

# Rapporti tecnici

## INGV

**Terremoto in Emilia Romagna (2012):  
le attività della Rete Sismica Mobile  
*stand-alone* (Re.Mo.)**

# 256



## **Direttore**

Enzo Boschi

## **Editorial Board**

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (INGV - RM1)

Luigi Cucci (INGV - RM1)

Nicola Pagliuca (INGV - RM1)

Umberto Sciacca (INGV - RM1)

Alessandro Settimi (INGV - RM2)

Aldo Winkler (INGV - RM2)

Salvatore Stramondo (INGV - CNT)

Gaetano Zonno (INGV - MI)

Viviana Castelli (INGV - BO)

Marcello Vichi (INGV - BO)

Sara Barsotti (INGV - PI)

Mario Castellano (INGV - NA)

Mauro Di Vito (INGV - NA)

Raffaele Azzaro (INGV - CT)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Mario Mattia (INGV - CT)

Marcello Liotta (Seconda Università di Napoli, INGV - PA)

## **Segreteria di Redazione**

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 095 7165851

redazionecen@ingv.it



# Rapporti tecnici INGV

## TERREMOTO IN EMILIA ROMAGNA (2012): LE ATTIVITÀ DELLA RETE SISMICA MOBILE *STAND-ALONE* (RE.MO.)

Fabio Criscuoli<sup>1</sup>, Lucian Giovani<sup>1</sup>, Aladino Govoni<sup>1,2</sup>, Lucia Margheriti<sup>1</sup>, Milena Moretti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

<sup>2</sup>OGS (Istituto Nazionale Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Centro di Ricerche Sismologiche)

# 256



## Indice

Introduzione	5
1. La sequenza sismica in atto, la sismicità storica e quella recente	5
2. La Rete Sismica Mobile <i>stand-alone</i> : l'organizzazione, l'attivazione e l'attività svolta	7
2.1 Emergenza in Emilia Romagna: l'attivazione e l'installazione della Re.Mo.	7
2.2 La strumentazione della Re.Mo.	10
2.3 La manutenzione della Re.Mo. Funzionamento delle stazioni, problemi e loro risoluzione	10
2.4 Gli accelerometri	15
3. I dati: archiviazione, distribuzione e prime analisi	16
Ringraziamenti	18
Bibliografia	18
Allegato – Schede stazioni	21



## Introduzione

A seguito del forte evento sismico che la notte del 20 maggio 2012 ha interessato la Pianura Padana Emiliana, è stato attivato il Pronto Intervento Sismico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), come codificato nell'Allegato A<sup>1</sup> della Convenzione<sup>2</sup> vigente fra l'ente e il Dipartimento di Protezione Civile (DPC). Nelle prime 72 ore sono state installate 16 stazioni sismiche temporanee, di cui 8 in *real-time*, ad integrazione di quelle permanenti della Rete Sismica Nazionale (RSN [Amato e Mele, 2008; Delladio, 2011]) già in acquisizione in area epicentrale. Nei giorni successivi il gruppo per lo studio degli effetti di sito (EMERSITO [Bordoni et al., 2012]) ha predisposto tre transetti per un totale di 22 stazioni *stand-alone*; nel contempo colleghi di altri enti nazionali ed internazionali, hanno installato ulteriore strumentazione di diversa tipologia (totale: 38 stazioni). Tutti gli interventi sono stati realizzati in sinergia cercando di non sovrapporre la strumentazione con l'obiettivo successivo di condividere i *dataset*. Tutti i dettagli del primo mese della campagna sismica (partecipanti, tempistiche, strumentazione utilizzata) sono descritti in diversi lavori [Bordoni et al., 2012; Marzorati et al., 2012a; 2012b; Moretti et al., 2012; 2013; Priolo et al., 2012].

In questo lavoro viene descritta l'attività compiuta dalla Rete Sismica Mobile di Roma relativamente all'installazione e alla gestione delle 12 stazioni sismiche temporanee *stand-alone* a partire dall'attivazione della struttura di Pronto Intervento Sismico e per tutto il 2012.

## 1. La sequenza sismica in atto, la sismicità storica e quella recente

L'andamento della sismicità nel primo mese di attività è accuratamente descritto in Moretti et al., [2013]. Nello stesso lavoro viene inquadrata la regione colpita anche da un punto di vista della sismicità storica e recente (dal 2005, fonte dati: ISIDe [ISIDe Working Group, 2010; Mele et al., 2007; 2011]). Rimandiamo quindi a tale lavoro per i dettagli mentre riportiamo qui gli eventi più importanti e una descrizione d'insieme della sequenza fino al 31 dicembre 2012.

Il primo evento, registrato dalla RSN dell'INGV e localizzato dai sismologi in turno presso la sala di sorveglianza sismica dell'INGV [Basili, 2011], è avvenuto alle 23.13 UTC del 19 maggio 2012 con una magnitudo locale ( $M_L$ ) pari a 4.1 nei pressi del comune Massa Finalese (MO) seguito dopo un paio d'ore dall'evento principale della sequenza risentito in tutta la penisola centro-settentrionale. Il *mainshock* è stato registrato alle ore 02.03 UTC del 20 maggio 2012 e localizzato al di sotto della valle del Po in Emilia (coordinate 44.89° N, 11.23° E) ad una profondità di 6.3 km e una  $M_L = 5.9$ .

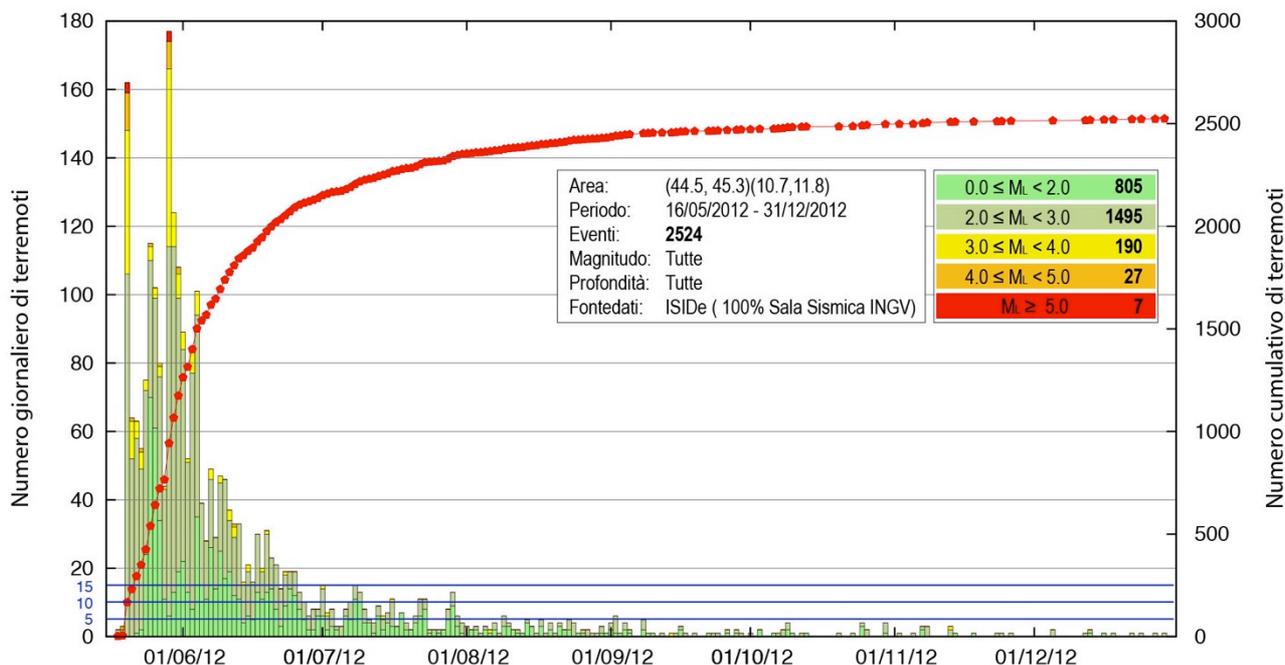
Nell'arco delle prime 24 ore si contano più di 160 eventi di cui 13 di  $M_L \geq 4.0$  mentre alla fine della prima settimana il numero sale a più di 600 terremoti. Il 29 maggio 2012 una ulteriore forte scossa  $M_L = 5.8$  (alle 07.00 UTC) dà nuovo impulso alla sequenza: durante la giornata si contano quasi 180 eventi di cui 11 di  $M_L \geq 4.0$  e nella successiva settimana quasi 800 eventi compreso uno di  $M_L = 5.1$  il 3 giugno. Dopodiché si osserva una graduale diminuzione dell'attività sismica; già dalla fine del mese di giugno si contano meno di 15 eventi al giorno e dai primi giorni di agosto la media giornaliera si abbassa ulteriormente (meno di 5 eventi al giorno, Figura 1). In totale dal 16 maggio fino al 31 dicembre 2012 si contano oltre 2500 eventi di cui 34 di  $M_L \geq 4.0$  (Figure 1 e 2). La selezione è stata fatta tramite il catalogo ISIDe e comprende gli eventi nell'area di latitudine 44.5 e 45.3 e longitudine 10.7 e 11.8; le localizzazioni sono quelle prodotte dalla sala di sorveglianza sismica di Roma ma è in corso la ri-localizzazione manuale da parte di interpretatori esperti dello stesso *dataset* integrato con tutti i dati della rete sismica mobile INGV, sia *stand-alone* che *real-time* (vedi Capitolo 3 per maggiori dettagli).

Negli ultimi anni, come risulta dal catalogo ISIDe, la zona colpita era stata interessata da una scarsa attività sismica delimitata soprattutto lungo la fascia di compressione ai bordi della Pianura Padana; l'unico evento rilevante è del 17 luglio 2011 di  $M_L = 4.7$  vicino al Comune di Sermide (MN). Anche storicamente, almeno dalle informazioni reperibili nei cataloghi storici (Fonte dati: Catalogo CPTI11 [Rovida et al., 2011]), la zona si qualifica per una sismicità relativamente moderata.

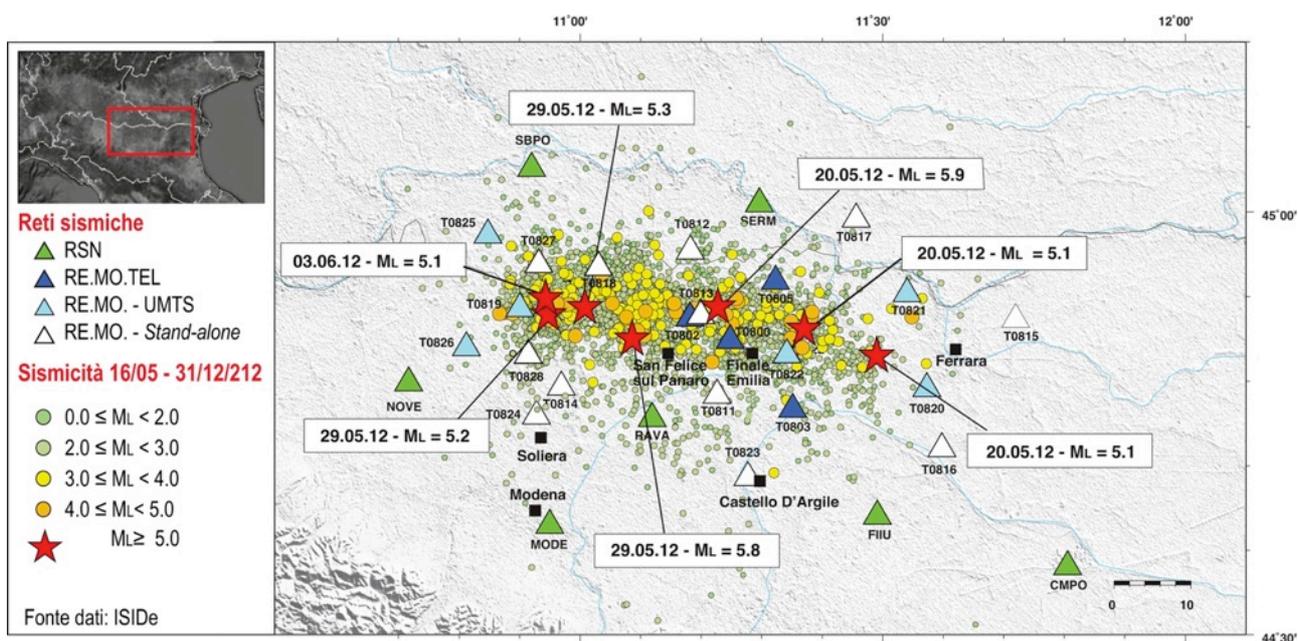
---

<sup>1</sup> <http://istituto.ingv.it/l-ingv/progetti/allegati-convenzioni-dpc/accordo-quadro-2012-2021-allegato%20A.pdf>

<sup>2</sup> <http://istituto.ingv.it/l-ingv/progetti/allegati-convenzioni-dpc/accordo-quadro-2012-2021>



**Figura 1.** Andamento temporale della sequenza dal 16 maggio al 31 dicembre 2012. I colori mostrano la sismicità distinta per intervallo di magnitudo come indicato nella legenda in alto a destra. La linea rossa rappresenta la cumulata del numero dei terremoti. Le linee blu aiutano a evidenziare la forte diminuzione dell'accadimento giornaliero dei terremoti sin dalla fine del mese di giugno.



**Figura 2.** Mappa della sismicità registrata dalle stazioni in *real-time*, permanenti della RSN e temporanee della Re.Mo. UMTS e della Re.Mo.Tel. I colori mostrano la sismicità come da Figura 1.

## 2. La Rete sismica Mobile *stand-alone*: l'organizzazione, l'attivazione e l'attività svolta

La Rete Sismica Mobile *stand-alone* presso la sede INGV di Roma (Re.Mo. [Moretti et al., 2010a; Moretti e Govoni, 2011]), nell'ambito delle attività realizzate in occasioni di emergenze sismiche, è organizzata secondo un regolamento frutto di esperienze passate e in linea con gli accordi presi tra l'INGV e il DPC nella convezione vigente.

Da diversi anni è attivo un servizio di reperibilità H24 a cui afferiscono essenzialmente tecnici, tecnologi e ricercatori del Centro Nazionale Terremoti (CNT) e della Sezione di Sismologia e Tettonofisica della sede di Roma. Il servizio è codificato sia per l'attività ordinaria (durante la quale viene mantenuto il parco strumentale in modo da garantire la massima efficienza e velocità di intervento in caso di forte terremoto) sia per l'attività in emergenza. Alle attività in emergenza sono dedicate 8 stazioni sismiche a 6 canali equipaggiate con accelerometro e velocimetro (vedi Paragrafo 2.2 per i dettagli), preservate in una zona riservata del magazzino della strumentazione della Re.Mo. Se necessario, viene utilizzata ulteriore strumentazione riservata per gli esperimenti scientifici programmati [Moretti et al., 2010a]. Da diverso tempo tali strumenti, utilizzati soprattutto in modalità *stand-alone*, possono essere configurati anche per la trasmissione del dato alla sala di sorveglianza sismica andando così a contribuire alle localizzazioni prodotte in tempo reale; la trasmissione del dato avviene con sistema UMTS [Govoni et al., 2012; Moretti et al., 2011]. Parallelamente alla Re.Mo. vi è la Rete Sismica Mobile in Telemetria satellitare (Re.Mo.Tel.) [Abruzzese et al., 2011] sviluppata e gestita dai tecnici, tecnologi e ricercatori del CNT, in particolare dell'Osservatorio di Grottaminarda (Sede Irpinia), che consente di avere altre 9 stazioni in *real-time*. La diversa tipologia di trasmissione, satellitare e UMTS, aumenta la possibilità di avere della strumentazione collegata in *real-time* con la sala di sorveglianza sismica di Roma; soprattutto in occasione di sequenze o sciami sismici, aumentare il numero di fasi in area epicentrale è fondamentale per meglio definire la localizzazione ipocentrale. La Re.Mo. è più veloce da implementare ma non sempre la copertura UMTS è ottimale, soprattutto lontano dai centri abitati dove invece si privilegia la scelta dei siti; la Re.Mo.Tel., invece, è più complessa nella installazione e nella manutenzione, ma consente maggiore affidabilità nella trasmissione del dato *real-time*.

Inoltre da alcuni mesi è in via di definizione un coordinamento tra tutte le realtà INGV che si occupano di monitoraggio sismico a scala locale: Ancona, Arezzo, Bologna, Catania, Gibilmanna, L'Aquila, Napoli, Pisa; tale coordinamento, denominato Sismiko, si è dimostrato fondamentale durante l'emergenza in Emilia Romagna (tutti i dettagli in [Moretti et al., 2012; 2013]).

### 2.1 Emergenza in Emilia Romagna: attivazione, installazione e manutenzione della Re.Mo.

Come codificato in un regolamento interno del CNT, nel quale è indicata la soglia di magnitudo minima per l'attivazione del Pronto Intervento Sismico pari a  $M_L \geq 5.0$  e come stabilito nella convenzione INGV-DPC, a pochi minuti dalla comunicazione al DPC e ai dirigenti dell'INGV del *mainshock* registrato e localizzato dalla sala di sorveglianza sismica INGV di Roma, sono stati avvertiti i reperibili in turno del servizio di Rete Sismica Mobile che in poco tempo hanno raggiunto la sede di Roma e predisposto per la loro partenza.

Intorno alle ore 7.00 locali una squadra, costituita da tre unità di personale ed equipaggiata di 4 stazioni sismiche a 6 componenti, si è avviata verso la zona epicentrale mentre altro personale, avvisato dal Direttore del CNT e dal Funzionario in turno, ha raggiunto la sede di Roma per organizzare, se necessario e possibile considerando la coincidenza del terremoto con la festività della domenica, l'attivazione di una seconda squadra e per coordinare l'intervento dei gruppi una volta raggiunta l'area colpita dal terremoto. Solo nel primo pomeriggio è stato possibile disporre di una seconda squadra, costituita da due unità di personale e dotata di ulteriori 4 stazioni a 6 componenti.

In considerazione dell'evoluzione della sequenza sismica e della geometria della rete nel frattempo implementata durante la prima settimana di emergenza anche in collaborazione con gli altri enti ed università italiane e straniere (vedi per i dettagli in [Moretti et al. 2012; 2013], tra il 27 e il 28 maggio sono state installate altre due stazioni nei pressi di Castello D'Argile (BO) e Soliera, in Località Limidi di Soliera (MO) per migliorare la copertura a sud (T0823 e T0824, Figura 3 e Tabella 1). Infine, a seguito della nuova forte scossa della mattina del 29 maggio sono state aggiunte ulteriori di due stazioni nella zona ad ovest rispetto al *mainshock* (T0827 e T0828, Figura 3 e Tabella 1).

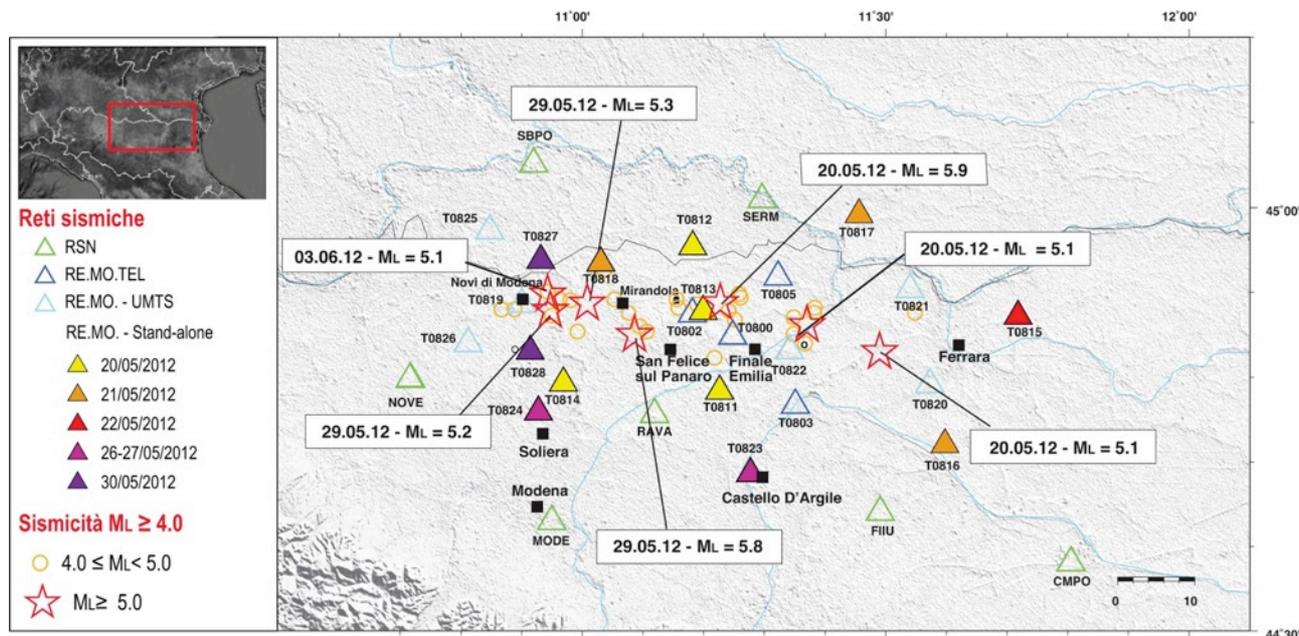
In totale sono state installate 12 stazioni della Re.Mo., tutte in acquisizione locale; ciò significa che il dato veniva registrato nelle *compact flash* di cui l'acquisitore utilizzato è fornito (vedi Paragrafo 2.2) e

recuperato periodicamente. Durante il primo mese di emergenza, i controlli alle stazioni sismiche temporanee e relativo scarico dei dati (da ora definiti come *data dump*) sono stati più frequenti. Poi anche in considerazione dell'attenuarsi della sismicità, è stato concordato di effettuare un controllo al mese, fino alla disinstallazione della rete avvenuta nella seconda metà di settembre. In totale sono stati effettuati sei *data dump*, compresa la disinstallazione della strumentazione.

A settembre, in occasione della disinstallazione della rete temporanea, si è deciso di mantenere la stazione T0813 (in Località Massa Finalese, Finale Emilia - MO) in acquisizione e in particolare di trasformarla in trasmissione *real-time* (modalità UMTS) andando così a contribuire alle localizzazioni prodotte nella sala di sorveglianza sismica di Roma. Il dato trasmesso in tempo reale è archiviato contestualmente nelle *compact flash* in modo da consentire il recupero di dati persi a causa di eventuali problemi nella trasmissione.

In Figura 3 viene mostrata con diversi colori, l'evoluzione della geometria della Re.Mo.; in Tabella 1 sono elencate le caratteristiche di ogni sito occupato: sigla, coordinate, località più prossima, inizio e fine acquisizione. In Figura 4 alcuni esempi di installazione delle stazioni Re.Mo.

Nelle campagne di acquisizione realizzate nelle emergenze sismiche, rispetto ad esempio ad un esperimento programmato o ancor di più per una stazione sismica permanente, si dedica un minor tempo alla ricerca di siti. Difficilmente c'è infatti l'opportunità di effettuare delle prove di rumore per valutare la qualità del sito, la sua rumorosità, perché è importante installare nel minor tempo possibile per poter acquisire i dati temporalmente più prossimi al *mainshock*. In genere la scelta di un sito è una sintesi tra l'esigenza di installare una rete temporanea che si integri con le stazioni permanenti in funzione del *mainshock* e dell'evoluzione della sequenza, senza trascurare la sicurezza stessa della strumentazione e senza dimenticare di privilegiare aree che l'esperienza ci ha insegnato essere sismologicamente migliori (substrato roccioso, lontano da fonti di rumore naturali o antropiche, ecc). In Emilia Romagna è stato particolarmente difficile trovare dei siti idonei a ospitare la strumentazione sia per la forte antropizzazione dell'area [Marzorati and Bindi, 2006; Marzorati, 2007; Marzorati et al., 2012a; 2012b] sia per le caratteristiche geologiche (sedimenti alluvionali, terreni non coerenti).



**Figura 3.** Geometria della Re.Mo.: con i colori sono evidenziati i giorni di installazione. Per i dettagli, vedi la legenda accanto alla mappa.

SIGLA	LOCALITÀ	LAT	LON	ELE	START - STOP
T0811	Loc. Palata Pepoli, Crevalcore (BO)	44.783768	11.226468	10	20/05 – 31/07/2012
T0812	Loc Stoppiaro, Poggio Rusco (MN)	44.954678	11.180956	7	20/05 – 19/09/2012
T0813	Loc. Massa Finalese, Finale Emilia (MO)	44.877766	11.199186	1	20/05 – 18/09/2012 poi in <i>real-time</i>
T0814	Loc. Cortile, Carpi (MO)	44.793297	10.969215	16	20/05 – 19/09/2012
T0815	Correggio (RE)	44.873112	11.719825	2	22/05 – 18/09/2012
T0816	San Bartolomeo in Bosco (FE)	44.720657	11.597592	1	21/05 – 18/09/2012
T0817	Loc. Veratica, Salara (RO)	44.991627	11.455909	0	21/05 – 18/09/2012
T0818	Loc. Fossa, Concordia sulla Secchia (MO)	44.934845	11.030367	5	21/05 – 19/09/2012
T0823	Castello D'Argile (BO)	44.686180	11.277115	14	26/05 – 19/09/2012
T0824	Loc. Limidi di Soliera, Soliera (MO)	44.759354	10.927588	72	27/05 – 19/09/2012
T0827	Moglia (MN)	44.937672	10.931877	11	30/05 – 19/09/2012
T0828	Località Fossoli, Carpi (MO)	44.830788	10.914310	13	30/05 – 19/09/2012

**Tabella 1.** Sono mostrate la sigla, la località più prossima al sito occupato, le sue coordinate, l'inizio e la fine acquisizione. Nei tre colori sono distinti le diverse fasi di installazioni. La T0813 il 18/09/2012, in coincidenza con la disinstallazione della rete temporanea, è stata trasformata da acquisizione locale in trasmissione UMTS e utilizzata nelle localizzazioni di sala di sorveglianza sismica.



**Figura 4.** Alcuni esempi di installazione: a sinistra la T0811 a Palata Pepoli (BO), a destra in alto la T0813 a Finale Emilia in Località Massa Milanese (MO) e in basso i due sensori della T0823 a Castello D'Argile (BO).

## 2.2 La strumentazione utilizzata dalla Re.Mo.

Le stazioni della Re.Mo. installate durante l'emergenza in Emilia Romagna, erano le otto dedicate al servizio di reperibilità della Rete Simica Mobile di Roma [Moretti et al., 2010a; Moretti e Govoni, 2011] a cui sono state aggiunte altre quattro stazioni di uguale tipologia che in genere sono utilizzate per gli esperimenti programmati.

Le dodici stazioni installate erano quindi costituite da un acquisitore *Reftek* (<http://www.reftek.com/>) modello 130-01, un sensore a corto periodo della *Lennartz* (<http://www.lennartz-electronic.de/>) modello Le 3Dlite, un accelerometro *EpiSensor* modello FBA ES-T della *Kinematics* (<http://www.kinematics.com/>) e un impianto di alimentazione fotovoltaico. Tutte le stazioni erano configurate con gain 1 e campionamento a 125 Hz per entrambi i sensori.

Per consentire la trasmissione del dato acquisito in *real-time* della T0813, la stazione è stata dotata di un *router* UMTS dotato di una SIM dati [Govoni et al., 2012].

In Tabella 2, alcuni importanti parametri caratteristici della strumentazione utilizzata.

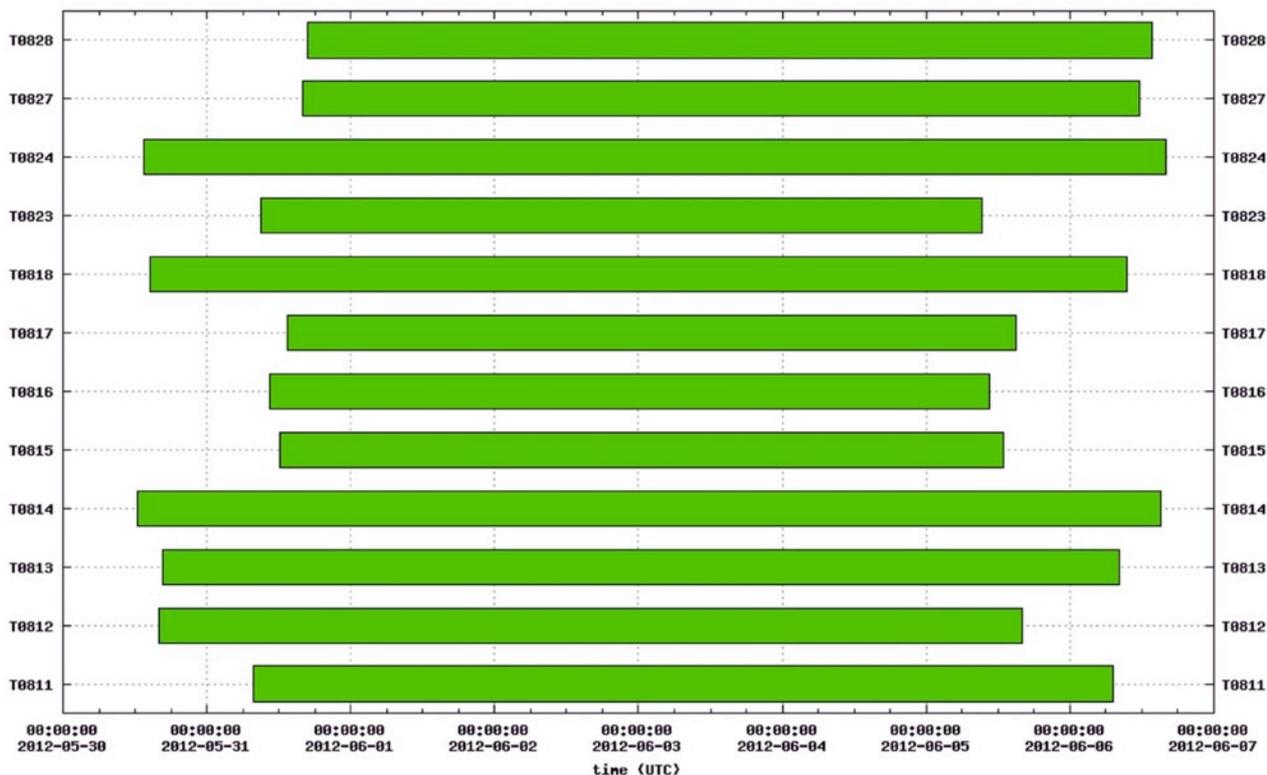
STRUMENTO	TIPO	FOTO	CARATTERISTICHE TECNICHE	
<b>Reftek 130-1</b> [Reftek]	Acquisitore		Dinamica	> 135 dB
			Risoluzione	24 bit – 20 VPP
<b>LE 3D lite</b> [Lennartz]	Sensore velocimetro		Poli	-4.444 / +4.444j -4.444 / -4.444j -1.083 / 0.000j
			Zeri	Triplo zero all'origine
			Banda frequenza	1 - 80 Hz
<b>EpiSensor FBA ES-T</b> [Kinematics]	Sensore accelerometro		Fondo scala	vedi Paragrafo 2.4
			Range dinamico	155 dB
			Banda frequenza	DC a 200 Hz

**Tabella 2.** Strumentazione utilizzata dalla Re.Mo. per le emergenze sismiche.

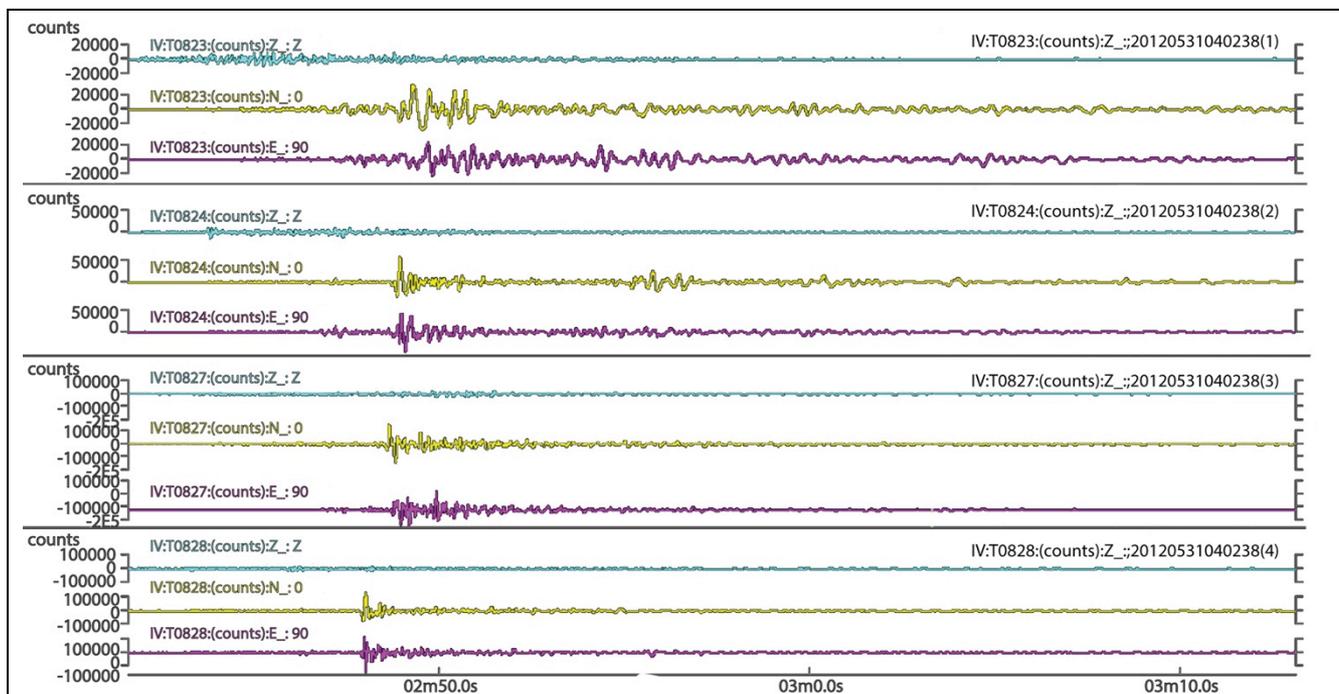
## 2.3 La manutenzione della Re.Mo. Funzionamento delle stazioni, problemi e loro risoluzione

Dopo ogni *data dump*, è consuetudine effettuare un'analisi speditiva dei dati per analizzare lo stato generale della stazione; ad esempio viene controllato l'effettivo andamento dell'acquisitore o della parte sensoristica, il livello di funzionamento dell'impianto fotovoltaico, ecc. Come esempio, riportiamo qui parte delle analisi svolte a seguito del secondo *data dump* con i dati acquisiti dal 30 maggio al 7 giugno 2012 (Figure da 6 a 10). A seguito di tali analisi, in occasione del terzo *data dump* effettuato tra il 12-14 giugno, sono stati ottimizzati gli impianti di alimentazione con sistema fotovoltaico delle stazioni sismiche; alcuni dettagli sono riportati nelle schede stazioni in Allegato.

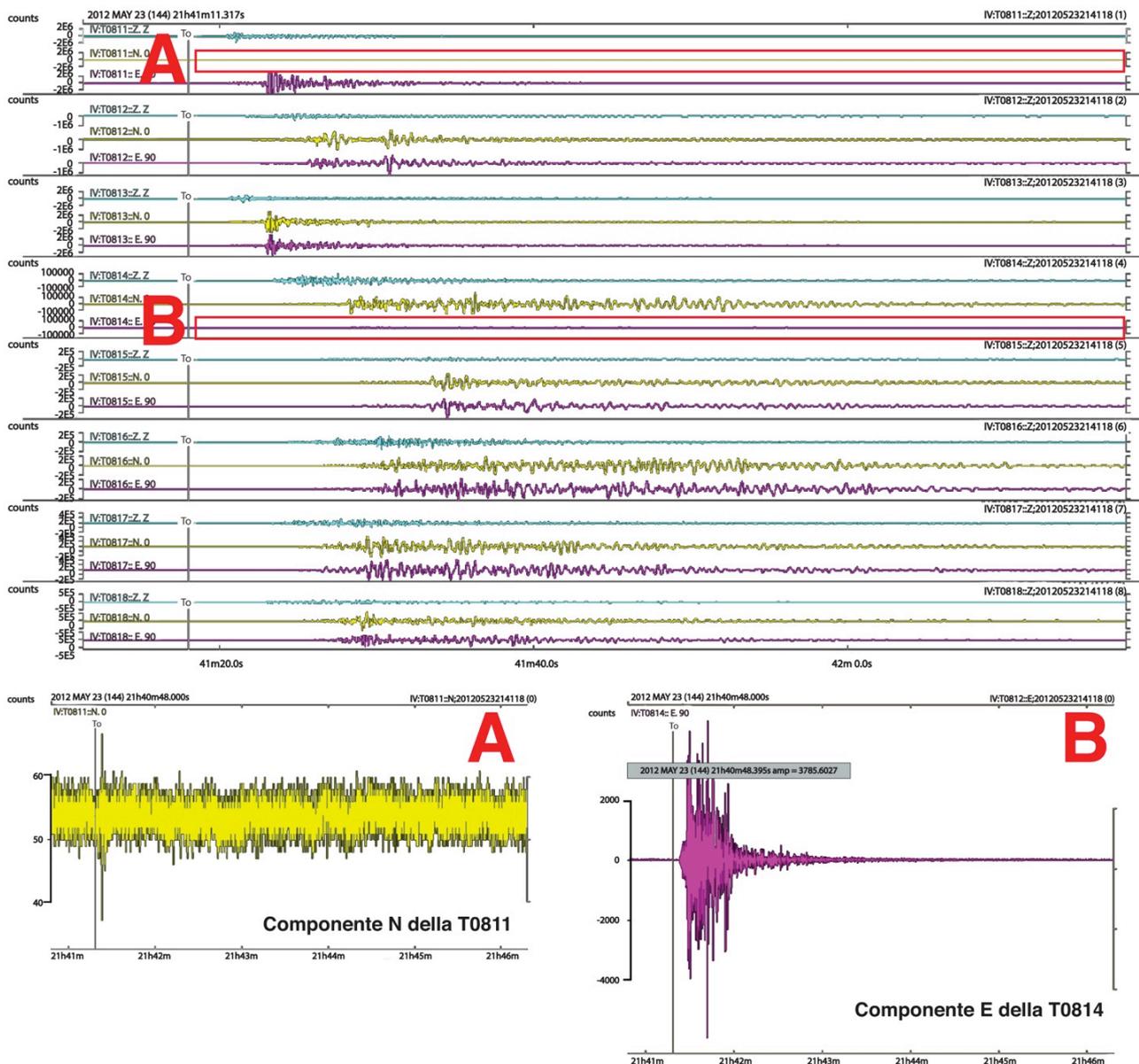
Durante questa campagna si sono avuti diversi atti di vandalismo: un furto a Palata Pepoli (T0811) di tutta la strumentazione ad eccezione dei due sensori interrati, il furto del pannello solare a Castello D'Argile (T0823) e la distruzione del pannello solare a Fossa (T0818).



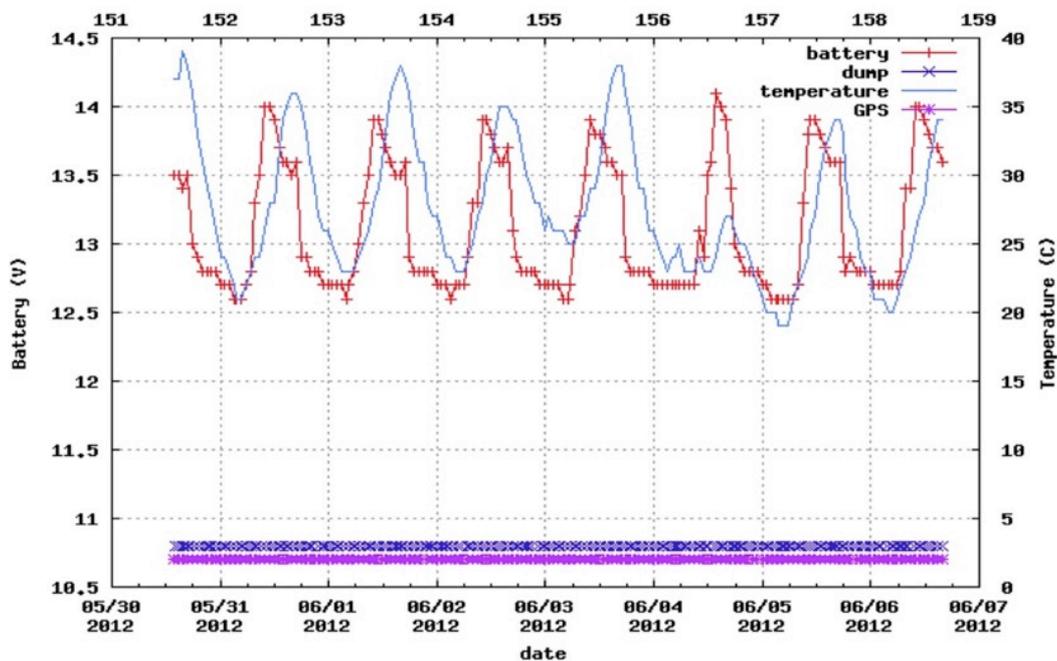
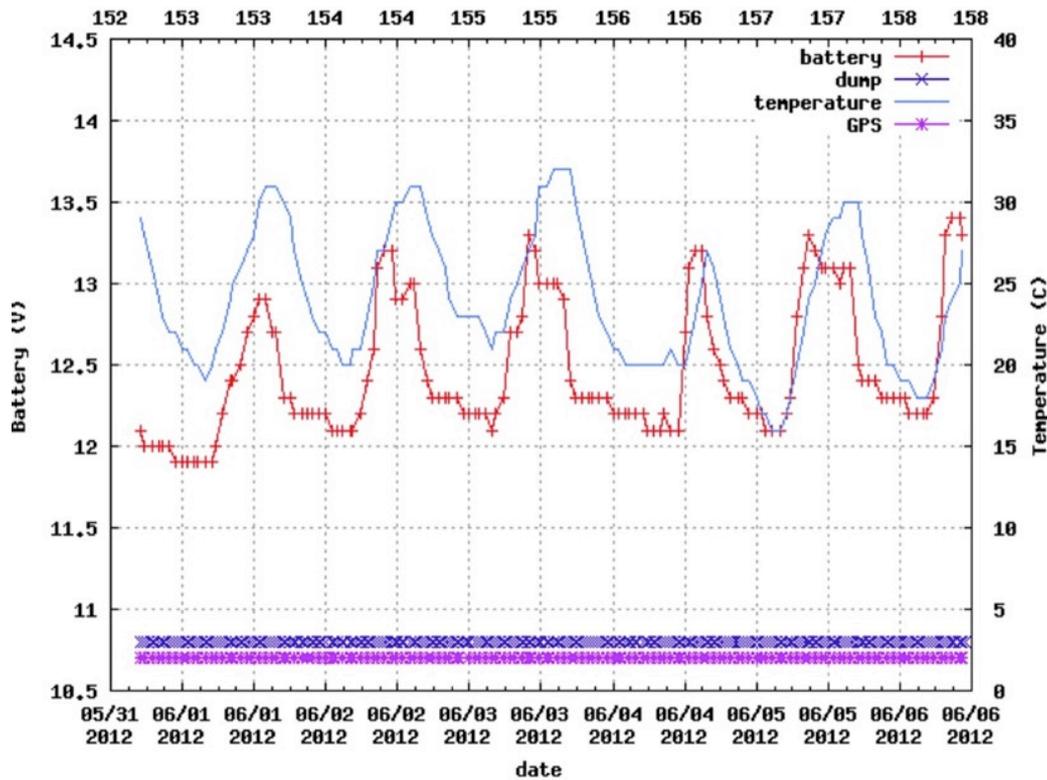
**Figura 6.** Stato di funzionamento delle stazioni della Re.Mo. dal 30 maggio al 7 giugno 2012 (secondo *data dump*). Le stazioni non presentano lacune nell'acquisizione.



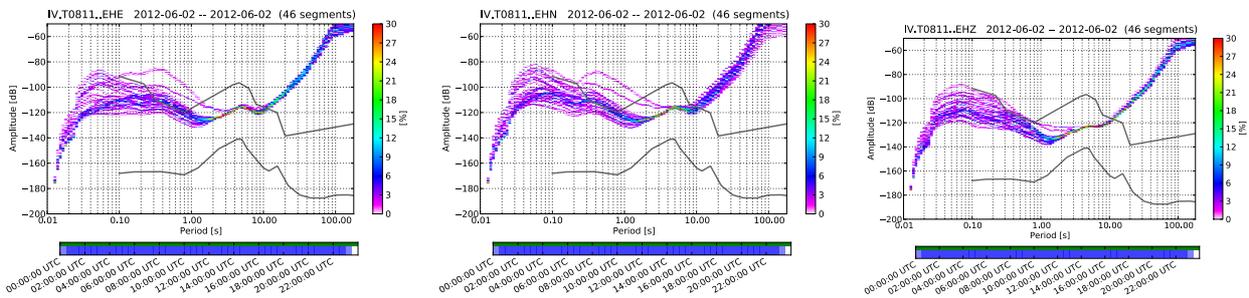
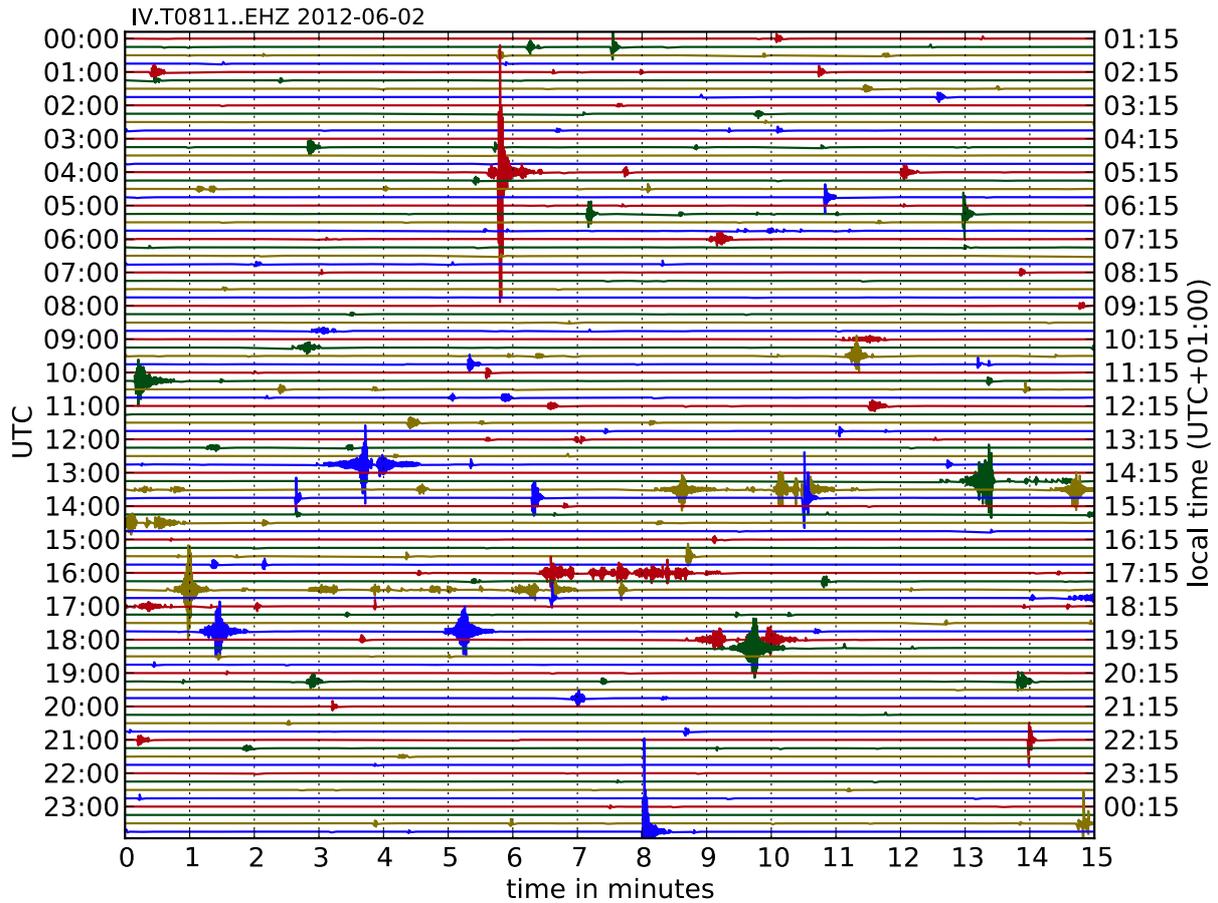
**Figura 7.** *Data plot* dei segnali delle stazioni installate il 26 e 27 maggio (T0823 e T0824, in alto nella Figura) a miglioramento della copertura della rete nella zona più a sud e il 30 maggio a seguito della nuova forte scossa del 29 maggio (T0827 e T0828, in basso nella figura). Si osserva una registrazione del segnale regolare.



**Figura 8.** Data plot dei segnali acquisiti dai velocimetri relativi alle prime otto stazioni Re.Mo. installate subito dopo l'evento del 20 maggio. Si osserva un andamento piatto della componente orizzontale N-S della T0811 (A); nel successivo *data dump* è stato così sostituito il velocimetro. La componente E-W della T0814 (B) appare invece “sorda”: l'ampiezza picco-picco risulta intorno ai 10.000 counts mentre per le altre due componenti sono intono ai 300.000 counts, ma non si è ritenuto necessario fare un intervento alla stazione.



**Figura 9.** Tramite i dati memorizzati nel file *State Of Health* (SOH) archiviato nello *stream 0* generato dall'acquisitore Reftek-130-01 (maggiori dettagli in [Moretti et al., 2010a] - Allegato B), è possibile effettuare una valutazione d'insieme dell'andamento della strumentazione e rendersi conto di numerosi problemi come la scarsa insolazione e/o ombreggiatura del pannello, la scarsa affidabilità della batteria, i problemi allo slot delle *compact flash* ed i problemi di ricezione del GPS. Come indicato nella legenda: dall'alto verso il basso viene mostrato l'andamento della tensione della batteria ("*battery*", in rosso), l'avvenuta scrittura del contenuto della RAM sulla *compact flash* ("*dump*", in blu), l'andamento della temperatura dello strumento ("*temperature*", in azzurro) e l'avvenuta sincronizzazione del tempo tramite il GPS ("*GPS*", in viola). Qui sono messe a confronto le analisi eseguite per le stazioni T0823 (in alto) e T0824 (in basso) e si nota come l'andamento della batteria e della temperatura della prima sia compreso in un *range* inferiore rispetto la seconda probabilmente dovuto ad un sito meno esposto al sole.



**Figura 10.** Analisi di qualità del sito: un esempio di analisi spettrale alla stazione T0811. In alto la registrazione in continuo con il sensore velocimetrico a corto periodo relativa al 2 giugno 2012 (24 ore). Ogni quarto d'ora il segnale registrato viene graficato con un diverso colore in modo da individuare meglio la successione temporale delle registrazioni. In basso gli spettri di velocità calcolati per le 3 componenti del velocimetro nella stessa finestra temporale (24 ore) evidenziano una rumorosità accettabile del sito occupato. In Allegato, sono riportate le analisi di qualità per ogni sito occupato.

## 2.4 Gli accelerometri

Durante l'analisi dei dati acquisiti in occasione della sequenza emiliana, grazie anche al contributo dei colleghi di Milano del Progetto ITACA (*Italian ACcelerometric Archive* [Luza et al., 2008]) ci si è resi conto dell'eterogeneità di configurazione degli accelerometri EpiSensor in uso presso la Re.Mo. e quindi si è provveduto, una volta disinstallata la rete, ad omogeneizzare il loro settaggio.

Gli EpiSensor ES-T della Kinemetrics sono degli accelerometri triassiali con fondo scala selezionabile dall'utente negli intervalli  $\pm 0.25$  g,  $\pm 0.5$  g,  $\pm 1$ g,  $\pm 2$  g or  $\pm 4$  g e con quattro tipi di *output*, sempre decisi dall'operatore, pari a:  $\pm 2.5$ V *single-ended*;  $\pm 10$ V *single-ended*;  $\pm 5$  V *differential*;  $\pm 20$  V *differential*.

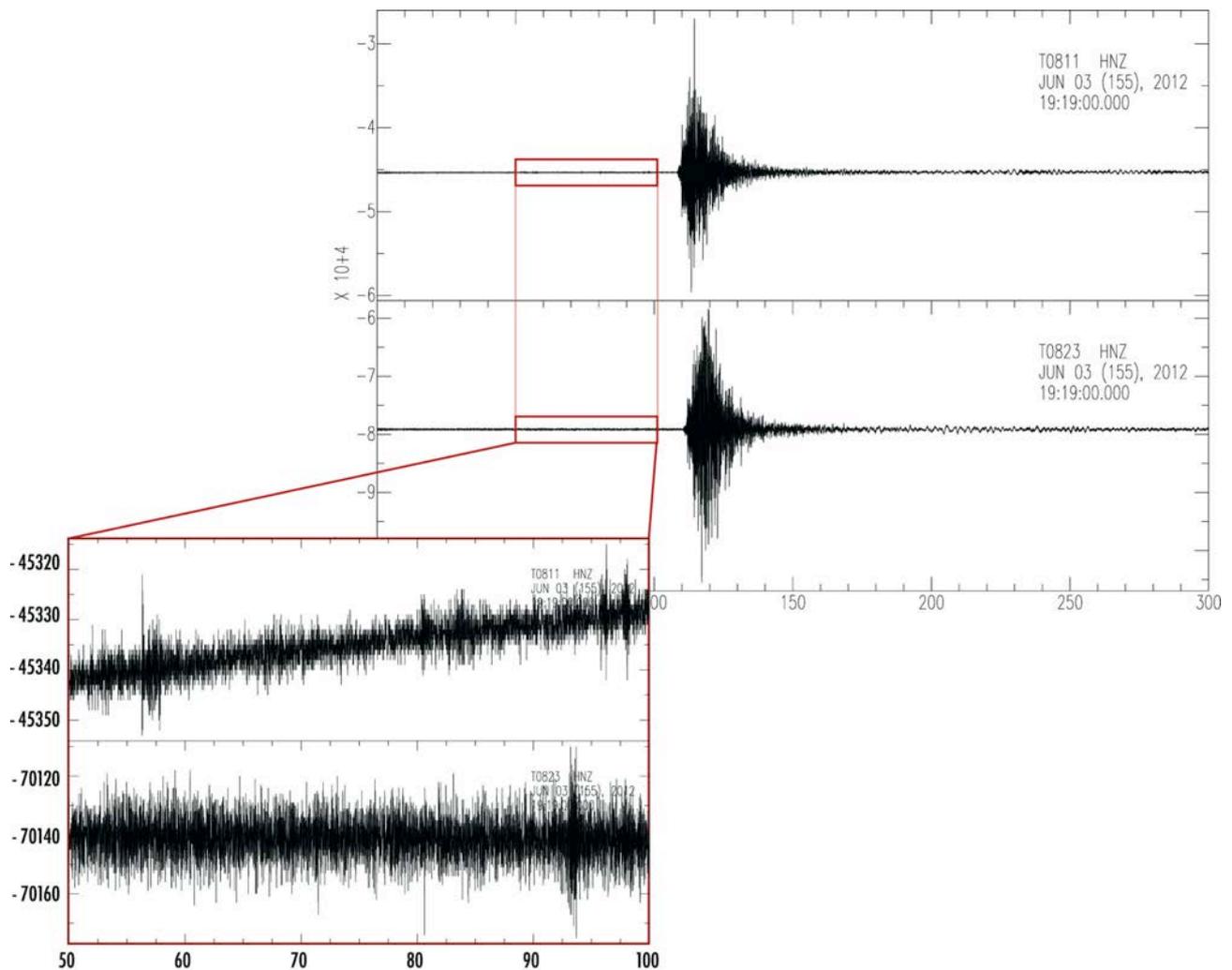
In considerazione dell'uso generalmente riservato a tale sensori, ovvero soprattutto in occasione di emergenze sismiche in area epicentrale molto prossimi ai forti terremoti, e per sfruttare al massimo la dinamica del digitalizzatore usato dalla Re.Mo. (Reftek130-01), sono stati configurati tutti con fondo scala  $\pm 4$  g ed uscita a  $\pm 20$  V *differential* (*sensitivity* pari a 10 V/g).

In Tabella 3 le configurazioni degli accelerometri durante l'emergenza in Emilia Romagna.

SIGLA	S/N EPISENSOR	SENSITIVITÀ V/G	FONDO SCALA (G)
T0811	1349	5	4
T0812	1659	1.25	2
T0813	1658	1.25	2
T0814	1657	1.25	2
T0815	1665	1.25	2
T0816	1656	1.25	2
T0817	1651	1.25	2
T0818	1653	1.25	2
T0823	1359	10	1
T0824	1358	5	4
T0827	1361	5	2
T0828	1351	5	2

**Tabella 3.** Configurazioni degli accelerometri durante l'emergenza in Emilia Romagna prima della riconfigurazione del parco strumentale in dotazione alla Rete Sismica Mobile del CNT.

Altro aspetto rilevato durante le verifiche sui dati riguarda gli *offset* degli accelerometri generalmente abbastanza elevati. L'esempio in Figura 11 mostra l'analisi dei segnali registrati dalla T0811 e dalla T0823 (vedi la mappa in Figura 12).



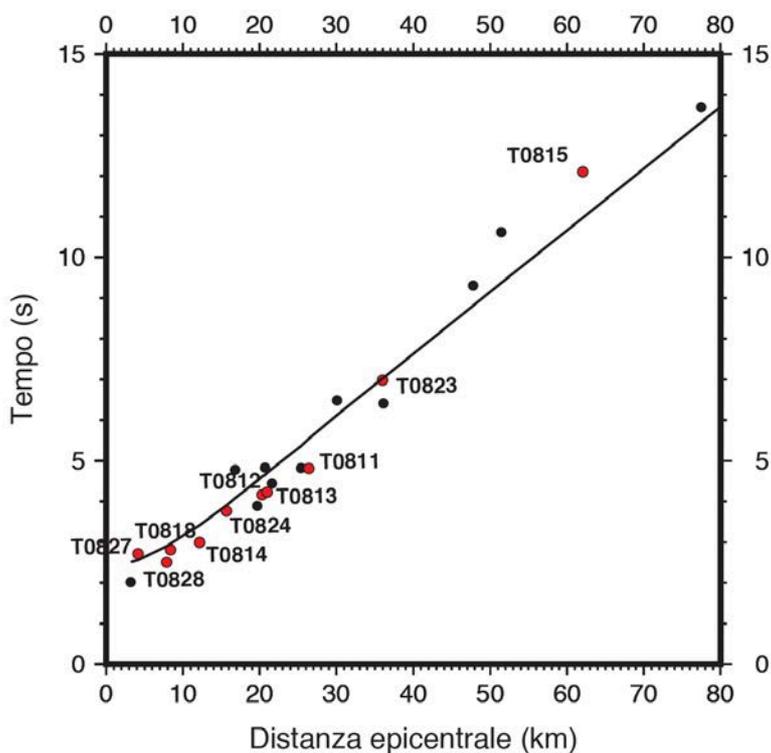
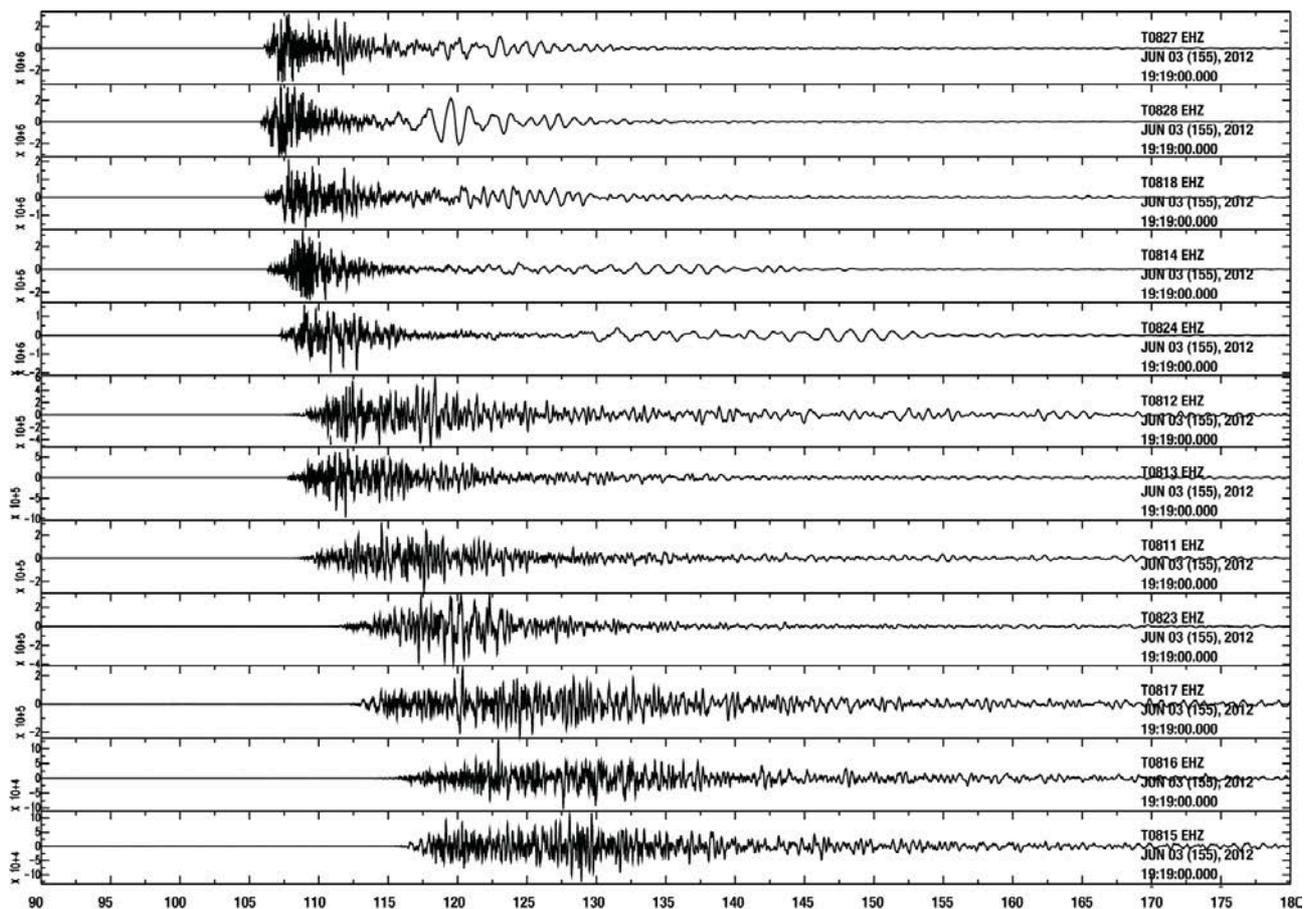
**Figura 11.** Analisi dell'*offset* degli accelerometri installati alle stazioni T0811 e T0823. Nell'ingrandimento del rumore pre-evento (in basso a sinistra) la T0811 mostra una evidente deriva lineare.

### 3. I dati: archiviazione e distribuzione

I dati acquisiti in continuo dalle stazioni temporanee in registrazione locale sono stati trasformati dal formato nativo REFTEK al formato internazionale *miniSEED*, corredati del *file* accessorio (*dataless*) contenente tutte le informazioni relative al sito e alla strumentazione installata e resi disponibili da subito alla comunità scientifica tramite il portale EIDA (<http://eida.rm.ingv.it/>) [Mazza et al., 2011; 2012; Moretti et al., 2010b].

Il *dataset* integrato, ovvero costituito dai dati acquisiti dalla RSN assieme a quelli della Re.Mo, della Re.Mo. UMTS e della Re.Mo.Tel., a partire dal *mainshock* fino al 30 giugno 2012, è attualmente in fase di analisi e oggetto di diverse pubblicazioni scientifiche internazionali. Come già spiegato in Moretti et al., [2013], dalle prime analisi è comunque evidente il miglioramento delle localizzazioni ipocentrali grazie al contributo delle stazioni *stand-alone*. Mettendo a confronto i tre *dataset* costituiti dai dati della sola RSN, da questi integrati con quelli delle stazioni temporanee *real-time* e poi il dataset completo, è immediatamente evidente la diminuzione del gap azimutale da 120 a 50 gradi circa e la riduzione degli errori ipocentrali, molti con valori inferiori al chilometro.

In Figura 12 è riportato un esempio di 90 secondi della componente verticale della velocità di spostamento del suolo acquisito in contemporanea dalle 12 stazioni temporanee Re.Mo. durante l'evento del 3 giugno alle ore 19.20 UTC (ML 5.1).



**Figura 12.** Forme d'onda dell'evento del 3 giugno ore 19.20 UTC ( $M_L = 5.1$ ) registrato dalle 12 stazioni Re.Mo. In In basso, la *travel time* dell'evento; la retta è costruita con i tempi di arrivo teorici mentre i cerchietti indicano quelli osservati: in rosso sono evidenziati quelli relativi alle stazioni temporanee Re.Mo., in nero i dati della RSN.

## Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare:

- Augusto Bucci, Adriano Cavaliere, Maria Grazia Ciaccio, Gianfranco Colasanti, Marco Colasanti, Pasquale De Gori, Andrea Fiaschi, Luigi Improta, Davide Piccinini, Andrea Serratore, Luisa Valoroso, Ulderico Piccolini, Silvia Pondrelli, Simone Salimbene, Marcello Silvestri, Stefano Silvestri, Catello Acerra per il loro contributo nella realizzazione e manutenzione della Re.Mo.;
- tutti i privati e le pubbliche amministrazioni che hanno ospitato la strumentazione.

## Bibliografia

- Abruzzese L., De Luca G., Cattaneo M., Cecere G., Cardinale V., Castagnozzi A., D'Ambrosio C., Delladio A., Demartin M., Falco L., Franceschi D., Govoni A., Memmolo A., Migliari F., Minichiello F., Moretti M., Moschillo R., Pignone M., Selvaggi G., Zarrilli L., (2011). *La Rete sismica Mobile in telemetrata satellitare (Re.Mo.Tel.)*. Rapporti Tecnici INGV, 177, 28 pp.
- Amato, A. and F. M. Mele, (2008). *Performance of the INGV National Seismic Network from 1997 to 2007*. Annals of Geophysics, vol. 51, no. 2/3, 417-431.
- Basili A., (2011). *Attività di sala operativa*. In: Cattaneo M. e Moretti M., eds. Riassunti estesi I° Workshop Tecnico "Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico" Roma 20 | 21 dicembre 2010. Miscellanea INGV, 10, pp. 99-100.
- Bordoni P., Azzara R., Cara F., Cogliano R., Cultrera G., Di Giulio G., Fodarella A., Milana G., Pucillo S., Riccio G., Rovelli A., Augliera P., Luzi L., Lovati S., Massa M., Pacor F., Puglia R., Ameri G., (2012). *Site effects in epicentral area of the 2012 Emilia seismic sequence from EMERSITO, the rapid response network for seismic effect studies*. "The Emilia (northern Italy) seismic sequence of May-June, 2012: preliminary data and results" edited by Marco Anzidei, Alessandra Maramai and Paola Montone, vol. 55, n. 4, 2012; pp. 599-607, 10.4401/ag-6153.
- Delladio A., (2011). *Monitoraggio sismico del territorio nazionale*. In: Cattaneo M. e Moretti M., eds. Riassunti estesi I° Workshop Tecnico "Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico" Roma 20 | 21 dicembre 2010. Miscellanea INGV, 10, pp. 11-16.
- Govoni, A., Monachesi G., Cattaneo M., Moretti M., Delladio A. e Frapiccini M., (2012). *La sequenza sismica del 2010 nelle provincie di Macerata e Fermo e la sperimentazione della trasmissione dei dati in tempo reale via UMTS*. Quaderni di Geofisica INGV, 102, 30 pp.
- ISIDe Working Group, (2010). *Italian Seismological Instrumental and parametric database*. <http://iside.rm.ingv.it>.
- Luzi L., Sabetta F., Hailemikael S., Bindi D., Pacor F., and Mele F., (2008). *ITACA (ITalian ACcelerometric Archive): a web portal for the dissemination of Italian strong motion data*. Seism Res Lett 79(5), 717-723. <http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>
- Marzorati S., (2007). *Fenomenologia del noise sismico ambientale: dalla conoscenza del segnale alle applicazioni empiriche*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Milano Bicocca, 16 gennaio 2007 (url: <http://www.earth-prints.org/handle/2122/7960>).
- Marzorati S. and Bindi D., (2006). *Ambient noise levels in north central Italy*. Geochem. Geophys. Geosyst., 7, Q09010, doi:10.1029/2006GC001256.
- Marzorati S., Carannante S., Cattaneo M., D'Alema E., Frapiccini M., Ladina C., Monachesi G., (2012a). *Emergenza sismica 2012 in Emilia Romagna: attività sperimentali di supporto alla Rete Sismica Mobile INGV svolte dal personale della sede di Ancona*. Rapporti Tecnici INGV, 236, 42 pp.
- Marzorati S., Carannante S., Cattaneo M., D'Alema E., Frapiccini M., Ladina C., Monachesi G. and Spallarossa D., (2012b). *Automated control procedures and first results from the temporary seismic monitoring of the 2012 Emilia Sequence*. Annals of Geophysics, "The Emilia (northern Italy) seismic sequence of May-June, 2012: preliminary data and results" edited by Marco Anzidei, Alessandra Maramai and Paola Montone, vol. 55, n. 4, 2012; pp. 575-581, doi: 10.4401/ag-6116.
- Mazza, S., Bono, A., Lauciani, V., Marcocci, C., Mandiello, A., Margheriti, L., Mele, F., Moretti, M., Pintore, S., Quintiliani, M., Scognamiglio, L. e Selvaggi, G., (2011). *L'archiviazione e la distribuzione dei dati sismologici del CNT e l'integrazione dei dati della RSM*. In: "Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico", a cura di M.

- Cattaneo e M. Moretti, *Miscellanea INGV*, N°10.
- Mazza S., Basili A., Bono A., Lauciani V., Mandiello A.G., Marcocci C., Mele F., Pintore S., Quintiliani M., Scognamiglio L., Selvaggi G., (2012). *AIDA – Seismic data acquisition, processing, storage and distribution at the National Earthquake Center, INGV*. “The Emilia (northern Italy) seismic sequence of May-June, 2012: preliminary data and results” edited by Marco Anzidei, Alessandra Maramai and Paola Montone, vol. 55, n. 4, 2012; pp. 541-548, doi: 10.4401/ag-6145.
- Mele F., Castello B., Marchetti A., Marcocci C., Moro R., (2007). *ISIDe, Italian Seismological Instrumental and parametric DataBase: una pagina web per interrogare il Bollettino Sismico Italiano*. 26° Convegno Nazionale GNGTS, 13-15 novembre, Roma.
- Mele F., Basili A., Bono A., Lauciani V., Mandiello A., Marcocci C., Mazza S., Pintore S., Quintiliani M., Scognamiglio L. e Selvaggi G., (2011). *La base di dati ISIDe: stato attuale e possibili sviluppi*. In: Cattaneo M. e Moretti M., eds. Riassunti estesi I° Workshop Tecnico “Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell’arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico” Roma 20 | 21 dicembre 2010. *Miscellanea INGV*, 10, pp. 128-130.
- Moretti, M., Govoni, A., Colasanti, G., Silvestri, M., Giandomenico, E., Silvestri, S., Criscuoli, F., Giovani, L., Basili, A., Chiarabba, C. e Delladio, A., (2010a). *La Rete Sismica Mobile del Centro Nazionale Terremoti*. Rapporti Tecnici INGV, 137, 61 pp.
- Moretti, M., Govoni, A., Lauciani, V., Mandiello, A.G., Marcocci, C., Margheriti, L., Mazza, S. e Pintore, S., (2010b). *Il nuovo archivio dati sismologico integrato dell’INGV per gli esperimenti sismici temporanei*. Riassunto esteso 29° Convegno Nazionale GNGTS - Prato 26-28 ottobre 2010, 80-81.
- Moretti, M., Chiarabba, C., Cianchini, G., Colasanti, G., Criscuoli, F., De Gori, P., Frepoli, A., Govoni, A., Marchetti, A. e Serratore, A., (2011). *L’emergenza sismica nel Frusinate (Ottobre 2009 – Gennaio 2010). L’intervento della Rete Sismica Mobile stand-alone*. Rapporti Tecnici INGV, N° 200.
- Moretti M. e Govoni A., (2011). *La Rete Sismica Mobile del CNT e la Co.Re.Mo*. In: Cattaneo M. e Moretti M., eds. Riassunti estesi I° Workshop Tecnico “Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell’arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico” Roma 20 | 21 dicembre 2010. *Miscellanea INGV*, 10, pp. 51- 54.
- Moretti M., Abruzzese L., Abu Zeid N., Augliera P., Azzara R., Barnaba C., Benedetti L., Bono A., Bordoni P., Boxberger T., Bucci A., Cacciaguerra S., Calò M., Cara F., Carannante S., Cardinale V., Castagnozzi A., Cattaneo M., Cavaliere A., Cecere G., Chiarabba C., Chiaraluce L., Ciaccio M.G., Cogliano R., Colasanti G., Colasanti M., Cornou C., Courboux F., Criscuoli F., Cultrera G., D’Alema E., D’Ambrosio C., Danesi S., De Gori P., Delladio A., De Luca G., Demartin M., Di Giulio G., Dorbath C., Ercolani E., Faenza L., Falco L., Fiaschi A., Ficeli P., Fodarella A., Franceschi D., Franceschina G., Frapiccini M., Frogneux M., Giovani L., Govoni A., Improta L., Jacques E., Ladina C., Langlaude P., Lauciani V., Lolli B., Lovati S., Lucente F.P., Luzi L., Mandiello A., Marcocci C., Margheriti L., Marzorati S., Massa M., Mazza S., Mercerat D., Milana G., Minichiello F., Molli G., Monachesi G., Morelli A., Moschillo R., Pacor F., Piccinini D., Piccolini U., Pignone M., Pintore S., Pondrelli S., Priolo E., Pucillo S., Quintiliani M., Riccio G., Romanelli M., Rovelli A., Salimbeni S., Sandri L., Selvaggi G., Serratore A., Silvestri M., Valoroso L., Van der Woerd J., Vannucci G., Zaccarelli L. (2012). *Rapid-response to the earthquake emergency of May 2012 in the Po Plain, Northern Italy*. *Annals of Geophysics*, “The Emilia (northern Italy) seismic sequence of May-June, 2012: preliminary data and results” edited by Marco Anzidei, Alessandra Maramai and Paola Montone, vol. 55, n. 4, 2012; 10.4401/ag-6152.
- Moretti M., Abruzzese L., Augliera P., Azzara R., Bono A., Bordoni P., Bucci A., Cacciaguerra S., Cara F., Carannante S., Cardinale V., Castagnozzi A., Cattaneo M., Cavaliere A., Cecere G., Chiarabba C., Chiaraluce L., Ciaccio M.G., Cogliano R., Colasanti G., Colasanti M., Criscuoli F., Cultrera G., D’Alema E., D’Ambrosio C., Danesi S., De Gori P., De Luca G., Delladio A., Demartin M., Di Giulio G., Ercolani E., Faenza L., Falco L., Fiaschi A., Ficeli P., Fodarella A., Franceschi D., Franceschina G., Frapiccini M., Giovani L., Govoni A., Improta L., Ladina C., Lauciani V., Lolli B., Lovati Sara, Lucente F.P., Luzi L., Mandiello A., Marcocci C., Margheriti L., Marzorati S., Massa M., Mazza S., Milana G., Minichiello F., Monachesi G., Morelli A., Moschillo R., Pacor F., Piccinini D., Piccolini U., Pignone M., Pintore S., Pondrelli S., Pucillo S., Quintiliani M., Riccio G., Rovelli A., Salimbeni S., Sandri L., Selvaggi G., Serratore A., Valoroso L., Vannucci G., Zaccarelli L. (2013). *Terremoto in Emilia: le attività del Pronto Intervento Sismico durante il primo mese di emergenza. Modalità e tempistica*. In pubblicazione in *Quaderni di Geofisica INGV*.

- Priolo E., Romanelli M., Barnaba C., Mucciarelli M., Laurenzano G., Dall'Olio L., Abu-Zeid N., Caputo R., Santarato G., Vignola L., Lizza C. and Di Bartolomeo P., (2012). *The Ferrara Thrust Earthquakes of May-June 2012 Preliminary Site Response Analysis at the Sites of the OGS Temporary Network*. *Annals of Geophysics*, "The Emilia (northern Italy) seismic sequence of May-June, 2012: preliminary data and results" edited by Marco Anzidei, Alessandra Maramai and Paola Montone, vol. 55, n. 4, 2012; doi: 10.4401/ag-6172.
- Rovida A., Camassi R., Gasperini P. e Stucchi M., a cura di, (2011). *CPT111, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>.

# allegato

Le schede stazioni



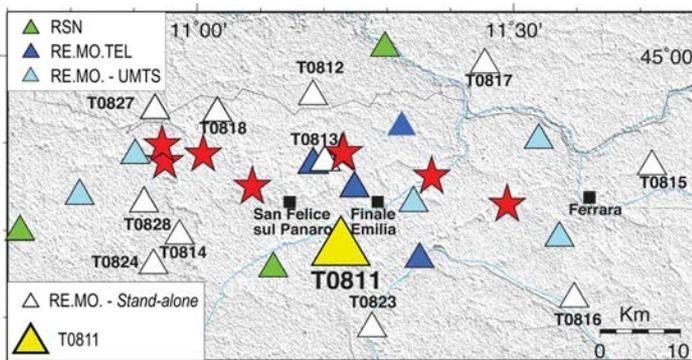
SCHEDA STAZIONE

T0811

LOC. PALATA PEPOLI  
CREVALCORE (BO)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	20/05/2012
OUT	31/07/2012
LAT	N 44° 47,0359
LON	E 11° 11,5587
ALT	8 M



STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA EST
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0811..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0811..HN?

ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

La stazione T0811 è tra le prime ad essere installate il giorno del *mainshock*, intorno alle 17.00 UTC del 20 maggio (foto in alto). Durante l'installazione è stato scoperto il malfunzionamento di una componente orizzontale del velocimetro, risultata completamente piatta; il sensore è stato sostituito in occasione del primo *dump* (31/05/2012).

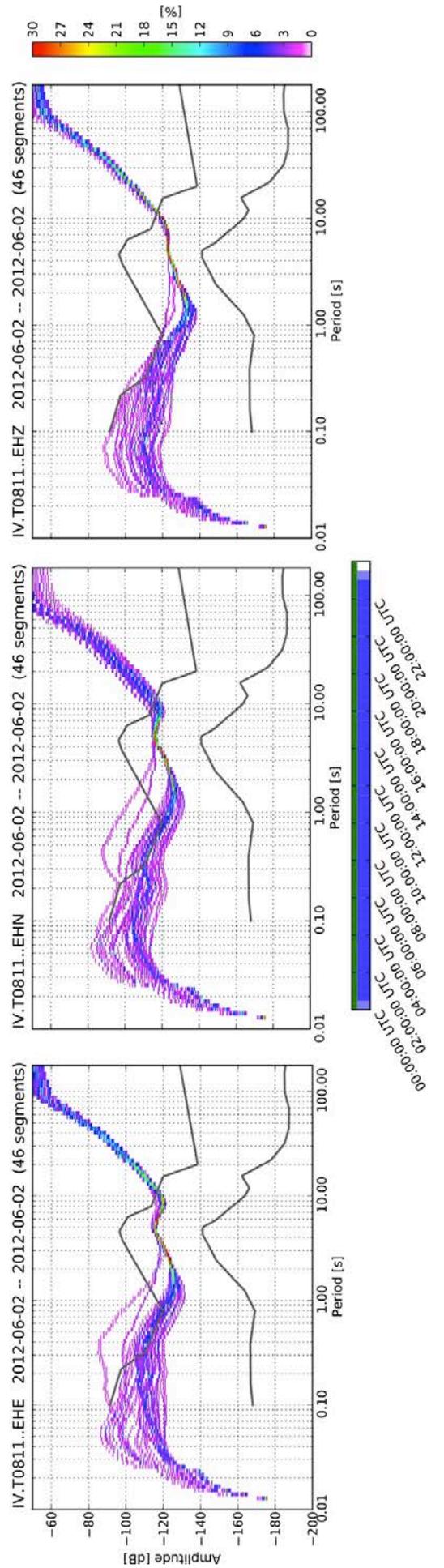
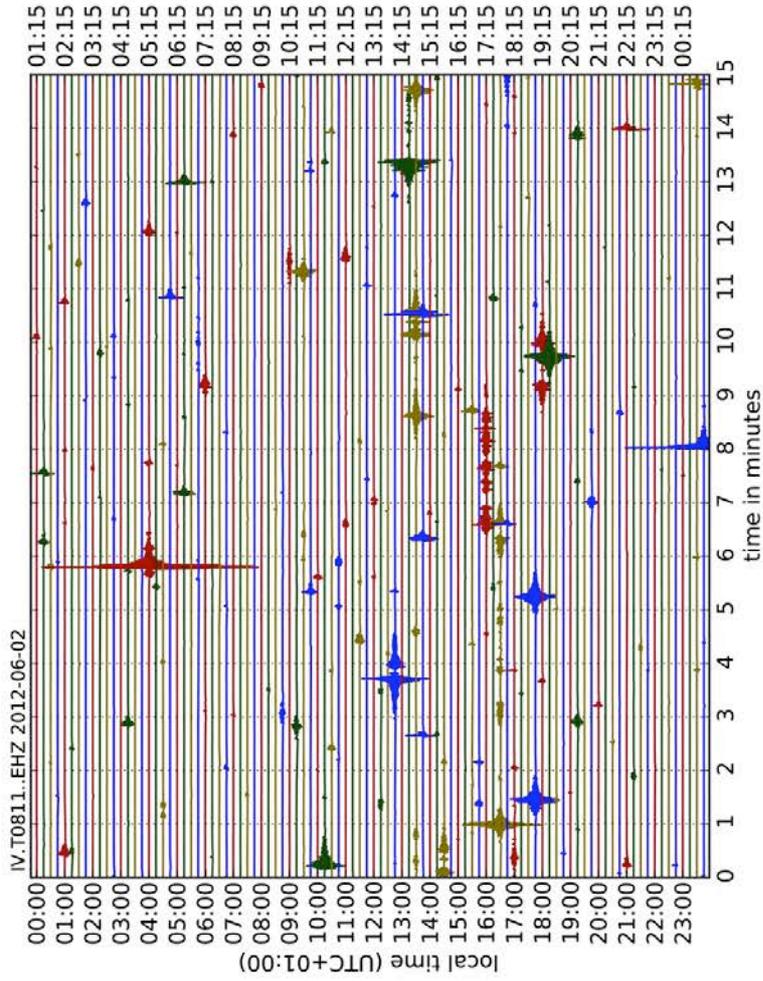
Durante il terzo *dump* (12-14/06/2012), è stato fatto un intervento volto ad ottimizzare la carica della batteria: è stato riposizionato il pannello solare angolandolo di 40° (foto in basso).



La stazione ha regolarmente funzionato fino al *dump* n. 5 (31/07/2012 - 13.23 UTC); dopodiché non ci sono più informazioni disponibili in quanto il giorno 18/09/12, durante la disinstallazione, è stato scoperto dell'avvenuto furto della strumentazione ad eccezione dei due sensori ancora interrati.

Nella pagina successiva, lo studio fatto per valutare la qualità del sito attraverso l'analisi spettrale delle tre componenti velocimetriche.

# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0811



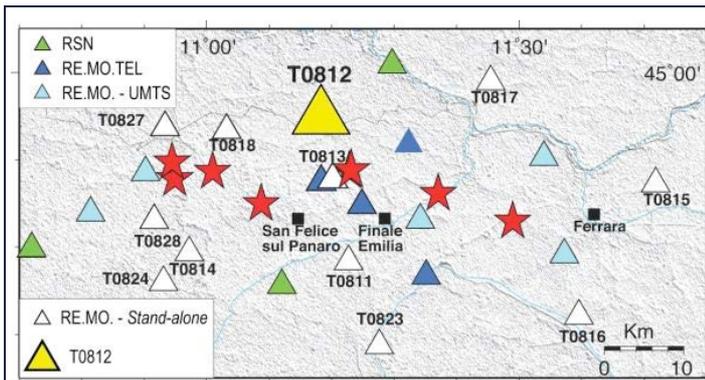
SCHEDA STAZIONE

# T0812

## LOC. STOPPIARO POGGIO RUSCO (MN)

### CARTA D'IDENTITÀ

IN	20/05/2012
OUT	19/09/2012
LAT	N 44° 57,2820
LON	E 11° 10,8586
ALT	3 M



### STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA EST
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

### CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

### STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0812..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0812..HN?

### ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

Tra le prime ad essere installate il giorno del *mainshock*, la T0812 (foto in alto) ha acquisito dalle 14.00 UTC circa del 20/05/2012. Sono stati effettuati n. 6 controlli, compresa la disinstallazione; il suo funzionamento è stato sempre regolare.

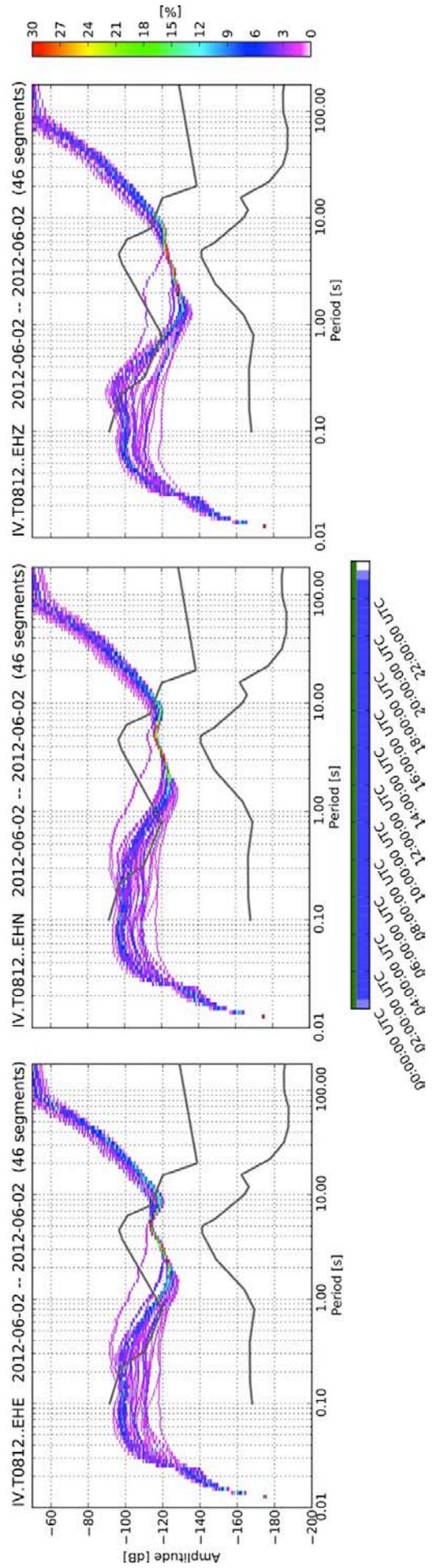
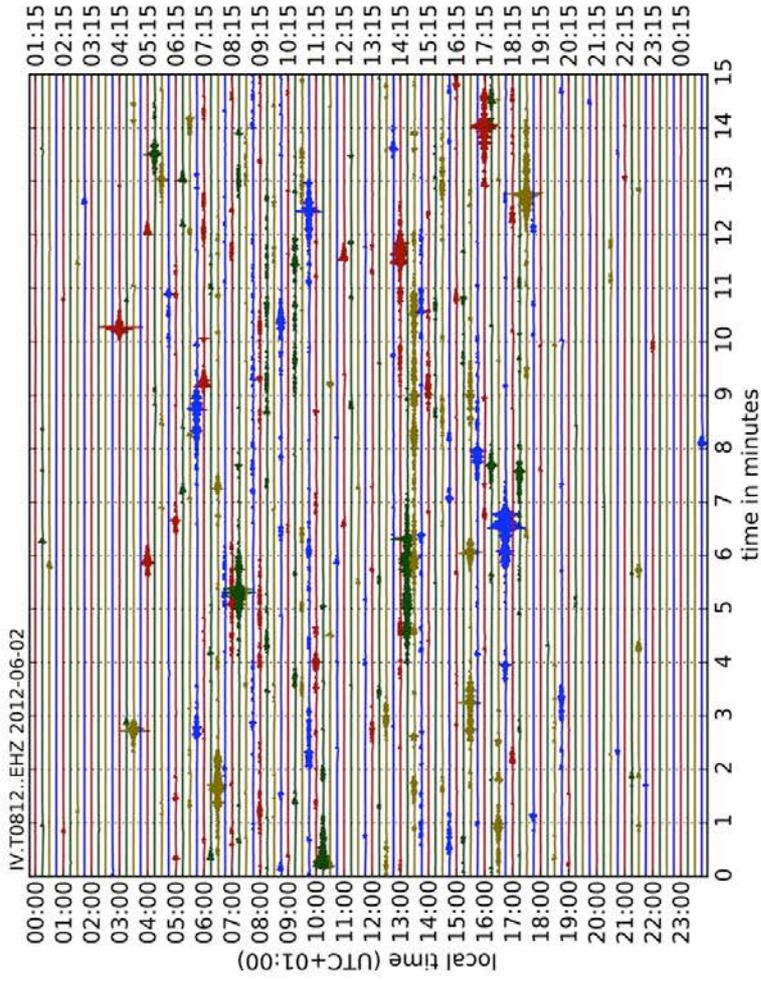


L'unico intervento significativo ha riguardato l'alimentazione in quanto il pannello era stato posto troppo vicino a una serie di alberi e nelle ore pomeridiane rimaneva completamente ombreggiato; è stato così spostato di circa 10 m dalla sua posizione iniziale ed sono state ottimizzate sia l'angolazione sia il suo orientamento (terzo *dump* il 12-14/06/2012; foto in basso).



Il giorno in cui è stata disinstallata la stazione, l'acquisizione era attiva ma non c'era più spazio di scrittura sulla *compact flash* interna; quindi i dati disponibili sono al 18/09/2012 alle 23.12 UTC.

# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0812



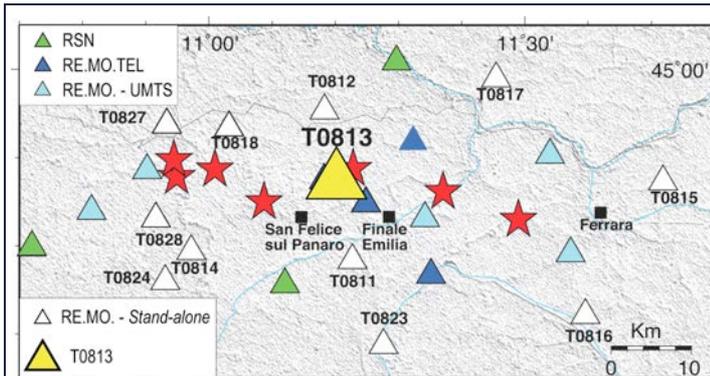
SCHEDA STAZIONE

T0813

LOC. MASSA FINALESE,  
FINALE EMILIA (MO)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	20/05/2012
OUT	IN ACQUISIZIONE
LAT	N 44° 52,6649
LON	E 11° 11,9487
ALT	2 M



STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE REAL-TIME
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0813..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0813..HN?

ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

La stazione T0813 è tra le prime ad essere installate il giorno stesso del *mainshock*, intorno alle 13.00 UTC del 20/05/ 2012 pannello (figura in alto) ed è tutt'ora in acquisizione.



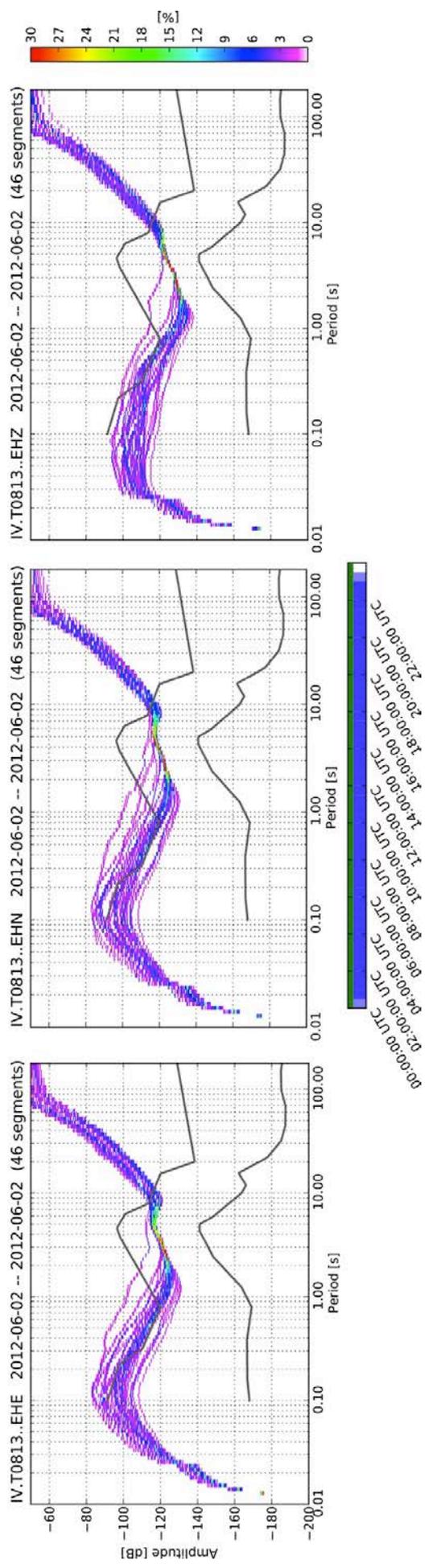
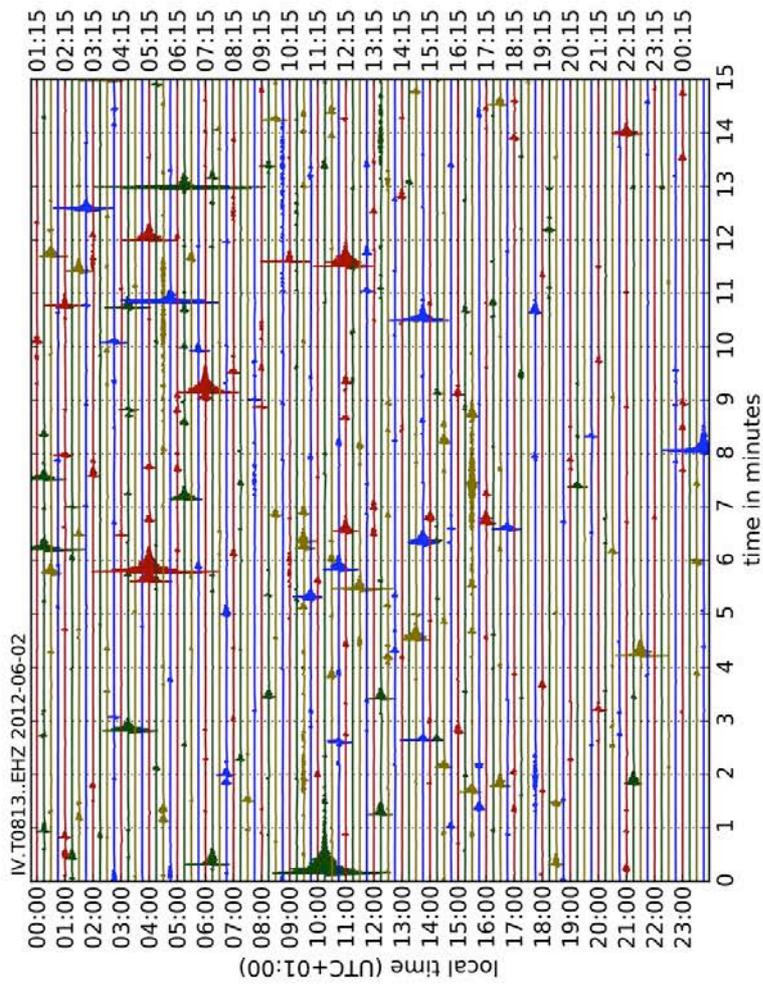
In occasione della disinstallazione della rete sismica temporanea (*dump* n. 6) si è infatti convenuto di mantenere la T0813 in acquisizione e nel contempo di trasformarla da *stand-alone* in *real-time*; il giorno 18/09/2012 è stata così equipaggiata di un *router* UMTS dotato di SIM dati.



Durante il *dump* n. 3 (12-14/06/2012) è stato fissato un palo in legno per ottimizzare l'angolazione e la stabilità del pannello (figura in basso).

Fino ad ora sono stati effettuati n. 7 *dump*. Il suo funzionamento è stato regolare fino alla sua conversione, poi si sono avuti alcuni problemi con l'alimentazione che compromettono la regolarità del flusso dati.

# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0813



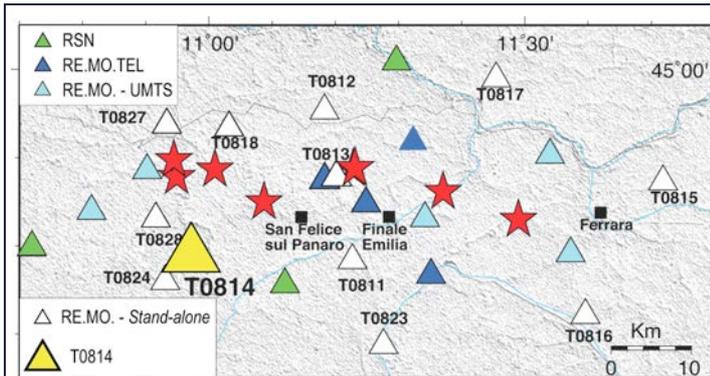
SCHEDA STAZIONE

# T0814

## LOC. CORTILE, CARPI (MO)

### CARTA D'IDENTITÀ

IN	20/05/2012
OUT	19/09/2012
LAT	N 44° 47,5945
LON	E 10° 58,1505
ALT	19 M



### STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

### CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

### STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0814..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0814..HN?

### ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

La stazione T0814 è tra le prime ad essere installate il giorno del *mainshock*, intorno alle 17.00 UTC del 20/05/2012 (figura in lato).

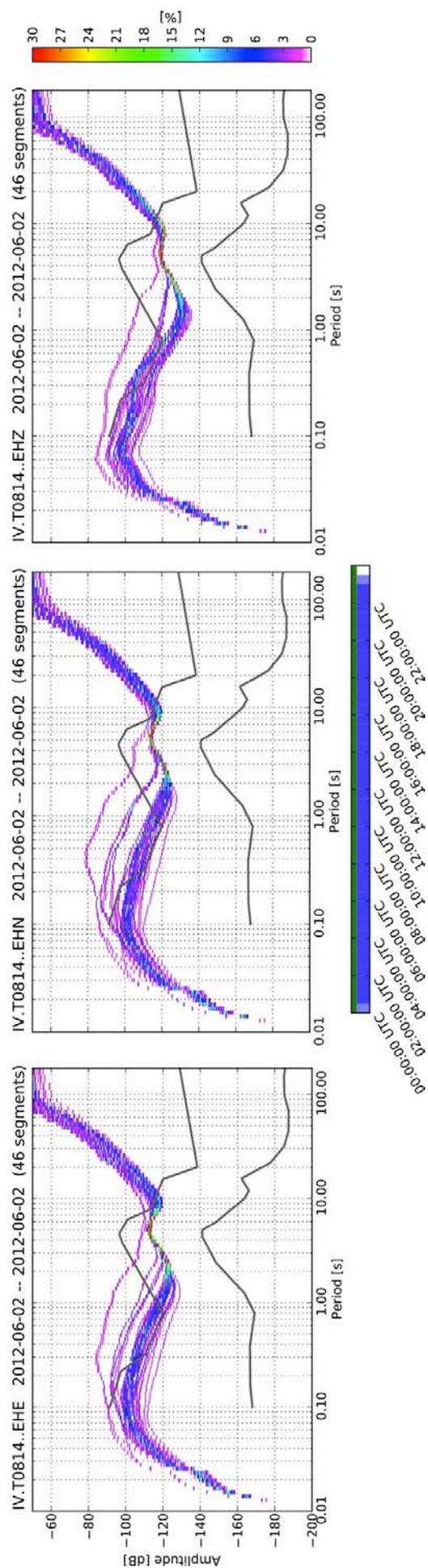
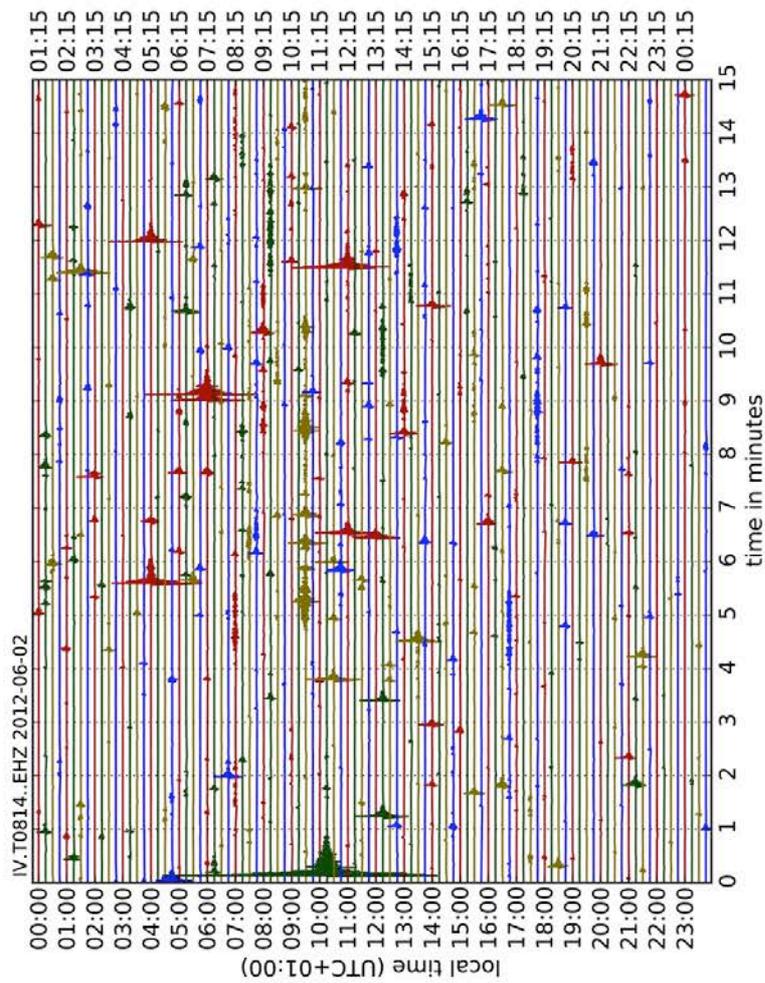
Sono stati effettuati n. 6 controlli, compresa la disinstallazione; il suo funzionamento è stato sempre regolare.

L'unico intervento significativo ha riguardato il pannello solare; al *dump* n. 3 (12-14/06/2012) è stato fissato con un palo di legno in modo da un'angolazione di 40°, ottimale per la carica della batteria (figura in basso).



Il giorno in cui è stata disinstallata la stazione (19/09/2012), l'acquisizione era attiva ma non c'era più spazio di scrittura sulla *compact flash* interna; quindi i dati disponibili sono al 18/09/2012 alle 23.44 UTC.

# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0814



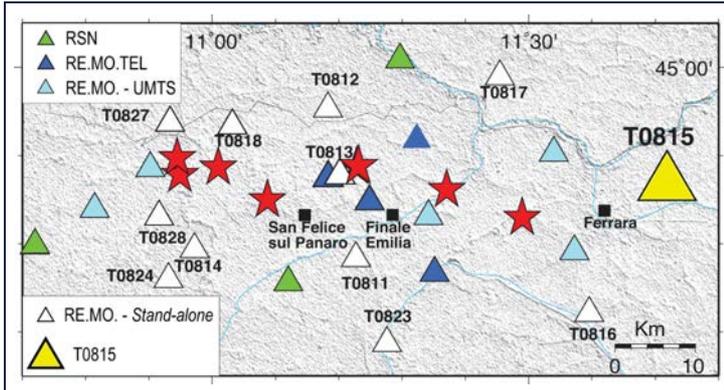
SCHEDA STAZIONE

T0815

CORREGGIO (RE)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	22/05/2012
OUT	18/09/2012
LAT	N 44° 52,3838
LON	E 10° 43,1918
ALT	2 M



STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0815..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0815..HN?

ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

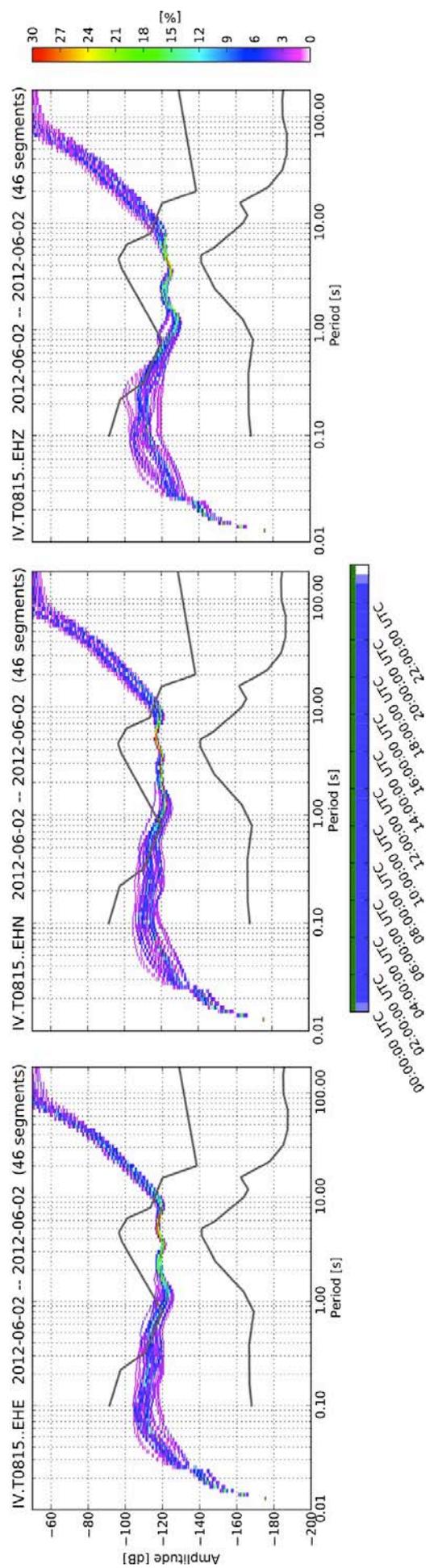
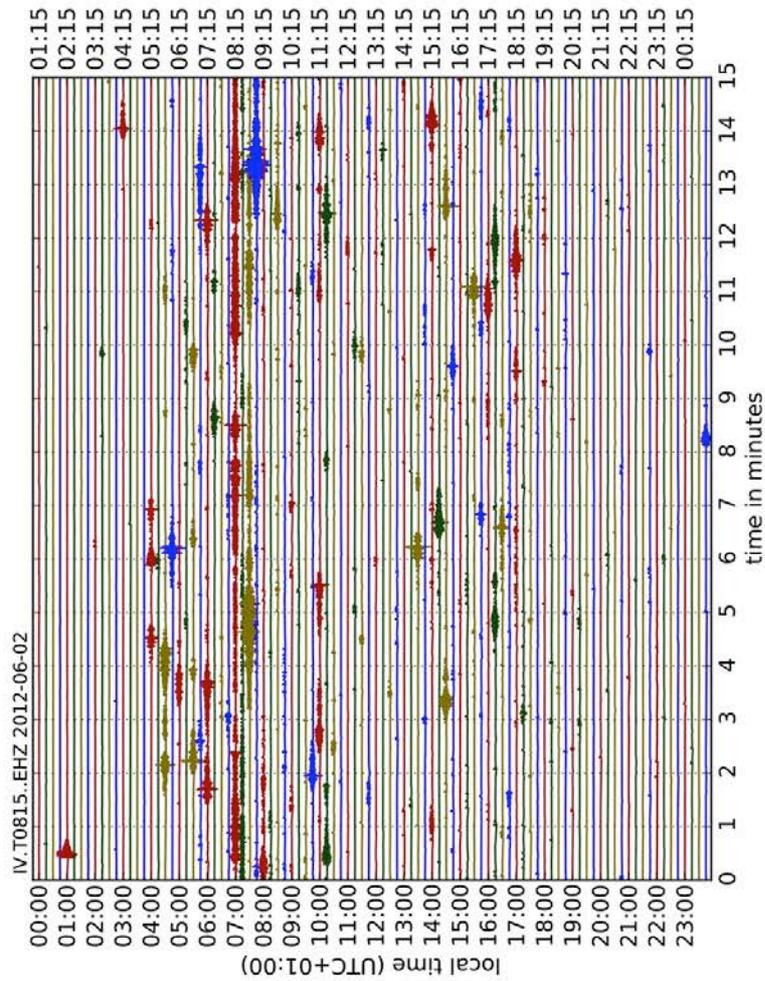
La stazione T0815 è stata installata dopo poco più di 24 ore dall'inizio dell'emergenza, alle 9.30 UTC circa del 22/05/2012 (figura in lato). Sono stati effettuati n. 6 controlli, compresa la disinstallazione; il suo funzionamento è stato sempre regolare.



L'unico intervento significativo ha riguardato il pannello solare; al dump n. 3 (12-14/06/2012) è stato fissato con un palo di legno in modo da un'angolazione di 40°, ottimale per la carica della batteria (figura in basso).



# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0815



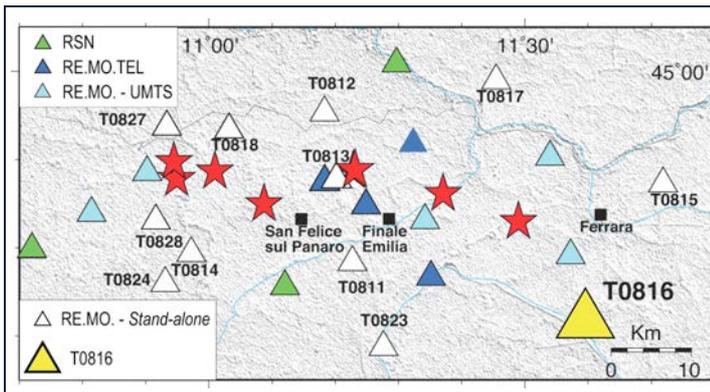
SCHEDA STAZIONE

# T0816

## SAN BARTOLOMEO IN BOSCO (FE)

### CARTA D'IDENTITÀ

IN	21/05/2012
OUT	18/09/2012
LAT	N 44° 43,2376
LON	E 11° 35,8549
ALT	1 M



### STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

### CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

### STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0816..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0816..HN?

### ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

La stazione T0816 è stata installata il giorno successivo al *mainshock*, intorno alle 14.30 UTC del 21/05/2012 (figura in alto).

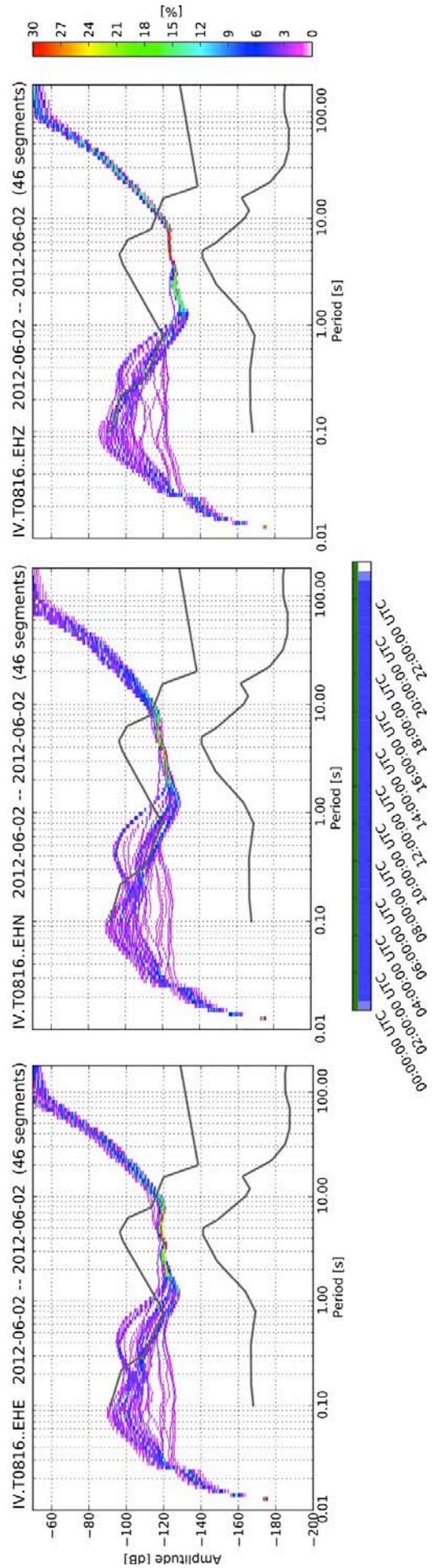
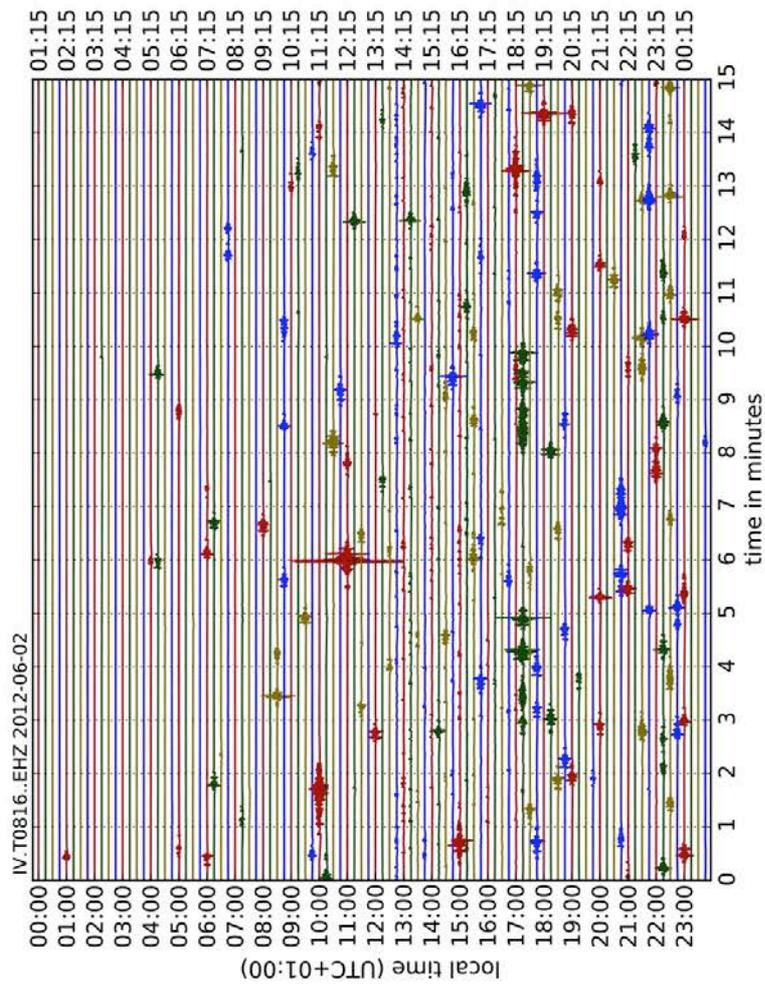
Sono stati effettuati n. 6 controlli, compresa la disinstallazione; il suo funzionamento è stato sempre regolare.



L'unico intervento significativo ha riguardato il pannello solare; al *dump* n. 3 (12-14/06/2012) è stato fissato con un palo di legno in modo da un'angolazione di 40°, ottimale per la carica della batteria (figura in basso).



# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0816



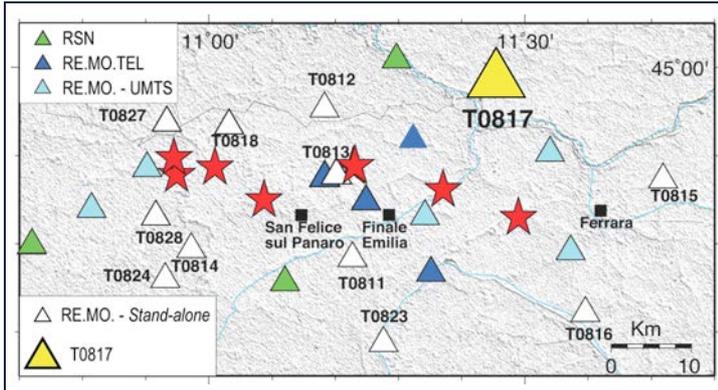
SCHEDA STAZIONE

T0817

LOC. VERATICA,  
SALARA (FE)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	21/05/2012
OUT	18/09/2012
LAT	N 44° 59,4964
LON	E 11° 27,3526
ALT	3 M



STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0817..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0817..HN?

ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

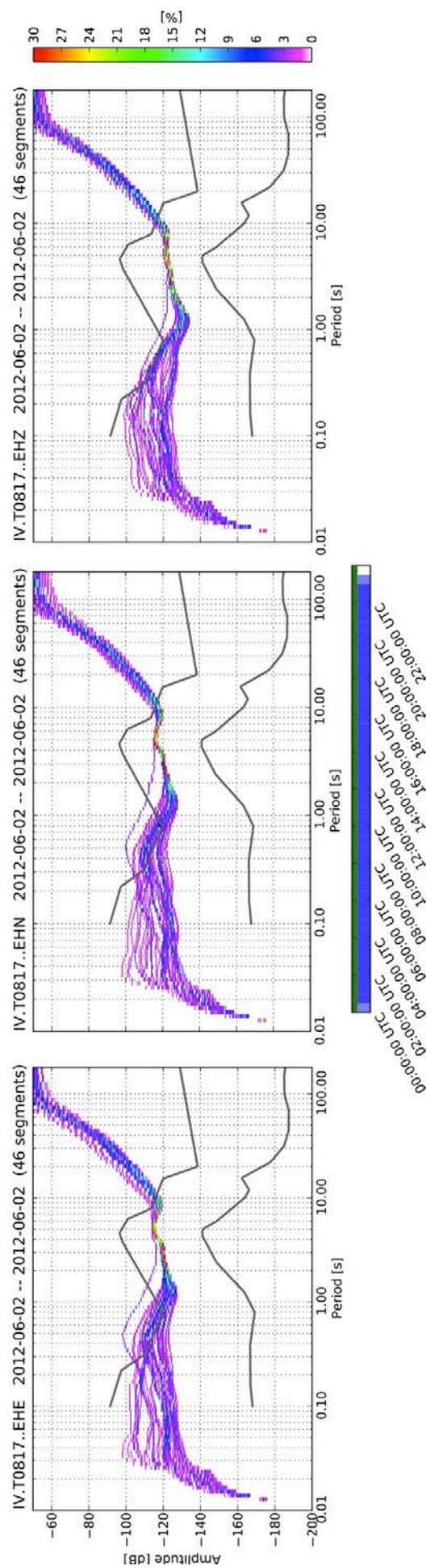
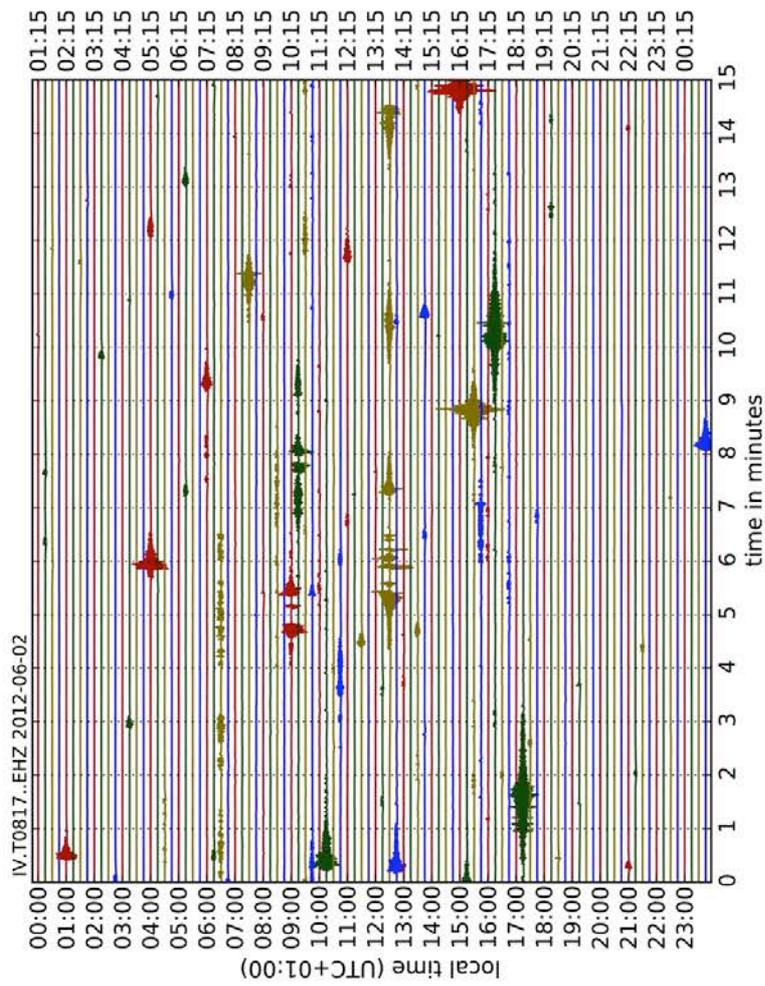
La stazione T0816 è stata installata il giorno successivo al *mainshock*, intorno alle 16.30 UTC del 21/05/2012 (figura in alto).

Sono stati effettuati n. 6 controlli, compresa la disinstallazione; il suo funzionamento è stato sempre regolare.

L'unico intervento significativo ha riguardato il pannello solare; al *dump* n. 3 (12-14/06/2012) è stato fissato con un palo di legno in modo da ottenere un'angolazione di 40°, ottimale per la carica della batteria; inoltre è stato spostato di qualche metro (figura in basso); dopo le analisi fatte sui dati dei primi *dump*, risultava infatti uno scarso funzionamento dell'impianto di alimentazione soprattutto nella prima parte della giornata.



# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0817



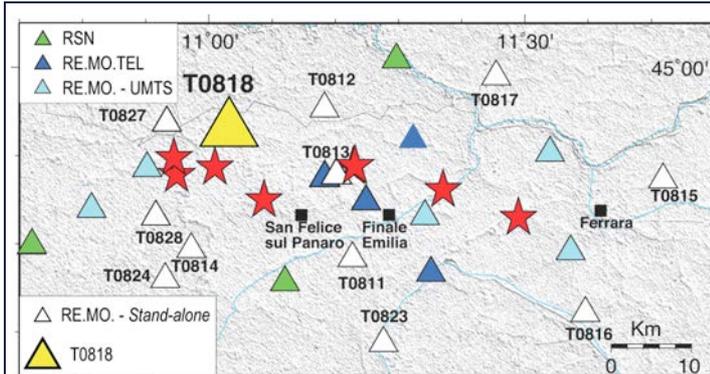
SCHEDA STAZIONE

# T0818

## LOC. FOSSA, CONCORDIA SULLA SECCHIA (FE)

### CARTA D'IDENTITÀ

IN	21/05/2012
OUT	19/09/2012
LAT	N 44° 56,0911
LON	E 11° 01,8202
ALT	5 M



### STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

La stazione T0818 è stata installata il giorno successivo all'avvenimento del *mainshock*, intorno alle 12.30 UTC del 21/05/2012 (in figura).



Sono stati effettuati n. 6 controlli, compresa la disinstallazione. Il suo funzionamento è stato sempre regolare almeno fino al 16/08/2012 (23.30 UTC).

Tale interruzione è stata causata dalla distruzione del pannello solare per un atto di vandalismo risalente a qualche giorno precedente all'ultimo giorno di dati disponibili.

### CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

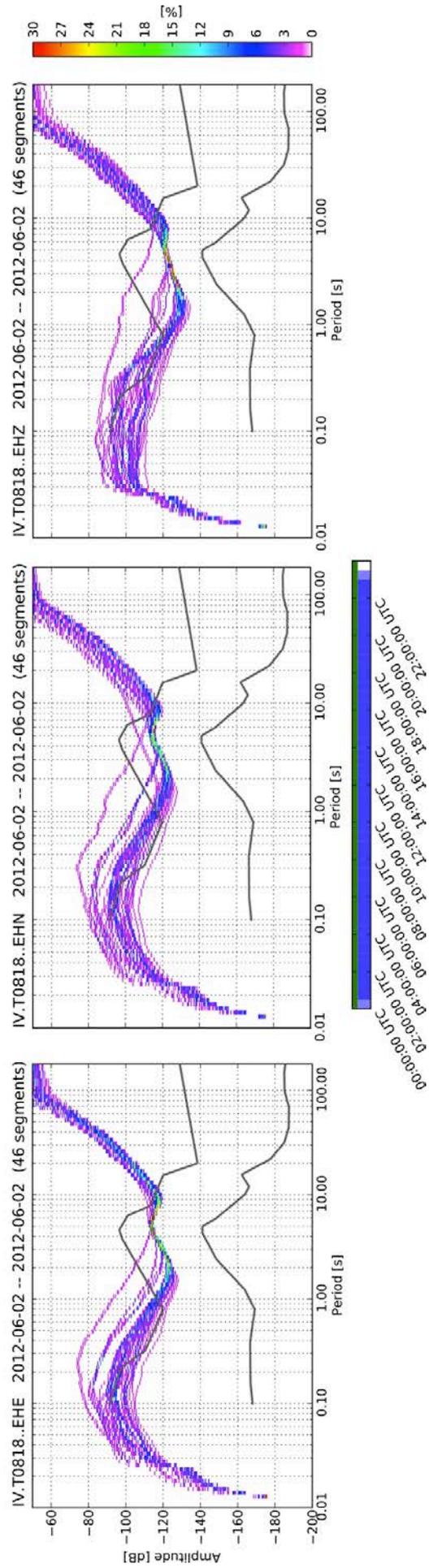
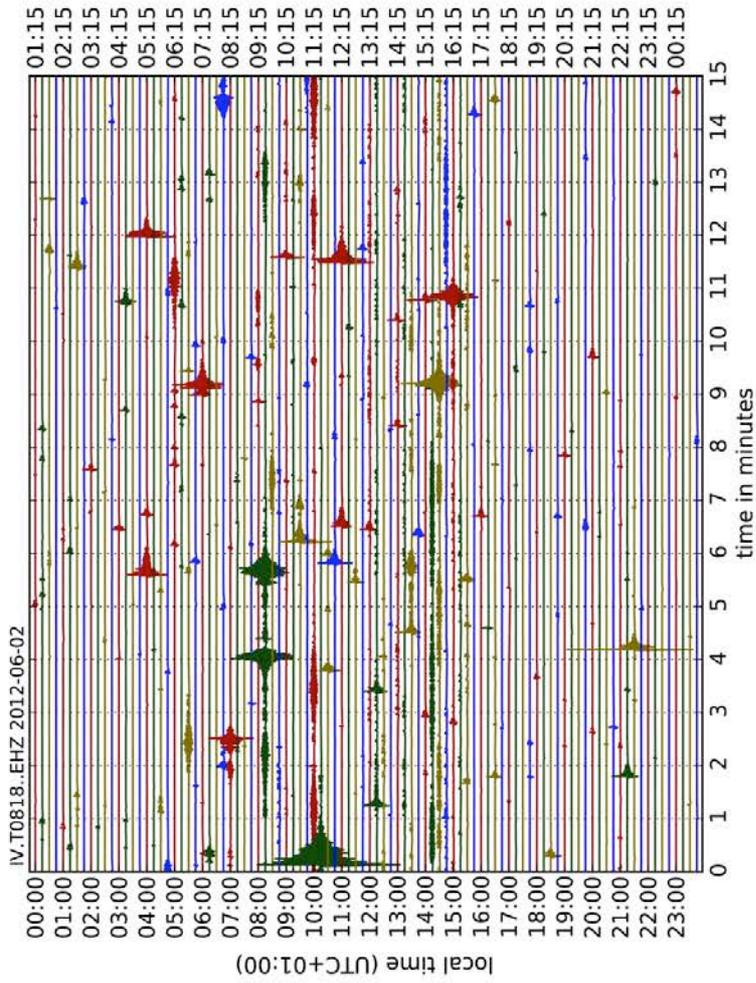
### STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0818..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0818..HN?

### ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0818



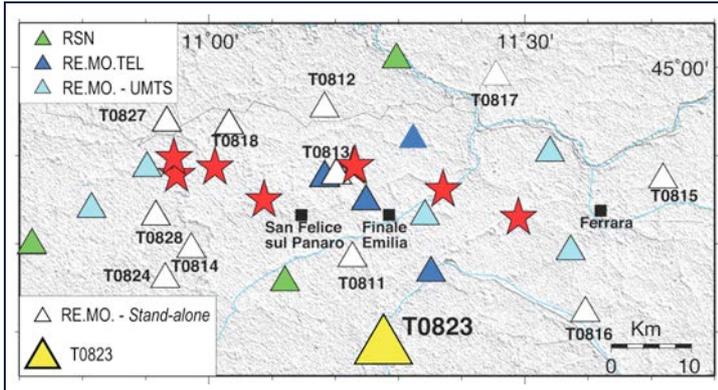
SCHEDA STAZIONE

# T0823

## CASTEL D'ARGILE (BO)

### CARTA D'IDENTITÀ

IN	26/05/2012
OUT	19/09/2012
LAT	N 44° 41,1667
LON	E 11° 16,6305
ALT	7 M



### STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

### CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

### STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0823..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0823..HN?

### ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

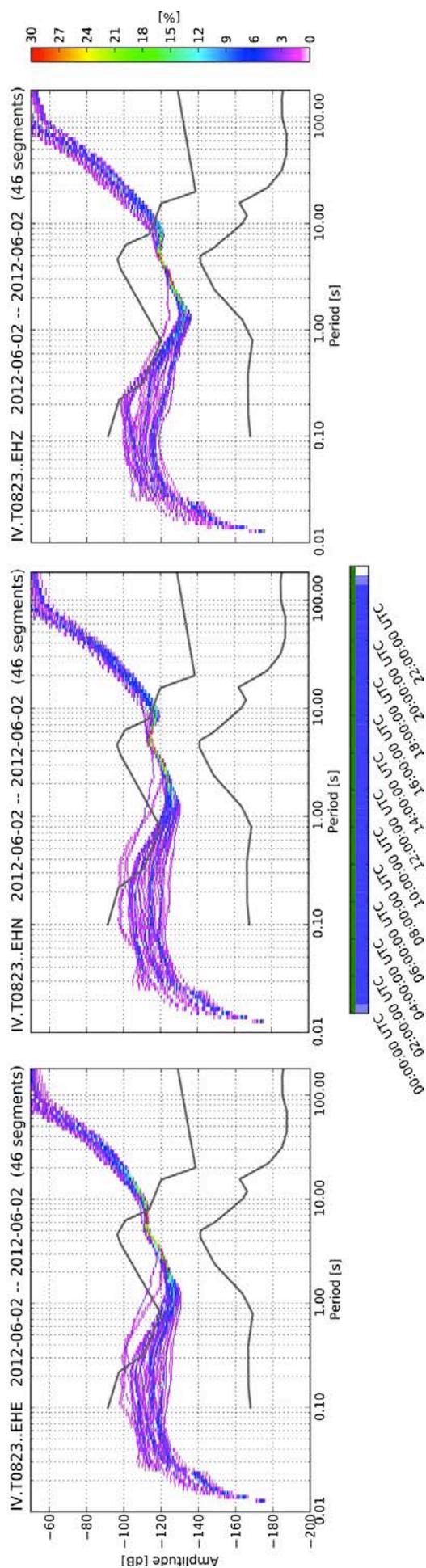
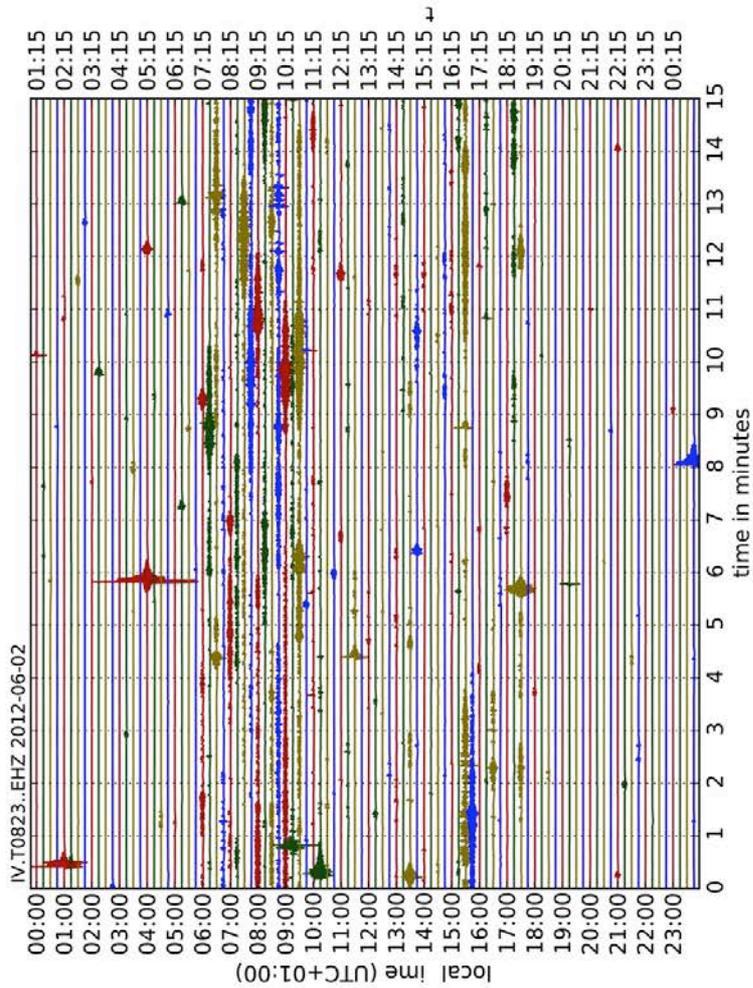
La T0823 è stata installata il 26/05/2012 intorno alle ore 17.45 UTC (vedi figure); questo relativo ritardo dall'inizio della sequenza sismica è stato determinato dalle prime valutazioni scientifiche relative, con il fine di migliorare la copertura della geometria della rete nella zona a sud (vedi mappa).



Durante l'emergenza la stazione ha sempre funzionato perfettamente ed è considerata una delle migliori stazioni a livello qualitativo dei dati registrati. La stazione è stata oggetto del furto del pannello solare che è stato sostituito il 2/07/2012.



# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0823



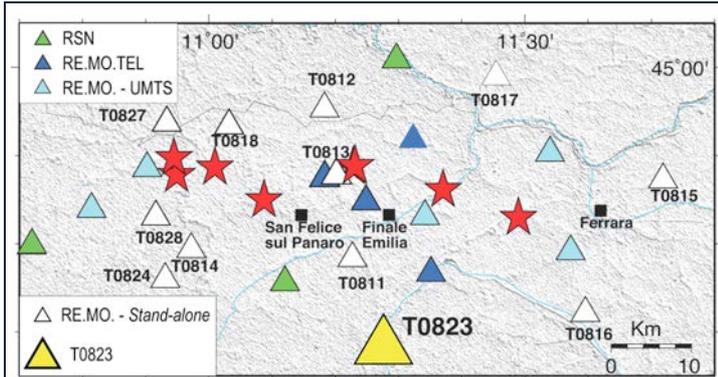
SCHEDA STAZIONE

# T0824

## LOC. LIMIDI DI SOLIERA, SOLIERA (BO)

### CARTA D'IDENTITÀ

IN	27/05/2012
OUT	19/09/2012
LAT	N 44° 45,5644
LON	E 10° 55,6562
ALT	68 M



### STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

### CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

### STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0824..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0824..HN?

### ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

La T0824 è stata installata il 27/05/2012 intorno alle ore 9.30 UTC (vedi figure); questo relativo ritardo dall'inizio della sequenza sismica è stato determinato dalle prime valutazioni scientifiche relative, con il fine di migliorare la copertura della geometria della rete nella zona a sud (vedi mappa).

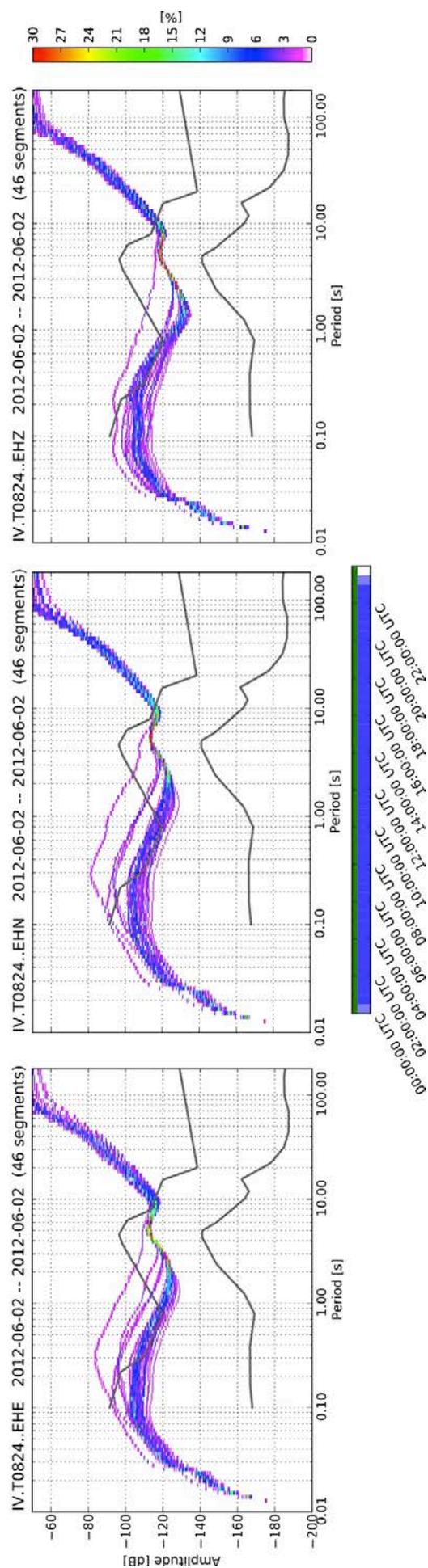
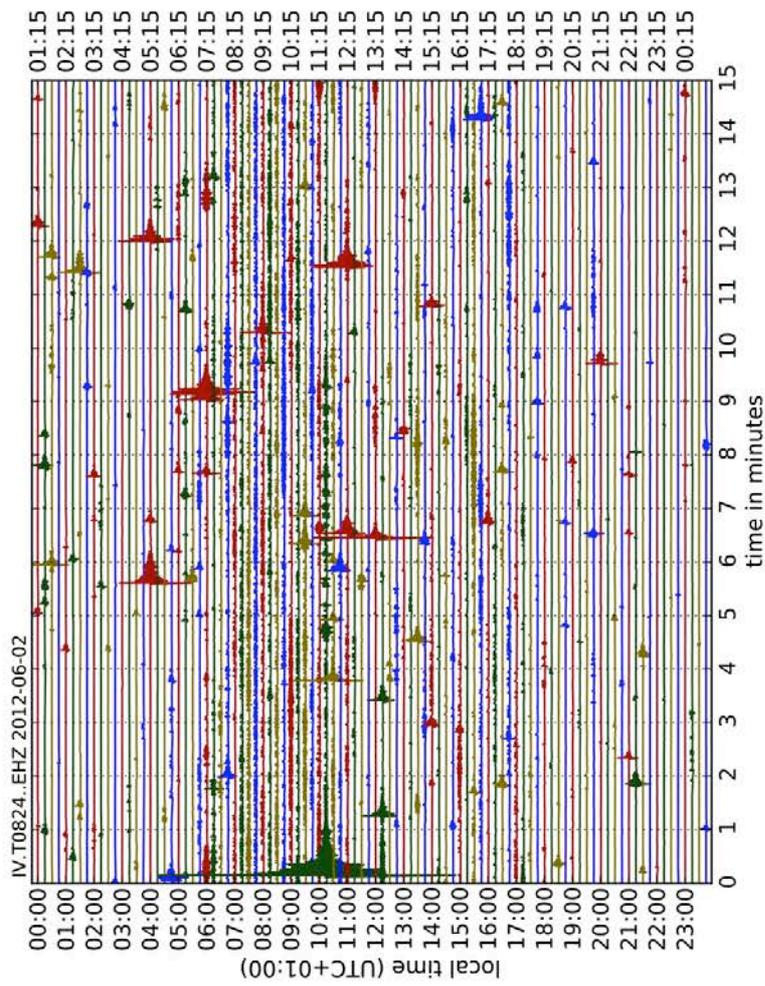


La stazione ha funzionato sempre correttamente; durante il *dump* n. 4 è stata alzata di qualche metro l'antenna GPS visto che dai vari controlli emergeva qualche perdita di satelliti nell'arco delle giornata.



Il giorno in cui è stata disinstallata è stata ritrovata spenta a causa di un guasto sull'alimentazione; gli ultimi dati acquisiti risalgono alle 08.00 del 31/08/2012.

# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0824



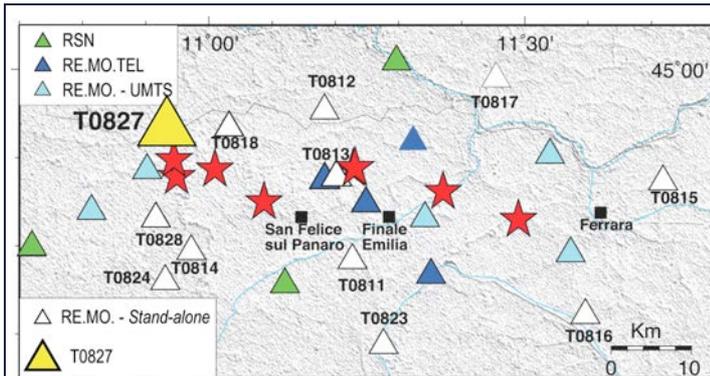
SCHEDA STAZIONE

# T0827

## MOGLIA (MN)

### CARTA D'IDENTITÀ

IN	30/05/2012
OUT	19/09/2012
LAT	N 44° 56,2599
LON	E 10° 55,9127
ALT	9 M



### STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

### CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125/125
GAIN	1

### STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0827..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0827..HN?

### ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

La stazione T0827 è stata installata il 30/05/2012 intorno alle 12.00 UTC in seguito alla nuova forte scossa del 29 maggio che evidenziavano uno spostamento dello sciame sismico verso occidente (figura in alto).

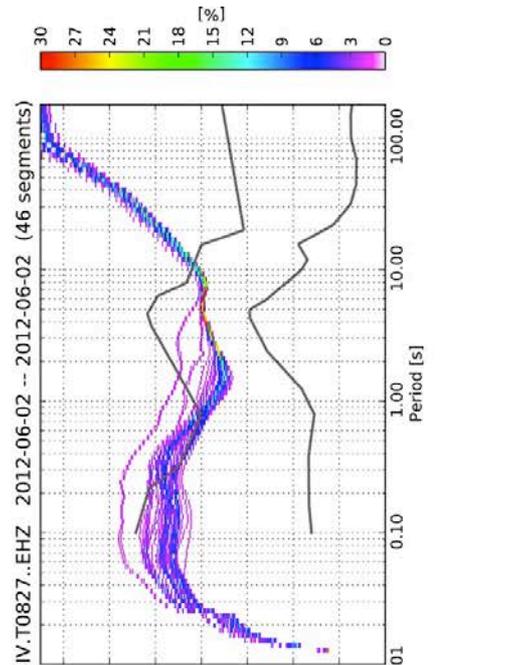
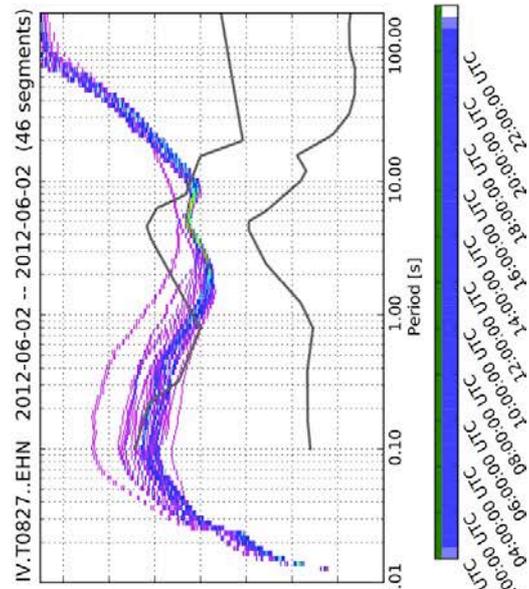
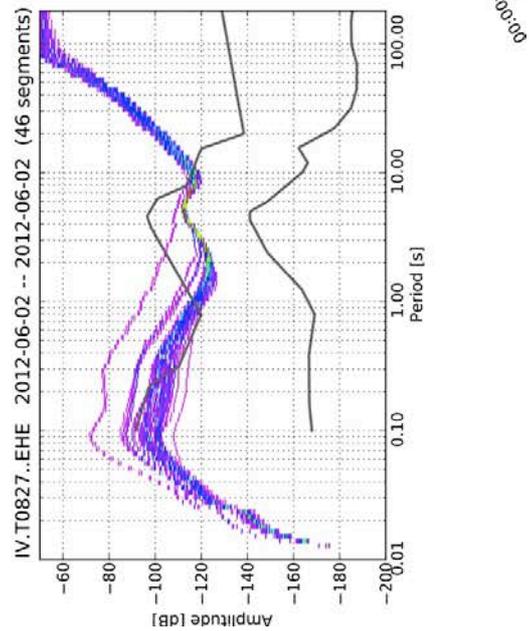
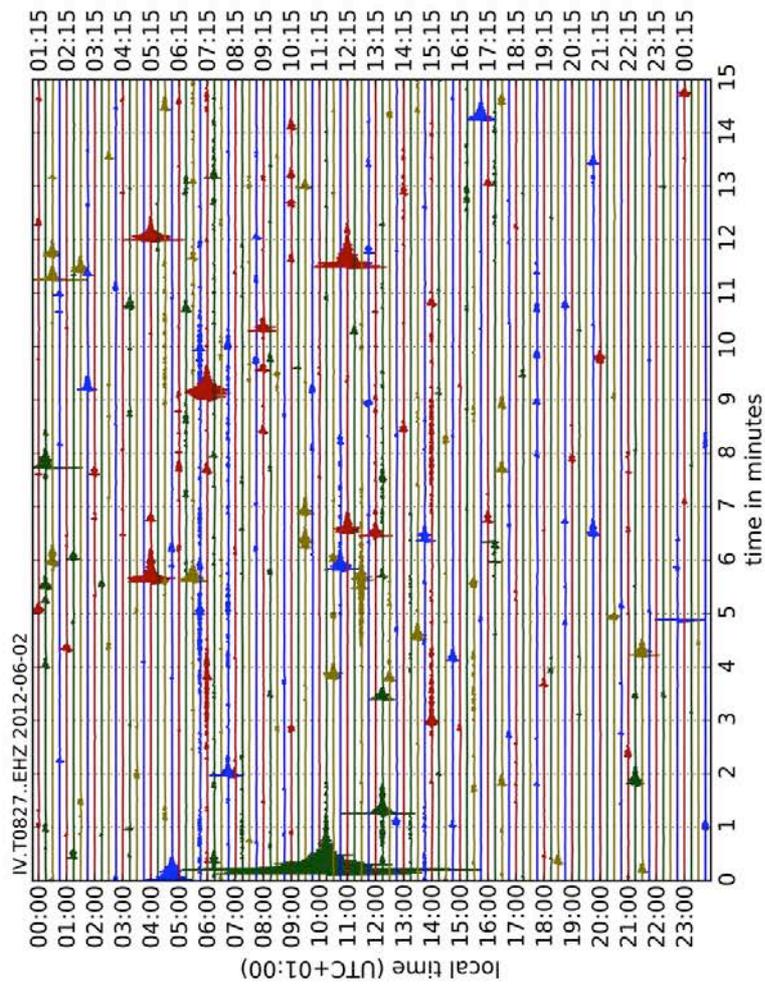


Sono stati effettuati n. 5 controlli, compresa la disinstallazione; il suo funzionamento è stato sempre regolare. Durante il *dump* n. 3 è stato fissato il pannello con un palo per ottimizzare la carica della batteria (figura in basso).



Il giorno in cui è stata disinstallata la stazione, l'acquisizione era attiva ma non c'era più spazio di scrittura sulla *compact flash* interna ma fortunatamente i dati sono disponibili fino alla poche ore prima dell'intervento dei tecnici.

# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0827



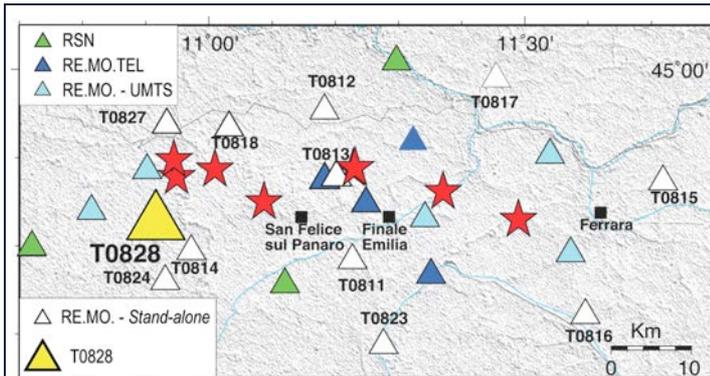
SCHEDA STAZIONE

# T0828

## LOC. FOSSOLI, CARPI (MO)

### CARTA D'IDENTITÀ

IN	30/05/2012
OUT	19/09/2012
LAT	N 44° 56,2605
LON	E 10° 55,9134
ALT	10 M



### STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

### CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	STAND-ALONE
PASSO DI CAMPIONAMENTO	125
GAIN	1

### STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0828..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0828..HN?

### ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

La stazione T0828 è stata installata il 30/05/2012 intorno alle 14.00 UTC in seguito alla nuova forte scossa del 29 maggio che evidenziavano uno spostamento dello sciame sismico verso occidente (figura in alto).

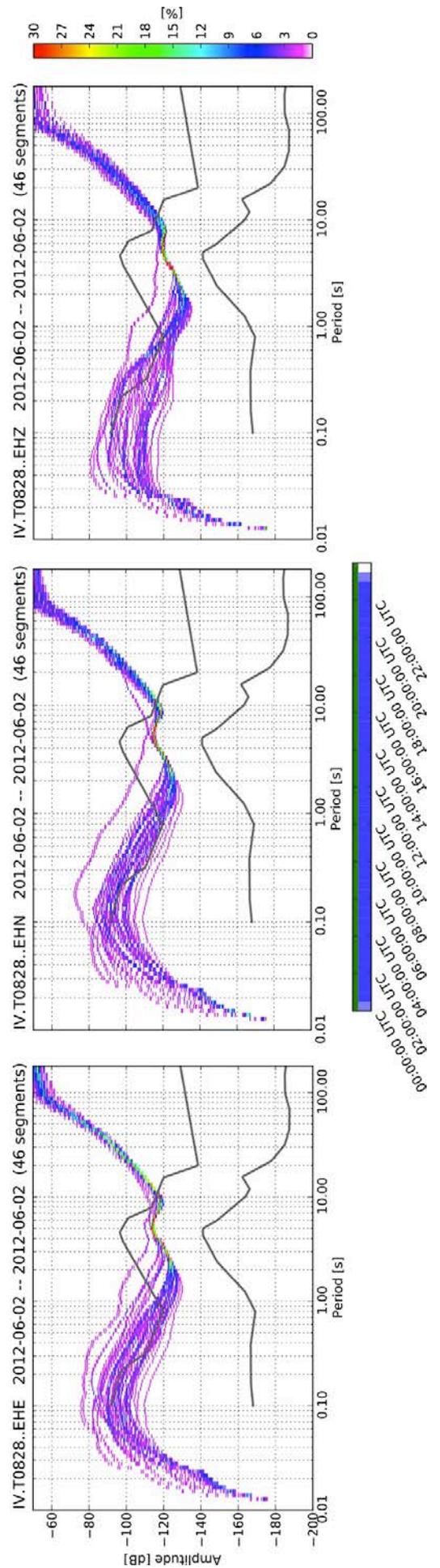
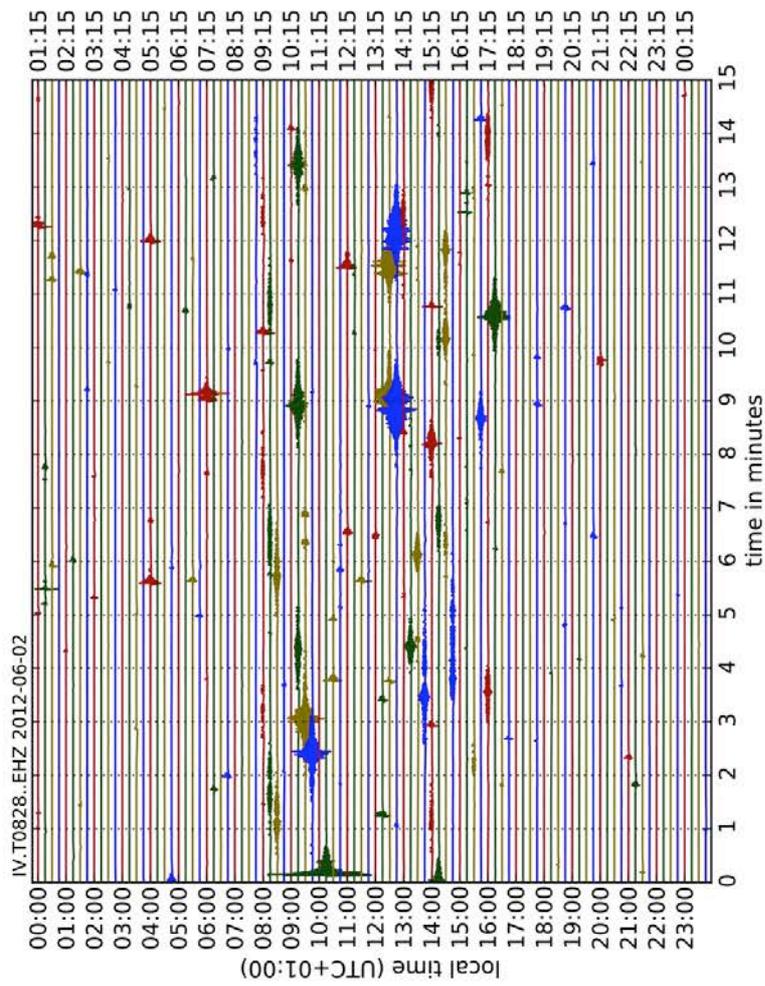


Sono stati effettuati n. 5 controlli, compresa la disinstallazione; il suo funzionamento è stato sempre regolare.

Durante il *dump* n. 3 come per la maggior parte delle stazioni è stato fissato il pannello con un palo per ottimizzare la carica della batteria.



# ANALISI SPETTRALE DELLA STAZIONE T0828



**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Centro Editoriale Nazionale | INGV

**Progetto grafico e redazionale**

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2013 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**