



**GRUPPO OPERATIVO EMERSITO++  
EVENTO SISMICO ISCHIA 2017: CAMPAGNE DI MISURE  
GEOFISICHE  
Rapporto n.1**

**31/10/2017**

*Working group:*

Vassallo Maurizio<sup>2</sup>, Galluzzo Danilo<sup>4</sup>, Sapia Vincenzo<sup>5</sup>, Bobbio Antonella<sup>4</sup>, Cara Fabrizio<sup>1</sup>, Carandente Antonio<sup>4</sup>, Civico Riccardo<sup>1</sup>, Cogliano Rocco<sup>3</sup>, Cultrera Giovanna<sup>1</sup>, Cusano Paola<sup>4</sup>, De Vita Sandro<sup>4</sup>, Di Giulio Giuseppe<sup>2</sup>, Di Vito Mauro<sup>4</sup>, Esposito Roberta<sup>8</sup>, Famiani Daniela<sup>1</sup>, Giannattasio Fabio<sup>5</sup>, Marchetti Marco<sup>5</sup>, Marotta Enrica<sup>4</sup>, Milana Giuliano<sup>1</sup>, Moretti Milena<sup>6</sup>, Napolitano Ferdinando<sup>7</sup>, Nardone Lucia<sup>4</sup>, Petrosino Simona<sup>4</sup>, Pischiutta Marta<sup>1</sup>, Pucillo Stefania<sup>3</sup>, Riccio Gaetano<sup>3</sup>, Sepe Vincenzo<sup>6</sup>, Tarabusi Gabriele<sup>1</sup>, Tramelli Anna<sup>4</sup>.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV

<sup>1</sup>Sezione Roma1-Roma, Via di Vigna Murata 605, 00143 Roma, Italia

<sup>2</sup>Sezione Roma1-L'Aquila, Viale Francesco Crispi 43, 67100 L'Aquila, Italia

<sup>3</sup>Sezione Roma1-Grottaminarda, Contrada Ciavolone, 83035 Grottaminarda (AV), Italia

<sup>4</sup>Sezione di Napoli, Osservatorio Vesuviano, via Diocleziano 328, 80124, Napoli, Italia

<sup>5</sup>Sezione Roma2-Roma, Via di Vigna Murata 605, 00143 Roma, Italia

<sup>6</sup>Centro Nazionale Terremoti (CNT), Via di Vigna Murata 605, 00143 Roma, Italia

<sup>7</sup>Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Fisica "E.R. Caianiello", via Giovanni Paolo II, 132, 84084 Fisciano SA.

<sup>8</sup>Università degli Studi di Napoli Federico II, Centro Interdipartimentale di Ricerca L.U.P.T.

**Da citare come: GRUPPO OPERATIVO EMERSITO++ EVENTO SISMICO ISCHIA 2017: CAMPAGNE DI MISURE GEOFISICHE (2017), Rapporto n°1, doi:10.5281/zenodo.1039675.**

## **Rapporto n.1 del 31/10/2017**

Il gruppo INGV Emersito è una task force operativa a livello nazionale finalizzata a svolgere e coordinare le campagne di monitoraggio per gli effetti di sito a seguito di eventi sismici di forte magnitudo, o che comunque hanno dato luogo a un danneggiamento imputabile anche all'amplificazione del moto sismico in superficie.

A seguito del terremoto di Ischia del 21 Agosto 2017 (Gruppo di Lavoro INGV sul terremoto dell'isola di Ischia, 2017) e delle indagini preliminari svolte per lo studio degli effetti di sito nell'area ipocentrale (Cultrera et al., 2017), Emersito si è coordinato con il personale dell'INGV-Osservatorio Vesuviano, di INGV-Roma2, di INGV-CNT e delle Università degli Studi di Salerno e Napoli, per condurre studi di effetti di sito e indagini propedeutiche alla Microzonazione sismica nei comuni di Casamicciola Terme e Lacco Ameno (Ocdpc n. 476 del 29 agosto 2017, [http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view\\_prov.wp?contentId=LEG65518](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?contentId=LEG65518)). Il gruppo di lavoro (denominato Emersito++ in questo report) ha eseguito diverse misure sismologiche ed elettromagnetiche nel mese di Ottobre 2017, investigando i comuni di Casamicciola Terme e di Lacco Ameno nelle aree maggiormente danneggiate dall'evento sismico del 21 Agosto 2017.

Segue l'elenco delle misure effettuate e una loro breve descrizione.

**Misure di vibrazioni sismiche ambientali in 60 siti**, installando stazioni singole temporanee equipaggiate con sensore velocimetrico a 3 componenti (Lennartz 5 s) e acquisitore digitale ad alta dinamica (Reftek RT130 o Marslite). Le misure sono state effettuate fra il 03 e il 06 ottobre 2017, acquisendo almeno un'ora di rumore sismico ad ogni sito. La distribuzione dei punti di misura (Figura 1) è stata scelta sia sulla base di considerazioni logistiche legate all'installazione, sia tenendo conto dei danni osservati in seguito al terremoto (informazioni fornite dal gruppo operativo QUEST, Azzaro et al., 2017) e alle informazioni geologiche/stratigrafiche disponibili per l'area investigata. La distribuzione delle misure vede una maggiore concentrazione di stazioni nelle aree più danneggiate e misure sparse nelle rimanenti aree comunali. Inoltre, per caratterizzare le diverse unità geologiche/vulcanologiche abbiamo disposto alcune stazioni lungo transetti orientati in direzione Nord/Sud per i quali abbiamo informazioni geologiche/stratigrafiche di dettaglio.

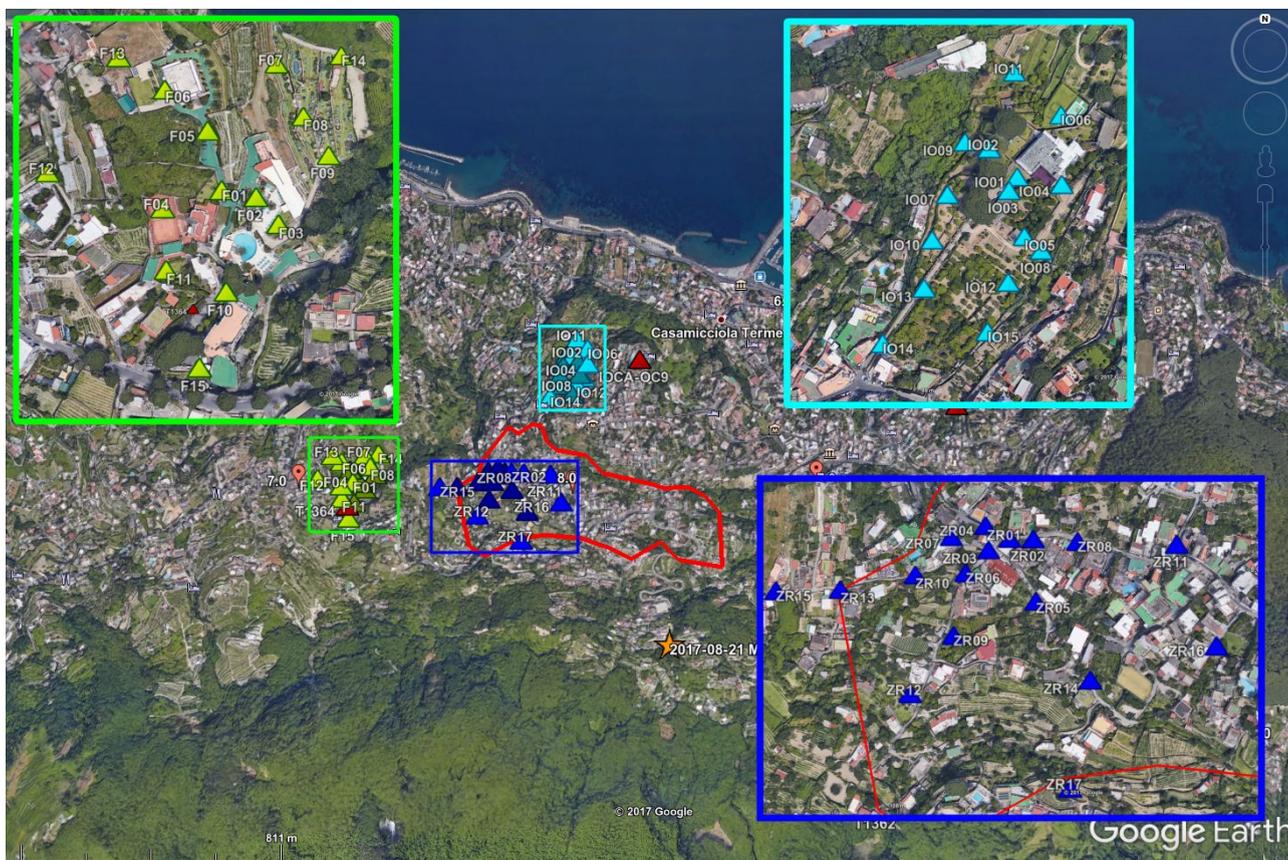




**Fig. 1.** Misure di rumore sismico eseguite a Casamicciola Terme e a Lacco Ameno (triangoli viola). Le stazioni sismiche temporanee SISMICO e le stazioni della rete dell'Osservatorio Vesuviano sono rappresentate dai triangoli rossi. Le linee blu indicano la proiezione in superficie delle sezioni geologiche/stratigrafiche di dettaglio seguite per l'installazione di parte delle stazioni temporanee. La linea rossa delimita la zona rossa di Casamicciola Terme (Azzaro et al., 2017), i fumetti di diverso colore rappresentano l'intensità macrosismica associata al terremoto di Ischia del 21 Agosto 2017 la cui posizione epicentrale è rappresentata dalla stella arancione (Gruppo di Lavoro INGV sul terremoto dell'isola di Ischia, 2017).

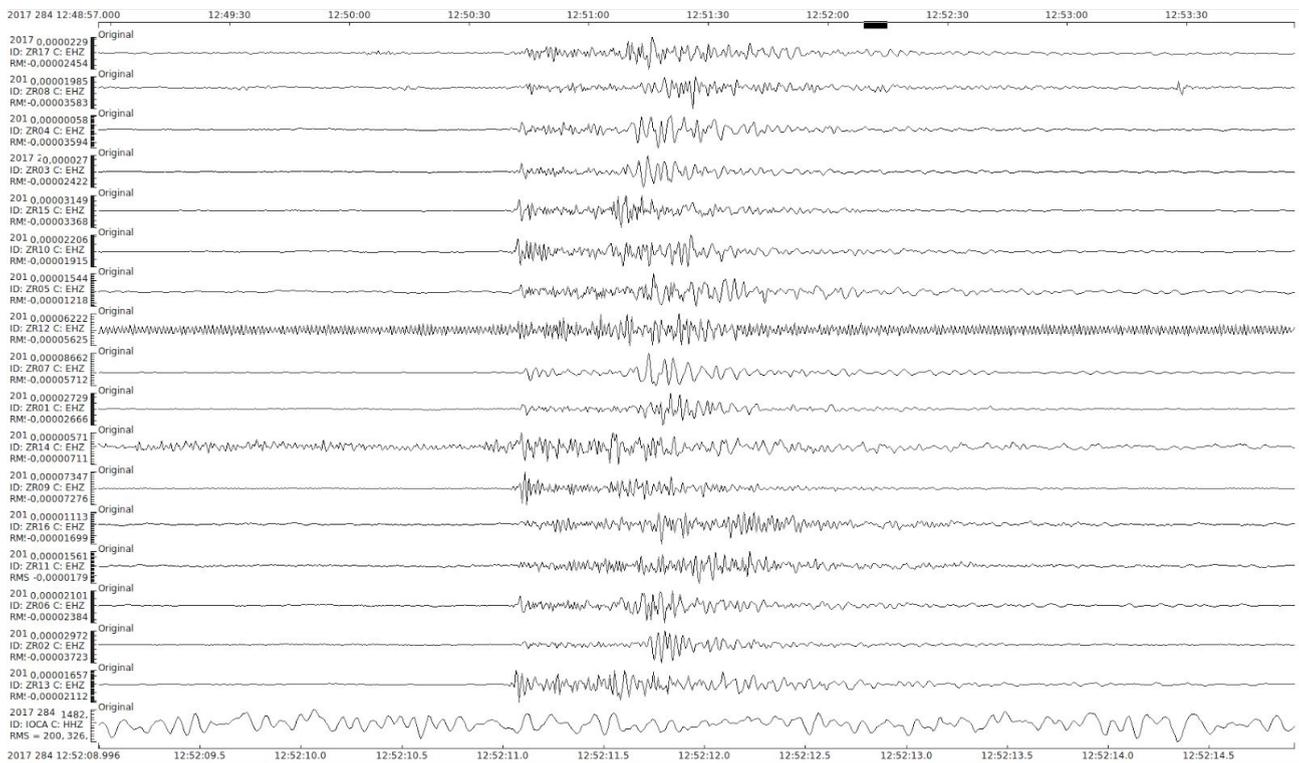
**Installazione di tre array di stazioni sismiche in configurazione bidimensionale** in zona rossa di Casamicciola Terme, nella frazione di Bagno (Lacco Ameno), e in località Sentinella (Casamicciola Terme), rispettivamente. I tre array sismici sono stati installati tra il 10 e il 13 Ottobre 2017. Anche in questo caso la posizione degli array (Figura 2) è stata scelta in base a criteri logistici di accessibilità dei siti di misura e a valutazioni sul danneggiamento osservato in seguito all'evento sismico del 21 Agosto 2017. Per ogni array, le singole stazioni (equipaggiate con sensore Lennartz 5 s e acquirente Reftek RT130) hanno acquisito segnale in contemporanea per almeno 90 minuti. Il passo di campionamento alle stazioni è stato settato a 250 Hz, ogni stazione sismica è dotata di un ricevitore GPS che assicura il sincronismo dei tempi. Per il posizionamento

di ogni singola stazione si è usata la strumentazione Leica GPS 1200 in comunicazione RTK che ha permesso di stimare la posizione delle stazioni con precisione centimetrica.



**Fig. 2.** Posizione dei tre array sismici in zona rossa di Casamicciola Terme (triangoli blu), nella frazione di Fango (Lacco Ameno, triangoli verdi) e in località Sentinella (Casamicciola, triangoli azzurri). Nei riquadri vengono mostrate le configurazioni delle stazioni sismiche dei tre diversi array.

Durante il periodo di acquisizione dell'array in zona rossa di Casamicciola, è stato registrato un evento sismico (osservato alle stazioni dell'array a partire dalle 12:52:11 dell'11/10/2017, avente una durata di circa 2.5 s) ben visibile su tutte le registrazioni delle 17 stazioni dell'array (Figura 3). Il segnale sismico relativo a questo evento non è presente nelle tracce relative alle stazioni della Rete dell'Osservatorio Vesuviano installate sull'isola e in quelle relative alle stazioni temporanee SISMICO installate in seguito al terremoto del 21 Agosto 2017 (Galluzzo et al., 2017). Sulla base di questa osservazione, il gruppo INGV-SISMICO ha recentemente provveduto ad incrementare il numero delle stazioni della rete temporanea operante sull'isola, installando una nuova stazione nella zona rossa di Casamicciola, in prossimità del centro dell'array (Galluzzo et al., 2017).



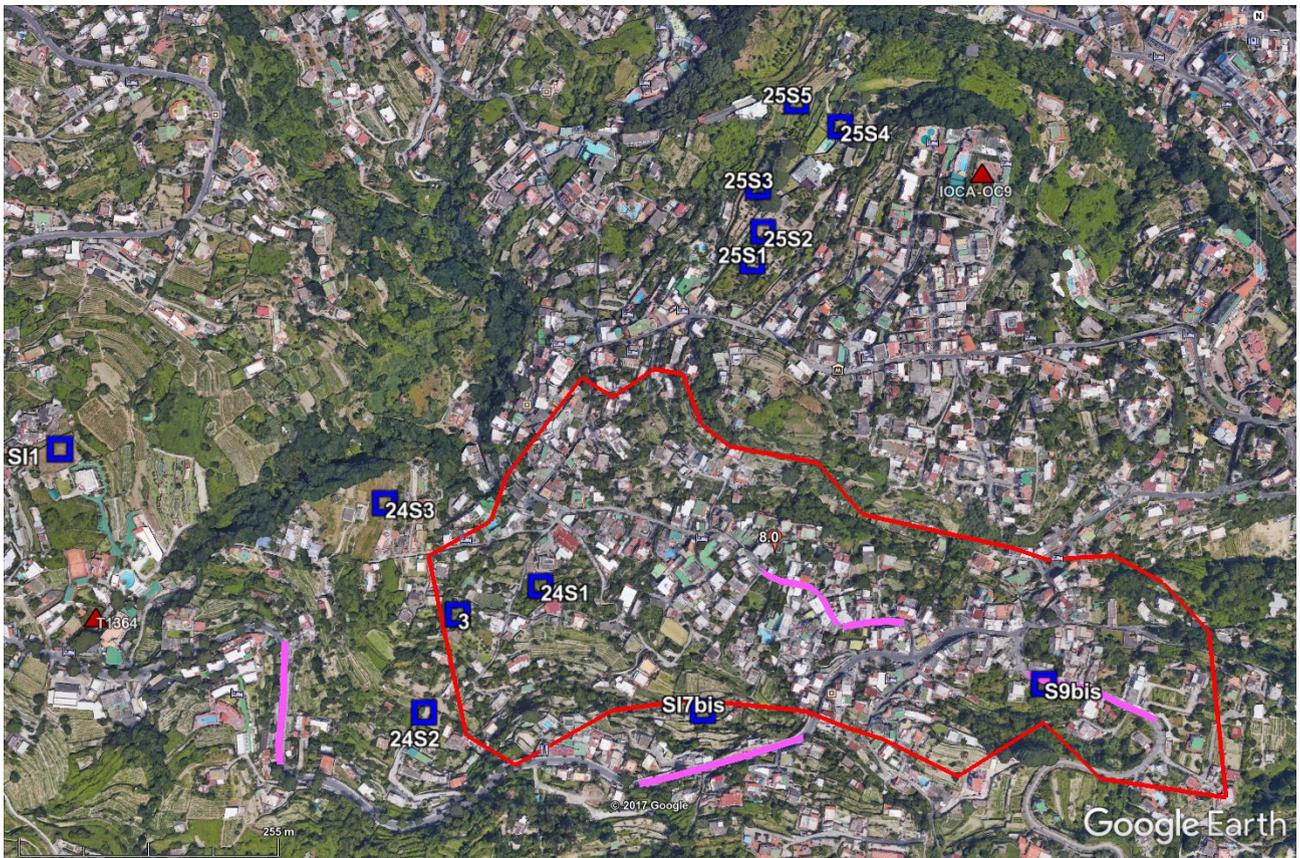
**Fig. 3.** Serie temporali dell'evento sismico registrato in zona rossa di Casamicciola il giorno 11/10/2017 alle 12:52:11 UTC. Le registrazioni sono relative alle componenti verticali delle 17 stazioni dell'array. L'ultima traccia è la registrazione della componente verticale della stazione IOCA (distante circa 600 m dal centro dell'array).

**Indagini elettromagnetiche nel dominio del tempo (TDEM) e misure di geoelettrica capacitiva** per la definizione delle resistività elettriche del sottosuolo. Le suddette indagini geofisiche sono state eseguite sia all'interno che nei dintorni della zona rossa di Casamicciola Terme per un totale di 12 sondaggi TDEM e 5 profili di geoelettrica capacitiva (Figura 4). La campagna di indagine è stata svolta in due periodi diversi, il primo tra il 05 e il 06 ottobre 2017 e il secondo tra il 24 e il 25 ottobre 2017. Per le misure TDEM è stato utilizzato un Digital Protem (Geonics Ltd) equipaggiato da un'unità trasmittente a bassa potenza (trasmettitore 47) e un'antenna ricevente monodimensionale, ad alta frequenza, per la rilevazione della componente verticale del campo magnetico indotto. Questa tecnica di prospezione sfrutta il principio dell'induzione elettromagnetica per ricavare modelli che descrivono i contrasti di resistività elettrica del sottosuolo. Date le condizioni logistiche molto complesse dell'area rilevata e la disponibilità di spazi ridotti, le misure TDEM sono state eseguite per mezzo di loop di piccole dimensioni, 10 m di lato (con doppio avvolgimento), in configurazione offset. Il segnale misurato dall'unità ricevente è un transiente che rappresenta le variazioni del campo magnetico secondario (espresso in nV) in funzione del tempo (millisecondi).



Le misure di geoelettrica capacitiva sono state eseguite mediante l'utilizzo dello strumento OhmMapper TR1 (Geometrics) che consente di acquisire dati di resistività elettrica del sottosuolo, a piccole profondità in tempi molto rapidi. La tecnica si basa sul principio dell'accoppiamento capacitivo, cioè il passaggio della corrente alternata attraverso un condensatore, per induzione e non per contatto come avviene nel caso della tomografia elettrica classica (ad accoppiamento galvanico) che invece utilizza elettrodi infissi nel terreno per immettere la corrente nel sottosuolo. L'energizzazione del terreno avviene attraverso un dipolo trasmittente che opera a una frequenza di 16,5 kHz, mentre tre dipoli riceventi campionano le differenze di potenziale elettrico che si generano al passaggio della corrente nel sottosuolo. Le misure sono state effettuate da un operatore che, trascinando lo strumento, ha acquisito diversi profili lineari percorrendo anche alcune strade in pieno centro storico della zona rossa di Casamicciola Terme. I dati acquisiti sono stati georiferiti grazie all'utilizzo congiunto di un GPS che ha consentito l'acquisizione della posizione precisa dei tracciati eseguiti sul terreno di indagine.

La configurazione utilizzata dallo strumento è assimilabile a quella di un dipolo-dipolo quindi molto sensibile alle variazioni orizzontali della resistività elettrica: per questo il metodo è particolarmente adatto all'individuazione di strutture verticali come, ad esempio, cavità o discontinuità geologiche. Per aumentare la profondità di investigazione nel sottosuolo, sono stati utilizzati dei dipoli lineari da 10 m, e i profili sono stati eseguiti aumentando la distanza tra dipolo trasmittente e dipoli riceventi.



**Fig. 4.** Posizione dei sondaggi TDEM (quadrati blu) e dei profili eseguiti per le indagini di geoelettrica capacitiva (linee fucsia) effettuate nel comune di Casamicciola Terme e nella frazione di Fango (Lacco Ameno).

## Risultati attesi

Le analisi dei dati acquisiti in queste missioni permetterà di ricavare:

- Rapporti spettrali H/V, frequenze di risonanza e polarizzazione del rumore sismico ambientale. A tale scopo verranno utilizzati sia le registrazioni a singola stazione, sia le registrazioni alle stazioni degli array che i dati acquisiti dalla rete temporanea SISMO attualmente operante sull'isola (Galluzzo and Nardone, 2017).
- Le registrazioni sismiche ai tre array installati consentiranno di stimare le curve di dispersione della velocità di fase apparente e usando opportuni algoritmi di inversione si stimeranno modelli di velocità locali 1D.

- Le misure TDEM permetteranno di elaborare modelli 1D di resistività del sottosuolo sino a profondità variabili da pochi metri a qualche decina di metri in funzione della geologia e delle condizioni ambientali dei siti di misura. I profili di geoelettrica capacitiva restituiranno delle sezioni 2D di resistività elettrica del sottosuolo sino a profondità variabili tra i 10-15 m circa in funzione delle distanze tra dipolo trasmittente e dipoli riceventi adottate.

## **Bibliografia**

Azzaro R., S. Del Mese, G. Martini, S. Paolini, A. Screpanti, V. Verrubbi A. Tertulliani (2017), QUEST - Rilievo macrosismico per il terremoto dell'isola di Ischia del 21 agosto 2017, Rapporto interno INGV, doi: 10.5281/zenodo.849091.

Cultrera et al. (2017). Gruppo Operativo Emersito: Evento Sismico Ischia 2017, Rapporto n.1 del 23/08/2017.

Galluzzo D., L. Nardone (2017). Report dell'intervento SISMIKO n.2, Rapporto Interno INGV.

Galluzzo D., L. Nardone (2017). Report dell'intervento SISMIKO n.6, Rapporto Interno INGV.

Galluzzo D., L. Nardone, G. Scarpato (2017). Report dell'intervento SISMIKO n.7, Rapporto Interno INGV.

Gruppo di Lavoro INGV sul terremoto dell'isola di Ischia (2017). Rapporto di sintesi preliminare sul Terremoto dell'isola d'Ischia (Casamicciola) M4.0 del 21 agosto 2017 (6 settembre 2017), doi: 10.5281/zenodo.886045



## Esclusione di responsabilità e limiti di uso delle informazioni

*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 all'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<sup>1</sup> ha finalità informative circa le osservazioni e i dati acquisiti dalle Reti di monitoraggio e osservative gestite dall'INGV.*

*L'INGV fornisce informazioni scientifiche utilizzando le migliori conoscenze scientifiche disponibili al momento della stesura dei documenti prodotti; 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.*

*L'INGV non è responsabile dell'utilizzo, anche parziale, dei contenuti di questo documento da parte di terzi e di eventuali danni arrecati a terzi derivanti dal suo utilizzo.*

*La proprietà dei dati contenuti in questo documento è dell'INGV.*



Quest'opera è distribuita con Licenza

[Creative Commons Attribuzione - Non opere derivate 4.0 Internazionale.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

<sup>1</sup>Questo documento rientra nella categoria di livello 3 come definita nei "Principi della politica dei dati dell'INGV (D.P. n. 200 del 26.04.2016)".