



**INGV**  
terremoti  
vulcani  
ambiente

ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

# Bollettino di Sorveglianza

# ISCHIA

## SETTEMBRE 2017

Sezione di Napoli  
OSSERVATORIO VESUVIANO



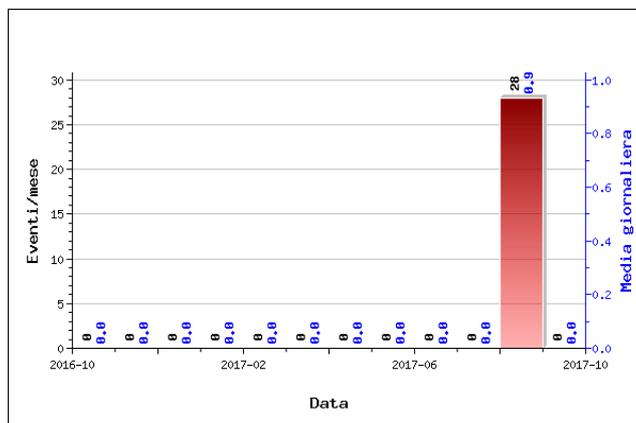
Via Diocleziano, 328  
80124 NAPOLI | Italia  
Tel.: +39 0816108483  
Fax: +39 0816102304  
[aoo.napoli@pec.ingv.it](mailto:aoo.napoli@pec.ingv.it)  
[www.ov.ingv.it](http://www.ov.ingv.it)

## ISCHIA

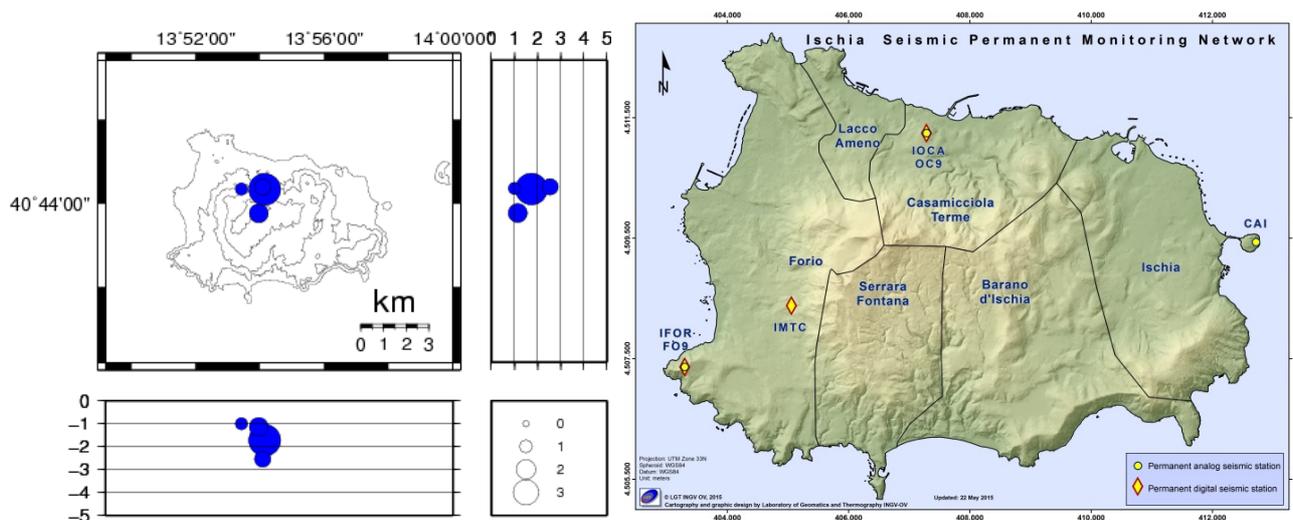
### 1 - Sismicità

Nel corso del mese di settembre, ad Ischia, non sono stati registrati terremoti (Fig. 1.1). L'ultimo evento si è verificato il 30/08/2017 con magnitudo  $M_d = 0.9$ .

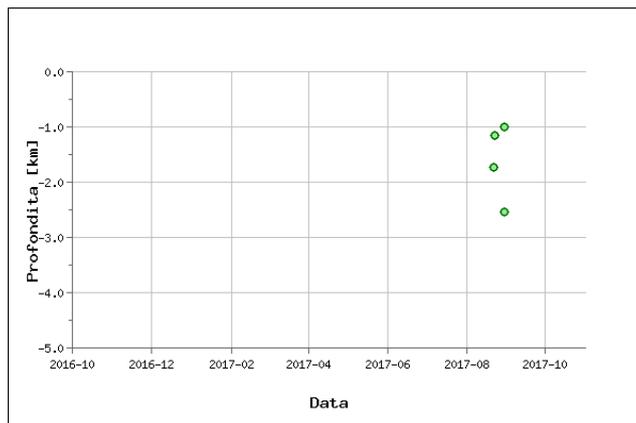
Non si evidenziano trend significativi nei parametri sismologici (Fig. 1.2, 1.3, 1.4, 1.5).



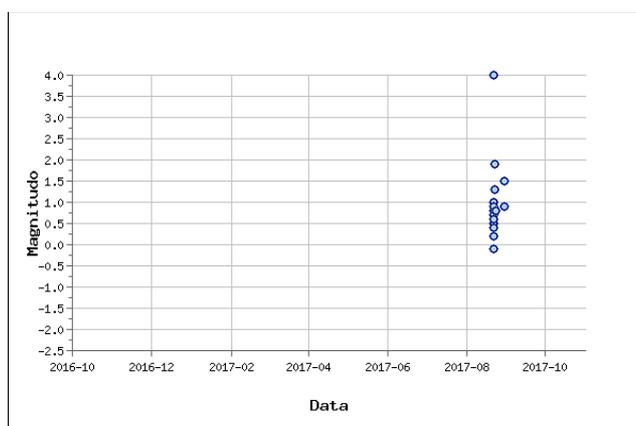
**Figura 1.1** - Numero di eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi (in totale 28).



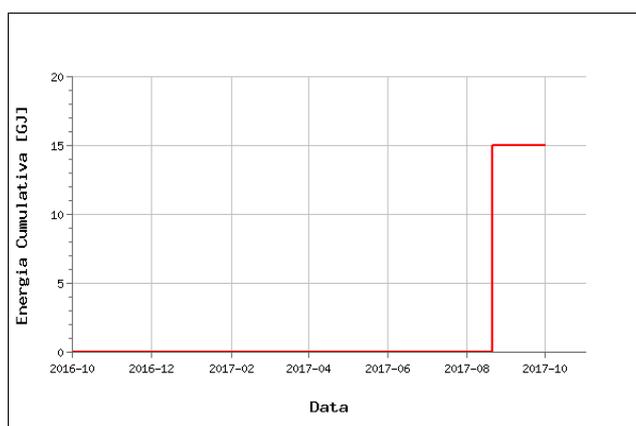
**Figura 1.2** - Localizzazioni ipocentrali ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi. La dimensione dei simboli è proporzionale alla magnitudo, come indicato nel riquadro in basso. A destra è mostrata la mappa con la Rete Sismica di Ischia.



**Figura 1.3** - Profondità ipocentrali degli eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi.



**Figura 1.4** - Magnitudo degli eventi registrati ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi.



**Figura 1.5** - Rilascio cumulativo di energia sismica ad Ischia nel corso degli ultimi 12 mesi.

## 2 - Deformazioni del Suolo

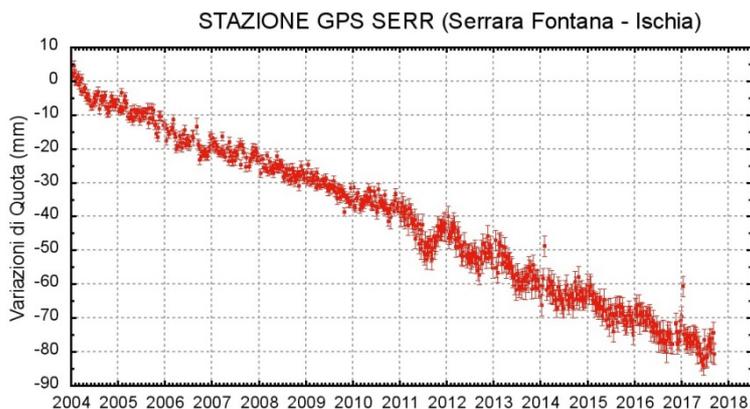
### GPS

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

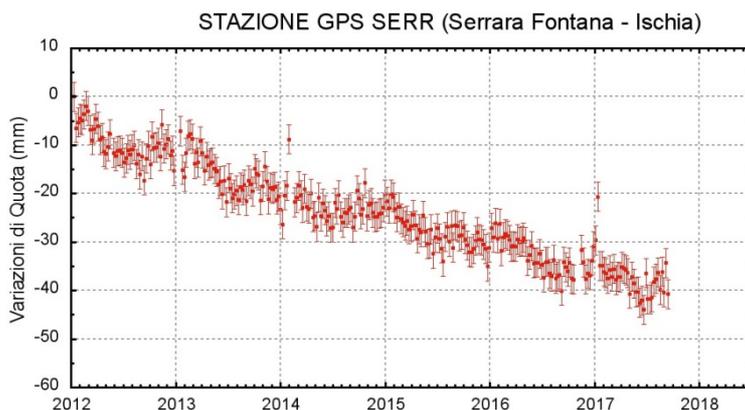
L'analisi delle serie temporali GPS conferma la generale subsidenza dell'isola con valori più elevati nel settore meridionale dell'isola (Fig. 2.2 e Fig. 2.3).



**Figura 2.1 - Rete GPS Permanente di Ischia.**

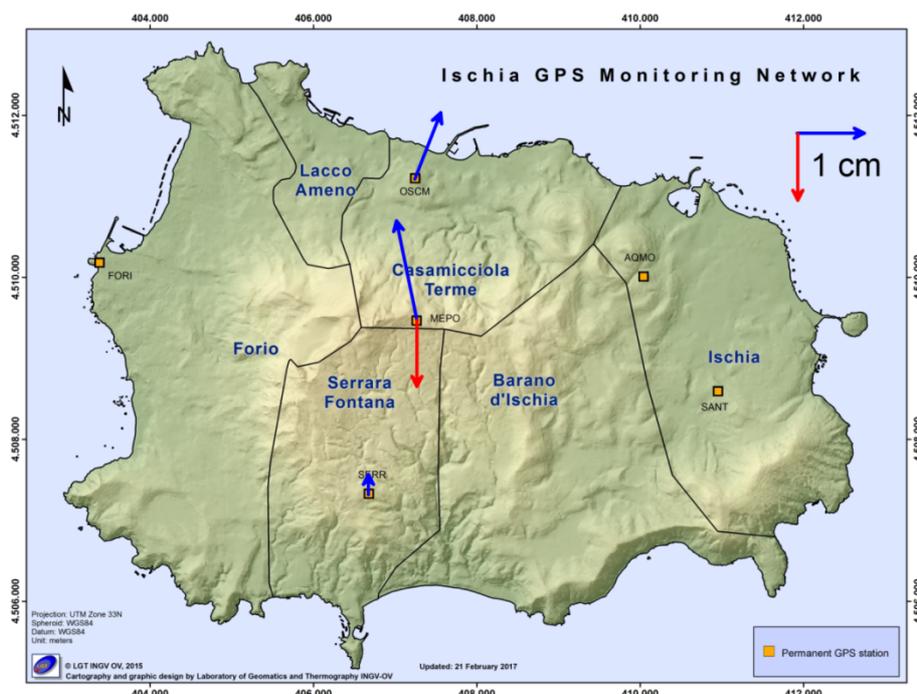


**Figura 2.2 - Serie temporale delle variazioni settimanali in quota della stazione di SERR (Ischia) dal 2004 a settembre 2017.**



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

In seguito all'evento sismico del 21 agosto 2017 ( $M_d = 4.0$ ) alcune stazioni della Rete cGPS di Ischia hanno subito una deformazione cosismica (Figura 2.4). La deformazione cosismica è stata stimata dalla differenza tra le medie delle posizioni 15 giorni prima e 5 giorni dopo l'evento. La stazione MEPO sul Mt. Epomeo, operativa dalla fine di febbraio 2017 e temporaneamente in acquisizione locale per problemi di trasmissione, ha mostrato il massimo spostamento orizzontale di circa 1.5 cm in direzione NNW, seguita dalla stazione OSCM di Casamicciola con uno spostamento orizzontale di circa 1 cm in direzione NNE. Al limite della significatività è lo spostamento orizzontale di circa 3 mm in direzione N della stazione SERR a Serrara Fontana. Solo la stazione di MEPO sembrerebbe aver subito uno spostamento cosismico verticale con un abbassamento di circa 1 cm (Figura 2.4).



**Figura 2.4** - Spostamenti cosismici orizzontali (freccie blu) e verticali (freccia rossa) registrati alle stazioni cGPS dell'Isola di Ischia in seguito all'evento sismico del 21 agosto 2017 ( $M_d = 4.0$ ).

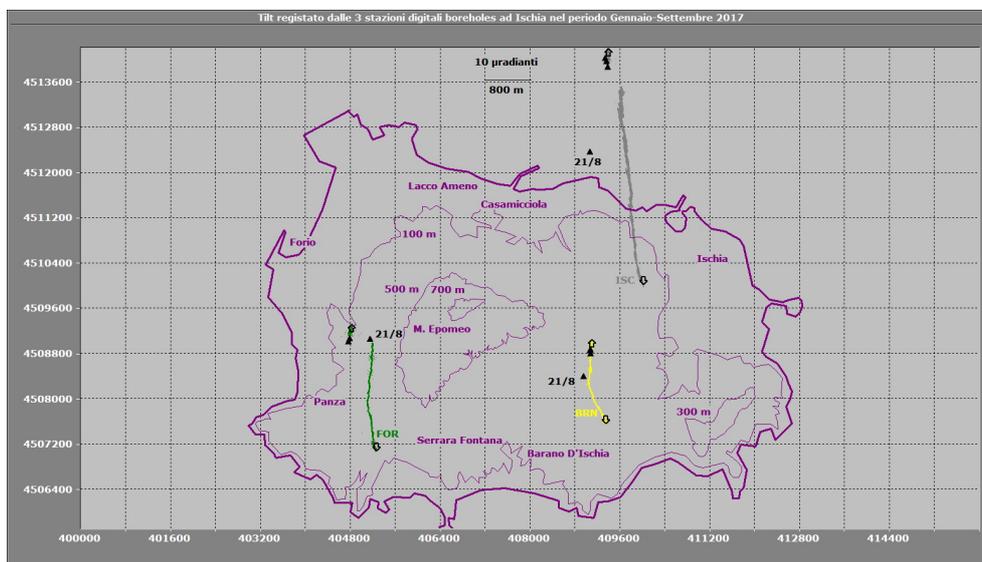
## Tiltmetria

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. 2.5)



**Figura 2.5 - Rete Tiltmetrica dell'Isola d'Ischia.**

Il pattern di inclinazione calcolato nel periodo gennaio-settembre 2017 è riportato in Fig. 2.6.



**Figura 2.6 - Odografo del tilting registrato alle stazioni di Ischia nel periodo gennaio-settembre 2017. I triangolini neri sovrapposti al tilt cumulativo indicano i 4 eventi sismici occorsi il 21, 23 e 30/8. 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 ( $\approx -25$  m dal p.c.) acquisite nei primi 8 mesi del 2017.

Sito	Inclinazione e direzione	Temperatura
Stazione FOR (157 m s.l.m.)	28.6 $\mu$ radianti a NNW	0.04 °C
Stazione BRN (145 m s.l.m.)	18.8 $\mu$ radianti a NNW	0.04 °C
Stazione ISC (173 m s.l.m.)	52.8 $\mu$ radianti a NNW	- 0.02 °C

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, mentre si calcola una riduzione rispetto ad essa del 27% nel settore sud-orientale e del 29% in quello sud-occidentale.

Nei primi 8 mesi del 2017, però, la variazione tiltmetrica osservata nel quadrante nord-orientale subisce un incremento, producendo di conseguenza una maggiore riduzione nei valori misurati rispettivamente nel settore sud-orientale (67%) ed in quello sud-occidentale (47%).

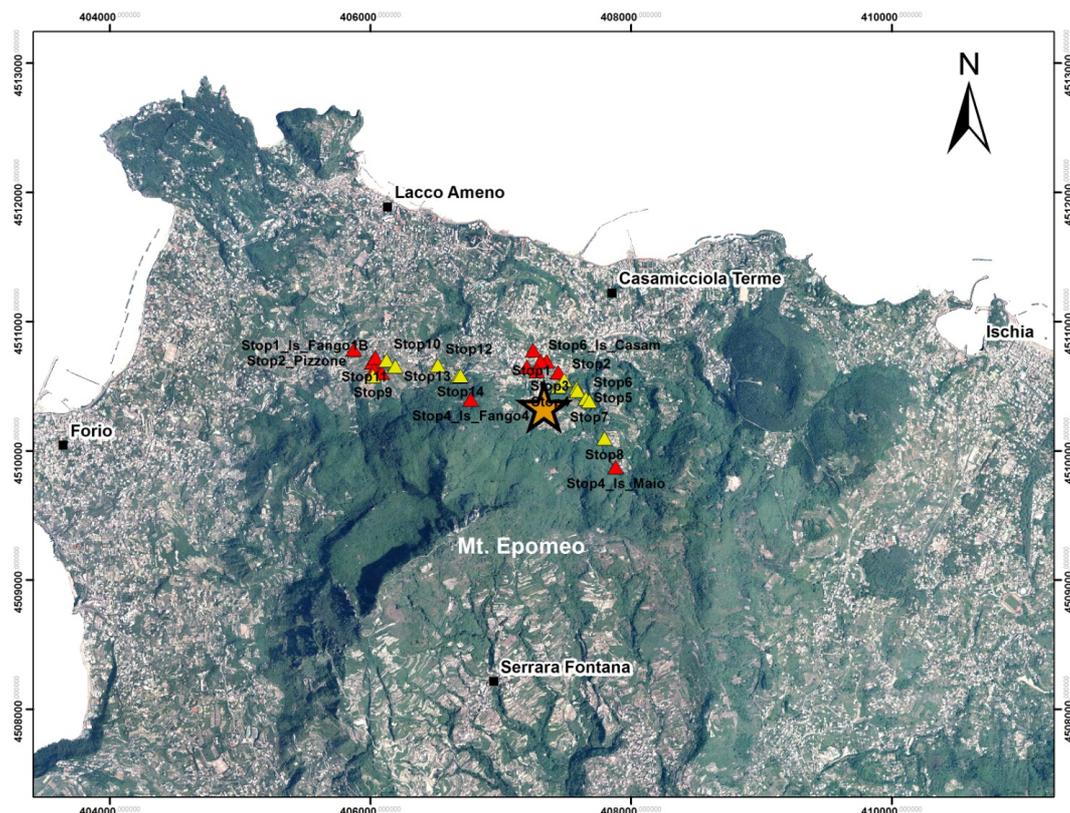
Dopo il terremoto del 21 agosto le direzioni di tilting sono rimaste pressoché invariate alle 3 stazioni; ovviamente, in conseguenza del tilt cosismico registrato, si nota una traslazione apparente verso W di tali direzioni alle stazioni FOR ed ISC.

### **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.

#### **Rilievi Geologici**

Il gruppo SEG (Servizio Emergenza Geologica), in coordinamento con il Gruppo Nazionale EMERGEO dell'INGV, ha effettuato, nei giorni 23 e 24 agosto, un rilievo geologico sul campo che è proseguito il giorno 30 agosto con ulteriori indagini. Il rilievo ha riguardato la ricognizione, mappatura e analisi degli effetti cosismici al suolo prodotti dal terremoto del 21 agosto 2017. I rilevatori hanno investigato l'area epicentrale dove si è concentrato il maggiore danneggiamento macrosismico tra Fango (Lacco Ameno), a Ovest, e Bagni (Casamicciola), a Est, (Fig. 3.1) coprendo un'area di 2,5 km<sup>2</sup>.



**Figura 3.1** - Area rilevata: i triangoli rossi rappresentano i punti rilevati il 23 e 24 agosto, i triangoli gialli rappresentano i punti rilevati il 30 agosto. La stella arancione rappresenta il mainshock del 21 agosto.

Sono state effettuate dai rilevatori anche misure di temperatura con telecamera termica e termocoppia, lungo il sistema di faglie di Montecito, posto alla base del versante settentrionale del Monte Epomeo, dove sono presenti i campi fumarolici di Montecito (Località Pantane) e quello di Pizzone posto a Ovest. La temperatura rilevata ( $T_{max}$ ) è di  $98^{\circ}\text{C}$  in entrambe le località e risulta coerente con le misure di temperatura misurate dal 2008 al 2014.

Per effettuare i rilievi geologici nelle zone dove non era possibile l'accesso, era stato programmato anche l'utilizzo dei SAPR (Sistemi Aereomobili a Pilotaggio Remoto) in dotazione all'Osservatorio Vesuviano - INGV, equipaggiati con fotocamera visibile e/o termocamera, ma a causa delle avverse condizioni meteo (vento in quota) non è stato possibile acquisire immagini da drone.

Le attività di rilievo geologico sono proseguite il 14 settembre per continuare la ricognizione degli effetti cosismici in superficie nelle aree ancora non completamente investigate del settore orientale di Casamicciola, compreso tra Piazza Maio e Piazza Bagni, ed il settore nord dell'isola di Ischia (Fig. 3.2).



**Figura 3.2** - Area rilevata: i triangoli verdi rappresentano i punti rilevati il 14 settembre. La stella arancione rappresenta il mainshock del 21 agosto.

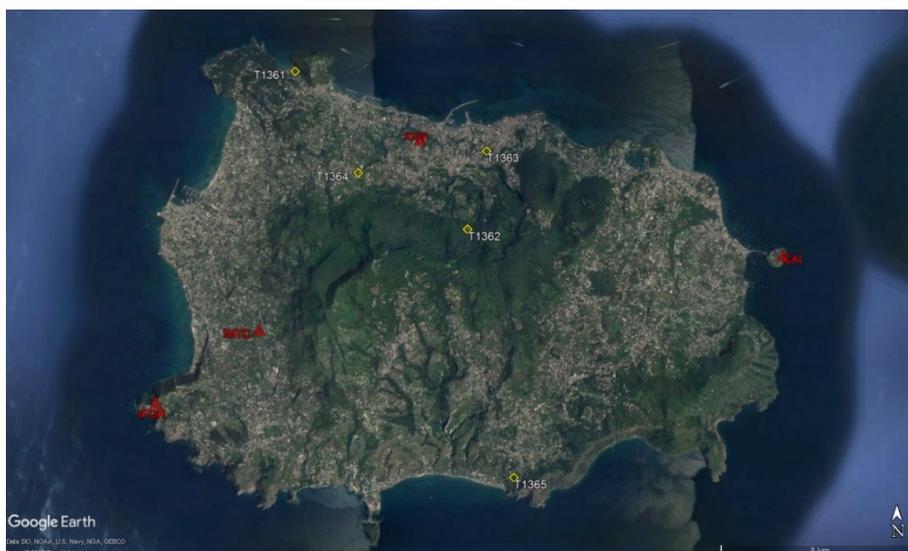
Sono stati catalogati in totale 50 punti di osservazione con diverse tipologie di effetti cosismici. In particolare è stato possibile rilevare diverse fratture sia sui manufatti, sia al suolo sui rilevati stradali, che nei terreni di copertura. Sono stati osservati anche diffusi fenomeni di crolli di muretti a secco, fenomeni gravitativi di modesta entità come frane da crollo di limitate dimensioni, dell'ordine di qualche m<sup>3</sup>, nonché piccole frane nei depositi vulcanoclastici. L'area caratterizzata dai fenomeni gravitativi è quella del versante Nord del Monte Epomeo.

### **Rete Sismica Mobile**

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

Sono state installate cinque stazioni sismiche digitali in registrazione locale per migliorare la copertura geometrica della Rete Permanente nell'area oggetto dell'attività sismica (Fig. 3.3).

Tra i giorni 21 e il 31 agosto sono state installate 4 stazioni sismiche a corto periodo di cui una dotata anche di accelerometro. Durante il mese di settembre è stata installata una quinta stazione nel settore meridionale dell'Isola e si è provveduto al controllo e manutenzione di tutte le stazioni che risultano perfettamente funzionanti. Le caratteristiche strumentali sono riportate nella Tabella 3.1.



**Figura 3.3** – Mappa con l'ubicazione delle stazioni sismiche della Rete Mobile (rombi gialli) installate a seguito dell'evento del 21 agosto 2017. I triangoli rossi indicano le stazioni della Rete Sismica Permanente.

**Tabella 3.1** – Stato della Rete Mobile installata a Ischia.

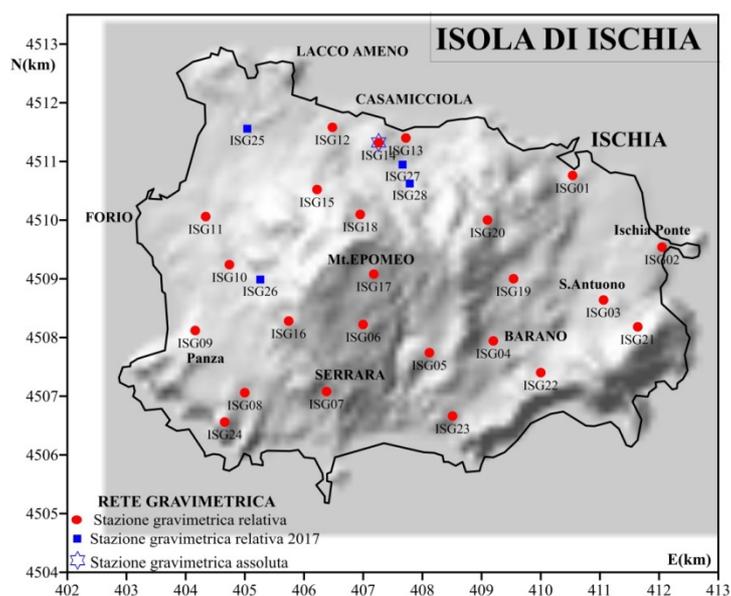
Stazione	Coordinate	Località	Data Installazione	Sensore	Acquisitore
T1361	40.7567N 13.8789E 7 m	Lacco Ameno Parco Negombo	26/08/2017	Lennartz LE-3Dlite	Nanometrics Taurus
T1362	40.7346N 13.9100E 303 m	Casamicciola T. Via Pera di Basso	26/08/2017	Lennartz LE-3Dlite Episensor ES-T	Nanometrics Taurus+Trident
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

### Campagna di Misure Gravimetriche

A seguito dell'evento sismico occorso sull'isola il 21 agosto 2017, dal 18 al 25 settembre è stata effettuata una campagna gravimetrica straordinaria, allo scopo di evidenziare eventuali variazioni di gravità associabili agli effetti del terremoto.

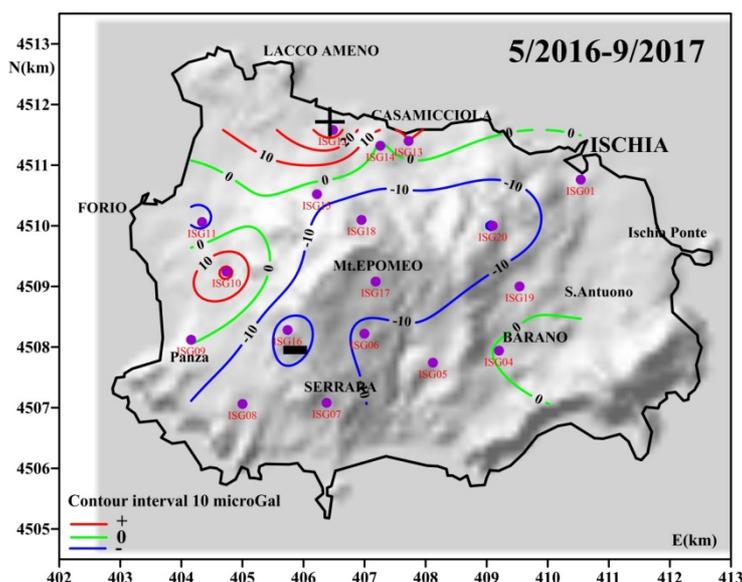
Le misure sono state rilevate escludendo le stazioni ubicate nel settore orientale dell'isola, e una del settore meridionale, che in passato non hanno mai mostrato significative variazioni (Figura 3.4). E' stata esclusa anche la stazione ISG24 che necessita di essere

riposizionata. La scelta di limitare la campagna ai soli settori centrale, settentrionale e occidentale è stata anche guidata dai risultati delle misure di deformazioni del suolo che nell'area dove cadono i capisaldi esclusi dal rilevamento gravimetrico non hanno evidenziato alcuna deformazione o movimento negli ultimi anni. Nel corso della campagna sono stati istituiti 4 nuovi vertici, tra Casamicciola e il Monte Epomeo (Figura 3.4, quadrati pieni blu). Infine, è stato anche effettuato il collegamento tra il vertice di Ischia Porto (ISG01), utilizzato in caso di necessità come riferimento locale, e la stazione esterna di riferimento di Napoli (Università-DISTAR).



**Figura 3.4** - Rete gravimetrica all'isola di Ischia. I quadrati pieni blu indicano le stazioni istituite nel corso della campagna del settembre 2017.

I dati acquisiti, depurati di tutti gli effetti esterni (marea solida, pressione atmosferica e deriva strumentale) sono stati sottoposti a compensazione rigorosa dalla quale è risultato un errore medio di  $\pm 9 \mu\text{Gal}$ . Le differenze di gravità tra coppie di vertici sono state poi calcolate come  $\Delta g$  di ciascuna stazione riferito alla stazione di riferimento in Napoli; essi sono stati confrontati con quelli dell'ultima campagna condotta nel maggio 2016, affetta da un errore medio di  $\pm 4 \mu\text{Gal}$ . Il campo variometrico ottenuto (Figura 3.5), è stato tracciato con equidistanza di  $10 \mu\text{Gal}$  in considerazione dell'errore sulla variazione di  $g$  ( $\pm 10 \mu\text{Gal}$ ).



**Figura 3.5** - Campo delle variazioni della gravità sull'intervallo di tempo maggio 2016 – settembre 2017, tracciato con equidistanza di 10  $\mu\text{Gal}$ . Le variazioni positive, negative e nulle sono rispettivamente rappresentate con le curve in colore rosso, blu e verde. Nella figura sono anche rappresentati i soli vertici gravimetrici misurati nel corso della campagna 2017 e utilizzati ai fini della valutazione delle variazioni di gravità.

I risultati preliminari mostrano che nell'intervallo di tempo maggio 2016 - settembre 2017 l'isola è stata interessata da variazioni di gravità in generale ai limiti della significatività statistica, anche se si possono evidenziare un'area di diminuzione di gravità, ben delimitata e che ricade nella zona centro meridionale dell'isola, e una più ristretta area di aumento di gravità nel settore nord-occidentale. Non possono comunque essere esclusi effetti stagionali dal momento che il confronto è stato effettuato tra due periodi di stagioni diverse. Inoltre nessuna variazione significativa è stata misurata tra il vertice ISG01 (Ischia Porto) e Napoli.

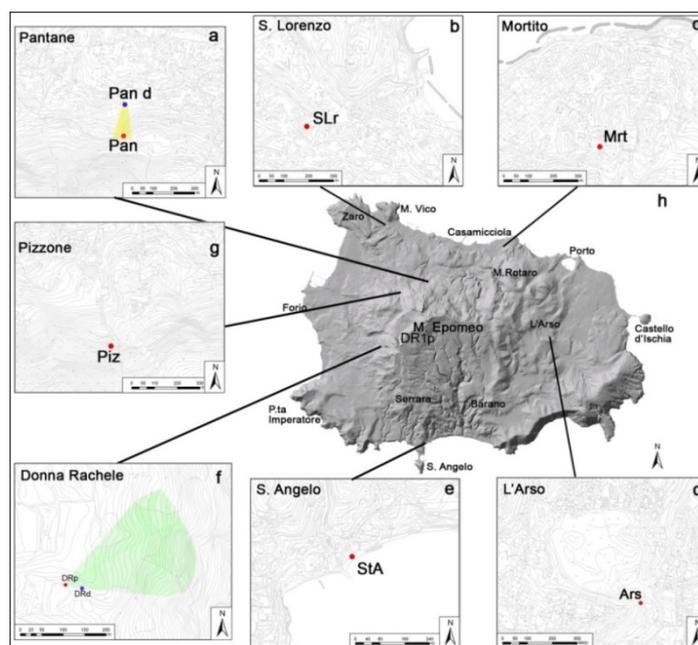
Le variazioni negative più significative si osservano alle stazioni ISG16 (Piano dell'Acqua Epomeo,  $-26 \mu\text{Gal}$ ) e ISG20 (Cretaio,  $-21 \mu\text{Gal}$ ), quelle positive sono invece centrate sulle stazioni ISG10 (località Cuotto) e ISG12 (Lacco Ameno). Tutte sono estremamente localizzate e sono verosimilmente associabili a effetti locali. Inoltre la variazione misurata a Lacco Ameno recupera la forte diminuzione di gravità osservata sul precedente intervallo 2015-2016.

E' anche da sottolineare che le stazioni ISG18 (Belvedere Piazza Maio) e ISG15 (Località Fango) sono posizionate rispettivamente a ridosso e all'interno delle aree che hanno subito i maggiori danni causati dal sisma, anche se i siti di misura non hanno mostrato alcun danno né modifiche.

Al momento i dati gravimetrici, che necessitano di ulteriori verifiche e analisi, non sono stati depurati dell'effetto dei movimenti verticali del suolo (considerando sia quelli sul periodo analizzato che quelli associabili all'evento sismico) che saranno valutati da informazioni provenienti dai dati GPS e SAR.

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

E' stata effettuata una campagna nei siti con evidenze di idrotermalismo indicati in Figura 3.6 e già oggetto di precedenti studi, per le determinazioni della temperatura al suolo con telecamera termica portatile e termocoppia, e la contemporanea valutazione dello stato di alterazione idrotermale ad integrazione dei sopralluoghi del 24 agosto e del 6 settembre 2017.



**Figura 3.6** - Localizzazione degli 8 siti di misura con termocamera mobile. Va opportunamente sottolineato che la maggior parte dei siti è o può molto probabilmente essere interessata da inquinamento o alterazione antropica dello stato naturale dei luoghi.

Il campionamento mineralogico è stato effettuato previa esecuzione delle misure di temperatura via telecamera termica e termocoppia. Le misure termiche sono state eseguite e ripetute in assenza di irraggiamento solare, in tutti i siti, dall'imbrunire fino all'alba, con telecamera mobile a terra e dall'alto mediante drone FlyBit, con eccezione per l'area Donna Rachele (Figura 3.6f) dove, per il franamento del versante e l'inagibilità dei sentieri, è stato eseguito il solo rilievo termico a distanza

Sono in corso: ulteriore preparazione e analisi in sede dei campioni prelevati, la elaborazione dei grafici e interpretazione dei risultati e l'analisi congiunta dei dati termici e mineralogici, con le informazioni geologico-strutturali da letteratura.

Nell'ambito delle attività sono state realizzate le seguenti prospezioni geofisiche (Figura 3.7): 7 survey audio-magnetotellurici, parte di una serie di profili in corso di realizzazione al fine di caratterizzare le strutture sepolte nei primi 2-3 km di profondità; 1 survey geoelettrico dipolare profondo nell'area di Casamicciola, allo scopo di dettagliare le strutture sepolte nei primi 300 m di profondità presenti nel settore nord dell'isola di Ischia; 1 tomografia dipolare di resistività elettrica (con passo 20 m) lungo un profilo di 720 m, per una caratterizzazione di dettaglio delle strutture sepolte nei primi 150 m all'interno dell'area maggiormente danneggiata dal sisma.



**Figura 3.7** – Ubicazione dei survey geofisici.

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

Nel corso del mese di settembre 2017 ad Ischia non sono stati registrati terremoti. L'ultimo evento si è verificato il 30/08/2017 con magnitudo  $M_D=0.9$ .

Per quanto riguarda le deformazioni del suolo, permane principalmente una lieve subsidenza generale, più marcata nella parte meridionale dell'isola. Inclinations in direzione NNW sono riscontrabili nei segnali tiltmetrici ed ormai, dopo 2 anni di osservazioni continue nelle stazioni in pozzo, costituiscono un dato statisticamente attendibile. La coesistenza di questi 2 pattern deformativi, che andrà esplorata meglio attraverso ulteriori informazioni, tuttavia suggerirebbe la presenza di un campo deformativo a maggiore complessità rispetto a quello definito dal solo GPS.

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.

### ***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.*