



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

**RAPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO SUL DEGASSAMENTO
DIFFUSO DI CO₂ DAL SUOLO A VULCANO
CAMPAGNA DEL 18-19 APRILE 2023**

SEZIONE DI ROMA 1

IN COLLABORAZIONE CON SEZIONI DI PALERMO, PISA, CATANIA



27 APRILE 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 18-19 aprile 2023 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 presentati anche 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.

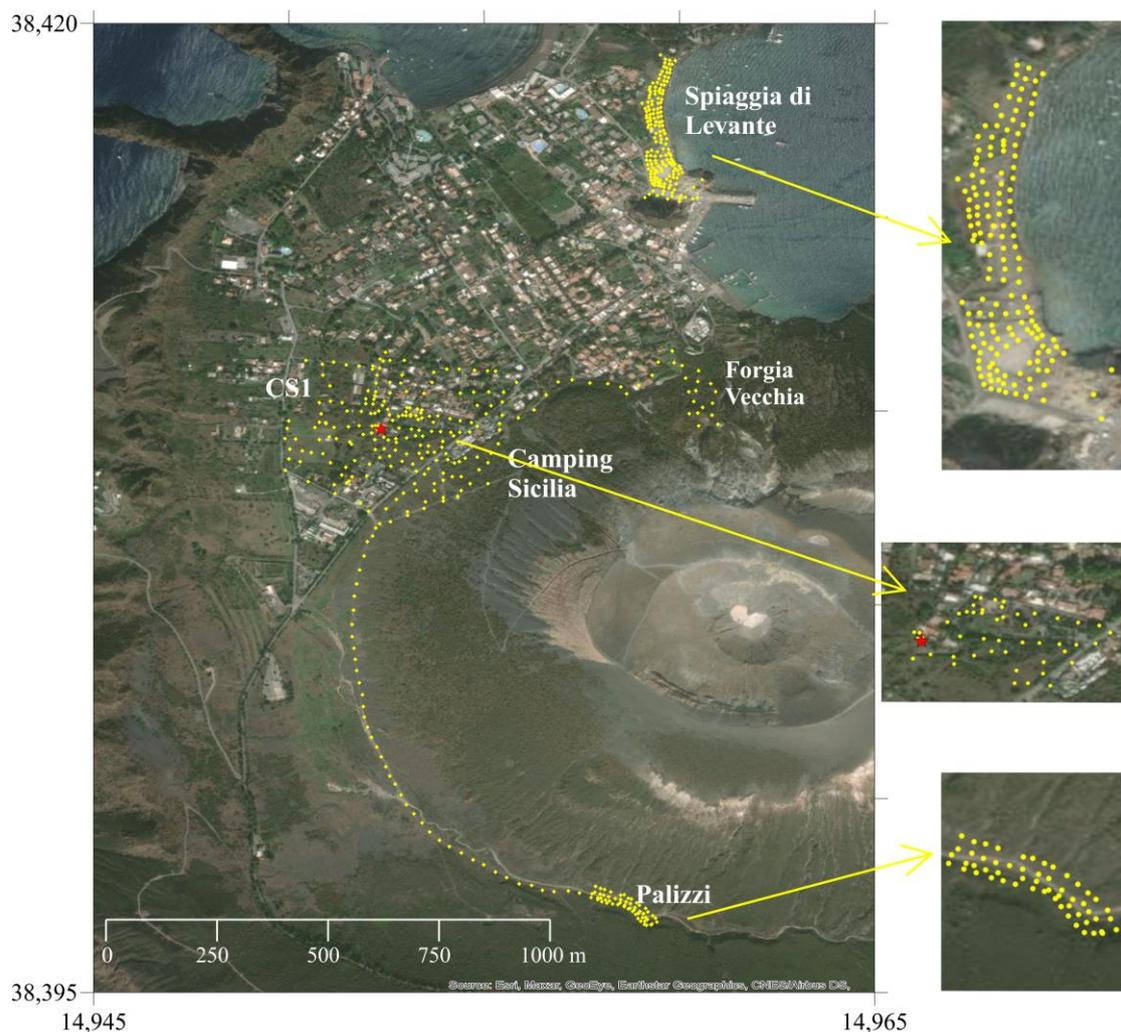


Fig. 1. Ubicazione delle misure del flusso di CO₂ dal suolo. CS1: area target allargata di Camping Sicilia. Stella rossa: stazione di monitoraggio della concentrazione di CO₂ in aria.

1.1. Area target di Palizzi

La prospezione del flusso di CO₂ dal suolo sull'area target di Palizzi è stata eseguita il 18 aprile 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 sono riportate anche le mappe da gennaio 2023.

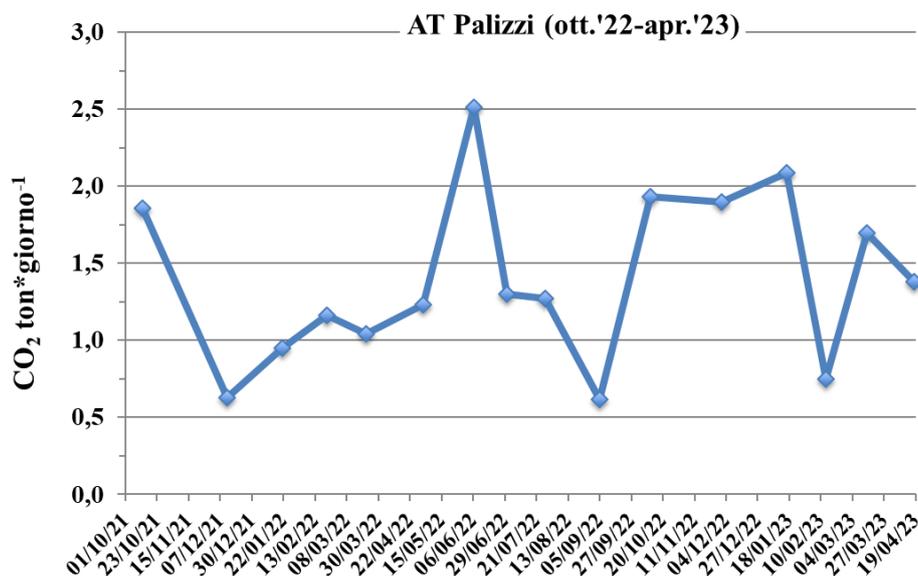
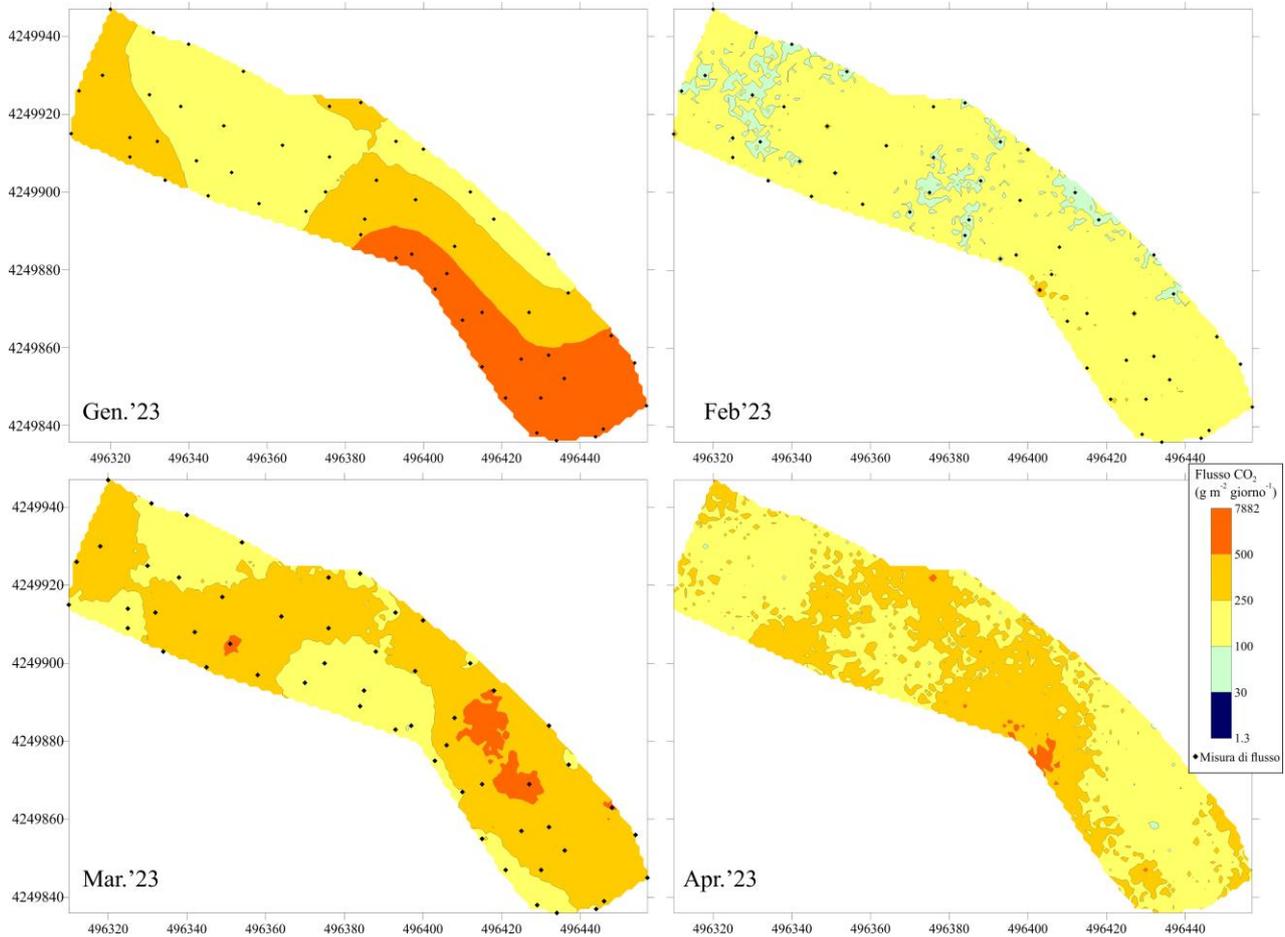


Fig. 2. Alto: Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target di Palizzi da gennaio ad aprile 2023. In basso: variazione nel tempo del flusso totale di CO₂ stimato dall'area target di Palizzi, da ottobre 2021.

Rispetto alla campagna del mese di marzo, si osserva un decremento del flusso sulla totalità dell'area target. La stima dell'emissione totale di CO₂ dal suolo a Palizzi è pari a 1,38 ton*giorno⁻¹, un valore di flusso leggermente inferiore alla media delle campagne eseguite da ottobre 2021 (1,39 ton*giorno⁻¹).

1.2 Linea Palizzi-Forgia Vecchia

Nei giorni 18-19 aprile 2023 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 (70 punti; spaziatura ~35 m; lunghezza 2.362 m; vedi Fig. 1 per posizione). In Tab. 1 sono riportate le statistiche principali delle misure da novembre 2021 a aprile 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
14-15 febbraio '23	68	2.300	1,82	14,92	94,64
15-16 marzo '23	70	2.362	4,90	84,32	1.136,38
18-19 aprile 2023	69	2.322	2,93	23,92	285,04

Anche lungo questa linea si registra una diminuzione del flusso di CO₂ dal suolo rispetto al mese precedente (vedi valori medi e massimi in Tab. 1). Come mostrato in Fig. 3, si osserva un decremento del flusso di CO₂ dal suolo in tutti i settori precedentemente anomali (1, 2, e a ridosso dell'area target di Palizzi). Il flusso massimo è stato misurato in prossimità di Palizzi, ma con un valore che è un terzo rispetto a quello di marzo 2023.

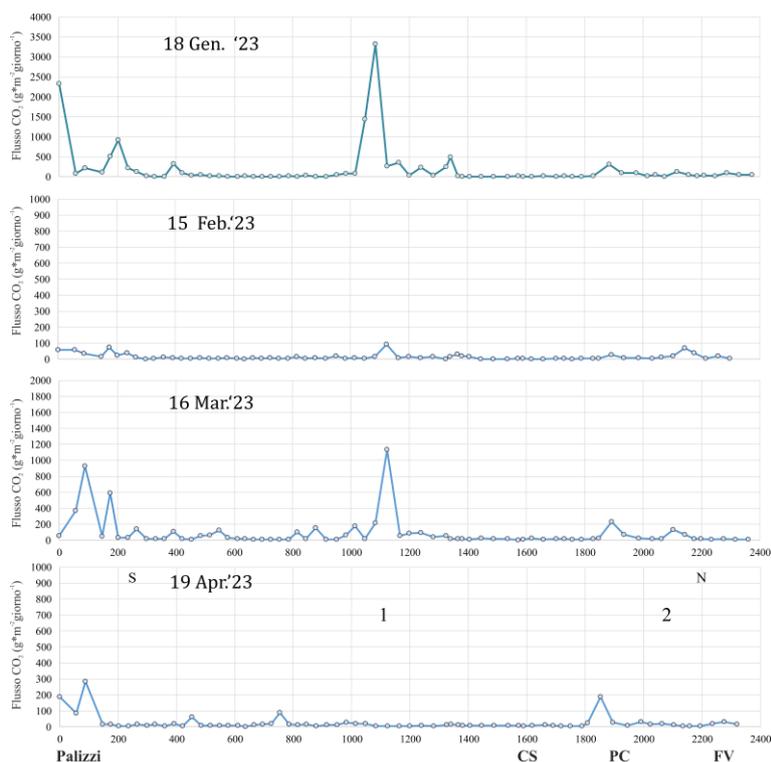


Fig. 3. Variazione spaziale (in metri), da gennaio ad aprile 2023, del flusso di CO₂ dal suolo lungo la linea Palizzi-Forgia Vecchia (vedi Fig. 1 per ubicazione). I numeri 1 e 2 indicano i settori che all’inizio della crisi avevano dato il principale rilascio anomalo di gas. CS: Camping Sicilia; PC: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

Il settore sotto il cratere della Forgia Vecchia (13.000 m²) è stato investigato il 19 aprile e i valori medio e massimo di flusso di CO₂ dal suolo mostrano una ulteriore leggera riduzione (Fig. 4).

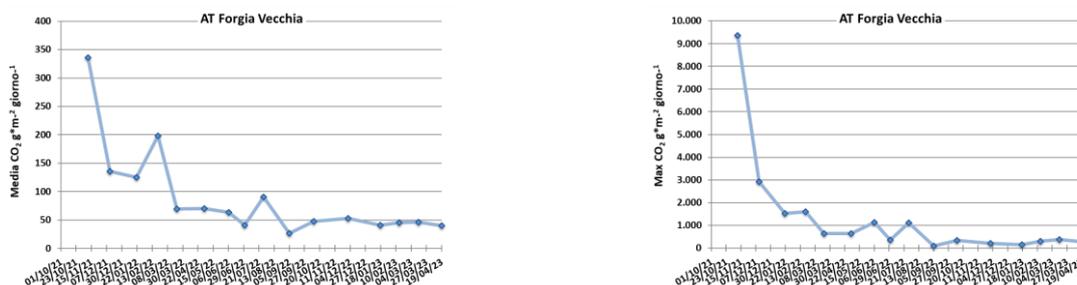


Fig. 4. Variazione temporale (nov.’21-apr.’23) del flusso di CO₂ dal suolo nel settore della Forgia Vecchia (vedi Fig. 1 per ubicazione). Sinistra: valore medio; Destra: valore massimo.

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 gennaio ad aprile 2023 sull’area target di Camping Sicilia-Casa Lombardo (49 misure su 18.212 m²; elaborate con Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6), nonché la variazione nel tempo del flusso totale.

La mappa del flusso di CO₂ dal suolo di aprile 2023 mostra una diminuzione del flusso su tutta l’area investigata con presenza di qualche punto a flusso medio-basso (verde) (Fig. 5).

Il grafico di Fig. 5_basso, che riporta la variazione nel tempo del flusso totale di CO₂ dal suolo, mostra la continua riduzione nel tempo, seppur con oscillazioni, del flusso stimato fino ad aprile 2023 (CO₂ tot. 0,28 ton*giorno⁻¹) (vedi tendenza lineare in Fig. 5).

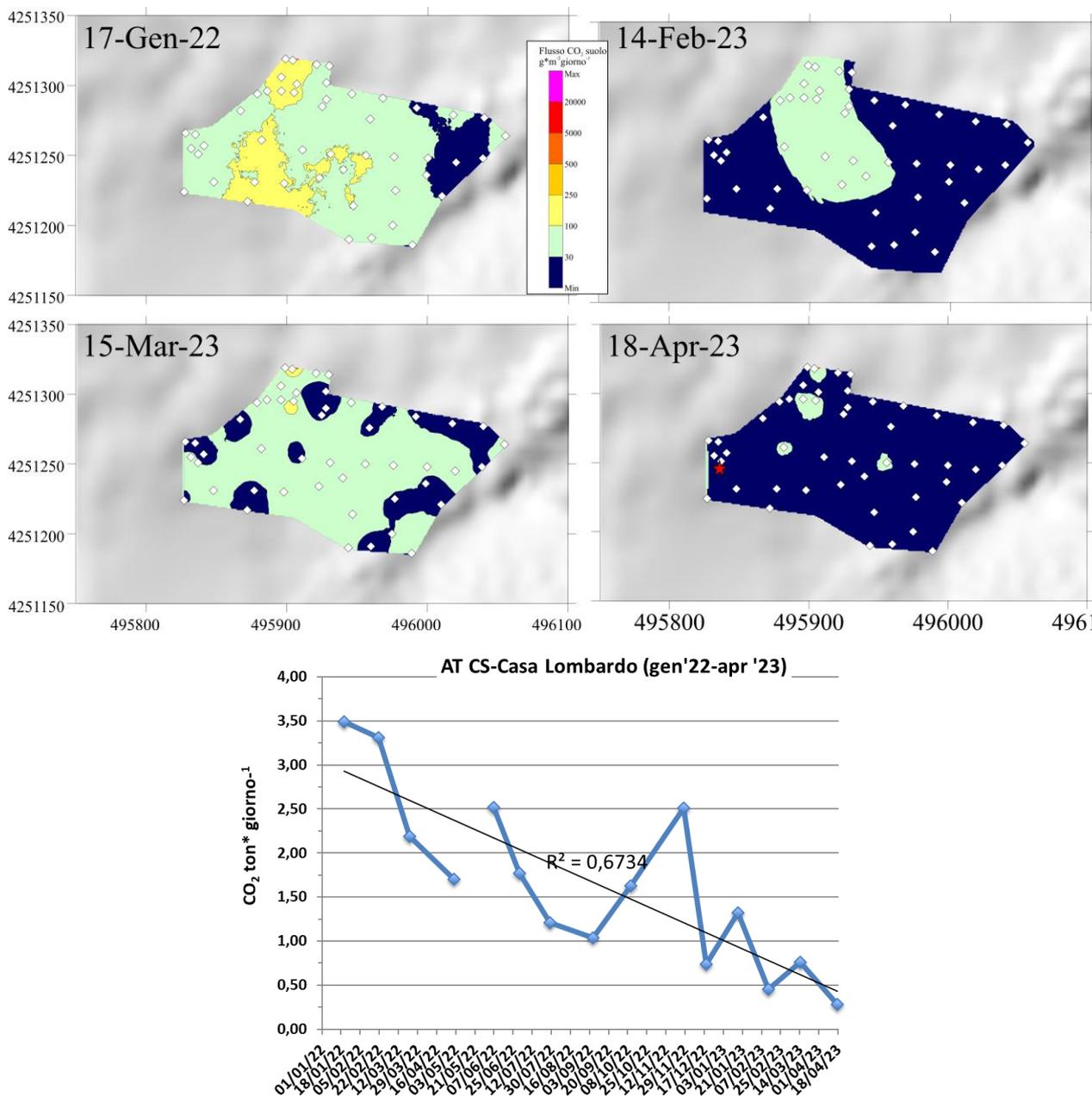


Fig. 5. Alto: mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target di Camping Sicilia-Casa Lombardo da gennaio ad aprile 2023; stella rossa: stazione in continuo della concentrazione di CO₂ in aria. Basso: variazione del flusso totale da gennaio 2022. Linea nera: tendenza lineare.

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

In Fig. 6 si riporta il grafico della variazione nel tempo della concentrazione di CO₂ in aria misurata in continuo, a 1m di altezza, nel giardino di casa Lombardo, dal 14 dicembre 2022 al 19 aprile 2023.

Ad aprile la media giornaliera della concentrazione di CO₂ in aria è leggermente diminuita rispetto al mese precedente raggiungendo valori di poco superiori a 500 ppm (Fig. 6). In questo periodo si è registrato solo un debole picco (1.200 ppm).

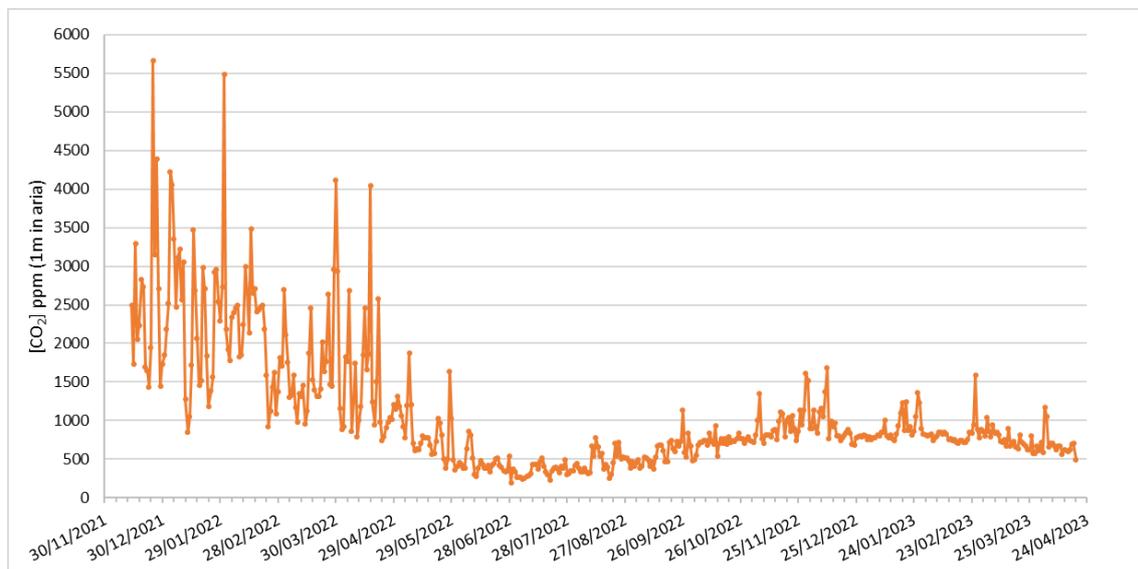


Fig. 6. Stazione di monitoraggio in continuo della concentrazione di CO₂ in aria a Casa Lombardo nel periodo dicembre 2021-aprile 2023. Si riporta la media mobile giornaliera (frequenza di misura: 10’).

Le concentrazioni di gas in atmosfera nel giardino di Casa Lombardo sono tuttora anomale e permane una condizione di pericolosità nel sito monitorato.

1.4 Area target di Camping Sicilia allargata

L’area target del Camping Sicilia allargata (CS1 in Fig. 1; 200 punti su 194.000 m²) è stata investigata il 18 aprile. Le mappe del flusso di CO₂ dal suolo (elaborate con il metodo Geostatistical Gaussian Simulation in ArcGis 10.6) delle campagne condotte negli ultimi tre mesi, sono riportate in Fig. 7, insieme al grafico con le variazioni del flusso totale nel tempo.

La mappa del flusso di CO₂ di aprile 2023, mostra che quasi tutta l’area è tornata su valori di background. Si osserva una riduzione della zona di bassa anomalia e permane solo un piccolo spot nel settore nord-occidentale (verde in Fig. 7). L’output totale di CO₂ ad aprile ha un valore più basso (3,26 ton*giorno⁻¹) rispetto a marzo (5,40 ton*giorno⁻¹) ed in linea con febbraio (3,12 ton*giorno⁻¹). Il flusso totale stimato è comunque inferiore rispetto a tutte le precedenti campagne di misura (vedi grafico in Fig. 7).

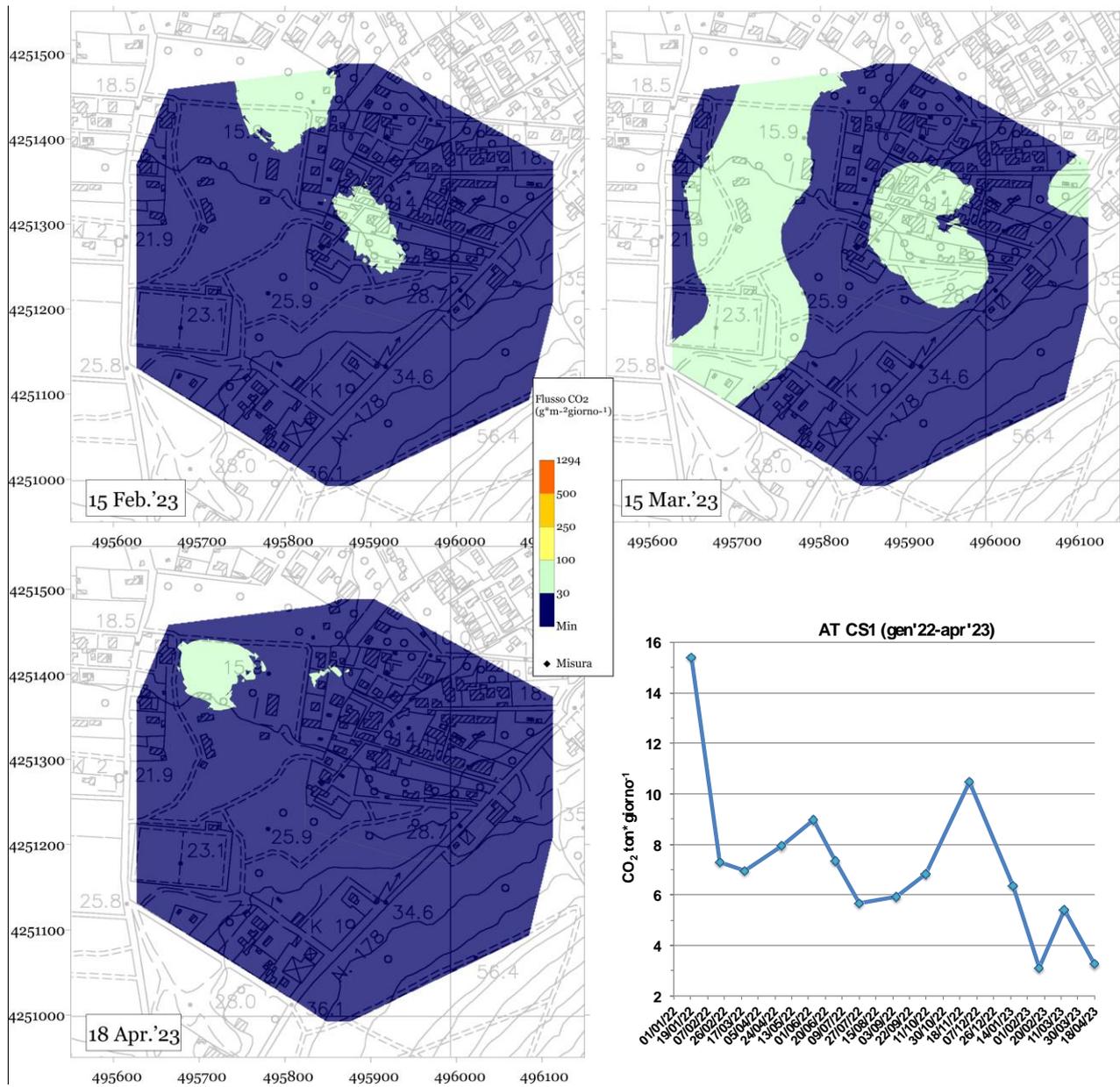


Fig. 7. Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dell'area target allargata di Camping Sicilia da febbraio ad aprile 2023. In basso a destra: variazione nel tempo del rilascio totale di CO₂ dal suolo (gen. '22-apr. '23).

1.5 Area target di Spiaggia di Levante

Si ricorda che le campagne su questa area target 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 Empirical Bayesian Kriging in ArcGis 10.6. Le ultime due campagne sono state eseguite il 4 ed il 19 aprile 2023, rispettivamente dal gruppo INGV di Palermo e di Roma 1. Le mappe elaborate da gennaio 2023 sono riportate in Fig. 8.

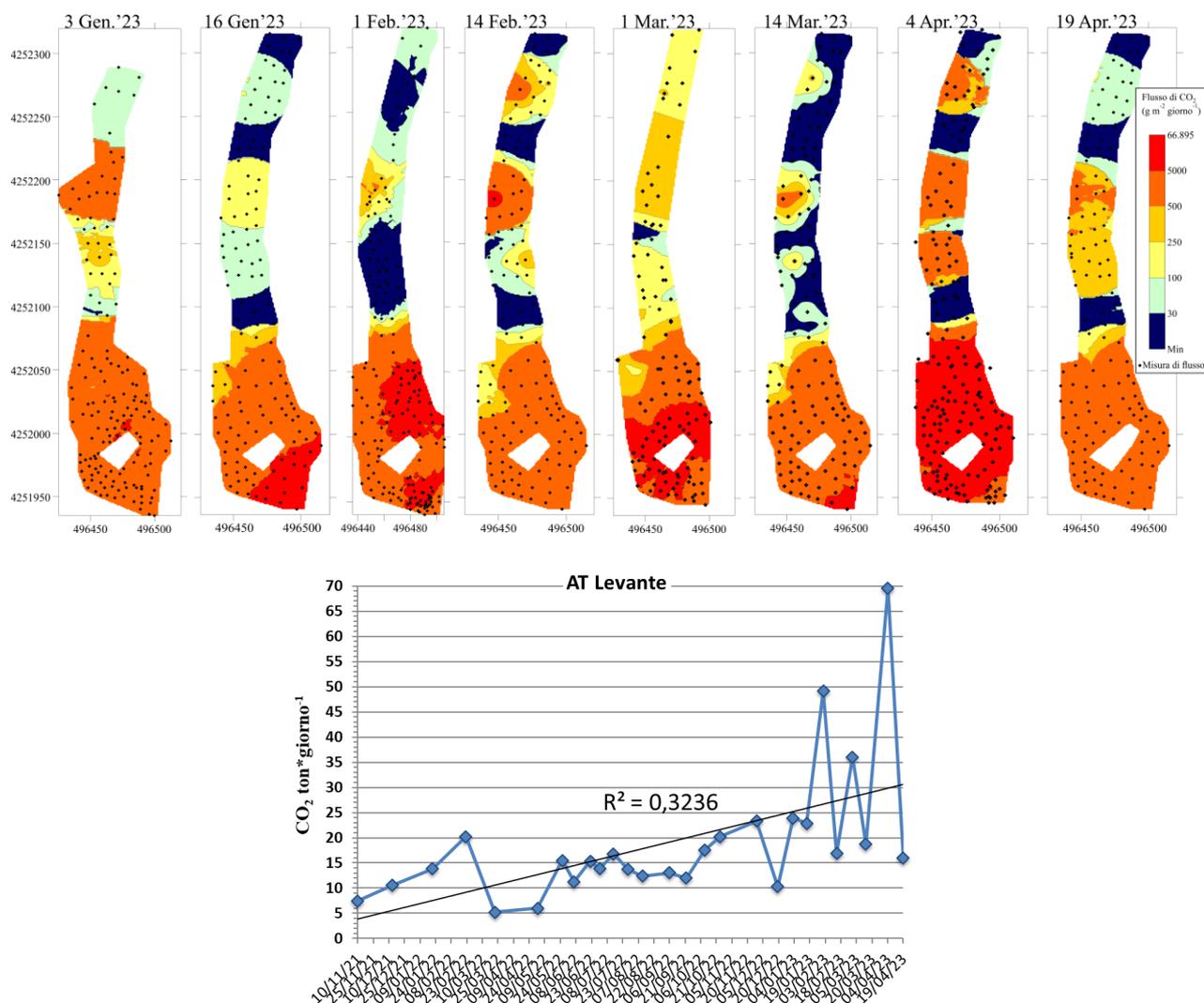


Fig. 8. Alto: mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target Vasca di Fango-Spiaggia di Levante da gennaio ad aprile 2023. Basso: variazione del rilascio totale di CO₂ dal suolo dall'inizio della crisi (novembre 2021-aprile 2023).

La prospezione del flusso di CO₂ condotta il 4 aprile (INGV-Pa) mostra un nuovo massimo nell'output totale che approssima le 70 ton*giorno⁻¹. L'area interessata da forte anomalia comprende tutta la Vasca dei Fanghi e la depressione subito a nord di essa (rosso in Fig. 8_alto). Se guardiamo al grafico con la variazione nel tempo (Fig. 8_basso), insieme alla stima di inizio febbraio (circa 50 ton*giorno⁻¹), questo è il valore più elevato dall'inizio della crisi. La prospezione del 19 aprile mostra invece una riduzione nel degassamento con valori di flusso totale di 15,96 ton*giorno⁻¹ (Fig. 8_basso). L'area maggiormente anomala è sempre ubicata nel settore sud ma i valori misurati sono tutti più bassi (arancione in Fig. 8_alto).

Lungo la Spiaggia di Levante, il rilascio di gas risulta molto variabile di campagna in campagna ed in quella del 4 aprile si osserva un degassamento medio-alto (arancio in Fig. 8_alto) su un'ampia area. La campagna del 19 aprile mostra una diminuzione del flusso di CO₂ dal suolo su buona parte della spiaggia; solo nel settore centrale si osserva una piccola anomalia medio-alta (arancio in Fig. 8_alto).

Le fluttuazioni nel flusso di CO₂ misurate, con picchi di forte anomalia, sottolineano che nel settore della Vasca di Fango, peraltro alimentato dal sistema geotermico della Baia di Levante, permane una elevata pericolosità da gas.

2. Note conclusive

I risultati delle campagne di misura del flusso di CO₂ dal suolo di aprile 2023 a Vulcano Porto mostrano che nelle aree target di Palizzi, Camping Sicilia e lungo la linea Palizzi-Forgia Vecchia, il degassamento ha avuto una diminuzione rispetto a marzo 2023.

Nel giardino di casa Lombardo (zona Camping Sicilia), la stazione di misura della concentrazione di CO₂ in aria mostra la permanenza di una seppur debole anomalia.

L'area target della Vasca di Fango-Spiaggia di Levante è ancora sede di un forte degassamento.

L'eventuale transizione a emissioni di gas pericolose potrebbe comunque realizzarsi in tempi brevi (come mostrato, ad esempio, dalle variazioni di flusso alla Vasca di Fango-Spiaggia di Levante), non necessariamente 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, N.M. Pagliuca¹, L. Pruiti⁴, M. Ranaldi¹, F. Sortino², L. Tarchini¹.

Partecipanti alla campagna del 18-19 aprile 2023:

L. Tarchini¹, M. Ranaldi¹;

S. Inguaggiato e F. Vita² hanno eseguito la prospezione sull'area della Vasca di Fango-Spiaggia di Levante del 4 aprile 2023.

1. INGV Roma 1; 2. INGV Palermo;

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 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.