



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

**RAPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO SUL DEGASSAMENTO
DIFFUSO DI CO₂ DAL SUOLO A VULCANO
CAMPAGNA DEL 16-18 GENNAIO 2023**

SEZIONE DI ROMA 1

IN COLLABORAZIONE CON SEZIONI DI PALERMO, PISA, CATANIA



23 GENNAIO 2023

1. Campagne di misura del flusso di CO₂ dal suolo nelle aree target di Vulcano Porto e alla base del cono di La Fossa

Nei giorni 16-18 gennaio 2022 è stata effettuata la campagna di misura del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dalle aree target di Palizzi, Camping Sicilia, CS1, Spiaggia di Levante e lungo una linea che si estende alla base del cono di La Fossa, da Palizzi a Forgia Vecchia, inclusa una piccola area sotto questo cratere.

Vengono altresì presentati i risultati del monitoraggio in continuo della concentrazione di CO₂ (in aria) nel giardino di casa Lombardo (Camping Sicilia) tuttora evacuata. La distribuzione dei punti di misura del flusso di CO₂ dal suolo è riportata in Fig. 1.

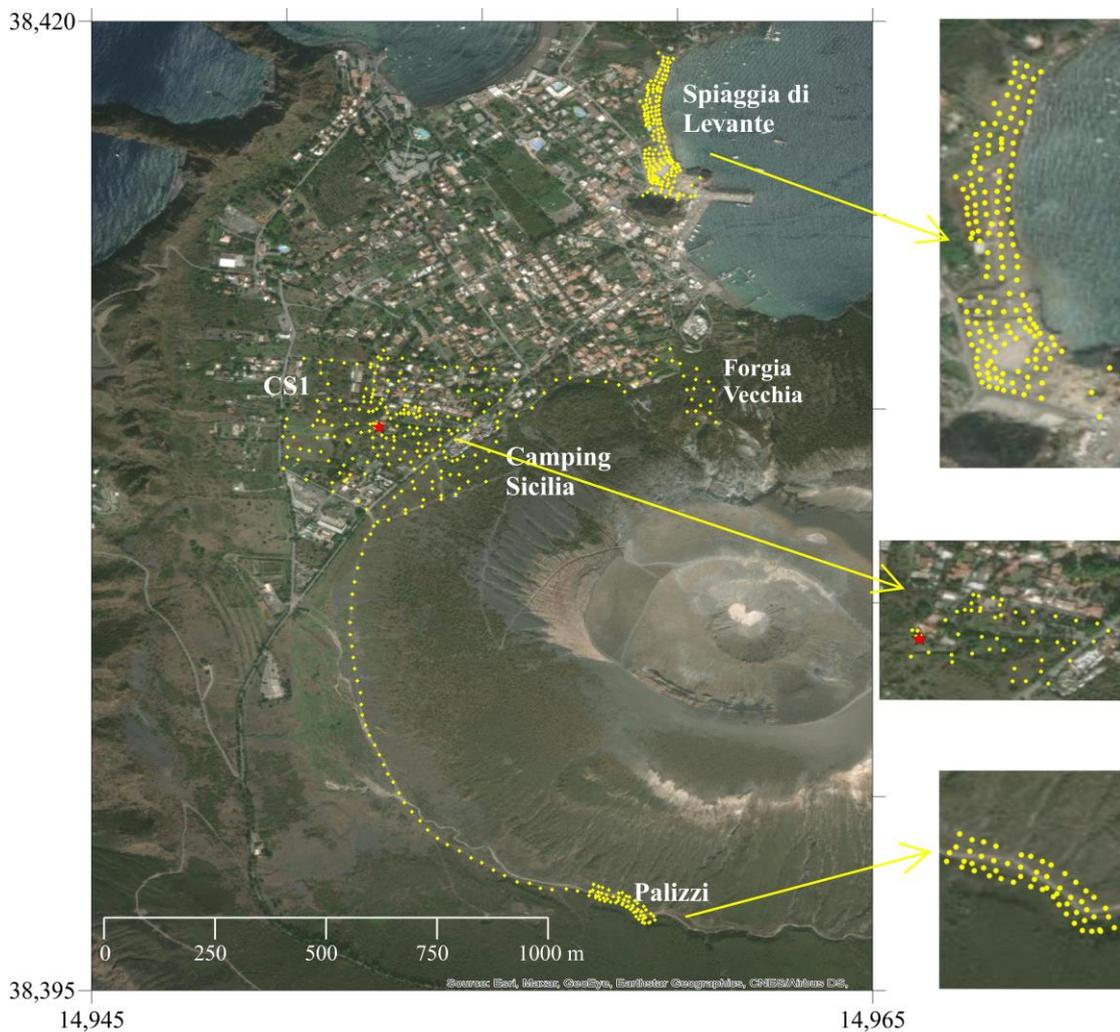


Fig. 1. Ubicazione delle misure del flusso di CO₂ dal suolo. CS1: area target allargata di Camping Sicilia. Stella rossa: stazione di monitoraggio della concentrazione di CO₂ nel suolo e in aria.

1.1. Area target di Palizzi

La prospezione del flusso di CO₂ dal suolo sull'area target di Palizzi è stata eseguita il 17 gennaio 2023 (55 misure su 5.324 m²). La mappa elaborata con il metodo Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6 è riportata in Fig. 2, dove per confronto si riportano anche le mappe mensili da settembre 2022. Rispetto alla campagna precedente, si osservano variazioni spaziali nella distribuzione dei flussi medio-alti ed alti che sono prevalentemente concentrati nella porzione meridionale dell'area di indagine.

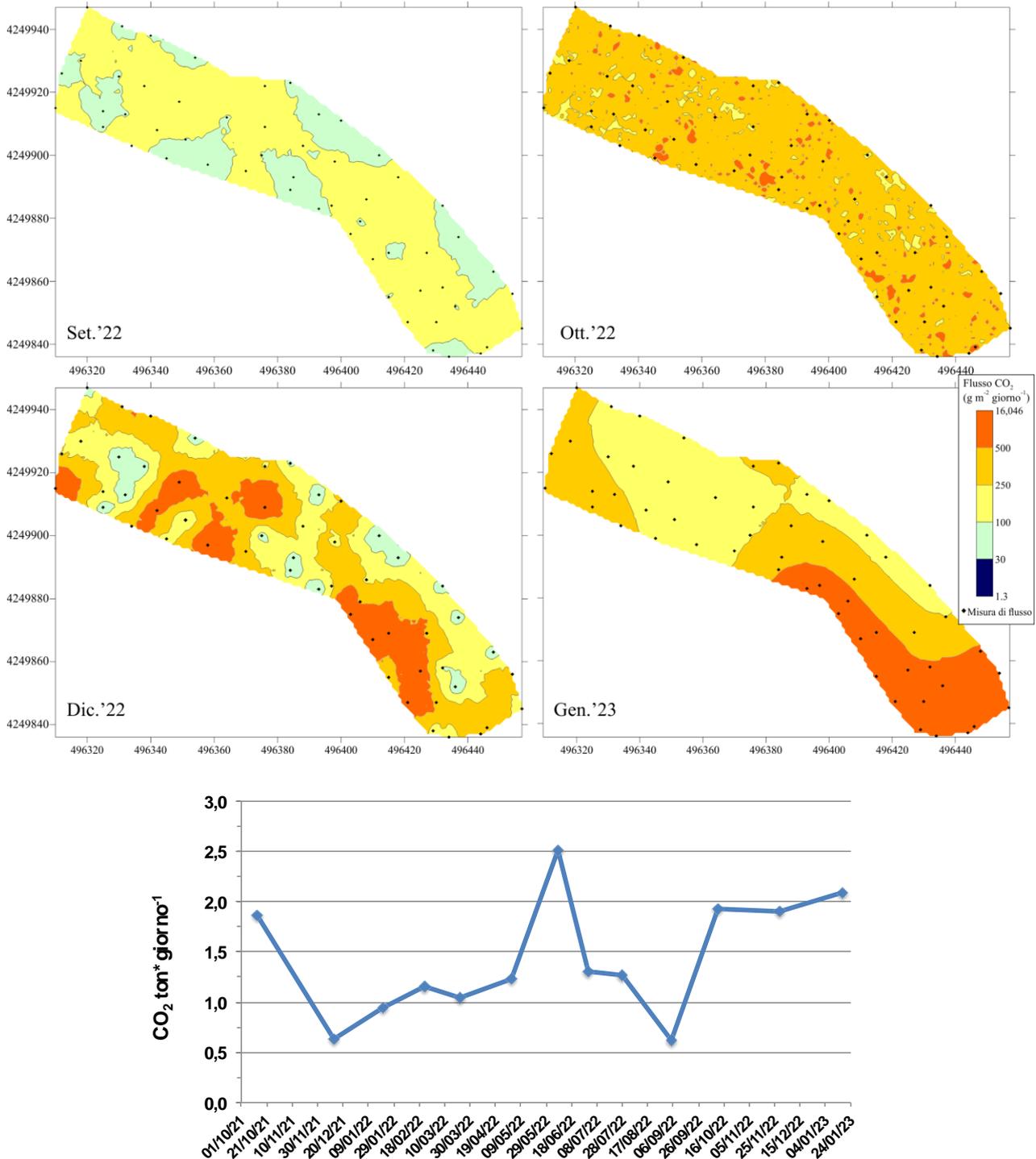


Fig. 2. Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target di Palizzi da settembre 2022 a gennaio 2023. In basso: variazione nel tempo del flusso totale di CO₂ stimato dall'area target di Palizzi, da ottobre 2021.

L'emissione totale di CO₂ dal suolo a Palizzi di gennaio 2023 (2,09 ton*giorno⁻¹) si mantiene su valori simili rispetto a quelli dei mesi precedenti (1,90 e 1,93 ton*giorno⁻¹), piuttosto elevati se paragonati ai flussi misurati nel periodo estivo (Fig. 2 in basso).

1.2 Linea Palizzi-Forgia Vecchia

Nei giorni 17-18 dicembre 2022 sono state eseguite le misure di flusso di CO₂ dal suolo lungo la linea di punti che si estende alla base del cono di La Fossa, da Palizzi a Forgia Vecchia (69 punti; spaziatura ~35 m; lunghezza ~2.320 m; vedi Fig. 1 per posizione). In Tab. 1 sono riportate le statistiche principali delle misure ripetute da novembre 2021 a gennaio 2023.

Tab. 1. Risultati delle misure del flusso diffuso di CO₂ dal suolo (linea alla base del cono di La Fossa)

Data	N. punti	Lunghezza m	Minimo g*m ⁻² giorno ⁻¹	Media g*m ⁻² giorno ⁻¹	Massimo g*m ⁻² giorno ⁻¹
Novembre '21	67	2.305	3,92	335,88	9.363,90
Dicembre '21	80	2.361	4,58	135,27	2.928,20
Gennaio '22	70	2.330	3,01	124,73	1.521,65
Febbraio '22	68	2.321	4,79	198,10	1.604,40
Marzo '22	68	2.298	0,42	69,47	632,66
Maggio '22	69	2.368	4,42	70,18	642,54
Giugno '22	70	2.368	5,04	109,74	1.138,20
1 Luglio '22	71	2.368	1,24	63,44	371,83
29 Luglio '22	71	2.368	0,98	61,36	486,92
6-7 settembre '22	69	2.320	1,26	26,18	148,02
11 ottobre '22	69	2.320	2,10	35,44	703,08
1 dicembre '22	69	2.320	2,24	39,06	430,92
17-18 gennaio '23	75	2.373	2,80	198,75	3.321,64

Nella prima campagna 2023 si registra un incremento del valore medio e massimo del flusso di CO₂ dal suolo. Osservando le misure di flusso di CO₂ lungo il transetto riportato in Fig. 3 e spostandosi da Palizzi verso Forgia Vecchia, si osservano due zone anomale: *i*) a ridosso all'area target di Palizzi e *ii*) nel Settore 1, dove si registra il valore massimo (3321 g*m⁻² giorno⁻¹); i valori di flusso di CO₂ sono invece diminuiti nel settore 2.

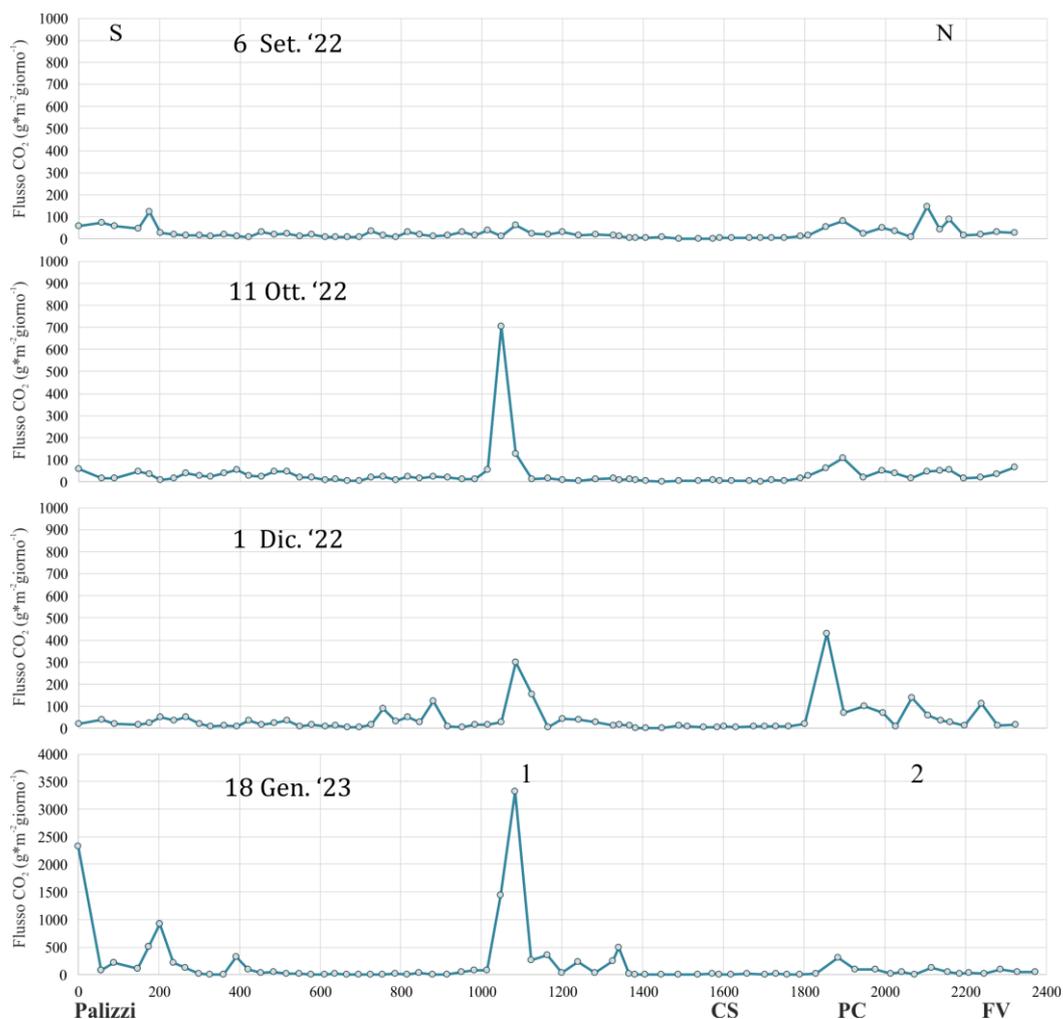


Fig. 3. Variazione spaziale (in metri), da settembre 2022 a gennaio 2023, del flusso di CO₂ dal suolo lungo la linea Palizzi-Forgia Vecchia (vedi Fig. 1 per ubicazione). I numeri 1 e 2 indicano i settori che all’inizio della crisi avevano dato il principale rilascio anomalo di gas. CS: Camping Sicilia; PC: Pietre Cotte; FV: Forgia Vecchia.

Il settore sotto il cratere della Forgia Vecchia (13.000 m²) è stato investigato il 18 dicembre e i valori medio e massimo di flusso di CO₂ dal suolo confermano le prospezioni precedenti (Fig. 4) e cioè la quasi scomparsa dell’anomalia in questo settore.

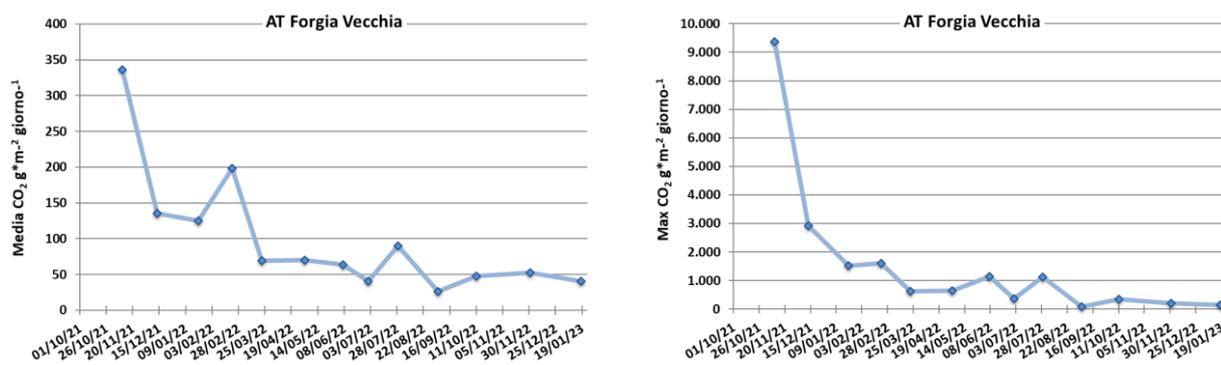


Fig. 4. Variazione temporale (nov.’21-gen.’23) del flusso di CO₂ dal suolo nel settore della Forgia Vecchia (vedi Fig. 1 per ubicazione). Sinistra: valore medio; Destra: valore massimo.

1.3 Area target di Camping Sicilia

In Fig. 5 si riportano le mappe del flusso di CO₂ dal suolo elaborate dalle prospezioni eseguite da ottobre 2022 a gennaio 2023 sull'area target di Camping Sicilia-Casa Lombardo (49 misure su 18.212 m²; elaborate con Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6).

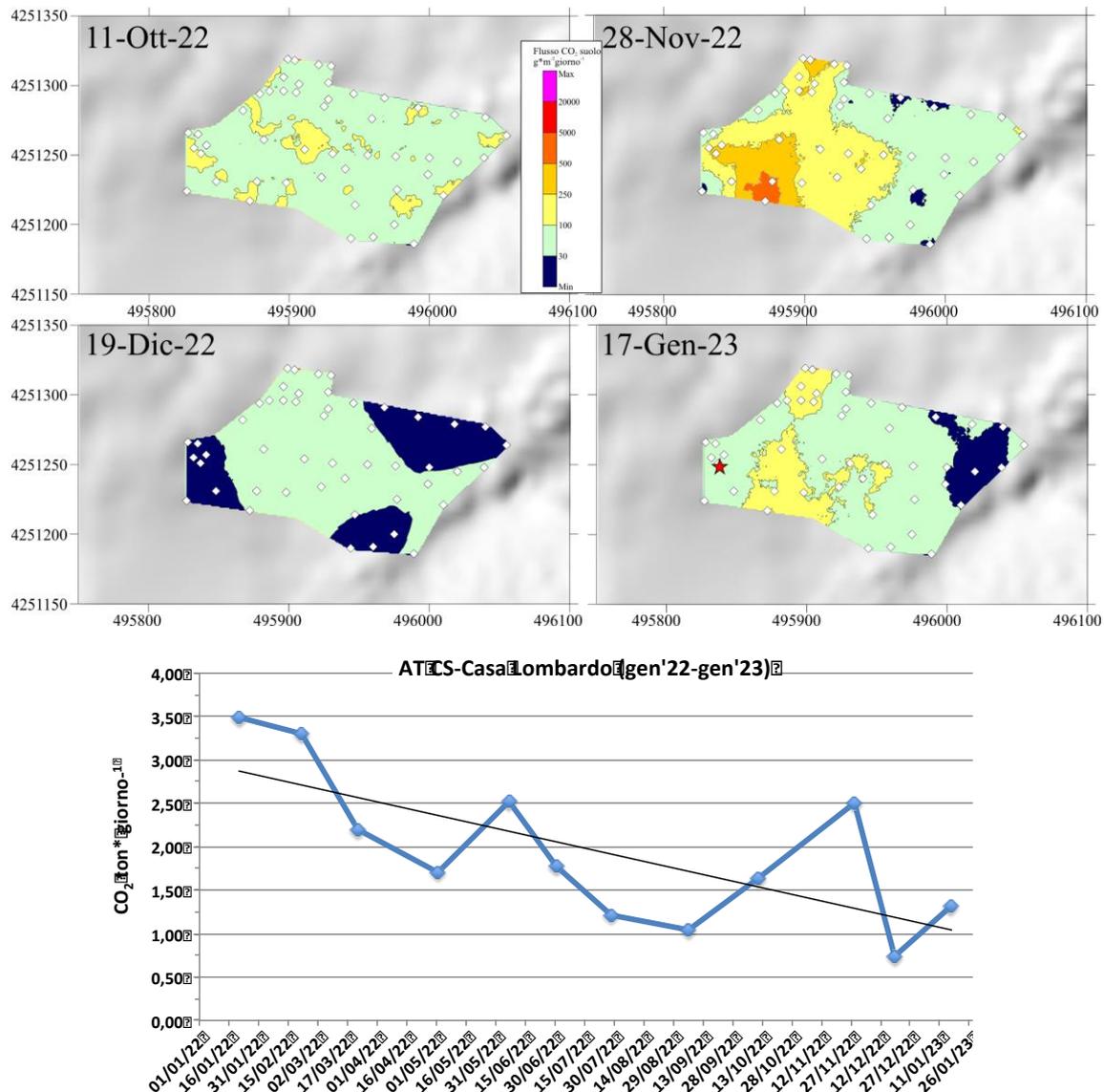


Fig. 5. Alto: mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target di Camping Sicilia-Casa Lombardo da gennaio 2022 a gennaio 2023; stella rossa: stazioni in continuo della concentrazione di CO₂ dal suolo e in aria. Basso: variazione del flusso totale nel corso dell'ultimo anno. Linea nera: tendenza lineare (R² = -0.491).

La mappa relativa alla campagna di gennaio 2023 mostra un lieve aumento del flusso rispetto a dicembre 2022 sebbene non si siano registrati i valori medio-alti nel settore sud-occidentale come nella prospezione di novembre (Fig. 5 alto). A gennaio 2023, il flusso totale di CO₂ dal suolo ammonta a 1,32 ton*giorno⁻¹, in lieve aumento rispetto a dicembre 2022 (0,74 ton*giorno⁻¹), ma comunque il trend dell'ultimo anno conferma la tendenza in decremento (Fig. 5 basso).

1.3.1 Monitoraggio continuo della concentrazione di CO₂ nel suolo e in aria nel giardino di casa Lombardo

In Fig. 6 si riporta il grafico con la variazione nel tempo della concentrazione di CO₂ nel suolo e in aria misurata in continuo nel giardino di casa Lombardo, dal 14 dicembre 2022 al 22 al 17 gennaio 2023.

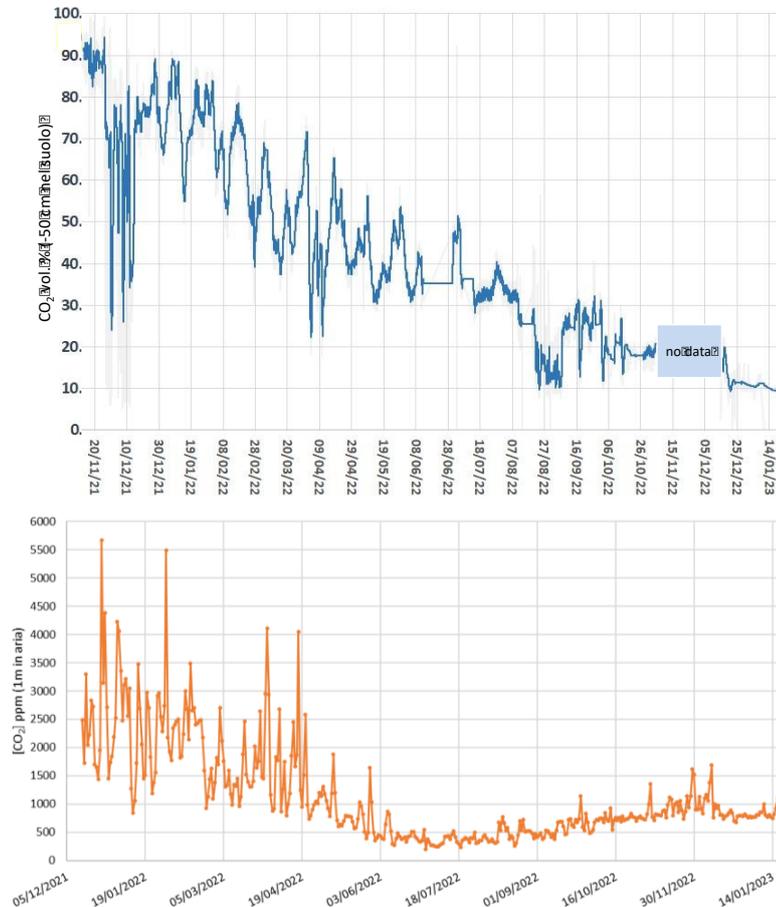


Fig. 6. Stazione di monitoraggio in continuo della concentrazione di CO₂ a Casa Lombardo (dicembre 2021-gennaio 2023). Alto: media mobile oraria della CO₂ nel suolo (frequenza misura 5'); basso: media mobile giornaliera della CO₂ in aria (frequenza misura 10').

La concentrazione di CO₂ a 50 cm nel suolo (Fig. 6 alto), mostra da gennaio 2022 un trend in continua diminuzione che raggiunge i valori minimi a fine agosto (10-15 vol.%). Tra settembre e ottobre si nota una piccola inversione di tendenza (20-30 vol.%). Dopo un periodo di interruzione per guasto, i valori di concentrazione di CO₂ registrati tra fine dicembre al 17 gennaio si attestano intorno al 10 %, in linea con la diminuzione osservata nel lungo periodo.

Il grafico della media giornaliera della concentrazione di CO₂ in aria mostra nell'ultimo mese una stabilizzazione su valori intorno a 800 ppm (Fig. 6 basso). Il segnale si mantiene stabile e si osservano solo due picchi a 1.000 ppm.

Le concentrazioni di gas del suolo e in aria sono tuttora anomale e permane la condizione di pericolosità nel sito monitorato di Casa Lombardo.

1.4 Area target di Camping Sicilia allargata

L'area target del Camping Sicilia allargata (CS1 in Fig. 1), estesa su una superficie per lo più urbanizzata di 194.000 m², viene investigata con circa 200 punti di misura. Le mappe del flusso di CO₂ dal suolo (elaborate con il metodo Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6) delle campagne eseguite da ottobre 2022 a gennaio 2023, assieme alle variazioni del flusso totale nel tempo da gennaio 2022, sono riportate in Fig. 7.

La campagna eseguita il 17 gennaio 2023, mostra un'estensione dell'area leggermente anomala (area verde in Fig. 7) che attraversa tutto il settore centrale in direzione NE-SW fino ai limiti della mappa. Sempre in quest'area, rispetto al mese precedente è invece regredita l'area con valori di flusso di CO₂ molto elevati. L'emissione di gas dal settore meridionale risulta invece invariato invece su valori di background (area blu). Nel grafico di Fig. 7 si riporta la variazione nel tempo del flusso totale di CO₂ dal suolo stimato nell'ultimo anno, fino a gennaio 2023. Si evidenzia quanto osservato dalla mappa, e cioè che il flusso totale di CO₂ stimato a novembre 22 in 10,5 ton*giorno⁻¹, è quasi dimezzato a gennaio 2023 (6,37 ton*giorno⁻¹).

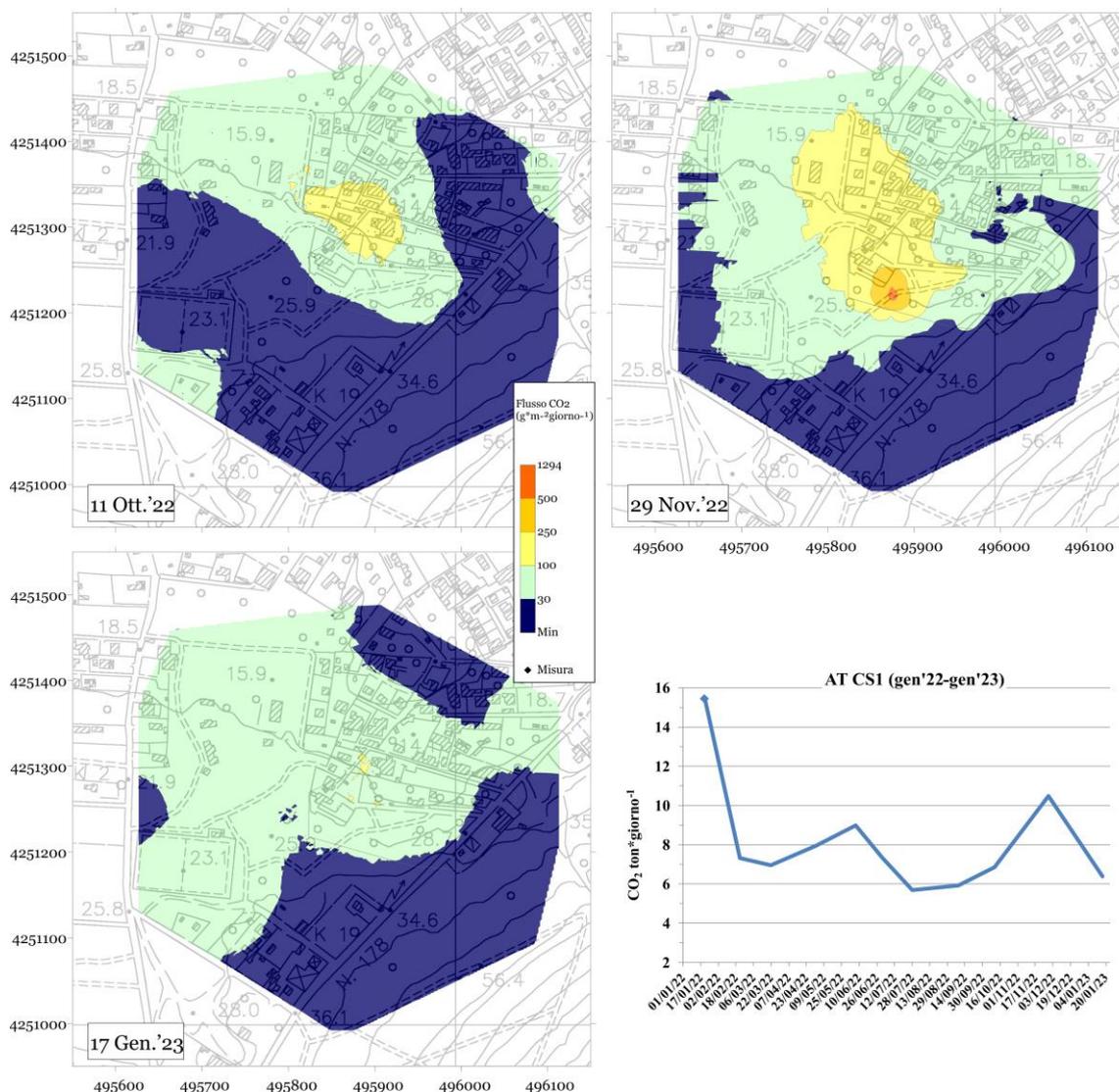


Fig. 7. Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dell'area target allargata di Camping Sicilia da settembre a novembre 2022. In basso a destra: variazione nel tempo del rilascio totale di CO₂ dal suolo (gen.-nov. 2022).

1.5 Area target di Spiaggia di Levante

Si ricorda che campagne vengono condotte con frequenza quindicinale alternativamente dalle Sezioni di Roma 1 e Palermo. Le misure vengono eseguite generalmente con 154 punti su un'area di circa 15.200 m² e le mappe realizzate con il metodo Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6. Le ultime due campagne sono state eseguite il 3 ed il 16 gennaio 2023, rispettivamente dal gruppo INGV di Palermo e di Roma 1. Le mappe elaborate da ottobre 2022 sono riportate in Fig. 8.

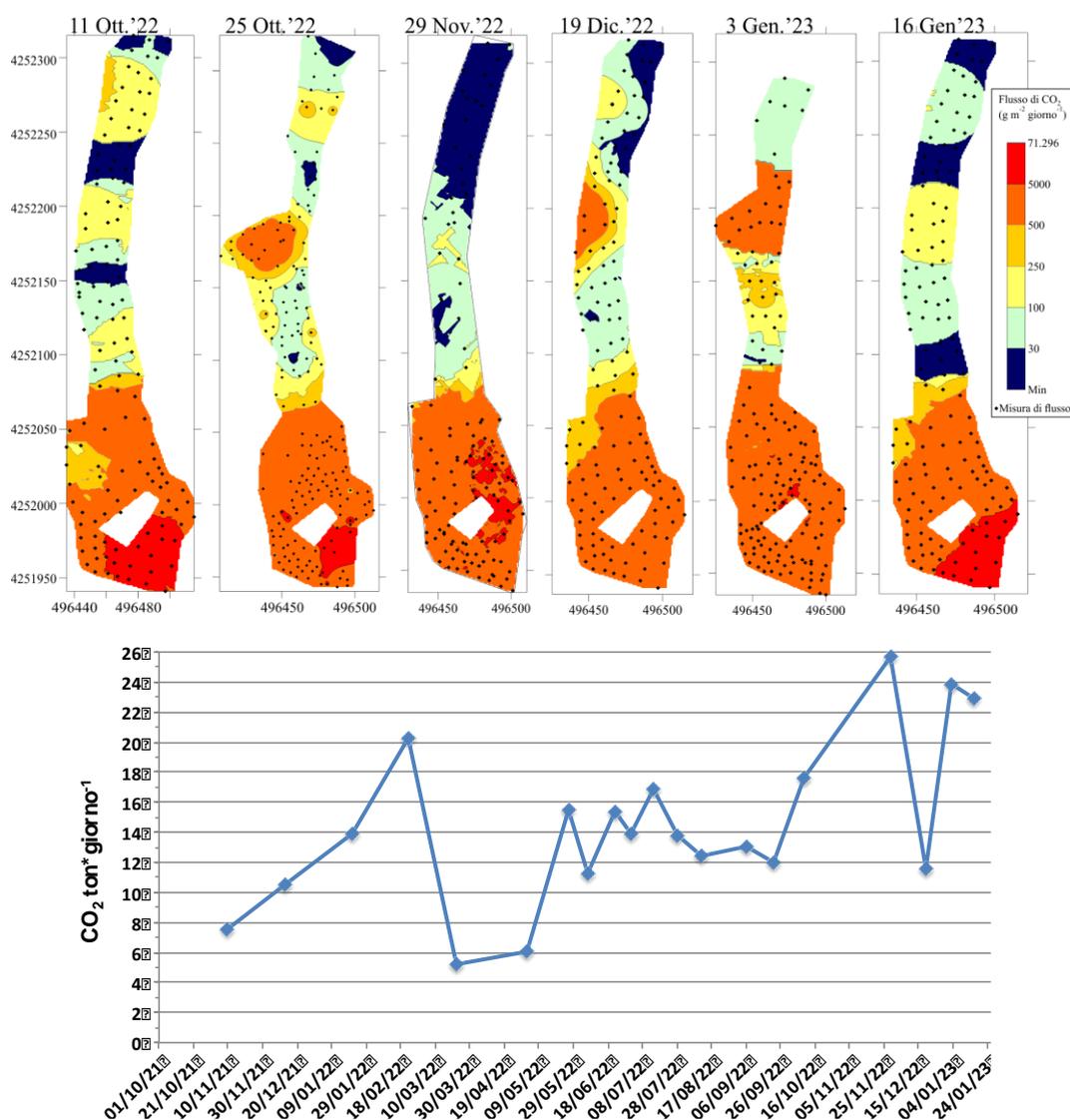


Fig. 8. Alto: mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target Vasca di Fango-Spiaggia di Levante da ottobre 2022 a gennaio 2023. Basso: variazione del rilascio totale di CO₂ dal suolo dall'inizio della crisi (novembre 2021-gennaio 2023).

Anche nell'ultima prospezione, il degassamento principale risulta concentrato nel settore della Vasca dei Fanghi, e della depressione subito a nord di esso (rosso-arancio in Fig. 8 alto); nel settore S-SE si osservano i valori più anomali (in rosso). Lungo la spiaggia di Levante, il rilascio di gas risulta variabile di campagna in campagna e nella campagna del 16 gennaio si attesta su valori tra il background e di lieve anomalia (aree da blu a gialle in Fig. 8 alto). L'output di CO₂ dall'area target della Vasca di Fango-Spiaggia di Levante è stato stimato in 22,9 ton*giorno⁻¹ il 16 gennaio 2023, valore che, come si evidenzia nel grafico di Fig. 8, è

tra i più alti registrati dall'inizio della crisi, insieme a quelli de 29 novembre '22 e 3 gennaio '23. Questo ulteriore picco di CO₂ è imputabile nella quasi totalità al settore della Vasca (22,2 ton*giorno⁻¹) pari al 97 % del flusso totale stimato.

Permangono condizioni pericolose nel settore della Vasca di Fango e nella zona a nord prossima ad essa.

2. Note conclusive

I risultati delle campagne di misura del flusso di CO₂ dal suolo del gennaio 2023 a Vulcano Porto mostrano che nelle aree target di Palizzi, Camping Sicilia e lungo la linea Palizzi-Forgia Vecchia il degassamento segue un trend in lenta diminuzione, seppur con oscillazioni, rimanendo tuttavia ancora su valori superiori al background. Nel breve periodo, dalla fine del 2022, si osserva un decremento del flusso di gas nei settori occidentali e settentrionali (sotto al cratere di Forgia vecchia e Camping Sicilia) ed un aumento nelle porzioni meridionali (Palizzi).

Nel giardino di casa Lombardo, la stazione di misura della concentrazione di CO₂ in aria e al suolo mostra la permanenza di una debole anomalia.

Il flusso totale di CO₂ dal suolo, misurato all'area target della Vasca di Fango-Spiaggia di Levante, evidenzia una permanenza a valori tra i più alti dall'inizio della crisi (a partire da fine ottobre 2022), con l'eccezione di una significativa diminuzione a 11,59 ton*giorno⁻¹ il 19 dicembre 2022 rispetto al valore massimo stimato il 29 novembre (25,7 ton*giorno⁻¹).

In nessuna area si è ancora tornati a valori di degassamento ordinario. L'eventuale transizione a emissioni di gas pericolose potrebbe pertanto realizzarsi in tempi brevi in caso di recrudescenza della crisi di unrest vulcanico de La Fossa.

Il responsabile scientifico



Maria Luisa Carapezza

Partecipanti alle attività di studio e monitoraggio:

M.L. Carapezza¹, F. Barberi¹, F. Di Gangi², D. Granieri³, A. Patera¹, L. Pruiti⁴, M. Ranaldi¹, F. Sortino², L. Tarchini¹.

Partecipanti alla campagna del 16-18 gennaio 2023:

L. Tarchini¹, M. Ranaldi¹;

S. Inguaggiato² ha eseguito la prospezione sull'area target Vasca di Fango-Spiaggia di Levante del 3 gennaio 2023.

1. INGV Roma 1; 2. INGV Palermo; 3. INGV Pisa; 4. INGV Catania

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 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.