

VESUVIO

1 - Sismicità

Nel corso del mese di aprile 2017 al Vesuvio sono stati registrati 93 terremoti (Fig. 1.1). È stato possibile determinare l'ipocentro di 87 degli eventi registrati. Le localizzazioni sono mostrate in Fig. 1.2. La magnitudo massima è stata pari a 2.5 (eventi del 04/04 alle 03:14 UTC e del 10/04 alle 09:06 UTC).

28 terremoti, di magnitudo compresa tra -0.7 e 1.6, sono stati registrati durante uno sciame sismico iniziato alle 01:00 UTC e terminato alle 06:26 UTC del 30/04.

Non si evidenziano trend significativi negli altri parametri sismologici (Fig. 1.3, 1.4, 1.5).

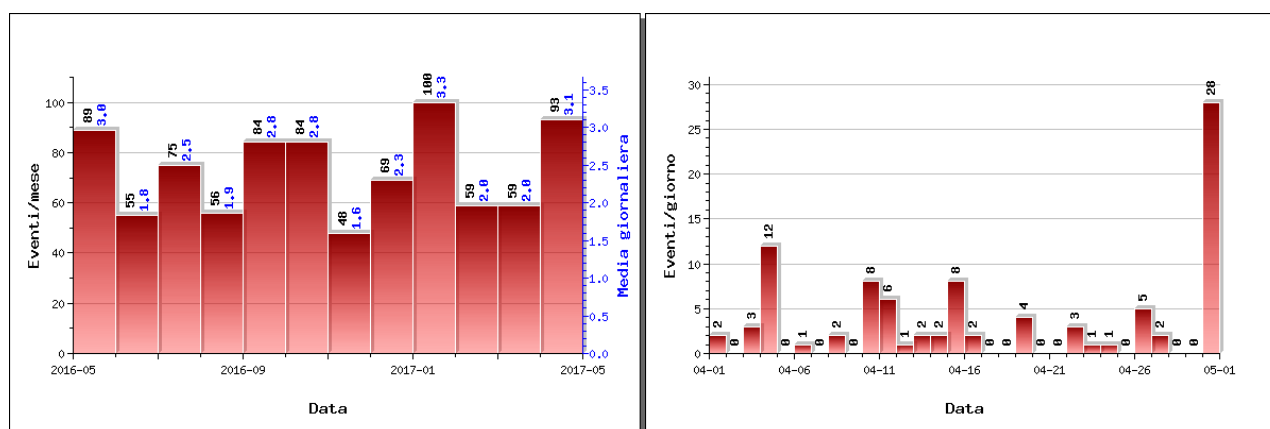


Figura 1.1 - A sinistra il numero di eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 871), mentre a destra quelli avvenuti nell'ultimo mese (in totale 93).

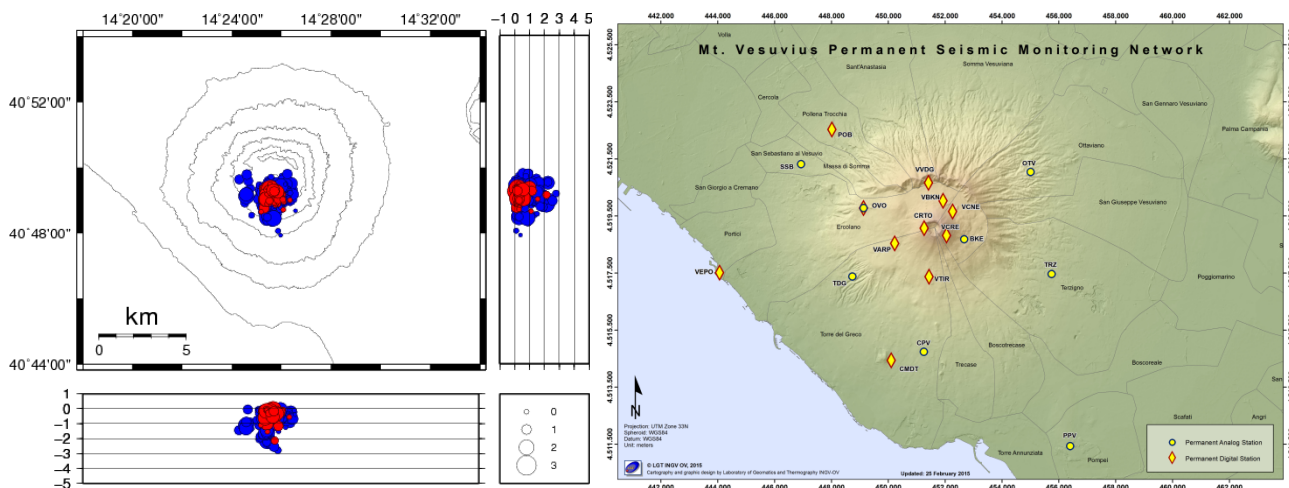


Figura 1.2 - Localizzazioni ipocentrali al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (in blu) e dell'ultimo mese (in rosso). La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa della Rete Sismica Permanente del Vesuvio.

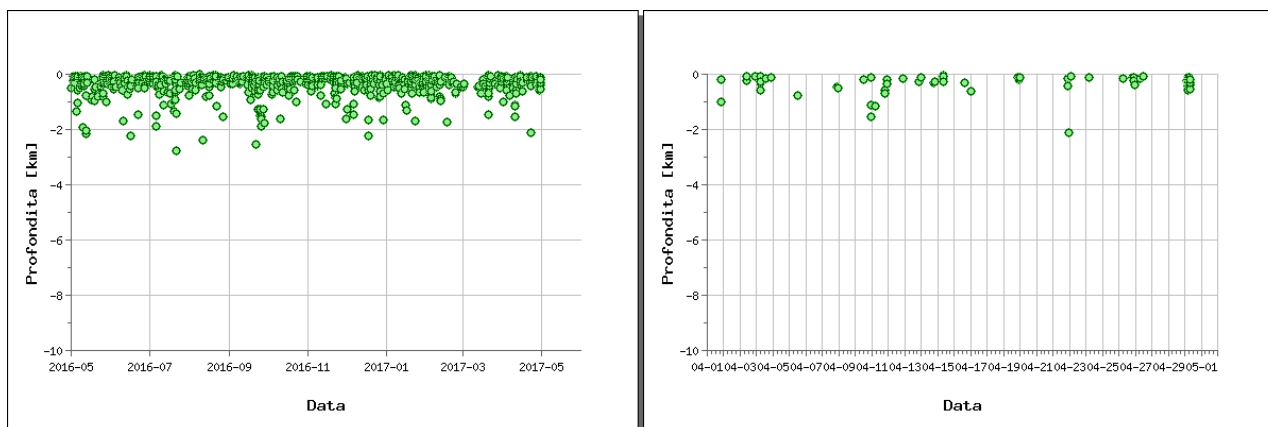


Figura 1.3 - Profondità ipocentrali degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

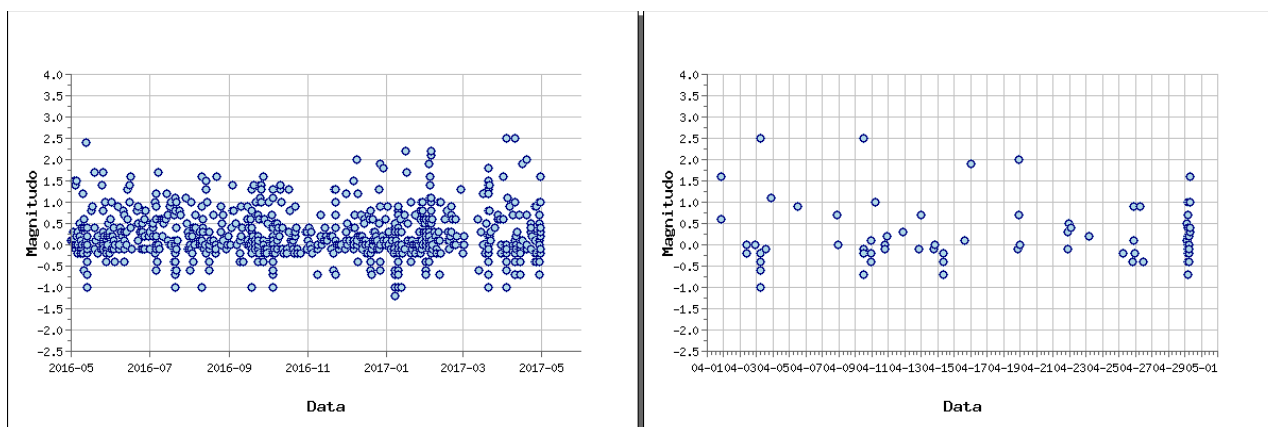


Figura 1.4 - Magnitudo degli eventi registrati al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

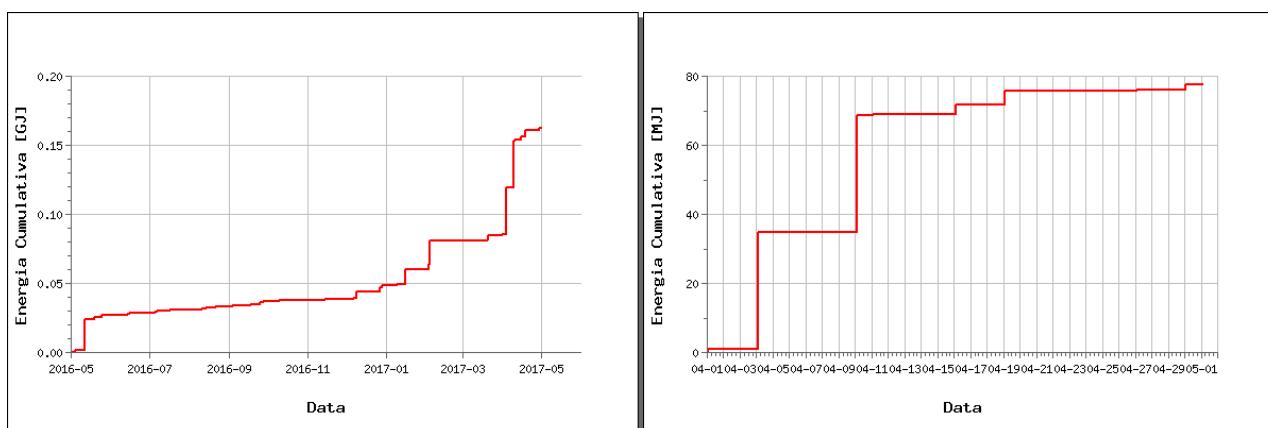


Figura 1.5 - Rilascio cumulativo di energia sismica al Vesuvio nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

In Fig. 1.6 sono riportate le analisi dei meccanismi focali dei terremoti di magnitudo ≥ 2.0 registrati nel mese di aprile (Tab. 1) che mostrano soluzioni prevalentemente associabili a meccanismi obliqui con componenti di movimento sia strike-slip che dip-slip.

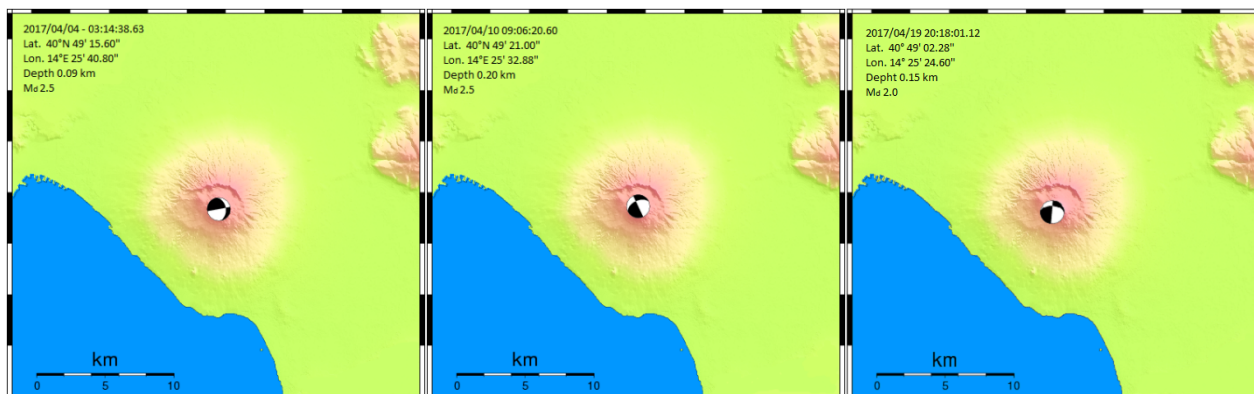


Figura 1.3 – Localizzazioni e meccanismi focali degli eventi del 04/04 alle 03:14, del 10/04 alle 09:06 e del 19/04 alle 20:18.

Data	Md	Lat N	Long E	Prof. (km)
2017/04/04 03:14:38	2.5	40.8210	14.4280	0.09
2017/04/10 09:06:20	2.5	40.8225	14.4258	0.20
2017/04/19 20:18:01	2.0	40.8173	14.4235	0.15

Tabella 1 – Parametri ipocentrali dei terremoti di magnitudo ≥ 2.0 registrati al Vesuvio nel mese di aprile.

2 - Deformazioni del Suolo

GPS

In Figura 2.1 è mostrata la Rete GPS Permanente operativa al Vesuvio.

Non si evidenziano deformazioni del suolo imputabili a fenomeni vulcanici. In Figura 2.2 viene riportata la serie temporale delle variazioni in quota della stazione GPS di BKNO (Bunker Nord).

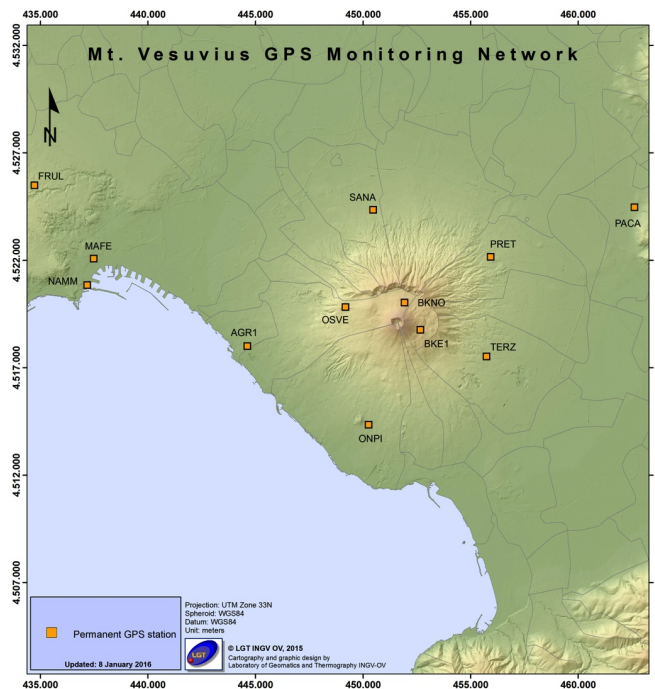


Figura 2.1 - Rete GPS Permanente del Vesuvio.

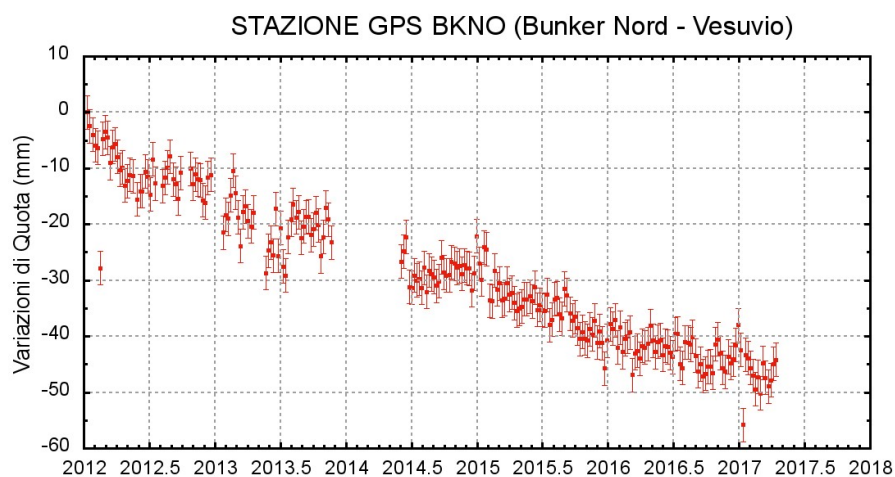


Figura 2.2 - Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione BKNO (Vesuvio) da gennaio 2012 ad aprile 2017.

Mareometria

In Figura 2.3 è mostrata la Rete Mareografica operativa al Vesuvio.

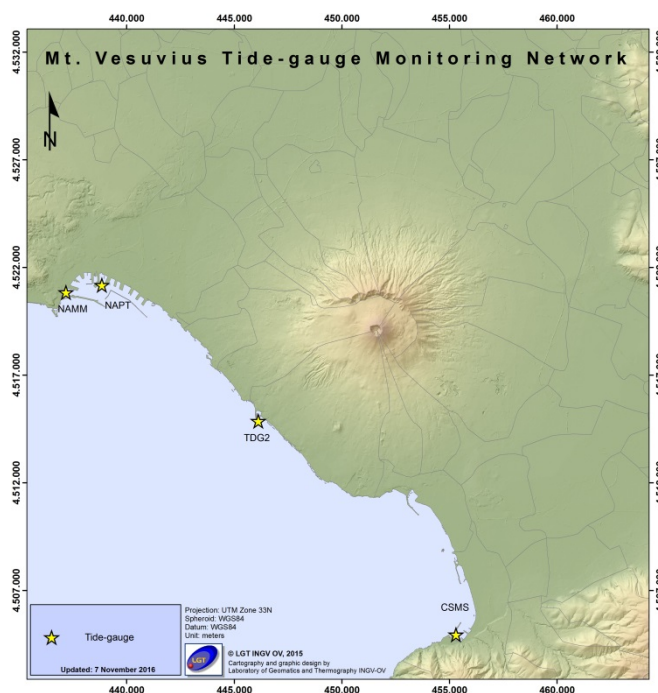


Figura 2.3 - Rete Mareografica del Vesuvio

Nell'area vesuviana non si osservano significativi movimenti verticali del suolo come rilevato dalle analisi dei dati alle stazione di Torre del Greco (TDG2) (Figura 2.4). Le analisi evidenziano delle lievi oscillazioni che rimangono confinate entro la soglia di significatività delle misure mareometriche.

Il picco visibile verso la fine del mese di luglio 2016 è stato determinato dal malfunzionamento temporaneo del sensore della stazione di riferimento NAMM.

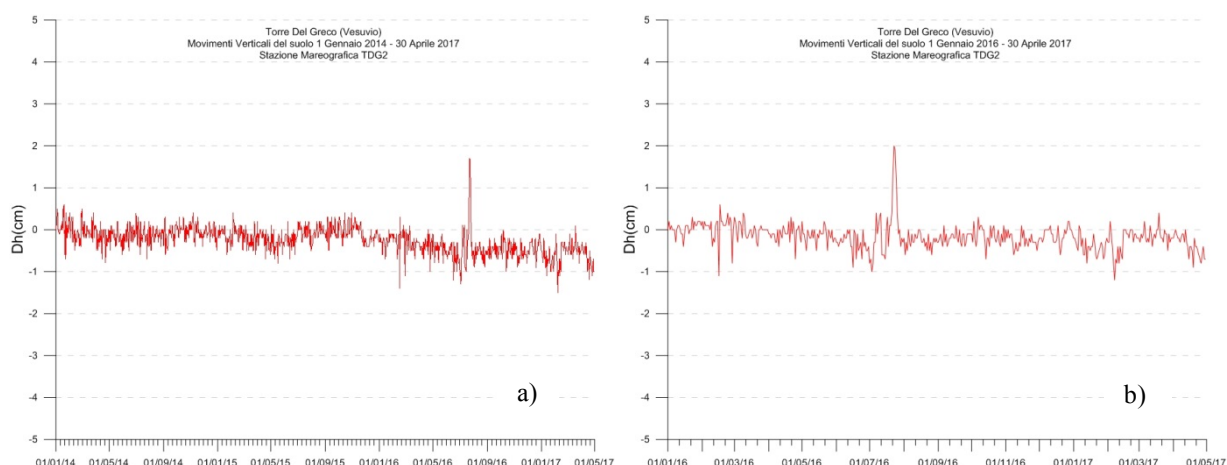


Figura 2.4 - Movimenti verticali del suolo, nel periodo gennaio 2014 - aprile 2017 (a) e gennaio 2016-aprile 2017 (b), ottenuti dall'analisi dei dati acquisiti dal sensore digitale alla stazione mareografica di Torre del Greco (TDG2). Le variazioni riportate rappresentano le medie giornaliere e sono riferite alla stazione di Napoli Molo S.Vincenzo (NAMM).

Tiltmetria

La Rete di Monitoraggio delle inclinazioni del suolo del Vesuvio consiste in 7 stazioni (Fig. 2.5) di cui 3 equipaggiate con sensori analogici di superficie (OVO, CMD, ROV) e 4 con sensori digitali da pozzo (IMB, TRC, CMT, CMG installati a 25 m di profondità).

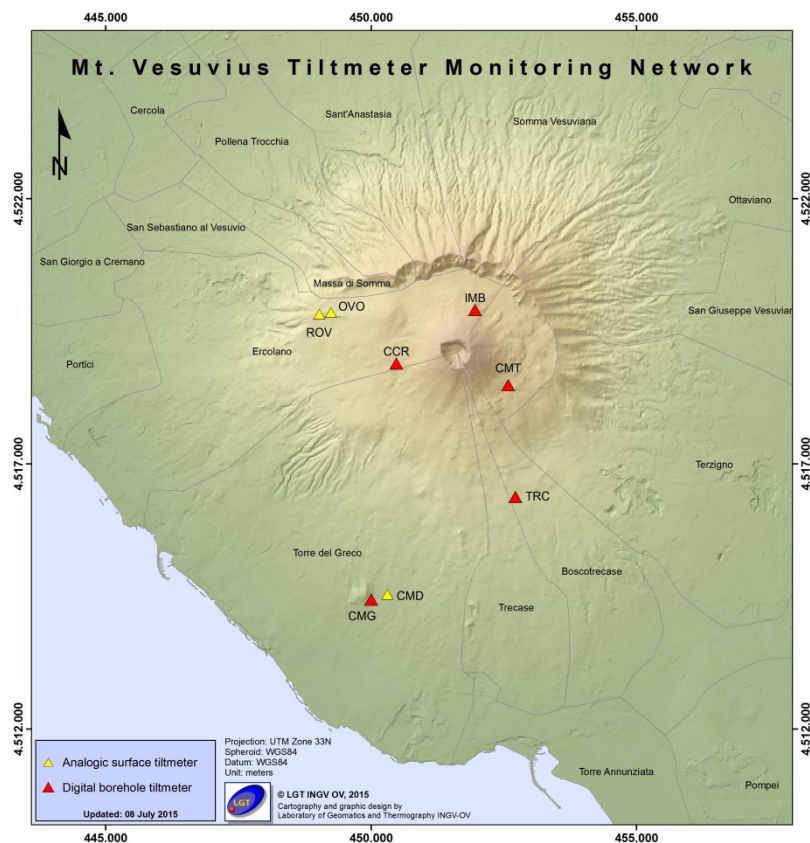


Figura 2.5 – Rete Tiltmetrica del Vesuvio. La stazione CCR è in corso di completamento.

Tutte le stazioni acquisiscono con passo di campionamento ogni minuto e trasmettono quotidianamente al Centro di Monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano secondo 2 modalità di trasmissione (ADSL, GSM, Rete Hiperlan). I segnali registrati dalle stazioni tiltmetriche analogiche vesuviane consistono in time-series di variazioni di inclinazione del suolo lungo due piani ortogonali (NS ed EW), di temperatura e di pressione atmosferica. Le sequenze tiltmetriche considerate per il calcolo del campo di inclinazione del suolo derivano dalle serie temporali registrate e sottoposte ad un trattamento statistico di decorrelazione dagli effetti termici (dovuti primariamente all'insolazione diurna) allo scopo di rimuoverne gli effetti sui segnali stessi. Le serie temporali acquisite dai tiltmetri digitali (tra cui figurano anche la temperatura e la declinazione magnetica) non vengono decorrelate in quanto gli stessi sono posizionati a profondità a cui gli estremanti termici diurni ed annuali sono molto prossimi tra di loro. Il pattern d'inclinazione calcolato al Vesuvio nel periodo gennaio-aprile 2017 è riportato in Figura 2.6.

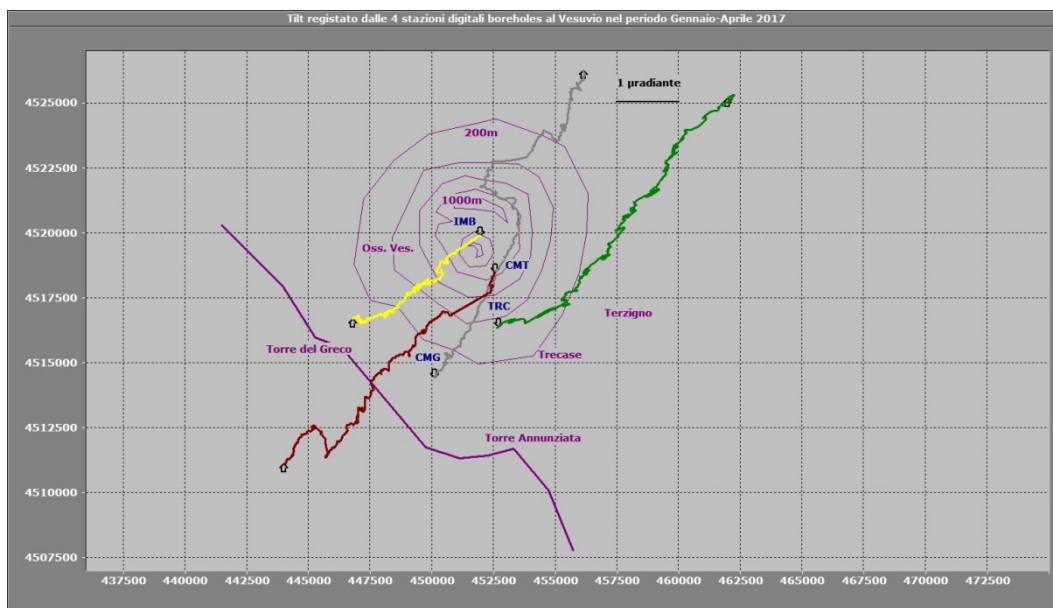


Figura 2.6 – Odografo del tilting registrato alle stazioni del Vesuvio nel periodo gennaio-aprile 2017. Per chiarezza di rappresentazione grafica sono state selezionate solo le stazioni borehole con sensori ubicati tra 20 e 25 m di profondità.

La deformazione relativa ad ogni sito-stazione è rappresentata con segmenti orientati di colore diverso; l'origine di ogni vettore tilt è siglata con il nome del sito stesso ed evidenziata con una freccia puntata verso il basso mentre l'estremo libero è indicato con una freccia puntata verso l'alto. Il verso di ogni vettore (che indica settori di crosta in abbassamento) è univocamente definito dal suo estremo libero.

Nella Tabella seguente sono riportati i valori di inclinazione del suolo, le rispettive direzioni del tilting e la variazione di temperatura registrata a fondo pozzo (≈ -25 m dal p.c.) acquisiti nel primo quadrimestre 2017.

Sito	Inclinazione e direzione	Temperatura
Stazione TRC (372 m s.l.m.)	5.1 μ radianti a NE	- 0.02 °C
Stazione IMB (974 m s.l.m.)	2.4 μ radianti a SW	0.02 °C
Stazione CMG (117 m s.l.m.)	5.3 μ radianti a NNE	- 0.03 °C
Stazione CMT (842 m s.l.m.)	4.5 μ radianti a SW	0.23 °C

L'inclinazione dell'edificio vulcanico nel periodo gennaio-aprile 2017 è avvenuta in prevalenza nel settore NNE-NE nella parte meridionale del Vesuvio e quindi a quote più basse (CMG e TRC).

Il tilting prevalente, riguardante la porzione settentrionale del vulcano ed a quote maggiori (IMB e CMT), si concentra invece in direzione SW.

Nell'ultimo mese la temperatura di CMT ha avuto un ulteriore ma piccolo incremento ed il suo valore resta sempre più alto se confrontato con quello delle altre stazioni borehole. Si tratta di un fenomeno a carattere locale per il quale, allo stato attuale delle conoscenze e degli elementi noti, non appaiono esserci correlazioni con processi legati alla dinamica vulcanica.

Inoltre, sempre in riferimento a tale stazione, nel periodo 20 marzo - 20 aprile si osserva un singolare pattern tiltmetrico che, con un andamento a parabola con asse leggermente obliquo in direzione del cratere, precede e si accompagna a 7 eventi sismici registrati in asse craterico (Fig. 2.7).

Il vertice della parabola corrisponde all'inclinazione del sito-stazione verso il cratere.

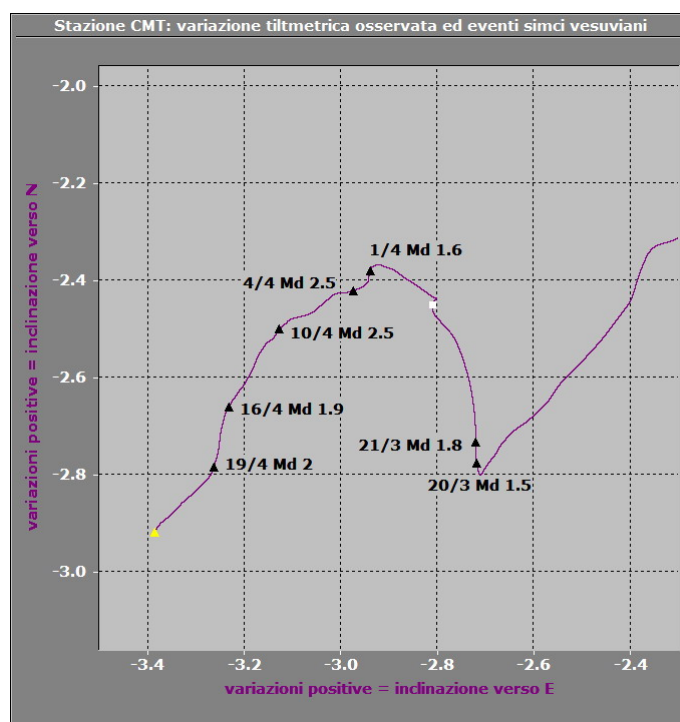


Figura 2.7 - Ingrandimento del plot tiltmetrico di CMT dal quale si evince un tilting ad andamento parabolico con vertice in direzione del cratere. Sull'odografo sono riportati i 7 eventi sismici registrati nel periodo.

Per quanto attiene alla stazione CMG, il tilting registrato nel mese corrente mostra di aver ripreso la sua direzione prevalente di inclinazione a NNE.

3 - Monitoraggio termico ad immagine

La stazione della Rete Permanente di Monitoraggio Termico acquisisce immagini all'infrarosso del versante interno sud occidentale del cratere del Vesuvio (Sansivero et al., 2013). La serie temporale in Fig. 3.1 non evidenzia la presenza di trend significativi del campo di temperatura superficiale nell'area d'analisi.

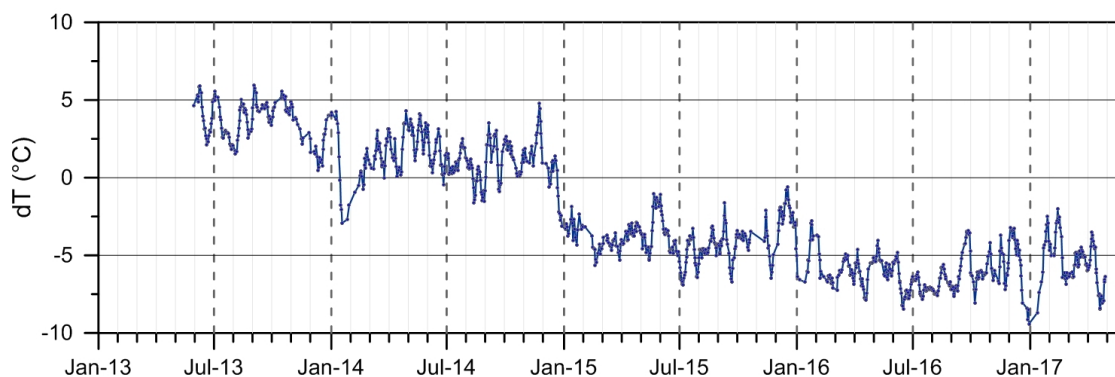


Figura 3.1 - Stazione Vesuvio. Medie settimanali dei residui (dT° ; Vilardo et al., 2015) della serie temporale dei valori di temperatura massima rilevati nell'immagine IR.

4 - Geochimica dei Fluidi

L'attività di monitoraggio svolta nel mese di aprile 2017 ha riguardato:

- l'acquisizione in continuo di dati di flusso di CO₂ dal suolo, della temperatura della fumarola principale e del gradiente di temperatura del suolo tramite una stazione multiparametrica (FLXOV6) installata in area bordo cratere (settore SW; Fig. 4.1);
- il campionamento della fumarola il campionamento delle fumarola B3 di bordo cratere (Fig. 4.1);
- non sono disponibili nuovi dati della fumarola di fondo cratere (FC2) relativi al periodo di riferimento.

Di seguito vengono riportate le osservazioni più rilevanti sui dati acquisiti.

La composizione delle fumarole di bordo cratere, costituita essenzialmente da una miscela di aria e del componente idrotermale profondo (Caliro et al., 2011), nel campione di aprile 2017 (fumarola B3) non ha mostrato variazioni significative rispetto ai periodi precedenti (Fig. 4.2).

La stazione multiparametrica, installata in area bordo cratere (settore SW), misura: il flusso di CO₂ dal suolo (ogni due ore), gradiente di temperatura nel suolo, temperatura della maggiore emissione fumarolica dell'area, pressione atmosferica e temperatura dell'aria (ogni 10 minuti). I parametri misurati, nel periodo di interesse, non hanno mostrato variazioni significative (Fig. 4.3). Le lievi variazioni osservate sono, comunque, da mettersi in relazione a particolari eventi meteorologici (pioggia, vento forte, bassa pressione, temperatura atmosferica etc.). Sono state ultimate le operazioni di installazione della nuova stazione geochimica multiparametrica nell'area fumarolizzata di fondo cratere, che misurerà il flusso di CO₂ dal suolo, il gradiente di temperatura verticale del suolo, la temperatura del suolo, pressione atmosferica e temperatura dell'aria. (Fig. 4.4). I test di funzionamento della stazione sono in corso.

In conclusione le indicazioni fornite dalla geochimica dei fluidi sono di una sostanziale stabilità dei trend precedentemente osservati con variazioni di lieve entità ed ancora non chiaramente interpretabili.



Figura 4.1 - Ubicazione della stazione multiparametrica FLXOV6 e dei siti oggetto delle attività di sorveglianza geochemica in area craterica. In particolare, sono riportate le principali fumarole di bordo cratere (B1-B3) e di fondo cratere (FC2), sono inoltre riportati i punti fissi per la misura del flusso di CO₂ dal suolo e della temperatura del suolo, in area bordo cratere (simboli bianchi) e in area di fondo cratere (simboli gialli).

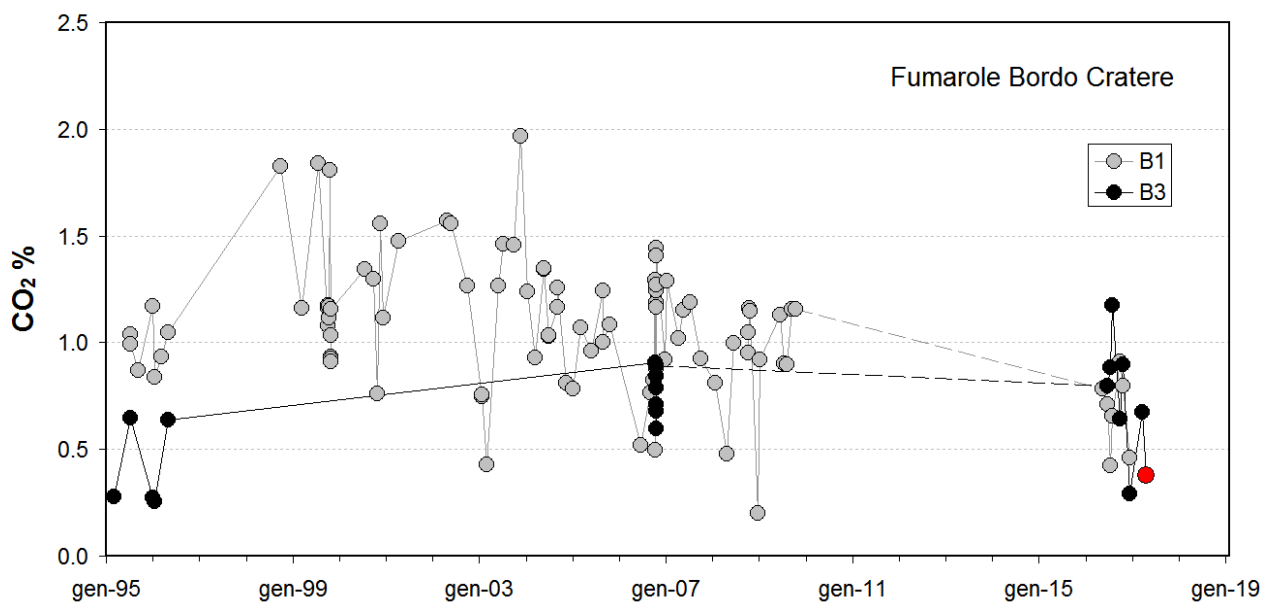


Figura 4.2 - Cronogramma della concentrazione di CO₂ delle fumarole di bordo cratere B1 (area anemometro) e B3 (settoe SW). Il campione di aprile 2017 è riportato con il simbolo rosso.

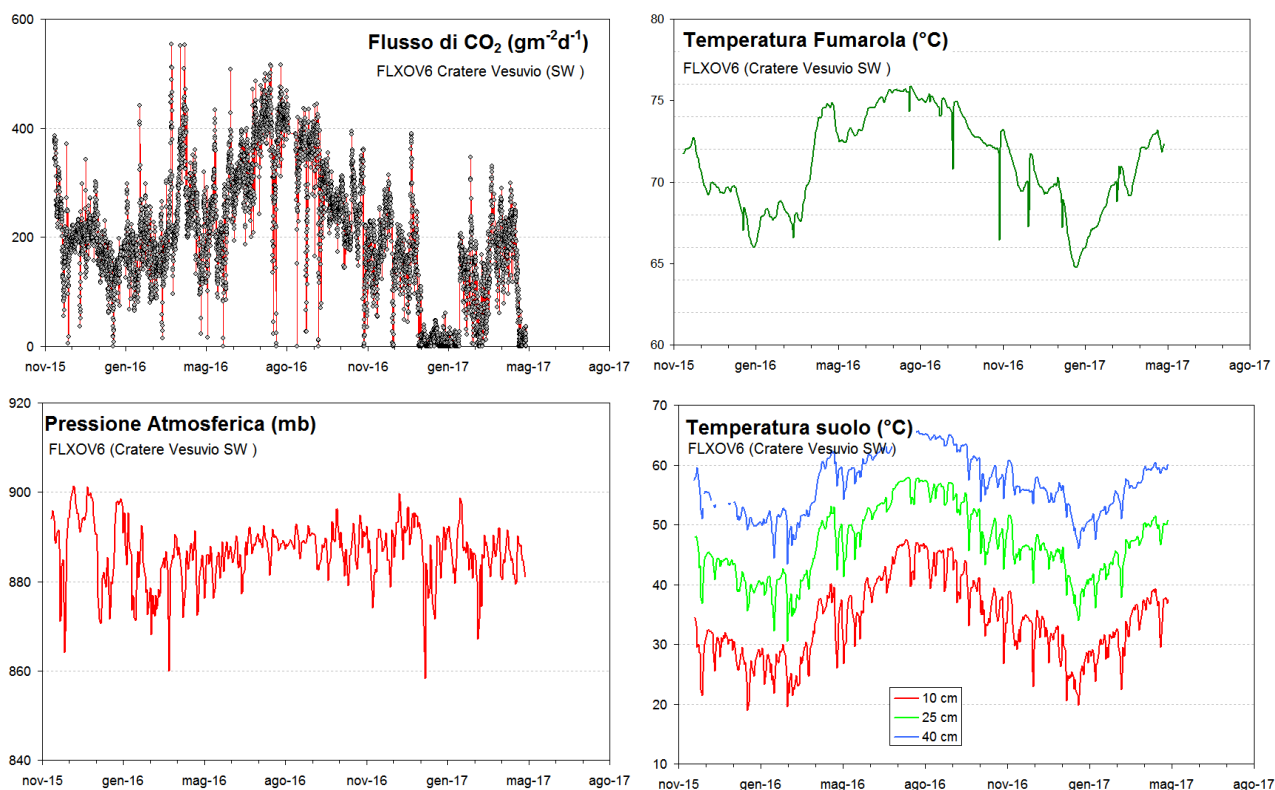


Figura 4.3 - Parametri misurati dalla stazione geochimica (FLXOV6) installata in area bordo cratere del Vesuvio (settore SW). I valori, eccetto il flusso di CO₂ dal suolo, sono riportati come medie giornaliere.



Figura 4.4 - Installazione della nuova stazione geochimica in area di fondo cratere. La particolare struttura è necessaria per difendere la stazione da possibili eventi franosi.

5 - QUADRO DI SINTESI DELLO STATO DEL VULCANO NEL MESE DI APRILE 2017 E VALUTAZIONI

Al Vesuvio permane una lieve sismicità di fondo ed un'assenza di deformazioni riconducibili a sorgenti vulcaniche. I dati delle telecamere termiche e le analisi geochimiche non evidenziano variazioni significative alle fumarole presenti sul versante del cratere nè sul fondo.

Sulla base dell'attuale stato dell'attività vulcanica, non sono previste significative evoluzioni a breve termine.

Bibliografia

- Caliro S., Chiodini G., Avino R., Minopoli C., and Bocchino B. (2011) Long time-series of chemical and isotopic compositions of Vesuvius fumaroles: evidence for deep and shallow processes. *Annals Geophysics* **54**, 137-149. doi: 10.4401/ag-5034.
- Chiodini G., Marini L., and Russo M. (2001) Geochemical evidence for the existence of high-temperature hydrothermal brines at Vesuvio volcano, Italy. *Geochim. Cosmochim. Acta* **65**, 2129-2147.
- Sansivero F., Scarpato G. and G. Vilardo (2013). The automated infrared thermal imaging system for the continuous long-term monitoring of the surface temperature of the Vesuvius crater. *Annals of Geophysics*, 56, 4, S0454; doi:10.4401/ag-6460.
- Vilardo G., Sansivero F. and G. Chiodini (2015). Long-term TIR imagery processing for spatiotemporal monitoring of surface thermal features in volcanic environment: a case study in the Campi Flegrei (Southern Italy). *J. Geophys. Res. - Solid Earth*, 120 (2), 812-826, doi:10.1002/2014JB011497.

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 simiche 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.