

Rapporti tecnici INGV

**Il sito multiparametrico
dell'Osservatorio Geofisico di
Casamicciola Terme (Ischia)**

185



Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it



Rapporti tecnici INGV

IL SITO MULTIPARAMETRICO DELL'OSSERVATORIO GEOFISICO DI CASAMICCIOLA TERME (ISCHIA)

Marco Capello, Antonio Caputo, Massimo Orazi, Giovanni Scarpato, Rosario Peluso, Ciro Buonocunto, Vincenzo Torello, Walter De Cesare, Luca D'Auria, Flora Giudicepietro

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano)

185

Indice

Introduzione	5
1. Rete sismica dell'isola d'Ischia e sismicità recente	6
2. I sensori del sito multiparametrico	8
3. Acquisizione e trasmissione dati	10
Conclusioni	12
Bibliografia	14

Introduzione

Ischia è un'isola vulcanica dell'Arcipelago Campano ed è la terza isola italiana per numero di abitanti dopo la Sicilia e la Sardegna. Attualmente conta circa 62.000 residenti. Fin dall'antichità è stata sede di popolosi insediamenti. Infatti, la natura particolarmente favorevole del suo territorio ha fatto sì che fosse abitata senza soluzione di continuità fin dall'età del bronzo e che fosse una delle prime colonie greche lungo le coste dell'Italia Meridionale.

L'ultimo fenomeno eruttivo si è avuto nel 1302 (Civetta et al. 1991) e ha dato luogo ad una colata di lava (colata dell'Arso) su cui oggi si sviluppa la villa comunale di Ischia Porto. In tempi più recenti, e precisamente tra il 1881 e il 1883, l'isola è stata sede di una intensa sismicità culminata con il terremoto di Casamicciola del 28 luglio 1883 che, oltre ad aver gravemente danneggiato diversi centri abitati, ha quasi completamente distrutto le località di Casamicciola e Lacco Ameno. Per questo motivo Ischia è stata oggetto di pionieristici studi geofisici.



Figura 1. L'Osservatorio Geofisico di Casamicciola fondato nel 1885 dallo studioso Giulio Grablovitz.

Nel 1885 lo studioso Giulio Grablovitz (1846-1928) ha fondato sull'isola l'omonimo osservatorio geofisico (Fig. 1), sito sul colle della Grande Sentinella in Casamicciola Terme. In questo osservatorio Grablovitz installò una vasca sismica, strumento in grado di misurare e registrare su carta le oscillazioni dell'acqua contenuta in una vasca rispetto al suolo (Fig 2). In caso di terremoto lo strumento registrava il sismogramma su un rullo a carta installato su un binario solidale al bordo della vasca mentre un sistema meccanico faceva muovere un pennino collegato ad un galleggiante. L'osservatorio geofisico di Grablovitz ha smesso di funzionare per scopi scientifici nel 1923. Negli anni ottanta dello scorso secolo l'Osservatorio Vesuviano, divenuto in seguito OV-INGV, ha rimesso in funzione la vasca sismica.



Figura 2 A sinistra Giulio Grablovitz. A destra la sua vasca sismica con un particolare del sistema di registrazione su carta.

Il restauro e il ripristino della vasca sismica è stato curato da Bruno Tramma, tecnico presso l'Osservatorio Vesuviano. Lo strumento ha funzionato per alcuni anni [comunicazione verbale di Marco Capello]. Successivamente nel 1993 l'Osservatorio Vesuviano ha installato una stazione sismica analogica permanente, OC9, che è tuttora in funzione.

Dopo la chiusura nel 1923 la struttura è caduta in abbandono anche se gli eredi di Grablovitz ed il Comune di Casamicciola ne hanno garantito una manutenzione minimale. Il fascino esercitato da questo avamposto scientifico, però, non si è spento nella memoria storica degli isolani e negli interessi culturali dei turisti, così negli ultimi anni sono stati realizzati dei lavori di ristrutturazione per il suo recupero. Questi lavori hanno comportato brevi periodi di interruzione nel funzionamento della stazione sismica dell'OV-INGV (OC9). Una prima fase di questi lavori si è conclusa tra maggio e luglio 2010, così è stato possibile ristrutturare anche l'installazione di OC9 e trasformarla in un sito multiparametrico. Alla stazione analogica è stata affiancata una stazione digitale a tre componenti con sensore a larga banda. Sono stati inoltre aggiunti un sensore accelerometrico a 3 componenti e un sensore infrasonico.

Qui di seguito sono introdotte brevemente la rete sismica dell'isola, la sismicità recente che viene descritta in dettaglio e l'installazione del sito multiparametrico realizzato alla Grande Sentinella.

1. Rete sismica dell'isola d'Ischia e sismicità

La struttura di base della rete sismica permanente dell'isola d'Ischia consiste in di 3 stazioni analogiche a corto periodo ubicate nelle località riportate sulla mappa di figura 3. Le stazioni CAI e OC9 sono a tre componenti mentre FO9 è monocomponente.



Figura 3. Rete sismica dell'isola d'Ischia.

Nel sito di FO9 dal 2008 è collocata anche una stazione digitale a larga banda a 3 componenti e un sensore infrasonico. Il sensore infrasonico è di tipo InfraCyrus (Fig. 7) sviluppato presso il laboratorio di "Sviluppo e manutenzione rete sismica" dell'OV-INGV.

Si è già fatto cenno alla sismicità che si è verificata sull'isola nella seconda metà dell'800. La massima intensità attribuita al terremoto di Casamicciola del 1883 è del XI grado MCS [Luongo et al., 2006]. L'attuale sismicità è rappresentata da rari eventi di piccola magnitudo. La figura 4 mostra la magnitudo degli eventi più recenti (periodo 2005-2009) registrati sull'isola. Per la maggior parte questi eventi sono registrati alla sola stazione OC9 e pertanto non sono localizzabili. Nella figura 5 è riportata la localizzazione dell'evento maggiore (Md = 2.3) che si è verificato il 5 aprile del 2008 ed è stato distintamente avvertito dalla popolazione [Cubellis et al., 2009]. Questo evento è localizzato in corrispondenza del Monte Epomeo a una profondità di circa 2 km.

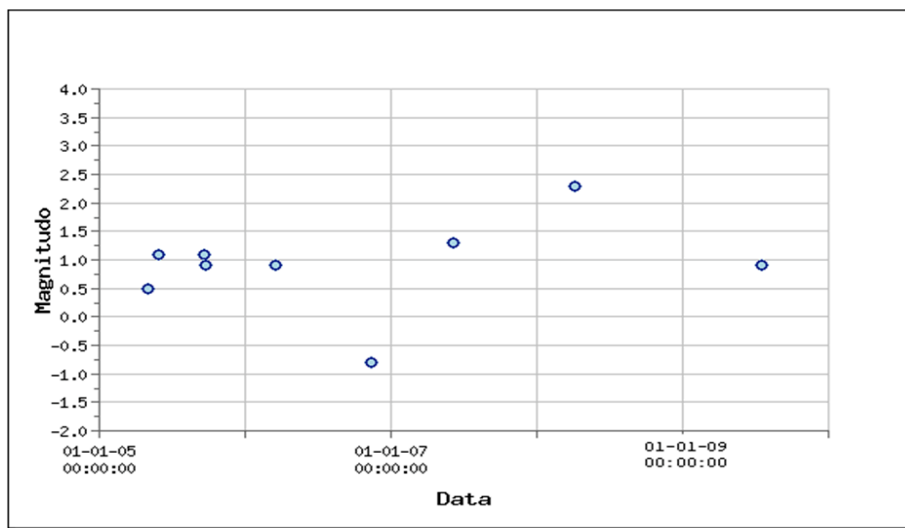


Figura 4. Magnitudo dei più recenti terremoti registrati a Ischia.



Figura 5. Localizzazione dell'evento del 5 aprile 2008 (Md=2.3).

Sebbene oggi l'isola sia sede di modestissima sismicità, la configurazione della rete descritta è da considerarsi minimale in relazione alla sua sismicità storica (Tab. 1). Attualmente detta rete è oggetto di un intervento di potenziamento che prevede un ammodernamento della strumentazione, un incremento del numero dei sensori, attraverso la creazione di siti multiparametrici, e un infittimento delle maglie, attraverso l'individuazione di nuovi siti.

Year	Epicentral area	Max intensity (MCS)
1228	Casamicciola	IX–X
1302	Eastern area of the island	VIII
1557	Campagnano (east sector)	VII–VIII
1762	Casamicciola	VII
1767	Eastern area of the island	VII–VIII
1796	Casamicciola	VIII
1828	Casamicciola	VIII–IX
1841	Casamicciola	VII
1863	Casamicciola	VII
1867	Casamicciola	VI–VII
1881	Casamicciola	IX
1883	Casamicciola	XI

Tabella 1. Sismicità storica dell'isola d'Ischia. I maggiori terremoti dal 1228 [da Cubellis et al., 2004].

2. I sensori del sito multiparametrico

Il sito multiparametrico installato presso l'Osservatorio Geofisico di Casamicciola Terme, denominato **IOCA** (Ischia Osservatorio CASamicciola), è equipaggiato con un sismometro a larga banda, un accelerometro e un sensore infrasonico. Il sismometro è un *Guralp* CMG 40T [<http://www.guralp.com/>] con risposta tra 60s e 50Hz, l'accelerometro è un *EpiSensor* ES-T [<http://www.kinometrics.com/>] (fig. 6), il sensore infrasonico è un *InfraCyrus* con risposta in frequenza piatta tra 1 e 10 Hz (fig.7).



Figura 6. Accelerometro EpiSensor Es-T, a sinistra; velocimetro Guralp CMG40-T a destra.

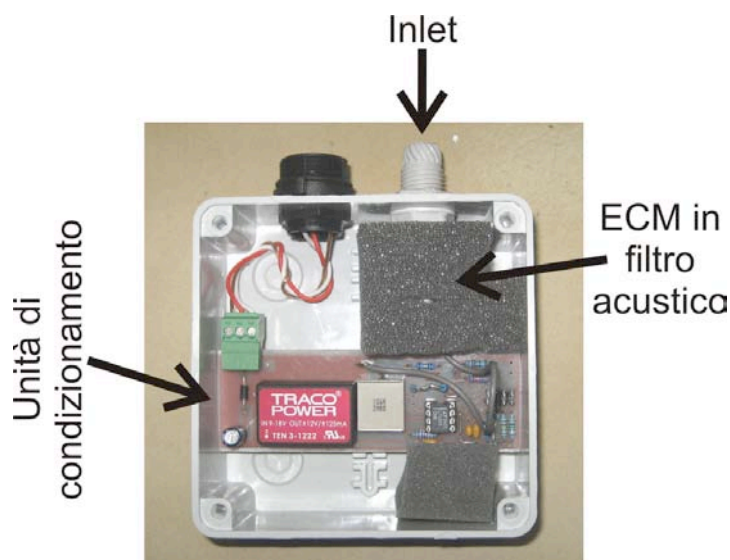


Figura 7. Sensore infrasonico *InfraCyrus* sviluppato presso l'Osservatorio Vesuviano - INGV.

Le caratteristiche dell'*InfraCyrus*, realizzato presso i laboratori dell'OV-INGV, sono state ricavate da test in laboratorio avvalendosi del confronto con un sensore infrasonico di tipo *Chaparral M25V* [<http://www.chaparral.gi.alaska.edu/>].

I sensori sismici sono alloggiati in un ambiente seminterrato che si trova al di sotto della "Sala della Meridiana". La pavimentazione di questo ambiente risulta essere di roccia tufacea. L'installazione dei sensori è stata effettuata praticando due scavi di circa 5 cm di profondità per portare a nudo la roccia tufacea inalterata. Sono stati cementati sul posto due massetti di cemento prefabbricati costituiti da "chiusini" in cemento per pozzetti di impiego edile/cantieristico. Sulla superficie piana di questi massetti in cemento sono stati incollati dei pozzetti in PVC a sezione quadrata, senza fondo, preventivamente rivestiti internamente con fogli di materiale coibentante. I sensori sono stati alloggiati all'interno di questi pozzetti con i piedini a contatto del massetto di cemento. L'orientazione dei sensori è stata realizzata con una livella laser verticale e bussola magnetica (Fig 8).



Figura 8 Fasi di installazione del velocimetro e dell'accelerometro. 1) Scavo. 2) Posa del massetto in cemento. 3) Orientazione del sensore accelerometrico. 4) Installazione completa.

3. Acquisizione e trasmissione dati

L'acquisizione dei segnali generati dai sensori descritti nel paragrafo precedente, che producono un totale di 7 canali di dati, è garantita da due acquisitori di tipo GILDA, sviluppati presso l'OV-INGV [Orazi et al. 2006]. I due acquisitori sono montati in un *rack* da *server* standard da 19" insieme ai computer di acquisizione (Fig. 9).

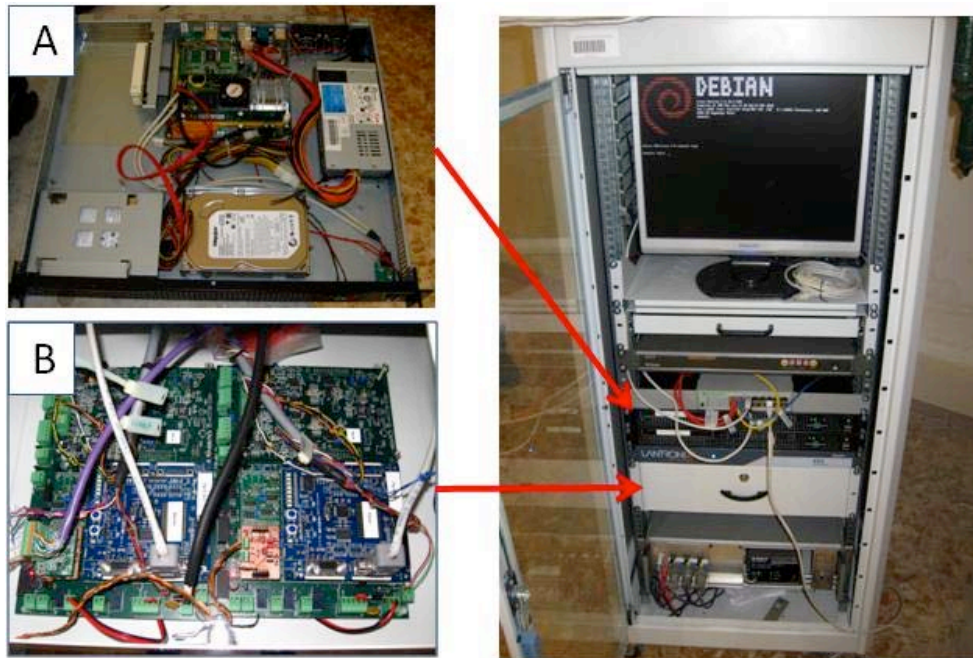


Figura 9. A destra il *rack* per l'acquisizione dei dati. A sinistra un particolare del computer di acquisizione (A) e dei due acquisitori Gilda (B) con l'indicazione del loro posizionamento all'interno del *rack*.

I due apparati sono configurati in modalità *master-slave* rispetto alla funzione di acquisizione del segnale GPS per la temporizzazione dei dati, che consente di utilizzare un unico ricevitore.



Figura 10. Il tetto del padiglione storico che ospita la vasca sismica e la "sala della meridiana". Sono indicati i sistemi per la trasmissione dei dati installati da OV-INGV e la posizione del ricevitore GPS.

In questa configurazione uno dei due apparati funge da *master* ed effettua la configurazione iniziale del ricevitore. L'altro (*slave*) attende la fine della configurazione da parte del *master*. Una volta configurato il ricevitore, il segnale GPS è mandato in *broadcast* ad entrambe le stazioni che ne effettuano separatamente la decodifica. In questo specifico caso, l'installazione all'interno di un edificio non permette la ricezione del segnale GPS direttamente sulla stazione. È stato quindi necessario dislocare sul tetto dell'edificio il ricevitore GPS utilizzando l'apposito modulo remoto della stazione *GILDA* (Fig. 10).

Questo modulo è composto da una terna di *transceiver* RS485 e permette di delocalizzare il ricevitore GPS fino a diverse centinaia di metri dall'acquisitore. In totale il consumo dei due acquisitori *GILDA* è di circa 1.4 W. Nel caso in esame il sito dispone di alimentazione in rete. Tuttavia, il consumo è un importante indicatore nel caso in cui una simile installazione venisse realizzata in una zona impervia non raggiunta dai servizi in rete.

La trasmissione dei dati è effettuata temporaneamente tramite linea ADSL allacciata presso l'Osservatorio Geofisico di Casamicciola. È prevista successivamente la migrazione su una connessione WiFi a 5 GHz facendo ponte su un apparato situato a Capo Misero come previsto dal progetto di ampliamento della sotto-rete WiFi dei Campi Flegrei, per il quale si è in attesa del nulla osta della Marina Militare. La trasmissione su queste tratte è stata testata e sono già stati installati i sistemi per renderla operativa (Fig. 10). Tale rete WiFi sarà realizzata con apparati misti basati su *Routerboard MicroTIK* che consentono un *throughput* massimo dichiarato di 200 Mbps. La linea ADSL rimarrà comunque operativa con funzione di ridondanza.

In figura 11 sono riportati i segnali delle tre componenti del velocimetro e dell'accelerometro relativi ad una finestra temporale di due minuti, visualizzati con il programma *Kuds*, sviluppato per ambiente linux (software sviluppato da Rosario Peluso). In figura 12 è mostrato il segnale della componente verticale del velocimetro visualizzata nella sala di monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano con il programma *WinDrum* [Giudicepietro, 2001].

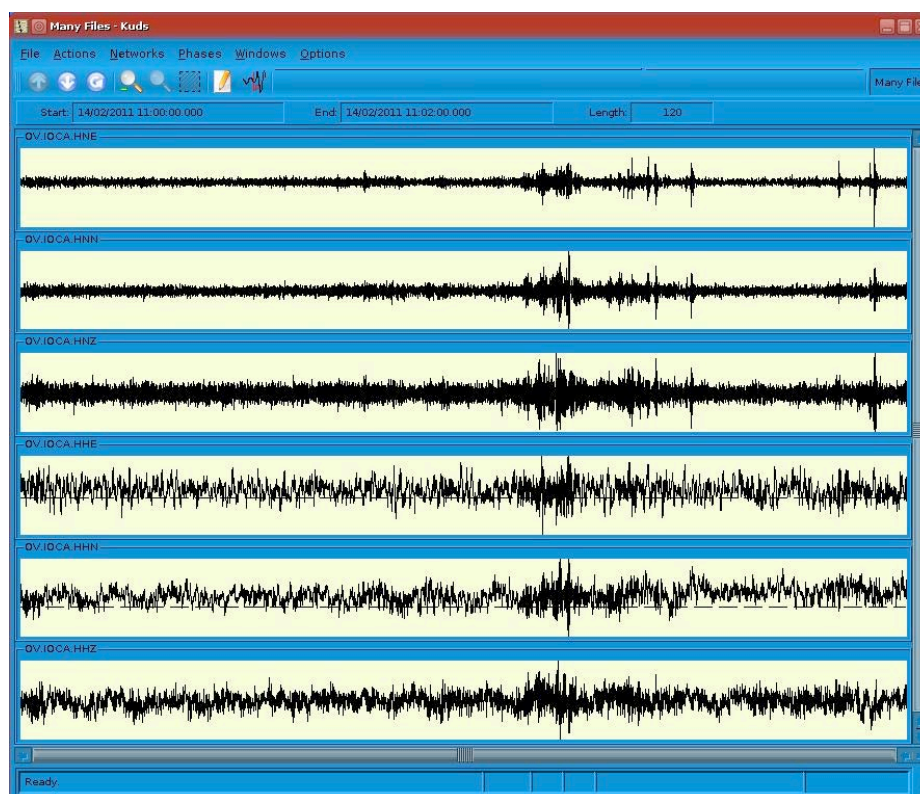


Figura 11. Due minuti di segnale delle tre componenti dell'accelerometro (in alto) e del velocimetro (in basso) visualizzati con il programma per Linux Kuds.

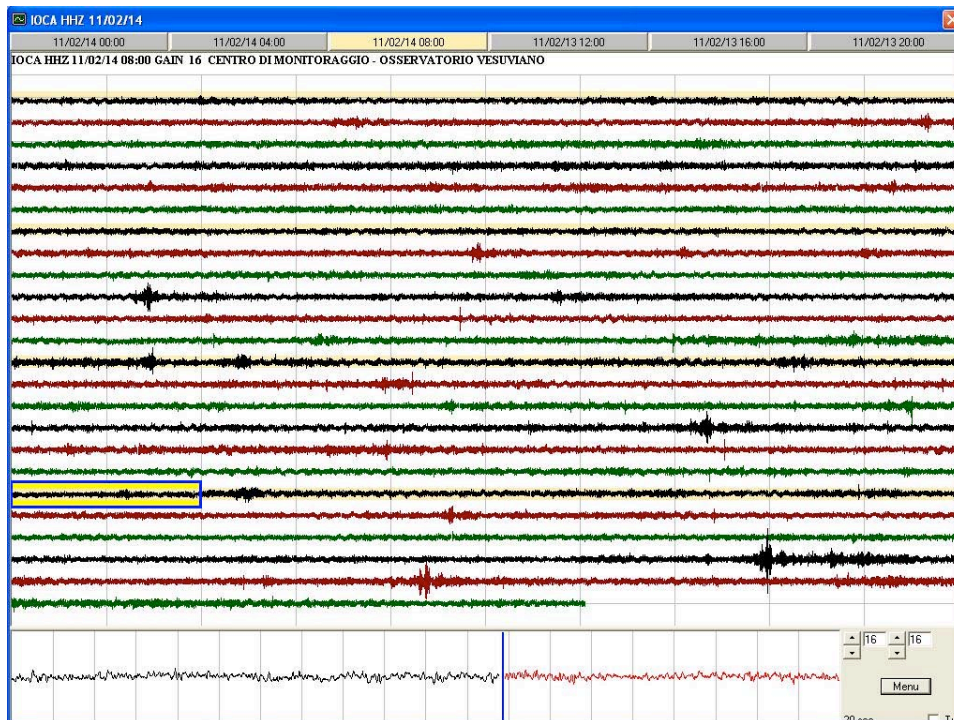


Figura 12. Una schermata di circa quattro ore di segnale della componente verticale del velocimetro di IOCA. Il rettangolo giallo indica la finestra di segnale rappresentata in fig. 11.

Conclusioni

Il sito multiparametrico realizzato presso l'Osservatorio Geofisico di Casamicciola Terme rappresenta una installazione pilota per il potenziamento della rete di monitoraggio dell'isola d'Ischia. Infatti questo sito è equipaggiato con sensore a larga banda, idoneo per studi sismologici e per il monitoraggio sismico anche in caso di terremoti di forte intensità, quali quelli verificatisi sull'isola nella seconda metà dell'800, nonché idoneo alla registrazione della sismicità vulcanica che, come è noto, può coprire una ampia banda di frequenze.

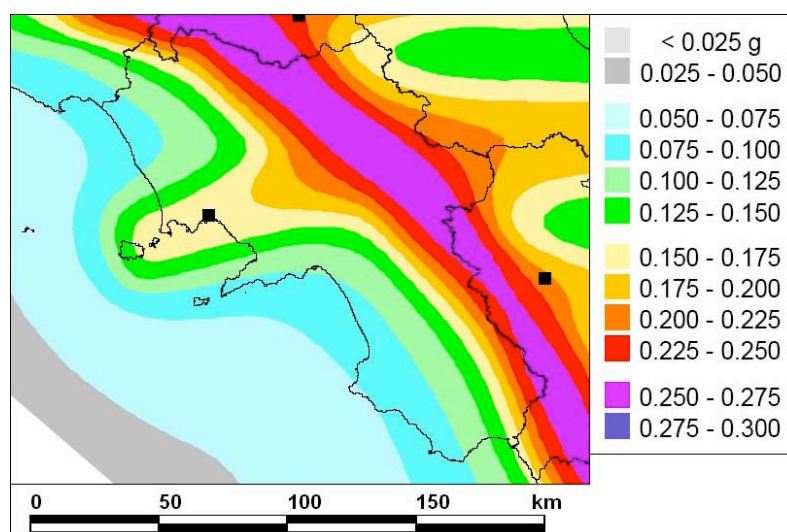


Figura 13. Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del 30 D.M. 14.09.2005) (tratto dal sito della Sezione di Milano dell'INGV (<http://www.mi.ingv.it/>)).

L'accelerometro è appropriato per gli studi sulla risposta di sito e, in generale, per applicazioni a tematiche attinenti al rischio sismico che sull'isola hanno un notevole impatto [Carlino et al., 2009]. A tal riguardo la figura 13 mostra un particolare della carta della pericolosità sismica aggiornata dalla Sezione di Milano dell'INGV nel 2006. Inoltre, il sensore infrasonico può risultare di fondamentale importanza per lo studio e il monitoraggio sia dei fenomeni sismici che di quelli esplosivi. Questi devono essere presi in considerazione, essendo state spesso segnalate sull'isola esplosioni dovute al verificarsi di condizioni di sovrappressione in pozzi artificiali appartenenti ai privati.

Gli acquisitori di tipo GILDA assicurano un'elevata qualità dei dati unitamente a consumi molto contenuti. Questa soluzione sperimentata ad Ischia consente l'uso di questi acquisitori anche in situazioni in cui l'installazione avviene in contesti non serviti da alimentazione elettrica, in cui è necessario realizzare il sistema di alimentazione con pannelli solari. Inoltre, questi acquisitori consentono di ottimizzare la ricezione del segnale GPS tramite l'uso del modulo remoto e permettono un'ampia flessibilità di montaggio. Infine, la scelta degli apparati WiFi per la trasmissione dei dati, oltre ad essere una soluzione economica, permette la realizzazione di architetture di rete flessibili ed efficienti che hanno dato prova di robustezza ed affidabilità anche in contesti logisticamente più sfavorevoli [De Cesare et al., 2009; Scarpato et al. 2007].

In futuro il carattere multiparametrico del sito è destinato ad ampliare il proprio spettro in quanto nello storico Osservatorio di Grablovitz è prevista l'installazione di una stazione GPS e di un tiltmetro per il potenziamento della rete permanente di monitoraggio geodetico.

Bibliografia

- Carlino, S., Cubellis, E., Marturano A., (2009). The catastrophic 1883 earthquake at the Island of Ischia (southern Italy): macroseismic data and the role of geological conditions. *Natural Hazard*, doi: 10.1007/s11069-009-9367-2.
- Chaparral - <http://www.chaparral.gi.alaska.edu/>
- Civetta, L., Gallo, G. & Orsi, G. (1991) - Sr and Nd isotope and trace element constraints on the chemical evolution of the magmatic system of Ischia (Italy) in the last 55,000 ka. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 46, 213–230.
- Cubellis, E, Carlino, S, Iannuzzi, R, Luongo, G, Obrizzo, F (2004) Management of historical seismic data using GIS: the island of Ischia (Southern Italy). *Nat Hazards* 33:379–393. doi:10.1023/B:NHAZ.0000048465.40413.17
- Cubellis E, Luongo G. and Marturano, A., (2009). Il terremoto del 5 aprile 2008 nell'isola d'Ischia: studio macrosismico. Open File Report N.1-2009, Istituto di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano, <http://www.ov.ingv.it>.
- De Cesare, W., Orazi, M., Peluso, R., Scarpato, G., Caputo, A., D'Auria, L., Giudicepietro, F., Martini, M., Buonocunto, C., Capello, M., Esposito A. M., (2009). The broadband seismic network of Stromboli volcano, Italy, *Seismological Research Letters* 80 (3) May/June 2009: 435-439, doi: 10.1785/gssrl.80.3.435.
- Giudicepietro, F., (2001). WinDrum: a program for the continuous seismic monitoring - NEW VERSION. Open File Report N.2-2001, Istituto di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano, <http://www.ov.ingv.it>.
- Guralp - <http://www.guralp.com/>
- Kinematics - <http://www.kinematics.com/>
- Luongo, G., Carlino, S., Cubellis, E., Delizia, I., Iannuzzi, R., Obrizzo, F. (2006). Il terremoto di Casamicciola del 1883 : Una ricostruzione mancata. *Alfa Tipografia*, Napoli, 64 pp.
- Orazi, M., Martini, M. and R. Peluso (2006). Data acquisition for volcano monitoring. *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 87, 38; doi:10.1029/2006EO380002.
- Scarpato, G., De Cesare, W., Orazi, M., Peluso, R., Caputo, A., Martini, M., Giudicepietro, F., (2007). Sistemi di trasmissione WiFi per il monitoraggio sismico del Vesuvio. Open File Report N.11-2007, Istituto di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano, <http://www.ov.ingv.it>.
- Sito web della Sezione di Milano dell'INGV - <http://www.mi.ingv.it/>

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

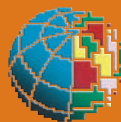
© 2011 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia