



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

**RAPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO SUL DEGASSAMENTO
DIFFUSO DI CO₂ DAL SUOLO A VULCANO
CAMPAGNA DEL 14-16 MARZO 2023**

SEZIONE DI ROMA 1

IN COLLABORAZIONE CON SEZIONI DI PALERMO, PISA, CATANIA



23 MARZO 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 14-16 marzo 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.

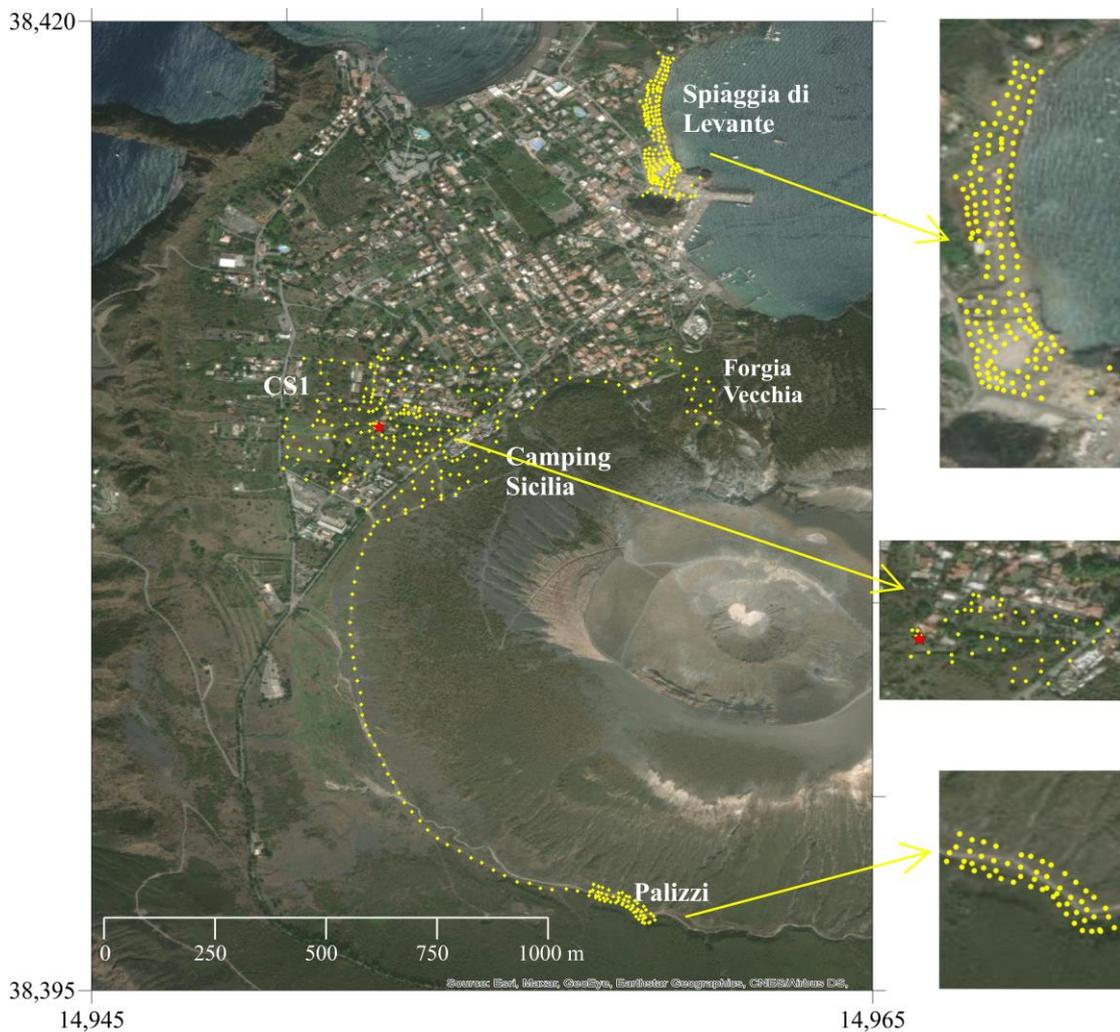


Fig. 1. Ubicazione delle misure del flusso di CO₂ dal suolo. CS1: area target allargata di Camping Sicilia. Stella rossa: stazione di monitoraggio della concentrazione di CO₂ in aria.

1.1. Area target di Palizzi

La prospezione del flusso di CO₂ dal suolo sull'area target di Palizzi è stata eseguita il 15 marzo 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 dicembre 2022 a febbraio 2023.

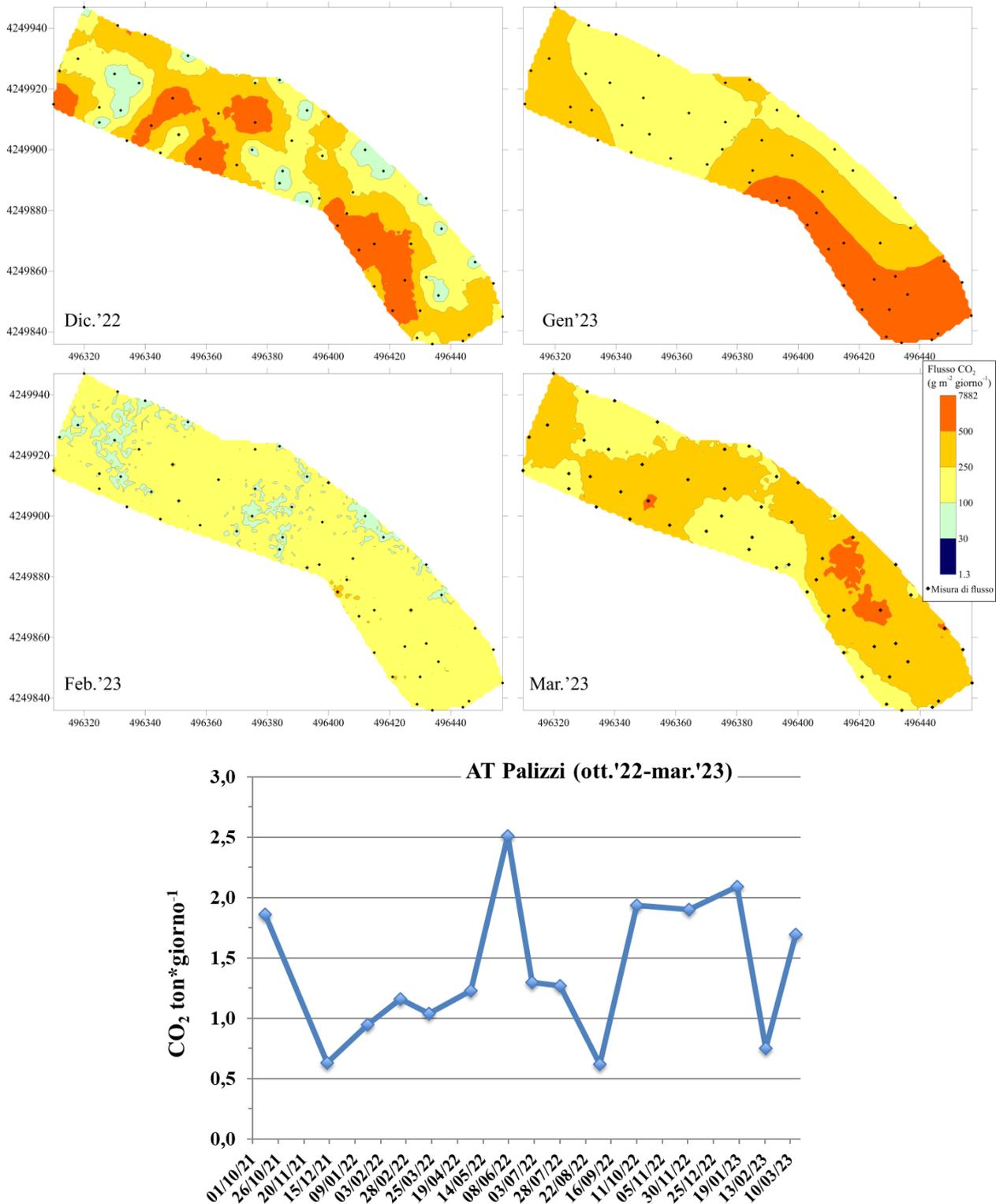


Fig. 2. Alto: Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target di Palizzi da dicembre 2022 a marzo 2023. In basso: variazione nel tempo del flusso totale di CO₂ stimato dall'area target di Palizzi, da ottobre 2021.

Rispetto alla campagna del mese di febbraio, si osserva un incremento del flusso sulla quasi totalità dell'area target. La stima dell'emissione totale di CO₂ dal suolo a Palizzi è pari a 1,70 ton*giorno⁻¹, un valore di flusso leggermente superiore alla media delle campagne eseguite da ottobre 2021 (1,40 ton*giorno⁻¹).

1.2 Linea Palizzi-Forgia Vecchia

Nei giorni 15-16 marzo 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 marzo 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

Anche lungo questa linea si registra un aumento del flusso di CO₂ dal suolo (vedi valori medi e massimi in Tab. 1). Come mostrato in Fig. 3, si osserva un incremento 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 nel settore 1, ma con un valore che è un terzo rispetto a quello di gennaio 2023.

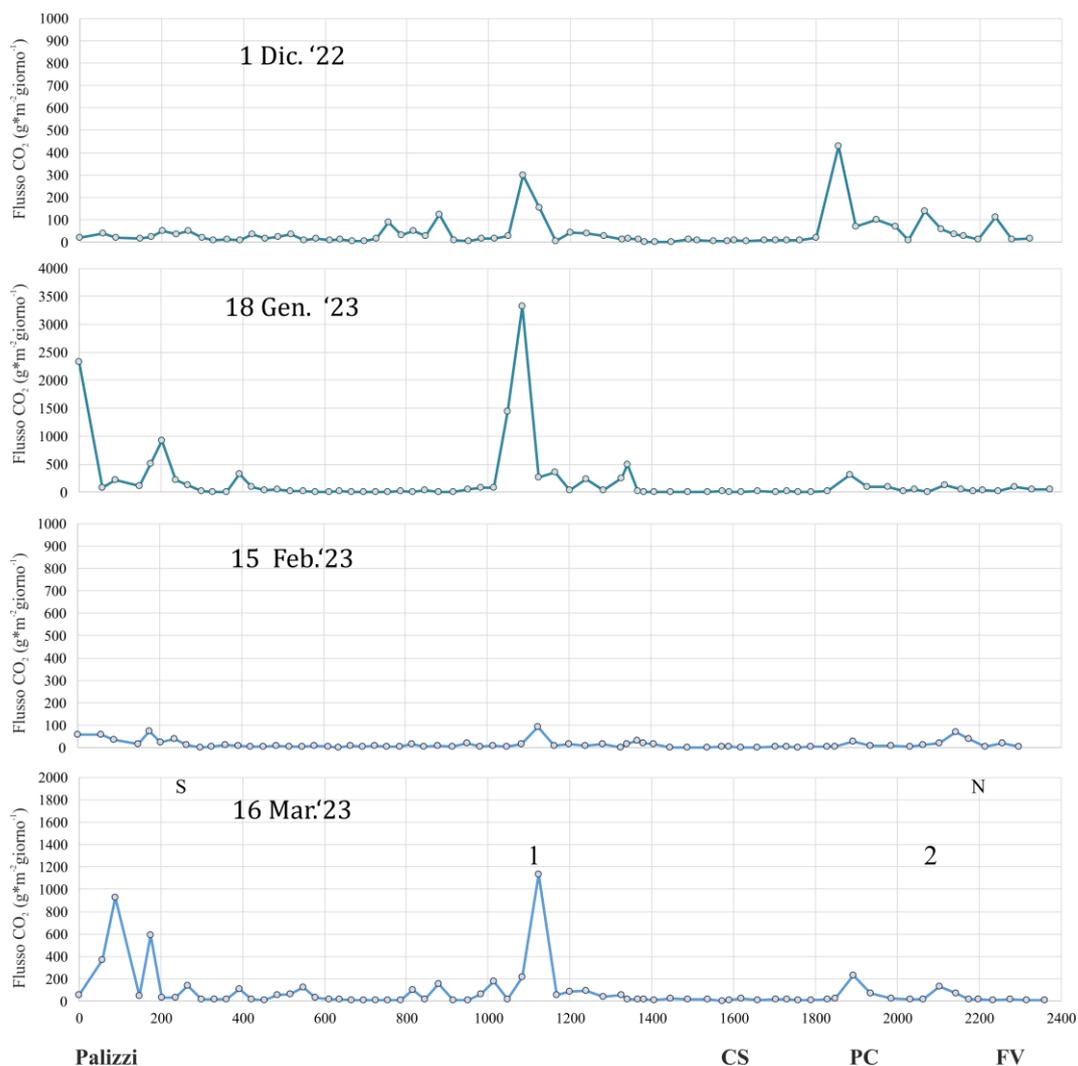


Fig. 3. Variazione spaziale (in metri), da dicembre 2022 a marzo 2023, del flusso di CO₂ dal suolo lungo la linea Palizzi-Forgia Vecchia (vedi Fig. 1 per ubicazione). I numeri 1 e 2 indicano i settori che all'inizio della crisi avevano dato il principale rilascio anomalo di gas. CS: Camping Sicilia;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

Il settore sotto il cratere della Forgia Vecchia (13.000 m²) è stato investigato il 16 marzo e i valori medio e massimo di flusso di CO₂ dal suolo restano in linea con quelli delle prospezioni precedenti (Fig. 4).

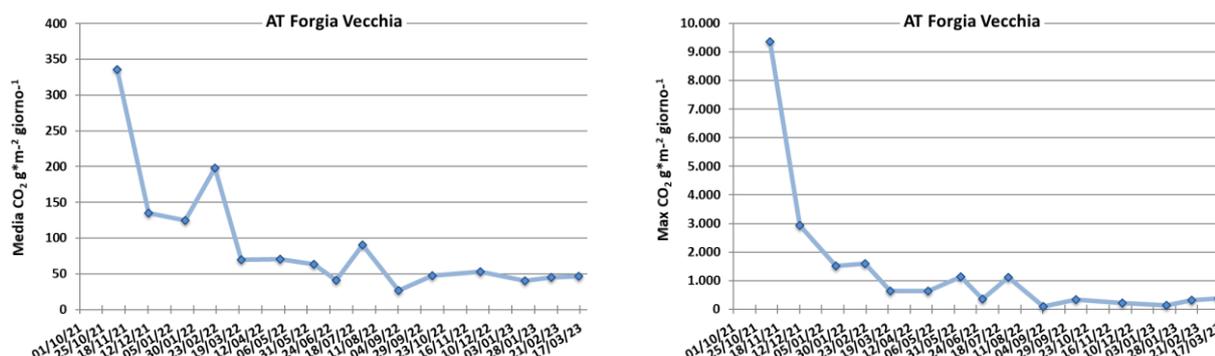


Fig. 4. Variazione temporale (nov.'21-mar.'23) del flusso di CO₂ dal suolo nel settore della Forgia Vecchia (vedi Fig. 1 per ubicazione). Sinistra: valore medio; Destra: valore massimo.

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 dicembre 2022 a marzo 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.

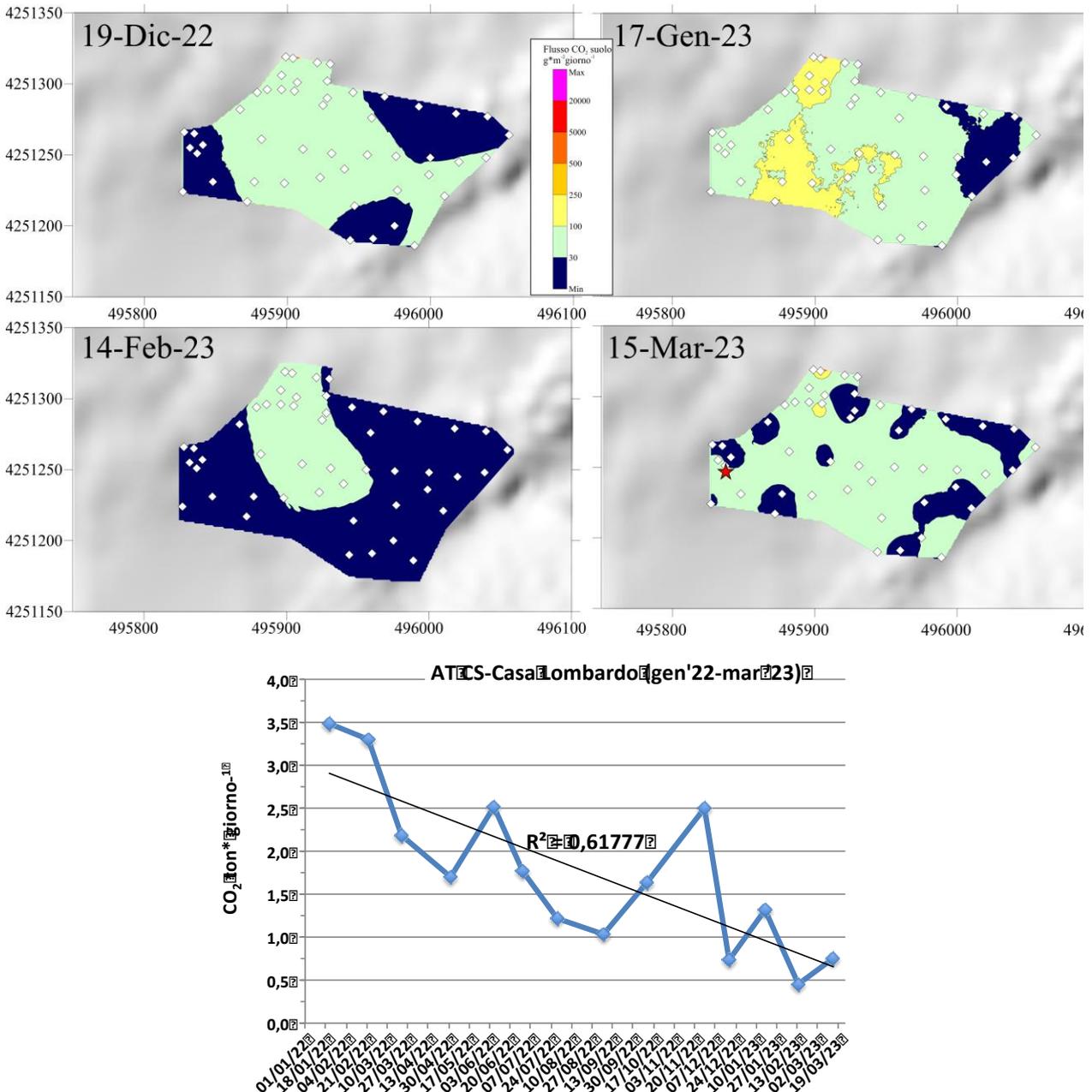


Fig. 5. Alto: mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target di Camping Sicilia-Casa Lombardo da dicembre 2022 a marzo 2023; stella rossa: stazione in continuo della concentrazione di CO₂ in aria. Basso: variazione del flusso totale da gennaio 2022. Linea nera: tendenza lineare.

La mappa del flusso di CO₂ dal suolo di marzo 2023 mostra un leggero aumento del flusso generalizzato su quasi tutta l'area investigata (verde) e la presenza di qualche punto a flusso medio (giallo) (Fig. 5). Il grafico di Fig. 5_basso, che riporta la variazione nel tempo del flusso totale di CO₂ dal suolo, mostra il piccolo incremento del flusso di marzo (0,76 ton*giorno⁻¹) rispetto al minimo di febbraio 2023 (0,46

ton*giorno⁻¹). Ciò nonostante sul lungo periodo, si osserva una progressiva diminuzione, seppur con oscillazioni, del flusso totale di CO₂ dal suolo (vedi tendenza lineare in Fig. 5).

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 nel giardino di casa Lombardo, dal 14 dicembre 2022 al 21 marzo 2023.

La stazione di CO₂ nel suolo non è al momento funzionante e sono in corso interventi straordinari per rendere il sistema di alimentazione stabile e performante.

A marzo la media giornaliera della concentrazione di CO₂ in aria è rimasta stabile sugli stessi valori di fondo registrati da dicembre (circa 750 ppm) (Fig. 6). In questo periodo non si sono registrati picchi, l'ultimo dei quali è stato misurato il 25 febbraio (1.585 ppm).

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

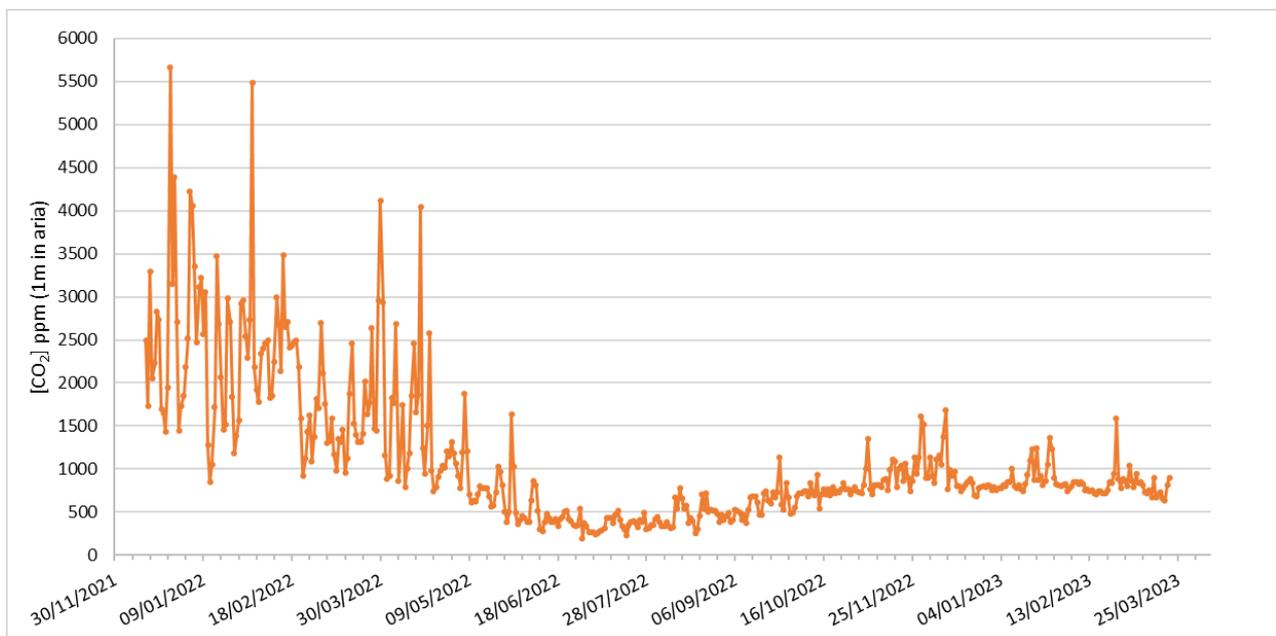


Fig. 6. Stazione di monitoraggio in continuo della concentrazione di CO₂ in aria a Casa Lombardo nel periodo dicembre 2021-marzo 2023. Si riporta la media mobile giornaliera (frequenza di misura: 10').

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 14-15 marzo. 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 marzo 2023, mostra la ricomparsa di due zone leggermente anomale: un piccolo spot nel settore centrale e una fascia circa N-S in quello occidentale (verde in Fig. 7). L'output totale di CO₂ a marzo ha un valore un po' più alto rispetto a febbraio (febbraio 3,12 ton*giorno⁻¹; marzo

5,40 ton*giorno⁻¹) e comunque inferiore rispetto a tutte le precedenti campagne di misura (vedi grafico in Fig. 7).

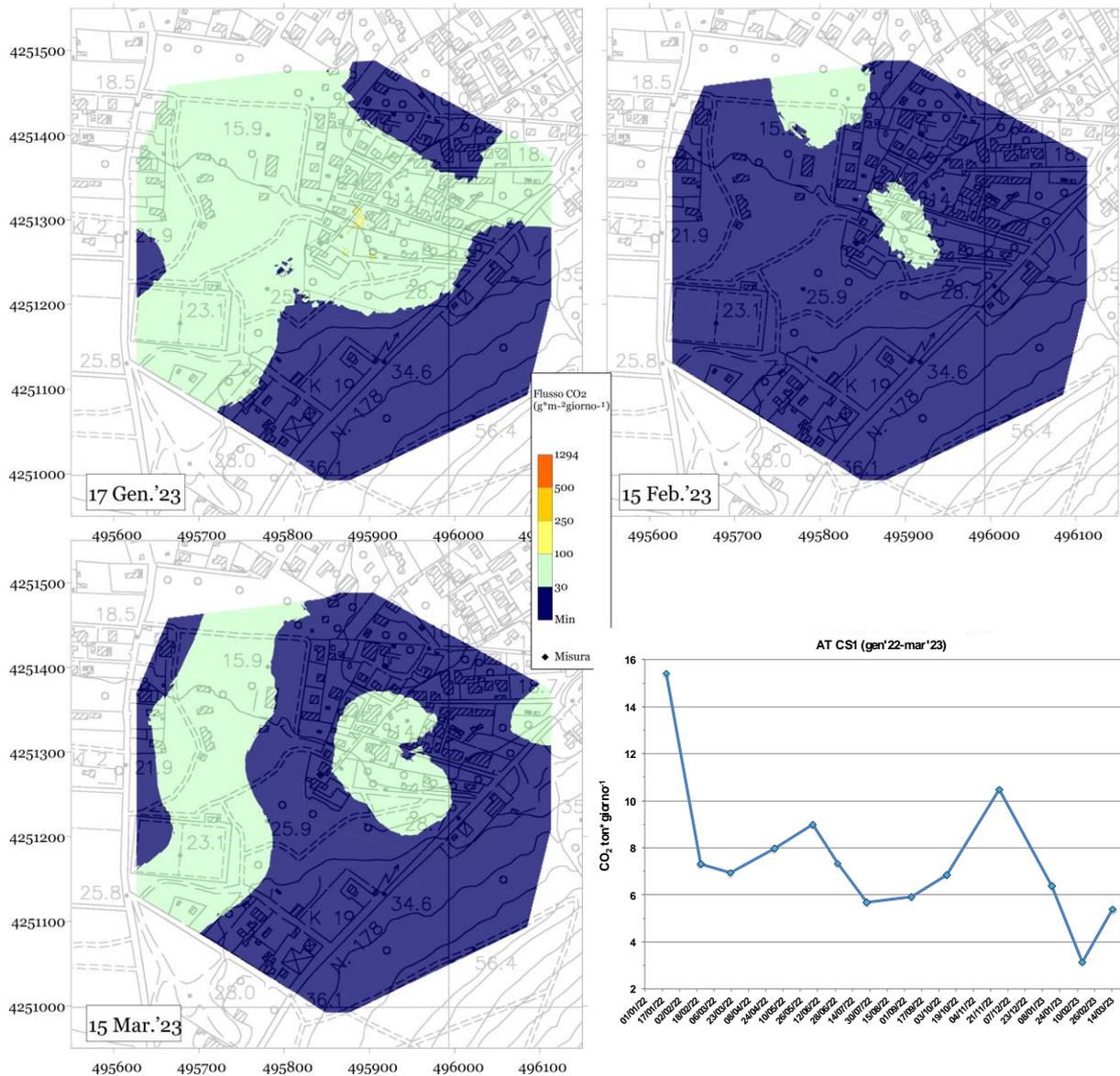


Fig. 7. Mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dell'area target allargata di Camping Sicilia da gennaio a marzo 2023. In basso a destra: variazione nel tempo del rilascio totale di CO₂ dal suolo (gen. '22-mar. '23).

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 l'1 ed il 14 marzo 2023, rispettivamente dal gruppo INGV di Palermo e di Roma 1. Le mappe elaborate da dicembre 2022 sono riportate in Fig. 8.

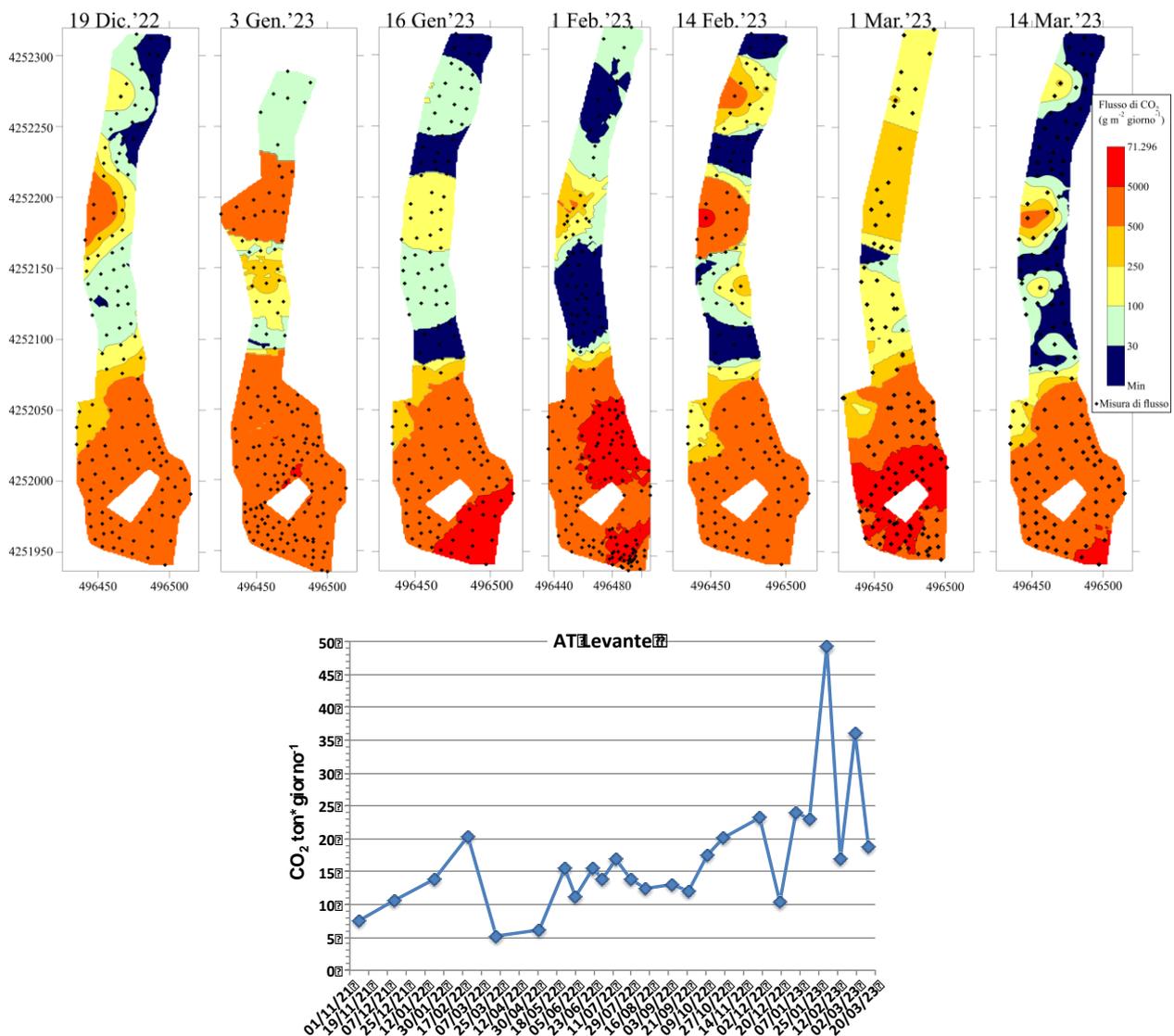


Fig. 8. Alto: mappe del flusso diffuso di CO₂ dal suolo dall'area target Vasca di Fango-Spiaggia di Levante da dicembre 2022 a marzo 2023. Basso: variazione del rilascio totale di CO₂ dal suolo dall'inizio della crisi (novembre 2021-marzo 2023).

Le due prospezioni condotte a marzo mostrano condizioni di degassamento con valori di flusso totale ancora elevati (36,3 e 18,7 ton*giorno⁻¹; Fig. 8_basso). L'area maggiormente anomala è sempre ubicata nel settore sud: Vasca dei Fanghi e depressione subito a nord di essa (arancione e rosso in Fig. 8_alto). Anche nelle campagne di marzo, il contributo al flusso totale dell'area della vasca (96,7 %) è risultato preponderante (compreso finora tra 75,3 e 98,2 %) rispetto al flusso dalla spiaggia.

Lungo la Spiaggia di Levante, il rilascio di gas risulta molto variabile di campagna in campagna e in quella dell'1 marzo si osserva un degassamento anomalo, con valori medi (giallo e arancio in Fig. 8_alto) su quasi tutta l'area. La campagna del 14 marzo si attesta invece su valori di background su buona parte della spiaggia; solo nel settore centrale si osserva una piccola anomalia medio-alta (da giallo a rosso 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 marzo 2023 a Vulcano Porto mostrano che nelle aree target di Palizzi, Camping Sicilia e lungo la linea Palizzi-Forgia Vecchia, il degassamento ha avuto un leggero aumento rispetto a febbraio 2023.

Nel giardino di casa Lombardo (zona Camping Sicilia), la stazione di misura della concentrazione di CO₂ in aria mostra la permanenza di una 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 14-16 marzo 2023:

L. Tarchini¹, N.M. Pagliuca¹; A. Patera¹; L. Pruiti⁴

S. Inguaggiato e F. Vita² hanno eseguito la prospezione sull'area della Vasca di Fango-Spiaggia di Levante dell'1 marzo 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.