



MISCELLANEA INGV

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia a "Futuro Remoto 2022".
La scienza e il pubblico dopo la pandemia



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

75



Direttore Responsabile

Valeria DE PAOLA

Editor in Chief

Milena MORETTI (editorinchief.collane-editoriali@ingv.it)

Editorial Board

Laura ALFONSI (laura.alfonsi@ingv.it)
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)
Daniele BRAVI (daniele.bravi@ingv.it)
Simona CARANNANTE (simona.carannante@ingv.it)
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)
Luca COCCHI (luca.cocchi@ingv.it)
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)
Luigi CUCCI (luigi.cucci@ingv.it)
Lorenzo CUGLIARI (lorenzo.cugliari@ingv.it)
Alessia DI CAPRIO (alessia.dicaprio@ingv.it)
Roberto DI MARTINO (roberto.dimartino@ingv.it)
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)
Domenico DORONZO (domenico.doronzio@ingv.it)
Filippo GRECO (filippo.greco@ingv.it)
Alessandro IAROCCI (alessandro.iarocci@ingv.it)
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)
Daniele MELINI (daniele.melini@ingv.it)
Anna NARDI (anna.nardi@ingv.it)
Lucia NARDONE (lucia.nardone@ingv.it)
Marco OLIVIERI (marco.olivieri@ingv.it)
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)
Pierangelo ROMANO (pierangelo.romano@ingv.it)
Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi@ingv.it)
Maurizio SOLDANI (maurizio.soldani@ingv.it)
Sara STOPPONI (sara.stopponi@ingv.it)
Umberto TAMMARO (umberto.tammaro@ingv.it)
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)
Stefano URBINI (stefano.urbini@ingv.it)

Segreteria di Redazione e Produzione

Francesca DI STEFANO - Coordinatore
Rossella CELI
Robert MIGLIAZZA
Barbara ANGIONI
Massimiliano CASCONI
Patrizia PANTANI
redazione.cen@ingv.it

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia | Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

MISCELLANEA

INGV

L'Istituto Nazionale di Geofisica e
Vulcanologia a “Futuro Remoto 2022”.
La scienza e il pubblico dopo la pandemia

*The National Institute of Geophysics and
Volcanology at “Futuro Remoto 2022”.
Science and the public after the pandemic*

Maddalena De Lucia¹, Giuliana Alessio¹, Gianmarco Buono¹, Romano Camassi², Pasquale Cantiello¹,
Giorgio Capasso³, Pasqualino Cappuccio⁴, Teresa Caputo¹, Spina Cianetti⁵, Alessandro Fedele¹, Concetta Felli³,
Paolo Madonia⁴, Vincenza Maiolino⁴, Annarita Mangiacapra¹, Daniele Melini⁶, Girolamo Milano¹,
Angela Mormone¹, Loredana Napoli³, Lucia Pappalardo¹, Zaccaria Petrillo¹, Fabio Sansivero¹, Vincenzo Torello¹

¹INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano

²INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna

³INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo

⁴INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania - Osservatorio Etneo

⁵INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa

⁶INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Roma 1

Accettato 10 maggio 2023 | Accepted 10 May 2023

Come citare | How to cite De Lucia M. et al., (2023). L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia a “Futuro Remoto 2022”. La scienza e il pubblico dopo la pandemia. Misc. INGV, 75: 1-34, <https://doi.org/10.13127/misc/75>

In copertina | Moments from the XXXVI edition of “Futuro Remoto” | Cover Pictures from “Futuro Remoto 2022” event

INDICE

Riassunto	7
Abstract	7
Introduzione	7
1. Presentazione	8
2. Elaborazione della proposta	9
3. Attività realizzate	10
3.1 Osservazione di un modello dell'interno della Terra	11
3.2 Gioco-puzzle delle placche litosferiche	11
3.3 Registrazione dei movimenti della Terra (e dei visitatori) con un sismografo	12
3.4 Osservazione della carta geologica in 3D del vulcano Somma-Vesuvio	12
3.5 Simulazione della risalita di magma attraverso il condotto vulcanico mediante modello di vulcano in 3D	13
3.6 Simulazione di campionamento di una fumarola tramite exhibit 3D	13
3.7 Dimostrazione didattica di un'eruzione effusiva mediante miscela di aceto e bicarbonato su modello tridimensionale di vulcano	14
3.8 Osservazione di campioni macroscopici di rocce vulcaniche	14
3.9 <i>Slide show</i> sulle opere realizzate dagli studenti del liceo artistico "Alessandro Caravillani" di Roma sul tema dei cambiamenti climatici	15
3.10 Osservazione e determinazione della temperatura dei corpi e di oggetti con la telecamera termica	15
3.11 Laboratorio interattivo sulle caratteristiche delle acque minerali e sulla loro percezione da parte del pubblico	16
3.12 Dimostrazione all'aperto del funzionamento di droni	16
3.13 Distribuzione di materiali didattici e di promozione dell'istituto	16
4. Strumenti, attrezzature e pannelli	17
5. Logistica, orari della manifestazione e turnazione	17
6. Contatti con l'organizzazione di Città della Scienza e comunicazione	18
7. Discussione e conclusioni	18
Ringraziamenti	19
Bibliografia	19
Sitografia	19
Allegato	21

Riassunto

Dopo il periodo pandemico legato alla diffusione del COVID-19, personale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) con diverse competenze e proveniente da diverse aree geografiche ha progettato e organizzato la partecipazione dell'Istituto alla XXXVI edizione della manifestazione divulgativa "Futuro Remoto", che si è svolta a Napoli dal 22 al 27 novembre 2022, finalmente tornata in presenza. Partendo dal tema indicato dagli organizzatori – denominato "Equilibri" – il gruppo di lavoro ha formulato una proposta intitolata "Terra: alla costante ricerca di un equilibrio". La proposta è articolata in un percorso che parte dall'osservazione dei disequilibri globali che rendono la Terra un pianeta in continuo movimento, fino alle manifestazioni della dinamica terrestre che hanno grande impatto sulla vita dell'uomo come le eruzioni vulcaniche, i terremoti e i cambiamenti climatici. Questi temi sono stati illustrati con plastici, dimostrazioni con strumentazioni scientifiche, *exhibit* interattivi e video.

Grazie alle attività svolte, i visitatori si sono confrontati con il personale INGV presente, sviluppando riflessioni sulle tematiche proposte. Molto importante per la riuscita interazione tra i ricercatori coinvolti e il pubblico è stato il clima di collaborazione e affiatamento che si è creato grazie a atteggiamenti proattivi, alla professionalità e alle diverse competenze del personale che ha organizzato, realizzato e partecipato all'evento.

Abstract

After the pandemic period due to the spread of COVID-19, staff of the National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV) with diversified skills and coming from different geographical areas has planned and organized the participation of the Institute in the XXXVI edition of the Futuro Remoto popular scientific event occurred in Naples from 22 to 27 November 2022, finally back in presence. Starting from the theme indicated by the organizers - called "Equilibrium" - the working group has developed a proposal entitled "Earth: in constant search for equilibrium". The proposal has been articulated so as to start from the observation of the internal disequilibria that make the Earth a planet in continuous movement, up to the manifestations of the earth's dynamics producing a significant impact on human life, such as volcanic eruptions, earthquakes and climate changes. These themes have been illustrated with models, demonstrations with scientific instruments, interactive exhibits and videos.

Thanks to the activities carried out, the visitors have been able to exchange their points of view with the INGV staff, developing reflections on the proposed topics. Very important for the successful interaction between the INGV personnel involved and the public was the climate of collaboration and harmony created thanks to proactive attitudes, professionalism and skills of the staff who have planned, organized and participated in the event.

Keywords Manifestazione di divulgazione scientifica; Interattività; Coinvolgimento del pubblico | Scientific dissemination event; Interactivity; Audience engagement

Introduzione

La XXXVI edizione di "Futuro Remoto" [1] si è svolta presso il Centro Congressi di Città della Scienza [2] a Bagnoli, Napoli, dal 22 al 27 novembre 2022. La manifestazione di divulgazione scientifica, tra le prime in Italia, nasce nel 1987 e da allora costituisce un importante

appuntamento annuale per la diffusione della cultura scientifica e tecnologica. La manifestazione è stata organizzata dalla Regione Campania e da Città della Scienza, con la collaborazione di molti fra i più importanti centri di ricerca italiani, come il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), il Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA), l'INGV, l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). Hanno inoltre collaborato l'Università Federico II di Napoli e le altre università campane, l'Università La Sapienza di Roma, l'Università di Pavia, l'Ufficio Scolastico Regionale per la Campania, l'Istituto Superiore di Sanità e imprese private come Kayser Italia, Telespazio, Thales Alenia Space e il Planetario di Torino. L'evento ha avuto il patrocinio del Ministero dell'Università e della Ricerca, del Ministero della Transizione Ecologica e del Comune di Napoli.

La manifestazione si è svolta in modalità mista, in presenza e da remoto, consentendo la partecipazione di un pubblico numeroso ed eterogeneo, pari a circa 20.000 persone secondo le stime degli organizzatori. I visitatori sono stati prevalentemente gruppi scolastici nei giorni infrasettimanali e il sabato; a questi si sono aggiunti singoli, gruppi e famiglie nelle giornate di sabato e domenica. I partecipanti sono stati ospitati nel Villaggio della Scienza, allestito all'interno del Centro Congressi della Città della Scienza. La manifestazione, caratterizzata prevalentemente da attività laboratoriali, è stata accompagnata anche da conferenze tematiche. Da circa venti anni l'Osservatorio Vesuviano, sezione INGV di Napoli (da qui in poi OV), aderisce e partecipa alla manifestazione. Nell'edizione del 2022 i ricercatori e i tecnici dell'OV, di concerto con colleghi delle sedi territoriali INGV di Bologna, Catania, Palermo, Pisa, Roma 1, hanno partecipato con una ricca proposta di laboratori e dimostrazioni scientifiche diversificate allestiti nella postazione INGV ubicata all'interno di una delle sale adiacenti al percorso espositivo principale (Sala Vivaldi), disponendo così di un'area interamente dedicata ai propri allestimenti.

1. Presentazione

La manifestazione, come altre dello stesso genere, ha rappresentato per l'INGV un'occasione preziosa per promuovere la conoscenza delle Scienze della Terra, in modo particolare sulle tematiche vulcanologiche, sismiche e ambientali, e dei pericoli legati a questi fenomeni in riferimento alle realtà territoriali. L'approccio comunicativo si è basato sul contatto diretto, sul dialogo e l'interazione tra ricercatori e tecnici dell'Istituto e il pubblico, mediante dimostrazioni scientifiche, giochi, *exhibit* e altre attività pratiche. Questo approccio ha favorito la creazione di una relazione di prossimità tra il mondo della scienza e i visitatori, contribuendo a ribaltare l'ormai superato rapporto comunicativo *top-down*, basato sul considerare il pubblico passivo e con scarse conoscenze scientifiche. Si è invece favorito l'approccio partecipativo dei cittadini secondo il modello del *Public engagement* [Weingart et al., 2021], consentendo di intercettare specifiche istanze del pubblico. La modalità si è rivelata particolarmente efficace dopo anni di pandemia e distanziamento, non solo fisico, in quanto, in particolare, le giovani generazioni mostrano un grande bisogno di recuperare i contatti e le interazioni sociali [Long et al., 2022]. Il coinvolgimento attivo del pubblico è alla base delle attività di Città della Scienza. Questo metodo è mutuato dall'Exploratorium [3] di San Francisco la cui missione è creare esperienze di apprendimento basate sul porre e porsi domande (*inquiry based learning*) per comprendere il mondo e risolvere i problemi, stimolando e incoraggiando curiosità, autenticità, inclusività [Achiam et al., 2022].

2. Elaborazione della proposta

Il coinvolgimento del personale INGV è avvenuto nella primavera del 2022 tramite mail indirizzata ai Direttori delle Sezioni INGV che hanno individuato i referenti nel gruppo di lavoro. Nella fase preparatoria (a partire da maggio 2022) si sono svolte alcune riunioni *online* per ideare ed elaborare i dettagli della proposta, sulla base delle disponibilità e competenze del personale INGV coinvolto nella manifestazione.

Dopo l'accettazione della proposta da parte del Comitato Tecnico Scientifico della manifestazione, si sono svolti incontri con i referenti di Città della Scienza per approfondimenti su aspetti logistici e organizzativi e per la costruzione del programma.

Di seguito è riportato il titolo e la descrizione della proposta INGV fatta agli organizzatori della manifestazione:

"Terra: alla costante ricerca di un equilibrio"

a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

La proposta si articola in un percorso che, partendo dall'osservazione dei disequilibri globali che rendono la Terra dinamica, conduce, per *step* successivi, alle manifestazioni della dinamica terrestre in Italia e in Campania, sede di vulcani attivi e forti terremoti. Queste saranno illustrate nel percorso con plastici, dimostrazioni con strumentazioni scientifiche, esperienze ed *exhibit* interattivi, rocce, video.

Non solo crosta e mantello; anche l'atmosfera terrestre è sede di disequilibri. Negli ultimi anni osserviamo cambiamenti climatici che portano a trasformazioni irreversibili dell'ambiente. Con una serie di opere grafiche realizzate da studenti di un Liceo Artistico affronteremo alcuni temi centrali dell'emergenza climatica: l'effetto serra, il riscaldamento globale, l'innalzamento dei mari, lo sviluppo sostenibile.

Una dimostrazione scientifica riguarderà l'acidità e la salinità delle acque: i partecipanti assaggeranno vari tipi di acque minerali, e le ordineranno in base alla loro percezione di acidità e salinità. Misurando con strumenti gli stessi parametri, si verificherà l'esattezza della classificazione sensoriale.

E infine, tutti a osservare le nostre immagini riprese dalla telecamera termica, il campionamento dei gas su un modello di fumarola vulcanica e con il sismografo il tremore del suolo causato dai nostri movimenti.

La Terra è un mondo da esplorare divertendosi, e i ricercatori dell'INGV vi accompagneranno in questo viaggio.

L'area espositiva riservata dedicata all'INGV è stata allestita mediante pannelli e oggetti, utilizzando come sfondo un pannello generale dell'Istituto (Figura 1) realizzato dal Laboratorio di Grafica e Immagini dell'INGV e stampato per l'occasione in formato 200x200 centimetri.



Figura 1 Pannello usato come sfondo generale nell'area espositiva dell'INGV e che rappresenta i settori di attività istituzionale dell'INGV relativi ai tre Dipartimenti Ambiente, Terremoti, Vulcani.

Figure 1 Panel used as background in the INGV booth representing the three INGV institutional Departments: Environment, Earthquakes, Volcanoes.

Gli oggetti esposti erano costituiti dagli strumenti scientifici utilizzati quotidianamente nelle attività di ricerca e monitoraggio dell'Istituto, come il sismografo e la telecamera termica, da rocce, plastici, *exhibit* sui vulcani e sulla sorveglianza geochimica e altro materiale per attività pratiche. Le attività proposte sono state illustrate al pubblico con pannelli didattici in formato A4, mediante una grafica accattivante e un linguaggio semplice per coinvolgere e incuriosire il visitatore. Per la grafica è stato realizzato uno specifico *template* dal Laboratorio di Grafica e Immagini dell'INGV (Figura 2). I pannelli didattici realizzati sono riportati in appendice.

Figura 2 Esempi dei pannelli didattici descrittivi delle attività presentate nella postazione INGV a “Futuro Remoto” 2022. *Template* a cura del Laboratorio di Grafica e Immagini dell'INGV.

Figure 2 Examples of the educational panels describing the activities presented in the INGV booth at “Futuro Remoto” 2022. *Template* by the INGV Graphics and Images Laboratory.



3. Attività realizzate

Il gruppo di lavoro ha ideato e realizzato il percorso espositivo articolandolo in base alle seguenti attività pratiche, già sperimentate nel corso di precedenti manifestazioni che ne avevano testato l'efficacia come strumenti divulgativi. All'interno dell'area espositiva il visitatore ha potuto scegliere se seguire un percorso preconstituito oppure soffermarsi in modo autonomo nei settori che più lo incuriosivano.

Oltre a quanto sopra descritto, nel corso della manifestazione sono state effettuate alcune dimostrazioni di volo con drone all'aperto. I droni utilizzati sono stati anche esposti nella postazione INGV.

Attività proposte:

- osservazione di un modello dell'interno della Terra;
- gioco-*puzzle* delle placche litosferiche;
- registrazione dei movimenti della Terra (simulati dai visitatori) con un sismografo;
- osservazione della carta geologica in 3D del sistema vulcanico Somma-Vesuvio;
- simulazione della risalita di gas magmatici attraverso un condotto vulcanico mediante modello di vulcano in 3D;
- simulazione del campionamento di una fumarola tramite *exhibit* 3D;
- dimostrazione didattica di un'eruzione effusiva mediante miscela di aceto e bicarbonato su modello di vulcano;
- osservazione di campioni macroscopici di rocce vulcaniche;
- proiezione di *slide show* con le opere realizzate dagli studenti del Liceo Artistico “Alessandro Caravillani” di Roma in collaborazione con INGV sul tema dei cambiamenti climatici;
- osservazione e determinazione della temperatura di corpi e oggetti con la telecamera termica;
- laboratorio interattivo sulle caratteristiche delle acque minerali e sulla loro percezione da parte del pubblico;
- dimostrazione all'aperto del funzionamento di droni;
- distribuzione di materiali didattici e di promozione dell'Istituto.

Nel corso della manifestazione le attività sono state presentate al pubblico dai tecnici e ricercatori INGV e, come scritto in precedenza, sono state accompagnate da pannelli esplicativi che stimolavano l'interazione del visitatore attraverso domande e riflessioni sull'esperienza in svolgimento (Figura 3). Grazie all'avvicinarsi in presenza dei colleghi provenienti dalle varie Sezioni dell'INGV, nel corso della manifestazione sono state proposte diverse attività didattiche, fornendo così ai visitatori una proposta diversificata giorno per giorno. Le attività precedentemente elencate vengono descritte in dettaglio nei paragrafi successivi.



Figura 3 Studenti ascoltano i ricercatori presso la postazione INGV.
Figure 3 Students listen to the researchers at the INGV booth.

3.1 Osservazione di un modello dell'interno della Terra

Il modello è stato realizzato utilizzando materiali di uso comune: due insalatiere semisferiche grandi, una più piccola, una ciotola, una piccola palla, cartone, cartapesta, colla vinilica e tempere per il disegno di continenti e oceani. La rappresentazione della distribuzione di continenti e oceani, nella parte più esterna, è stata drasticamente semplificata (Figura 4).

Il modello tridimensionale dell'interno della Terra è apribile e mostra al suo interno, in modo estremamente semplificato, gli strati del mantello, del nucleo esterno e interno.

È un modello molto semplice, che può essere manipolato (e riprodotto) senza alcuna difficoltà, ma che consente di "raccontare" quali sono le caratteristiche degli involucri principali che costituiscono la struttura interna terrestre, a loro volta ulteriormente articolati.



Figura 4 Il modello tridimensionale della Terra e il plastico del Somma Vesuvio.

Figure 4 The 3D models of the Earth and of Somma Vesuvius volcano.

3.2 Gioco-puzzle delle placche litosferiche

L'*exhibit* è costituito da un supporto magnetico corredato da un pannello rappresentante il planisfero terrestre suddiviso in diverse parti che insieme costituiscono il *puzzle* delle placche litosferiche. L'attività realizzata con i visitatori consiste nell'illustrare il modello della tettonica a zolle e l'origine dell'attuale conformazione geografica dei continenti a causa della dinamica terrestre. Il pubblico è quindi invitato a ricostruire il *puzzle*, intuendo la corretta posizione delle

sue tessere sulla base della forma geometrica dei margini delle placche. Grazie all'attività interattiva, i visitatori possono esprimere considerazioni e domande al personale INGV sulle peculiarità dei margini di placca, sedi dei principali fenomeni tettonici e vulcanici.

3.3 Registrazione dei movimenti della Terra (simulati dai visitatori) con un sismografo

L'obiettivo principale della postazione è stato quello di dimostrare ai visitatori il funzionamento di una stazione sismica per la rilevazione e registrazione dei terremoti utilizzando un approccio, già sperimentato in altre manifestazioni, che risulti allo stesso tempo ludico, per attrarre il pubblico più giovane, e rigoroso dal punto di vista scientifico.

La postazione con il sismografo è stata allestita utilizzando un geofono tipo Mark [4] a componente verticale, una centralina di acquisizione Gilda [Orazi et al., 2008] ed un *personal computer* con *monitor* su cui era in esecuzione il *software WinDrum* [Giudicepietro, 2000], che permette la visualizzazione della traccia del segnale sismico acquisito nelle ultime quattro ore. Ai visitatori viene proposto innanzitutto di effettuare un salto e di osservare sul *monitor* il segnale rilevato dal sensore in tempo reale. Allo stupore che ne scaturisce, specialmente nel pubblico più giovane, fa seguito la spiegazione del fenomeno fisico di generazione dell'onda elastica, della sua propagazione e acquisizione analogamente con quanto avviene in un terremoto. È compito del ricercatore utilizzare espressioni e argomentazioni adeguate alle conoscenze degli interlocutori.

La dimostrazione prosegue con modalità differenti in base all'età del pubblico e alle domande ricevute: ai bambini si suggerisce di saltare in gruppo, a maggiore o minore distanza dal sensore, per far constatare le differenze di ampiezza del segnale registrato mentre con gli adulti è privilegiata l'interazione diretta rispondendo alle domande ricevute. Le domande hanno riguardato prevalentemente la stima della magnitudo, la localizzazione epicentrale e la distribuzione delle stazioni sul territorio. Le informazioni contenute nelle risposte venivano fornite anche grazie a materiali di supporto quali grafici di frequenza dei terremoti e mappe ipocentrali delle aree vulcaniche campane. Per l'intera durata della manifestazione questa attività è risultata sempre molto gradita ai visitatori, con un'affluenza notevole e un flusso praticamente continuo.

3.4 Osservazione della carta geologica in 3D del sistema vulcanico Somma-Vesuvio

La carta geologica 3D del Somma-Vesuvio permette di illustrare l'evoluzione geologica e morfologica del complesso vulcanico campano, dalla nascita del Monte Somma fino all'ultima eruzione del Vesuvio nel marzo del 1944.

Grazie al modello tridimensionale (Figure 4 e 5) è possibile spiegare l'evoluzione del sistema vulcanico, a partire dal grande cono vulcanico del Monte Somma, di cui oggi rimane solo un settore del bordo settentrionale, ben individuabile nella ricostruzione topografica. Nel plastico con colori diversi sono ben evidenti inoltre i depositi delle diverse colate di lava dell'attività prevalentemente effusiva e mista (periodi a condotto aperto) degli ultimi 300 anni, fino all'ultima eruzione del 1944.

I visitatori possono così comprendere che la ricostruzione della storia eruttiva di un vulcano fornisce elementi importanti per ipotizzare possibili scenari sul comportamento futuro, fornendo informazioni utili per pianificare le azioni più appropriate per la salvaguardia della popolazione che vive nelle aree a rischio in caso di ripresa dell'attività eruttiva.



Figura 5 Carta geologica 3D del Vesuvio nella postazione INGV.
Figure 5 3D geological map of Vesuvius in the INGV booth.

3.5 Simulazione della risalita di gas magmatici mediante modello di vulcano in 3D

Il modello del vulcano in 3D realizzato dalla Sezione di Palermo dell'INGV, già ampiamente sperimentato in occasione di altri eventi, ha sempre catturato l'attenzione dei visitatori, stimolandone la curiosità (Figura 6). Con questo modello si mostra la struttura interna di un vulcano in maniera semplificata ma efficace, simulando il degassamento di un corpo magmatico, la risalita dei gas attraverso il condotto e la loro emissione dal cratere. Il modello può essere aperto in modo da poter osservare una rappresentazione della struttura interna di un vulcano. Al suo interno è alloggiata una beuta riempita di acqua, olio di semi e colorante alimentare rosso per simulare la parte sommitale di una camera magmatica e il condotto principale. Per riprodurre la risalita del magma viene introdotta nella beuta una pasticca effervescente che, sciogliendosi in acqua nella parte inferiore del recipiente, fa gorgogliare il gas nella beuta. L'emissione del gas dal cratere è simulata mediante un generatore di vapore collegato a un condotto nascosto all'interno del vulcano.



Figura 6 Modello interno del vulcano durante la simulazione dell'attività di degassamento.
Figure 6 Internal model of a volcano during the simulation of the outgassing activity.

3.6 Simulazione di campionamento di una fumarola tramite exhibit 3D

Nell'ambito del monitoraggio, quello geochimico è di estremo interesse per valutare lo stato di attività di un sistema vulcanico. Per questo motivo, dopo aver assistito alla simulazione sul degassamento magmatico (vedi Paragrafo 3.5), i visitatori sono invitati a osservare come viene effettuato il campionamento dei gas vulcanici. Il diorama in esposizione riproduce in scala ridotta una fumarola con la strumentazione per il campionamento dei gas (Figura 7). Il sistema di campionamento è costituito da un tubo metallico che viene inserito nella fessura che simula la

fumarola, connesso a due tubi *dewar*¹ in pyrex, da un condensatore che consente la condensazione del vapore fumarolico e la separazione dei gas non condensabili e infine dal porta campione a due rubinetti in pyrex che andrà a contenere i gas incondensabili. La simulazione del campionamento viene effettuata da personale INGV per motivi di sicurezza e non prevede la misura dei gas. Oltre alla comprensione del modo in cui si svolge il lavoro di monitoraggio dei gas vulcanici, il visitatore acquisisce la consapevolezza della complessità delle fenomenologie vulcaniche anche durante una fase di quiescenza, e la pericolosità legata all'emissione di gas vulcanici dal sottosuolo.

Figura 7 Diorama di una fumarola e del sistema di campionamento di gas vulcanici.

Figure 7 Diorama of a fumarole and volcanic gas sampling system.



3.7 Dimostrazione didattica di un'eruzione effusiva mediante miscela di aceto e bicarbonato su modello tridimensionale di vulcano

Un vulcano che erutta è un fenomeno che da sempre suscita curiosità e stupore in grandi e piccini. L'esperimento che riproduce un'eruzione effusiva, proposto in varie manifestazioni, ha sempre riscosso un grande successo. Ai visitatori viene mostrato come, utilizzando materiali e ingredienti facilmente reperibili, si possa simulare un'eruzione vulcanica di tipo effusivo. Il modello di vulcano utilizzato è di forma conica ed è stato costruito in cartapesta intorno a un contenitore cilindrico in plastica. Il contenitore rappresenta un condotto vulcanico e la sua parte superiore simula il cratere sommitale. Per riprodurre l'eruzione, nel condotto vengono introdotti due cucchiaini colmi di bicarbonato. A parte, in un bicchiere, si mescolano circa 60 ml di aceto inodore, un cucchiaino di sapone liquido per piatti e del colorante alimentare. Questa miscela viene lentamente versata nel contenitore e dopo qualche secondo si osserverà sgorgare dal cratere della schiuma di colore rosso, che scorrerà lungo i fianchi del nostro vulcano. Ai visitatori viene spiegato come la semplice reazione chimica tra il bicarbonato e l'aceto produce un gas (anidride carbonica) che spinge il liquido in alto fino a farlo fuoriuscire, così come analogamente accade per un'eruzione vulcanica effusiva, durante la quale i gas presenti nel magma si liberano e trascinano verso l'alto il magma stesso fino a farlo eruttare. I visitatori, se in gruppi non troppo numerosi, sono invitati a riprodurre essi stessi l'esperimento.

3.8 Osservazione di campioni macroscopici di rocce vulcaniche

Ai visitatori sono mostrati campioni dei principali tipi di rocce magmatiche dei vulcani attivi della Campania (Somma-Vesuvio, Campi Flegrei e Ischia) che si sono depositate in superficie durante eruzioni violente (piroclastiti) ed eruzioni effusive più tranquille (lave), o che si sono raffreddate e solidificate a centinaia di chilometri di profondità (rocce intrusive). Viene inoltre spiegato come

¹ I contenitori Dewar mantengono il proprio contenuto isolato dall'ambiente frapponendo con l'esterno delle aree di vuoto che consentono un isolamento termico tra il contenuto e l'ambiente.

lo studio delle rocce permetta di ricostruire non solo la storia del vulcano, ma anche la sua struttura profonda compresa la zona di alimentazione magmatica.

3.9 *Slide show* sulle opere realizzate dagli studenti del liceo artistico "Alessandro Caravillani" di Roma sul tema dei cambiamenti climatici

Nel corso della manifestazione è stato proiettato un filmato con le opere realizzate dagli studenti del Liceo Artistico "Alessandro Caravillani" di Roma nell'ambito di un progetto didattico svolto in collaborazione con l'INGV durante l'anno scolastico 2020-2021. Il progetto ha esplorato in modo innovativo le potenzialità del connubio fra scienza e arte nell'ambito della comunicazione scientifica, attraverso la realizzazione di opere grafiche e pittoriche sul tema dei "cinque segni vitali del pianeta". Il filmato creato per la manifestazione riproduce in sequenza le 26 opere realizzate nel corso del progetto, ciascuna delle quali è accompagnata da una breve riflessione dell'autore/autrice.

Nell'area espositiva INGV, inoltre, è stato messo a disposizione il materiale necessario affinché i visitatori potessero cimentarsi nella realizzazione di un'opera personale a partire da uno dei grafici che descrivono le variazioni dei parametri vitali del pianeta.

3.10 Osservazione e determinazione della temperatura dei corpi e di oggetti con la telecamera termica

È stata allestita una postazione con due telecamere termiche ad infrarosso (FLIR SC655, risoluzione 640x480 pixel, e FLIR A40, risoluzione 320x240 pixel), le cui immagini sono state proiettate sia a parete sia su schermo (Figura 8a). Ai visitatori è stato spiegato il principio di funzionamento di tali strumenti, come vengono utilizzati nel contesto di una rete multiparametrica di monitoraggio dei vulcani (Laboratorio di Termografia dell'OV) [5] e i vantaggi del monitoraggio in continuo delle immagini acquisite sia da telecamere tradizionali sia da quelle a infrarosso (Figura 8b). I visitatori hanno potuto verificare la capacità di rilevazione della radiazione termica di questi strumenti attraverso piccole e semplici esperienze come, ad esempio, l'osservazione della radiazione emessa dal proprio corpo. Hanno inoltre osservato che, se tra la telecamera e un corpo si interpone un oggetto in grado di non assorbire radiazione, come ad esempio un foglio di carta, la radiazione termica emessa dal corpo è comunque rilevata dallo strumento (Figura 8c). Infine, è stato distribuito ai visitatori materiale cartaceo esplicativo per tale strumentazione.



Figura 8 Attività divulgative svolte con la telecamera termica (a, b, c).

Figure 8 Dissemination activities carried out with the thermal camera (a, b, c).

3.11 Laboratorio interattivo sulle caratteristiche delle acque minerali e sulla loro percezione da parte del pubblico

L'attività esperienziale è finalizzata a dimostrare come l'acqua abbia caratteristiche organolettiche determinate da composizione chimica e quantità delle sostanze disciolte, e che la percezione sensoriale è in grado di restituire elementi di valutazione sulle sue caratteristiche chimico-fisiche, meglio dettagliate dalla strumentazione analitica. Il pubblico è coinvolto nella degustazione di quattro diversi tipi di acqua minerale di normale distribuzione commerciale, aventi contenuti salini differenti e gas disciolti derivanti da effervescenza naturale e gassificazione artificiale. Viene quindi chiesto di ordinare in scala di salinità crescente le acque degustate, procedendo poi alla verifica del contenuto Totale di Solidi Disciolti (TDS) attraverso un conducimetro elettrico da campo, per verificare l'esattezza dell'ordinamento effettuato per via organolettica. È inoltre discussa la differenza tra effervescenza naturale, derivante da condizioni di equilibrio chimico, e gassificazione artificiale, che dà luogo a una essoluzione più vigorosa delle bolle di gas. L'esperienza si conclude discutendo delle caratteristiche riportate nelle etichette delle bottiglie, e delle indicazioni che queste forniscono sulla possibile natura delle rocce che ospitano gli acquiferi dai quali le acque imbottigliate vengono estratte (Figura 9).

3.12 Dimostrazione dell'utilizzo di droni nelle Scienze della Terra

Sono state effettuate dimostrazioni di uno dei mezzi aerei a pilotaggio remoto, noti come droni, in dotazione all'OV. La dimostrazione ha riguardato un brevissimo decollo del drone della DJI modello Matrice 300RTK [6] in un'area esterna appositamente messa a disposizione dagli organizzatori. Numerosi visitatori incuriositi e interessati hanno assistito alla dimostrazione dopo una dettagliata spiegazione sull'utilizzo dei droni nell'ambito del monitoraggio vulcanico (Figura 9). È stato evidenziato che l'impiego dei droni in attività di controllo e monitoraggio di particolari ambienti naturali è sempre più diffuso; monitorare siti particolarmente ostili come campi fumarolici e crateri vulcanici attivi è una delle sfide più dure per la ricerca vulcanologica e per la comprensione dell'evoluzione dell'attività vulcanica fino alla possibile eruzione. I rilievi fotogrammetrici, geochimici e termici possono essere effettuati mediante l'utilizzo di droni offrendo la possibilità di disporre di una notevole mole di dati abbattendo i costi economici per la loro acquisizione.

Figura 9 Illustrazione dell'utilizzo dei droni nel monitoraggio vulcanico e dello svolgimento del laboratorio sulle proprietà delle acque minerali.

Figure 9 Illustration of the use of drones in volcanic monitoring and of the laboratory experiments on the properties of mineral waters.



3.13 Distribuzione di materiale didattico e di promozione dell'INGV

Ai visitatori sono stati distribuiti: *brochure* e segnalibri dell'OV, *gadget* INGV come palline di gomma raffiguranti la Terra, magneti, quaderni e borse di tela, i libri "Il Vesuvio negli occhi. Storie di osservatori" [7] realizzati dall'INGV, dall'OV e dalla Sezione di Palermo dell'INGV. È stato altresì distribuito un mini poster, in formato A4 realizzato dall'Osservatorio Etneo, sezione INGV di

Catania (OE), relativo al funzionamento e utilizzo della telecamera termica. Ai docenti dei gruppi scolastici in visita sono stati distribuiti libri di supporto all'attività didattica realizzati grazie al progetto "Edurisk" [8] ("Se arriva il terremoto" [9], "A lezione di terremoto" [10], "Terremoti come e perché" [11], "Noi e i vulcani" [12]) e il volume "ClimArt Immagini del cambiamento" [13] relativo al progetto omonimo realizzato dall'INGV, illustrato al Paragrafo 3.9.

4. Strumenti, attrezzature e pannelli

Nel corso della manifestazione sono stati utilizzati:

- una stazione sismica con *computer* portatile e *monitor* dedicato;
- due telecamere termiche dotate di treppiede e portatile dedicato con *monitor* o con proiezione a parete;
- alcuni *computer* portatili;
- due *monitor*;
- uno *Smart tv* da 40 pollici per visione video e *slideshow*.

Sono stati realizzati pannelli da tavolo in formato A4, per illustrare le attività di cui al punto 3 e per incuriosire e stimolare gli spettatori (Figura 2 e Appendice). Di seguito i titoli:

- *Compatta, omogenea o a strati?... ti sveliamo come è fatto l'interno della Terra!*
- *Prova a fare un salto e... vedi come si misura un terremoto!*
- *Un vulcano in miniatura... scopriamo insieme il Somma-Vesuvio con la carta geologica 3D!*
- *Come è fatto il "vestito" della Terra?... divertiamoci a ricomporre il puzzle delle placche terrestri!*
- *Leggere o pesanti, lucide o opache... impariamo a riconoscere le rocce vulcaniche!*
- *Gli equilibri chimici nelle acque sotterranee, una questione di... gusto.*
- *Equilibri tra gas e magma. Ti mostriamo come misuriamo e studiamo i gas vulcanici!*
- *Sei un tipo "caldo" o un tipo "freddo"? Scoprillo con... la telecamera termica!*
- *Ti va di mettere alla prova Vicky?².*

Sono stati realizzati e stampati pannelli relativi allo stato attuale del Vesuvio, dell'isola d'Ischia e dei Campi Flegrei, aggiornati ai più recenti bollettini di monitoraggio [14]. A supporto delle attività divulgative sono state inoltre utilizzate le carte geologiche dei Campi Flegrei, del Vesuvio e di Ischia.

Alle spalle dei ricercatori-*explainers* è stato posizionato un grande pannello, stampato su tela plastificata, sostenuto grazie a un supporto rigido di formato 200x200 cm, che ha avuto la funzione di catturare l'attenzione dei visitatori e di personalizzare la postazione. Sono state utilizzate due immagini: la prima, raffigurante il golfo di Napoli con la sagoma del Vesuvio, la seconda, una composizione che mette insieme idealmente le tre grandi aree tematiche dell'INGV: Ambiente, Terremoti e Vulcani. Questa immagine istituzionale è stata realizzata dal Laboratorio Grafica e Immagini dell'INGV ed è utilizzata nel portale *web* dell'Istituto (Figura 1).

5. Logistica, orari della manifestazione e turnazione

La manifestazione è iniziata il 23 novembre anziché il 22 come previsto a causa di un'emergenza meteo. L'orario della manifestazione è stato 9.00 - 14.00 per i giorni 23, 24 e 25 novembre, 10.00 - 17.00 per i giorni 26 e 27 novembre. Sono stati organizzati turni di presenza per tutti i giorni della manifestazione: il numero di ricercatori presenti è variato da sei a nove, necessari

² Vicky è il nome che è stato dato alla telecamera termica.

tutti per lo svolgimento delle attività proposte. Il personale in turno presso la postazione era facilmente riconoscibile grazie all'abbigliamento istituzionale INGV (Figura 10).

Figura 10 Una parte del team INGV presso la postazione a "Futuro Remoto 2022" (foto di Valeria De Paola).

Figure 10 Part of the INGV team at the "Futuro Remoto 2022" booth (photo by Valeria De Paola).



6. Contatti con l'organizzazione di Città della Scienza e comunicazione

Nei mesi e nei giorni precedenti, e anche durante la manifestazione, ripetuti incontri a fini organizzativi sono stati tenuti prevalentemente dal personale dell'OV con i referenti di Città della Scienza.

La manifestazione è stata pubblicizzata attraverso il sito web dell'INGV con una *news* [15] realizzata dall'Ufficio Stampa INGV. La *news* è stata diffusa attraverso i canali *social* [16] INGVcomunicazione e INGVvulcani. Il giorno dell'inaugurazione ulteriori dettagli della manifestazione sono stati diffusi dai canali *social* istituzionali di INGVcomunicazione. Le dimostrazioni scientifiche con drone sono state pubblicizzate mediante i canali *social* di Città della Scienza. Molti colleghi hanno inoltre condiviso e diffuso le fotografie della manifestazione e della postazione INGV tramite *Facebook* e altri *social media*.

7. Discussione e conclusioni

Grazie alle attività svolte, i visitatori hanno potuto confrontarsi e dialogare con il personale INGV presente sviluppando riflessioni sulle svariate tematiche proposte.

Il sereno clima di collaborazione e affiatamento che si è creato grazie ad atteggiamenti proattivi, competenze e professionalità del personale INGV che ha organizzato, realizzato e partecipato all'evento è stato l'ingrediente fondamentale per la riuscita interazione tra i ricercatori coinvolti e il pubblico. In particolare, la determinazione nel raggiungimento di obiettivi comuni e la capacità di *problem solving*, unite alla predisposizione al confronto e all'ascolto nel coinvolgere e incuriosire i visitatori, si sono dimostrati elementi essenziali nella comunicazione delle scienze della Terra per la costruzione di una società più consapevole. Infine, appare importante evidenziare come la compartecipazione di diverse Sezioni dell'Ente in questa Edizione di "Futuro Remoto 2022", abbia permesso al personale coinvolto di rafforzare il lavoro di squadra e scambiare le relative esperienze didattiche ed ai visitatori di attingere ad un maggiore spettro informativo relativo a diverse realtà geografiche e competenze scientifiche.

Ringraziamenti

Si ringraziano Francesca Di Laura e Daniela Riposati del Laboratorio Grafica e Immagini dell'INGV per la preziosa collaborazione offerta nelle fasi di progettazione e realizzazione della manifestazione.

Bibliografia

- Achiam M., Kupper F. and Roche J., (2022). *Inclusion, reflection and co-creation: responsible science communication across the globe*. JCOM 21 (04), E. <https://doi.org/10.22323/2.21040501>
- Orazi M., Peluso R., Caputo A., Capello M., Buonocunto C. and Martini M., (2008). *A multiparametric low power digitizer: project and results*. In: W. Marzocchi and A. Zollo (eds.), *Conception, verification and application of innovative techniques to study active volcanoes*, Roma, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 435460. ISBN 9788889972090.
- Giudicepietro F., (2000). *WinDrum: a program for the continuous seismic monitoring*. <https://www.ov.ingv.it/ov/doc/ofr00005.pdf>
- Long E., Patterson S., Maxwell K., et al., (2022). *COVID-19 pandemic and its impact on social relationships and health*. J Epidemiol Community Health 2022; 76:128-132. <https://jech.bmj.com/content/76/2/128>
- Weingart P., Joubert M., Connaway K., (2021). *Public engagement with science—Origins, motives and impact in academic literature and science policy*. PLOS ONE 16(7): e0254201. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254201>

Sitografia

- [1] <https://www.futuroremoto.eu/>
- [2] <http://www.cittadellascienza.it/>
- [3] <https://www.exploratorium.edu/>
- [4] <http://www.geol.lsu.edu/jlorenzo/Educational%20Seismology/SeisMEAUXgraph/L4.pdf>
- [5] <https://www.ov.ingv.it/ov/thermolab/index.html>
- [6] <https://www.dji.com/it/matrice-300/specs>
- [7] https://www.ov.ingv.it/ov/doc/vesuvio_negli_occhi.pdf
- [8] <https://www.edurisk.it/>
- [9] <https://www.edurisk.it/book/se-arriva-il-terremoto/>
- [10] <https://www.edurisk.it/book/a-lezione-di-terremoto/>
- [11] <https://www.edurisk.it/book/terremoti-come-e-perche/>
- [12] <https://www.edurisk.it/book/noi-e-i-vulcani/>
- [13] <https://ingvambiente.com/2022/09/20/elementor-13655/>
- [14] <https://www.ov.ingv.it/index.php/monitoraggio-e-infrastrutture/bollettini-tutti>
- [15] <https://www.ingv.it/it/stampa-e-urp/stampa/news/5264-futuro-remoto-a-citta-della-scienza-con-l-ingv-alla-scoperta-degli-equilibri-e-disequilibri-della-terra>
- [16] <https://www.ingv.it/it/divulgazione/canali-social>

ALLEGATO

Pannelli didattici stampati in formato A4 e utilizzati durante la manifestazione Futuro Remoto 2022, testi degli autori del presente articolo, realizzazione grafica di Francesca Di Laura (Laboratorio Grafica e Immagini INGV, Roma).

Prova a fare un salto e... vedi come si misura un terremoto!

Quello che hai davanti è un **sismografo**,
lo strumento che viene utilizzato
per visualizzare e **misurare i terremoti**
che si verificano all'interno della Terra.

**Se provi a saltare, sarai tu a
provocare un piccolo "terremoto"!**

**Potrai vedere così sullo schermo del pc
le oscillazioni del suolo prodotte
dal tuo salto, rilevate dal sensore
che vedi a terra.**

Se a saltare siete in due o più persone, **l'ampiezza
del segnale che vedrai aumenta, perché è
proporzionale alla "forza" del tuo salto.**

Senza esagerare, mi raccomando



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

Un vulcano in miniatura... scopriamo insieme il Somma-Vesuvio con la carta geologica 3D!

**Scopriamo insieme come è fatto
un vulcano, guardandolo dall'alto.**

Hai visto dove si trova il cratere?

Quello che hai davanti è il **Somma-Vesuvio**, che non ha la forma semplice di un cono. Infatti puoi vedere una cresta, quella del **Monte Somma**, e la relativa **caldera sommitale** all'interno della quale c'è il **Gran Cono** vesuviano.

È per questo che da Napoli il Vesuvio appare con **due cime** anziché una. Se guardi con attenzione, inoltre vedrai che ai diversi colori corrispondono i prodotti di diverse eruzioni.

Riesci a riconoscere le diverse colate di lava e la loro età?



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

Compatta, omogenea o a strati?... ti sveliamo come è fatto l'interno della Terra!

Cosa c'è all'interno della Terra, sotto i nostri piedi fino al centro del pianeta?

In superficie le rocce che vediamo costituiscono lo strato esterno della **crosta terrestre**, ma sai cosa si trova al di sotto? E ancora più giù?

La Terra è omogenea?
Riconosci il **mantello** e il **nucleo terrestri**?
E in cosa sono diversi?

Scopriamolo insieme aprendo questa "piccola Terra" e vedendo come è fatta dentro!

E secondo te, gli scienziati come hanno fatto a capirlo?



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

Come è fatto il “vestito” della Terra?... divertiamoci a ricomporre il puzzle delle placche terrestri!

Soffermiamoci sulla crosta terrestre, che insieme alla parte superiore del mantello forma la **litosfera**.

Sapevi che la litosfera non è un ‘guscio’ intero ma è suddivisa in tante “zolle” o “placche” tettoniche in continuo movimento l’una rispetto all’altra?

È per questo che il **mosaico** delle zolle e dei continenti cambia sempre nel tempo, anche se molto lentamente. Abbiamo riportato le placche su una superficie piana.

Sapresti ricostruire la posizione esatta delle placche terrestri nel puzzle?

Provacì!



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

Leggere o pesanti, lucide o opache... impariamo a riconoscere le rocce vulcaniche!

Quelle che hai davanti non sono comuni "pietre". Se le osservi con attenzione scoprirai che hanno qualcosa in comune.

Sono **rocce prodotte da eruzioni vulcaniche** di diverso tipo. Riesci a riconoscere **la più leggera**? Come si chiama? E perché è così leggera?

Prova a immaginare che tipo di attività eruttiva può aver prodotto questa roccia.

E tra quelle pesanti che differenze noti? Alcune sono opache, una invece è molto lucida. Come si chiama?

Hai mai visto rocce simili in natura? E nei muretti a secco o nei muri delle case?



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

Gli equilibri chimici nelle acque sotterranee, una questione di... gusto.

Le acque minerali che trovi nei supermercati, hanno tutte lo stesso sapore?

Vi è mai venuta la curiosità di sapere perché questo sapore cambia, e se ci racconta qualcosa **sul tipo di rocce da dove sgorgano le sorgenti** la cui acqua viene imbottigliata?

Cosa significano tutti quei numeri che troviamo scritti nelle etichette delle bottiglie?

**Scopriamolo insieme assaggiando
diversi tipi di acqua minerale,
misurando con gli strumenti alcune
loro caratteristiche chimiche, ed
ascoltando le storie che senso
e numeri ci raccontano.**



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

Equilibri tra gas e magma. Ti mostriamo come misuriamo e studiamo i gas Vulcanici!

I **gas vulcanici** sono come dei **tweet** inviati dal **magma** per raccontarci cosa succede in profondità.

Vieni a vedere il modello di un vulcano con camera magmatica ed i gas che escono dal cratere.

Ti spiegheremo come e perché i **vulcani** emettono continuamente i **gas** che vediamo uscire dai loro crateri.

Potrai vedere come si fa a prelevare e studiare i gas fumarolici di un vulcano per capire cosa succede al magma in profondità.



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

Equilibri tra gas e magma. Ti mostriamo come misuriamo e studiamo i gas Vulcanici!

I **gas vulcanici** sono come dei **tweet** inviati dal magma per raccontarci cosa succede in profondità.

Vieni a vedere il modello di un vulcano con camera magmatica ed i gas che escono dal cratere.

Ti spiegheremo come e perché i **vulcani** emettono continuamente i **gas** che vediamo uscire dai loro crateri.

Potrai vedere come si fa a prelevare e studiare i gas fumarolici di un vulcano per capire cosa succede al magma in profondità.



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

Ti va di mettere alla prova Vicky?

Vicky è il nome che, affettuosamente, abbiamo dato alla nostra **termocamera** (nome in codice **Flir A40M**), dopo anni di duro lavoro sull'isola di Vulcano (Isole Eolie), adesso è impiegata in **attività di divulgazione scientifica**, e le piace parecchio stare in compagnia di tanta gente "calorosa"!!!

Adesso facciamo qualche piccolo esperimento... prendi il sacchetto scuro, metti all'interno la tua mano e portala davanti l'obiettivo della telecamera.

Sorprendente vero?!

Ancora un altro, sfrega le tue mani per qualche secondo, poggiane una al petto stando davanti all'obiettivo.

Beh, è davvero straordinario!



TERRA:
alla costante ricerca
di un **EQUILIBRIO**

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<https://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<https://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

https://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

Coordinamento editoriale

Francesca DI STEFANO
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Progetto grafico

Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Impaginazione

Barbara ANGIONI
Patrizia PANTANI
Massimiliano CASCONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

©2023

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma
tel. +39 06518601

www.ingv.it



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

