

Rapporti tecnici INGV

**La sequenza sismica nel Montefeltro
(Forlì - Cesena): l'intervento della
Rete Sismica Mobile**

2012



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

LA SEQUENZA SISMICA NEL MONTEFELTRO (FORLÌ - CESENA): L'INTERVENTO DELLA RETE SISMICA MOBILE

Milena Moretti¹, Andrea Antonioli¹, Thomas Braun^{2,4}, Marco Cattaneo¹, Lauro Chiaraluce¹,
Andrea Fiaschi⁵, Aladino Govoni^{1,6}, Valentino Lauciani¹, Carlo Marcocci¹, Lucia Margheriti¹,
Luca Matassoni⁵, Salvatore Mazza¹, Franco Mele¹, Marco Morelli⁵, Raffaele Moschillo¹,
Davide Piccinini², Maurizio Pignone¹, Stefano Pintore¹, Matteo Quintiliani¹, Gilberto Saccorotti^{3,5}

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

²INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Roma 1 – Sismologia e Tettonofisica)

³INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa)

⁴INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio di Arezzo)

⁵FONDAZIONE PRATO RICERCHE

⁶OGS (Istituto Nazionale Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Centro di Ricerche Sismologiche)

2012

Indice

Introduzione	5
1. La sequenza sismica in atto, la sismicità storica e quella recente	5
2. La rete sismica temporanea	9
2.1 Tempistica dell'intervento della Re.Mo.	9
2.2 La strumentazione	11
3. I dati	15
Nota	16
Ringraziamenti	16
Bibliografia	16
Allegato – schede stazioni	19

Introduzione

Il 24 maggio 2011, alle 12.40 UTC, la Rete Sismica Nazionale (RSN) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha registrato un evento sismico di magnitudo (M_L) 3.1 nel distretto sismico¹ [Selvaggi et al., 1996] del Montefeltro (in provincia di Forlì-Cesena). Nelle successive due settimane sono stati localizzati dalla Sala di Sorveglianza Sismica della sede romana dell'INGV oltre 600 eventi di cui 13 di $M_L \geq 3.0$. Otto di questi eventi più energetici sono accaduti entro le prime 16 ore dalla prima scossa. L'evento di maggiore energia si è verificato la notte tra il 24 e il 25 maggio (ore 22.03 UTC del 24 maggio) con una magnitudo pari a M_L 3.7 (Tabella 1).

Considerando la peculiare evoluzione della sequenza nelle prime 24 ore dal primo evento, la prossimità dell'area epicentrale all'Alta Val Tiberina (AVT nel seguito) dove è attualmente in corso un esperimento sismico passivo [Progetto NOVAT²; Cattaneo et al., 2011; D'Alema et al., 2011] e l'apprensione che stava diffondendosi tra la popolazione, è stato ritenuto opportuno attivare le procedure di risposta ad una emergenza sismica e predisporre un intervento volto a migliorare la copertura strumentale dell'area. Il 25 maggio, in accordo con i colleghi INGV della Sezione di Pisa, dell'Osservatorio di Arezzo [Braun, 2006], della sede di Ancona e della Fondazione Prato Ricerche³, si è proceduto con l'istallazione di una rete sismica temporanea ad integrazione delle stazioni permanenti già presenti in zona. Nella giornata del 27 maggio, due delle stazioni temporanee sono state predisposte per la trasmissione in tempo reale alla Sala di Sorveglianza Sismica di Roma dei dati acquisiti, per migliorare la precisione delle localizzazioni prodotte.

Nel contempo, sono stati curati dei comunicati informativi divulgati attraverso il sito *web*⁴ dell'Ente, parzialmente inclusi in questo lavoro, per dare una risposta alla popolazione interessata dalla sequenza e fortemente preoccupata dall'intensificarsi della sismicità.

Il presente lavoro, la cui redazione è stata completata mentre la sequenza è ancora in corso, vuole essenzialmente descrivere le procedure che vengono attivate all'INGV in risposta ad una emergenza sismica e fornire uno strumento tecnico di supporto alla successiva elaborazione della base dati raccolta nel corso dell'esperimento. Viene quindi presentata una breve introduzione sulle conoscenze sismologiche dell'area interessata dalla sequenza, vengono descritti i comunicati emessi dall'INGV per informare i cittadini e viene descritto l'intervento della rete sismica temporanea, ovvero la tempistica dell'istallazione, la strumentazione utilizzata, e i siti occupati.

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

La sequenza sismica che dal 24 maggio 2011 interessa il distretto sismico del Montefeltro (FC) ha generato nelle prime due settimane oltre 600 terremoti di cui 13 di $M_L \geq 3.0$ (Tabella 1 e Figura 1). In tale arco di tempo si osservano due *cluster*; il primo tra il 24 e il 28 maggio, con un picco di circa 115 eventi il 25 maggio, e il secondo tra il 3 e il 7 giugno con un picco più numeroso (170 terremoti) il giorno 4 (Figura 2).

I comuni più vicini all'area epicentrale sono Bagno di Romagna, Verghereto, Santa Sofia, Civitella di Romagna, Sarsina, tutti entro i 10 km dalla scossa più energetica e compresi tra le province di Forlì-Cesena ed Arezzo (Figura 1).

¹ I distretti sismici italiani sono stati definiti sulla base di considerazioni geografiche, sismologiche e amministrative.

² Responsabile Lauro Chiaraluce, INGV – CNT: email: lauro.chiaraluce@ingv.it

³ <http://www.pratoricerche.it/>

⁴ www.ingv.it

DATA	ORA UTC	M_L	LAT	LONG	DEPTH
24/05/2011	12:40:55	3.1	43.87	12.04	3.6
24/05/2011	18:25:44	3.0	43.87	12.00	8.1
24/05/2011	22:02:59	3.3	43.85	12.03	3.9
24/05/2011	22:03:55	3.7	43.86	12.03	5.0
24/05/2011	23:18:44	3.0	43.85	11.95	9.2
25/05/2011	00:05:41	3.1	43.90	12.02	7.5
25/05/2011	00:07:58	3.1	43.88	12.02	7.4
25/05/2011	04:07:46	3.2	43.84	12.01	5.1
04/06/2011	16:12:00	3.4	43.76	11.93	9.9
04/06/2011	16:24:46	3.1	43.87	11.97	9.0
04/06/2011	17:16:00	3.1	43.86	11.98	6.9
04/06/2011	18:06:00	3.3	43.89	11.97	9.2
04/06/2011	22:18:37	3.3	43.86	11.98	7.3

Tabella 1. Elenco dei 13 eventi di $M_L \geq 3.0$ della sequenza nella zona del Montefeltro. E' evidenziato l'evento più forte avvenuto il 24 maggio alle ore 22.03 UTC [Fonte dati: ISIDE, ISIDE Working Group, 2010⁵].

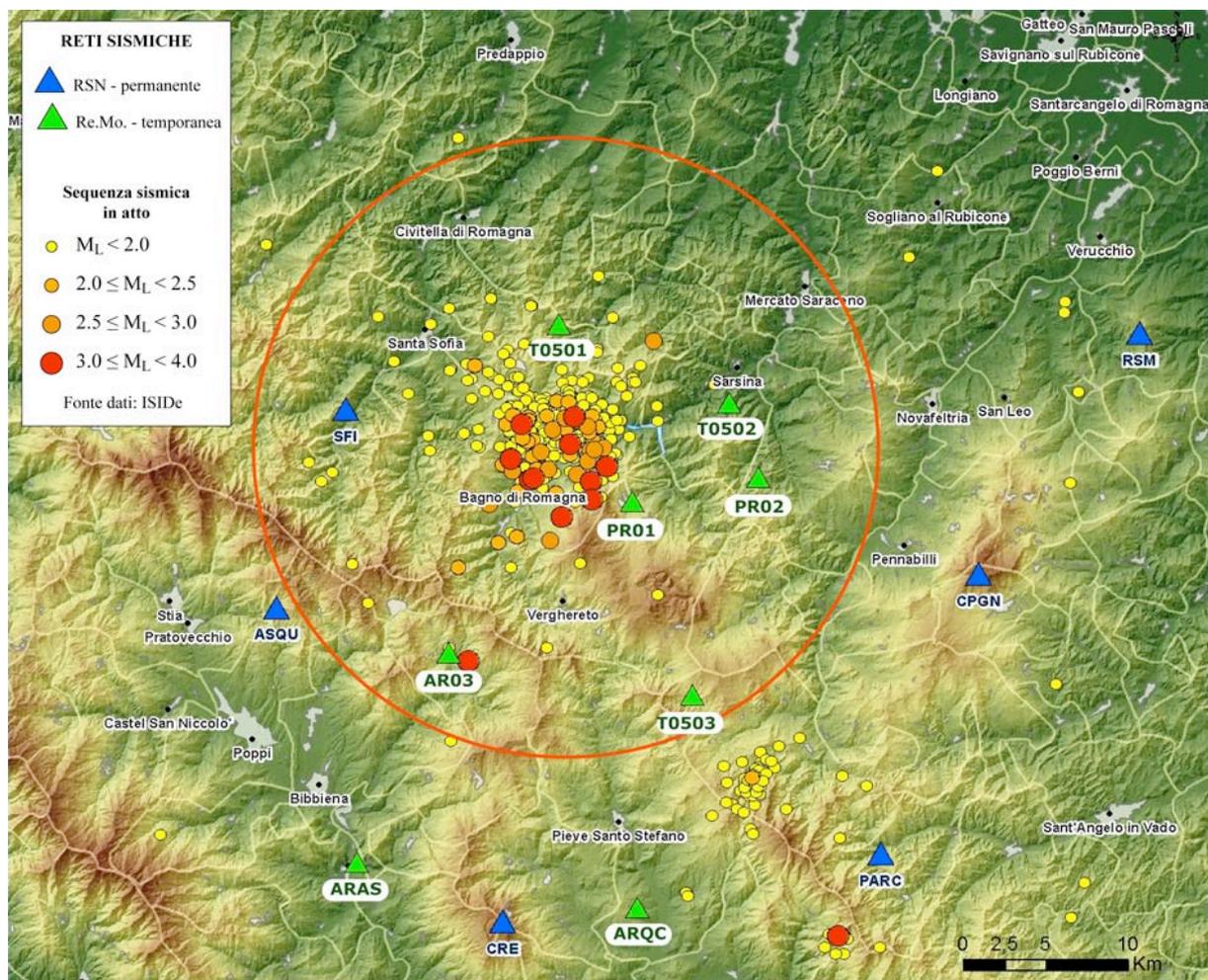


Figura 1. Mappa della sismicità registrata dalla RSN dal 24 aprile al 7 giugno 2011 e localizzata dalla Sala di Sorveglianza Sismica dell'INGV [Fonte dati: ISIDE]. La dimensione degli eventi è proporzionale alla magnitudo. La circonferenza rossa delimita la zona interessata dalla sequenza in atto.

⁵ <http://iside.rm.ingv.it>

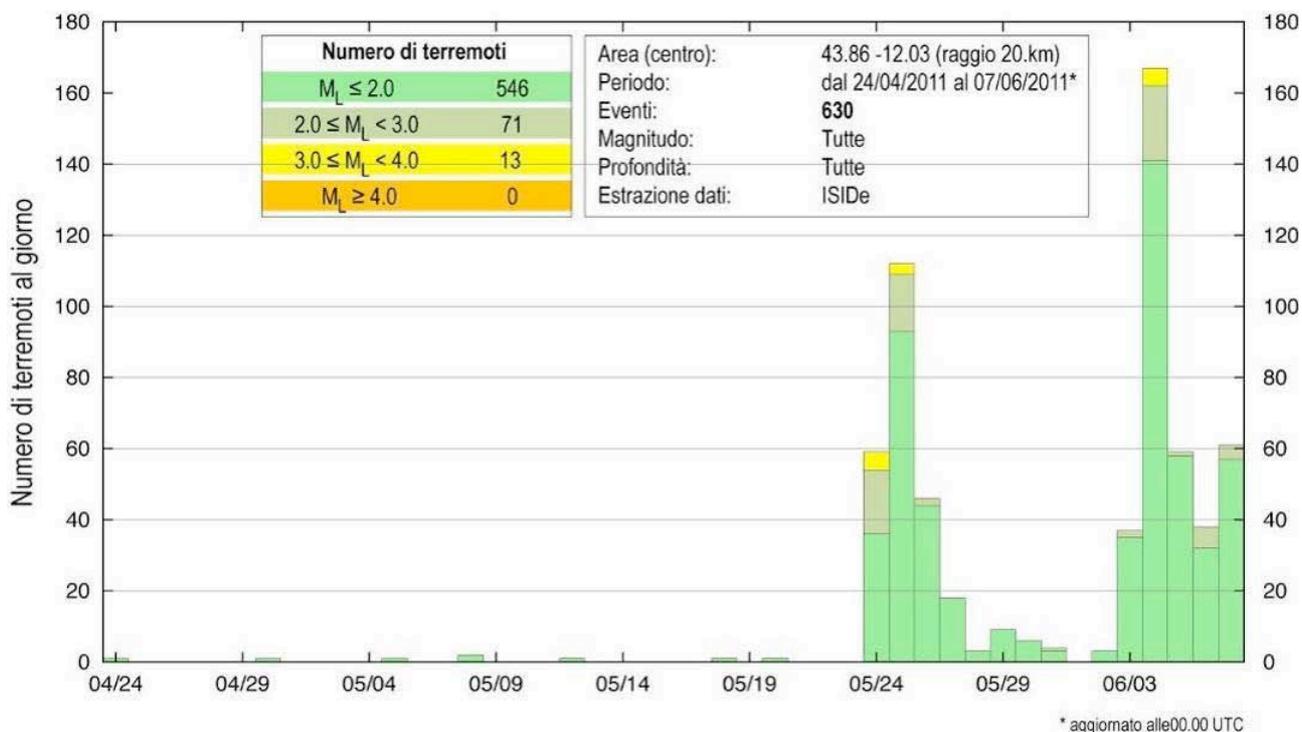


Figura 2. Andamento temporale della sequenza fino al 7 giugno 2011. La selezione degli eventi è fatta tramite il portale ISIDe [Fonte dati: ISIDe].

Storicamente, all'interno della stessa area, si ha conoscenza di 4 importanti terremoti con intensità massima del IX grado MCS (Figura 3):

- l'evento del 10 settembre 1584, che produsse danni seri a Bagno di Romagna e Santa Sofia oltre ad alcune località minori dell'area (incluso San Piero in Bagno, ove i danni furono gravissimi);
- l'evento del 1661, localizzato in un'area leggermente più a nord, fra Civitella di Romagna e Rocca San Casciano, ma che ha prodotto solo danni moderati nei comuni sopra citati;
- i due terremoti di Santa Sofia del 1768 e del 1918, l'ultimo dei quali ha prodotto danni significativi anche a Bagno di Romagna.

Le informazioni di carattere storico unite al catalogo della sismicità strumentale [CPTI Working Group, 2004⁶], sono servite per la redazione della Mappa di Pericolosità Sismica⁷ del territorio nazionale [MPS Working Group, 2004] divenuta riferimento ufficiale dello Stato ai sensi dell'Ordinanza PCM 3519 del 2006 (pubblicata nella G.U. n.108 del 11/05/2006). La mappa di pericolosità sismica fornisce una descrizione delle caratteristiche simiche del territorio italiano ed è utile sia come strumento di conoscenza che a fini ingegneristici e di pianificazione. In sostanza, la mappa ci informa sui possibili livelli di scuotimento attesi nelle diverse zone. Da notare che la mappa non fornisce informazioni su quando tali scuotimenti possono verificarsi, sebbene suggerisca che possano accadere in qualsiasi momento, indipendentemente dal verificarsi o meno di sciami o sequenze. Il livello di pericolosità descritto dalla mappa è pertanto quello rispetto al quale è opportuno essere preparati in ogni momento. La mappa di pericolosità è oggi lo strumento più efficace che la comunità scientifica mette a disposizione per le politiche di prevenzione che rappresentano ancora la migliore difesa dai terremoti.

Come si può osservare in Figura 4, l'area del Montefeltro interessata dalla sequenza in atto è considerata a media pericolosità sismica, e pertanto ricade in Zona 2 secondo la classificazione sismica del territorio nazionale.

⁶ <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>

⁷ <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

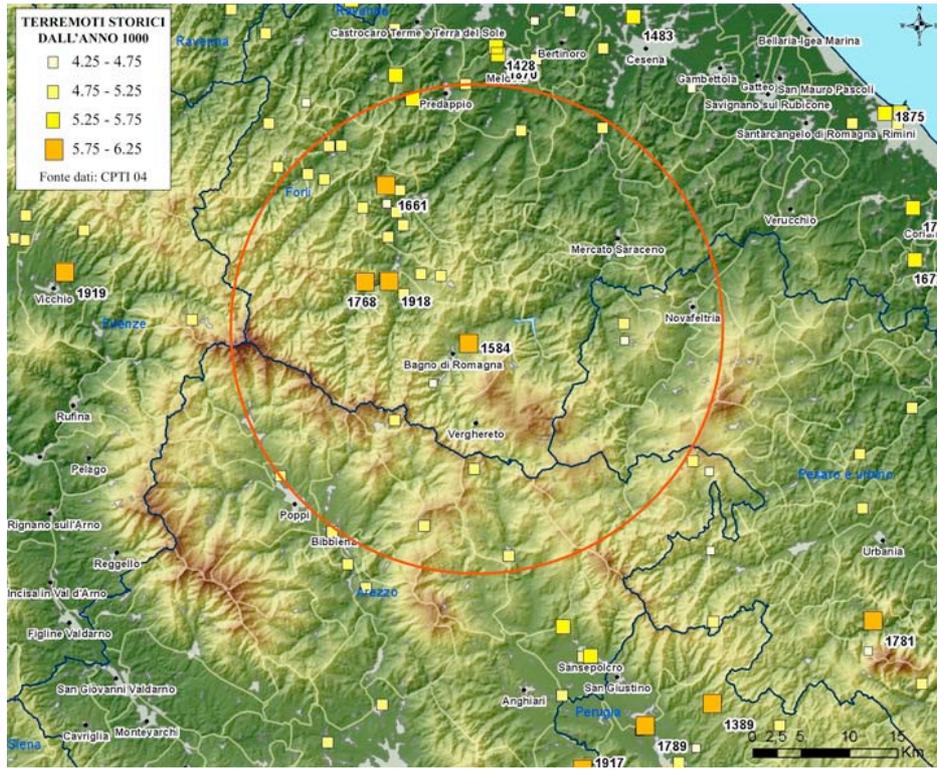


Figura 3. Mappa dei terremoti storici dall'anno 1000 nell'area oggetto di studio [Fonte Dati CPTI]. La circonferenza rossa delimita la zona interessata dalla sequenza in atto.

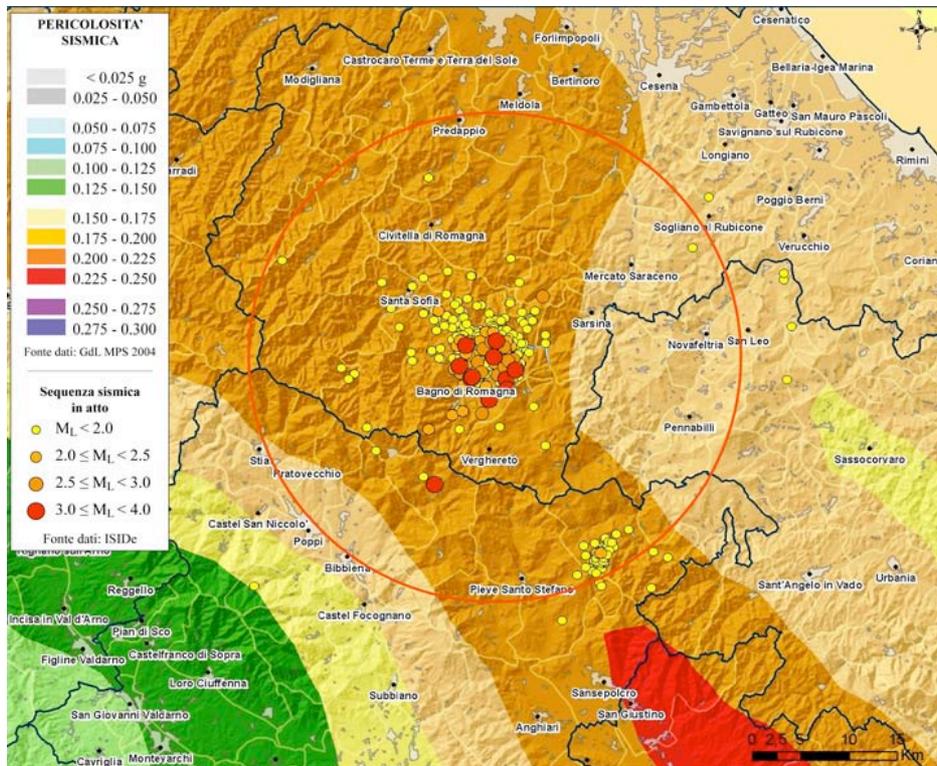


Figura 4. Mappa della pericolosità sismica relativa all'area del Montefeltro. La zona oggetto di studio può essere considerata a pericolosità medio-alta (0.200-0.225). La circonferenza rossa delimita la zona interessata dalla sequenza in atto.

2. La rete sismica temporanea

Da diversi anni nella sede romana dell'INGV è attivo un servizio di reperibilità della Rete Sismica Mobile (Re.Mo.) che garantisce, con la massima tempestività, l'installazione di una rete sismica temporanea in area epicentrale in occasione di un forte evento sismico sul territorio nazionale ($M_L \geq 5.0$) o di sequenze sismiche (con *mainshock* di $M < 5$) in aree di particolare interesse scientifico [Moretti et al., 2010a].

Dall'istituzione del servizio di reperibilità, sono già stati effettuati diversi interventi in sinergia con le altre sedi INGV [“Appennino Reggiano-Parmense 2008”: Moretti et al., 2011a; “L'Aquila 2009”: Margheriti et al., 2010; “Marche 2010”; “Montereale 2009”; “Frusinate 2009”: Moretti et al., 2011b]. Oltre alla eventuale disponibilità di impiego della loro strumentazione, il contributo delle sezioni locali è sempre stato fondamentale per la migliore conoscenza geologico-strutturale, sismica e logistica del territorio. In tutti gli interventi a partire dal 2009 sono state installate almeno 2 stazioni temporanee acquisite in tempo reale e inserite nelle localizzazioni del servizio di sorveglianza sismica nazionale h24; questo consente di abbassare la soglia di detezione della RSN nella zona dell'intervento e permette di vincolare con maggior precisione l'ipocentro dei terremoti. L'intervento oggetto di questo rapporto è stato svolto nell'ambito di una stretta collaborazione con la Fondazione Prato Ricerche e con i colleghi INGV della Sezione di Pisa, dell'Osservatorio di Arezzo e della sede di Ancona.

2.1 Tempistica dell'intervento della Re.Mo.

L'intervento nell'area del Montefeltro è stato disposto solo nella tarda mattinata del 25 maggio, dopo circa 24 ore dall'inizio della sequenza. Questo in considerazione dell'evoluzione della sismicità fino ad allora registrata e anche dell'assenza di un forte terremoto, che generalmente determina l'attivazione automatica della struttura di Pronto Intervento INGV [Moretti et al., 2010a]. Come già accennato nell'introduzione, l'intervento è stato deciso principalmente sulla base di motivazioni scientifiche, legate soprattutto alla prossimità dell'area dell'AVT [Cattaneo et al., 2011; D'Alema et al., 2011].

In totale sono state installate 6 stazioni temporanee: 3 dell'INGV di Roma (T05XX), 2 della Fondazione Prato Ricerche (PRXX) e una dell'Osservatorio di Arezzo (AR03) (Tabelle 2 e 3). Nel contempo nell'area erano già in acquisizione 3 stazioni temporanee (ARAS, ARQC e ARF2) gestite dall'Osservatorio di Arezzo nell'ambito di altri progetti di ricerca (Tabelle 2 e 3).

Come è noto, la sismicità registrata nelle prime ore dopo l'evento principale delinea il piano di faglia in maniera molto netta rendendo cruciali le prime fasi dell'intervento. La geometria della rete e la scelta finale dei siti che hanno ospitato le stazioni sismiche temporanee sono state quindi definite, dopo una accurata analisi della copertura azimutale delle stazioni permanenti già situate in area epicentrale, in base alle valutazioni degli operatori in campagna che hanno favorito principalmente: la lontananza della stazione da fonti di rumore antropico, il contesto geologico, la sicurezza della strumentazione e la facilità di accesso al sito per la successiva manutenzione.

In Figura 5 sono mostrati gli spettri di velocità ad ogni stazione per 20 secondi di rumore (curva nera) e lo spettro di velocità di un terremoto di $M_L < 1$. Come è evidente la qualità delle stazioni è eccellente in tutti i casi dal momento che tutte le stazioni hanno un rapporto segnale/rumore maggiore di 10 per la banda di interesse.

Il 27 maggio le stazioni T0501 e T0502, equipaggiate con acquisitore REF TEK 130 (vedi *Paragrafo 2.2*) e memorizzazione locale su *compact flash*, sono state dotate di *modem router* UMTS per permettere la trasmissione in tempo reale dei segnali alla Sala di Sorveglianza Sismica di Roma. La memorizzazione in locale garantisce la completezza dell'archivio anche in caso di problemi nella trasmissione UMTS.

In data 30 giugno la stazione AR03 (Frazione Corezzo, Chiusi della Verna, AR) è stata spostata di circa 200 m sempre all'interno della frazione, dalla casa di un privato al giardino della scuola elementare. Contestualmente è stato sostituito l'acquisitore (vedi *Paragrafo 2.2* per maggiori dettagli e la scheda stazione relativa in *Allegato*).

Infine, CPGN (Carpegna, PU), stazione permanente della Rete Sismometrica Marchigiana [RSM, D'Alema et al., 2011] in acquisizione alla sede di Ancona, ed è stata acquisita anche alla Sala di Sorveglianza Sismica di Roma a poche ore dall'inizio della sequenza.

La rete sismica temporanea verrà mantenuta, a meno di particolari sviluppi della sequenza, in acquisizione almeno fino a settembre-ottobre 2011, periodo in cui avrà termine anche la campagna dell'esperimento AVT.

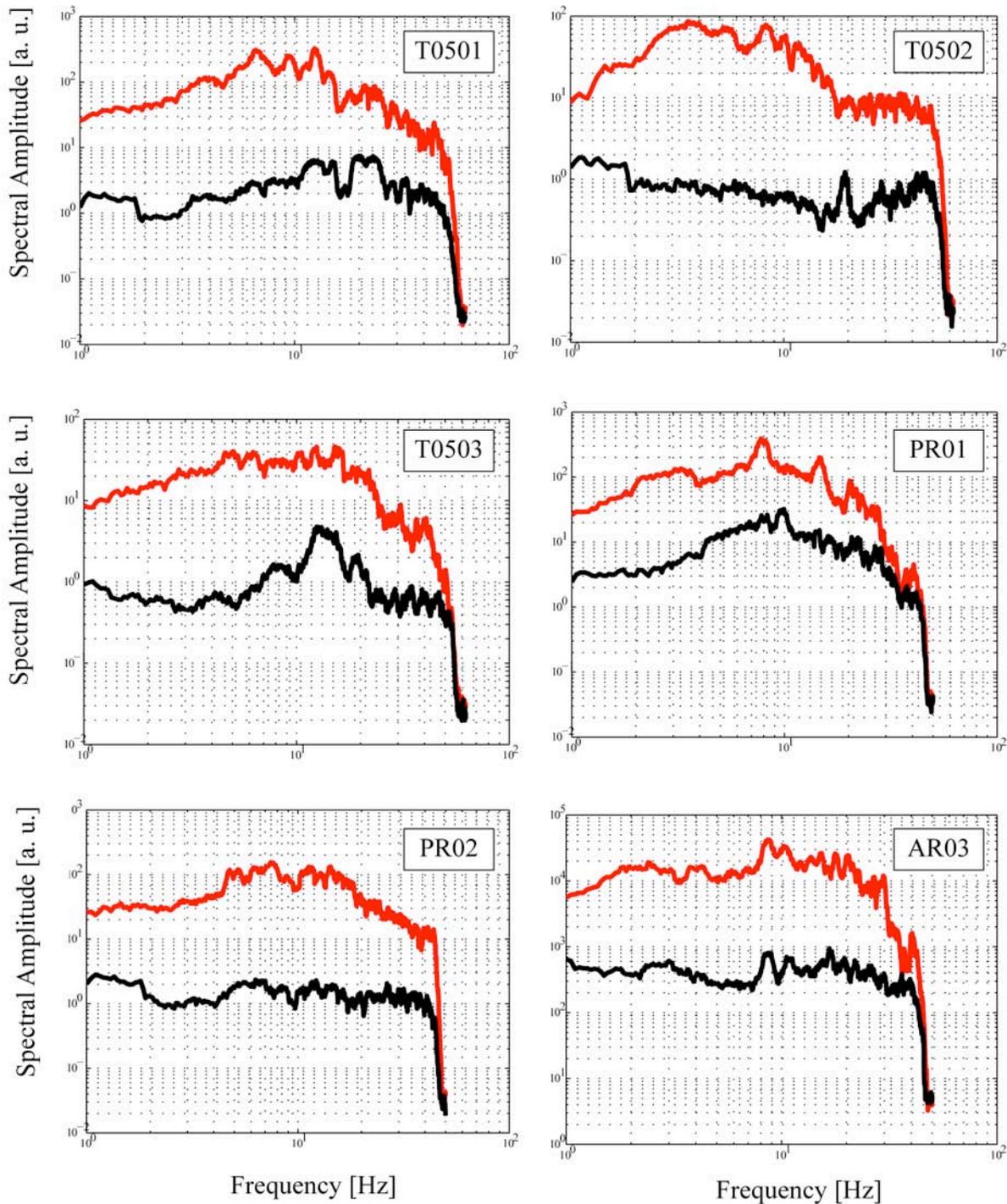


Figura 5. Spettri di velocità delle 6 stazioni temporanee. Per ogni stazione è stato calcolato lo spettro di velocità di 20 secondi di rumore sismico (curva nera) e lo spettro di velocità di un terremoto di $M_L < 1$ (curva rossa). La serie temporale dell'evento scelto è visibile in Figura 6. Dati di riferimento del 4 giugno 2011 alle ore 18.00 UTC.

SIGLA	LOCALITA'	LAT	LONG	QUOTA (M)
T0501*	Spinello di Santa Sofia (FC)	43.947200	12.01020	667
T0502*	Località San Martino (Sarsina - FC)	43.900600	12.13710	467
T0503	Località Pratieghi (Badia Tedalda - AR)	43.739900	12.10080	865
PR01	Verghereto (FC)	43.848086	12.060596	627
PR02	Località Poggio-Vacaldola (Sant'Agata Feltria – RN)	43.858614	12.156861	520
AR03**	Corezzo (Chiusi della Verna AR)	43.768082	11.917621	751
	Corezzo (all'interno della scuola elementare)	43.769863	11.917735	750
ARAS	Rassina (Castel Focognano –AR)	43.654134	11.843244	325
ARQC	Acquacetra (Pieve Santo Stefano - AR)	43.623610	12.053110	515
ARF2	Fungaia (Caprese Michelangelo - AR)	43.626976	12.036438	630
CPGN	Carpegna (PU)	43.801100	12.32050	1400

Tabella 2. Alcuni dettagli dei siti che ospitano le stazioni temporanee installate in occasione della sequenza sismica in zona Montefeltro. Con l'* vengono indicate le due stazioni in trasmissione UMTS, con ** la stazione AR03 che in data 30 giugno ha subito uno spostamento di sito (circa 200 m). CPGN è una stazione permanente della RSM in acquisizione anche alla Sala di Sorveglianza Sismica INGV a poche ore dall'inizio della sequenza.

2.2 La strumentazione

Le tre stazioni dell'INGV di Roma fanno parte del parco strumentale dedicato alle emergenze sismiche, costituito da 8 digitalizzatori REF TEK modello 130-1⁸ equipaggiati di velocimetro a corto periodo *Lennartz LE-3Dlite*⁹ e di accelerometro *Kinematics Episensor FBA ES-T*¹⁰ con fondo scala a 2g. Tale strumentazione è mantenuta sempre in efficienza dal personale tecnico reperibile per poter essere impiegata in qualsiasi momento (Tabelle 3, 4 e 5). Nell'intervento qui descritto, si è utilizzata la configurazione *standard* che prevede un passo di campionamento di 125 sps e *gain* 1. Le stazioni T0501 e T0502, equipaggiate per la trasmissione dei dati, sono comunque predisposte anche per la registrazione in locale, al fine di consentire il recupero di eventuali dati perduti per malfunzionamento della telemetria telefonica.

La Fondazione Prato Ricerche ha installato due stazioni dotate di acquisitori *Nanometrics Taurus*¹¹ equipaggiati con sensori *Guralp CMG40-T*¹². Le stazioni sono state configurate con un campionamento a 100 Hz e *gain* 1 (Tabelle 3, 4 e 5).

Infine, le stazioni dell'Osservatorio di Arezzo sono costituite di acquisitori *Lennartz M24* equipaggiati con velocimetri *Lennartz LE3D/20s* (ARAS), *Hilger & Watts SG450* (ARQC) e *Lennartz LE3D/5s* (AR03). Le stazioni sono state configurate a 100 Hz (Tabelle 3, 4 e 5). Come già accennato nel paragrafo precedente,

⁸ <http://www.reftek.com/>

⁹ <http://www.lennartz-electronic.de>

¹⁰ <http://www.kinematics.com>

¹¹ <http://www.nanometrics.ca/>

¹² <http://www.guralp.com/>

alla stazione AR03 (Frazione Corezzo, Chiusi della Verna, AR) in data 30 giugno è stato sostituito l'acquisitore *Lennartz* M24 con un REF TEK 130-1.

Considerando che alla stazione ARQC si sono osservati dei problemi nella continuità della registrazione, sono stati messi a disposizione i dati della stazione ARF2, appartenente ad un *array* sismico installato nelle vicinanze (Monte Fungaja), equipaggiata con acquisitore *EarthData* accoppiato ad un sensore *Guralp* CMG40 (Tabella 2 e 3). L'*array* sismico fa parte del progetto CAMI [Dahm and Braun, 2006] ed è in funzione dal mese di luglio 2010.

In *Allegato* sono riportate solamente le schede stazioni delle 5 stazioni temporanee installate per l'emergenza in Montefeltro e delle due temporanee gestite dall'Osservatorio di Arezzo.

SIGLA	A/D	SENSORE 1	SENSORE 2	SPS	OPEN	ACQUISIZIONE
T0501*	130	LE 3D-lite	Episensor FBA ES-T	125 (Sensore 1) 125 (Sensore 2)	25/05/11	<i>Real-time</i> UMTS / locale
T0502*	130	LE 3D-lite	Episensor FBA ES-T	125 (Sensore 1) 125 (Sensore 2)	26/05/11	<i>Real-time</i> UMTS / locale
T0503	130	LE 3D-lite	Episensor FBA ES-T	125 (Sensore 1) 125 (Sensore 2)	26/05/11	Locale
PR01	<i>Taurus</i>	CMG40T	-----	100	26/05/11	Locale
PR02	<i>Taurus</i>	CMG40T	-----	100	26/05/11	Locale
AR03**	LE M24	LE 3D/5s	-----	100	26/05/11	Locale
	130	LE 3D/5s	-----	100	30/06/11	Locale
ARAS	LE M24	LE 3D/20s	-----	100	2006	Locale
ARQC	LE M24	<i>Hilger & Watts</i> SG450	-----	100	2004	Locale
ARF2	<i>EarthData</i>	CMG40T	-----	100	Luglio 2010	Locale
CPGN	GAIA2	LE 3D-lite	<i>Episensor</i> FBA ES-T	100 (Sensore 1) 200 (Sensore 2)	10/12/08	<i>Real-time</i>

Tabella 3. Dettagli tecnici relativi alle stazioni della rete sismica temporanea installate durante l'emergenza in zona Montefeltro. Le stazioni T0501 e T0502 dal 27 maggio sono trasmesse in *real-time* alla Sala di Sorveglianza Sismica di Roma. Nel contempo i dati vengono acquisiti in locale in modo da recuperare eventuali perdite per malfunzionamento della telemetria telefonica. La stazione AR03 in data 30 giugno è stata spostata di circa 200 m ed ha subito un cambio di acquisitore. CPGN è una stazione permanente della RSM, generalmente in acquisizione solamente presso la sede INGV di Ancona [D'Alema et al, 2011], anche alla Sala di Sorveglianza Sismica INGV a poche ore dall'inizio della sequenza.

STRUMENTO	TIPO	FOTO	CARATTERISTICHE TECNICHE	
REF TEK 130-1 [REF TEK]	Acquisitore		Dinamica	> 135 dB
			Risoluzione	24 bit – 20 VPP
Taurus [Nanometrics]	Acquisitore		Dinamica	>135 dB
			Risoluzione	24 bit – 20 VPP
LE M24 [Lennartz]	Acquisitore		Dinamica	>135 dB
			Risoluzione	24 bit – 10 VPP

Tabella 4. Gli acquisitori utilizzati nelle diverse stazioni temporanee (vedi Tabella 3).

STRUMENTO	TIPO	FOTO	CARATTERISTICHE TECNICHE	
LE-3D lite [Lennartz]	Sensore velocimetro		Poli	-4.444 / +4.444j -4.444 / -4.444j -1.083 / 0.000j
			Zeri	Tripla zero all'origine
			Banda frequenza	1 - 80 Hz
LE 3D/5s [Lennartz]	Sensore velocimetro		Poli	-0.888 / +0.888j -0.888 / -0.888j -0.220 / 0.000j
			Zeri	Tripla zero all'origine
			Banda frequenza	0.2 - 40 Hz
LE 3D/20s [Lennartz]	Sensore velocimetro		Poli	-0.22 / +0.235j -0.22 / -0.235j -0.23 / 0.000j
			Zeri	Tripla zero all'origine
			Banda frequenza	0.05 - 40 Hz
CMG40-T [Guralp]	Sensore velocimetro		Poli	-80.0 -160.0 -180.0 -0.01178 / + 0.001178j -0.01178 / - 0.001178j
			Zeri	Doppio zero all'origine
			Banda frequenza	0.025 - 50 Hz
SG450 [Hilger & Watts]	Sensore velocimetro		Poli	-3.1736 + j3.1736 -3.1736 - j3.1736
			Zeri	Doppio zero all'origine
			Banda frequenza	0.7 - 50 Hz
Episensor FBA ES-T [Kinometrics]	Sensore accelerometro		Fondo scala	2g
			Range dinamico	155 dB
			Banda frequenza	DC a 200 Hz

Tabella 5. I sensori utilizzati nelle diverse stazioni temporanee (vedi Tabella 3).

3. I dati

Come oramai definito per tutti gli esperimenti della Re.Mo., sia in emergenza che in attività nell'ambito di progetti di ricerca dedicati [Moretti et al., 2010b], i dati acquisiti in continuo in registrazione locale dalle stazioni temporanee verranno via via convertiti dal formato nativo (REFTEK, Nanometrics, Lennartz) al formato internazionale *miniSEED* e corredati di *file* accessori (*dataless*) contenenti tutte le informazioni relative al sito e alla strumentazione installata.

I dati, saranno resi disponibili tramite il portale EIDA¹³ [Mazza et al., 2011], accedendo all'area *Data Request* e selezionando le stazioni contenute nell'area oggetto di studio. In accordo con i gruppi partecipanti alla campagna, i dati saranno riservati agli stessi per due anni, ad eccezione della stazione T0501 e T0502, già disponibili, e della ARF2.

Tutte le stazioni sono state registrate presso l'*International Seismological Centre* (ISC¹⁴) con *network code* IV. La stazione AR03, pur avendo modificato sito e strumentazione, ha mantenuto la sigla originale (secondo convenzione definita dall'ISC). Le variazioni sono dettagliatamente riportate all'interno del *dataless*.

In Figura 6 è riportato un esempio di circa 600 secondi della componente verticale della velocità di spostamento del suolo acquisito in contemporanea alle 6 stazioni temporanee. L'evento di maggior ampiezza è relativo ad un terremoto di $M_L = 1.9$ registrato il giorno 4 giugno alle ore 18:39 UTC.

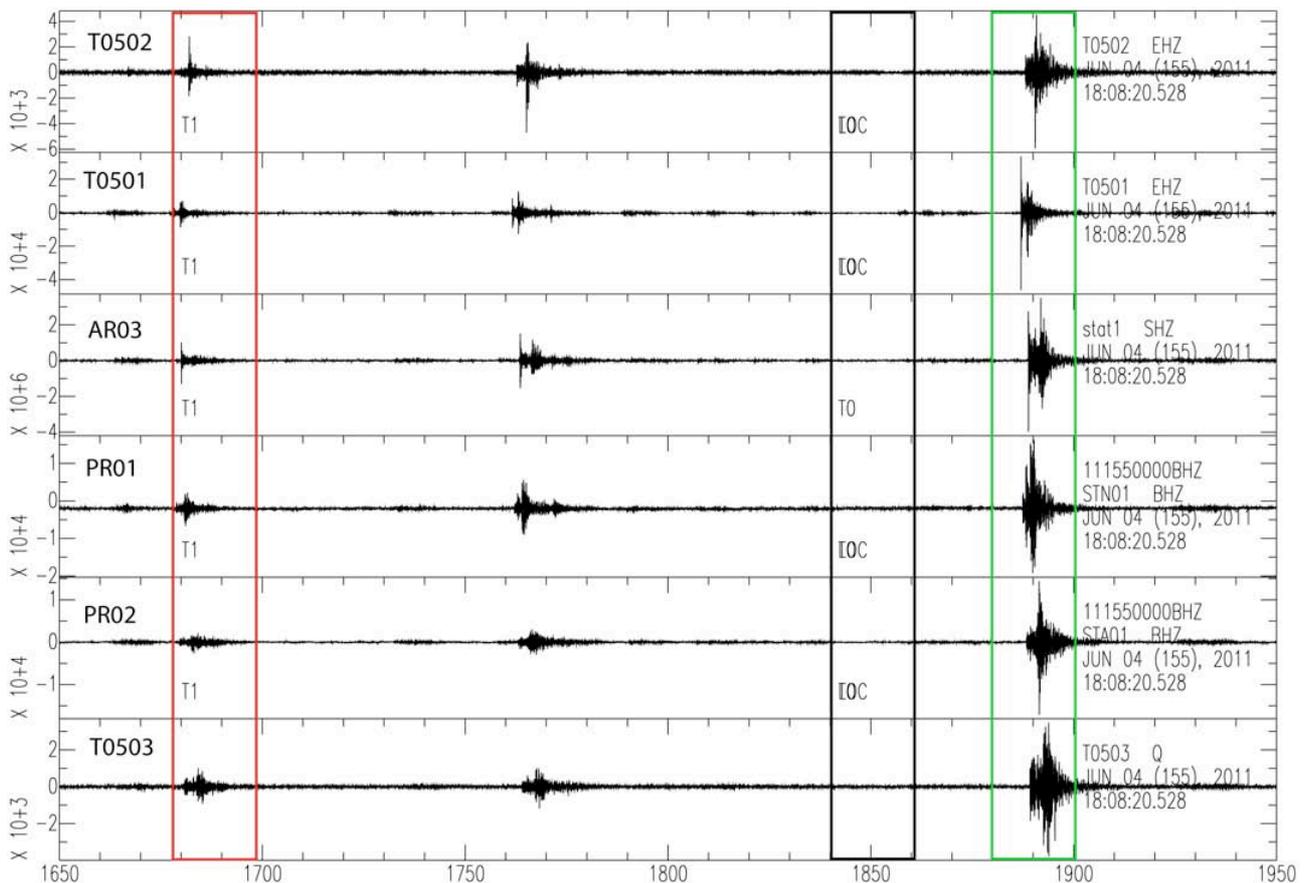


Figura 6. Sono riportati 600 secondi di registrazione della velocità del moto del suolo. In verde è evidenziato un terremoto di magnitudo 1.9 (fonte ISIDE), in rosso è indicato l'evento con $M_L < 1$ scelto come paragone con il rumore sismico (vedi Figura 5) evidenziato con il rettangolo nero.

¹³ <http://eida.rm.ingv.it/>

¹⁴ <http://www.isc.ac.uk/>

Nota

Parte delle informazioni generali di tale lavoro sono relative al comunicato che il 7 giugno 2011 l'INGV ha pubblicato sul proprio sito *web*. A tale comunicato, oltre ad alcuni autori di questo rapporto, hanno collaborato Alessandro Amato, Romano Camassi, Giovanna Cultrera, Pasquale De Gori, Francesco Pio Lucente, Concetta Nostro, Giulio Selvaggi e Massimiliano Stucchi.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento ai colleghi della sede di Ancona, Giancarlo Monachesi ed Ezio D'Alema, per l'aiuto prestato nei primi giorni di emergenza e Mario Castellano per l'attenta e veloce revisione del lavoro e gli utili consigli fornitici.

Infine un doveroso ringraziamento a tutti coloro che hanno ospitato la strumentazione.

Bibliografia

Braun, T., (2006). La sede aretina dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia: OSCAR - Osservatorio Sismologico Centralizzato Aretino: Rapporto sull'attività 2001 - 2002. Rapporti Tecnici INGV, N° 28.

CPTI Working Group, (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/> (ultimo accesso settembre 2009), INGV, Bologna.

Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Marzorati, S. e Monachesi, G., (2011). Sistemi di alimentazione della rete Alto Alta Val Tiberina. 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, 91-93.

Dahm, T. e Braun, T., (2010). Depletion-induced stress resolved at the Alto-Tiberina Fault (ATF) and its influence on micro-earthquakes and gas-flow related signals. Progetto DFG. DFG priority program ICDP (SPP1006).

D'Alema, E., Cattaneo, M., Frapiccini, M., Marzorati, S., Monachesi, G. e Ferretti, M., (2011). Rete Sismometrica Marchigiana e sua integrazione con la RSN e Rete AVT. 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, 19-21.

ISIDe Working Group, (2010). Italian Seismological Instrumental and parametric database. <http://iside.rm.ingv.it>.

Margheriti, L., Anselmi, M., Antonioli, A., Azzaro, R., Baccheschi, P., Bono A., Castello, B., Chiarabba, C., Chiaraluca, L., Ciaccio, M.G., Cimini, G.B., Colasanti, G., Colasanti, M., Criscuoli, F., D'Amico, S., De Gori, P., Delladio, A., Di Bona, M., Di Stefano, R., Frepoli, A., Giandomenico, E., Giovani, L., Govoni, A., Improta, L., Lauciani, V., Mandiello, A.G., Marcocci, C., Mazza, S., Moretti, M., Pagliuca, N.M., Piana Agostinetti, N., Piccinini, D., Seccia, D., Lucente, F.P., Pintore, S., Pizzino, L., Platania, P.R., Quintilliani, M., Rapisarda, S., Selvaggi, G., Serratore, A., Silvestri, M., Silvestri, S., Soldati, G., Valoroso, L. e Zuccarello, L., (2010). Emergenza "Aquila2009": La campagna di acquisizione dati della Rete Sismica Mobile stand-alone del Centro Nazionale Terremoti. Rapporti Tecnici INGV, N° 151.

Mazza, S., Bono, A., Lauciani, V., Marcocci, C., Mandiello, A., Margheriti, L., Mele, F., Moretti, M., Pintore, S., Quintilliani, 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, 131-134.

MPS Working Group, (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile. <http://zonesismiche.mi.ingv.it> (ultimo accesso settembre 2009), INGV, Milano–Roma, 65 pp. incluse 5 appendici.

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*, N° 137.

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., Augliera, P., Bianchi, I., Chiaraluce, L., Cimini, G.B., Colasanti, G., D'Alema, E., Di Stefano, R., Frepoli, A., Giovani, L., Govoni, A., Latorre, D., Marchetti, A., Marzorati, S., Massa, M. e Silvestri, M., (2011a). Il terremoto del 23 dicembre 2008 nell'Appennino Reggiano-Parmense: l'intervento della Re.Mo (Rete Sismica Mobile stand-alone). *Rapporti Tecnici INGV*, N° 179.

Moretti, M., Chiarabba, C., Cianchini, G., Colasanti, G., Criscuoli, F., De Gori, P., Frepoli, A., Govoni, A., Marchetti, A. e Serratore, A., (2011b). L'emergenza sismica nel Frusinate (Ottobre 2009 – Gennaio 2010). L'intervento della Rete Sismica Mobile stand-alone. *Rapporti Tecnici INGV*, N° 200.

Selvaggi, G., Tertulliani, A. e Basili, A., (1996). Ipotesi di regionalizzazione del territorio nazionale secondo criteri, geografici, sismologici e amministrativi. *Ad uso del Servizio di Sorveglianza Sismica INGV*.

appendice

schede stazioni

T0501

SPINELLO DI SANTA SOFIA (FC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	25/05/2011
OUT	---
LAT	N 43.9472 00
LON	E 12.010200
ALT	667 M

STRUMENTAZIONE

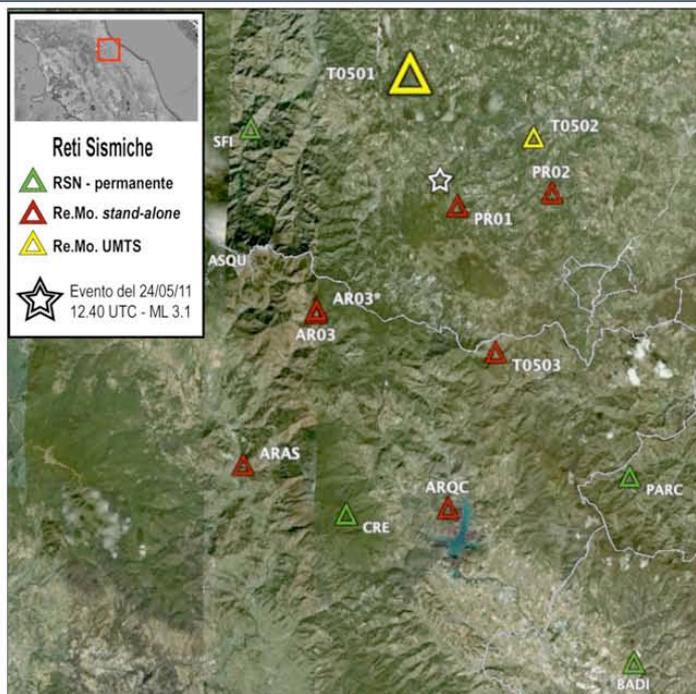
ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA EST
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI
BATTERIA	40AH

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	125
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0501..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0501..HN?



La stazione T0501 è stata la prima delle stazioni temporanee installate.

In acquisizione dalle 19.00 UTC circa del 25 maggio 2011, è stata trasformata in *real-time* il giorno dopo (vedi *Paragrafo 2.1*).

Contestualmente, per garantire il recupero completo dell'archivio dei dati anche in caso di problemi nella trasmissione dati UMTS, la stazione ha acquisito il dato anche in locale sulle *compact flash* di cui l'acquisitore REF TEK 130 è dotato.

I dati acquisiti dalla stazione temporanea saranno resi disponibili presso il portale EIDA (vedi *Capitolo 3*).

La stazione T0501 è stata regolarmente registrata presso l'ISC.



T0502

LOCALITÀ SAN MARTINO (SARSINA - FC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	26/05/2011
OUT	—
LAT	N 43.900600
LOX	E 12.137100
ALT	467 M

STRUMENTAZIONE

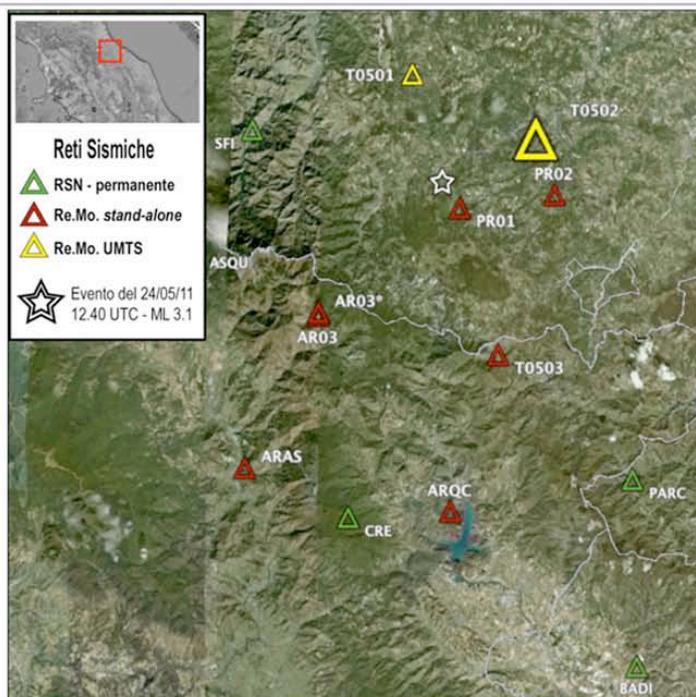
ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA EST
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI
BATTERIA	40AH

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	125
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0502..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0502..HN?



La stazione T0502, in acquisizione dalle 12.00 UTC circa del 26 maggio 2011, è stata trasformata in *real-time* il giorno seguente (vedi *Paragrafo 2.1*).

Contestualmente, per garantire il recupero completo dell'archivio dei dati anche in caso di problemi nella trasmissione dati UMTS, la stazione ha acquisito il dato anche in locale sulle *compact flash* di cui l'acquisitore REF TEK 130 è dotato.



I dati acquisiti dalla stazione temporanea saranno resi disponibili presso il portale EIDA (vedi *Capitolo 3*).

La stazione T0502 è stata regolarmente registrata presso l'ISC.

T0503

LOCALITÀ PRATIEGHI (BADIA TEDALDA - AR)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	26/05/2011
OUT	---
LAT	N 43.739900
LON	E 12.100800
ALT	865 M

STRUMENTAZIONE

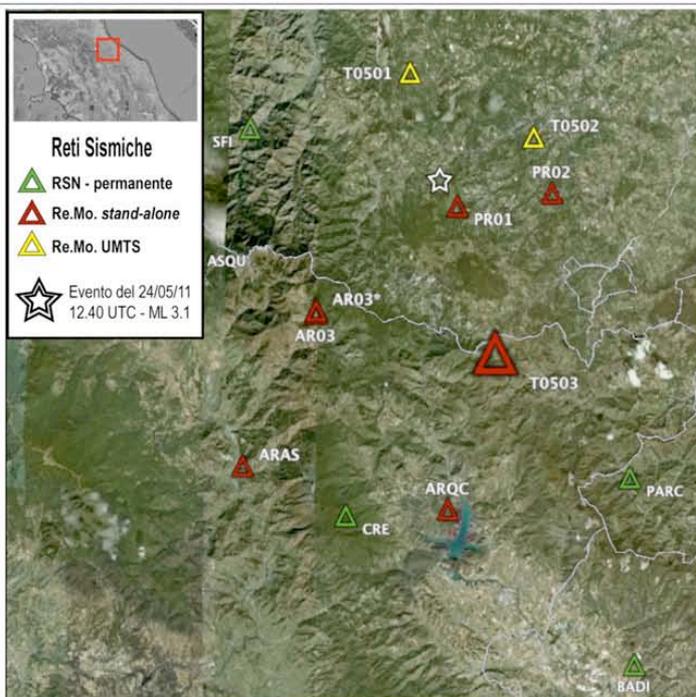
ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE-3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI
BATTERIA	40AH

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	125
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0503..EH?
ACCELEROMETRO	IV.T0503..HN?



La stazione T0503, è stata installata la mattina del 26 maggio (in acquisizione dalle 12.00 UTC circa).

I dati acquisiti dalla stazione temporanea saranno resi disponibili presso il portale EIDA (vedi *Capitolo 3*).

La stazione T0503 è stata regolarmente registrata presso l'ISC.

In foto, il cerchio bianco evidenzia il sito occupato dalla T0503.



PRO1

VERGHERETO (FC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	26/05/2011
OUT	—
LAT	N 43.848086
LON	E 12.060596
ALT	627 M

STRUMENTAZIONE

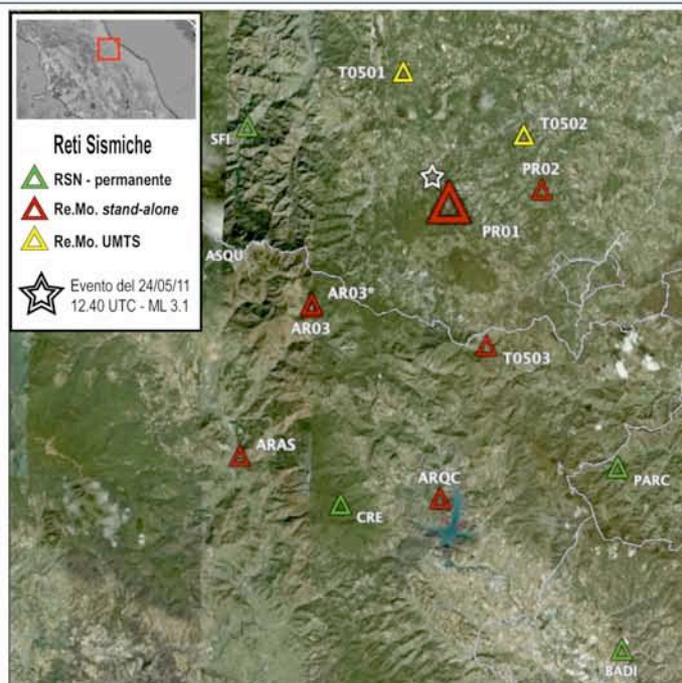
ACQUISITORE	TAURUS
SENSORE	GURALP CMG40-T
SENSORE	—
GPS	TAURUS
ALIMENTAZIONE	DI RETE
BATTERIA	—

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	100
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.PRO1..HH?
ACCELEROMETRO	—



La stazione PR01, installata dai colleghi della Fondazione Prato Ricerche nei sotterranei di una chiesa (vedi foto), è in acquisizione dalla tarda mattinata del 26 maggio.

I dati acquisiti dalla stazione temporanea, regolarmente registrata presso l'ISC, saranno resi disponibili presso il portale EIDA (vedi *Capitolo 3*).



PR02

LOCALITÀ POGGIO-VACALDOLA (SANT'AGATA FELTRIA – RN)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	26/05/2011
OUT	—
LAT	N 43858614
LON	E 12.156861
ALT	520 M

STRUMENTAZIONE

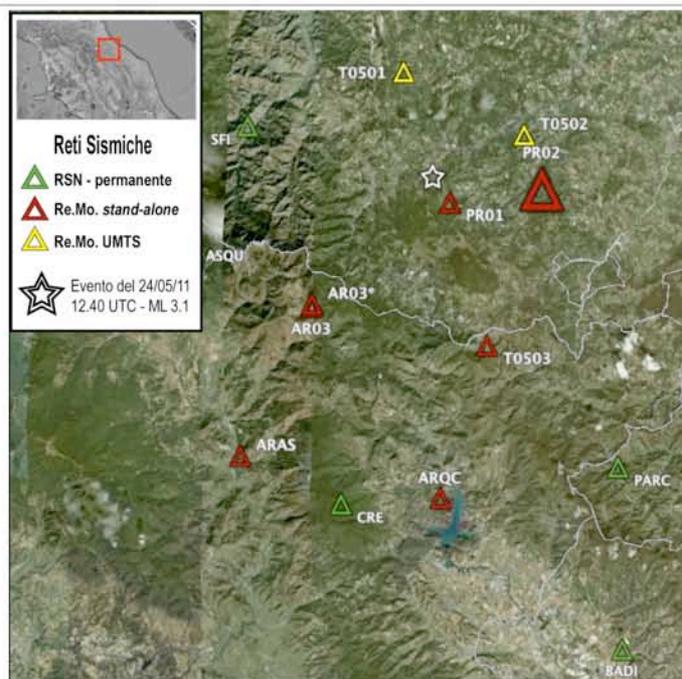
ACQUISITORE	TAURUS
SENSORE	GURALP CMG40-T
SENSORE	—
GPS	TAURUS
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE
BATTERIA	60 AH

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	100
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.PRO2..HH?
ACCELEROMETRO	—



La stazione PR02, installata dai colleghi della Fondazione Prato Ricerche in *open field* (vedi foto), è in acquisizione dalla tarda mattinata del 26 maggio.

I dati acquisiti dalla stazione temporanea, regolarmente registrata presso l'ISC, saranno resi disponibili presso il portale EIDA (vedi *Capitolo 3*).



AR03

CHIUSI DELLA VERNA (AR)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	26/05/2011
OUT	30/06/2011
LAT	N 43.768082
LON	E 11.917621
ALT	751 M

STRUMENTAZIONE

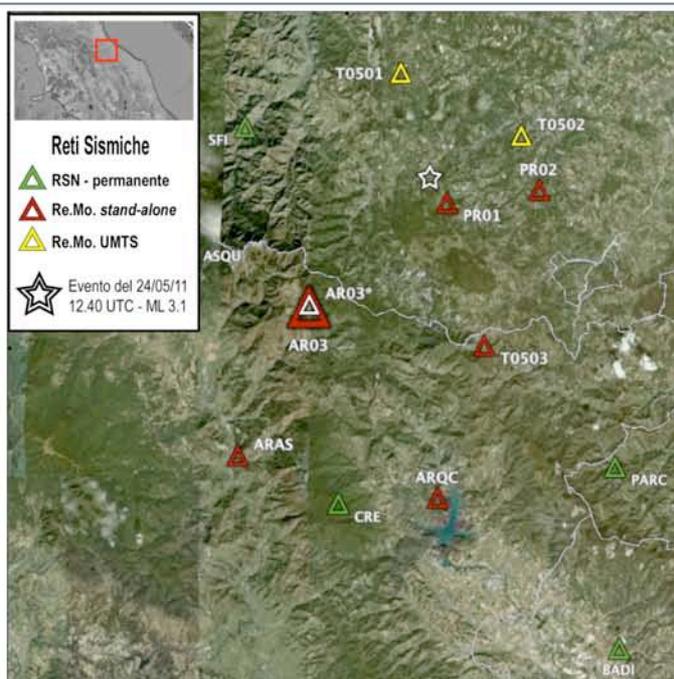
ACQUISITORE	LE M24
SENSORE	LE 3D/5s
SENSORE	—
GPS	LENNARTZ
ALIMENTAZIONE	CORRENTE CONTINUA
BATTERIA	—

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	100
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.AR03..EH?
ACCELEROMETRO	—



La stazione AR03, è stata installata dai colleghi dell'Osservatorio di Arezzo, la mattina del 26 maggio, nella cantina all'interno di una casa privata.

In data 30 giugno è stato realizzato un cambio di sito e di strumentazione all'interno della frazione (vedi *Scheda stazione AR03** - triangolo bianco in mappa).

Tutti i dati della stazione temporanea, regolarmente registrata presso l'ISC, saranno resi disponibili presso il portale EIDA (vedi *Capitolo 3*).

AR03*

FRAZIONE CORREZZO – CHIUSI DELLA VERNA (AR)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	30/06/2011
OUT	—
LAT	N 43.769863
LON	E 11.917735
ALT	750 M

STRUMENTAZIONE

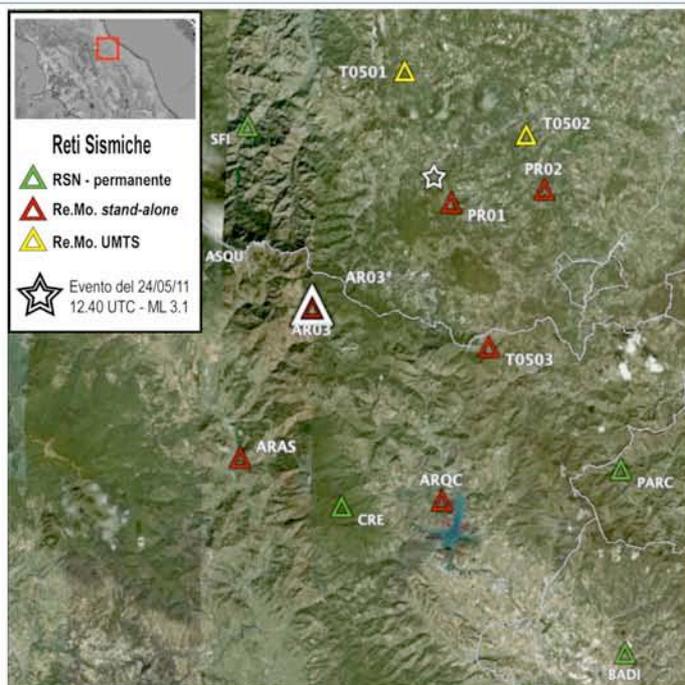
ACQUISITORE	REF TEK130
SENSORE	LE 3D/5s
SENSORE	—
GPS	REFTEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI
BATTERIA	50 AH

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	100
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.AR03..EH?
ACCELEROMETRO	—



In data 30 giugno la stazione AR03, installata presso un privato, è stata spostata e ri-installata nel giardino della scuola elementare della frazione Correzzo.

Essendo la distanza tra i due siti < 1 km (circa 200 m), la stazione ha mantenuto la stessa sigla secondo la convenzione dell'ISC.

Nel contempo è stato realizzato anche una sostituzione dell'acquisitore: da un *Lennartz* M24 ad un REF TEK 130-1.

Tutte le modifiche sono dettagliatamente riportate nel *dataless*.

ARAS

RASSINA
(CASTEL FOCOIGNANO –AR)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	2006
OUT	—
LAT	N 43.654134
LON	E 11.843244
ALT	325 M

STRUMENTAZIONE

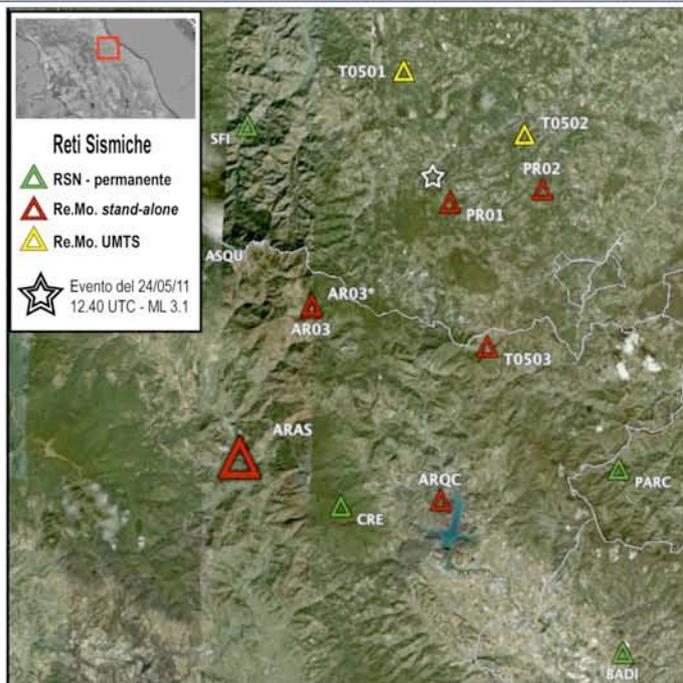
ACQUISITORE	LE M24
SENSORE	LE 3D/20s
SENSORE	—
GPS	LENNARTZ
ALIMENTAZIONE	CORRENTE CONTINUA
BATTERIA	—

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	100
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.ARAS..HH?
ACCELEROMETRO	—



La stazione ARAS, gestita dai colleghi dell'Osservatorio di Arezzo, era già in acquisizione durante l'emergenza in Montefeltro.

I dati della stazione, installata nel 2006 nell'ambito della rete sismica dell'Osservatorio di Arezzo, saranno resi disponibili presso il portale EIDA (vedi *Capitolo 3*).

La stazione ARAS è stata regolarmente registrata presso l'ISC.

ARQC

ACQUACETRA – PIEVE SANTO STEFANO (AR)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	2004
OUT	—
LAT	N 43.623610
LON	E 12.053110
ALT	515 M

STRUMENTAZIONE

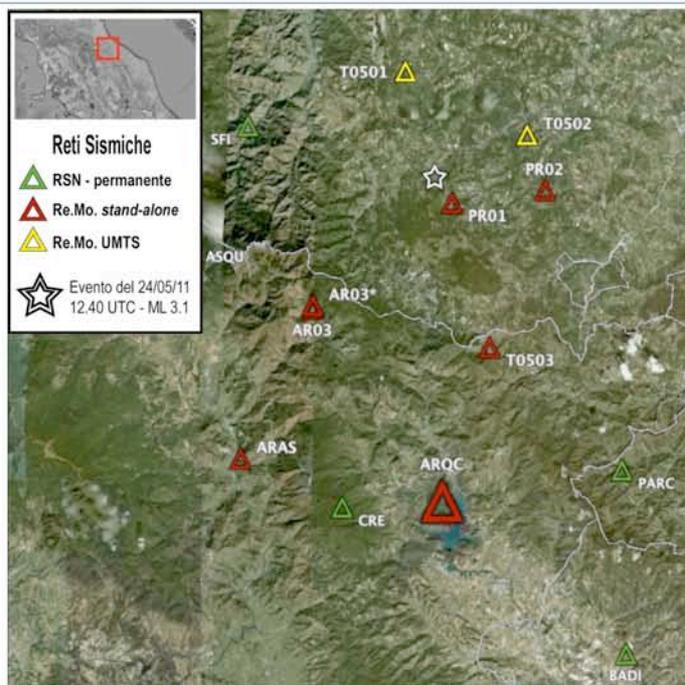
ACQUISITORE	LE M24
SENSORE	HILGER & WATTS SG450
SENSORE	—
GPS	LENNARTZ
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI
BATTERIA	120 AH

CONFIGURAZIONE

PASSO DI CAMPIONAMENTO	100
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.ARQC..EH?
ACCELEROMETRO	—



La stazione ARQC, gestita dai colleghi dell'Osservatorio di Arezzo, era già in acquisizione durante l'emergenza in Montefeltro poiché installata nel 2004 nell'ambito della convenzione tra INGV – Regione Toscana (“Monitoraggio sismico e valutazione della pericolosità sismica in centri urbani significativi dei comuni della Valtiberina”).

I dati della stazione saranno resi disponibili, per il periodo dell'emergenza, presso il portale EIDA (vedi *Capitolo 3*).

La stazione ARQC è stata regolarmente registrata presso l'ISC.



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