



# Bollettino di Sorveglianza Vulcani Campani

## Marzo 2013

### 1 – VESUVIO

L'attività del Vesuvio non mostra particolari anomalie o variazioni rispetto alle osservazioni precedenti. La sismicità, con 40 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 una processo gravitativo. In considerazione delle priorità imposte dal livello di monitoraggio dei Campi Flegrei ed in funzione delle unità di personale e delle risorse disponibili, nel periodo di riferimento l'UF di Geochimica dei Fluidi non effettuato nuove misure sulle emissioni fumaroliche e sui flussi di gas al Vesuvio.

#### 1.1 - Sismicità

Nel corso dell'ultimo mese al Vesuvio sono stati registrati 40 terremoti (Fig. 1.1.1). E' stato possibile determinare l'ipocentro di 8 eventi. La magnitudo massima registrata è stata pari a 1.3. I loro ipocentri sono localizzati al di sotto dell'area craterica a profondità inferiori ai 2 km (Fig. 1.1.2, 1.1.3). Non si evidenziano trend significativi nei parametri sismologici (Fig. 1.1.3, 1.1.4, 1.1.5)

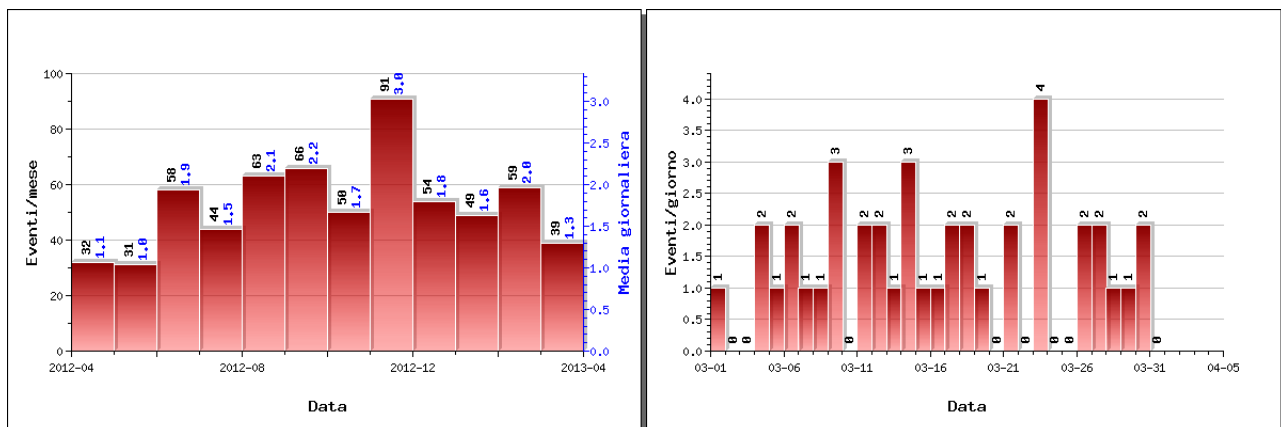


Figura 1.1.1 – A sinistra il numero di eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 636), mentre a destra quelli avvenuti nell'ultimo mese (in totale 40).

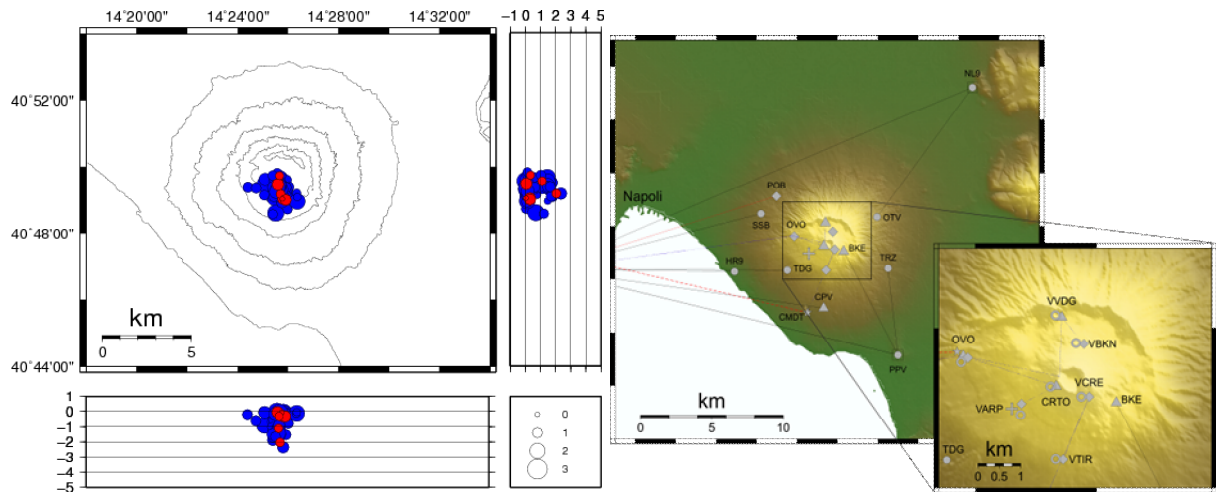


Figura 1.1.2 – Localizzazioni ipocentrali al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in blu) e dell'ultimo mese (in rosso). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica del Vesuvio.

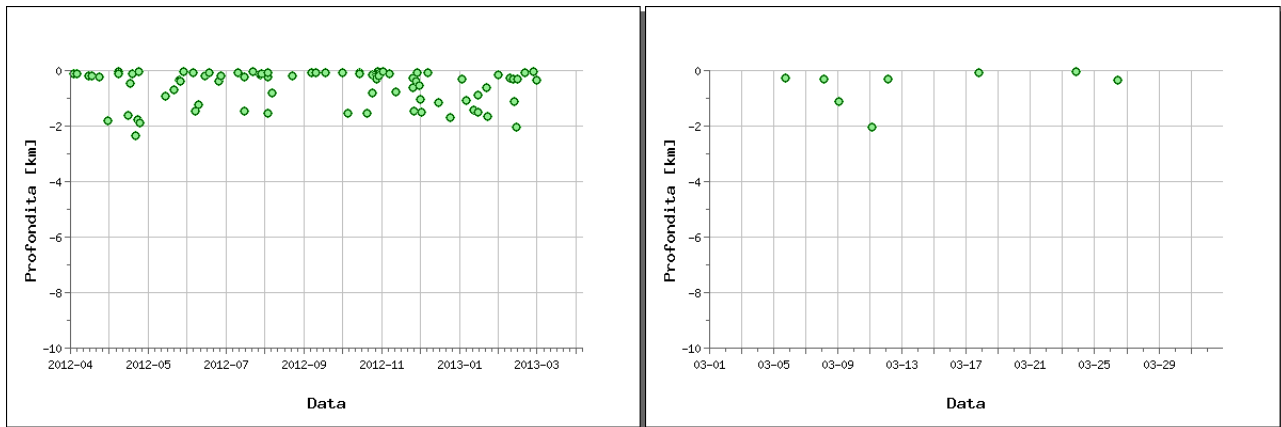


Figura 1.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

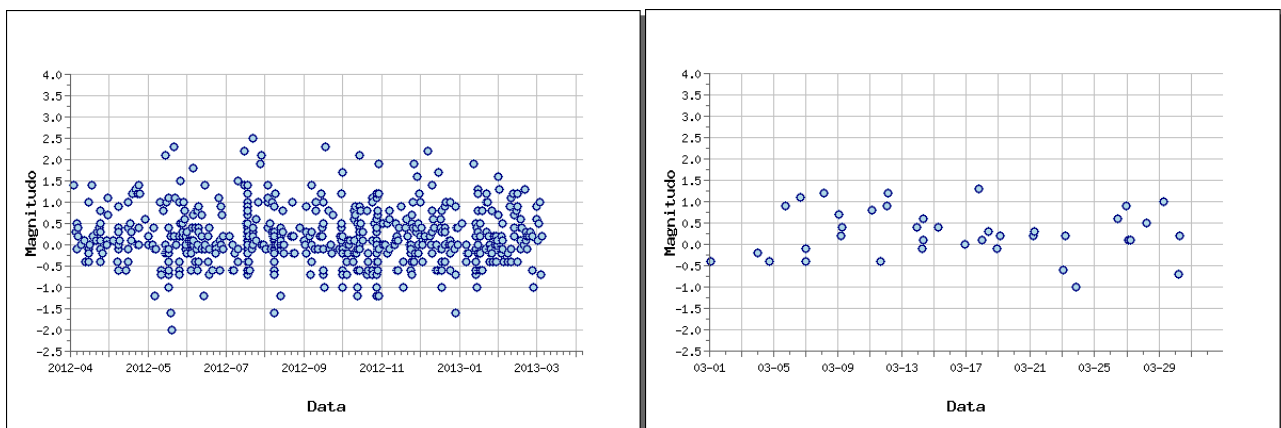


Figura 1.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

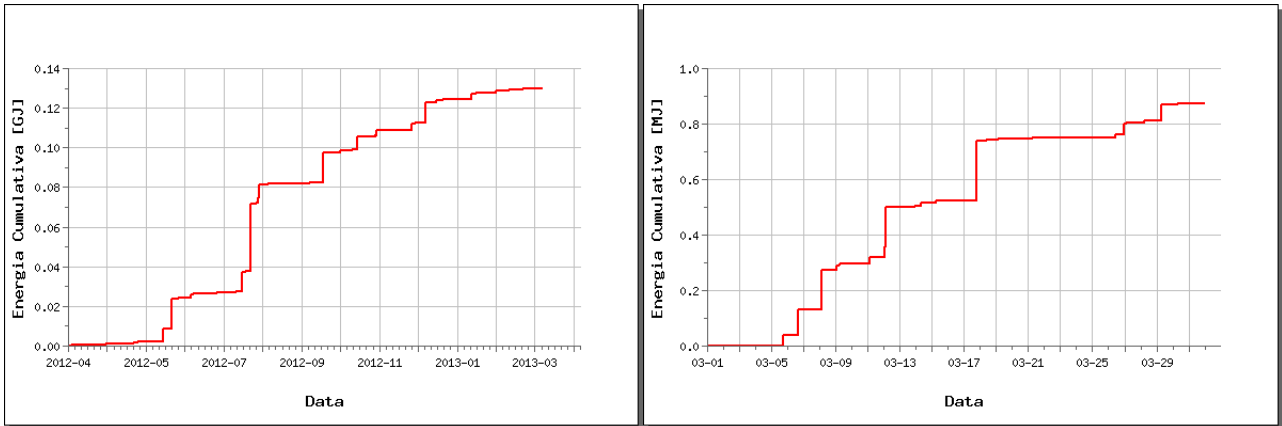


Figura 1.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

## 1.2 - Deformazioni del Suolo

Non si evidenziano deformazioni del suolo 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.

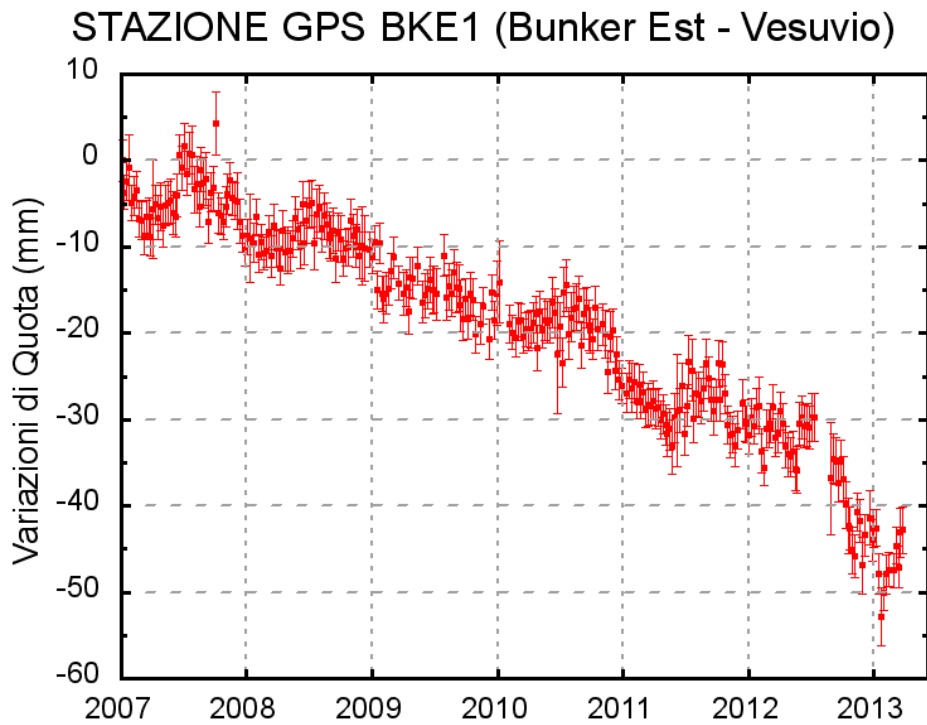


Fig. 1.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di BKE1 (Vesuvio) dal 2007 al 31 marzo 2013

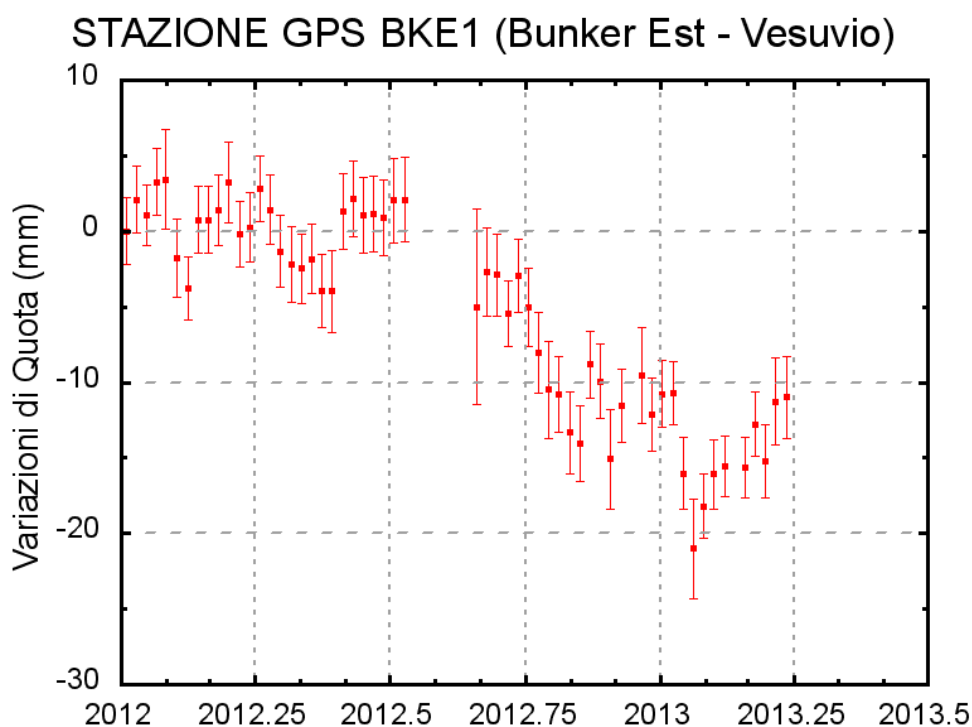


Fig. 1.2.2: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di BKE1 (Vesuvio) dal 01 gennaio 2012 al 31 marzo 2013

### 1.3 - Geochimica

La sorveglianza geochimica dell'area Vesuviana, effettuata dall'Unità Funzionale di Geochimica dei Fluidi dell'Osservatorio Vesuviano, riguarda il monitoraggio del processo di degassamento nell'area craterica e lo studio delle emissioni fumaroliche presenti sul bordo del cratere, realizzati tramite misure dei flussi di CO<sub>2</sub> dal suolo sul bordo del cratere ed il campionamento delle fumarole e misure dei flussi gassosi a fondo cratere.

Le operazioni di campionamento del bordo cratere non sono realizzabili su base mensile, essendo il personale dell'Unità Funzionale impegnato nel monitoraggio dell'area flegrea, a cui è stata data maggiore priorità, pur con una riduzione di oltre il 40% delle unità lavorative che all'origine, nel 2008, costituivano l'Unità. Le operazioni di monitoraggio nel fondo del cratere del Vesuvio sono state sospese, in quanto richiedono il supporto di una guida specializzata in grado di effettuare misure e campionamenti in un sito non raggiungibile da personale non specializzato in tecniche di alpinismo, non presente all'Osservatorio Vesuviano. Tale supporto, assicurato nel passato con un contratto esterno di tipo professionale, non è stato più rinnovato nel 2013 a causa del taglio dei fondi assegnati.

## 2 - CAMPI FLEGREI

Il monitoraggio dell'area Flegrea permane ad un livello di attenzione. Dopo l'incremento della velocità di sollevamento del suolo degli inizi di dicembre 2012 (2.0-3.0 cm/mese) ed il successivo suo azzeramento nel mese di febbraio, attualmente persiste una generale diminuzione del fenomeno, anche se alla fine del mese di marzo si registra una lieve ripresa del sollevamento, accompagnata da un evento sismico di bassa energia.

### 2.1 - Sismicità

Ai Campi Flegrei, nel corso dell'ultimo mese, è stato registrato un solo terremoto di magnitudo  $M_d = -0.8$  localizzato lungo il bordo meridionale della Solfatara (Fig. 2.1.1, 2.1.2). Non si evidenziano trend significativi nei parametri sismologici (Fig. 2.1.3, 2.1.4, e 2.1.5).

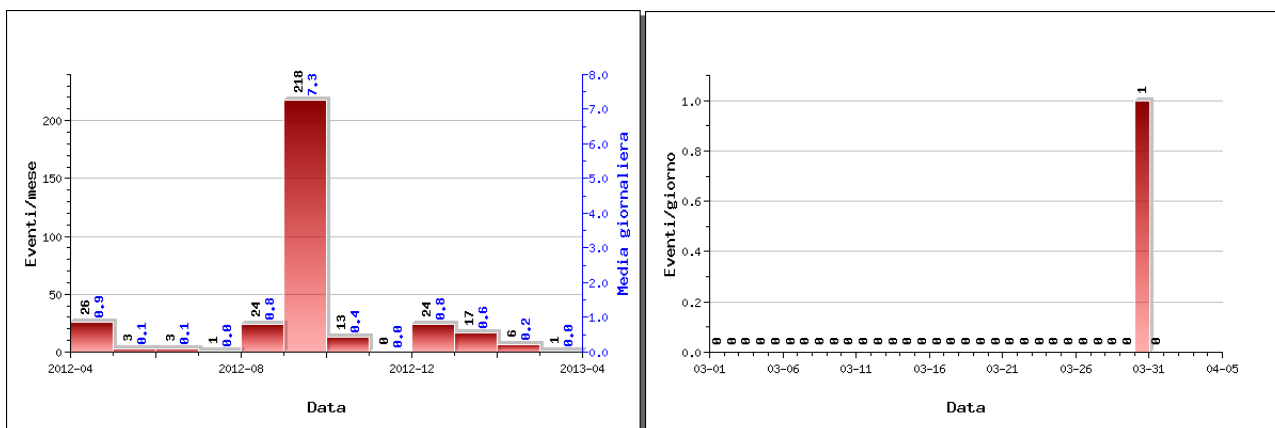


Figura 2.1.1 – A sinistra il numero di eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 336) mentre a destra nell'ultimo mese (in totale 1).

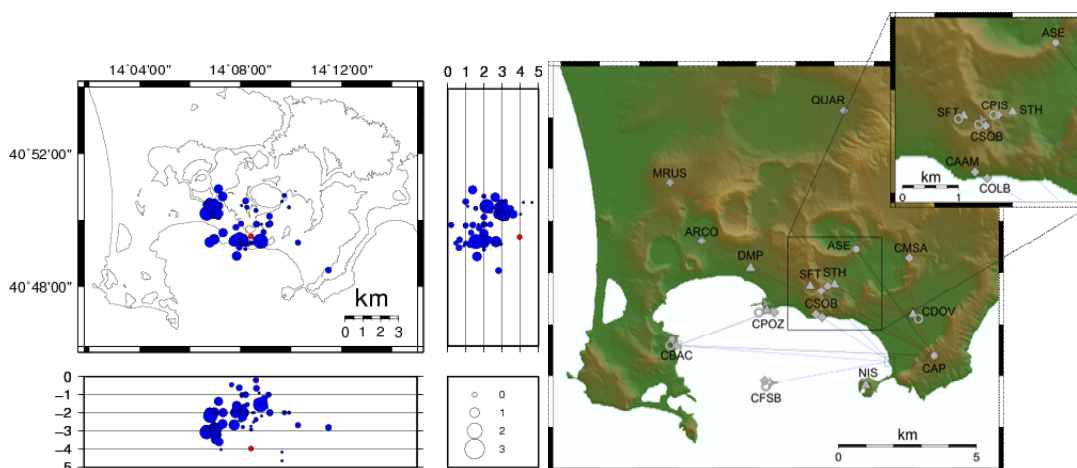


Figura 2.1.2 – Localizzazioni ipocentrali ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (in blu) e dell'ultimo mese (in rosso). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la rete sismica dei Campi Flegrei.

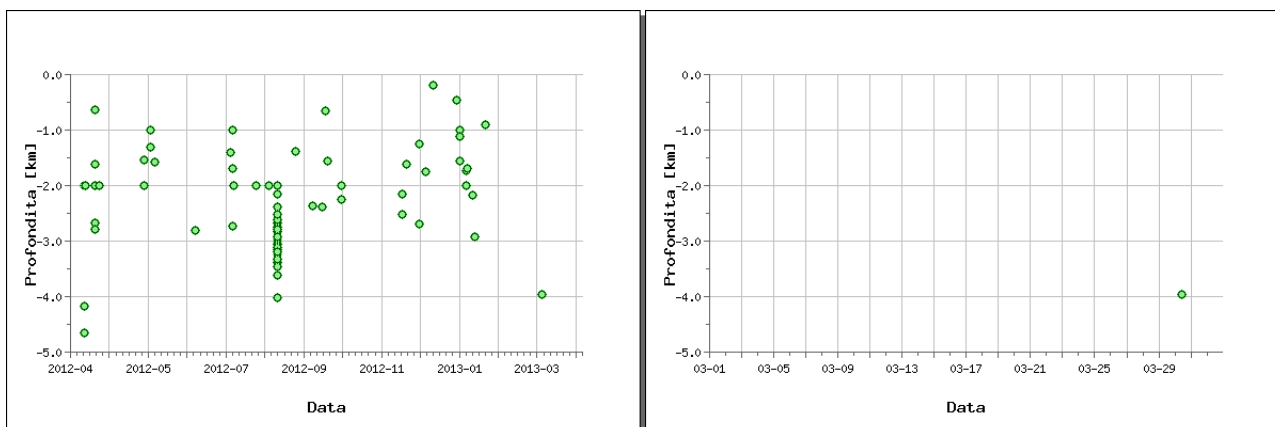


Figura 2.1.3 – Profondità ipocentrali degli eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

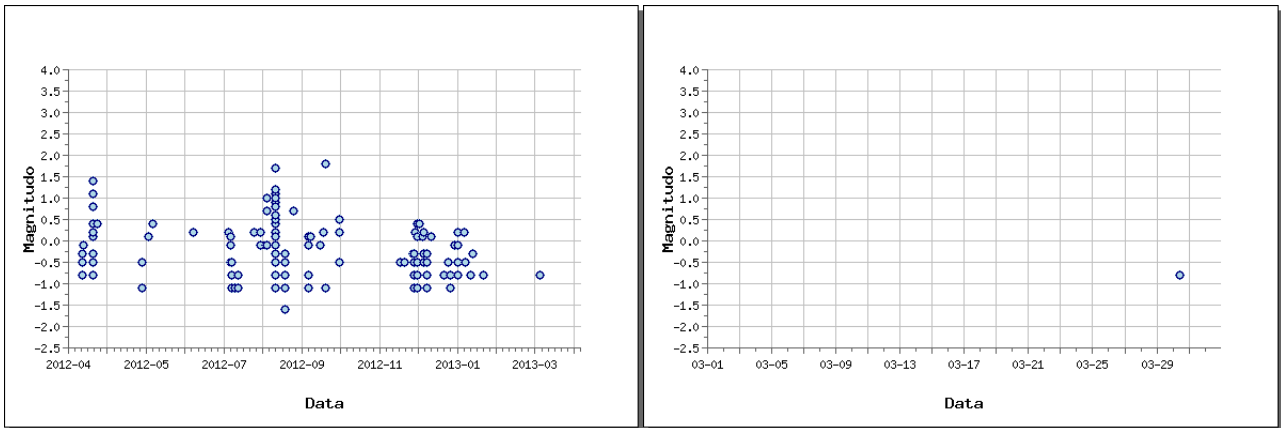


Figura 2.1.4 – Magnitudo degli eventi registrati ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

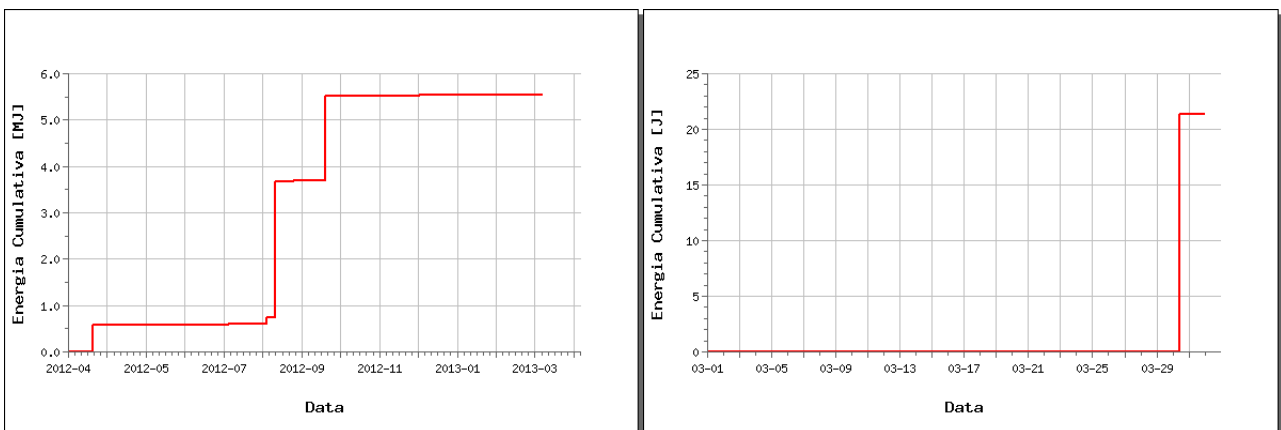


Figura 2.1.5 – Rilascio cumulativo di energia sismica ai Campi Flegrei nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

## 2.2 - Deformazioni del Suolo

L'analisi delle serie temporali GPS evidenzia un progressivo sollevamento del suolo a partire dal 2005-2006. Dalla fine del 2005, alla stazione GPS dove è rilevata la maggiore deformazione verticale, localizzata al Rione Terra a Pozzuoli, si evidenzia un sollevamento complessivo di circa 22 cm (fig 2.2.1), di cui circa 11 cm dal 2012 (fig 2.2.2). Agli inizi di dicembre 2012 si è registrata una significativa ripresa del processo di sollevamento dell'area flegrea con velocità iniziale dell'ordine di 2.0-3.0 cm/mese alla stazione GPS di Rione Terra a Pozzuoli RITE. A gennaio 2013 la velocità media del sollevamento si è ridotta a circa 1cm/mese per poi diminuire ulteriormente fino a valori prossimi allo zero durante il mese di febbraio. Solo alla fine di marzo si registra un lieve sollevamento, al limite della significatività, con velocità massima di circa 0.5 cm/mese (Fig. 2.2.2)

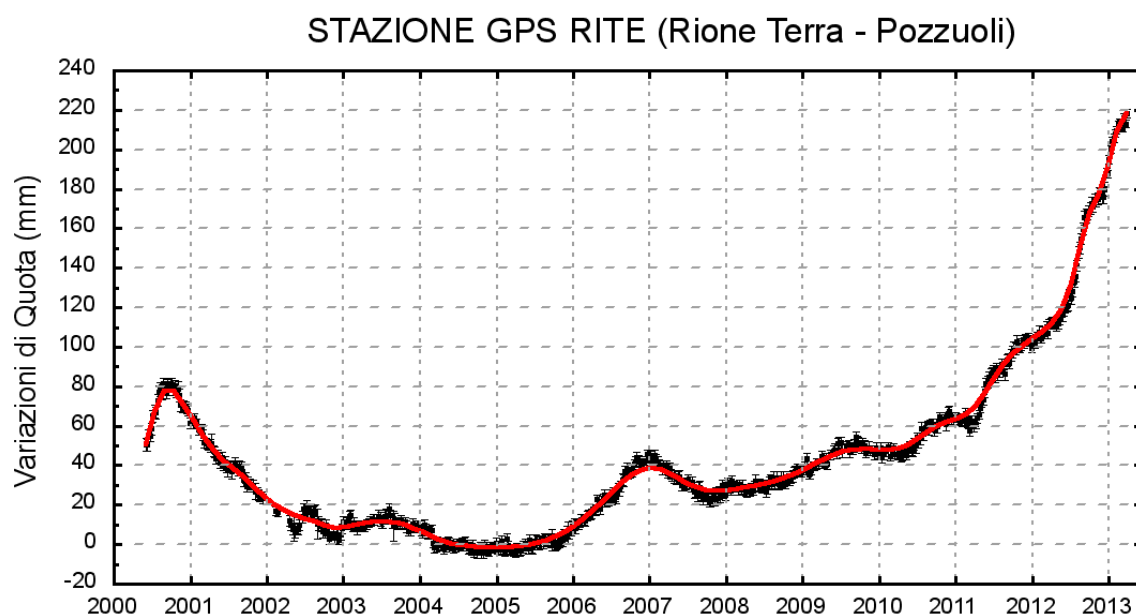


Fig. 2.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di RITE (Pozzuoli) dal 2000 al 31 marzo 2013

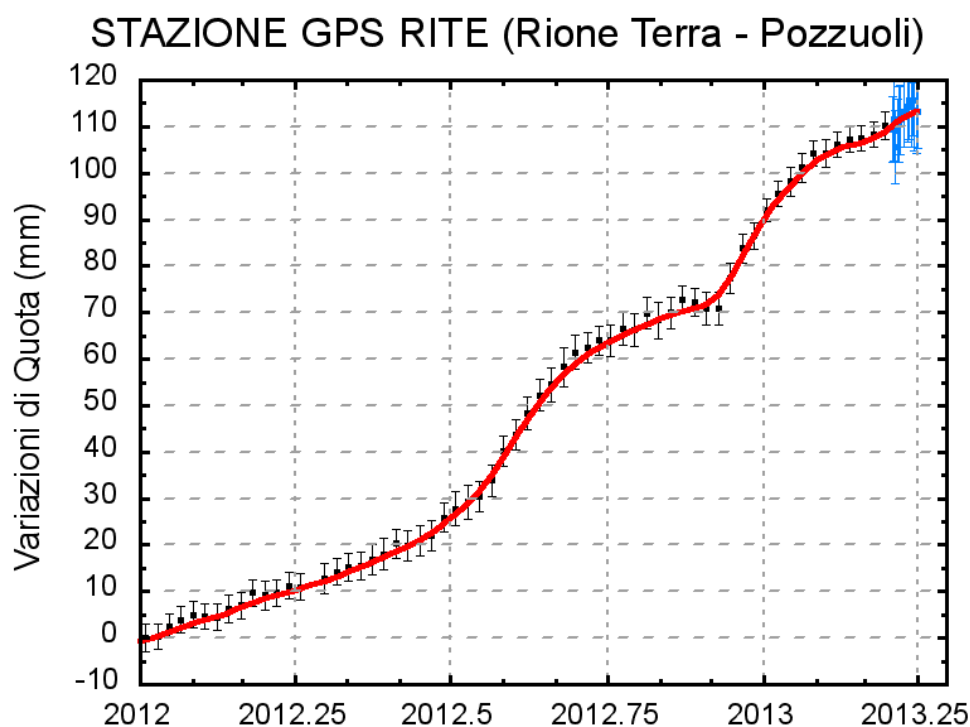


Fig. 2.2.2: Serie temporale delle variazioni in quota della stazione di RITE (Pozzuoli) dal 01 gennaio 2012 al 1 aprile 2013 (vedi bollettino settimanale)

### 2.3 - Geochimica

L'attività di monitoraggio svolta 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. Nel periodo di riferimento è stato effettuato il campionamento delle fumarole della Solfatara (BG e BN) e di Pisciarelli. I campioni prelevati non sono stati ancora analizzati e nel seguente rapporto si farà riferimento ai dati prodotti fino al mese di Febbraio.

L'analisi di geindicatori di Temperatura e Pressione, basati sulle composizioni delle fumarole BG e BN, indicano la pressurizzazione delle parti più superficiali del sistema idrotermale della Solfatara (es.  $PCO_2$ , Fig. 2.3.1). Il cronogramma mostra come la  $PCO_2$  sta aumentando dal 2007 insieme all'aumento della frazione di fluidi profondi (magmatici) emessi dalle fumarole, come suggerito dall'aumento del rapporto  $CO_2/H_2O$  mostrato in Fig. 2.3.2. Tali variazioni suggeriscono un aumento generalizzato nei flussi della componente profonda di derivazione magmatica. Simili conclusioni sono state suggerite anche da nuove simulazioni numeriche degli eventi d'immissione di fluidi magmatici nel sistema idrotermale che alimenta le fumarole della Solfatara, che sono state oggetto di un approfondito lavoro scientifico (Chiodini et al., 2012). Tali iniezioni di fluidi magmatici, la cui entità è stata stimata paragonabile alle quantità di fluidi emessi durante eruzioni di piccola-media taglia, sono evidenziate da brusche variazioni nel rapporto  $CO_2/CH_4$ , un buon indicatore dell'arrivo di fluidi magmatici nel sistema idrotermale (Fig. 2.3.3, Chiodini 2009). Tali processi si stanno intensificando nel tempo con un conseguente aumento nelle quantità totali di fluidi magmatici che entrano nel sistema idrotermale (Chiodini et al., 2012).

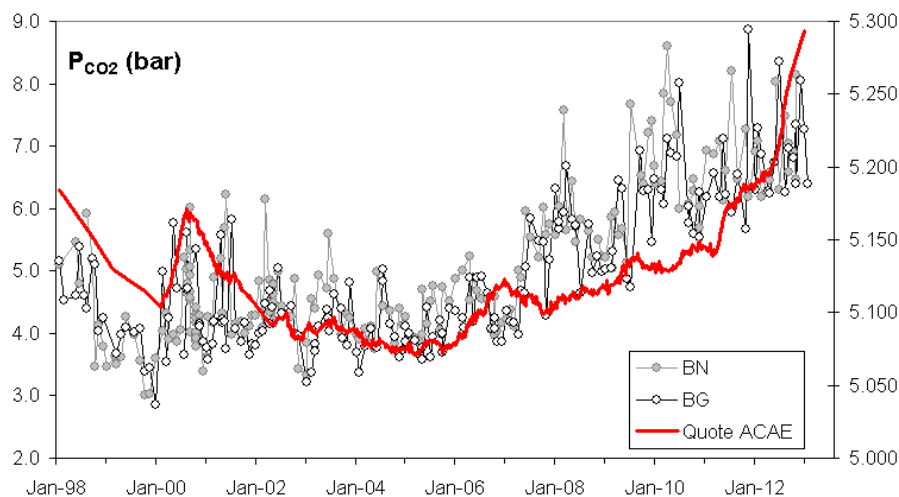


Fig 2.3.1 -Cronogramma della pressione di  $CO_2$  d'equilibrio stimata nel sistema  $H_2O-CO_2-H_2-CO$  per le fumarole BG e BN. In rosso sono evidenziati i dati relativi al periodo di interesse.

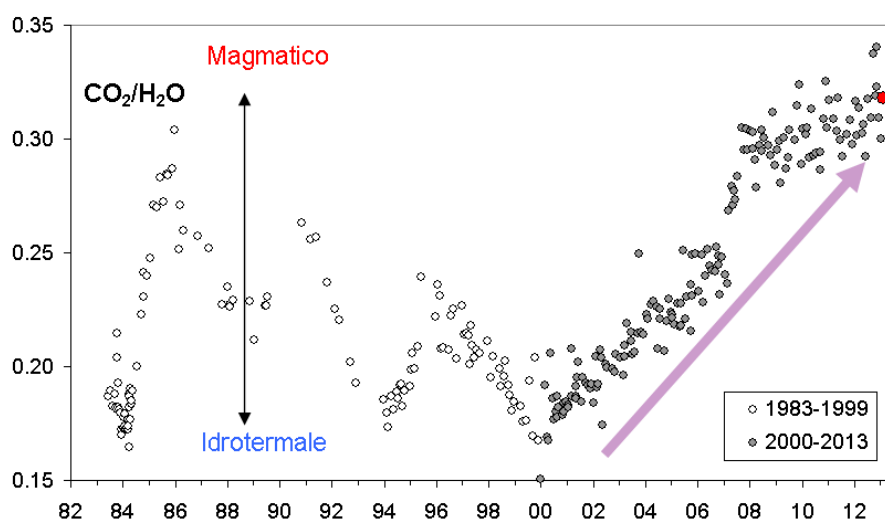


Fig 2.3.2 Cronogramma del rapporto  $CO_2/H_2O$  per la fumarola BG. In grigio sono riportati i dati a partire dal 2000, quando è iniziato un trend d'aumento del rapporto  $CO_2/H_2O$ ,

indicativo di una crescente frazione della componente magmatica nei fluidi fumarolici. In rosso sono evidenziati i valori relativi all'ultimo campione analizzato (Febbraio 2013).

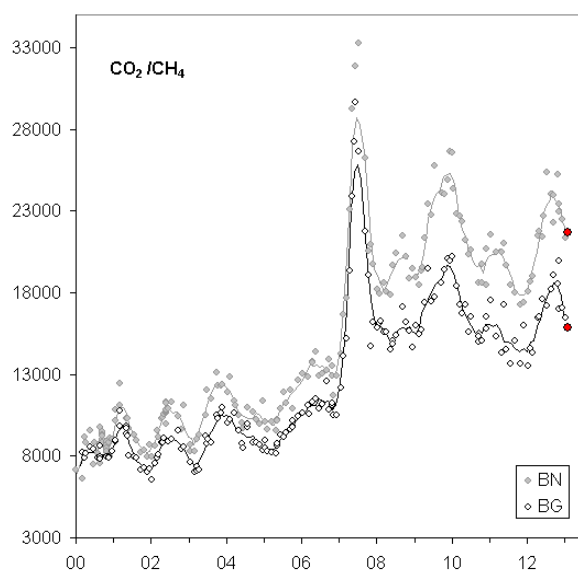


Fig. 2.3.3 – Variazioni del rapporto CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> per le fumarole BG e BN a partire dal 2000. I picchi nel rapporto, registrati in superficie con circa un anno di ritardo, evidenziano episodi di degassamento magmatico occorsi ai Campi Flegrei (Chiodini et al., 2012). In rosso sono evidenziati i valori relativi all'ultimo campione analizzato (Febbraio 2013).

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 fenomenologia 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, l'aumento dei flussi misurati in continuo dalla stazione FLXOV3 (Fig 2.3.4).



Fig. 2.3.4 Medie giornaliere (linee grigie) e medie mensili (cerchi grigi) dei flussi di CO<sub>2</sub> misurati al sito FLXOV3 (Pisciarelli). I valori mostrano un chiaro effetto stagionale, con massimi durante il periodo invernale, ed un trend d'aumento iniziato nella seconda metà del 2010 e tuttora in corso. Tale trend è ben correlato all' aumento macroscopico dell'attività idrotermale dell'area. In rosso è riportata la media dei valori dell'ultimo mese di osservazione.

La temperatura della fumarola, monitorata in continuo, dopo un primo periodo di aumento ha mostrato un lieve trend decrescente durante il periodo invernale e primaverile del 2012. Una nuova emissione di fanghi dai vent fumarolici di Pisciarelli è avvenuta a Luglio 2012 e ha portato ad un repentino abbassamento della temperatura della fumarola fino alla temperatura di ebollizione, seguito nei giorni successivi da un graduale incremento fino ai valori precedenti l'emissione anomala. Successivi abbassamenti della temperatura sono imputabili ad eventi piovosi. In seguito la temperatura si è riportata al valore d'ebollizione.

A partire dal mese di gennaio 2013, in seguito allo spostamento del vent di emissione la misura della temperatura in continuo non è più attendibile. Attualmente, l'emissione di gas e acqua a temperatura di circa 95 °C avviene a circa 2 m di profondità nell'area collassata, rendendo impossibile, al momento, il posizionamento del sensore di temperatura all'interno del vent.

#### 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. *Geology*, 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 rilevate particolari variazioni dei parametri monitorati. In particolare non sono stati rilevati fenomeni sismici, mentre l'andamento della deformazione 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 Livellazione).

#### 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).

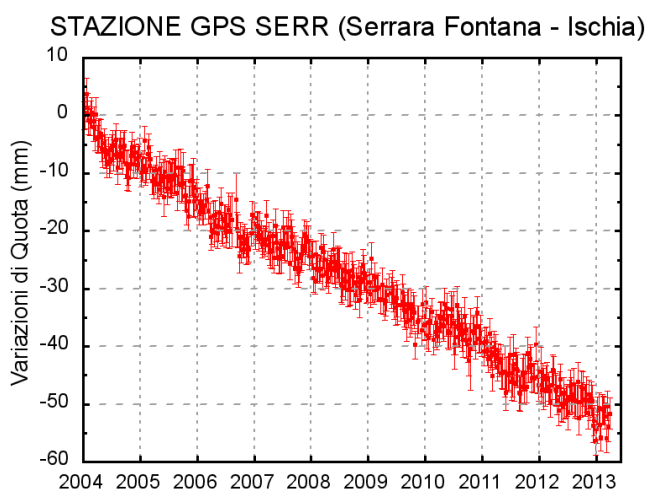


Fig. 3.2.1: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) dal 2004 al 31 marzo 2013

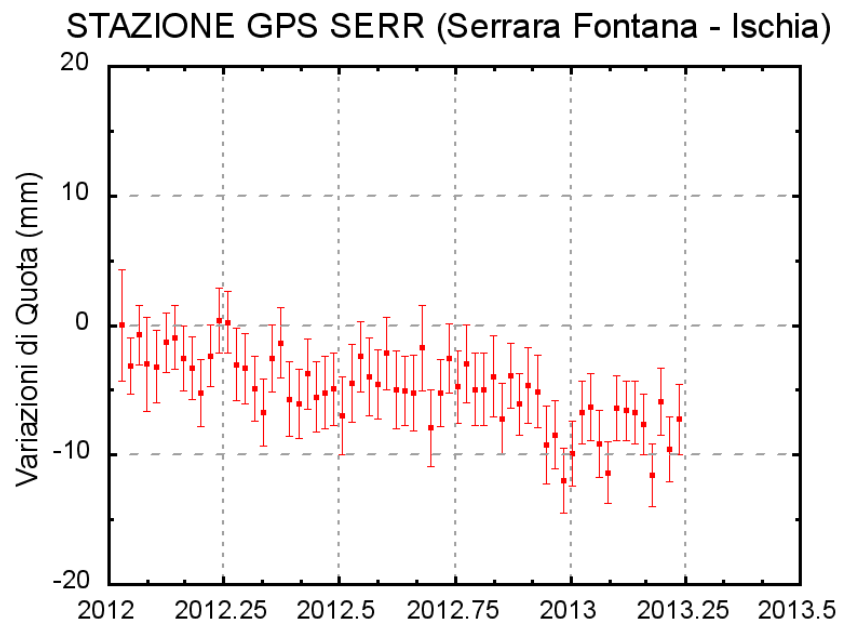


Fig. 3.2.2: Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) dal 01 gennaio 2012 al 31 marzo 2013