nel grafico di Figura 2, aggiornato al 23 maggio, i sensori T3 e T1 hanno raggiunto la stessa temperatura di 323 °C, con un incremento di 7° e 51°, rispettivamente. Il sensore T2, di più bassa temperatura, ha registrato un incremento di 67° C, fino al valore di 300°C. Dopo un trend positivo durato 2 settimane, le temperature mostrano una tendenza a stabilizzarsi.

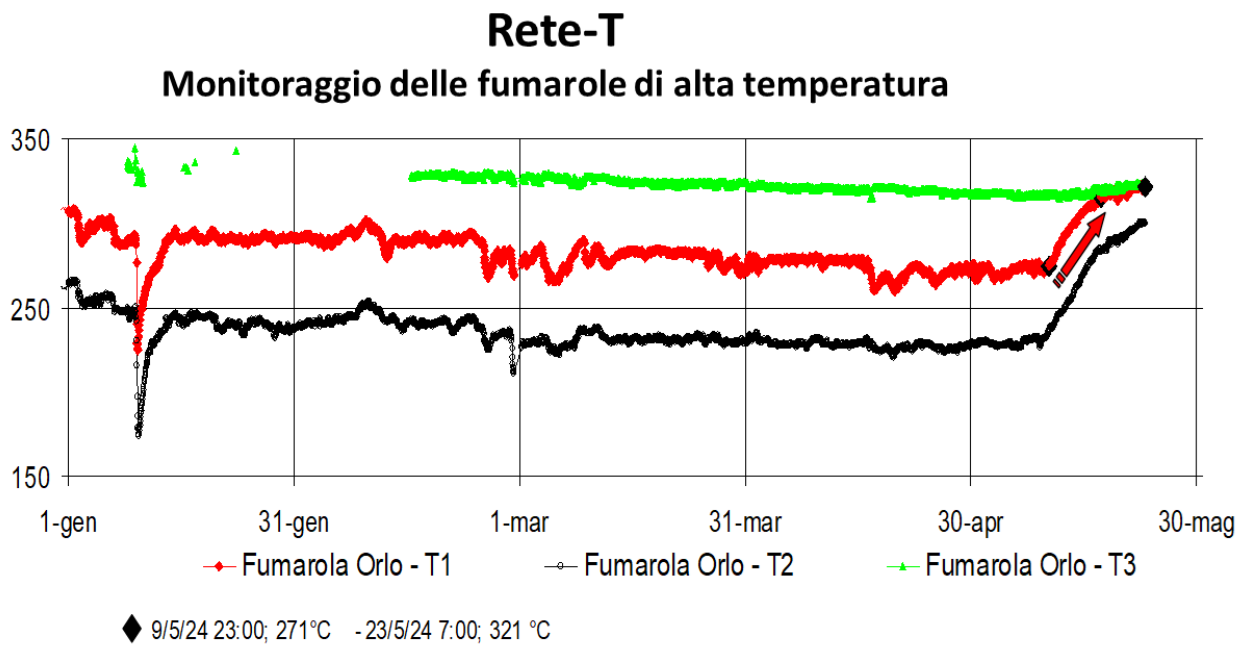


Figura 2 - Serie temporale dei valori di temperatura (°C) misurati in continuo nelle fumarole poste sull'orlo del versante nord del cono La Fossa (fumarola F5AT, segnali T1 e T2; fumarola F5, segnale T3).

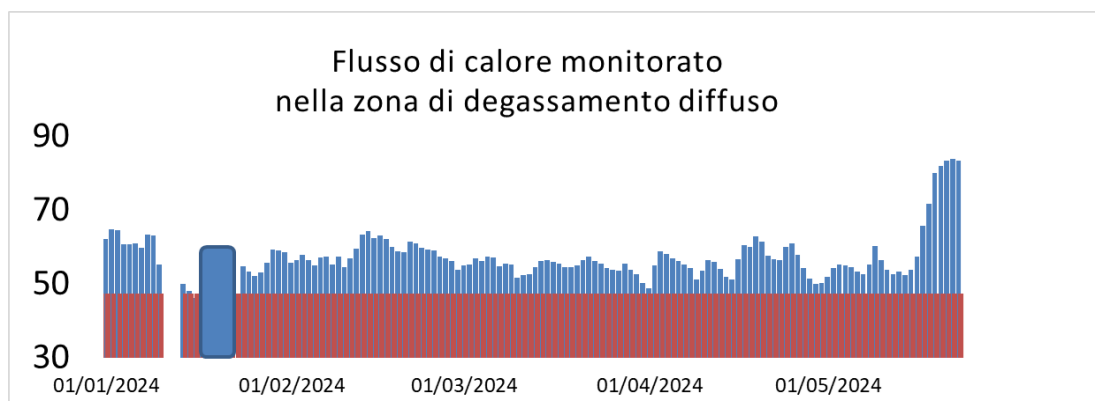


Figura 3 - Serie temporale del flusso di calore misurato al sito VSCS (medie giornaliere). In rosso è indicato il riferimento di background, calcolato come media degli anni precedenti l'unrest (2018-2020).



I dati di temperatura, utilizzati per il calcolo del flusso di calore nel sito VSCS, sul bordo orientale del cratere, sono aggiornati al 24 maggio (Figura 3). Il trend di incremento del flusso di calore è iniziato il 17 maggio, con valori orari nell'intervallo 40 - 89 watt/m².

La stazione di flusso di CO₂ dal suolo VSCS (Figura 4), installata sul bordo orientale del cratere, ha registrato un incremento dei valori sin dall'11 maggio, che sono variati da circa 1500 a 9200 g/m²/d (valore medio nell'ultima settimana). Tali valori, al di là di sporadici e brevissimi periodi di 1-2 giorni, non erano stati più registrati da settembre 2023, quando il flusso si era progressivamente ridotto ad un valore medio di 1500-3000 g/m²/d. Per confronto, a ottobre 2021, nelle fasi più intense dell'unrest, il flusso di CO₂ in questa stazione aveva raggiunto valori superiori a 30000 g/m²/d. Il flusso sembra essersi stabilizzato negli ultimi giorni.

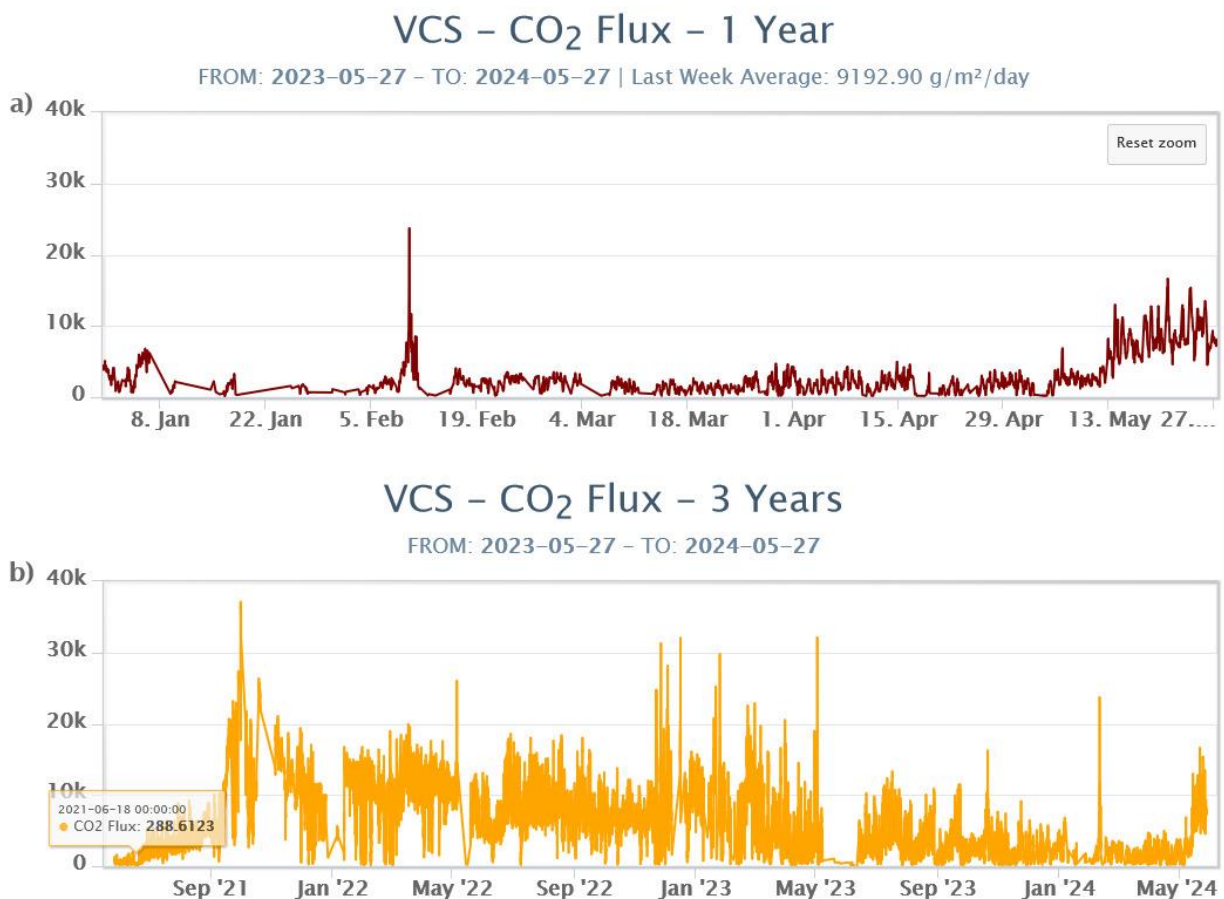


Figura 4 - Serie temporale del flusso di CO₂ emesso dal suolo nella stazione VSCS, sull'orlo orientale del cratere La Fossa, a) nel 2024; b) dall'1 marzo 2021.

Per ciò che riguarda il flusso di SO₂ emesso dal campo fumarolico del cratere la Fossa di Vulcano, i valori registrati nel corso dell'autunno 2021 hanno raggiunto livelli molto alti (Figura 5). I dati hanno indicato un graduale e lento rientro da dicembre 2021, con stabilizzazione su livelli di background medio di ~20-30 t/d da febbraio 2023. Nella fase di stabilizzazione, il degassamento si è mantenuto su un livello medio, tuttavia fluttuando con fasi di moderato incremento (e.g, ottobre 2023 - gennaio 2024). Un'ulteriore fase di aumento



è iniziata dalla seconda metà del mese di aprile 2024, con valori massimi fino ad un livello alto ~80 t/d. Dal giorno 23 maggio si registra un rientro dei valori verso valori medi.

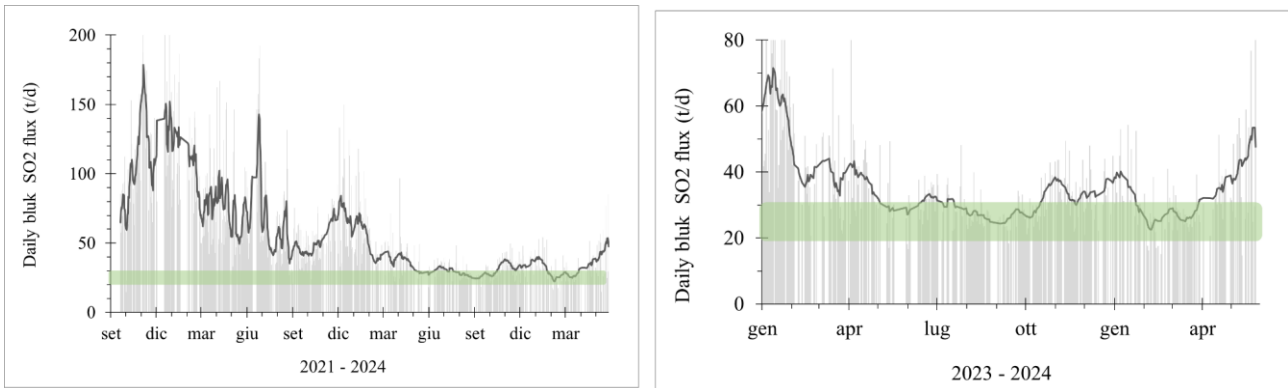


Figura 5 - Flusso di SO_2 medio-giornaliero emesso dal campo fumarolico craterico di Vulcano nel periodo tra settembre 2021 e 26 maggio 2024 e da gennaio 2023 e 26 maggio 2024 (la barra verde indica il livello di degassamento medio di vulcano).

Dal punto di vista compositivo, le fumarole di alta temperatura, campionate il giorno 13 maggio, hanno mostrato un modesto incremento della concentrazione di CO_2 (gas indicativo del contributo magmatico nel vapore fumarolico), con valori compresi tra 18.6 e 20.1 mol%, associato ad una composizione isotopica del carbonio tipica del marker magmatico (Figura 6). Si ricorda che la concentrazione di CO_2 nel vapore fumarolico, da settembre 2021, non è mai diminuita sotto l'11 mol%, ad indicare un contributo comunque significativo della componente magmatica, rimasta sempre prevalente rispetto a quella idrotermale che, invece ha un contenuto di CO_2 intorno a 3-5 mol%.

Alla base del cratere, non si sono registrate variazioni significative né nel flusso di CO_2 dal suolo né nei parametri chimico-fisici dell'acquifero termale.

Nell'area della Baia di Levante, non si sono registrate variazioni significative nel flusso di CO_2 dal suolo nella stazione VSF. E' in programma una campagna di misura di flusso di CO_2 in tutta l'area nei prossimi giorni.

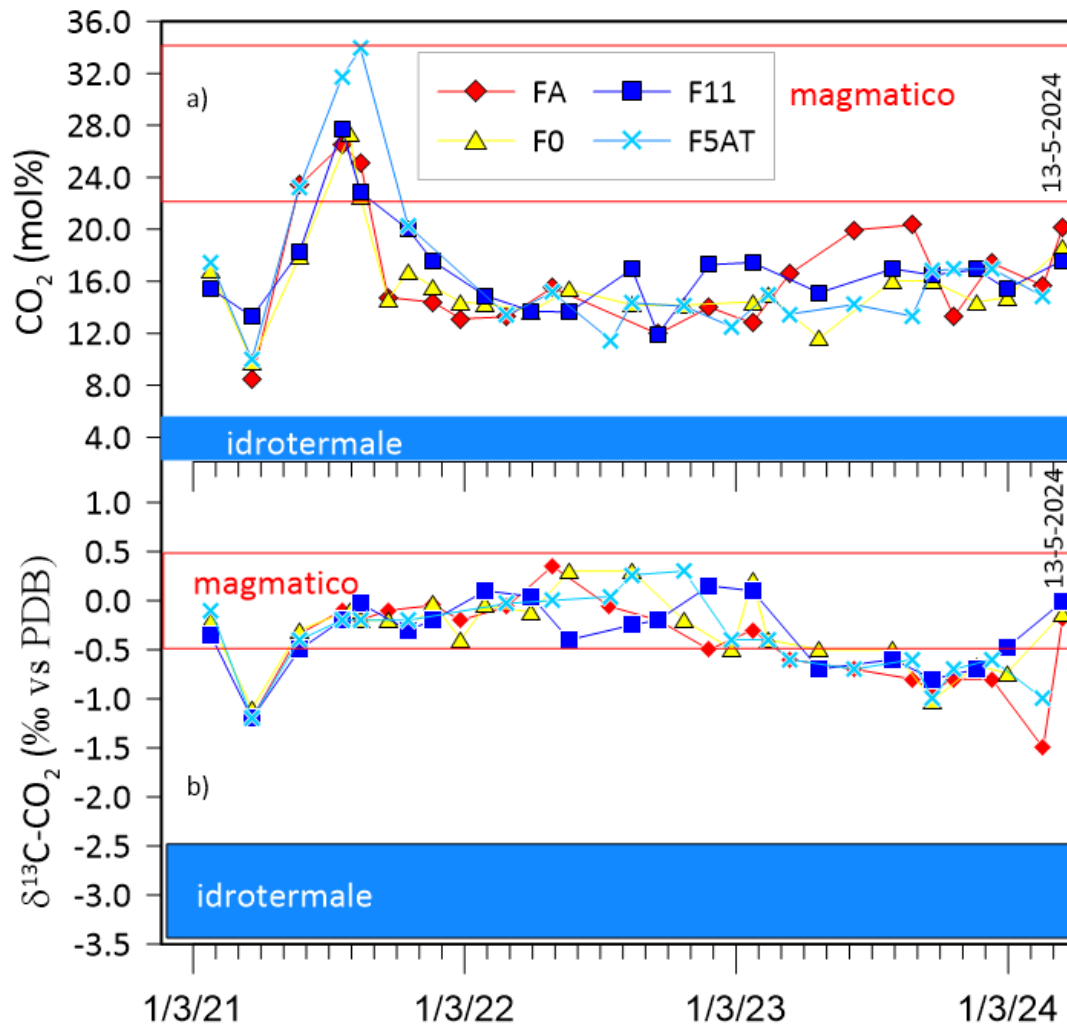


Figura 6 - Serie temporali a) della concentrazione di CO₂ nelle fumarole crateriche, b) della composizione isotopica del carbonio della CO₂, dall'1 marzo 2021.

L'attività sismica legata alla dinamica dei fluidi idrotermali ha subito un incremento a partire dal 10 maggio 2024 (Figure 7 e 8), dopo l'ultimo modesto aumento osservato tra maggio e giugno 2023. Tale dinamica risulta più evidente per gli eventi di più bassa frequenza, principalmente eventi VLP (Very Long Period), dopo più di un anno di attività molto bassa (Figura 8) ed essenzialmente sporadica. I valori più elevati sono stati raggiunti nei giorni 14 e 18 maggio. Nei giorni successivi il tasso di accadimento giornaliero degli eventi VLP è gradualmente diminuito, ciononostante la fase di aumento osservata a partire dal 10 maggio non può ancora considerarsi conclusa (Figura 8).

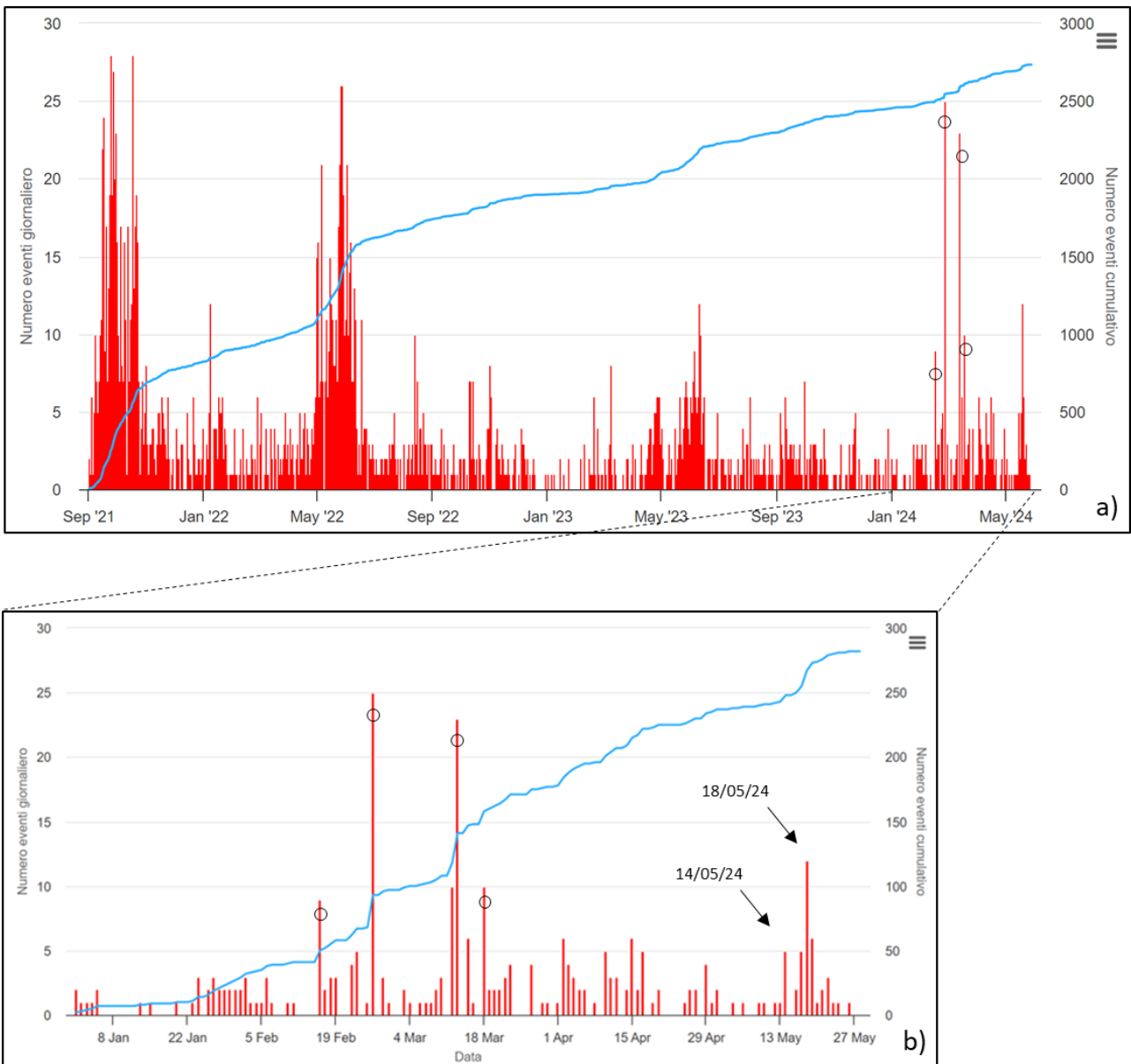


Figura 7 - Tasso di accadimento giornaliero e relativa curva cumulativa degli eventi con frequenza di picco nell'intervallo 1-30 Hz, rilevati dal sistema automatico nel periodo 01/09/2021 - 24/05/2024 (a) e 01/01/2024 - 24/05/2024 (b). Il dato è aggiornato alle 23:37 locali del 26/05/2024. Il simbolo ○ contrassegna le 4 giornate caratterizzate da brevi periodi di problemi strumentali che hanno determinato dei falsi picchi in questa classe di eventi

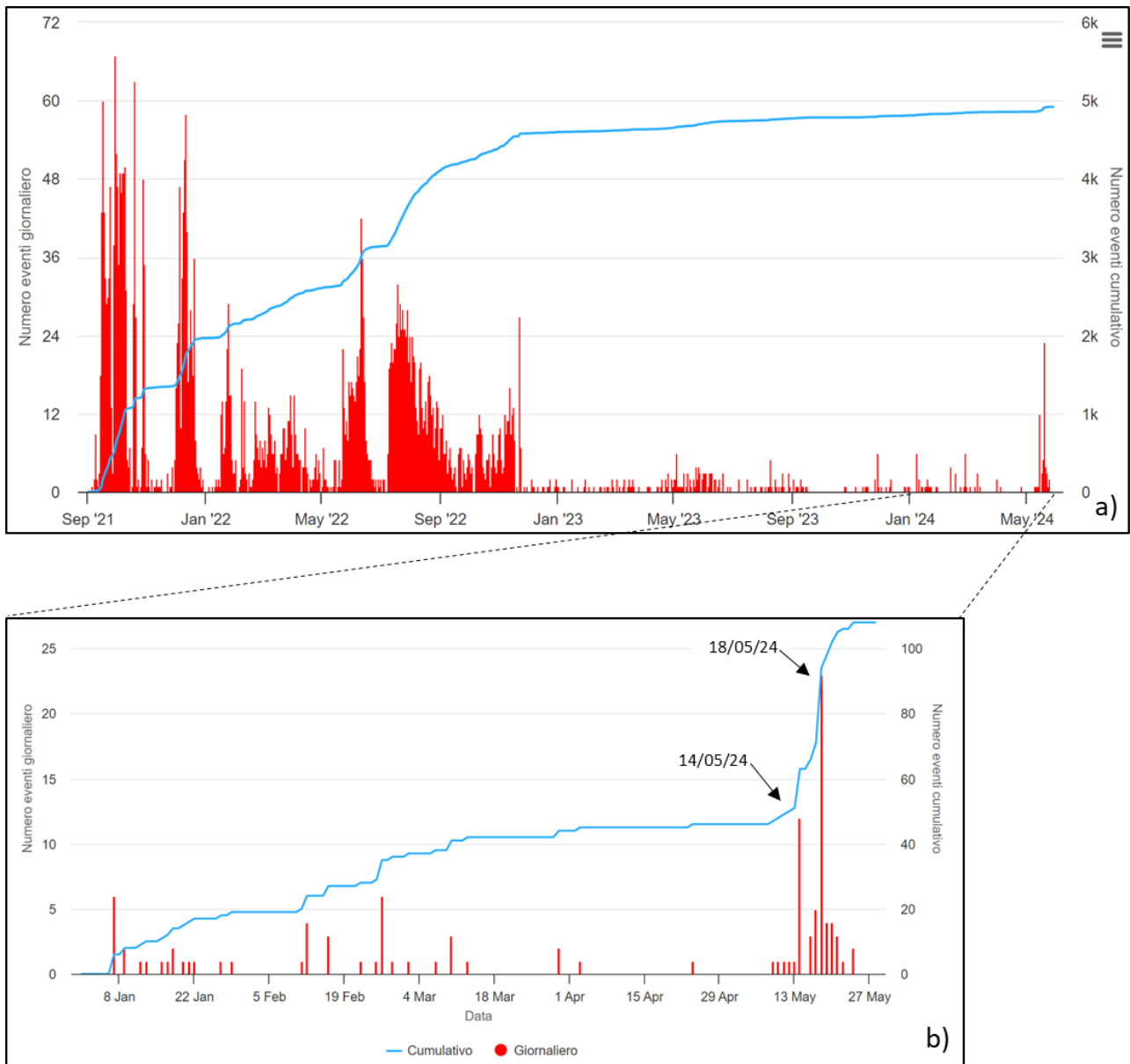


Figura 8 - Tasso di accadimento giornaliero e relativa curva cumulativa degli eventi con frequenza di picco nell'intervallo 0-1 Hz (principalmente VLP), rilevati dal sistema automatico nel periodo 01/09/2021 - 24/05/2024 (a) e 01/01/2024 - 24/05/2024 (b). Il dato è aggiornato alle 23:37 locali del 26/05/2024.

Per quanto riguarda la sorgente degli eventi VLP, l'andamento temporale delle localizzazioni automatiche calcolate dal 13 ottobre 2021 al 24 maggio 2024 (Figura 9 a, b, c) evidenzia che l'aumento del tasso di accadimento di tali eventi è associato ad una significativa stabilità nella posizione della sorgente. Il valore medio di tutte le localizzazioni automatiche calcolate dall'inizio dell'attuale fase di incremento (Figura 9d) conferma una sorgente localizzata nel settore nord del cono della Fossa (area Forgia Vecchia) ad una profondità media di 880 ± 260 m s.l.m..

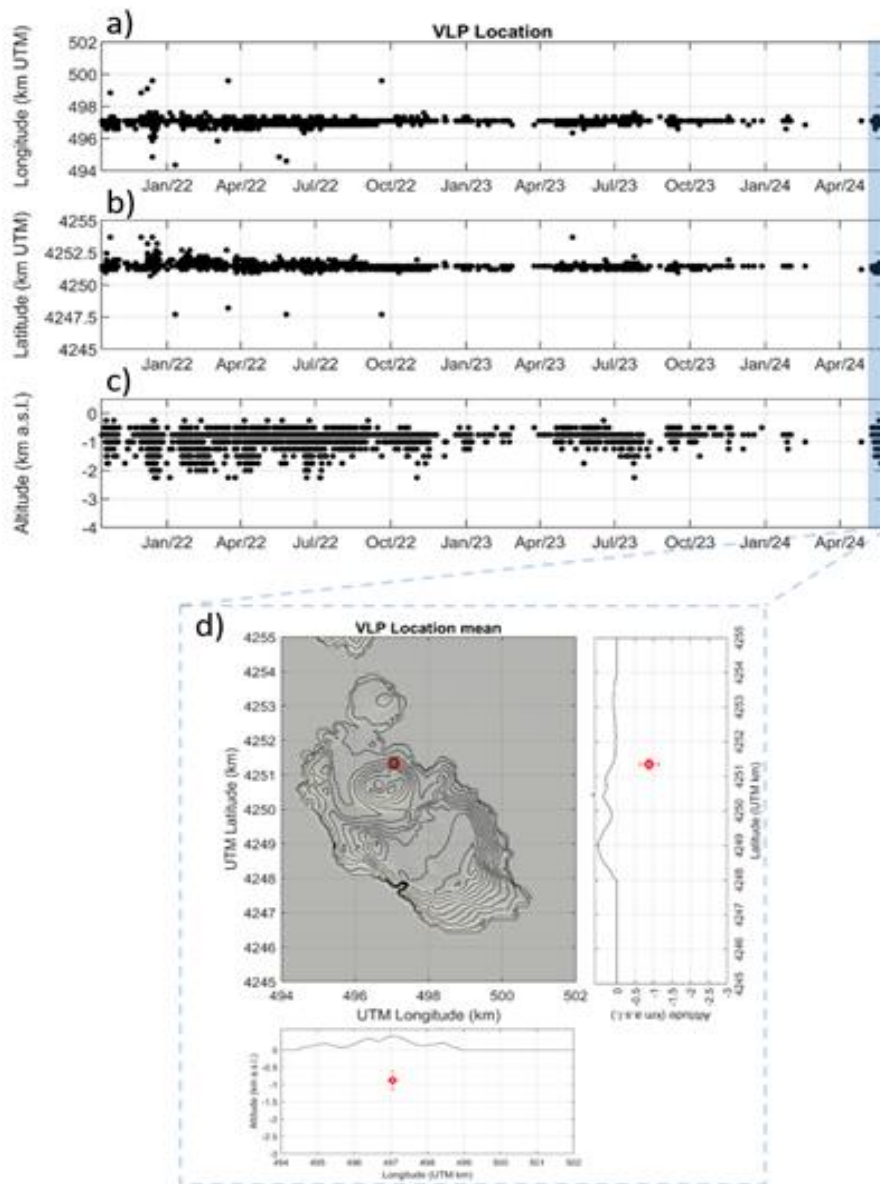


Figura 9 - Serie temporali della longitudine (a), latitudine (b) e quota (c) delle localizzazioni automatiche delle sorgenti degli eventi con componente VLP nell'intervallo temporale 13 ottobre 2021 – 24 maggio 2024. Mappa e sezioni riportanti il valore medio e la relativa deviazione standard delle localizzazioni nell'intervallo temporale 10 - 24 maggio 2024 (d).

Dopo la sequenza del 17 gennaio 2024 che ha interessato un settore a mare a circa 10 km ad ovest di Vulcano ad una profondità media di circa 10 km (N=9; M max=2.8), l'attività sismica da fratturazione nell'area di Vulcano è stata di livello molto basso (Fig. 10) e non si segnalano variazioni significative. Dal 10 al 24 maggio l'area è stata interessata da un terremoto con ML=1.3 localizzato alla profondità di circa 11 km, in un settore a mare a circa 5 km ad est dell'isola (Fig. 11).

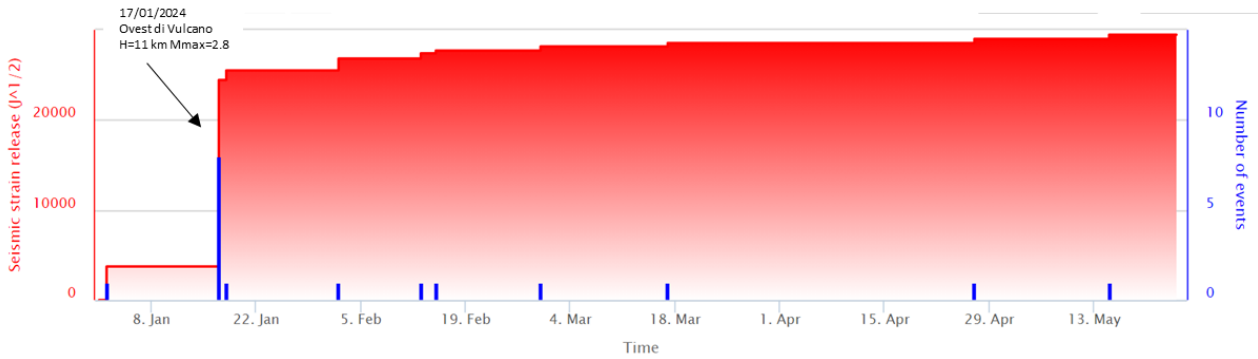


Figura 10 - Tasso di accadimento e rilascio cumulativo di strain per i terremoti con $ML \geq 1$ registrati nell'area di Vulcano dal 01/01/2024 al 26/05/2024



Data	Latitudine	Longitudine	Profondità	MI
15/05/2024 20.14.54	38,3887	15,0646	10,57	1,3

Figura 11 - Mappa epicentrale e tabella con i principali parametri ipocentrali dei terremoti con $ML \geq 1$ registrati dal 10 al 23 maggio 2024.



Per quanto riguarda le deformazioni del suolo, la stazione clinometrica di Sotto Lentia ha evidenziato un leggero cambio di trend alle due componenti intorno al 14 maggio, che sembra essere rientrato nei giorni successivi (Figura 12).

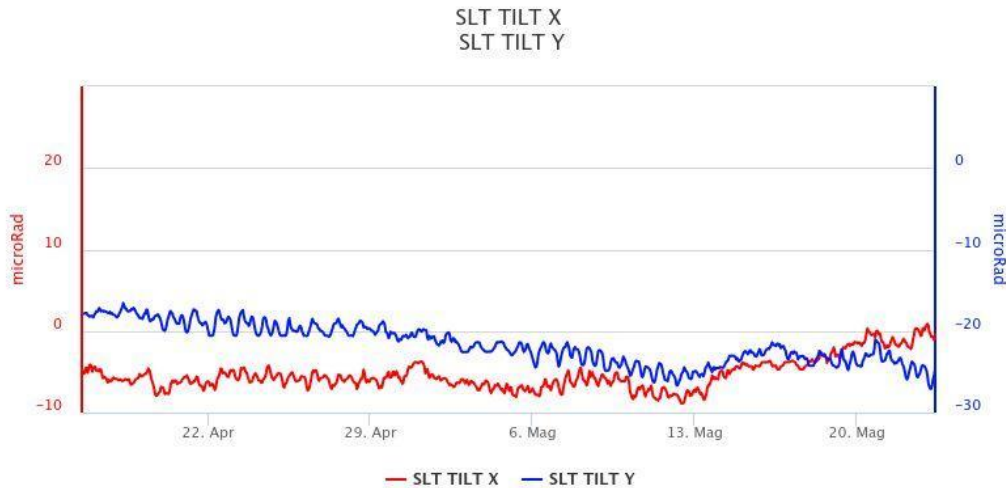


Figura 12 - Segnali clinometrici alla stazione di Sotto Lentia dell'ultimo mese

Per i dati GNSS la variazione areale del triangolo formato dalle stazioni IVCR (Cratere della Fossa), IVLT (Lentia) e IVUG (Piano Grillo) non ha mostrato variazioni di rilievo negli ultimi mesi (Figura 13).

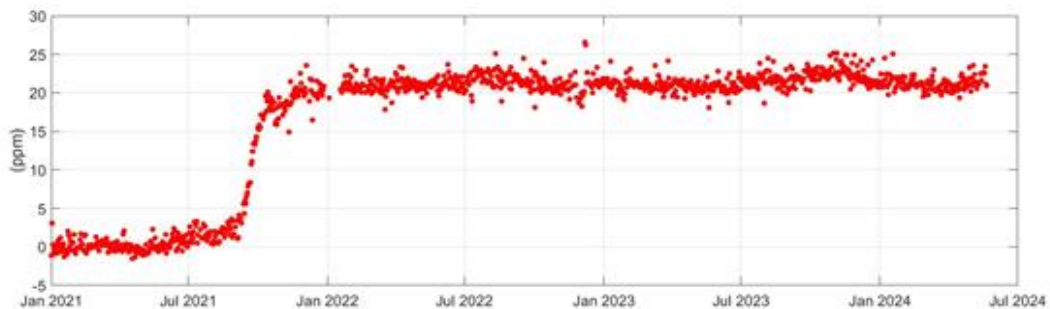


Figura 13 - Serie temporale dell'area del triangolo formato dalle stazioni IVCR, IVLT, IVUG. I dati sono aggiornati al 21 maggio 2024.

Analizzando più dettagliatamente la serie temporale della stazione ICVR, sul Cratere della Fossa, si osserva che, dopo la fase di accelerazione misurata fra settembre e dicembre 2021 e dovuta all'unrest del vulcano, la stazione ha ripreso a muoversi con un trend simile a quello precedente la fase di unrest (Figura 14). Nell'ultimo mese è stata misurata una modesta variazione di trend (accelerazione verso nord).

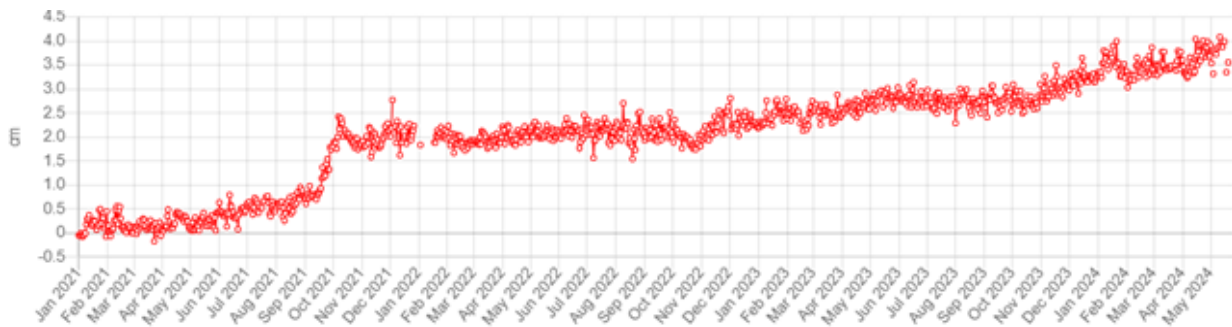


Figura 14 - Serie temporale della componente Nord della stazione IVCR (Cratere della Fossa) da gennaio 2021.

La componente verticale della stazione IVCR, dopo il sollevamento misurato fra settembre e dicembre 2021, dovuto alla fase di unrest del vulcano, e proseguito debolmente fino alla fine del 2022, ha ripreso un movimento in subsidenza tipico della cinematica dell'isola di vulcano prima dell'unrest (Figura 15). Tuttavia, a partire dal giorno 13 maggio 2024, si osserva un leggerissimo trend in sollevamento (Figura 16).

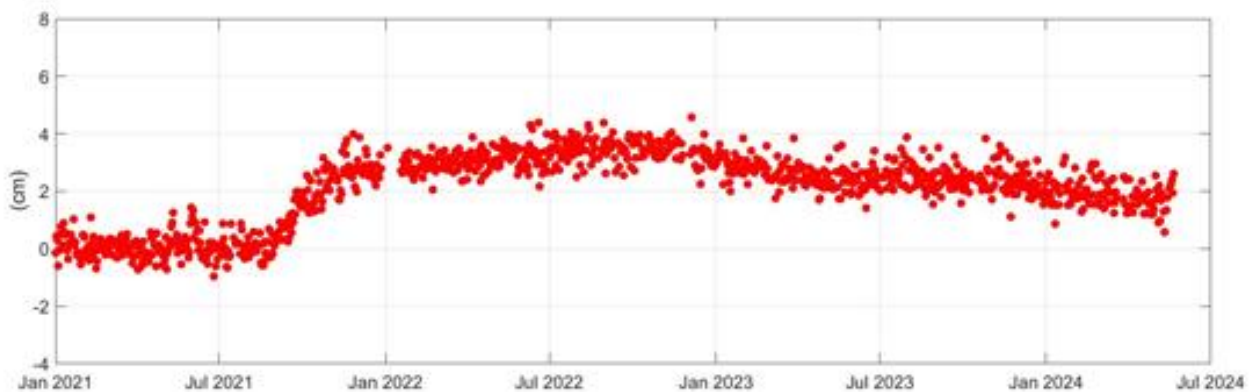


Figura 15 - Serie temporale della componente verticale della stazione IVCR (Cratere della Fossa) da gennaio 2021.

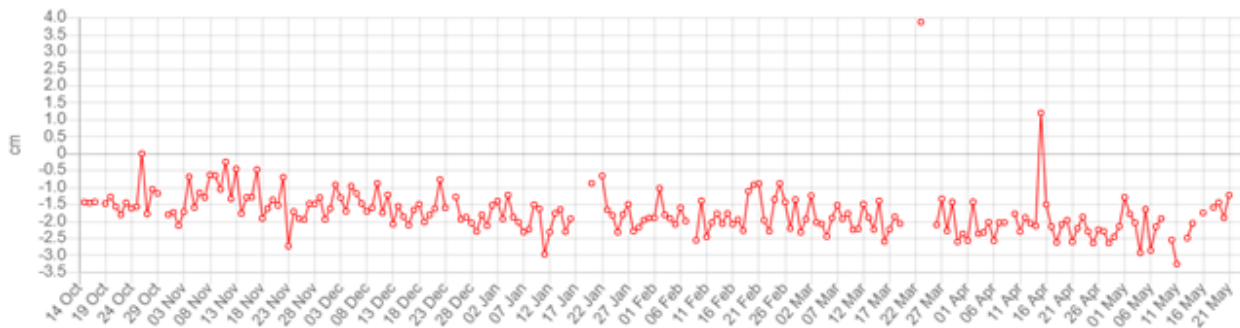


Figura 16 - Serie temporale della componente verticale della stazione IVCR (Cratere la Fossa) da ottobre 2023.



Riguardo la gravimetria, a partire da circa le 05:00 UTC del 14 maggio il segnale gravimetrico registrato alla stazione di VPORT, è stato interessato da una serie di transienti, registrati in corrispondenza dei VLP. Non si evidenziano variazioni a medio-lungo periodo del segnale (Figura 17).

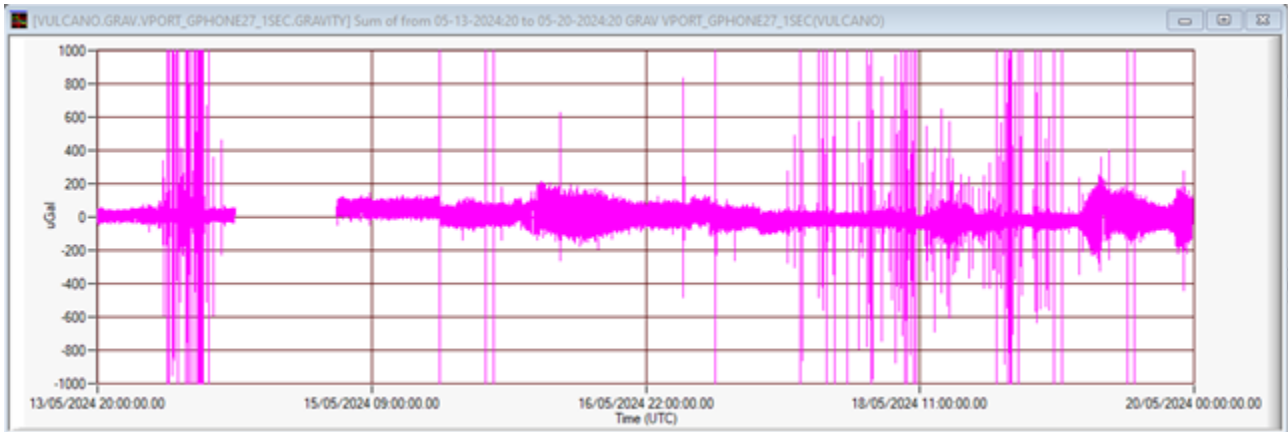


Figura 17 - Segnale gravimetrico al secondo acquisito dal 13 al 20 maggio 2024 alla stazione di VPORT.

Sintesi

Dal 10 maggio 2024, si è osservata una variazione nei segnali monitorati, in particolare nelle temperature fumaroliche, nel flusso di CO₂ dal suolo nell'orlo craterico orientale, nel flusso di SO₂ dal plume, nella sismicità VLP, nella gravimetria e, seppure in misura modesta, nelle deformazioni. Non sono state rilevate variazioni significative nelle aree periferiche del sistema vulcanico, dove non si osservano anomalie nel degassamento dal suolo e nella falda termale superficiale.

La variazione registrata è compatibile con un incremento dell'apporto di fluidi magmatici, che ha verosimilmente indotto anche una maggiore vaporizzazione del sistema idrotermale, causa dell'incremento della sismicità a bassa frequenza. Tale sismicità è stata accompagnata da concomitanti anomalie gravimetriche e dal modesto incremento del segnale deformativo.

L'apporto di fluidi magmatici è indicato da un lieve incremento della concentrazione di CO₂ nelle fumarole (che, comunque, da settembre 2021, non era mai diminuita fino a valori compatibili con il gas idrotermale), e dai marker isotopici di CO₂. L'aumento del flusso di vapore, sia di origine magmatica che idrotermale, ha anche prodotto un riscaldamento sia nel campo fumarolico sia al di fuori di esso, associato ad un incremento del flusso di CO₂ dal suolo e di SO₂ in-plume.

Da notare che il tasso di incremento delle temperature e dei flussi di gas è diminuito negli ultimi giorni, evidenziando una generale tendenza alla stabilizzazione dei segnali. Le anomalie osservate finora rimangono comunque più contenute rispetto a quelle misurate nel corso delle fasi iniziali dell'unrest nel periodo settembre-dicembre 2021 e nel 2022.