



Bollettino di Sorveglianza

ISCHIA

DICEMBRE 2017



ISCHIA

1 - Sismicità

Nel corso del mese di dicembre, ad Ischia, è stato registrato 1 terremoto di bassa magnitudo (evento del 25/12 alle 06:59 UTC; $M_d = 0.7$). L'evento risulta localizzato nell'area di Casamicciola alla profondità di circa 1.3 km (Fig. 1.1).

Non si evidenziano trend significativi nei parametri sismologici (Fig. 1.2, 1.3, 1.4, 1.5).

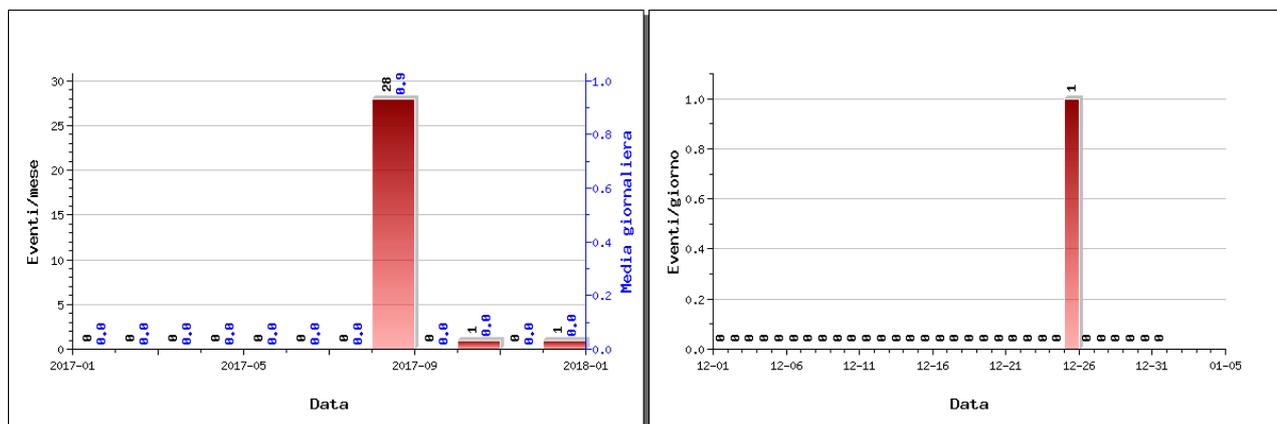


Figura 1.1 – A sinistra numero di eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 30), mentre a destra quelli avvenuti nell'ultimo mese (in totale 1).

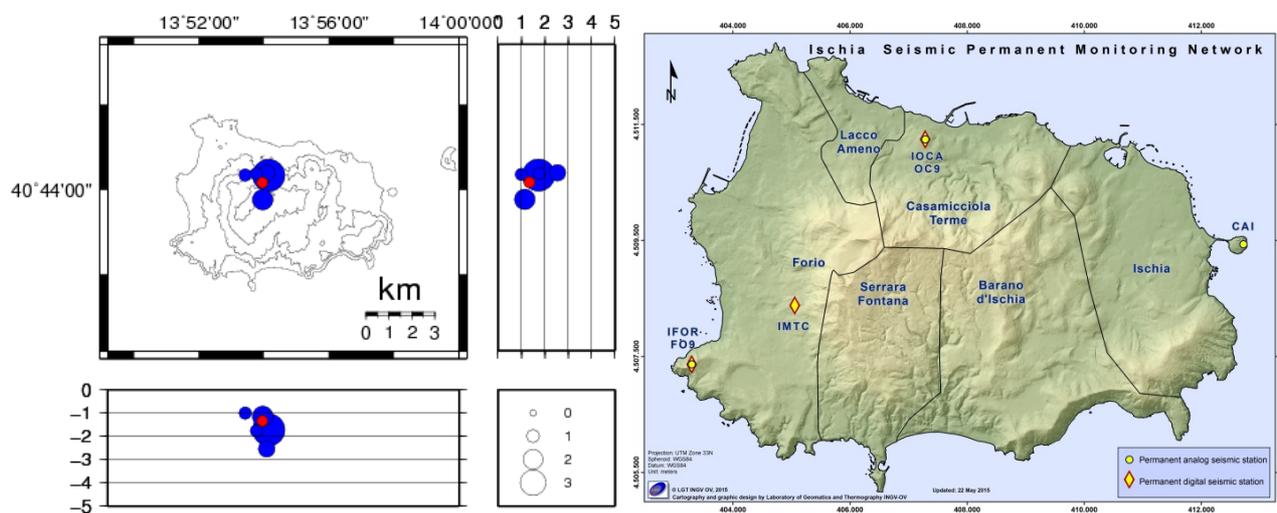


Figura 1.2 - Localizzazioni ipocentrali ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi. La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la Rete Sismica di Ischia.

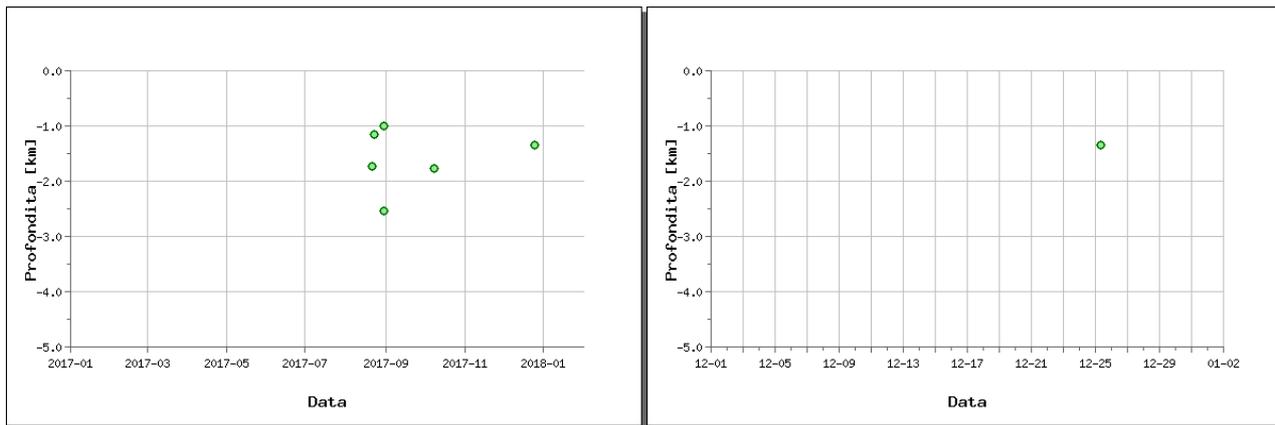


Figura 1.3 - Profondità ipocentrali degli eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

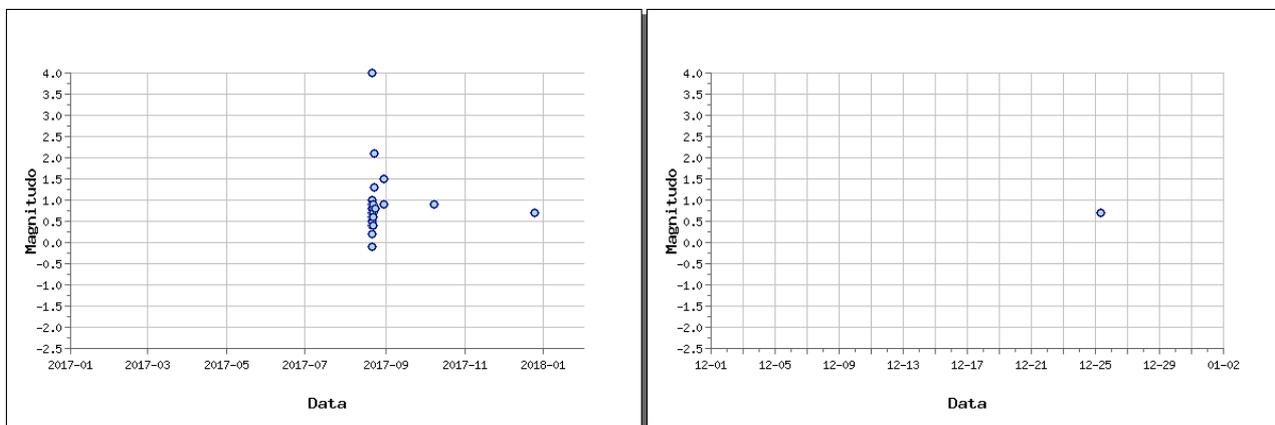


Figura 1.4 - Magnitudo degli eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

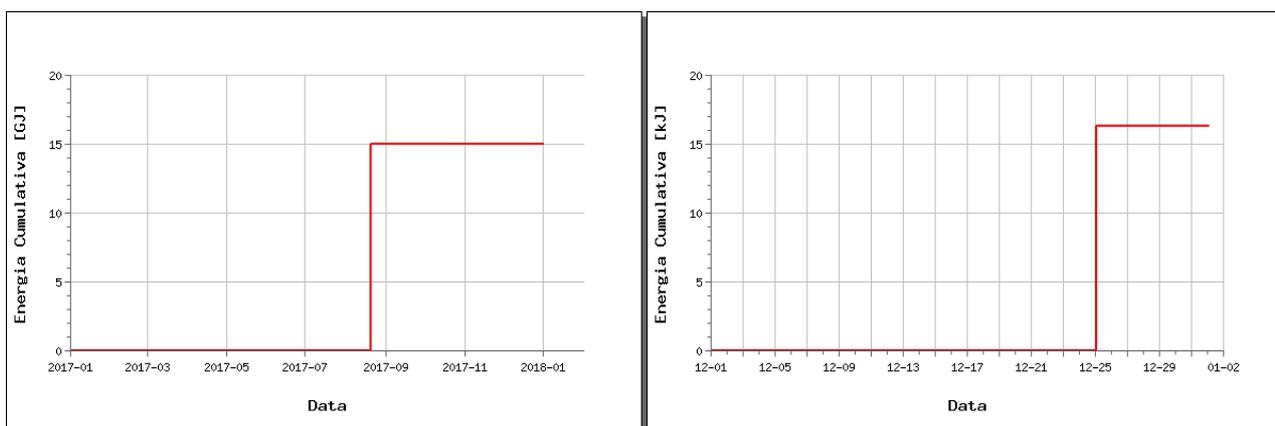


Figura 1.5 - Rilascio cumulativo di energia sismica ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (a sinistra) e dell'ultimo mese (a destra).

2 - Deformazioni del Suolo

GPS

In figura 2.1 è riportata la Rete GPS Permanente operativa ad Ischia.

L'analisi delle serie temporali GPS conferma la generale subsidenza dell'isola con valori più elevati nel settore meridionale (Fig. 2.2 e Fig. 2.3).



Figura 2.1 - Rete GPS Permanente di Ischia.

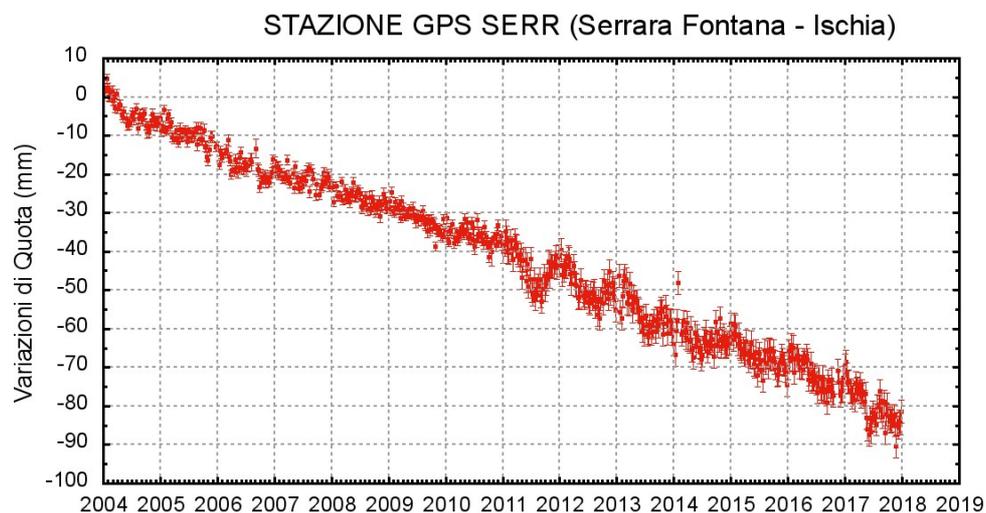


Figura 2.2 - Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) dal 2004 a dicembre 2017.

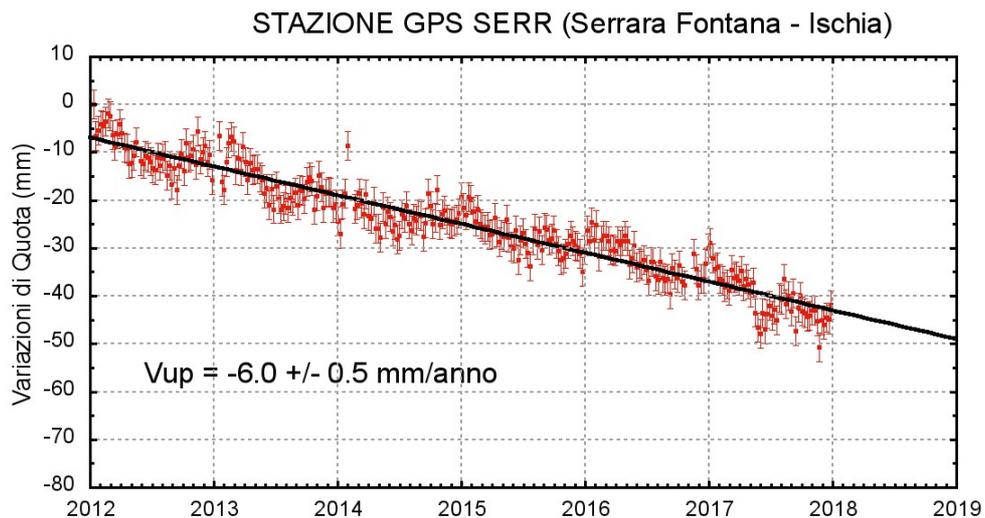


Figura 2.3 - Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) da gennaio 2012 a dicembre 2017.

Tiltmetria

La Rete di Monitoraggio delle inclinazioni del suolo dell'Isola di Ischia consiste in 3 stazioni equipaggiate con sensori digitali da pozzo (ISC, BRN, FOR, installati a 25 m di profondità). (Fig. 2.4)

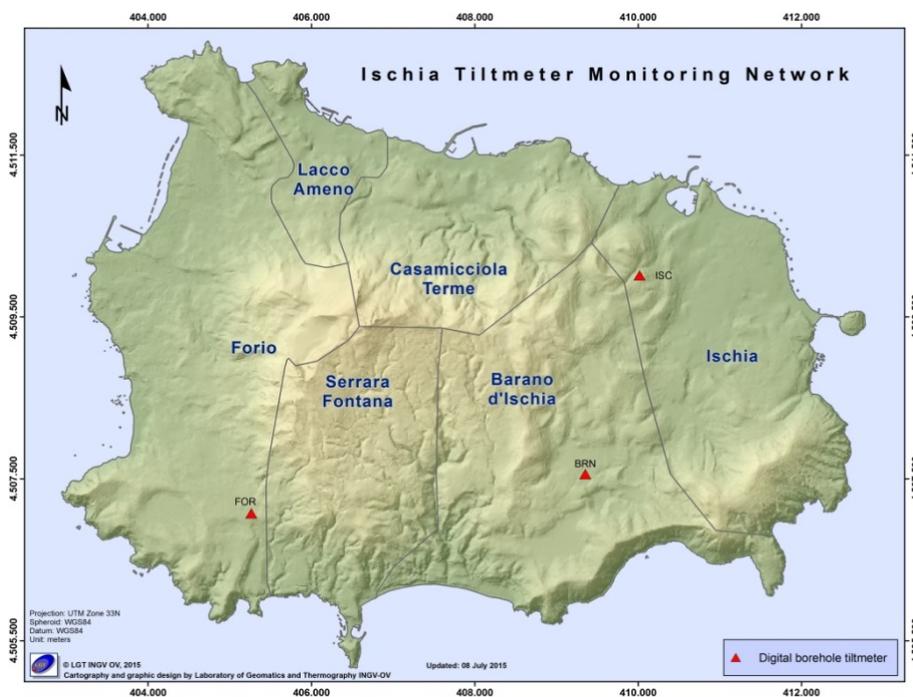


Figura 2.4 - Rete Tiltmetrica dell'Isola d'Ischia.

Il pattern di inclinazione calcolato nel 2017 è riportato in Fig. 2.5.

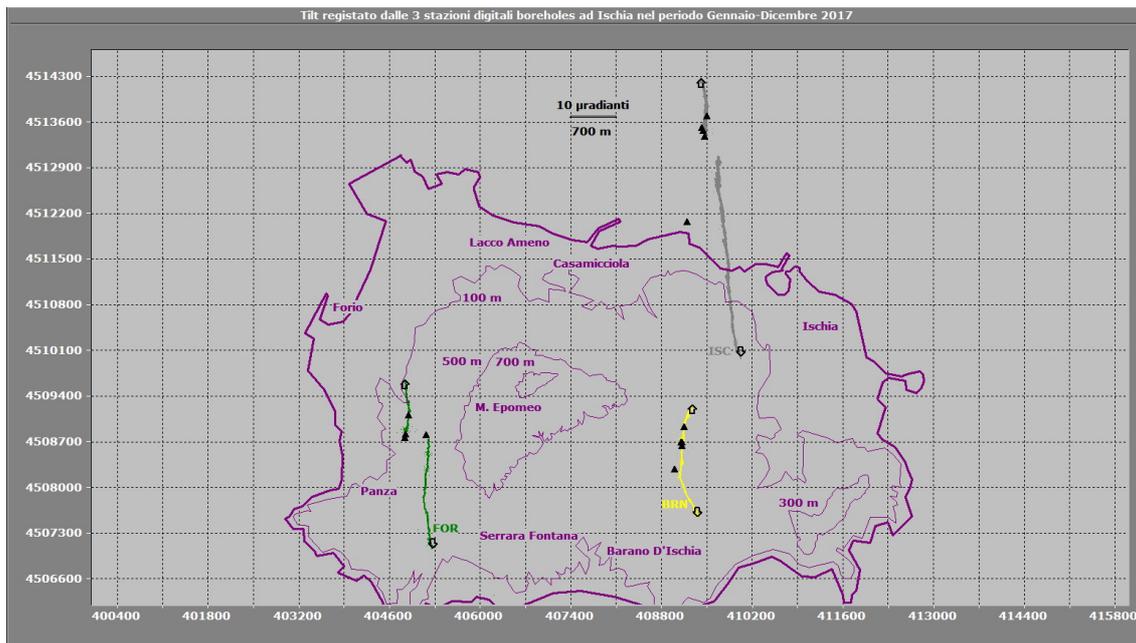


Figura 2.5 - Odografo del tilting registrato alle stazioni di Ischia nel 2017. I triangolini neri sovrapposti al tilt cumulativo indicano i 5 eventi sismici occorsi il 21, 23, 30/8 (due eventi) e 08/10. La traslazione verso W delle direzioni di tilting alle stazioni FOR ed ISC dopo l'evento del 21/8 è solo apparente ed è dovuta alla rappresentazione bidimensionale del tilt.

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 riportate per ogni stazione, la variazione di inclinazione, la direzione di tilting e la variazione di temperatura registrata a fondo pozzo (≈ -25 m dal p.c.) acquisite nel 2017.

Sito	Inclinazione e direzione	Temperatura
Stazione FOR (157 m s.l.m.)	37.2 μ radianti a NNW	0.05 °C
Stazione BRN (145 m s.l.m.)	24.4 μ radianti a N	0.05 °C
Stazione ISC (173 m s.l.m.)	61.5 μ radianti a NNW	- 0.03 °C

In Figura 2.6 sono riassunti gli andamenti delle componenti tiltmetriche (filtrate dalle periodicità giornaliere) e termica registrate da ognuna delle 3 stazioni borehole.

Tutte le componenti NS mostrano un trend di inclinazione verso N e quindi un abbassamento del suolo a N delle stesse, mentre le componenti EW delle 2 stazioni ISC e BRN mostrano un trend verso W e quindi un abbassamento nella stessa direzione, anche se molto più marcato ad ISC; infine la stazione FOR mostra una minima oscillazione pre-sismica verso W che in corrispondenza dell'evento del 21 agosto aumenta invece notevolmente.

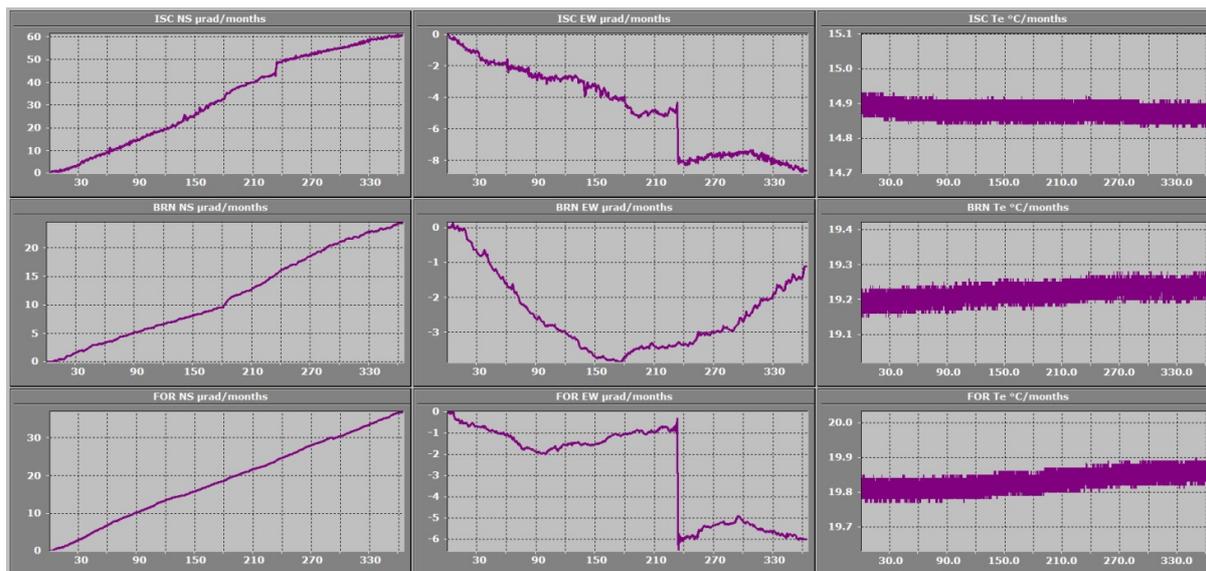


Figura 2.6 – Serie temporali dei segnali registrati nel 2017 dalle 3 stazioni “borehole” della rete ischitana, con sensori ubicati a 25 m di profondità, ordinate dal basso verso l’alto secondo la latitudine. Le prime 2 colonne riportano le componenti NS ed EW in $\mu\text{rad}/\text{months}$ i cui valori di tilt crescenti nel tempo indicano rispettivamente la variazione di inclinazione del suolo a N e ad E, mentre la terza colonna riporta la temperatura in $^{\circ}\text{C}$ registrata da ogni sensore. Gli offset tiltmetrici visibili ad ISC (NS e EW) ed a FOR (EW) sono quelli registrati in corrispondenza degli eventi del 21 agosto

Da giugno 2015, il pattern di inclinazione osservato mostra una forte polarizzazione a NNW; in particolare, nel quadrante nord-orientale dell’isola si registra la variazione tiltmetrica maggiore.

Nel 2017, tale rateo resta 2.5 volte maggiore rispetto al settore sud-orientale ed 1.7 volte maggiore rispetto a quello sud-occidentale.

Dopo il terremoto del 21 agosto le direzioni di tilting sono rimaste pressoché invariate alle 3 stazioni; ovviamente, in conseguenza del tilt cosismico registrato, si nota una traslazione apparente verso W di tali direzioni alle stazioni FOR ed ISC (Fig. 2.5).

3 - INTERVENTI IN CORSO A SEGUITO DELL’EVENTO SISMICO DEL 21 AGOSTO 2017 $M_D=4.0$

A seguito del terremoto occorso a Ischia il 21 agosto 2017, sono state intraprese una serie di attività per lo studio degli effetti del sisma e il potenziamento del sistema di monitoraggio.

Rete Sismica Mobile

L’intervento è stato effettuato nell’ambito delle attività del **Gruppo Operativo SISMO** dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Durante il mese di dicembre 2017 l'attività della Rete Sismica Mobile sull'isola d'Ischia ha riguardato lo scarico dei dati registrati in modalità di acquisizione locale e la verifica del corretto funzionamento della strumentazione. In Tabella 3.1 sono riportate le informazioni relative alla configurazione della Rete Sismica (Fig.3.1).



Figura 3.1 – Ortofoto dell'Isola d'Ischia. a) I simboli in rosso identificano le stazioni della rete permanente dell'Osservatorio Vesuviano; i simboli in giallo (acquisizione locale) e in verde (in trasmissione) identificano le stazioni temporanee della rete mobile attualmente in funzione. Il simbolo in bianco è relativo alla stazione T1362 disinstallata il giorno 03/10/2017. b) Nel riquadro b è mostrata in dettaglio la configurazione geometrica della rete sismica intorno e dentro la zona rossa di Casamicciola.

Tabella 3.1 – Stato della Rete Mobile installata a Ischia.

Stazione	Coordinate	Località	Data Installazione	Sensore	Acquisitore
T1361	40.7567N 13.8789E 7 m	Lacco Ameno Parco Negombo	26/08/2017	Lennartz LE-3Dlite	Nanometrics Taurus
T1362	40.7346N 13.9100E 303 m	Casamicciola T. Via Pera di Basso	26/08/2017 Disinstallata 03/10/2017	Lennartz LE-3Dlite Episensor ES-T	Nanometrics Taurus+Trident
T1363	40.7455N 13.9135E 50 m	Casamicciola T. Via Cretaio	31/08/2017	Lennartz LE-3Dlite	Lennartz MARSlite
T1364	40.7426N 13.8905E 129 m	Lacco Ameno Hotel Grazia	31/08/2017	Lennartz LE-3Dlite	Nanometrics Taurus
T1365	40.7014N 13.9181E 130 m	Barano Hotel Villa a Mare	18/09/2017	Lennartz LE-3Dlite	Gilda

T1366	40.7373N 13.9046E 213 m	Casamicciola T. Via S. Barbara	03/10/2017	Lennartz LE-3Dlite Episensor ES-T	Nanometrics Taurus
T1367	70.7435N 13.8952E 81 m	Casamicciola T. Hotel V.Jantò	23/10/2017	Lennartz LE-3D/5s	Gilda

Indagini di Campagna, Campionamento Mineralogico, Misure Termiche e Indagini Geofisiche

L'attività effettuata per lo studio della neo-mineralizzazioni della zona più prossima alla zona di Casamicciola, posizionata all'interno dell'area epicentrale, include:

misura della temperatura contestuale al campionamento; indagini di microscopia ottica con definizione di tipologia, componenti e tessiture dei materiali inorganici (Fig. 3.2); analisi in Diffrazione a raggi X (XRD) con identificazione delle specie mineralogiche (Fig. 3.2); analisi in Spettroscopia all'infrarosso (FT-IR) a supporto del dato diffrattometrico e per un dettaglio mineralogico basato su gruppi funzionali (Fig. 3.3); analisi chimica dei maggiori, delle tracce, di C e di S con quantificazione dei relativi contenuti nei campioni (Fig. 3.4).

Il set analitico può essere così schematizzato:

un ambiente solfatarico dominato da alunite (<20 µm), alunogeno e caolinite con presenza di amorfo e localmente altre fasi tra cui: S nativo, K-alum, copiapite, coquimbite, gesso, muscovite, halotrichite, pickeringite, rara pirite, caolino ben cristallizzato (Fig. 3.3); neogenesi possibilmente relazionata ad un leaching delle rocce del substrato, con arricchimenti residuali in Al, Cr, Fe rispetto alla media delle composizioni della roccia vulcanica primaria assunta quale substrato dell'alterazione, consistenti con la mineralogia osservata (Fig. 3.4).

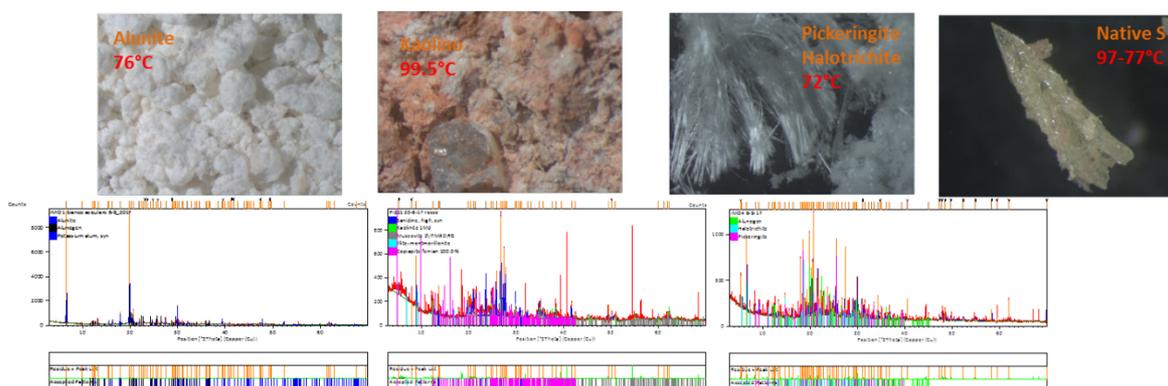


Figura 3.2 - Caratteristiche dei campioni al microscopio ottico, relativo spettro diffrattometrico con identificazione delle fasi (in basso, escluso lo spettro dello S) e temperatura di campionamento.

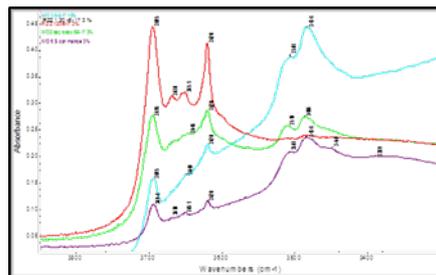


Figura 3.3 - Spettro all'infrarosso nella banda di stretching del gruppo ossidrilico (OH⁻) con i quattro picchi di assorbimento (3695, 3669, 3653, 3620 cm⁻¹) tipici del caolino (Madejova 2003).

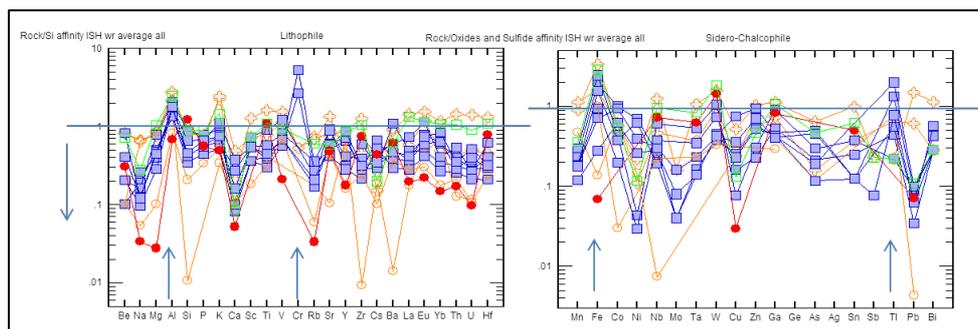


Figura 3.4 - Distribuzione degli elementi nei materiali campionati normalizzato rispetto alla media delle rocce vulcaniche affioranti ad Ischia e riferite al suo intero vulcanismo. Con le frecce gli impoverimenti e gli arricchimenti relativi.

Le concrezioni campionate a Citara sono risultate essere costituite da halite e gesso.

Si intende effettuare un ulteriore sopralluogo e campionamento. Le indagini sui nuovi campioni potranno confortare le ipotesi di lavoro che si stanno sviluppando e su cui sono in corso le attuali attività.

Nell'ambito delle attività successive all'evento sismico dello scorso 21 agosto, è stata realizzata una campagna di misure geoelettriche sull'isola di Ischia allo scopo di ricostruire l'assetto geologico-strutturale dell'area interessata dal sisma e dettagliarne la struttura profonda. Si presentano i risultati preliminari di una tomografia di resistività realizzata tramite misure di geoelettrica dipolare profonda, che permettono di investigare le formazioni sepolte evidenziando contrasti di resistività significativi fino a profondità dell'ordine di 500 m rispetto al livello del mare.

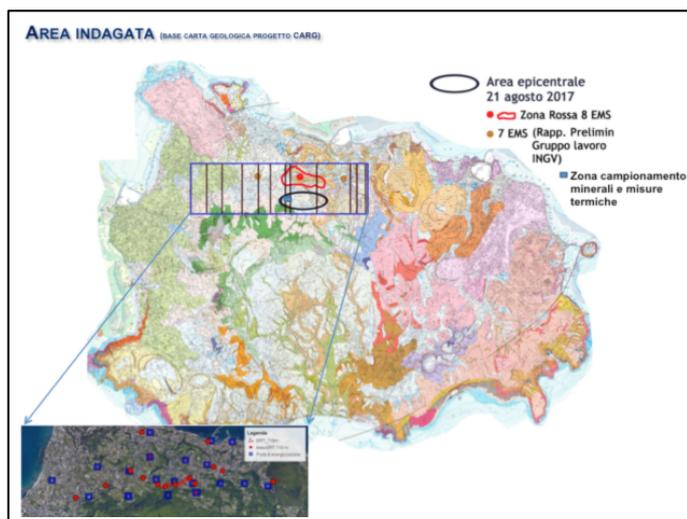


Figura 3.5 - Viene mostrata l'area indagata dalla geoelettrica dipolare profonda, insieme con la disposizione delle stazioni di misura e dei punti di energizzazione artificiale.

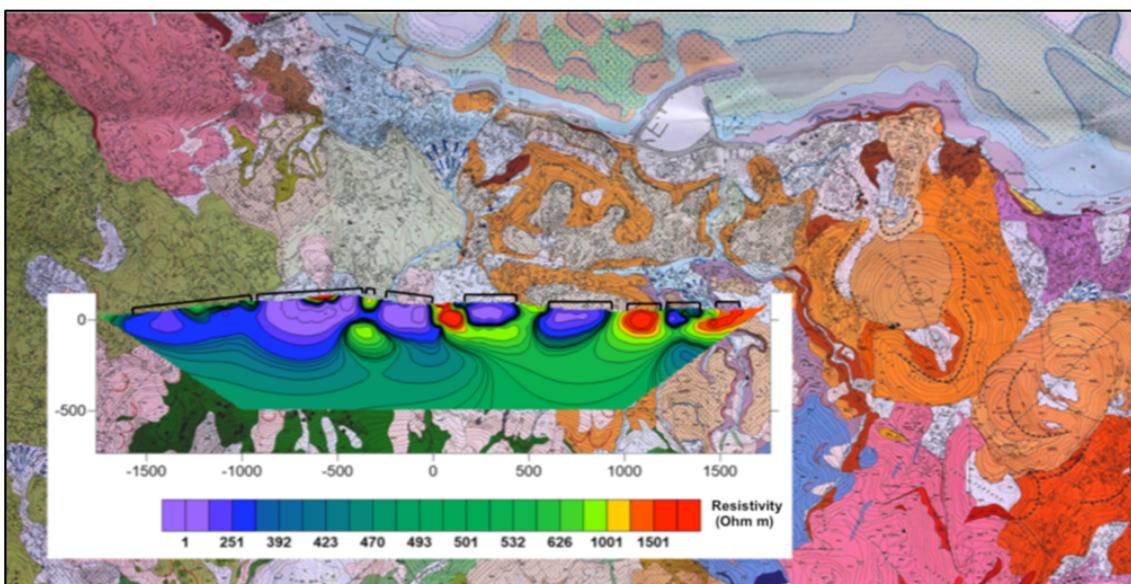


Figura 3.6 - Sezione EW estratta dal modello tomografico tridimensionale ottenuto. Per confronto, si riporta la carta geologica strutturale dell'isola di Ischia (Progetto CARG). E' possibile notare il buon riscontro tra le principali unità geologiche della mappa e le variazioni di resistività che emergono nelle parti più superficiali della sezione tomografica.

Livellazione altimetrica di precisione

Nel novembre 2017 è stata effettuata una campagna di livellazione geometrica di precisione su tratti parziali della rete altimetrica dell'isola di Ischia.

Le misurazioni hanno riguardato essenzialmente l'area interessata dalla crisi sismica di agosto 2017 ed in particolar modo il settore Nord-Occidentale compreso tra i comuni di Casamicciola, Lacco Ameno e Forio con un collegamento al caposaldo storico di riferimento localizzato ad Ischia Porto (Figg. 3.7 e 3.8).

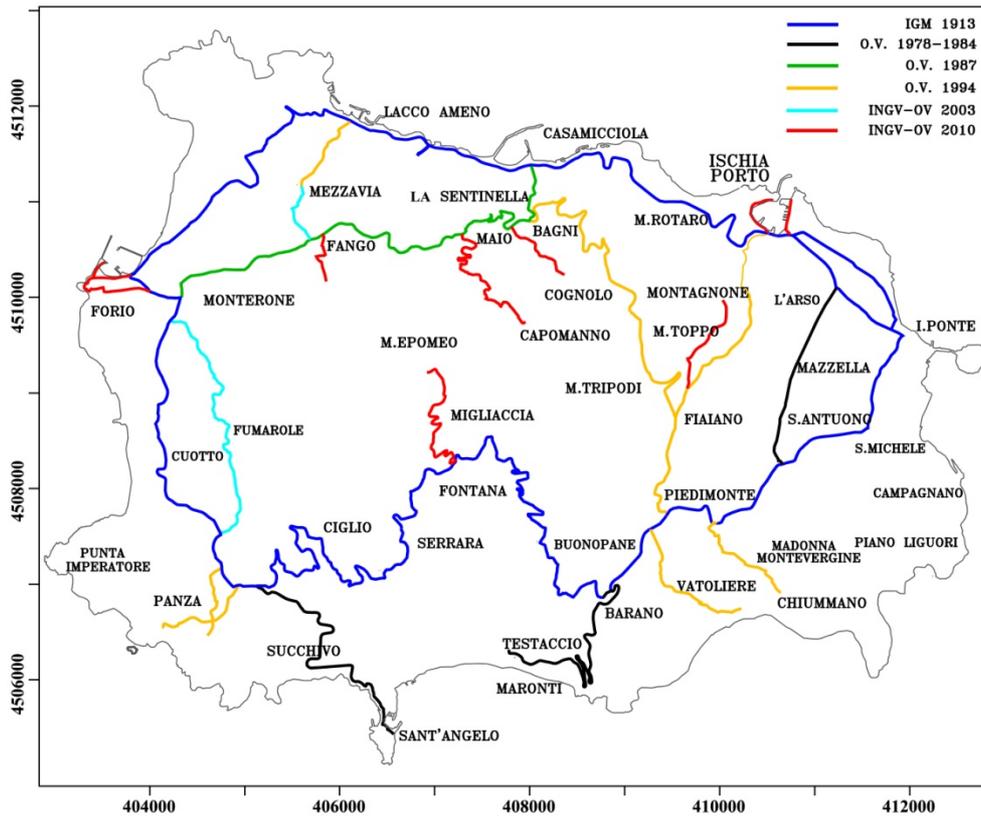


Figura 3.7 - Rete altimetrica dell'Isola d'Ischia; i diversi colori indicano l'anno d'istituzione delle linee (Del Gaudio et al. 2011).

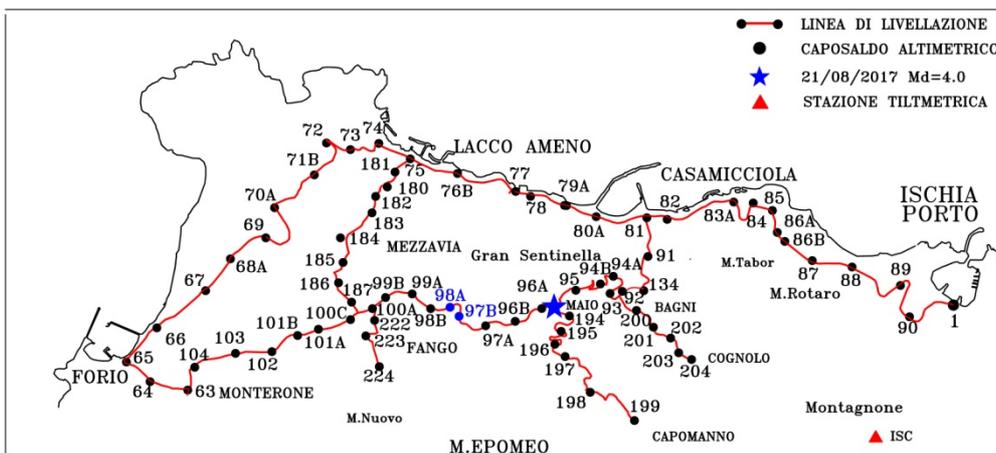


Figura 3.8 - Settore NW della rete di livellazione interessata dalle misurazioni di novembre 2017; sono riportati in rosso le linee e i capisaldi installati nel 2010.

I dislivelli misurati sono risultati tutti coerenti in quanto le chiusure dei due circuiti, di lunghezza media 8.5 km, sono state inferiori alla tolleranza (T) prevista per questo tipo di misure $T_{Max} = \pm 2 \cdot sL$ (Km) dove L è la lunghezza (ottenuta dalle letture alle stadiie) di ogni circuito in km.

Le quote compensate per ogni caposaldo investigato (Cs) sono state ricavate utilizzando come riferimento la quota del Cs 1 e sono state confrontate con quelle ottenute dalla precedente livellazione eseguita, lungo l'intera rete altimetrica, a giugno del 2010.

I risultati ottenuti mostrano significativi abbassamenti del suolo (vari centimetri) che interessano l'area epicentrale ed in particolare lungo la "Linea Borbonica" che collega Via Montecito con Via Borbonica nel settore Nord-Ovest dell'isola (Fig. 3.9). Lungo la linea costiera che collega Ischia Porto con Casamicciola e Lacco Ameno, non si evidenziano significative variazioni della componente verticale del moto del suolo.

Variazioni significative, intorno al centimetro, di segno positivo (sollevamento del suolo) si riscontrano ad Nord-Ovest dell'isola in località Forio.

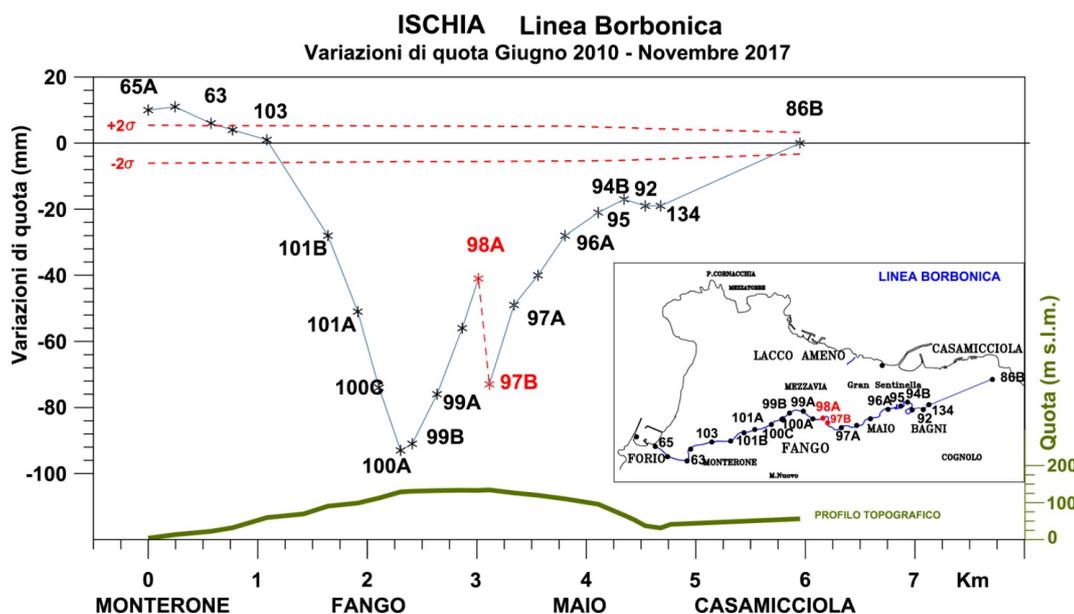


Figura 3.9 - Linea "Borbonica": variazioni di quota giugno 2010 – novembre 2017.

4 - QUADRO DI SINTESI DELLO STATO DEL VULCANO NEL MESE DI DICEMBRE 2017 E VALUTAZIONI

Nel corso del mese di dicembre 2017 ad Ischia è stato registrato 1 terremoto di bassa magnitudo (evento del 25/12 alle 06:59 UTC; M_d 0.7).

Per quanto riguarda le deformazioni del suolo, permane una lieve subsidenza generale, più marcata nella parte meridionale dell'isola, nonché un pattern di inclinazione polarizzato in direzione NNW.

Dopo il terremoto del 21 agosto le direzioni di inclinazione sono rimaste pressoché invariate alle 3 stazioni tiltmetriche.

Continuano le attività di studio e potenziamento del Sistema di Monitoraggio a seguito del terremoto del 21 agosto 2017.

Sulla base dell'attuale quadro dell'attività vulcanica sopra delineato, non si evidenziano elementi tali da suggerire significative evoluzioni a breve termine.

Per quanto riguarda la sequenza sismica iniziata il 21 agosto 2017, non è possibile fare valutazioni sull'evoluzione del fenomeno.

Bibliografia

Del Gaudio C., Aquino I., Ricco C. and Serio C. (2011). Monitoraggio Geodetico dell'Isola d'Ischia: Risultati della Livellazione Geometrica di Precisione Eseguita a Giugno 2010. Quaderni di Geofisica n.87. ISSN: 1590-2595

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.