



# Bollettino di Sorveglianza Vulcani Campani

## Novembre 2013

### 1 – VESUVIO

L'attività del Vesuvio non mostra particolari anomalie o variazioni rispetto alle osservazioni precedenti relative ai parametri geofisici. La sismicità, con 34 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. Le deformazioni del suolo, valutate su base annuale, mostrano un processo di lenta subsidenza della parte sommitale della struttura vulcanica, verosimilmente associata ad un effetto di scivolamento e/o compattazione, comunque dovuto a un processo gravitativo.

Nel periodo di riferimento l'UF di Geochimica dei Fluidi dell'Osservatorio Vesuviano non ha effettuato nuove misure sulle emissioni fumaroliche e sui flussi di gas al Vesuvio. Le ultime misure dei flussi di CO<sub>2</sub> risalgono al giugno 2012.

#### 1.1 - Sismicità

Nel corso dell'ultimo mese al Vesuvio sono stati registrati 34 terremoti (Fig. 1.1.1). E' stato possibile determinare l'ipocentro di 2 eventi. La magnitudo massima registrata è stata pari a 2.0. Non si evidenziano trend significativi nei parametri sismologici (Fig. 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5).

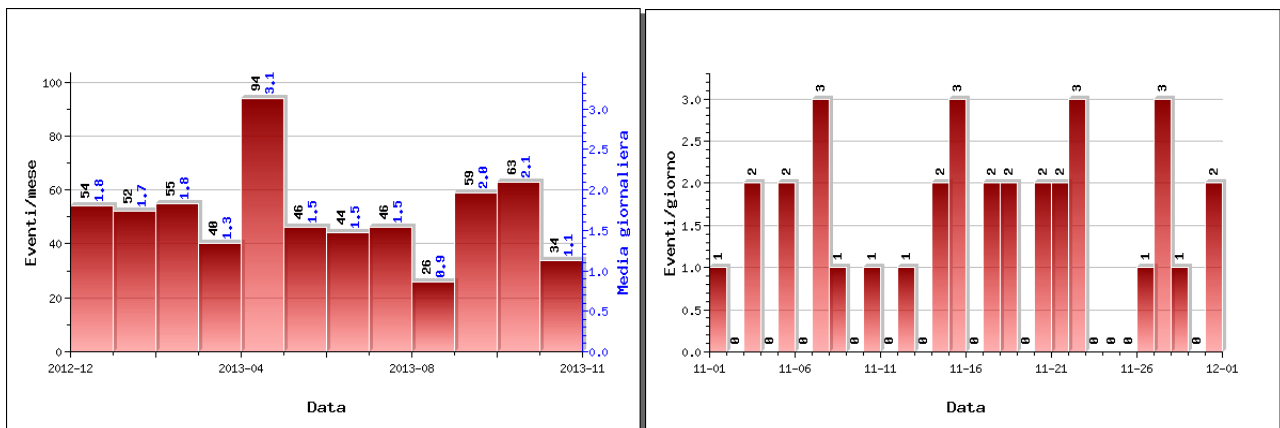


Figura 1.1.1 – A sinistra il numero di eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 613), mentre a destra quelli avvenuti nell'ultimo mese (in totale 34).

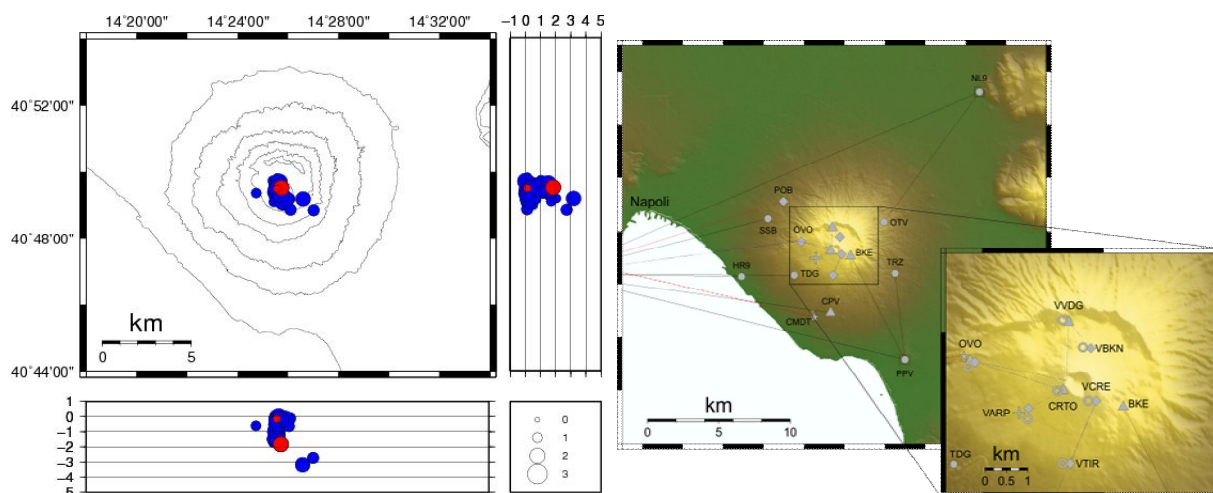


Figura 1.1.2 – Localizzazioni ipocentrali al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (63 eventi in blu) e dell'ultimo mese (2 eventi in rosso). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica del Vesuvio.

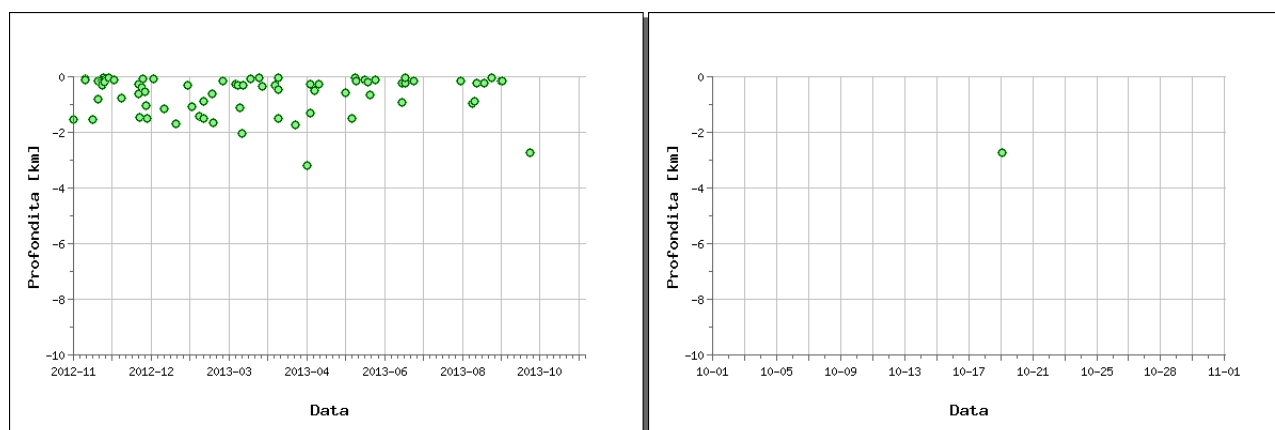


Figura 1.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

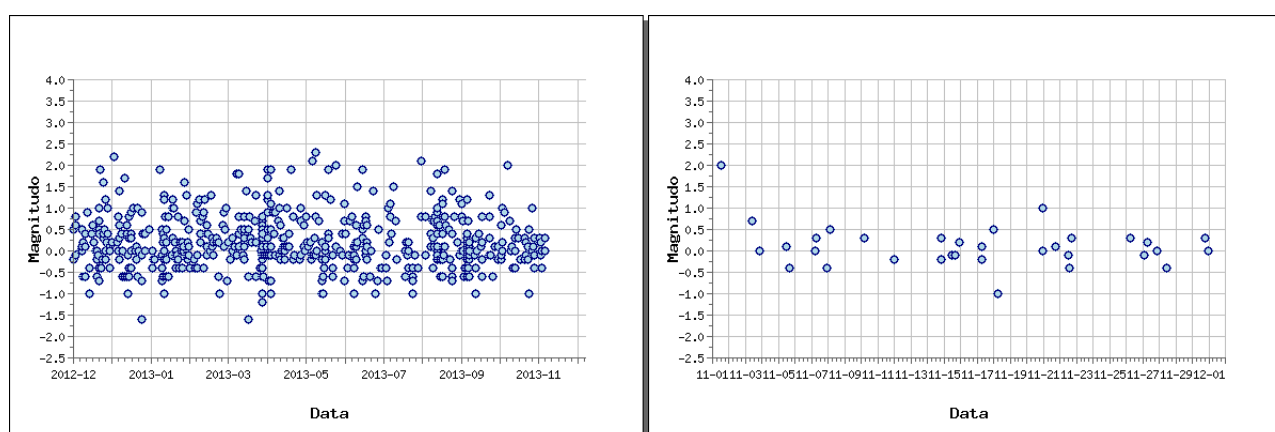


Figura 1.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

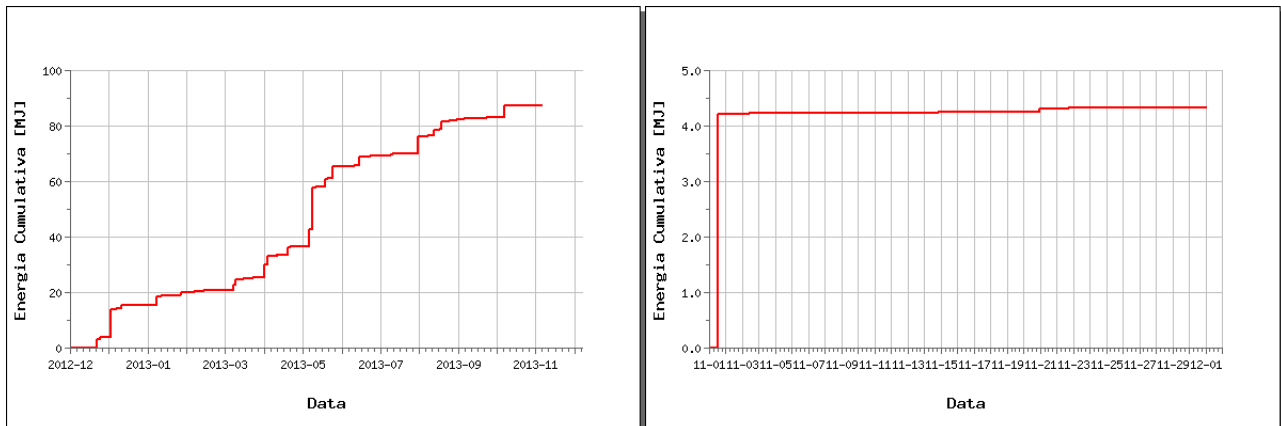


Figura 1.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

Si riportano di seguito i parametri ipocentrali dell'unico evento con  $M \geq 2$  registrato nell'ultimo mese:

Data	Magnitudo	Latitudine	Longitudine	Profondità
2013/11/01 12:21:7.88	2.0	40° 49' 30.72"	14° 25' 43.68"	1.83 km

## 1.2 - Deformazioni del Suolo

Non si evidenziano deformazioni del suolo imputabili a fenomeni vulcanici. Le sole stazioni GPS ubicate nella parte alta dell'edificio vulcanico mostrano una moderata subsidenza (es. BKE1 in figura 1.2.1 e 1.2.2), verosimilmente dovuta a processi di compattazione e/o scivolamento di terreni poco coerenti ed in forte pendenza.

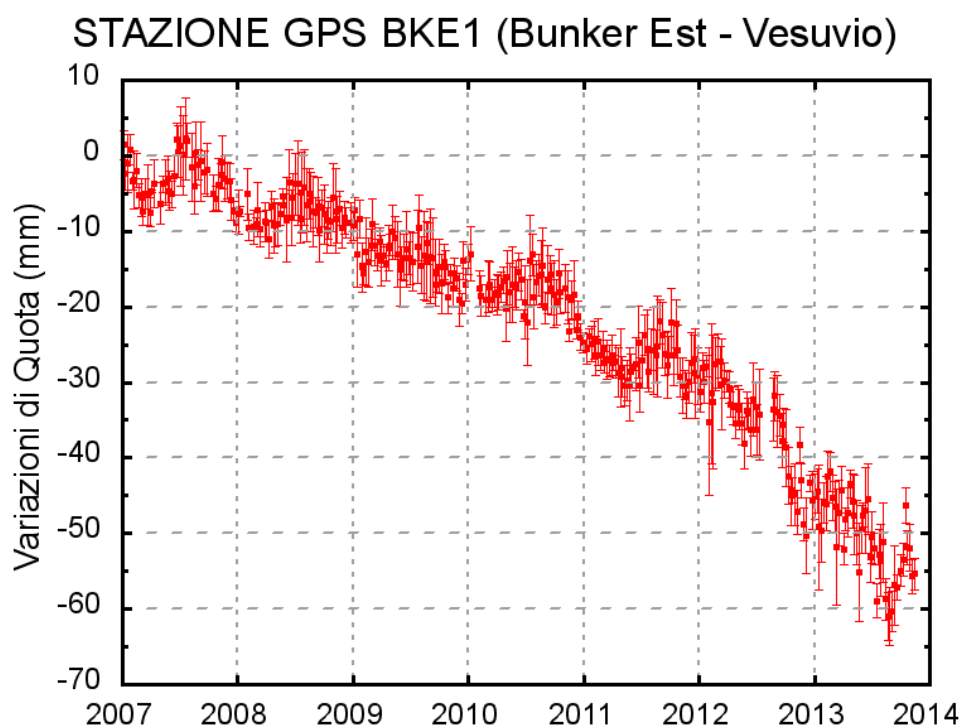


Fig. 1.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di BKE1 (Vesuvio) dal 2007 al 30 novembre 2013

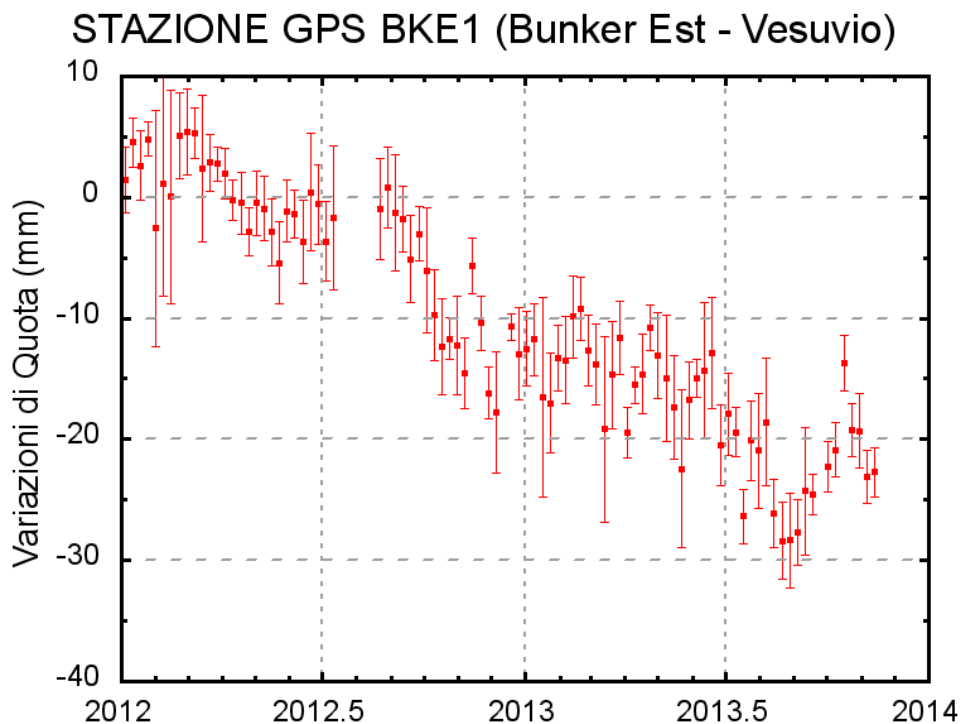


Fig. 1.2.2: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di BKE1 (Vesuvio) dal 01 gennaio 2012 al 30 novembre 2013

## 2 - CAMPI FLEGREI

Non sono stati rilevati eventi sismici né evidenziati ulteriori sollevamenti del suolo.

Gli aggiornamenti sulle emissioni fumaroliche, sui flussi e sulla composizione dei gas nelle aree della Solfatara e di Pisciarelli mostrano ancora un incremento della pressurizzazione del sistema idrotermale e la presenza di fluidi magmatici. Relativamente a questi ultimi, per uno indicatori principali, il rapporto  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ , che mostra valori superiori a tutti i precedenti rilievi, non viene esclusa l'ipotesi di un effetto di "amplificazione" causato dall'aumento dei flussi del sistema idrotermale.

Il monitoraggio dell'area flegrea permane ad un livello di attenzione.

### 2.1 - Sismicità

Ai Campi Flegrei, nel corso dell'ultimo mese, non sono stati registrati terremoti.

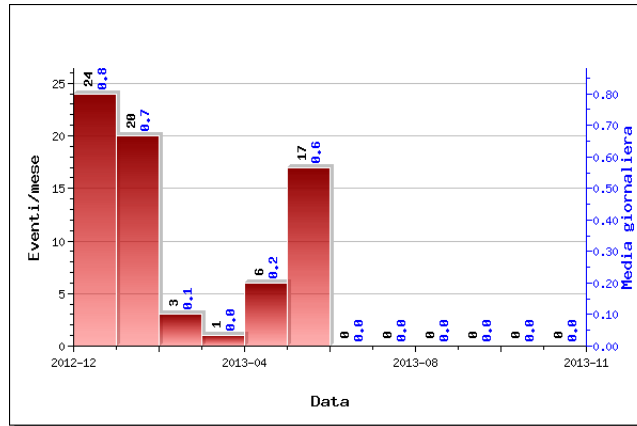


Figura 2.1.1 – A sinistra il numero di eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 71).

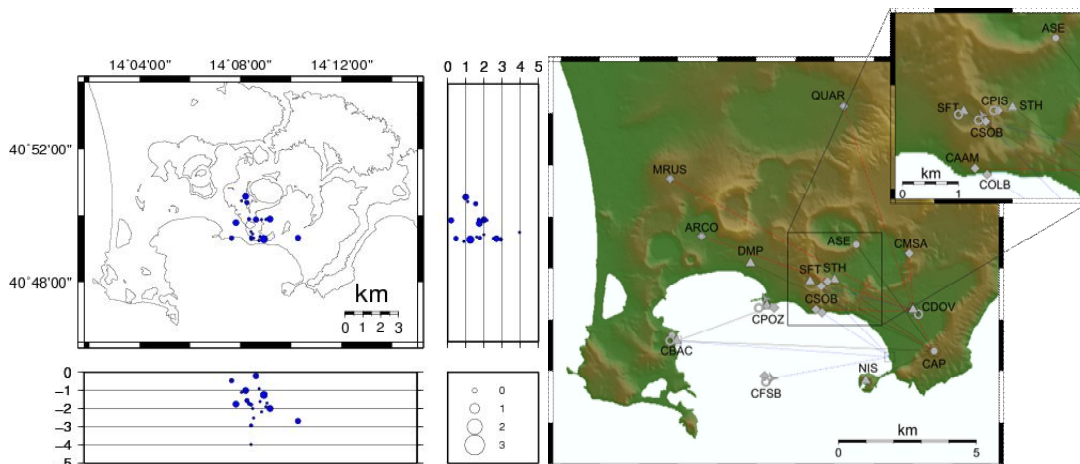


Figura 2.1.2 – Localizzazioni ipocentrali ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (22 eventi). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica dei Campi Flegrei.

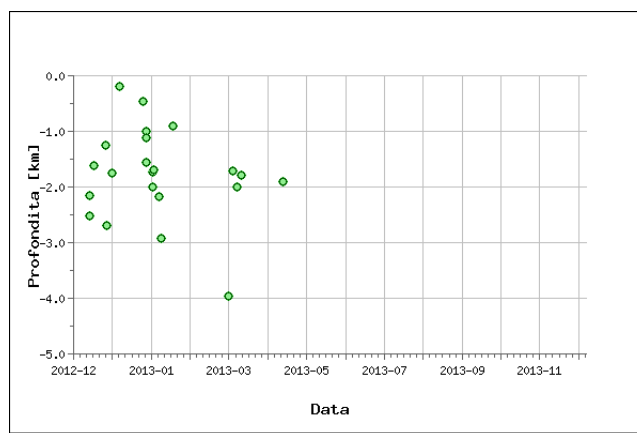


Figura 2.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra).

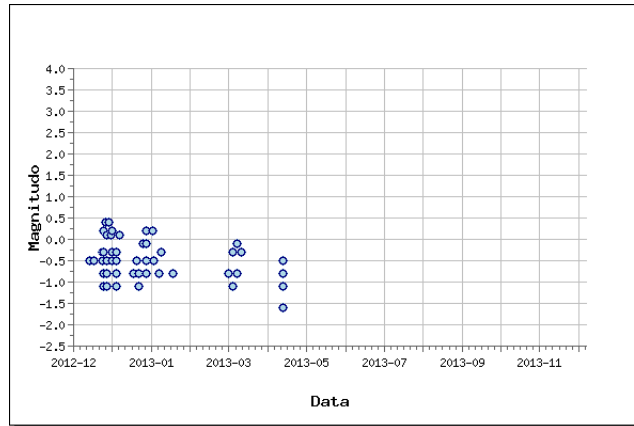


Figura 2.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra).

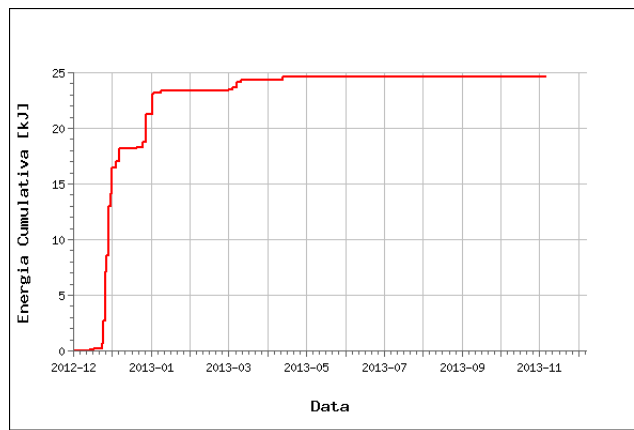


Figura 2.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra).

## 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), di cui circa 12 cm dal 2012 (Fig. 2.2.2).

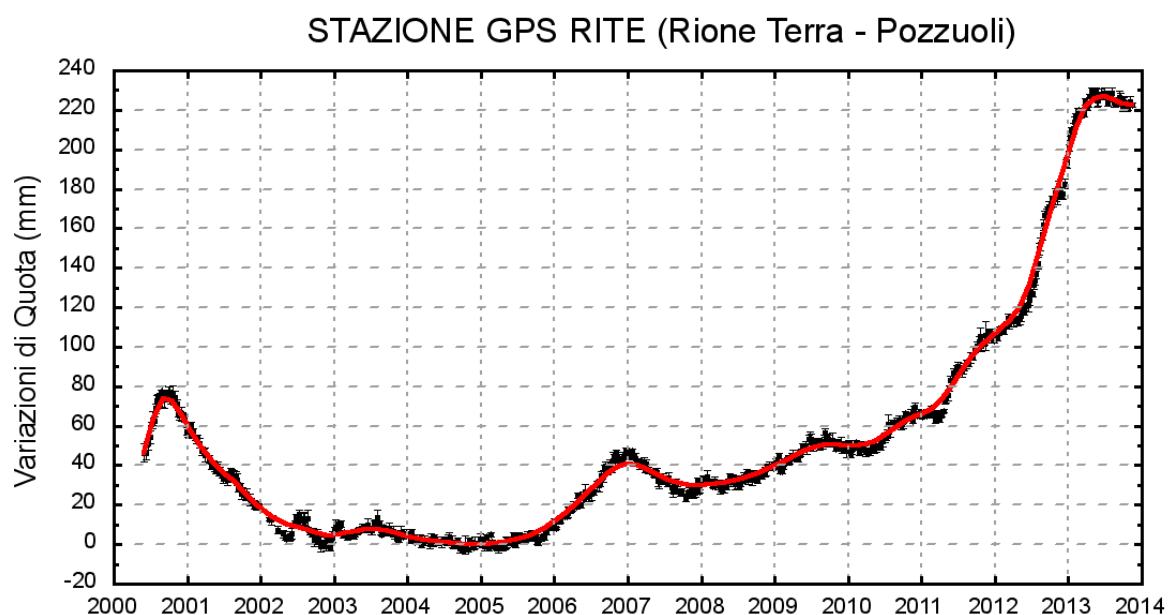


Fig. 2.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di RITE (Pozzuoli) dal 2000 al 30 novembre 2013

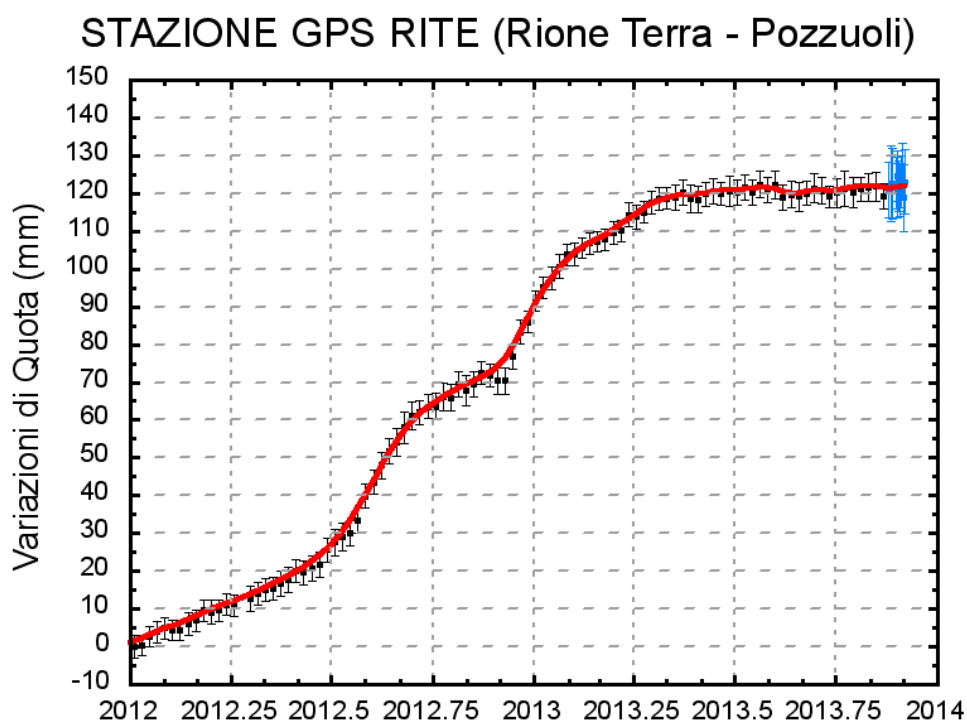


Fig. 2.2.2: Serie temporale delle variazioni in quota della stazione di RITE (Pozzuoli) dal 01 gennaio 2012 al 02 dicembre 2013 (vedi bollettino settimanale)

### 2.3 - Geochimica

L'attività di monitoraggio svolta dall'UF Geochimica dei Fluidi dell'Osservatorio Vesuviano 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 a Settembre, Ottobre e Novembre 2013. Le analisi chimico-isotopiche dei

campioni prelevati a Novembre sono ancora in corso di esecuzione. Qui di seguito vengono riportate le osservazioni più rilevanti sui nuovi dati:

- Nel periodo Settembre-Ottobre 2013 si è assistito ad un ulteriore aumento del rapporto  $CO_2/H_2O$  che negli ultimi campionamenti (da Agosto fino ad ora) ha mostrato i valori più elevati mai misurati nelle fumarole della Solfatara ( $\sim 0.35$ , Fig. 2.3.1). 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), processi che potrebbe comportare la condensazione di parte del vapore d'acqua originale.
- L'analisi di geindicatori 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  $PCO_2$  d'equilibrio stimata all'interno del sistema gassoso  $H_2O-H_2-CO_2-CO$  (Chiodini et al., 2011) sta aumentando dal 2007 (Fig. 2.3.2). L'aumento della stima della  $PCO_2$  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  $CO_2/CH_4$  (Fig. 2.3.4) continua a mostrare picchi positivi, interpretabili come dovuti all'arrivo di fluidi magmatici ossidanti, e a basso contenuto in  $CH_4$ , 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 sta uscendo un nuovo picco del rapporto  $CO_2/CH_4$  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, causa a nostro avviso la variazione macroscopica dell'area di emissione che da qualche anno interessa l'area di Pisciarelli (Fig 2.3.5) 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 quando sono stati misurati i flussi di  $CO_2$  in assoluto più elevati dal 2007.

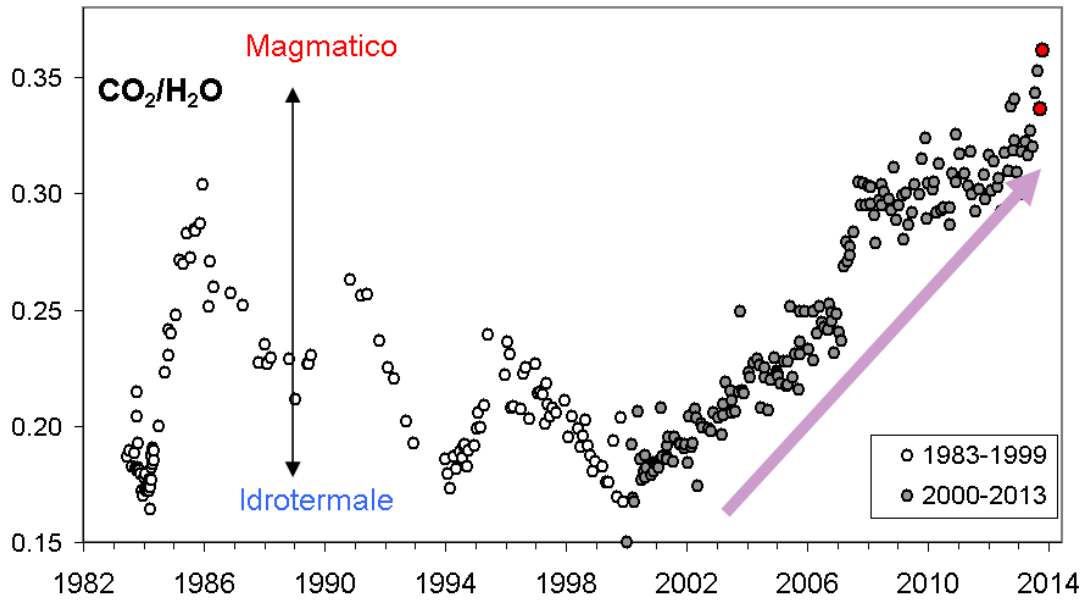


Fig 2.3.1 Cronogramma del rapporto  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  per la fumarola BG. In grigio sono riportati i dati a partire dal 2000, quando è iniziato un trend d'aumento del rapporto  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ , indicativo di una crescente frazione della componente magmatica nei fluidi fumarolici. In rosso sono evidenziati i valori relativi ai campioni analizzati nel periodo Settembre-Ottobre 2013.

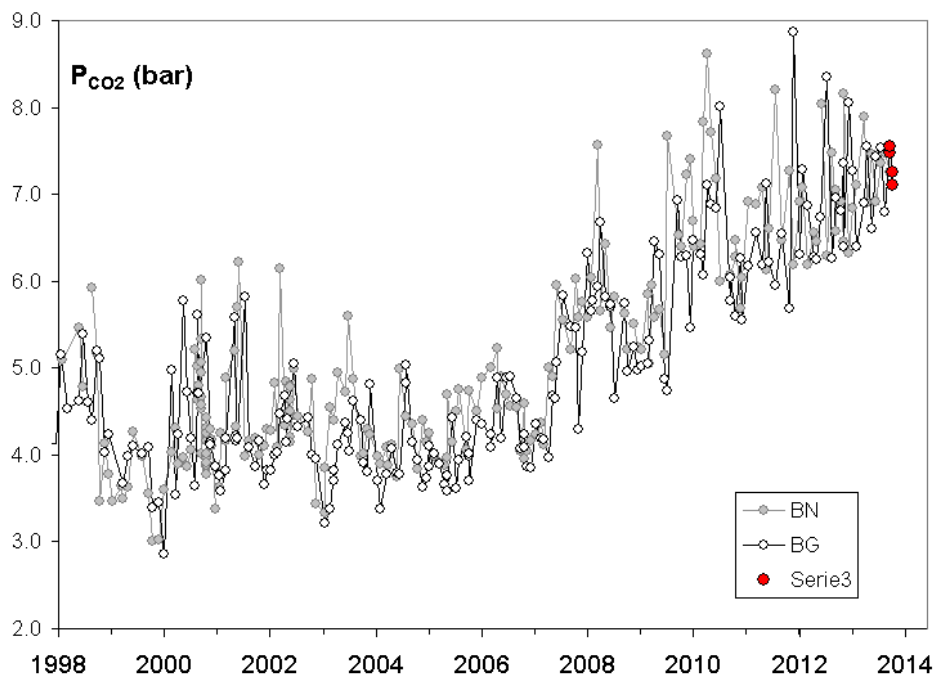


Fig 2.3.2 -Cronogramma della pressione di  $\text{CO}_2$  d' equilibrio stimata nel sistema  $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{H}_2-\text{CO}$  per le fumarole BG e BN. In rosso sono evidenziati i dati relativi agli ultimi campioni analizzati (Settembre-Ottobre 2013).

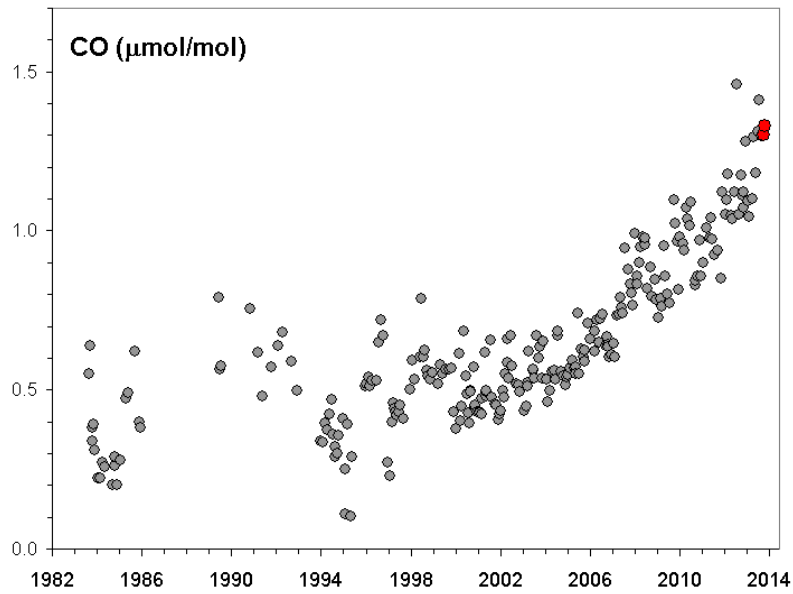


Fig. 2.3.3 – Variazioni della concentrazione di monossido di carbonio (CO) misurato alla fumarola BG a partire dal 1983. In rosso sono evidenziati i valori relativi ai campioni del periodo Settembre-Ottobre 2013.

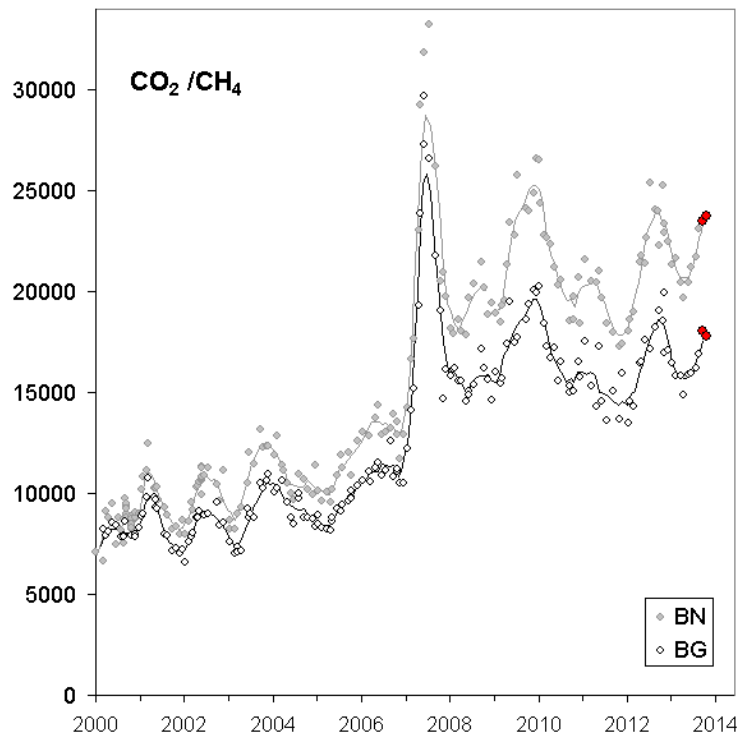


Fig. 2.3.4 – Variazioni del rapporto  $CO_2/CH_4$  per le fumarole BG e BN a partire dal 2000. I picchi nel rapporto, registrati in superficie con circa un anno di ritardo, evidenziano episodi di degassamento magmatico occorsi ai Campi Flegrei (Chiodini et al., 2012). In rosso sono evidenziati i valori relativi ai campioni del periodo Settembre-Ottobre 2013.

## PISCIARELLI



Fig. 2.3.5 Variazioni macroscopiche dell'area di emissione di Pisciarelli dal 2005.

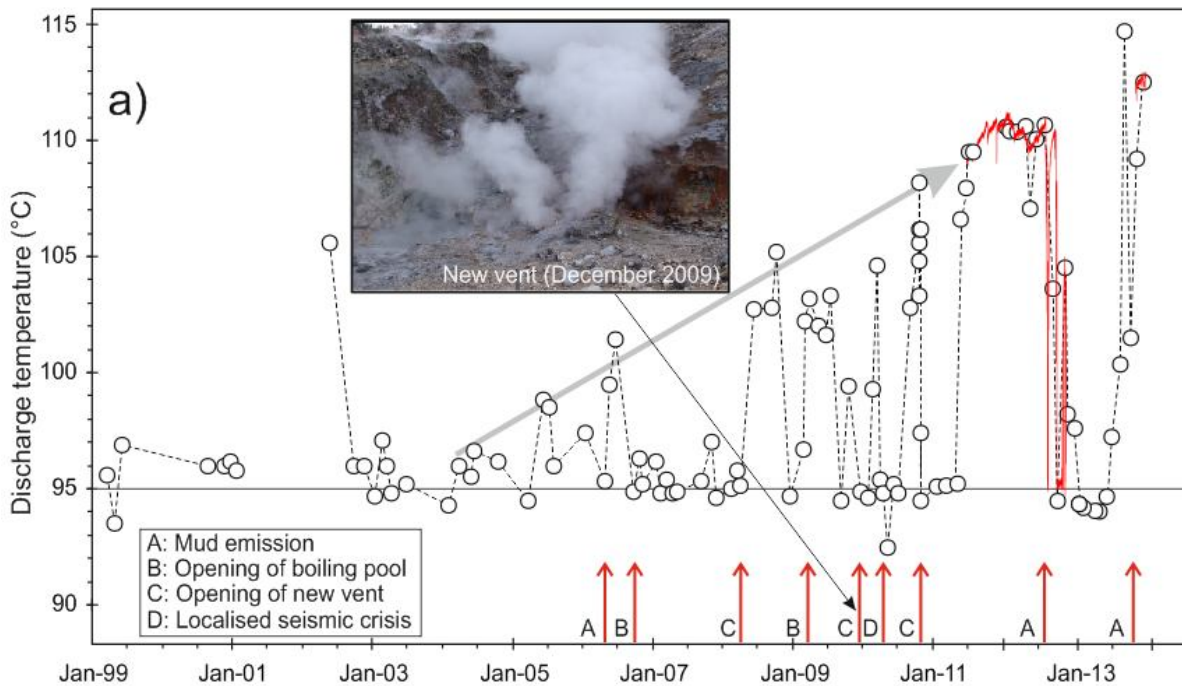


Fig. 2.3.6 ) Cronogramma delle temperature (°C) della fumarola di Pisciarelli e dei maggiori eventi occorsi legati all'aumento dell'attività idrotermale. La temperatura di 95°C rappresenta la temperatura di ebollizione per i fluidi fumarolici di Pisciarelli. Nella foto è riportata la nuova vigorosa fumarola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

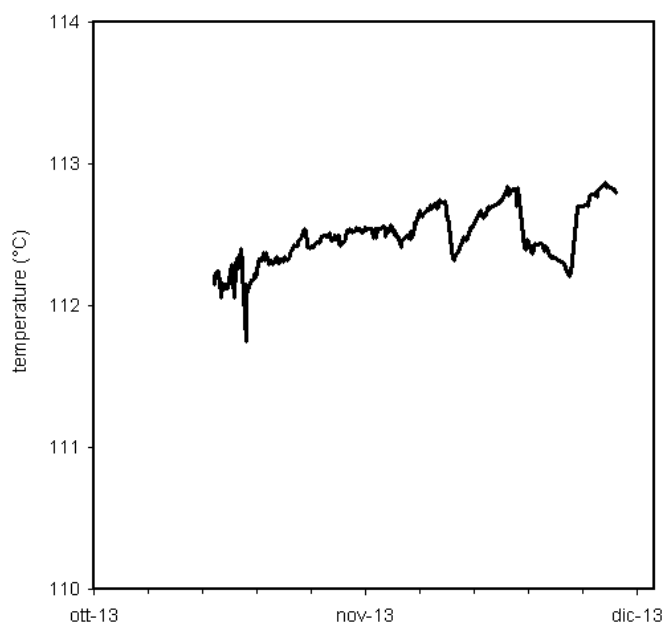


Fig. 2.3.7 Dettaglio delle temperature registrate in continuo della fumarola di Pisciarelli dopo la sostituzione della termocoppia avvenuta il 15 Ottobre e il riposizionamento nell'emissione principale.

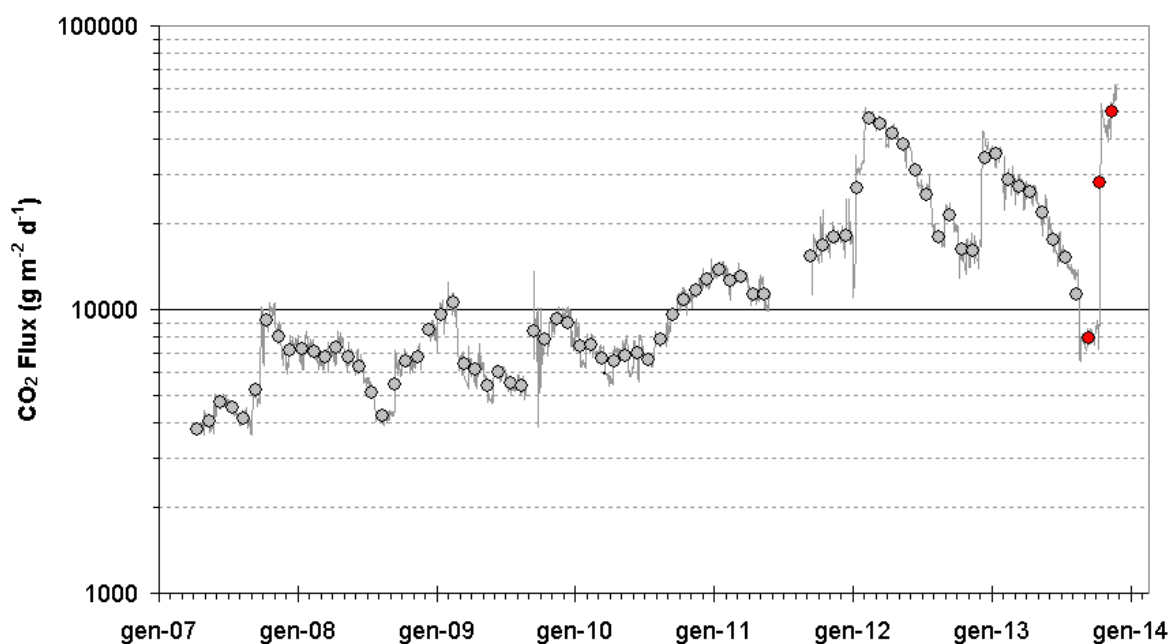


Fig. 2.3.8 Medie giornaliere (linea) e medie mensili (cerchi) dei flussi di CO<sub>2</sub> misurati a Pisciarelli (FLXOV3). Le medie mensili dei flussi relativi al periodo Settembre-Novembre sono riportate con simboli rossi

L'ultima variazione macroscopica nell'area fumarolica di Pisciarelli consistente in una nuova emissione di fango (Fig. 2.3.9) è stata osservata in data 4 Ottobre 2013. Tale emissione è stata accompagnata da boati, come segnalato da persone che abitano nelle immediate vicinanze dell'area di Pisciarelli. Tale fenomenologia, già registrata nel passato, è probabilmente legata alla fuoriuscita di liquidi profondi (fanghi) a più alta temperatura che in superficie bollono vigorosamente causando i "boati" segnalati.



Fig. 2.3.9 Emissione di fango nell'area di Pisciarelli osservata in data 4 Ottobre 2013. I boati avvertiti la sera precedente dalla popolazione locale sono da considerarsi in stretta relazione con la fenomenologia osservata.

Composizione chimico-isotopica dei campioni di gas fumarolici relativi a periodo Settembre\_Ottobre 2013.

Fumarola	data	T°C	H2O $\mu\text{m/m}$	CO2 $\mu\text{m/m}$	H2S $\mu\text{m/m}$	Ar $\mu\text{m/m}$	O2 $\mu\text{m/m}$	N2 $\mu\text{m/m}$
BN	23/09/2013	145.4	7.59E+05	2.39E+05	1.06E+03	4.59E-01	4.95E-02	4.64E+02
BN	17/10/2013	145.0	7.62E+05	2.36E+05	1.03E+03	4.48E-01	2.63E+00	4.51E+02
BG	23/09/2013	164.2	7.46E+05	2.51E+05	1.42E+03	3.86E-01	4.45E-02	4.57E+02
BG	17/10/2013	165.0	7.33E+05	2.65E+05	1.44E+03	3.63E-01	6.46E-01	4.89E+02
Pisciarelli	23/09/2013	101.5	8.25E+05	1.74E+05	4.72E+02	2.93E-01	0.00E+00	3.68E+02
Pisciarelli	17/10/2013	109.2	8.04E+05	1.95E+05	5.81E+02	3.09E-01	2.51E-01	4.04E+02

Fumarola	data	CH4 $\mu\text{m/m}$	H2 $\mu\text{m/m}$	He $\mu\text{m/m}$	CO $\mu\text{m/m}$	R/Ra	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta\text{D}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$ CO2
BN	23/09/2013	1.02E+01	5.11E+02	2.23E+00	1.27E+00	3.00	-1.87	-24.3	-1.28	22.9
BN	17/10/2013	9.94E+00	5.06E+02	2.15E+00	1.22E+00	2.97	-1.99	-24.7	-1.35	22.7
BG	23/09/2013	1.39E+01	5.19E+02	2.19E+00	1.30E+00	2.99	-1.81	-22.2	-1.26	23.4
BG	17/10/2013	1.49E+01	5.61E+02	2.46E+00	1.33E+00	3.00	-1.92	-22.7	-1.20	22.8
Pisciarelli	23/09/2013	9.43E+00	2.54E+02	1.60E+00	8.65E-02	3.11	-3.59	-22.0	-1.20	28.4
Pisciarelli	17/10/2013	9.33E+00	2.87E+02	1.82E+00	5.87E-02	3.04	-3.65	-23.7	-1.40	27.6

### 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

### 3 – ISCHIA

Ad Ischia non sono segnalate particolari variazioni dei parametri monitorati. Non sono stati rilevati fenomeni sismici, mentre l'andamento delle deformazioni del suolo conferma unicamente la lenta subsidenza nel settore sud dell'isola, già rilevata anche in passato con la stazione SERR (Serrara Fontana) della rete GPS permanente e con campagne di misura periodiche estese (GPS e Livellazioni).

### 3.1 - Sismicità

Nel corso degli ultimi 12 mesi ad Ischia non sono stati registrati terremoti. L'ultimo evento è stato registrato il 05/06/2011 alle 15.55 UTC con Md 1.2.

### 3.2 - Deformazioni del Suolo

L'analisi delle serie temporali GPS conferma la generale subsidenza dell'isola con valori più elevati nel settore meridionale dell'isola (fig 3.2.1 e 3.2.2).

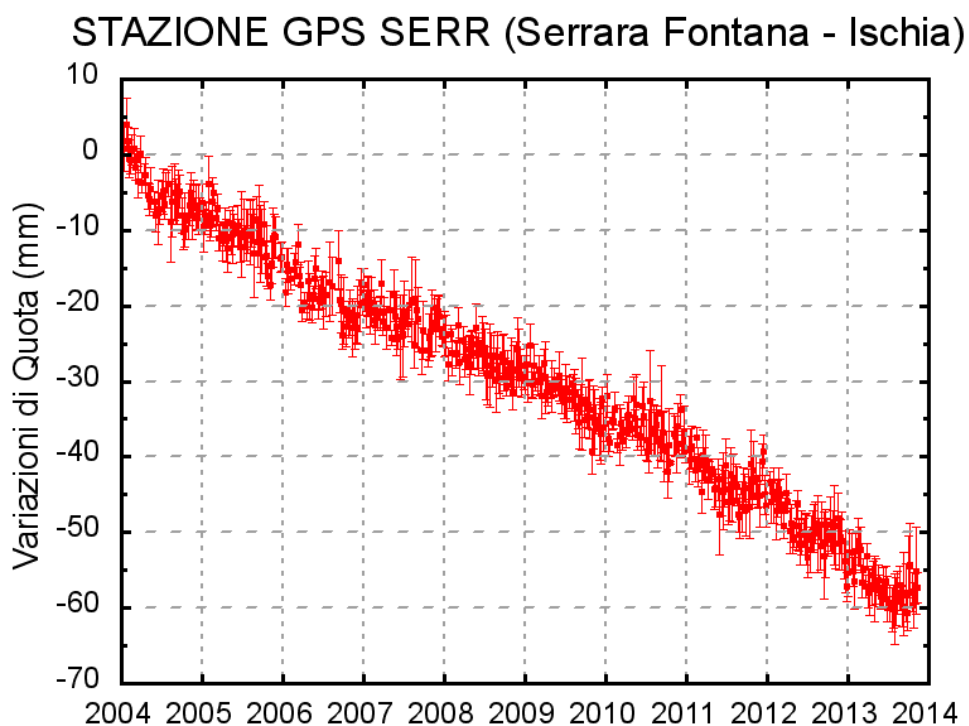


Fig. 3.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) dal 2004 al 30 novembre 2013

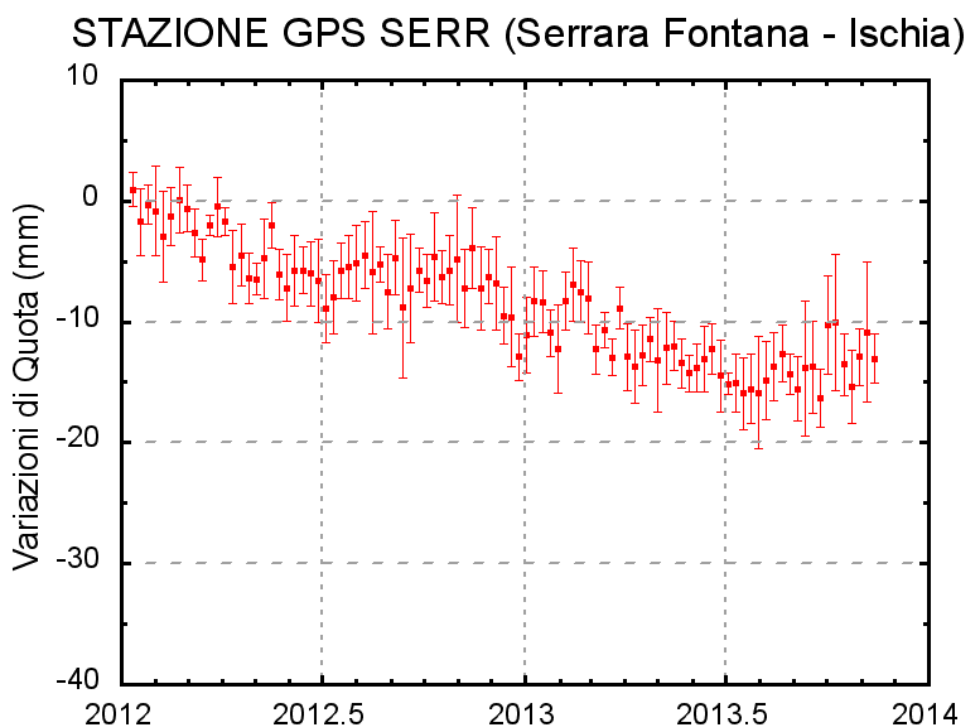


Fig. 3.2.2: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) dal 01 gennaio 2012 al 30 novembre 2013

### **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.