



**EMERGENZA SISMICA IN MOLISE.
REPORT PRELIMINARE DEL GRUPPO OPERATIVO SISMIKO.
SEISMIC EMERGENCY IN MOLISE (2018).
PRELIMINARY REPORT OF THE SISMIKO TASK FORCE.**

a cura di SISMIKO *working group*

SISMIKO *working group*: Milena Moretti¹, Lucia Margheriti¹, Aladino Govoni¹, Lucian
Giovani¹, Alessandro Marchetti¹, Stefano Pintore¹, Massimo Fares¹, Angelo Castagnozzi¹,
Antonino Memmolo¹, Felice Minichiello¹, Ezio D'Alema², Pasquale De Gori¹, Stefano
Silvestri¹, Fabio Criscuoli¹, Mario Anselmi¹, Valentino Lauciani¹, Davide Piccinini³

¹*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV, Osservatorio Nazionale Terremoti*

²*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV, Sezione di Milano*

³*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV, Sezione di Pisa*

Introduzione

Il 16 agosto 2018 alle ore 18:19:04 UTC un terremoto di magnitudo M_L 5.2 (M_w 5.1) è stato ben risentito in un'ampia area che comprende molte regioni del Centro Sud Italia [<http://cnt.rm.ingv.it/event/20375681>]. I sismologi, in turno presso la sala di monitoraggio e sorveglianza sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), hanno localizzato l'evento in provincia di Campobasso, a 4 km a Sud-Est di Montecilfone. Nella stessa area si era verificato due giorni prima, il 14 agosto alle ore 21.48 UTC un terremoto di M_w 4.6 [<http://cnt.rm.ingv.it/event/20362671>].

A seguito dell'evento di magnitudo M_w 5.1 e della sequenza ad esso associata, come avviene in questi casi, si è attivato il Gruppo Operativo SISMO [Moretti *et al.*, 2012; 2016; Pondrelli *et al.*, 2016] per l'installazione di stazioni sismiche temporanee ad integrazione di quelle permanenti della Rete Sismica Nazionale (RSN [Michelini *et al.*, 2016; <http://cnt.rm.ingv.it/instruments/network/IV>]) presenti nella regione.

Introduction

On 16 August 2018 at 18:19:04 UTC an earthquake of magnitude M_L 5.2 (M_w 5.1) was well felt in a large area of central and southern Italy [<http://cnt.rm.ingv.it/en/event/20375681>]. The seismologists, on duty in the monitoring and surveillance seismic room of the Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), located the event in the province of Campobasso, 4 km SE of the town of Montecilfone. In the same area, two days before, on August 14 at 21.48 UTC occurred an earthquake of M_w 4.6 [<http://cnt.rm.ingv.it/en/event/20362671>].

*Following the M_w 5.1 magnitude event and the associated sequence, as usual, the SISMO Operational Group activated [Moretti *et al.*, 2012; 2016; Pondrelli *et al.*, 2016] to install temporary seismic stations to supplement the permanent ones of the National Seismic Network (in Italian: Rete Sismica Nazionale - RSN [Michelini *et al.*, 2016; <http://cnt.rm.ingv.it/en/instruments/network/IV>]) present in the region.*

Breve descrizione della sismicità

Il terremoto avvenuto il 16 agosto 2018 in provincia di Campobasso alle ore 18:19 UTC di M_L 5.2 (Mw 5.1) ad una profondità di circa 20 km [<http://cnt.rm.ingv.it/event/20375681>], è stato preceduto da poco più di 20 eventi a partire dalla sera del 14 agosto 2018. Tra questi vi è quello di M_L 4.7 (Mw 4.6 [<http://cnt.rm.ingv.it/event/20362671>]) delle ore 21:48 UTC verificatosi il 14 agosto a 2 km a Sud di Montecilfone, ad una profondità di 19 km. L'area epicentrale, considerata a pericolosità medio-alta, si trova a circa di 20 km a NNW rispetto ai 2 eventi del 31 ottobre e 1 novembre (entrambi di Mw 5.7) della sequenza sismica del 2002 che colpì duramente il comune di San Giuliano di Puglia.

Il 25 aprile 2018 sempre in quest'area si era verificato un altro evento sismico di magnitudo Mw 4.3 nei pressi di Montecilfone ad una profondità di 29 Km [<http://cnt.rm.ingv.it/event/19004961>].

Il terremoto di Mw 5.1, risentito in un'ampia area dalla costa adriatica fino a quella tirrenica, in particolare nella provincia di Campobasso, ha dato via ad una sequenza tutt'ora attiva.

L'intervento del gruppo Operativo SISMO

SISMO è una *task force* operativa che prevede il coordinamento a livello nazionale delle Reti Sismiche Mobili di Pronto Intervento in emergenza e coinvolge le diverse Sezioni dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che si occupano normalmente del monitoraggio sismico del territorio nazionale [Moretti *et al.*, 2012; 2016; Pondrelli *et al.*, 2016]. SISMO ha l'importante compito di densificare nel più breve tempo possibile la Rete Sismica Nazionale (RSN [Michellini *et al.*, 2016; <http://cnt.rm.ingv.it/instruments/network/IV>]) presenti nell'area colpita da un terremoto mediante l'installazione di stazioni temporanee, possibilmente dotandole di trasmissione dei dati in tempo reale. Questa integrazione alle reti permanenti aumenta la capacità di detezione dei terremoti e la qualità delle loro localizzazioni consentendo nell'immediato di definire con maggiore precisione ed accuratezza il fenomeno in corso e fornendo dei dati di ottima qualità e dettaglio per studi successivi di sismotettonica e fisica del terremoto. SISMO stimola una forte comunione delle esperienze scientifiche e tecnologiche all'interno dell'ente, i suoi obiettivi non riguardano, quindi, solo l'incremento della capacità e dell'efficacia di monitoraggio, ma anche la definizione di politiche comuni e l'implementazione di procedure per la condivisione, l'archiviazione e la distribuzione del dato delle reti temporanee ai fini del servizio di sorveglianza sismica e della ricerca scientifica.

A seguito dell'evento di magnitudo Mw 5.1 e della sequenza ad esso associata, come in ogni emergenza di questo tipo, è stato attivato il Gruppo Operativo SISMO per l'installazione di alcune stazioni sismiche temporanee ad integrazione di quelle permanenti della RSN presenti nella regione. La zona è ben monitorata, ma infittire la rete di monitoraggio sismico è molto importante per migliorare le localizzazioni ottenute dalla Sala di Sorveglianza Sismica e caratterizzare così le faglie attive. In particolare, il parametro più difficile da vincolare nelle procedure di localizzazione è la profondità ipocentrale, se non si dispone di sismometri ubicati a distanze inferiori alle profondità dei terremoti (~10-20 km). Nel caso specifico, le stazioni della RSN sono ubicate a distanze di oltre 20 km dagli epicentri e questo lasciava una notevole incertezza nel calcolo della profondità ipocentrale dei terremoti. Le nuove stazioni sismiche installate (Tabella 1, Figura 1) a breve distanza dagli epicentri (10-12 km), hanno ben presto consentito di risolvere l'ambiguità sulla profondità dei terremoti.

SIGLA	LOCALITA'	LAT °N	LON °E	Quota (m.slm)	START (UTC)
T1411	Guglionesi (CB)	41.946108	14.925787	121	2018-08-17 - 12:21:28.6600
T1412	Lupara (CB)	41.783915	14.767535	420	2018-08-17 - 16:25:59.2299
T1413	San Martino in Pensilis (CB)	41.852053	15.017177	240	2018-08-17 - 14:44:30.0799

Tabella 1. Coordinate delle stazioni temporanee installate.

Table 1. Coordinates of the temporary stations installed.

I siti per l'installazione delle stazioni sismiche temporanee sono stati scelti dopo una valutazione della sismicità in corso nell'area e l'analisi dei parametri delle localizzazioni calcolate presso la Sala di Sorveglianza Sismica INGV. Le squadre di operatori INGV intervenute nella zona interessata dalla sequenza sono partite nelle prime ore del 17 agosto, dalle sedi INGV di Roma e Grottaminarda installando le tre stazioni temporanee (Figura 2). Le stazioni sono tutte a 6 componenti costituite da acquisitori Reftek 130 equipaggiate con velocimetro a corto periodo Lennartz 3D lite e accelerometro Episensor (fondi scala 4g). L'acquisizione è in continuo sia in locale su *memory card* che in tempo reale grazie alla trasmissione UMTS dei dati.

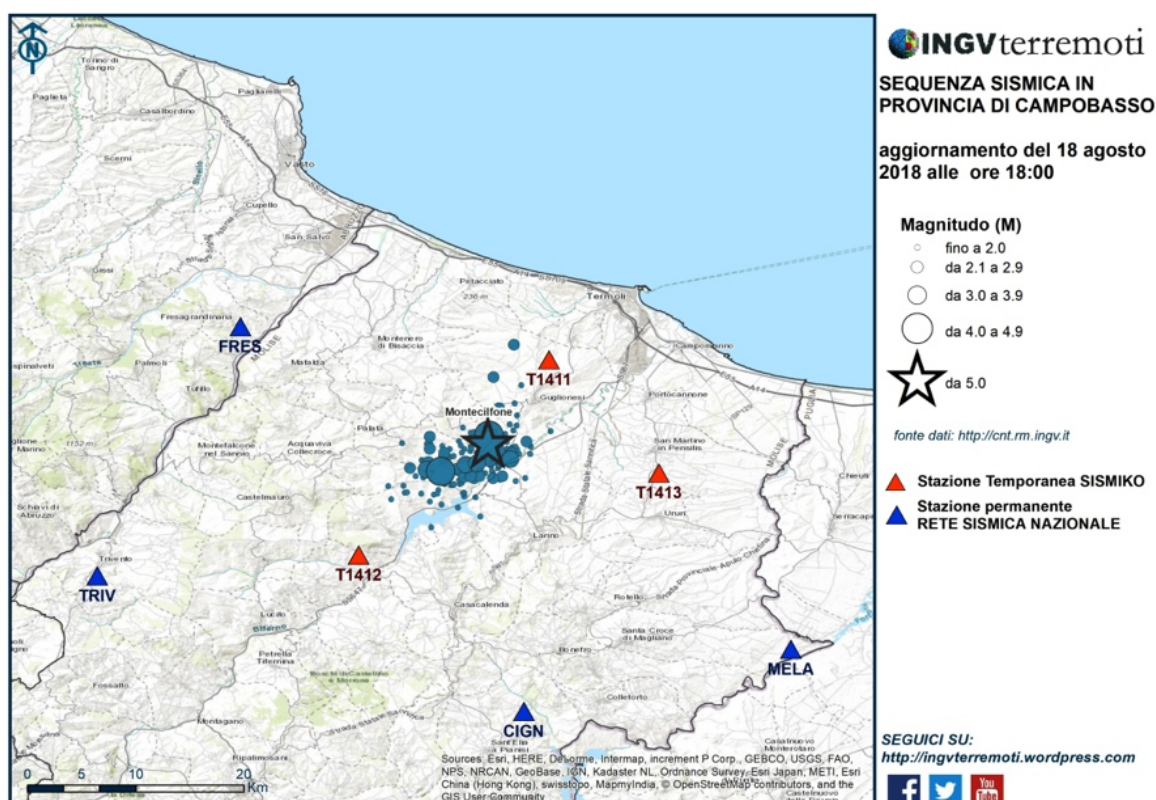


Figura 1. Rete di monitoraggio sismico nell'area interessata dalla sequenza sismica. Stazioni della Rete Sismica Nazionale in blu, Stazioni temporanee di SISMO in rosso (dal BlogTerremoti [https://ingvterremoti.wordpress.com/2018/08/18/aggiornamento-sequenza-sismica-in-provincia-di-campobasso-18-agosto-2018-ore-1800/]).

Figure 1. Seismic monitoring network in the area affected by the seismic sequence. Stations of the RSN in blue, Temporary Stations of SISMO in red (from BlogTerremoti [https://ingvterremoti.wordpress.com/2018/08/18/aggiornamento-sequenza-sismica-in-provincia-di-campobasso-18-August-2018-hours-1800/]).



Figura 2. Foto dei siti ospitanti le stazioni SISMICO. In alto: a sinistra la T1411 a NE della sequenza nel Comune di Guglionesi; a destra la T1412 a SW nel Comune di Lupara. In basso: a sinistra la T1413 a SE della sequenza nel Comune di San Martino in Pensilis; a destra i due sensori di cui tutte le stazioni sono equipaggiate.

Figure 2. Photos of the sites hosting SISMICO stations. Above: on the left the T1411 NE of the sequence in the village of Guglionesi; on the right the T1412 to SW in the village of Lupara. Bottom: on the left the T1413 to SE of the sequence in the village of San Martino in Pensilis; on the right the two sensors installed at all stations.

Gestione e distribuzione dei dati in tempo reale

Le stazioni della rete mobile installate da SISMICO in Molise sono caratterizzate dalla sigla che inizia con T14 (vedi mappa in Figura 1) e codice di rete YD (https://www.fdsn.org/networks/detail/YD_2018/).

I dati acquisiti in tempo reale sono stati contestualmente archiviati nel formato internazionale *Standard for Exchange of Earthquake Data* (SEED [Mazza *et al.*, 2012]) nell'*European Integrated Data Archive* (EIDA; <http://eida.rm.ingv.it/> [Mazza *et al.*, 2012]). Questo è stato possibile grazie alla predisposizione del sistema di acquisizione ad accogliere i flussi dati delle stazioni temporanee precedentemente configurate con coordinate "fake" (vedi Tabella 1 per i dettagli).

La mattina di sabato 18 agosto, dopo un'attenta valutazione della qualità dei dati, le stazioni sono state integrate nel sistema di sorveglianza sismica INGV andando a contribuire alla localizzazione degli eventi sismici e a tutte le elaborazioni che vengono fornite con procedure automatiche (*Time Domain Moment Tensor* - TDMT [Scognamiglio *et al.*, 2016; <http://cnt.rm.ingv.it/tdmf>], ShakeMaps [<http://shakemap.rm.ingv.it/>], ecc) e agli studi di dettaglio *off-line* (ri-localizzazioni, studi della sorgente sismica ecc.) consentendo di effettuare analisi di dettaglio della sequenza (Tabella 2). Il primo evento a cui hanno contribuito nella revisione in sala è quello del 18 agosto 2018 alle ore 09:49:16 UTC [<http://cnt.rm.ingv.it/event/20400781?timezone=UTC>].

Nello stesso tempo, i dati delle stazioni SISMICO sono stati utilizzati negli aggiornamenti dei database dell'INGV come l'*Italian Seismological Instrumental and Parametric Database* (ISIDe [<http://cnt.rm.ingv.it/iside>]) con la revisione del Bollettino Sismico Italiano (BSI [<http://cnt.rm.ingv.it/bsi>]), dell'INGV *Strong Motion Data* (ISMD [<http://ismd.mi.ingv.it>; Massa et al., 2016]), dell'*Italian ACcelerometric Archive* (ITACA [<http://itaca.mi.ingv.it>]), dell'*European-Mediterranean Regional Centroid Moment Tensors* (RCMT [<http://www.bo.ingv.it/RCMT/>]).

Sigla	Località	Canali	Inserimento nel sistema di sala sismica per:			
			Pick	Mag	SM	MT
T1411	Guglionesi (CB)	EH?/HN?	1/1	1/1	1/1	1/1
T1412	Lupara (CB)	EH?/HN?	1/1	1/1	1/1	1/1
T1413	San Martino in Pensilis (CB)	EH?/HN?	1/1	1/1	1/1	1/1

Tabella 2. In tabella sono indicate come le stazioni SISMICO sono attualmente usate nel sistema di sorveglianza sismica. "Pick" indica se la forma d'onda è automaticamente usata nel picking, "Mag" nel calcolo della magnitudo, SM, delle shakeMaps, "MT" del momento tensore (TDMT). 0 significa che l'informazione non è utilizzata, 1 che lo è.

Table 2. The table shows how the SISMICO stations are currently used in the seismic monitoring system. "Pick" indicates whether the waveform is automatically used in picking, "Mag" in the calculation of the magnitude, SM, of the shakeMaps, "MT" of the moment tensor (TDMT). 0 means that information is not used, 1 that it is.

Al fine di verificare il funzionamento della strumentazione utilizzata e per caratterizzare dal punto di vista sismologico i diversi siti che compongono la rete SISMICO, è stata fatta l'analisi di rumore utilizzando il programma SQLX [<http://www.ltd.co.id/index.php/products/details/sqlx>]. L'analisi di rumore ambientale è stata effettuata calcolando la densità dello spettro di potenza (*Power Spectral Densities* – PDS) del segnale registrato ad ogni stazione e confrontando i risultati ottenuti con le curve standard di riferimento NHNM (*New High Noise Model*) e NLNM (*New Low Noise Model*) ricavate da Peterson [1993]. Applicando l'algoritmo sviluppato da McNamara and Buland [2004], SQLX consente di calcolare le *Probability Density Functions* (PDF) dello spettro di potenza (PSD) del segnale [McNamara and Boaz, 2005]. In particolare per ogni componente di ogni stazione è stata calcolata la curva PSD relativa ad ogni ora di segnale registrato, con una sovrapposizione del 50%, ottenendo un totale di 48 curve per ogni giorno di registrazione per ogni componente (Figura 3). Durante le prime settimane di operatività delle stazioni, l'utilizzo delle analisi di SQLX è stato incentrato sul corretto funzionamento della strumentazione usata e non sulle analisi di *noise* medio poiché le stesse sono in area epicentrale e quindi il contributo energetico dei terremoti registrati è troppo elevato per analizzare il *noise* medio.

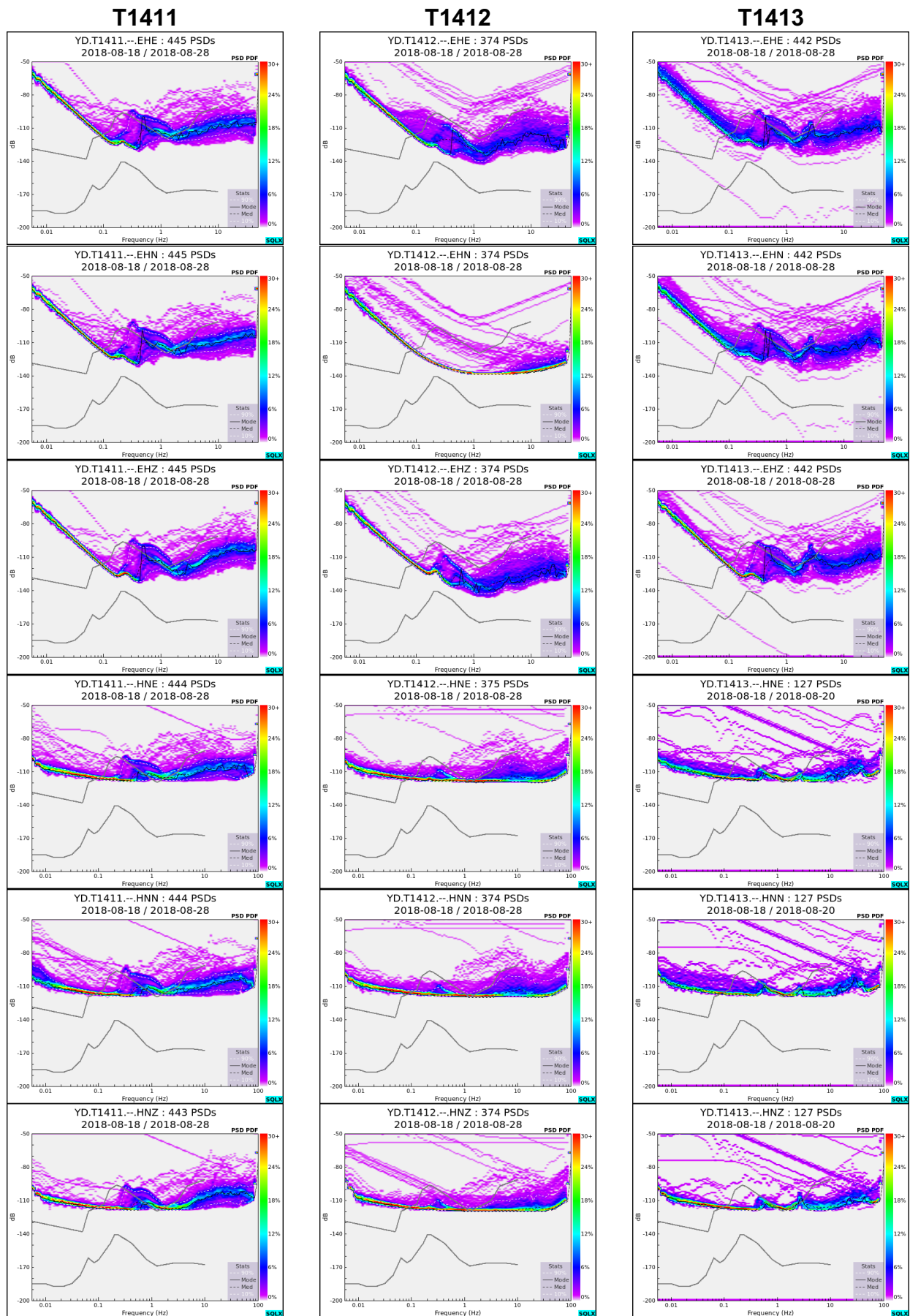


Figura .3. Le PDF dello spettro di potenza del segnale registrato alle 3 stazioni SISMICO.

Figure 3. The PDF calculated for the 3 SISMICO stations.

Tutti i dati acquisiti dalla rete YD di SISMICO, sono tutti disponibili e distribuiti, senza vincoli, alla comunità scientifica in EIDA [Mazza *et al.*, 2012; [<http://eida.rm.ingv.it/>]].

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti i colleghi che hanno contribuito alle attività riportate nel presente report, in particolare tutti i referenti del coordinamento SISMICO.

Lo studio presentato ha beneficiato del contributo finanziario della Presidenza del Consiglio dei Ministri – DPC; la presente pubblicazione, tuttavia, non riflette necessariamente la posizione e le politiche ufficiali del Dipartimento.

Bibliografia

- ISMD Working Group (2016). *INGV Strong Motion database: Dati accelerometrici INGV in tempo quasi reale*. <https://sites.google.com/a/ingv.it/dati-emergenza/attivita-scientifiche/ground-motion>. Doi: 10.5281/zenodo.154703.
- Mazza, S., A. Basili, A. Bono, V. Lauciani, A.G. Mandiello, C. Marcocci, F.M. Mele, S. Pintore, M. Quintiliani, L. Scognamiglio and G. Selvaggi (2012). *AIDA – Seismic data acquisition, processing, storage and distribution at the National Earthquake Center, INGV*. *Annals of Geophysics*, 55 (4); doi:10.4401/ag-6145.
- Michellini et al. (2016). *The Italian National Seismic Network and the earthquake and tsunami monitoring and surveillance systems*. *Adv. Geosci.*, 43, 31–38, 2016 www.adv-geosci.net/43/31/2016/ doi:10.5194/adgeo-43-31-2016.
- Moretti M., et al. (2012). *Rapid-response to the earthquake emergency of May 2012 in the Po Plain, Northern Italy*. *Annals of Geophysics*, Vol. 55, n. 4. 583 – 590, doi: 10.4401/ag-6152.
- Moretti M. et al., (2016). *SISMICO: emergency network deployment and data sharing for the 2016 central Italy seismic sequence*. *Annals of Geophysics*, 59(5), 2016. Doi: 10.4401/ag-7212.
- McNamara D.E., Boaz R.I. (2005). *Seismic Noise Analysis System, Power Spectral Density Probability Density Function: Stand-Alone Software Package*. United States Geological Survey Open File Report, NO. 2005-1438, 30pp.
- McNamara D.E., Buland R.P. (2004). *Ambient Noise Levels in the Continental United States*. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 94, 1517-1527.
- Peterson (1993). *Observation and modelling of seismic background noise*. U.S.G.S. Tech. Rept., 93-322, 1-95.
- Pondrelli et al., (2016). *Pianificazione e gestione di un'emergenza sismica: esercitazione INGV del 26 novembre 2015 effettuata nell'ambito della Linea di Attività T5 "Sorveglianza sismica e operatività post terremoto"*. *Quaderni di Geofisica*, 137.

Inquadramento, esclusione di responsabilità e limiti di uso 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 al momento della stesura delle previste relazioni; 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.

La reportistica fornita dall'INGV non include ipotesi circa accadimenti futuri, o comunque a carattere previsionale, sui fenomeni naturali in corso.

L'INGV non è responsabile dell'utilizzo, anche parziale, dei contenuti di questo documento da parte di terzi, né 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 arrecati 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 e in conformità a quanto specificatamente previsto dall'Accordo Quadro sopra citato tra INGV e Dipartimento della Protezione Civile.



Quest'opera è distribuita con Licenza

[Creative Commons Attribuzione - Non opere derivate 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)