



# Bollettino di Sorveglianza Vulcani Campani

## Febbraio 2014

### 1 – VESUVIO

L'attività del Vesuvio non mostra particolari anomalie o variazioni rispetto alle osservazioni precedenti relative ai parametri geofisici. La sismicità, con 49 eventi rilevati nell'ultimo mese, permane dal 2000 ad un livello di bassa energia ed è localizzata nella parte centrale della struttura vulcanica, molto superficiale.

Anche le deformazioni del suolo non mostrano trend significativi, eccetto una persistente leggera subsidenza dell'area del cono vesuviano, osservata ormai da decenni.

Sono state ripristinate le condizioni per l'effettuazione dei campionamenti nel cratere per le analisi geochimiche dei gas fumarolici. Dal prossimo bollettino saranno di nuovo riportati i risultati di tali misure.

#### 1.1 - Sismicità

Nel corso dell'ultimo mese al Vesuvio sono stati registrati 49 terremoti (Fig. 1.1.1). E' stato possibile determinare l'ipocentro di 4 eventi. La magnitudo massima registrata è stata pari a 1.9. Non si evidenziano trend significativi nei parametri sismologici (Fig. 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5).

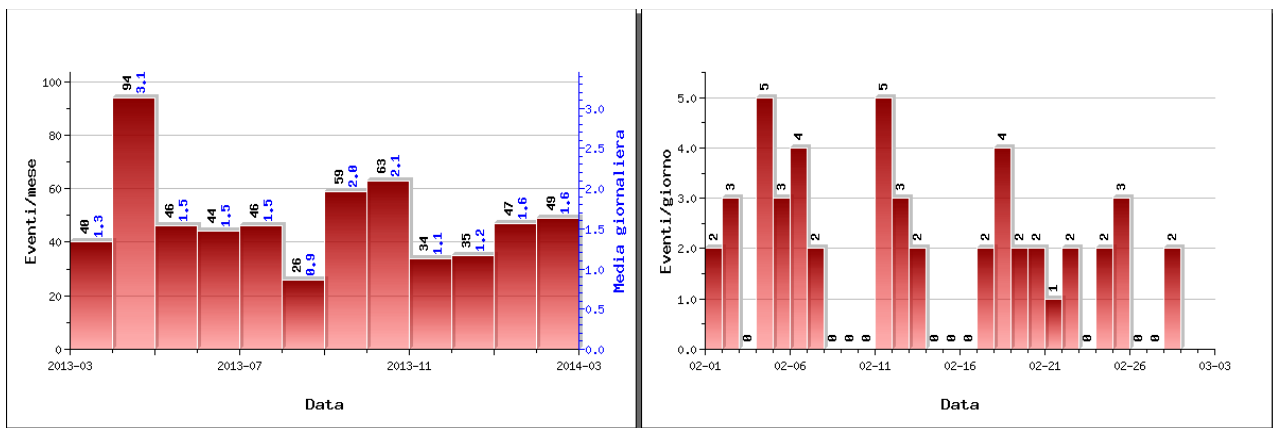


Figura 1.1.1 – A sinistra il numero di eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 583), mentre a destra quelli avvenuti nell'ultimo mese (in totale 49).

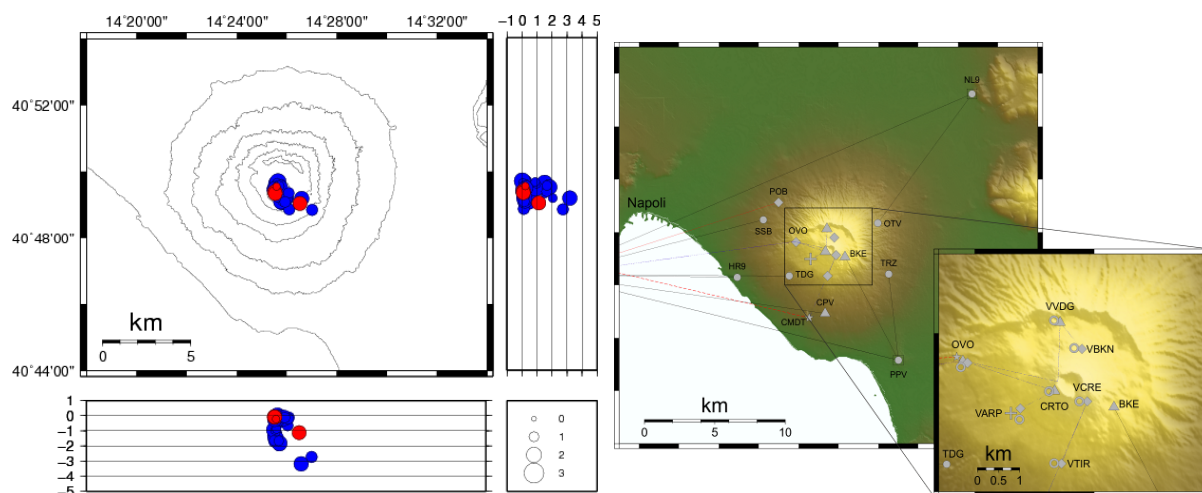


Figura 1.1.2 – Localizzazioni ipocentrali al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (51 eventi in blu) e dell'ultimo mese (4 eventi in rosso). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica del Vesuvio.

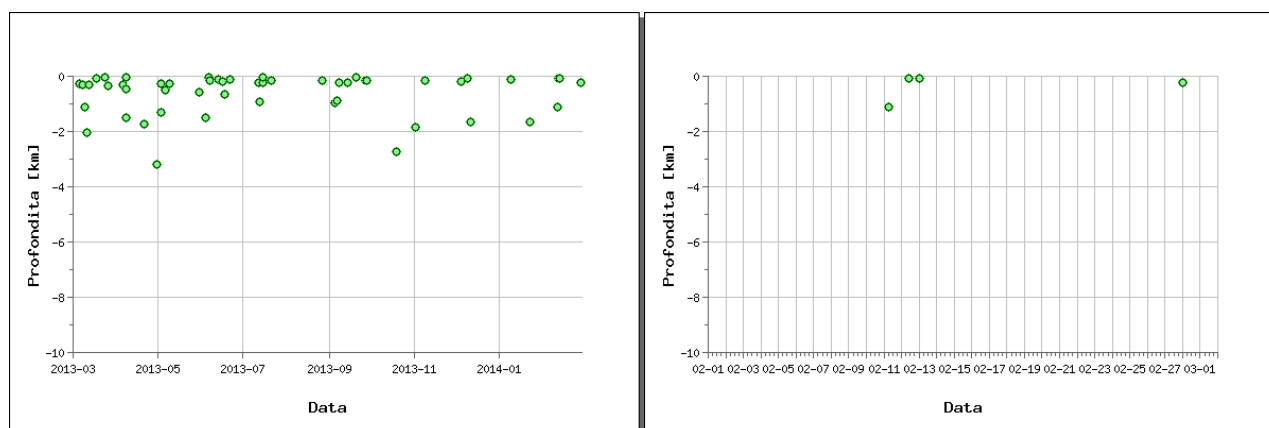


Figura 1.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

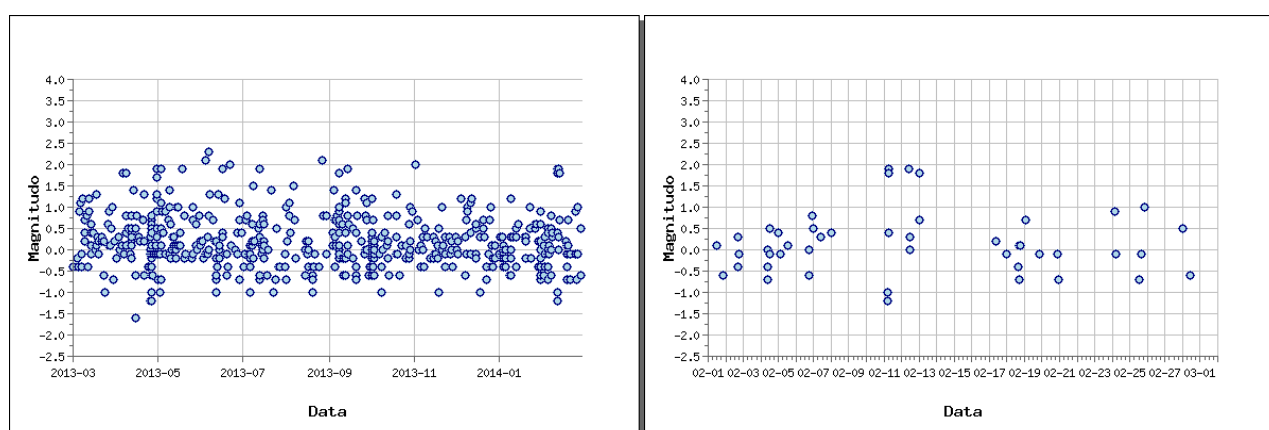


Figura 1.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

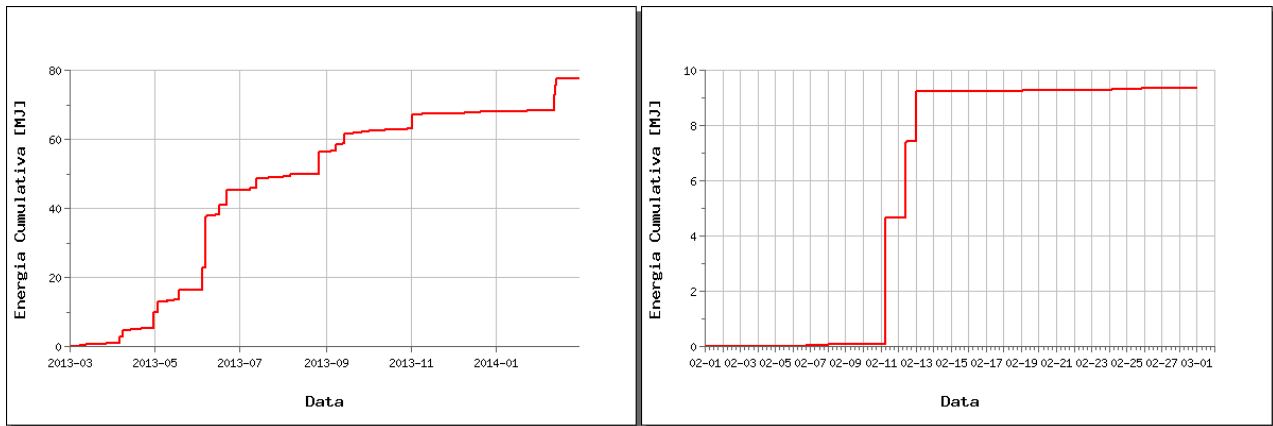


Figura 1.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

## 1.2 - Deformazioni del Suolo

Non si evidenziano deformazioni del suolo significative e comunque imputabili a fenomeni vulcanici. Continua una leggera subsidenza dell'area del cono del Vesuvio, al ritmo di circa 1 cm all'anno.

## 2 - CAMPI FLEGREI

Nel corso del mese non sono evidenziati ulteriori sollevamenti del suolo nell'area flegrea, e è stato rilevato un solo evento sismico, di magnitudo molto bassa ( $M=0.1$ ). Per il periodo di riferimento non sono riportate nuove misure sulle emissioni fumaroliche e sui flussi di gas. Il monitoraggio dell'area flegrea permane ad un livello di attenzione.

### 2.1 - Sismicità

Ai Campi Flegrei, nel corso dell'ultimo mese, è stato registrato un solo terremoto. L'evento è avvenuto il 15/2/2014 alle 06:00 UT ( $M=0.1$ ) ed è stato localizzato nel settore settentrionale dell'area flegrea (Fig.2.1.2).

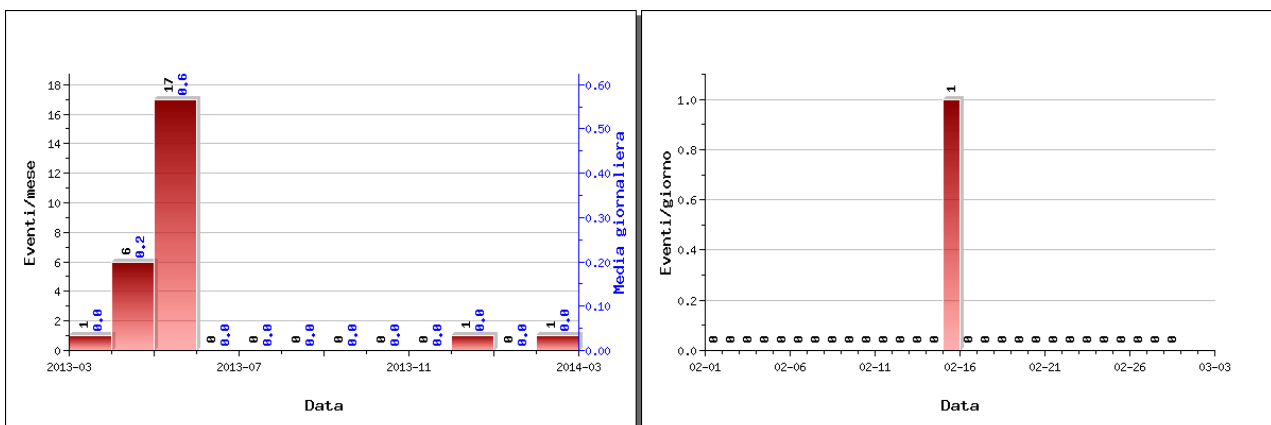


Figura 2.1.1 – A sinistra il numero di eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 26), mentre a destra quelli avvenuti nell'ultimo mese (in totale 1).

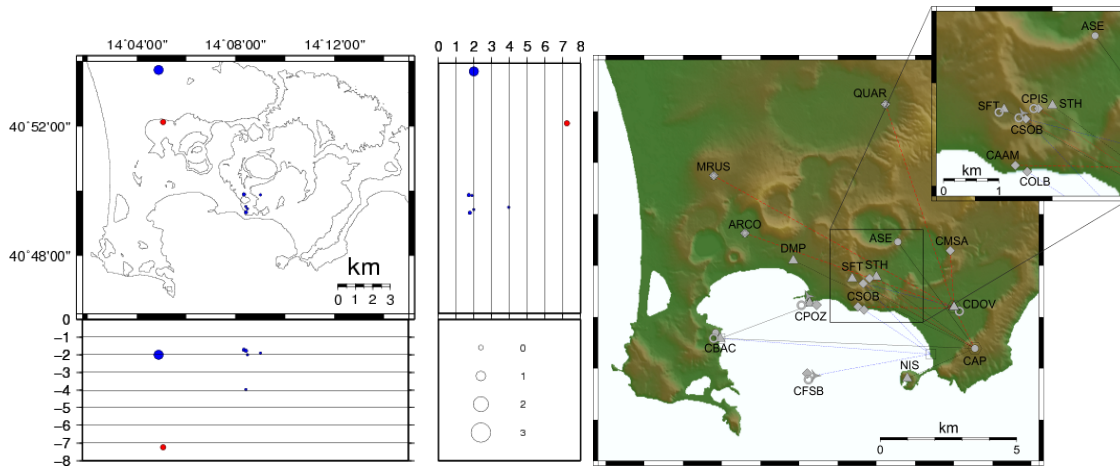


Figura 2.1.2 – Localizzazioni ipocentrali ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (7 eventi in blu) e dell'ultimo mese (1 evento in rosso). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica dei Campi Flegrei.

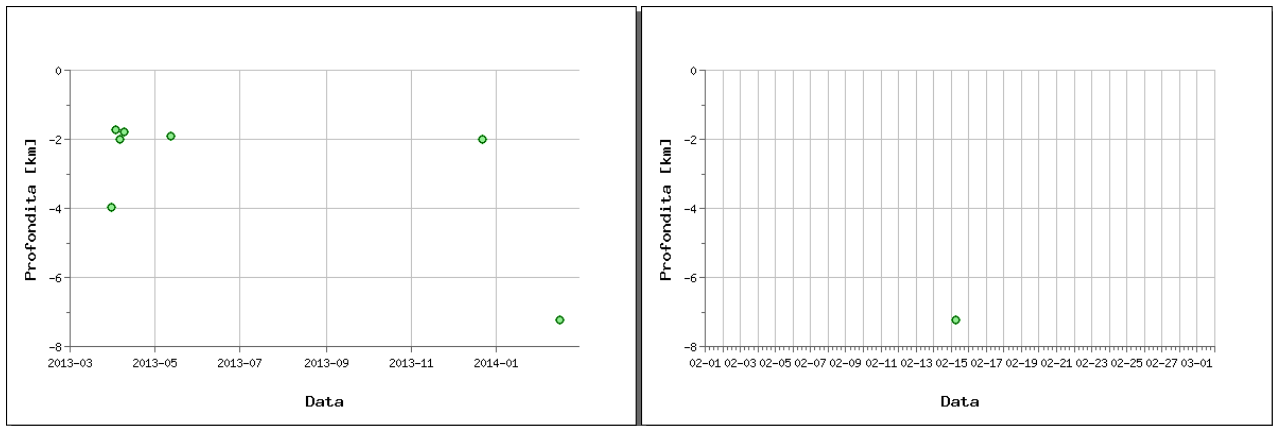


Figura 2.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

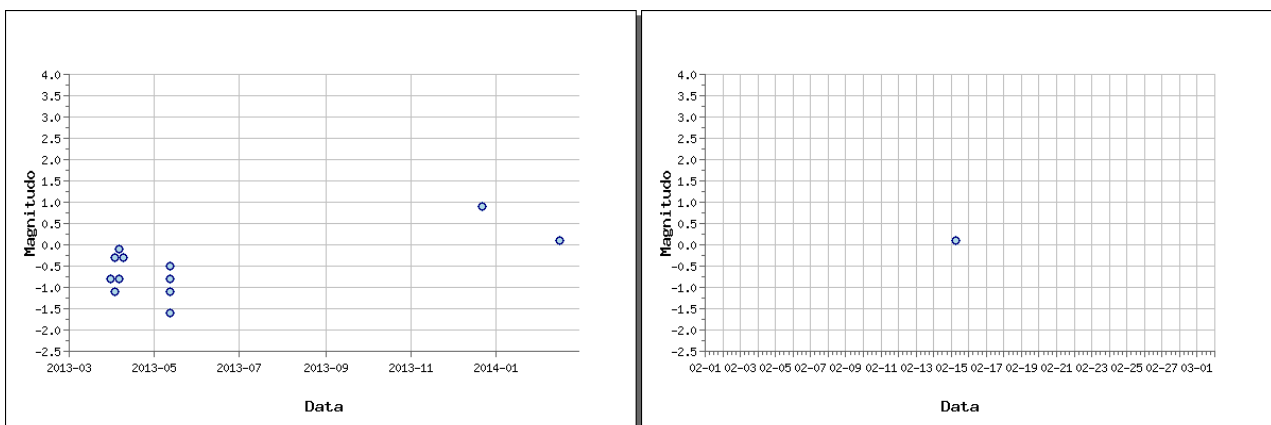


Figura 2.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

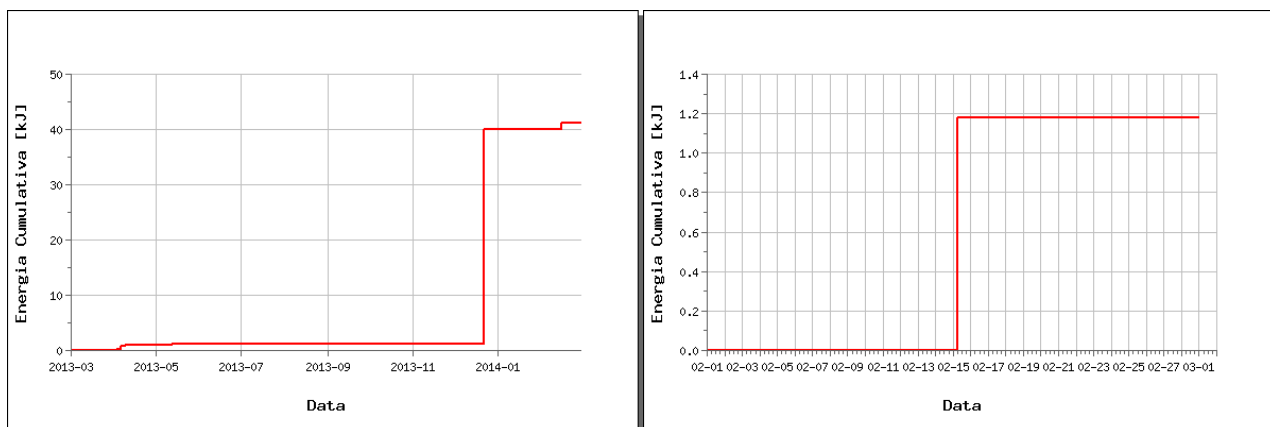


Figura 2.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

## 2.2 - Deformazioni del Suolo

Dagli inizi di maggio 2013 non si evidenziano significative deformazioni del suolo ai Campi Flegrei (Fig. 2.2.2)

Alla stazione GPS di RITE, localizzata a Pozzuoli nell'area di massima deformazione verticale, il sollevamento complessivo dal 2005 ad aprile 2013 è stato di circa 23 cm (Fig. 2.2.1).

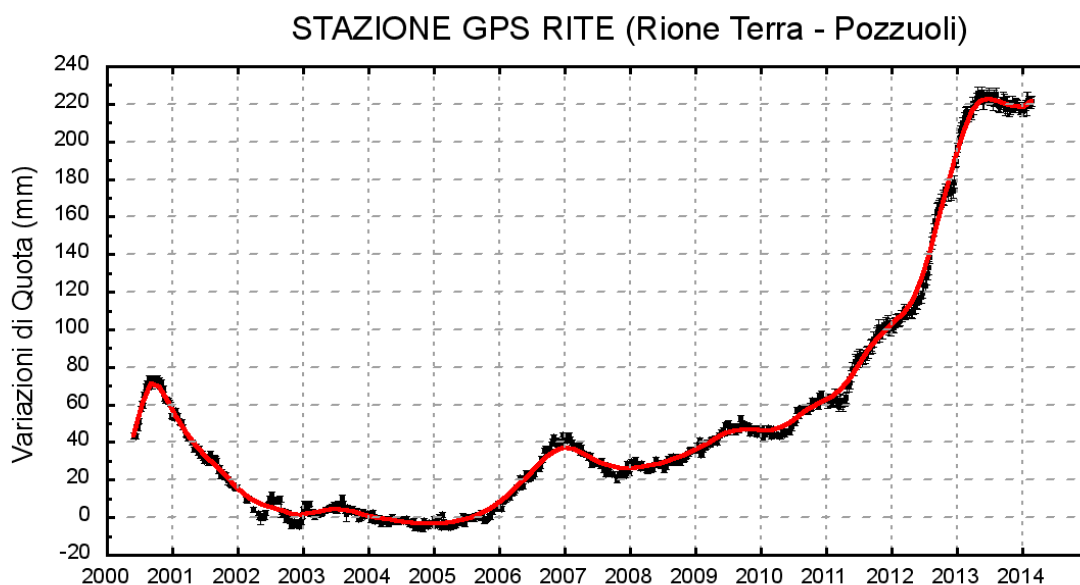


Fig. 2.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di RITE (Pozzuoli) dal 2000 al 28 febbraio 2014

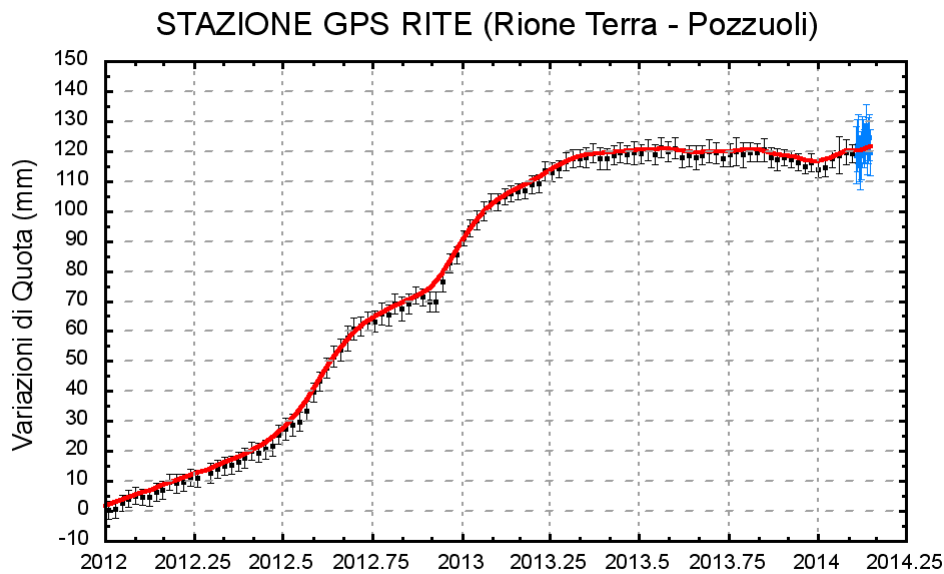


Fig. 2.2.2: Serie temporale delle variazioni in quota della stazione di RITE (Pozzuoli) dal 01 gennaio 2012 al 24 febbraio 2014 (vedi bollettino settimanale)

## 2.2 – Geochimica dei Fluidi

L'attività di monitoraggio svolta nel mese di Febbraio ha riguardato: l'acquisizione in continuo di dati di flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo e della temperatura della fumarola principale a Pisciarelli; il campionamento delle fumarole della Solfatara (BG e BN) e di Pisciarelli. Qui di seguito vengono riportate le osservazioni più rilevanti sui nuovi dati:

Nel periodo di riferimento il rapporto CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O, che aveva subito un incremento negli ultimi campionamenti raggiungendo valori mai misurati nelle fumarole della Solfatara (~0.35, Fig. 2.3.1), è leggermente diminuito (~0.33). Tali variazioni, fino ad ora interpretate solo come un aumento nella componente profonda di derivazione magmatica dei fluidi fumarolici, possono in parte derivare anche da un aumento dei flussi di gas all'interno del sistema idrotermale e alla sua pressurizzazione (vedi punto sotto), processo che potrebbe comportare la condensazione di parte del vapore d'acqua originale.

L'analisi di geoindicatori di Temperatura e Pressione, basati sulle composizioni delle fumarole BG e BN, indicano la progressiva pressurizzazione delle parti più superficiali del sistema idrotermale della Solfatara. In particolare la PCO<sub>2</sub> d'equilibrio stimata all'interno del sistema gassoso H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>-CO (Chiodini et al., 2011) sta aumentando dal 2007 (Fig. 2.3.2). L'aumento della stima della PCO<sub>2</sub> in gran parte riflette l'aumento nelle concentrazioni di monossido di carbonio (CO) dei fluidi fumarolici. In genere alti contenuti di CO caratterizzano sistemi vulcanici ad elevata temperatura mentre fumarole alimentate da sistemi idrotermali mostrano concentrazioni più basse. Dati di CO sono disponibili alla Solfatara di Pozzuoli fin dalla crisi del 1983-84 (fumarola BG, Fig. 2.3.3). Dopo un primo periodo di oscillazioni della concentrazioni, si è assistito a partire dal 2000 ad un ben definito trend di crescita delle concentrazioni, trend che è ancora in corso;

Il rapporto CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> (Fig. 2.3.4) continua a mostrare picchi positivi, interpretabili come dovuti all'arrivo di fluidi magmatici ossidanti, e a basso contenuto in CH<sub>4</sub>, nel sistema idrotermale (Chiodini 2009). I vari picchi osservabili nel cronogramma di Fig. 2.3.4 corrisponderebbero quindi ad eventi di degassamento magmatico e conseguente immissione di fluidi magmatici nel sistema idrotermale che alimenta le fumarole della Solfatara. Nel

periodo d'osservazione sono assimilabili alla coda di un picco del rapporto  $CO_2/CH_4$ , precedentemente identificato, che potrebbe corrispondere alla uscita dei fluidi coinvolti negli ultimi episodi deformativi di fine 2012 - inizio 2013. Per maggiori dettagli su tale processo si rimanda ad un lavoro specifico di recente pubblicazione (Chiodini et al., 2012).

Il processo di pressurizzazione della parte più superficiale del sistema idrotermale, iniziato a partire dal 2006 e tuttora in corso, potrebbe causare la variazione macroscopica dell'area di emissione che da qualche anno interessa l'area di Pisciarelli e che ha riguardato: l'apertura di vent fumarolici e di polle bollenti, l'emissione di fango, attività sismica localizzata, l'aumento della temperatura delle fumarole (Figg. 2.3.6, 2.3.7), l'aumento dei flussi misurati in continuo dalla stazione FLXOV3 (Fig 2.3.8). Tale aumento, che sembrava essere culminato nel periodo 2012-primi mesi 2013, è ripreso a Novembre ed è tuttora in atto mostrando valori misurati di flussi di  $CO_2$  in assoluto più elevati dal 2007.

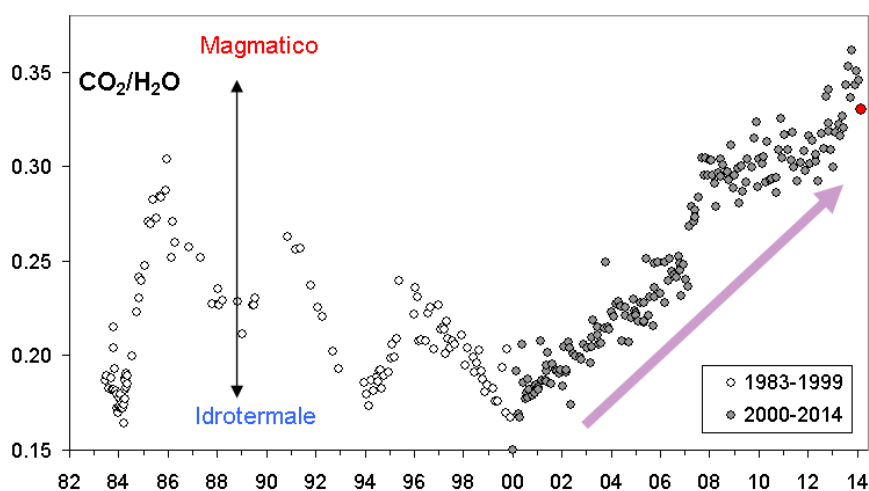


Fig 2.3.1 Cronogramma del rapporto  $CO_2/H_2O$  per la fumarola BG. In grigio sono riportati i dati a partire dal 2000, quando è iniziato un trend d'aumento del rapporto  $CO_2/H_2O$ , indicativo di una crescente frazione della componente magmatica nei fluidi fumarolici. In rosso sono evidenziati i valori relativi ai campioni analizzati nel mese di Febbraio.

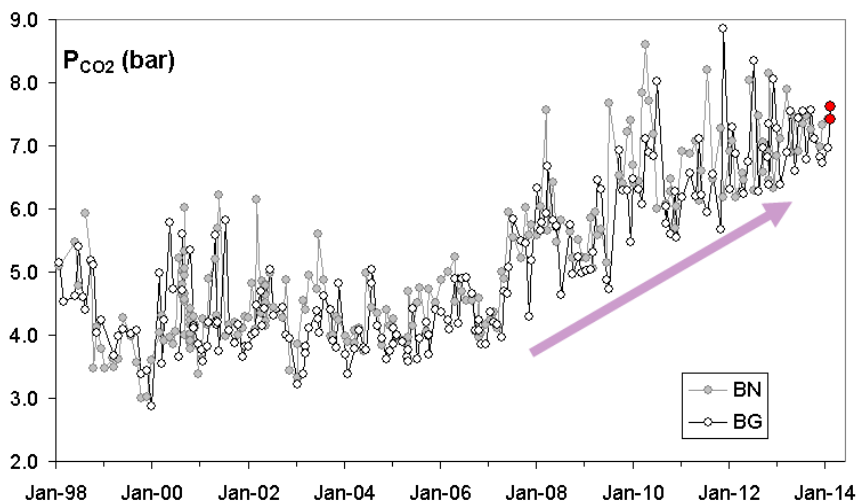


Fig 2.3.2 -Cronogramma della pressione di  $CO_2$  d'equilibrio stimata nel sistema  $H_2O-CO_2-H_2-CO$  per le fumarole BG e BN. In rosso sono evidenziati i dati relativi agli ultimi campioni analizzati (Febbraio 2014).

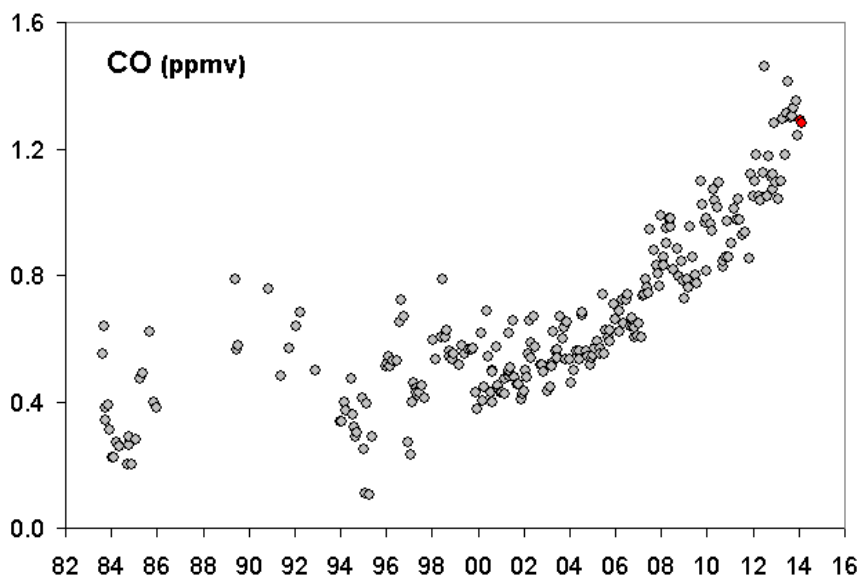


Fig. 2.3.3 – Variazioni della concentrazione di monossido di carbonio (CO) misurato alla fumarola BG a partire dal 1983. In rosso sono evidenziati i valori relativi al campione di Febbraio 2014.

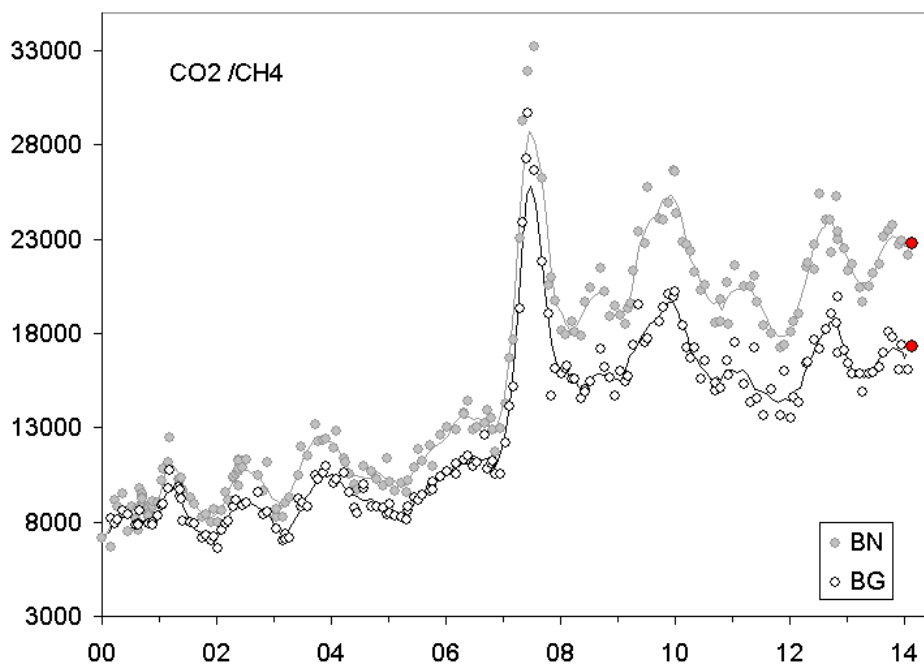


Fig. 2.3.4 – Variazioni del rapporto  $CO_2/CH_4$  per le fumarole BG e BN a partire dal 2000. I picchi nel rapporto, registrati in superficie con circa un anno di ritardo, evidenziano episodi di degassamento magmatico occorsi ai Campi Flegrei (Chiodini et al., 2012). In rosso sono evidenziati i valori relativi ai campioni relativi a Febbraio 2014.

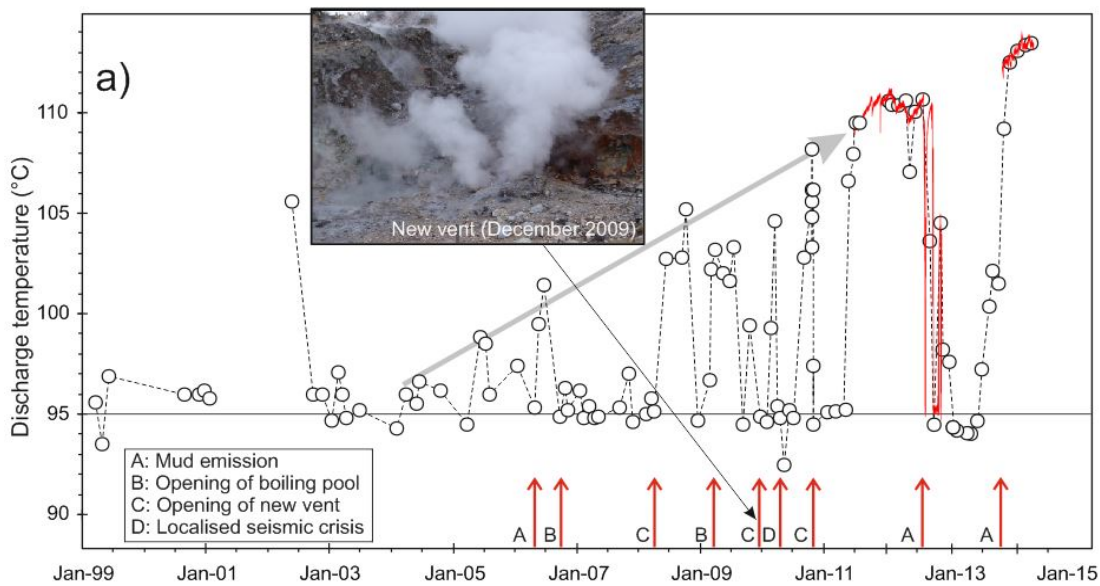


Fig. 2.3.6 ) Cronogramma delle temperature (°C) della fumarola di Pisciarelli e dei maggiori eventi occorsi legati all'aumento dell'attività idrotermale. La temperatura di 95°C rappresenta la temperatura di ebollizione per i fluidi fumarolici di Pisciarelli. Nella foto è riportata la nuova vigorosa fumarola sorta il 20 dicembre 2009.

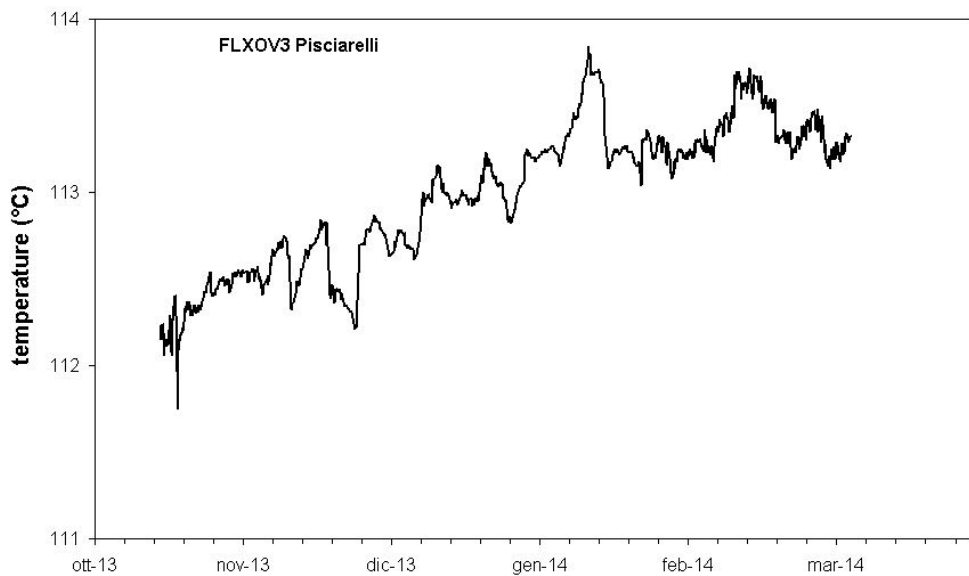


Fig. 2.3.7 Dettaglio delle temperature registrate in continuo della fumarola di Pisciarelli dopo la sostituzione della termocoppia avvenuta il 15 Ottobre e il riposizionamento nell'emissione principale. È da evidenziare il continuo trend d'aumento della temperatura che nel mese di Gennaio 2014 ha raggiunto valori mai registrati di circa 114°C, Le brusche diminuzioni di temperatura osservate sono da mettere in relazione a eventi piovosi. Il maggiore noise dei dati di temperatura osservato a partire dal mese di Febbraio è da mettere in relazione a modificazioni del sito di emissione e ad un ulteriore spostamento della emissione principale.

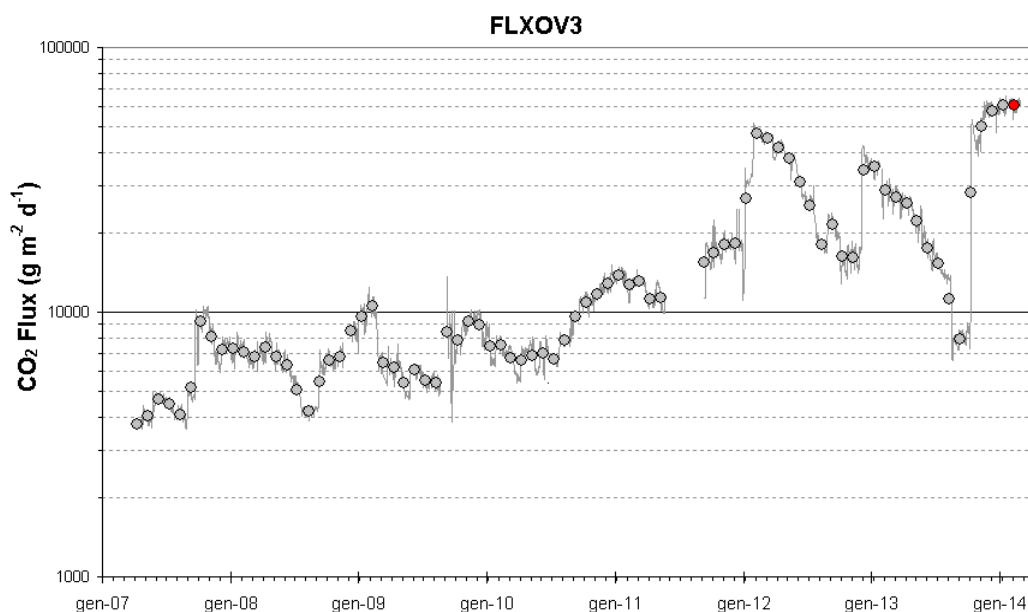


Fig. 2.3.8 Medie giornaliere (linea) e medie mensili (cerchi) dei flussi di CO<sub>2</sub> misurati a Pisciarelli (FLXOV3). La media mensile dei flussi relativa a Febbraio 2014 è riportata con il simbolo rosso.

## Bibliografia

- Chiodini G., Caliro S., De Martino P., Avino R. and Gherardi F. (2012). Early signals of new volcanic unrest at Campi Flegrei caldera? Insights from geochemical data and physical simulations. *Gelogy*, doi:10.1130/G33251.1
- Chiodini, G. (2009), CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> ratio in fumaroles a powerful tool to detect magma degassing episodes at quiescent volcanoes., *Geophys. Res. Lett.*, doi: [10.1029/2008GL036347](https://doi.org/10.1029/2008GL036347)

## 3 – ISCHIA

Ad Ischia nel corso del mese sono stati rilevati due eventi sismici di bassa magnitudo.

Nel periodo di riferimento non sono stati elaborati nuovi dati delle stazioni GPS per problemi tecnici, in via di soluzione.

### 3.1 - Sismicità

Nel corso dell'ultimo mese, ad Ischia, sono stati registrati due terremoti. I due eventi sono avvenuti il 9/2/2014 alle 11:56 UT, a circa 5 secondi di distanza. L'evento di magnitudo maggiore è il secondo (M=1.6).

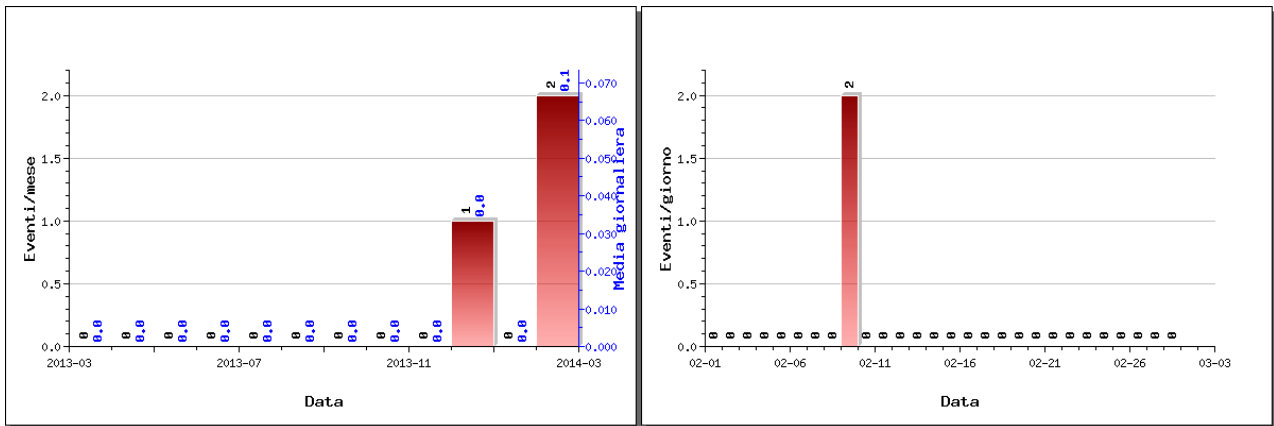


Figura 3.1.1 – A sinistra il numero di eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 3), mentre a destra quelli avvenuti nell’ultimo mese (in totale 1).

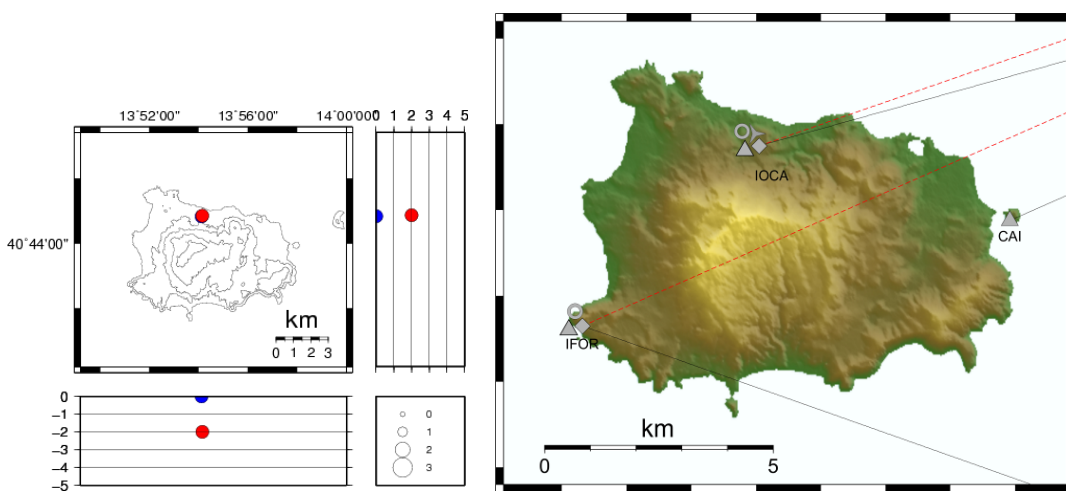


Figura 3.1.2 – Localizzazione ipocentrale degli eventi localizzati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (in blu) e dell’evento registrato il 9/2 (in rosso). La dimensione del simbolo è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica di Ischia.

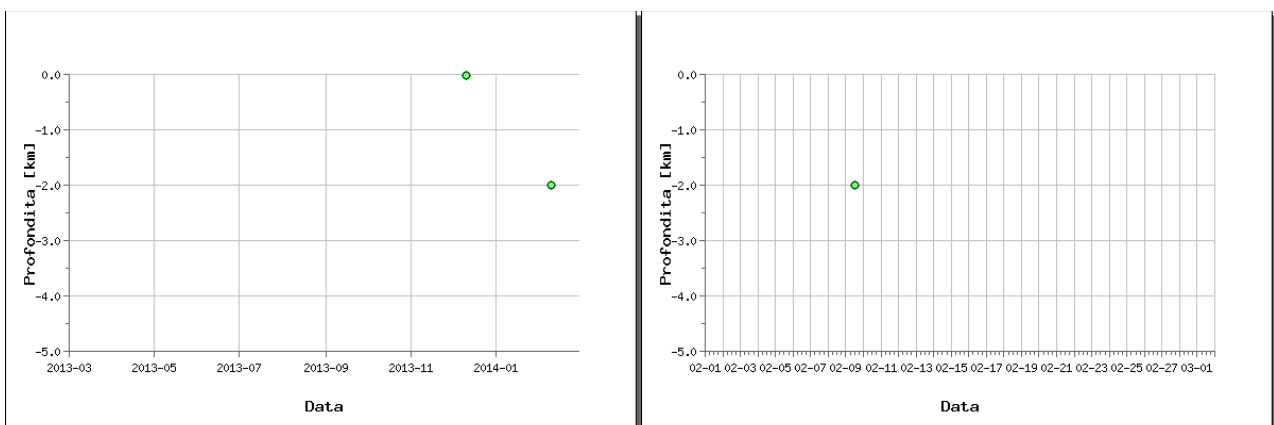


Figura 3.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell’ultimo mese (a destra).

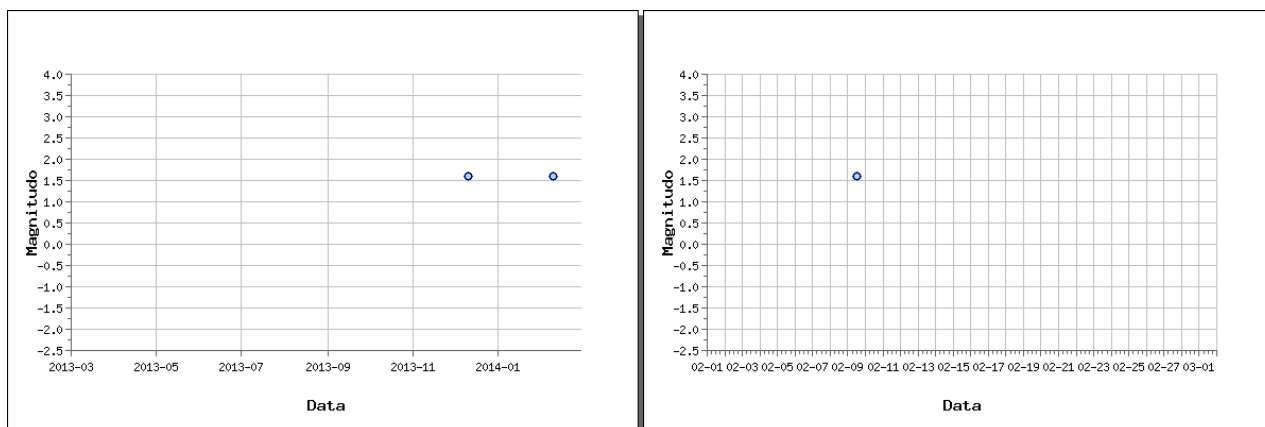


Figura 3.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

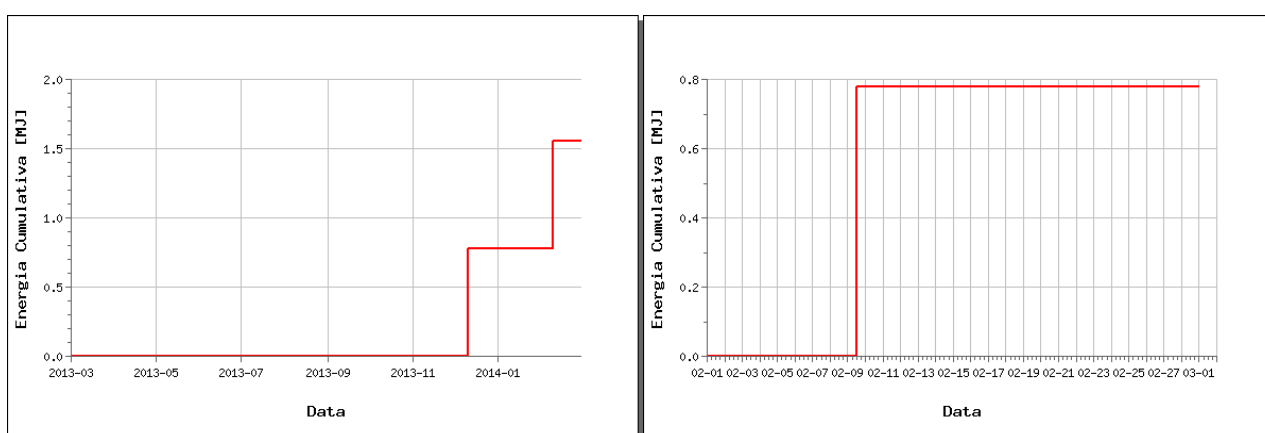


Figura 3.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

Di seguito si riportano i parametri ipocentrali dell'unico evento di magnitudo pari o superiore a 1.5:

| Data                   | Magnitudo | Latitudine (N) | Longitudine (E) | Profondità (km) |
|------------------------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|
| 2014/02/09 11:56:32.34 | 1.6       | 40° 44' 51.00" | 13° 54' 09.00"  | 2.00            |

### 3.2 - Deformazioni del Suolo

L'analisi dei dati GPS conferma la generale subsidenza dell'isola con valori più marcati nel versante meridionale.

#### 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.