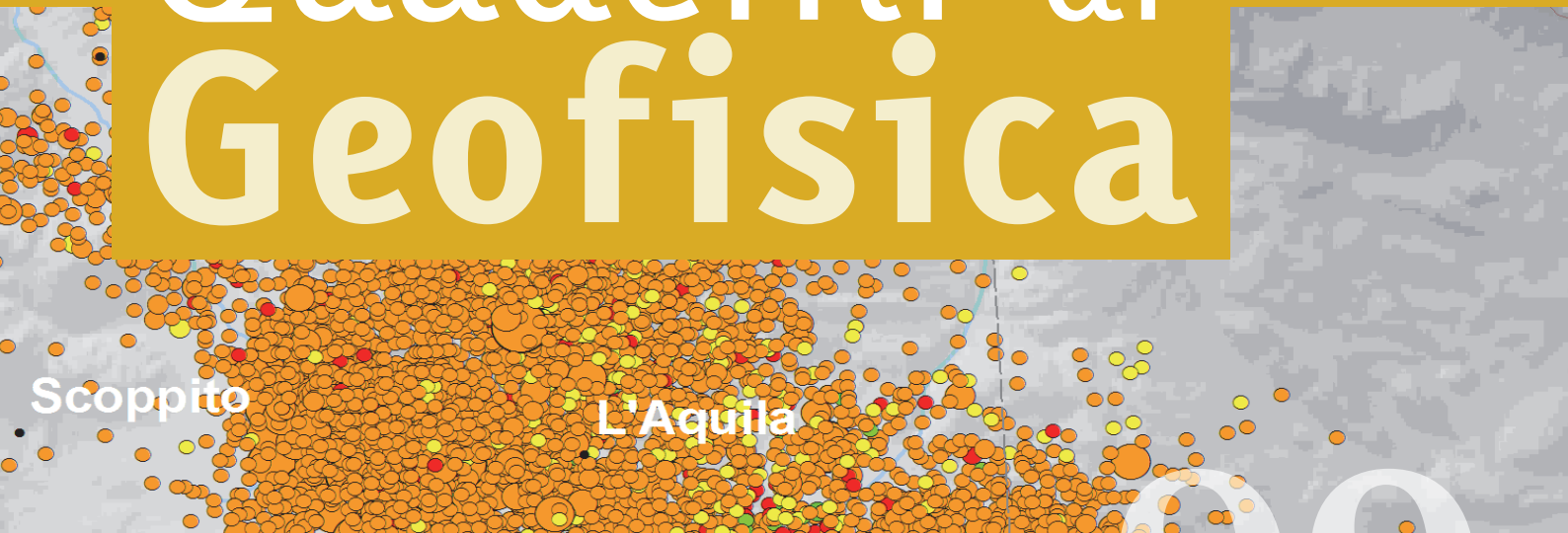


Bollettino Sismico Italiano 2009

Quaderni di
Geofisica



99



Quaderni di Geofisica

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

Bollettino Sismico Italiano 2009

Italian Seismic Bulletin 2009

Luca Arcoraci, Patrizia Battelli, Corrado Castellano,
Alessandro Marchetti, Franco Mele, Anna Nardi, Mario Pirro,
Antonio Rossi

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

Bollettino Sismico Italiano 2009

Questo lavoro illustra lo stato della Rete Sismica Nazionale Italiana e descrive la sismicità italiana nell'anno 2009. Vengono evidenziate le principali sequenze sismiche occorse durante l'anno, con particolare riguardo alla sequenza sismica dell'aquilano-reatino. Nel 2009 la Rete Sismica Nazionale dell'INGV ha registrato circa 26000 terremoti avvenuti sul territorio nazionale e nelle aree limitrofe, che sono stati analizzati e localizzati dal gruppo di analisti sismologi che si occupano della redazione del Bollettino Sismico Italiano (BSI). La magnitudo minima di completezza M_c del BSI 2009, ovvero la soglia di magnitudo minima media calcolata su tutto il territorio nazionale, è risultata pari a M_L 1.6 (il dato del BSI 2008 si attestava sul valore di M_L 2.1).

Il numero di stazioni sismiche attive (Rete Nazionale e reti locali) nel corso del 2009 è stato di 305 (279 nel 2008). Viene fornita infine una stima del numero e della magnitudo di eventi di origine antropica (esplosioni) presenti nel BSI 2009.

This paper describes the status of the Italian National Seismic Network and the Italian seismicity in year 2009. We outline the main seismic sequences that occurred during the year, with particular emphasis on the L'Aquila-Rieti seismic period. The INGV National Seismic Network recorded about 26000 earthquakes in Italy and neighboring areas during 2009, which were analyzed and localized by the seismology group of analysts involved in the publication of the Italian Seismic Bulletin (BSI). The minimum magnitude of completeness M_c of the BSI 2009 is M_L 1.6 (M_L 2.1 in the BSI 2008).

The number of active seismic stations during 2009 was 305 (279 in 2008).

We provide an estimate of the number and magnitude of anthropic events (quarry-blasts) included in the BSI 2009.

Introduzione

La Rete Sismica Italiana (RSI nel seguito) è costituita oggi da oltre 300 stazioni con più di 450 sensori installati. Solo nell'Aprile 2005 si iniziò a sfruttare l'intera potenzialità della RSI per la revisione del Bollettino Sismico Italiano che veniva prodotto, fino ad allora, analizzando i segnali di un set ridotto di stazioni. Nei tre anni successivi, tra il 2006 e il 2008, la RSI localizzò in Italia e nelle regioni e mari immediatamente confinanti in media 6300 terremoti l'anno. Nel gennaio 2009 iniziò una sequenza sismica nell'area dell'aquilano che culminò il 6 Aprile 2009 alle ore 03:32 locali (1:32 UTC), con un terremoto di magnitudo M_w 6.3 [MedNet QRCMT]. La magnitudo locale del terremoto, rivista dagli analisti del Bollettino Sismico Italiano (BSI nel seguito), è M_L 5.9 (a tal proposito si veda l'Appendice A). Il sisma colpì la città dell'Aquila e i paesi vicini causando, la morte di 309 persone, oltre 1600 feriti e ingenti danni (Figura 1). Ne seguì una sismicità notevole che si estese nel corso del 2009 anche ad altre aree dell'Appennino centrale; il BSI contiene per quell'anno oltre 26000 terremoti.

In questo testo verrà illustrato lo stato della RSI nel 2009 e verranno individuate le principali sequenze sismiche dell'anno.

La RSI fu potenziata, subito dopo il terremoto dell'Aquila, sia con stazioni permanenti che con numerose stazioni della Rete Sismica Mobile collegate in tempo reale al sistema di acquisizione di Roma. In un paragrafo a parte verranno trattati gli eventi di natura antropica presenti nel BSI. Nell'Appendice A si chiariscono alcuni problemi relativi al calcolo della magnitudo locale.

1. La Rete Sismica Nazionale nel 2009

La Figura 2 mostra lo stato della Rete Sismica Italiana nel 2009, anno in cui sono stati attivati 33 nuovi canali di acquisizione dati, sia in seguito a nuove installazioni sia attraverso il collegamento di stazioni di altre reti sismiche locali al Centro Nazionale Terremoti dell'INGV. È stato inoltre realizzato il rinnovo della strumentazione in 9 stazioni (si veda l'Allegato A per un elenco completo di tutte le stazioni funzionanti nel 2009).

Nel Trentino-Alto Adige una stazione in provincia di Trento (SEST) e quattro stazioni della Rete Sismica della Provincia di Bolzano già operanti da alcuni anni (BOSI, KOSI, MOSI, ROSI) sono state incluse nel set di segnali utilizzati per il ser-



Figura 1 Prefettura dell'Aquila dopo il terremoto del 6 aprile 2009.
Figure 1 Prefecture of L'Aquila after the April 6th 2009 earthquake.

vizio di sorveglianza sismica nazionale e per la produzione del Bollettino Sismico Italiano. Nel Veneto è stata realizzata una nuova installazione (TEOL), una in Liguria (FINB), due in Lombardia (CTL8, VARE) una in Emilia Romagna (BLLA), una in Toscana (FIR), quattro in Umbria (ATFO, ATMC, ATPC, ATPI), quattro nel Lazio (RM32, SAMA, SAN2, SMA1), una in Abruzzo (RM29), una in Molise (GATE), una in Puglia (MESG), due in Calabria [MMN (stazione attiva dal 1981), SALB], tre in Sicilia (HLNI, MNOV, SOLUN).

Al di fuori dei confini nazionali è stato realizzato il collegamento di altre 6 stazioni sismometriche: ABSI e RISI in Austria, BLY in Bosnia-Herzegovina, BNALP, GIMEL e PLONS in Svizzera.

Nel corso del 2009 hanno smesso di fornire dati all'INGV le stazioni di Carolei (CARO), Levanzo (LVI), Oropa (ORO) e Rignano Garganico (RGNG).

La Tabella 1 riporta la composizione strumentale della rete nel 2009. A seguito del terremoto del 6 aprile all'Aquila, sono state installate 11 stazioni temporanee della Rete Mobile

Telemetrata (Re.Mo.Tel; si veda l'Allegato B per l'elenco completo e Margheriti *et al.*, 2010).

2. La sismicità italiana nel 2009

Gli eventi del Bollettino Sismico Italiano sono localizzati con un modello di velocità a 2 strati crostali e un semispazio con rapporto $V_p/V_s=1.732$ (Tabella 2).

Il BSI del 2009 (Figure 3 e 4) contiene 26057 terremoti localizzati sul territorio italiano e zone limitrofe (3.7 volte il numero di terremoti del 2008). Di questi solo 2023 hanno una profondità fissata a priori dall'analista (circa il 7% contro il 21% del 2008). Il data-base include 494 terremoti di magnitudo maggiore o uguale a 3.0, dei quali 61 hanno profondità fissata (il 12%). Sono incluse nel BSI 233732 fasi P e 170309 fasi S.

Nel BSI 2009 sono presenti in totale 19529 fasi associate ma non localizzate, delle quali 1217 (7%) sono Pg ed Sg, 8020 (41%) sono Pn ed Sn e 10292 (52%) sono fasi telesismiche (P, PKP).

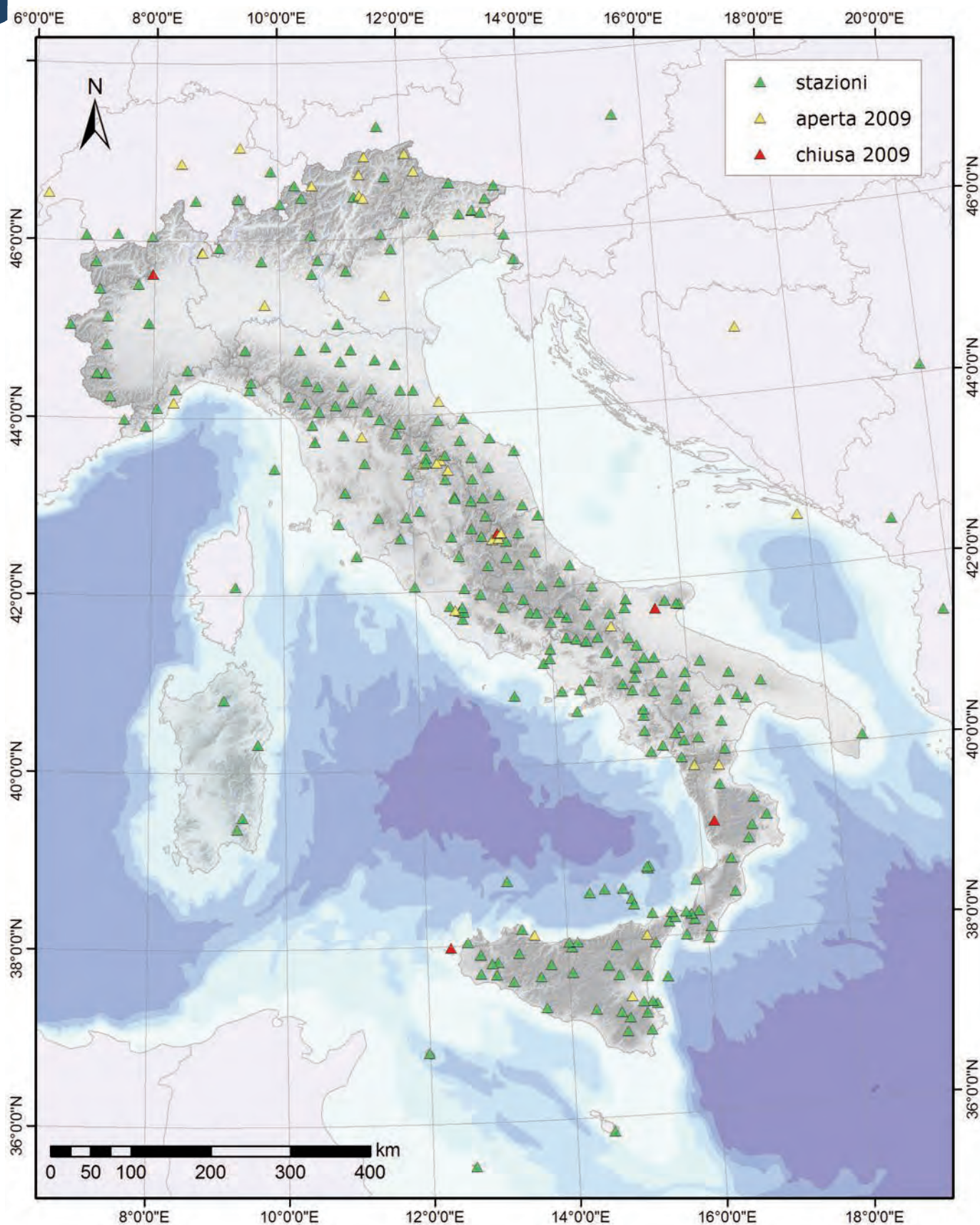


Figura 2 Mappa delle stazioni della Rete Sismica Italiana operanti nel corso del 2009 (sono incluse le stazioni della rete mobile Re.Mo.Tel.). I triangoli verdi indicano le stazioni che hanno operato per tutto l'anno, in giallo le stazioni installate o collegate al CNT durante il 2009, in rosso le stazioni dismesse nel 2009.

Figure 2 Map of the Italian Seismic Network operating in 2009 (including Re.Mo.Tel. stations). Green triangles show the position of the seismic stations that operated during the whole 2009, yellow triangles show the new installations or connections, red triangles are the stations dismissed during 2009.

Numero totale di stazioni	305	
Nuove installazioni 2009	33	
Stazioni con variazione sensore (§)	9	
Totale velocimetri	317	14 siti con doppio sensore
Stazioni con velocimetro e GPS	99	
Velocimetri verticali	50	
Velocimetri a 3 componenti	267	
Sensori in pozzo (^)	4	
Stazioni fondo marino (#)	1	
Stazioni accelerometriche	87	di cui 2 solo accelerometriche
Totale GPS	99	
Totale stazioni fuori dai confini nazionali	23	1 NOA; 11 ETH; 5 MN; 4 AO; 2 FR
Stazioni Geofon (in Italia)	1	MATE
Trillium-240s	7	
Trillium-120s	17	
Trillium-40s	146	
S-13	44	solo componente verticale
Le3D-5s	28	
Le3D-20s	1	
Le3D-1s	6	
L4-C-3D	7	
CMG-3T-100s	2	
CMG-1T-360s	1	
CMG40-30s	3	
CMG40-60s	3	
KS-2000	2	
SS1-Ranger	6	solo componente verticale
STS1-VBB	3	
STS2-120s	40	
Malin	1	

Tabella 1 Composizione strumentale della Rete Sismica Nazionale Italiana nel corso del 2009. I simboli tra parentesi si riferiscono all'Allegato A.

Table 1 Instruments of the Italian National Seismic Network during 2009. Bracket characters refer to Allegato A.

Spessore (km)	Velocità P (km/s)	Velocità S (km/s)
11.1	5.00	2.89
26.9	6.50	3.75
semispazio	8.05	4.65

Tabella 2 Modello di velocità utilizzato per le localizzazioni del BSI, costituito da due strati crostali a velocità costante e un semispazio. Il rapporto V_p/V_s è ovunque 1.732.

Table 2 The velocity model used in the locations of the BSI is made of two homogeneous crustal layers over a homogeneous half-space. The V_p/V_s ratio is always 1.732.

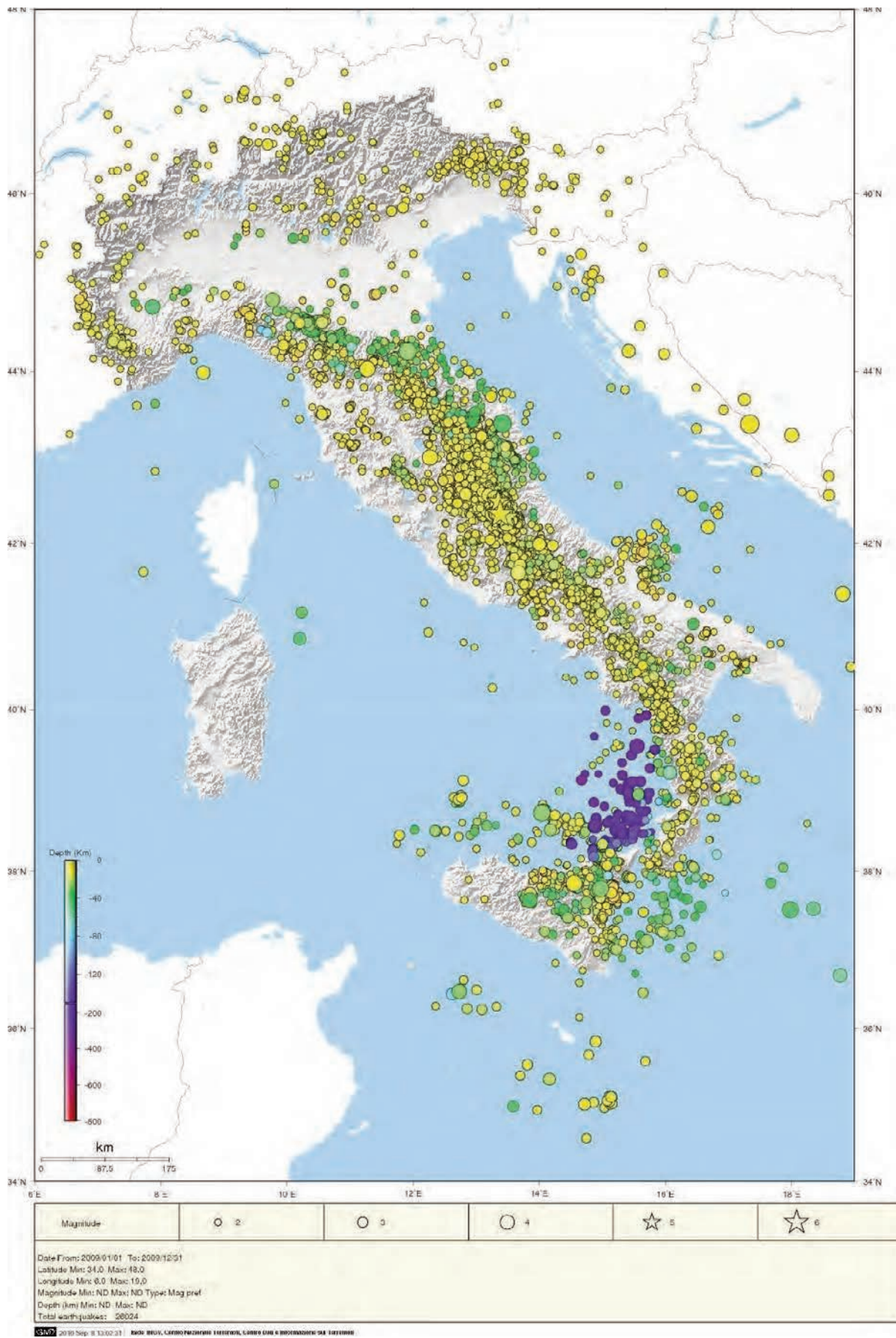


Figura 3 Mappa della sismicità italiana nell'anno 2009, estratta dal Bollettino Sismico Italiano. I parametri ipocentrali e la mappa sono ricavabili in <http://ISIDe.rm.ingv.it/> [Mele et al., 2007].

Figure 3 Map of the Italian seismicity recorded in 2009, from the Italian Seismic Bulletin. Hypocentral parameters and the map are available at <http://ISIDe.rm.ingv.it/> [Mele et al., 2007].

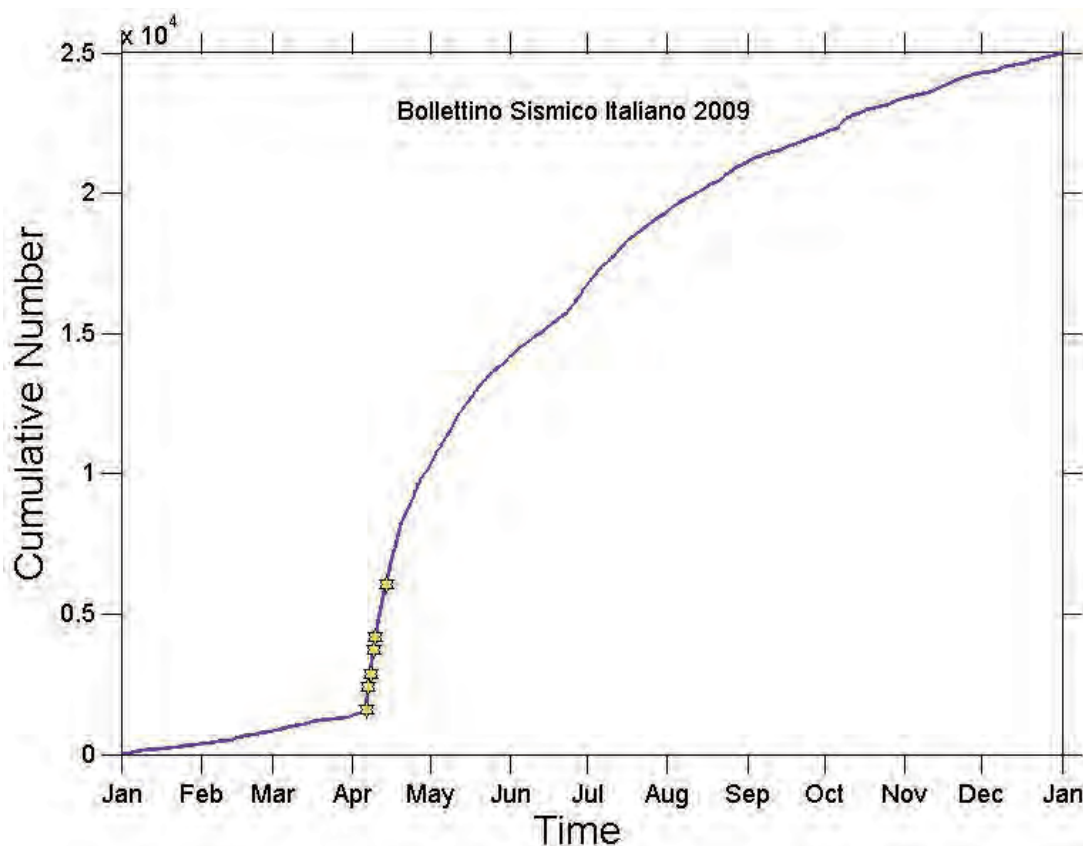


Figura 4 Numero cumulato di terremoti presenti nel BSI 2009. Le stelle indicano gli eventi di magnitudo $M_L \geq 5.0$.
Figure 4 Cumulative number of earthquakes in BSI 2009. Earthquakes with $M_L \geq 5.0$ are shown by a star.

L'elevato numero di eventi localizzati e la grande differenza rispetto al 2008 sono dovuti in gran parte al periodo sismico dell'aquilano che, iniziato a gennaio 2009, si è protratto per tutto l'anno (Figura 4).

L'evento più profondo del 2009 è avvenuto nel basso Tirreno alla profondità di circa 370 km e con magnitudo M_L pari a 3.1. L'evento più forte del 2009 ha colpito la città dell'Aquila il 6 Aprile 2009 alle ore 01:32 GMT con magnitudo locale Richter M_L 5.9 (Mw 6.3). In questa valutazione della magnitudo locale occorre tenere presente che essa è stata calcolata utilizzando la relazione di Hutton e Boore [1987] per la correzione della magnitudo di stazione con la distanza, relazione che è valida in California. In Italia tale relazione fornisce valori di magnitudo più alti alle stazioni vicine e, al contrario, valori più bassi alle stazioni lontane dall'ipocentro. Questa osservazione ha delle implicazioni, sul calcolo della magnitudo locale, che verranno successivamente trattate nell'Appendice A. Inoltre il terremoto dell'Aquila ha generato segnali saturati nelle stazioni vicine, fino a 70 chilometri di distanza; esiste pertanto nel calcolo della magnitudo locale un *bias* dovuto alla prevalenza di stazioni lontane, che sottostimano la magnitudo vera, rispetto a quelle vicine che la sovrastimano. Il valore di magnitudo locale M_L 5.9 deve quindi, per varie ragioni, essere conside-

rato una sottostima del valore reale rispetto a quello calcolato con una legge di attenuazione corretta e specificamente studiata per la crosta italiana. L'utilizzo della relazione di Hutton e Boore per la correzione della magnitudo di stazione con la distanza dall'ipocentro, relazione non completamente conforme con le caratteristiche della crosta italiana, ha quindi delle implicazioni che riguardano il calcolo delle magnitudo locali di tutto il BSI (si veda a tal proposito l'Appendice A).

L'enorme quantità di dati da analizzare, sommata alle difficoltà che comporta la fase di *picking* durante una sequenza sismica così lunga e complessa, ha causato un notevole ritardo nella produzione e pubblicazione del BSI 2009, compensata però dall'alta percentuale di eventi localizzati in più rispetto a quelli della Sala di Monitoraggio Sismico della sede INGV di Roma (Figura 5). Tale differenza è molto significativa nel mese di aprile (+45%), mentre per i mesi successivi è circa del 25%.

Nella Figura 6 vengono mostrate la distribuzione cumulata e non cumulata, in funzione della magnitudo, degli eventi sismici avvenuti nel corso del 2009. La magnitudo minima di completezza M_c per l'intero anno è stata calcolata con il metodo della massima verosimiglianza utilizzando il software ZMAP [Wiemer, 2001] ed è pari a 1.6, con un valore di b

$= 0.966 \pm 0.009$ e $a = 5.57$. Per ottenere questi valori sono stati esclusi dal BSI 2009 gli eventi con profondità ipocentrale ≥ 38 km, la sismicit  esterna al territorio nazionale ed alcune centinaia di eventi riconducibili probabilmente ad attivit  antropica. Il valore di profondit  di 38 km corrisponde al valore medio della profondit  della Moho nel modello a strati piani e paralleli utilizzato per la localizzazione dei terremoti del BSI (vedi Tabella 2). Il valore di magnitudo minima M_c 1.6   notevolmente influenzato dalla presenza di una fitta rete di sensori nell'area dell'aquilano a partire dal 6 aprile 2009. Per avere un valore medio pi  realistico di M_c per l'anno 2009 riferibile all'intero territorio italiano, abbiamo eliminato dal *data set* selezionato la parte di sismicit  relativa all'area dell'aquilano-reatino. In questo catalogo ridotto abbiamo ottenuto per il 2009 (Figura 7): $M_c = 1.9$, $b = 1.02 \pm 0.03$ e $a = 5.11$ (M_c del BSI 2008 per l'Italia: 2.1).

3. Sequenze sismiche del 2009

Abbiamo individuato le sequenze sismiche presenti nel BSI utilizzando l'algoritmo di *declustering* di Reasenber [1985] che seleziona la sismicit  spazialmente e temporalmente ravvicinata. Per ogni raggruppamento viene generato un evento equivalente che diventa rappresentativo della sequenza. Le coordinate del terremoto equivalente sono calcolate con una media pesata delle coordinate degli eventi della sequenza. La magnitudo equivalente   ottenuta calcolando il

momento sismico totale rilasciato dalla sequenza.

Con il termine *sequenza* ci riferiamo, per semplicit  di esposizione, ad un raggruppamento di eventi sismici cos  come individuati in base all'algoritmo di Reasenber, prescindendo quindi dalla presenza di un *mainshock* all'interno del gruppo di eventi individuato.

3.1 Criteri di selezione

Dal dataset iniziale sono stati preventivamente esclusi tutti i probabili eventi di natura antropica (esplosioni in cava; paragrafo 5), e quelli relativi alla sequenza sismica dell'aquilano-reatino ricadenti in un'area limitata dalle seguenti coordinate: Lat. 42.1 N – 42.7 N, Lon. 13.1 E – 13.7 E (paragrafo 4). Al catalogo cos  ottenuto abbiamo applicato l'algoritmo di *declustering* di Reasenber [1985].

Tra i numerosi gruppi di eventi che risultano dall'analisi, sono stati selezionati quelli con almeno 10 eventi e almeno un terremoto di magnitudo M_L 2.5; a questi *cluster* sono stati aggiunti anche quelli con almeno 20 terremoti (a prescindere dalla magnitudo) ed infine quelli con almeno due terremoti, di cui per lo meno un evento di magnitudo M_L 3.5 o superiore. Abbiamo cos  individuato 27 sequenze sismiche elencate in Tabella 3 (ad esclusione di quella dell'aquilano-reatino trattata separatamente nel paragrafo 4).

3.2 Principali sequenze sismiche del 2009

Di seguito vengono brevemente descritte le sequenze sismiche del 2009, procedendo da Nord verso Sud.

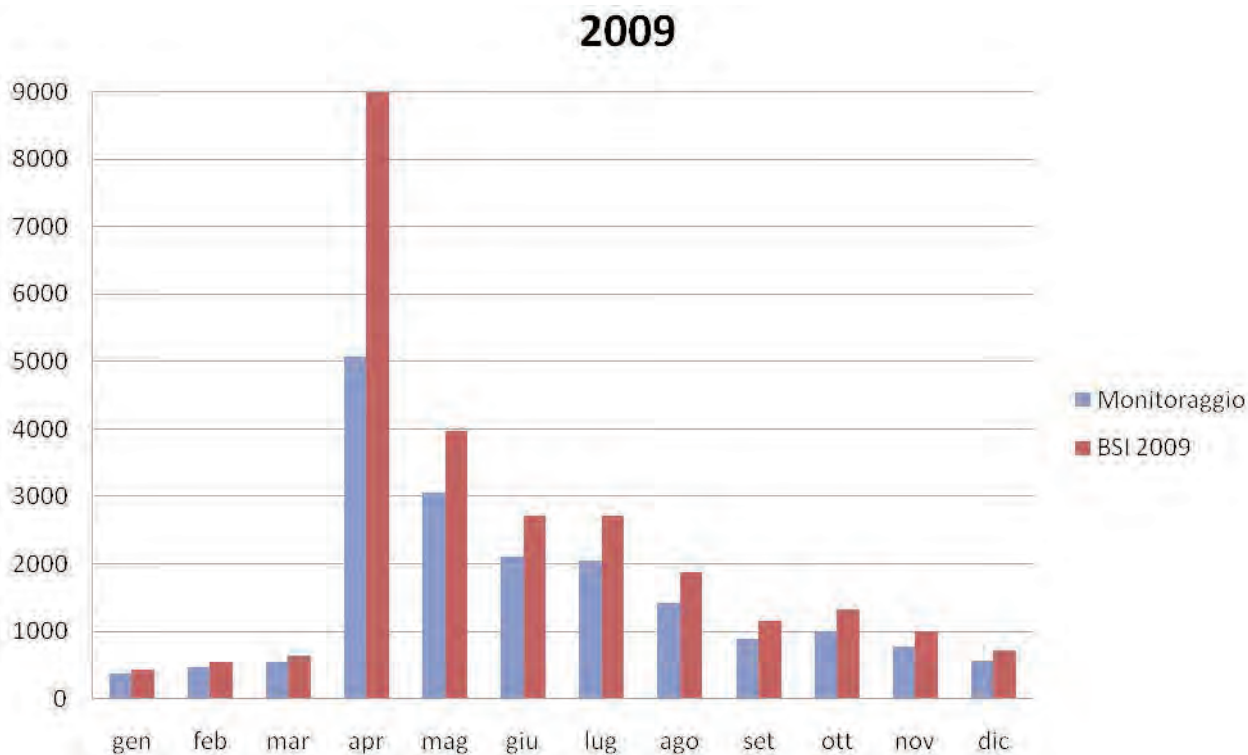
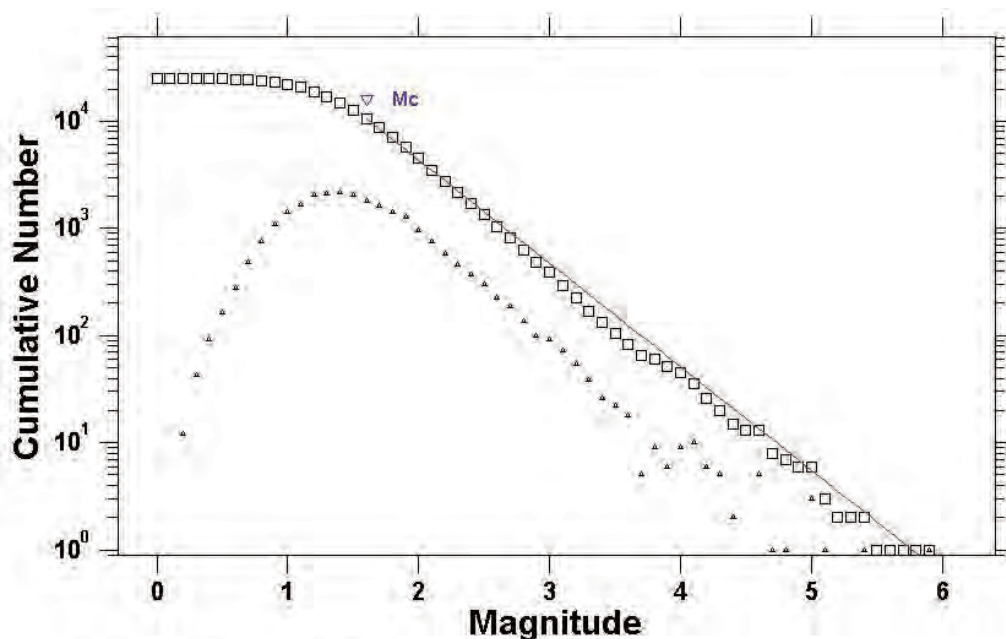


Figura 5 Distribuzione mensile del numero di eventi localizzati nel BSI (in rosso) e nella Sala di Monitoraggio Sismico (in blu) del CNT di Roma nel corso del 2009.

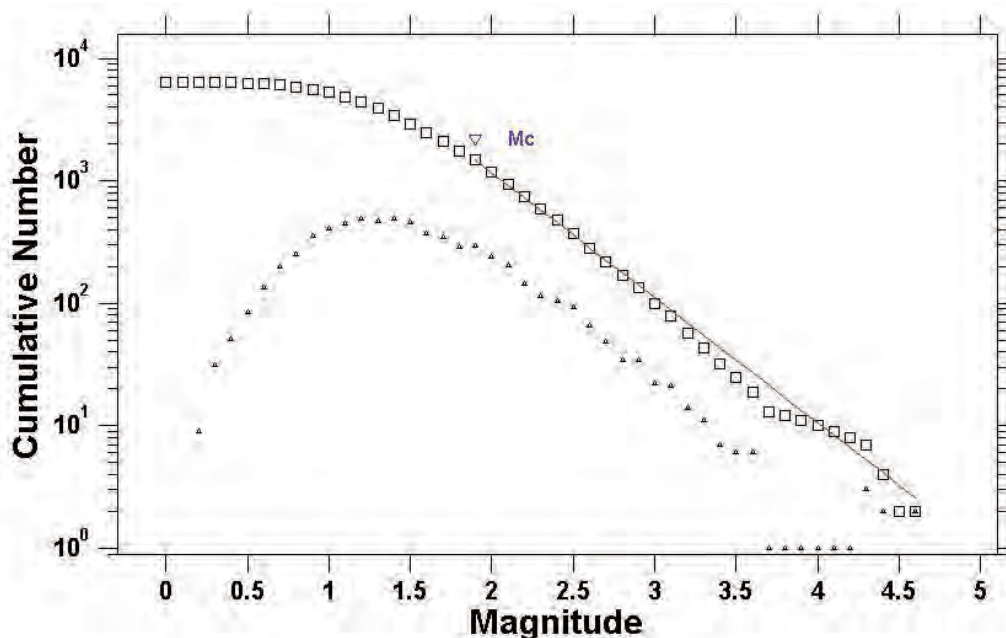
Figure 5 Monthly distribution of earthquakes located and reported in the BSI (in red) compared to seismic events recorded at the Earthquake Monitoring Centre of the Centro Nazionale Terremoti (CNT) in Rome (in blue) in 2009.



Maximum Likelihood Solution
 b-value = 0.966 +/- 0.009, a value = 5.57, a value (annual) = 5.57
 Magnitude of Completeness = 1.6

Figura 6 Gutenberg-Richter cumulata (quadrati) e non- cumulata (triangoli) calcolata sull'intero BSI 2009. I valori di a, b e Mc (Magnitudo minima di Completezza) sono stati calcolati utilizzando il software ZMAP [Wiemer, 2001]. La magnitudo minima di completezza apparente è 1.6.

Figure 6 Cumulative (squares) and non-cumulative (triangles) Gutenberg-Richter distribution based on the whole BSI 2009. The values of a, b and Mc (Minimum Magnitude of Completeness) were calculated using the software ZMAP [Wiemer, 2001]. The apparent minimum magnitude of completeness is 1.6.



Maximum Likelihood Solution
 b-value = 1.02 +/- 0.03, a value = 5.11, a value (annual) = 5.11
 Magnitude of Completeness = 1.9

Figura 7 Gutenberg-Richter cumulata (quadrati) e non- cumulata (triangoli) calcolata sul BSI 2009 da cui è stata esclusa la sismicità che ricade nell'area dell'aquilano-reatino. La magnitudo minima di completezza calcolata Mc è 1.9.

Figure 7 Cumulative (squares) and non-cumulative (triangles) Gutenberg-Richter distribution based on BSI 2009 after exclusion of the L'Aquila-Rieti seismicity. The minimum magnitude of completeness Mc is 1.9.

n°	Area epicentrale Provincia (Comune)	1°evento	Durata (giorni)	n° ev.	Evento equivalente				Evento di magnitudo massima		Secondo in magnitudo	
		Tempo or.			Lat. N	Lon. E	Prof.	M _L	Tempo or.	M _L	Tempo or.	M _L
1	Parma/Reggio nell'Emilia (Neviano)	090101 04.33	14.92	24	44.539	10.398	25.63	3.64	090115 11.08	3.1	090102 22.43	2.9
2	Perugia (Colfiorito)	090104 07.42	2.69	12	43.018	12.869	6.03	3.15	090104 07.42	3.1	090104 08.02	2.1
3	Arezzo (Caprese Michelangelo /Sansepolcro/ Pieve Santo Stefano)	090212 21.01	13.55	76	43.643	12.079	8.56	3.33	090213 06.39	3.0	090213 06.23	2.4
4	Arezzo / Forlì (Verghereto / Chiusi della Verna)	090303 14.52	20.32	117	43.772	11.939	8.10	3.21	090306 00.06	2.5	090306 05.10	2.4
5	L'Aquila (Cansano/ Pettorano/ Lettopalena)	090317 01.12	20.07	19	41.981	14.044	8.90	3.98	090329 08.43	3.8	090317 01.12	3.6
6	Ravenna/Forlì- Cesena (Forlì)	090405 20.20	11.26	46	44.247	11.937	28.79	4.62	090405 20.20	4.6	090406 03.33	3.3
7	Terni (Polino, Arrone)	090422 12.32	2.15	8	42.578	12.824	9.39	3.61	090422 12.32	3.6	090424 04.43	1.8
8	L'Aquila (Balsorano/ Villavallelonga)	090512 18.33	53.40	67	41.828	13.617	9.15	3.21	090518 07.05	2.7	090512 18.33	2.5
9	Salerno/Potenza (Colliano/Laviano/ Castelgrande)	090516 05.20	45.59	38	40.756	15.353	12.82	2.85	090518 16.26	2.5	090518 00.01	2.1
10	Bolzano (Glorenza/Stelvio)	090618 22.55	8.19	20	46.653	10.546	10.31	2.75	090618 23.03	2.4	090622 10.02	1.9
11	Terni (San Gemini)	090706 00.49	31.04	86	42.618	12.573	7.67	3.08	090728 18.11	2.2	090729 08.14	2.2
12	Piacenza/Pavia (Ottone/Marsaglia)	090728 15.48	11.33	16	44.693	9.363	4.43	3.48	090728 15.48	3.1	090731 23.39	3.0
13	Forlì/Cesena (Galeata/Civitella/ Santa Sofia)	090729 15.40	11.67	22	43.99	11.892	8.91	2.36	090729 15.40	1.8	090802 15.46	1.6
14	Enna (Valguarnera/ Piazza Armerina)	090731 09.01	8.13	11	37.494	14.372	31.85	2.89	090801 07.28	2.7	090731 09.01	2.0
15	Terni /Rieti (Stroncone/ Colli sul Velino)	090816 07.11	29.76	16	42.479	12.697	8.27	3.23	090816 07.11	3.0	090825 21.46	2.7
16	Firenze (Barberino del Mugello)	090914 20.04	22.33	65	44.035	11.264	7.77	4.33	090914 20.04	4.3	090914 20.15	2.9
17	Perugia (Todi/ Massa Martana/ Acquasparta)	090921 17.07	2.42	10	42.736	12.47	7.26	3.22	090921 22.01	3.1	090921 17.07	2.7
18	Frosinone (Campoli)	090929 11.11	44.10	382	41.743	13.713	10.02	4.16	091008 00.51	3.6	090930 19.52	3.5
19	Fermo/ Macerata (Montappone)	091009 20.57	10.70	41	43.132	13.478	19.71	3.57	091014 19.34	3.1	091014 19.38	2.8
20	Firenze (Firenzuola)	091013 19.44	0.36	15	44.138	11.381	7.82	2.96	091014 04.04	2.6	091013 19.44	2.4
21	Lucca/Modena (Frignano/Garfagnana)	091026 17.45	27.73	43	44.208	10.516	11.50	3.22	091029 09.33	2.8	091029 13.46	2.6
22	Messina/Enna (Troina/Cerami/ Capizzi)	091107 21.26	12.93	15	37.827	14.528	8.77	4.42	091108 06.51	4.4	091108 06.50	3.1
23	Costa calabra orien- tale (25 km a E di Bianco, RC)	091109 18.45	12.44	27	38.07	16.429	9.88	3.29	091110 04.40	2.7	091118 15.48	2.6
24	Modena (Prignano)	091204 18.29	1.52	10	44.405	10.694	26.74	3.42	091204 18.29	2.9	091204 23.43	2.9

n°	Area epicentrale Provincia (Comune)	1°evento	Durata (giorni)	n° ev.	Evento equivalente				Evento di magnitudo massima		Secondo in magnitudo	
		Tempo or.			Lat. N	Lon. E	Prof.	M _L	Tempo or.	M _L	Tempo or.	M _L
25	Lucca/Modena (Frignano/Garfagnana)	091208 02.34	5.74	52	44.21	10.506	12.72	3.41	091208 05.55	2.8	091208 11.19	2.7
26	Perugia (Marsciano)	091215 13.11	1.16	6	43.011	12.272	9.87	4.30	091215 13.11	4.3	091215 16.57	2.2
27	Catania (Bronte)	091218 21.00	12.89	120	37.784	14.955	28.68	4.84	091219 09.01	4.4	091219 05.36	4.3

Tabella 3 Lista dei cluster di eventi individuati nel BSI 2009 con l’algoritmo di Reasenberg [1985] (sono stati esclusi i dati della sequenza dell’aquilano-reatino). La tabella riporta, da sinistra a destra, il numero d’ordine del cluster, il nome dell’area interessata dalla sequenza, il tempo origine del primo evento della sequenza, la durata della sequenza in giorni e decimi di giorno, il numero di eventi associati con magnitudo $M_L \geq 1$, i parametri di un terremoto equivalente che riassume le caratteristiche mediate della sequenza, il tempo origine e la magnitudo dei due eventi maggiori della sequenza. La magnitudo dell’evento equivalente è ottenuta sommando il rilascio di momento sismico totale della sequenza. Abbiamo selezionato i cluster con almeno 10 eventi e almeno un terremoto di magnitudo $M_L \geq 2.5$, i cluster con almeno 20 eventi di qualunque valore di magnitudo, e i cluster con almeno due eventi e almeno un terremoto di magnitudo $M_L \geq 3.5$.

Table 3 List of clusters detected in BSI 2009 with the Reasenberg algorithm [1985] (data from the L’Aquila-Rieti seismic sequence have been removed). The table reports the cluster identification number, the toponym of the area struck by the sequence, the origin time of the first event, the duration of the sequence in days, the number of events in the cluster with magnitude $M_L \geq 1$, the parameters of an equivalent earthquake, the origin time and magnitude of the two major earthquakes in the sequence. The magnitude of the equivalent earthquake is obtained computing the total moment release of the sequence. We selected clusters with at least 10 earthquakes and at least an event of magnitude $M_L \geq 2.5$, clusters with at least 20 events of any value of magnitude, and clusters with at least two earthquakes and at least one earthquake of magnitude $M_L \geq 3.5$.

La provincia di Bolzano è stata interessata nel mese di giugno da una successione di 20 terremoti che hanno raggiunto un valore massimo di magnitudo M_L 2.4 e una profondità media di circa 10 km. La sequenza si colloca tra le località di Malles Venosta e Stelvio (Figura 8, sequenza n° 10 in Tabella 3).

Una piccola sequenza di 16 terremoti è avvenuta tra le province di Piacenza e Pavia, a cavallo dei mesi di luglio e agosto (Figura 9, sequenza n° 12 in Tabella 3). In questo caso l’evento maggiore è stato di magnitudo M_L 3.1 e la profondità media degli ipocentri è risultata inferiore ai 5 km. Le località più vicine agli epicentri sono Ottone e Marsaglia.

In Figura 10 vengono rappresentate 10 sequenze sismiche, tutte ricadenti nella fascia appenninica settentrionale che va dall’Appennino ligure a quello tosco-emiliano (sequenze n° 1, 3, 4, 6, 13, 16, 20, 21, 24 e 25 in Tabella 3).

Nel gennaio, tra le province di Parma e Reggio nell’Emilia, si è registrata la prima sequenza del 2009 (n° 1 in Tabella 3) caratterizzata da 24 eventi (M_L massima 3.1 e profondità media di circa 25 km) compresa tra i comuni di Neviano degli Arduini e Casina. Tali eventi rappresentano in realtà la coda di una sequenza sismica iniziata nel dicembre 2008 [Mele *et al.*, 2010].

Nella provincia di Modena troviamo una piccola sequenza (n° 24 in Tabella 3) di 10 terremoti avvenuti a dicembre 2009 e concentrati nell’arco di una giornata. Gli eventi, localizzati in prossimità del comune di Prignano, sono caratterizzati da un valore massimo di M_L pari a 2.9 e una profondità ipocentrale media di circa 27 km.

Due distinte sequenze, seppur nella stessa zona, hanno interessato le province di Lucca e Modena (n° 21 e 25 in

Tabella 3) tra i comuni di Castiglione di Garfagnana e Pievepelago (Frignano). La prima sequenza (ottobre-novembre) è composta da 43 eventi; dopo una interruzione dell’attività sismica di 16 giorni circa, inizia la seconda sequenza di 52 eventi (dicembre); entrambe sono caratterizzate da una magnitudo massima M_L di 2.8 e da una profondità media di circa 12 km.

Tra settembre e ottobre la provincia di Firenze è stata interessata da due sequenze. La prima (n° 16 in Tabella 3) è avvenuta nella zona di Barberino del Mugello, per la quale l’evento più forte è stato di magnitudo M_L 4.3, i terremoti registrati sono stati 65 e la profondità media di 8 km. La seconda (n° 20 in Tabella 3) è avvenuta circa un mese dopo leggermente più a Nord, in prossimità del comune di Firenzuola; in poco meno di 8 ore sono stati registrati 15 terremoti con magnitudo massima M_L 2.6.

Nel mese di aprile, sono stati registrati 46 eventi tra le province di Ravenna e Forlì - Cesena (n° 6 in Tabella 3), nei pressi del comune di Forlì. L’evento maggiore è stato di magnitudo M_L 4.6; la profondità media della sequenza è stata di 28 km. Sempre nella provincia di Forlì-Cesena, ma in prossimità del comune di Santa Sofia, è avvenuta la sequenza n° 13 (22 terremoti con magnitudo massima M_L 1.8 e profondità media di circa 9 km).

Due le sequenze avvenute nella provincia di Arezzo riportate in Figura 10: la prima è avvenuta a febbraio tra i comuni di Caprese Michelangelo e Sansepolcro (n° 3 in Tabella 3), con 76 eventi, magnitudo massima M_L 3.0 e profondità media di circa 9 km; la seconda a marzo, tra Bibbiena e Verghereto (n° 4 in Tabella 3), con 117 eventi, magnitudo massima M_L 2.5 e profondità media di circa 8 km.

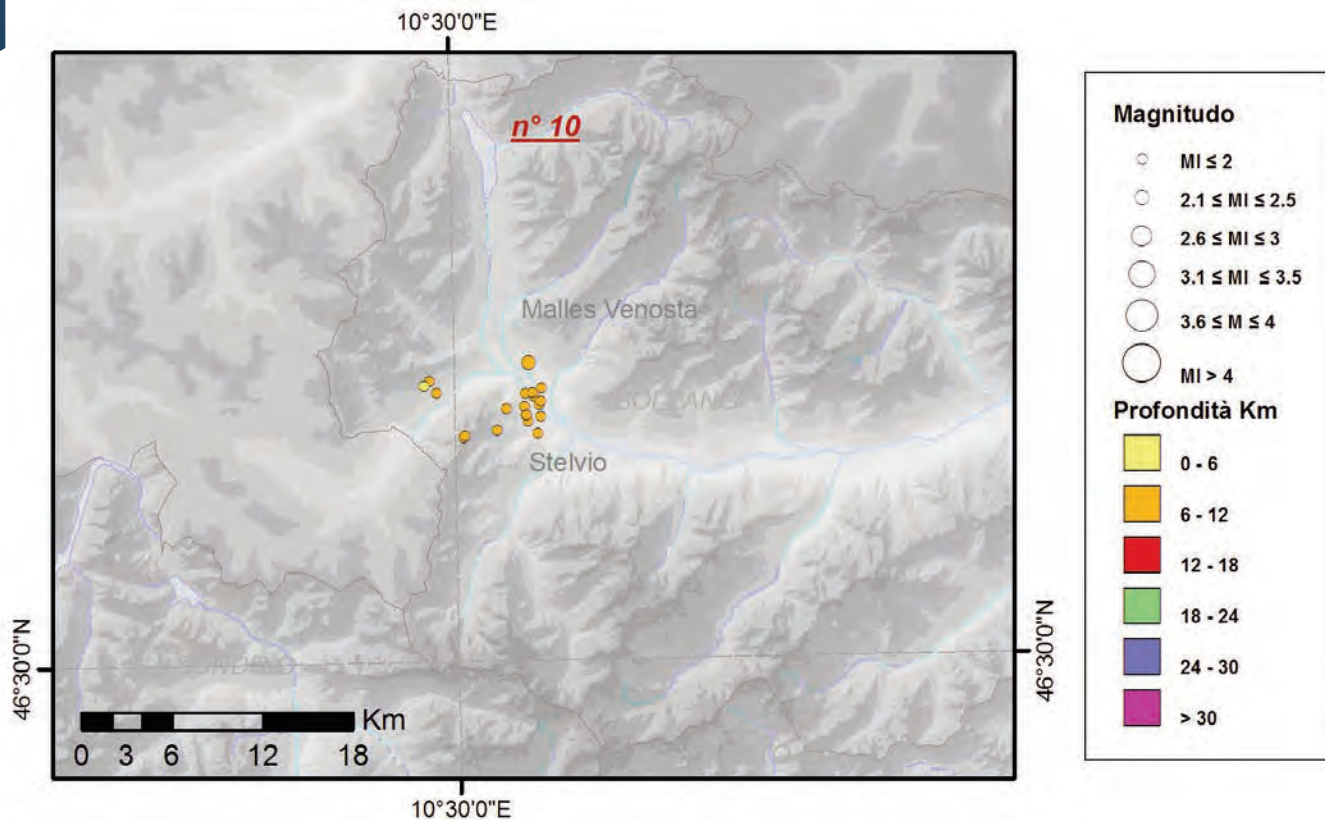


Figura 8 Cluster di terremoti avvenuti nella provincia di Bolzano tra le località di Malles Venosta e Stelvio nel giugno del 2009.
Figure 8 Cluster of earthquakes occurred in the province of Bolzano, between the sites of Malles Venosta and Stelvio, in June 2009.

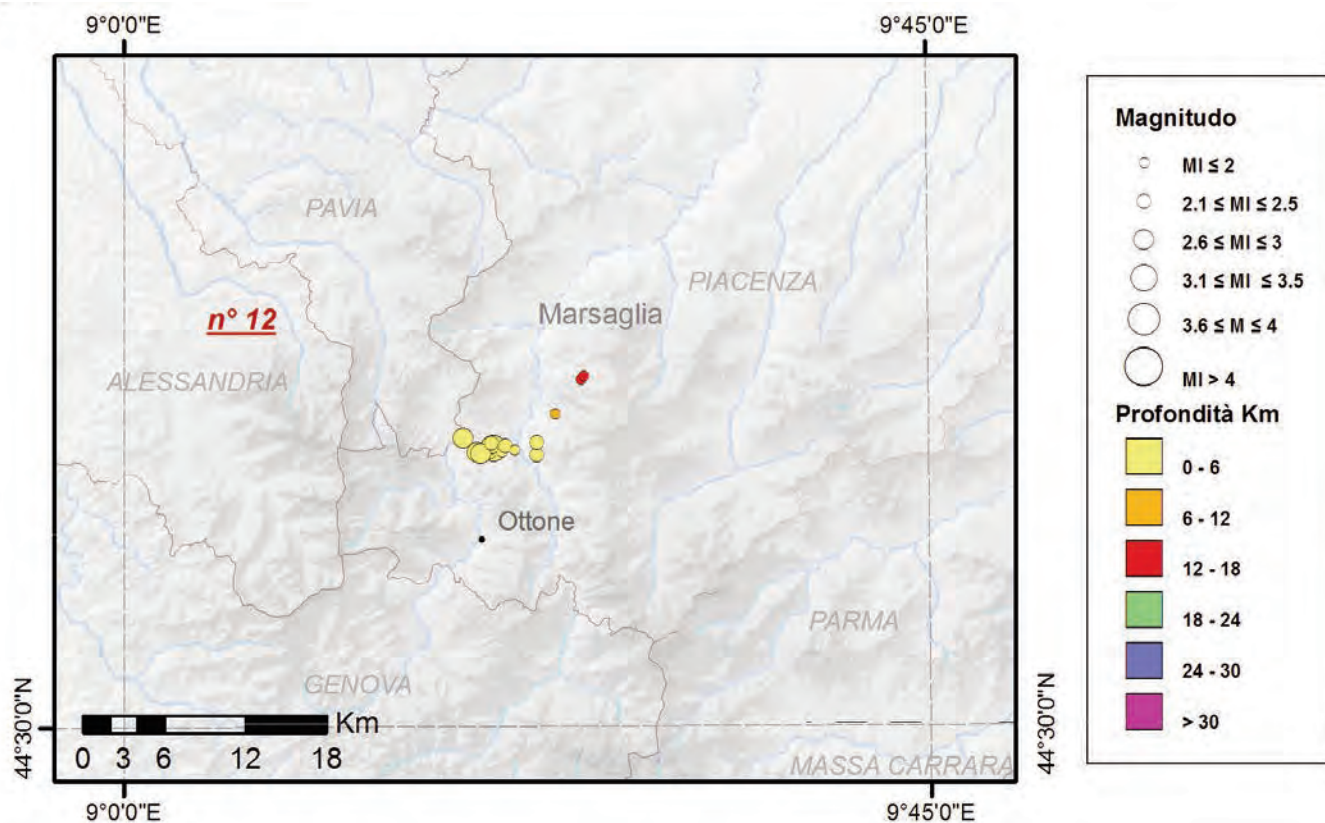


Figura 9 Cluster di terremoti avvenuti nelle province di Piacenza e Pavia tra le località di Ottone e Marsaglia nei mesi di luglio e agosto del 2009.
Figure 9 Cluster of earthquakes occurred in the provinces of Piacenza and Pavia, between the sites of Ottone and Marsaglia, in July and August 2009.

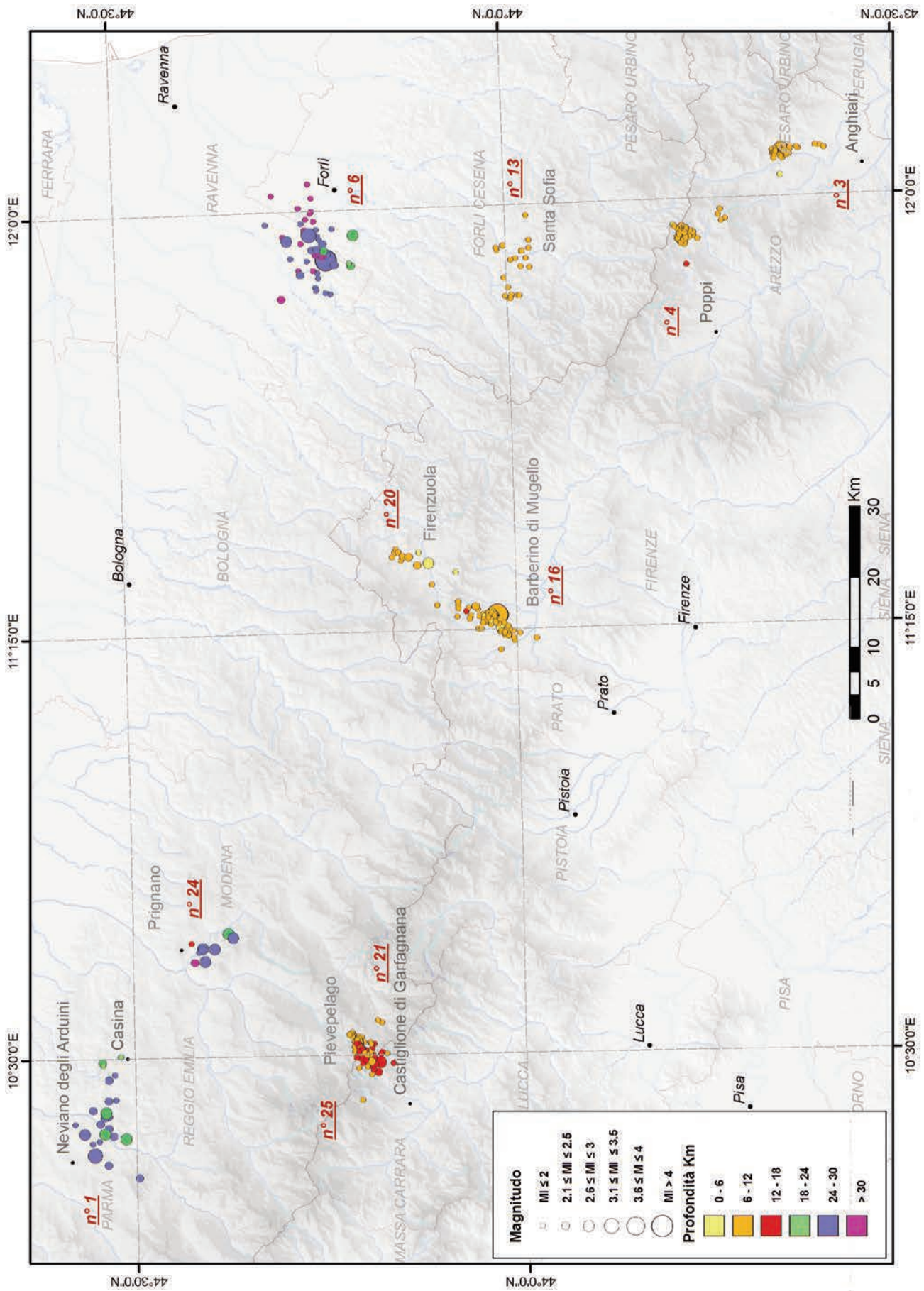


Figura 10 Sequenze sismiche avvenute nell'Appennino settentrionale nel corso del 2009.
 Figure 10 Seismic sequences occurred in the northern Apennines during 2009.

È da evidenziare come le profondità ipocentrali delle sequenze riportate in Figura 10 risultino ben compatibili con una ipotesi di subduzione della placca adriatica al di sotto della catena appenninica settentrionale, in particolare in concomitanza delle strutture transtensive, compressive e transpressive del fronte appenninico stesso [Zolezzi F. *et al.*, 2002].

Nella Figura 11 sono rappresentate le 7 sequenze sismiche avvenute nell'Appennino umbro-marchigiano (sequenze n° 2, 7, 11, 15, 17, 19 e 26 in Tabella 3).

La sequenza n° 19 (Figura 11) è avvenuta nel mese di ottobre, nelle provincie di Ascoli Piceno e Macerata, tra i comuni di Caldarola e Sarnano (41 eventi, magnitudo massima M_L 3.1 e profondità media di circa 20 km).

Ben tre sequenze hanno interessato la provincia di Perugia. La n° 2 è una breve successione di 12 terremoti occorsi a gennaio, in meno di tre giorni, nei pressi di Colfiorito, a Sud di Nocera Umbra, con una magnitudo massima M_L 3.1 e una profondità media di 6 km; la n° 26 (dicembre) pur essendo composta di soli 6 terremoti totali, con profondità media di circa 10 km, ha registrato un significativo evento di magnitudo M_L 4.3 nei pressi di Marsciano [Arcoraci L. *et al.*, 2010]; in settembre si è verificata poco a Sud di Todi e Massa Martana la n° 17, con M_L massima 3.1 e profondità media di circa 7 km.

Sono avvenute tre sequenze anche nella provincia di Terni: una molto breve, in aprile, tra Polino e Arrone (n° 7, M_L massima 3.6 e profondità media di circa 9 km) per un totale di 8 terremoti; una in luglio (86 eventi in circa un mese) che si è sviluppata in prossimità del comune di San Gemini (n° 11, M_L massima 2.2 e profondità media di circa 8 km); infine la n° 15 vicina al comune di Stroncone (M_L massima 3.0 e profondità media di poco più di 8 km) nel mese di agosto. In Figura 12 vengono rappresentate le 3 sequenze sismiche avvenute nell'Appennino laziale-abruzzese (sequenze n° 5, 8, 18 in Tabella 3) escludendo la sequenza del 6 aprile che sarà trattata nel paragrafo 4. Due sequenze hanno interessato la provincia dell'Aquila: la prima nel mese di marzo a sud del comune di Sulmona (n° 5, M_L massima 3.8 e profondità media di 9 km) comprendente 19 terremoti; la seconda, iniziata nel mese di maggio, e protrattasi fino a luglio, vicino al comune di Villavallelonga per un totale di 67 terremoti

(n° 8, M_L massima 2.7 e profondità media di 9 km).

L'ultima sequenza della Figura 12 ha riguardato la provincia di Frosinone (n° 18) presso Campoli (tra Sora e Pescasseroli). Si è trattato di una sequenza particolarmente lunga (382 terremoti in circa quarantacinque giorni) che, pur non raggiungendo particolari valori di magnitudo (M_L massima 3.6 e profondità media di circa 10 km) ha destato molta apprensione e attenzione da parte della popolazione locale, in particolar modo nel comune di Sora.

La Figura 13 mostra la sequenza avvenuta al confine tra le provincie di Salerno e Potenza, nei pressi dei comuni di Colliano, Laviano e Castelgrande per un totale di 38 terremoti (n° 9, M_L massima 2.5 e profondità media di 13 km).

Nella Figura 14 sono rappresentate le 4 sequenze verificatesi in Calabria e Sicilia nel 2009 (n° 14, 22, 23 e 27 in Tabella 3). In Calabria abbiamo registrato nel 2009 una sola sequenza, che si è verificata in mare nel mese di novembre a largo della costa di fronte al comune di Bovalino (RC). Si tratta della sequenza n° 23 composta da 27 terremoti con M_L massima 2.7 e profondità media di circa 10 km.

In Sicilia sono avvenute tre sequenze: nel mese di dicembre vicino al comune di Bronte in provincia di Catania, sul versante nord-ovest dell'Etna, si sono verificati 120 terremoti in meno di tredici giorni (n° 27, M_L massima 4.4 e profondità media di circa 29 km). Nel mese di novembre nelle provincie di Messina ed Enna, tra i comuni di Troina, Cerami e Capizzi, troviamo la sequenza n° 22 (M_L massima 4.4 e profondità media di circa 9 km). Infine nel mese di luglio, sempre nella provincia di Enna, tra i comuni di Enna e Piazza Armerina, troviamo la sequenza, tra quelle prese in considerazione, che ha evidenziato la profondità media maggiore di tutto il 2009 (n° 14, M_L massima 2.7 e profondità media di circa 31 km) per un totale di 11 terremoti.

3.3 Sismicità diffusa

L'Appennino umbro-marchigiano è uno dei settori del territorio italiano caratterizzati dall'attività sismica più frequente. Le difficoltà nell'individuare in questa zona delle sequenze specifiche è stata già messa in evidenza nel BSI del 2008. Abbiamo preferito escludere dal numero delle sequenze due raggruppamenti di terremoti individuati in quest'area tramite l'algoritmo di Reasenberg [1985]; que-

Area epicentrale Provincia (Comune)	1°evento	Durata (giorni)	n° ev.	Evento equivalente				Evento di magnitudo massima		Secondo in magnitudo	
	Tempo or.			Lat. N	Lon. E	Prof.	M_L	Tempo or.	M_L	Tempo or.	M_L
Perugia/Macerata/ Ascoli Piceno/Rieti	090509 10.46	117.45	211	42 54.84	12 58.85	10.05	3.34	090628 08.29	2.4	090723 03.57	2.4
Perugia/Macerata/ Ascoli Piceno/Rieti	090909 14.57	34.93	23	42 53.59	13 03.32	9.33	2.26	090928 07.57	1.6	090924 18.51	1.4

Tabella 4 Lista dei cluster di eventi individuati nella zona di Perugia, Macerata, Ascoli Piceno e Rieti nel BSI 2009.
Table 4 List of clusters detected near Perugia, Macerata, Ascoli Piceno and Rieti from the BSI 2009.

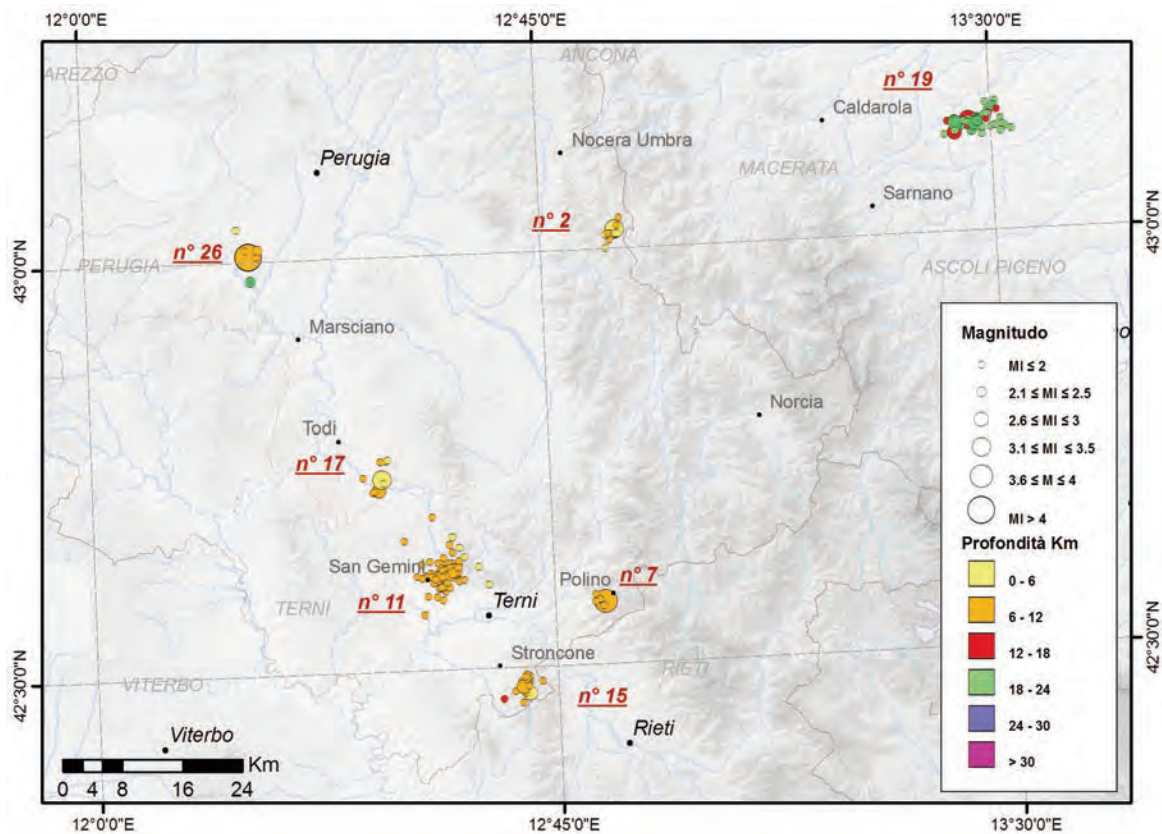


Figura 11 Sequenze sismiche avvenute nel 2009 nell'Appennino umbro-marchigiano.
 Figure 11 Seismic sequences occurred in the Umbria-Marche region during 2009.

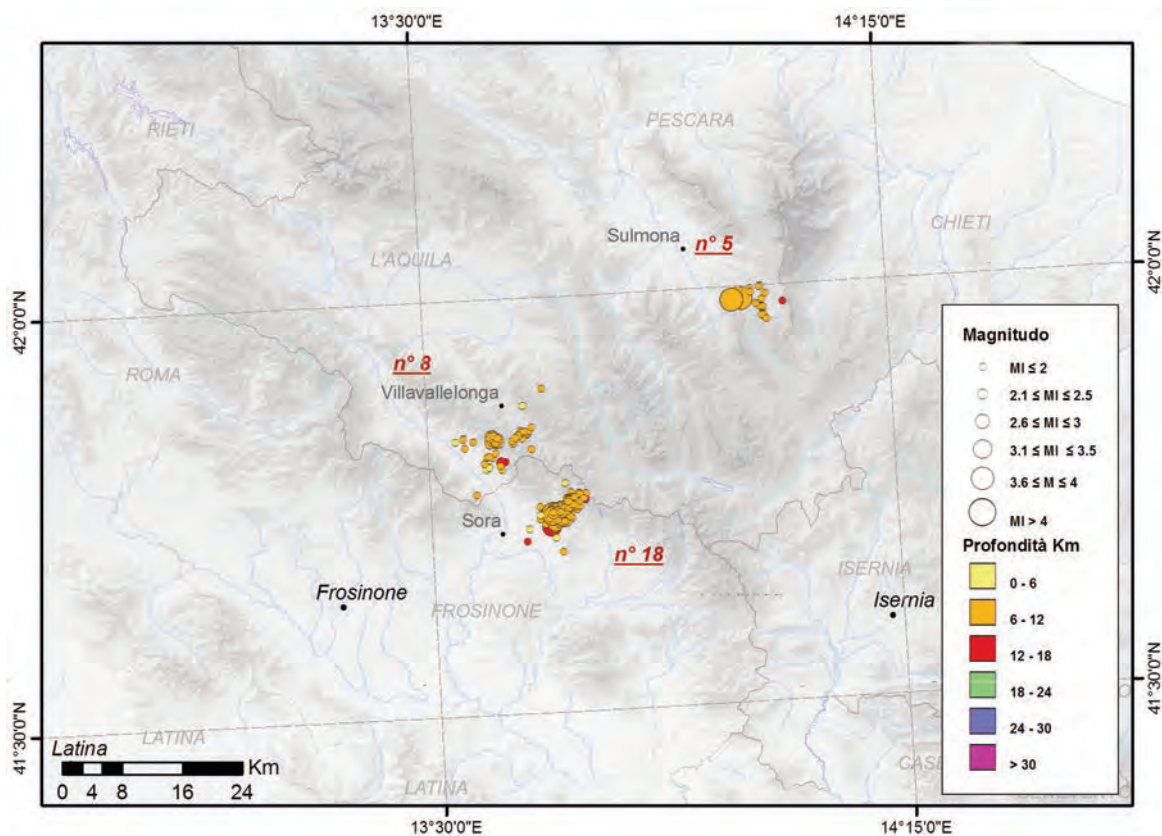


Figura 12 Sequenze sismiche avvenute nel 2009 nell'area laziale-abruzzese a Sud dell'Aquila.
 Figure 12 Seismic sequences occurred in the Lazio and Abruzzo region, South of L'Aquila, during 2009.

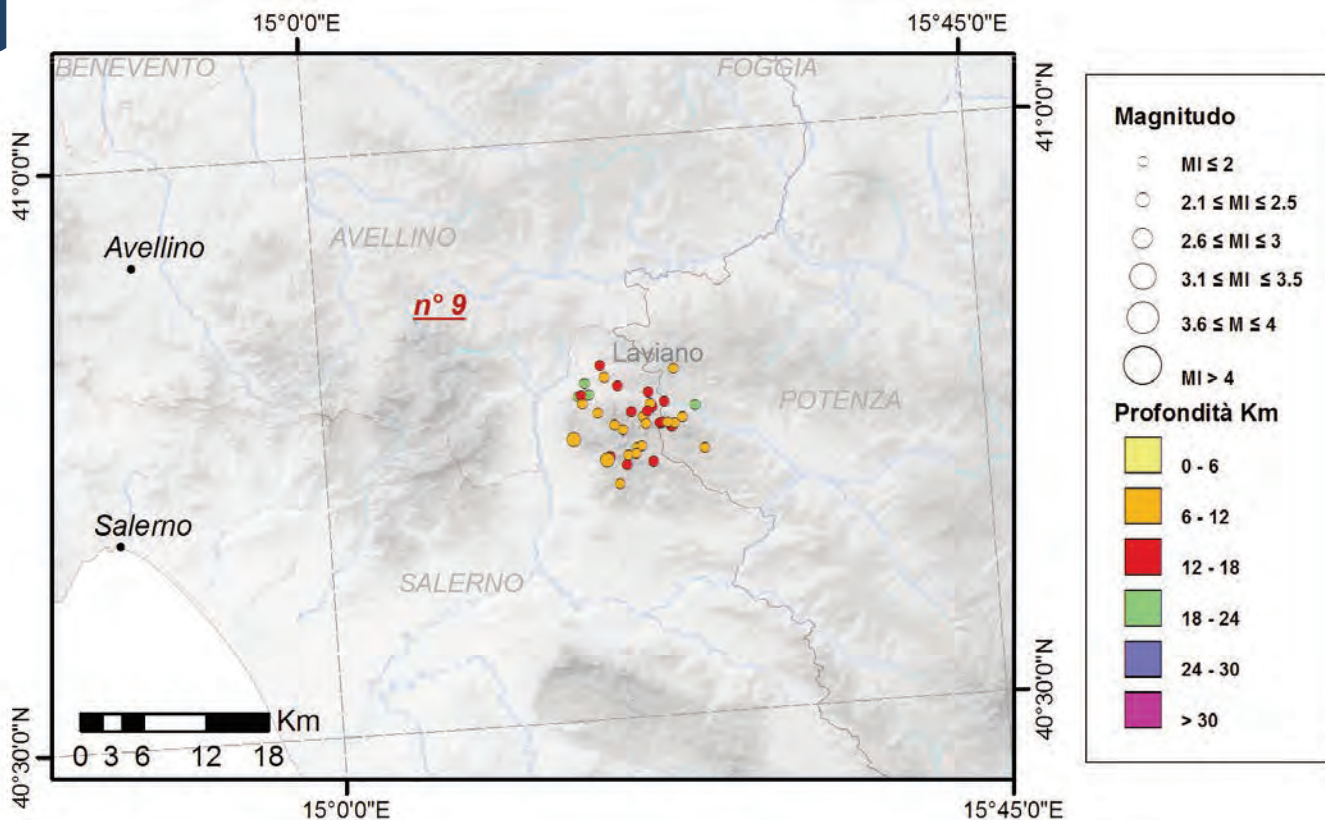


Figura 13 Cluster di terremoti avvenuti nei mesi di maggio e giugno del 2009 al confine tra le province di Salerno e Potenza, in prossimità dei comuni di Laviano, Colliano e Castelgrande.

Figure 13 Cluster of earthquakes occurred near the towns of Laviano, Colliano and Castelgrande, at the border region between the provinces of Salerno and Potenza, in May and June 2009.

sto perché sebbene i due cluster (indicati in tabella 4 e figura 15) mostrino un apparente inizio della sismicità a maggio, in realtà i terremoti accaduti nell’area compresa tra Nocera Umbra a Nord e Norcia a Sud ricoprono l’intero arco temporale del 2009. La magnitudo della sismicità osservata è vicina o inferiore alla magnitudo minima di completezza M_c nell’area e l’apparente aumento di sismi-

cità avvenuto in maggio potrebbe essere attribuito ad un aumento della capacità di detezione dei terremoti di piccola magnitudo, dovuta al maggior numero di strumenti installati nell’Appennino centrale in aprile, dopo il terremoto dell’Aquila.

Tutto ciò è osservabile nella Figura 15 e nella Tabella 4 che riporta i dati delle due “sequenze” individuate nell’area.

N.	Data	Ora (UTC)	Lat (N)	Lon (E)	Dep (km)	ML	Mw-QRCMT
1	2009-04-06	01:32:40.40	42.342	13.380	8.3	5.9	6.3
2	2009-04-06	23:15:36.76	42.463	13.385	9.7	5.0	5.1
3	2009-04-07	17:47:37.34	42.303	13.486	17.1	5.4	5.6
4	2009-04-09	00:52:59.69	42.489	13.351	11.0	5.1	5.4
5	2009-04-09	19:38:16.90	42.504	13.350	9.3	5.0	5.3
6	2009-04-13	21:14:24.47	42.498	13.377	9.0	5.0	5.1

Tabella 5 Terremoti della sequenza sismica dell’aquilano-reatino con magnitudo $M_L \geq 5.0$.

Table 5 Earthquakes of L’Aquila-Rieti seismic sequence with $M_L \geq 5.0$.

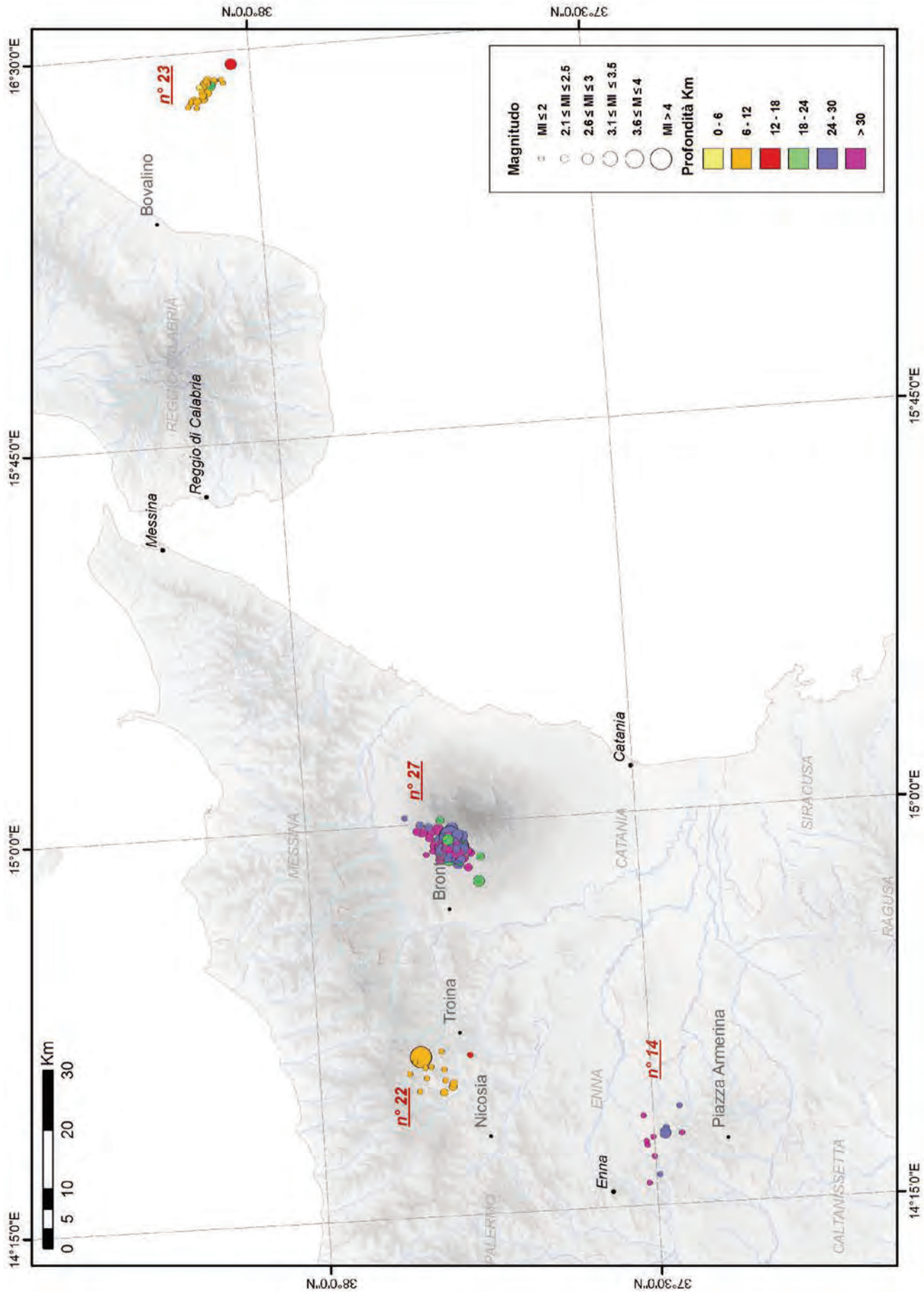


Figura 14 Sequenze sismiche avvenute nel 2009 in Calabria e Sicilia.
 Figure 14 Seismic sequences occurred in the Calabria and Sicily area during 2009.

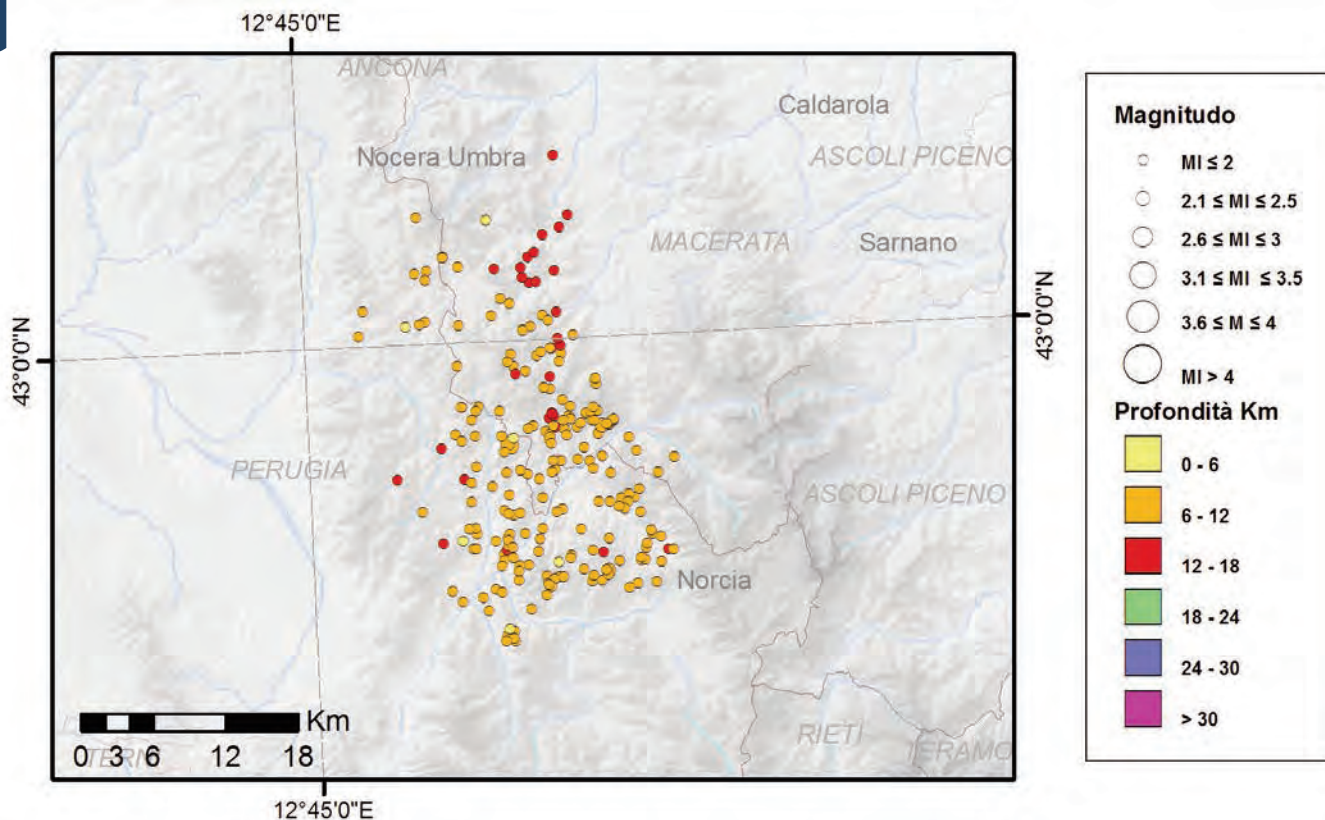


Figura 15 Clusterizzazione di eventi a piccola magnitudo dal BSI 2009, ai confini tra le province di Perugia, Macerata, Ascoli Piceno e Rieti.
Figure 15 Clustering of low magnitude earthquakes extracted from the BSI 2009, at the border between the provinces of Perugia (Umbria), Macerata and Ascoli Piceno (Marche) and Rieti (Latium).

4. La sequenza sismica dell'aquilano-reatino

Nel gennaio 2009 è iniziata una sequenza sismica nell'area dell'aquilano-reatino, con uno sciame che ha prodotto fino alla sera del 5 aprile circa 320 scosse localizzate nel BSI, di cui circa 70 di M_L maggiore o uguale a 2.0, con evento di magnitudo massima M_L 4.1 (Mw 4.4) avvenuto il 30 marzo 2009 (Figura 16).

Ricordiamo però che Chiaraluce *et al.* [2011], facendo uso di un algoritmo di triggering molto sensibile e di criteri di selezione dei segnali specifici per la configurazione della Rete Sismica Nazionale nell'aquilano, hanno individuato nel-

l'area oltre 1700 *foreshocks* dei quali circa 600 ben localizzabili. Le scosse riportate dal BSI erano prevalentemente localizzate a 3-4 km a SW della città dell'Aquila.

Il 6 aprile alle ore 01:32 UTC un evento di M_L 5.9 (Mw 6.3 MedNet QRCMT), localizzato ad una profondità ipocentrale di 8.3 km, ha colpito L'Aquila e molti paesi dell'Abruzzo causando danni ingenti e 309 vittime.

Le repliche principali (Tabella 5) sono avvenute il 7 aprile alle 17:47 UTC di magnitudo M_L 5.4 (Mw 5.6), localizzata nella valle dell'Aterno, circa 10 km a SE della scossa principale, e il 9 aprile alle 00:52 UTC di magnitudo M_L 5.1 (Mw 5.4), localizzata 2 km a Sud del lago di Campotosto, circa 16

Area epicentrale Provincia (Comune)	1°evento	Durata (giorni)	n° ev.	Evento equivalente				Evento di magnitudo massima		Secondo in magnitudo	
	Tempo or.			Lat. N	Lon. E	Prof.	M_L	Tempo or.	M_L	Tempo or.	M_L
L'Aquila	090326 02.10	279.07	15399	42 21.58	13 25.59	9.61	6.21	090406 01.32	5.9	090407 17.47	5.4
Rieti	090621 16.31	101.54	1416	42 34.60	13 12.21	10.6	4.51	090625 21.00	3.9	090626 07.14	3.5

Tabella 6 Caratteristiche principali delle sequenze dell'aquilano e reatino individuate con l'algoritmo di Reasenber.
Table 6 Clusters detected with the Reasenber algorithm in the L'Aquila and Rieti area.

km a Nord del punto di enucleazione dell'evento principale. La maggior parte delle repliche risulta concentrata in tre distinte aree individuate dagli eventi di magnitudo massima (Tabella 5). Le zone dell'aquilano, della bassa Valle dell'Aterno e, più a Nord, nei pressi di Campotosto si sono attivate nell'arco dei due giorni successivi alla scossa principale.

Nel corso del 2009 il complesso sistema di faglie ha generato oltre 18000 eventi localizzati nel BSI (Figura 17). Fanno parte di questi circa 2000 terremoti verificatisi nella zona dei Monti Reatini, a partire dal giugno 2009, tra i comuni di Montereale e Cittareale. In quest'area l'evento di massima magnitudo (M_L 3.9) è avvenuto il 25 giugno 2009 alle ore 21:00 UTC, localizzato 6 km a SSE di Cittareale.

La sequenza sismica aquilano-reatina è continuata per tutto il 2010 con altri 3700 eventi circa; di questi, circa 1900 sono avvenuti in due aree dei Monti Reatini diverse da quella attivata nel giugno del 2009.

I dati del BSI dall'ottobre 2008 all'aprile 2009 (primo mese della sequenza) sono stati rilocalizzati da Di Luccio *et al.* [2010] utilizzando la tecnica HypoDD [Waldhauser and Ellsworth, 2000]. Le profondità ricalcolate in questo modo variano tra 5 e 12 km nella zona dell'aquilano e nella bassa Valle dell'Aterno. Anche Chiarabba *et al.* [2009] hanno rilocalizzato circa un mese di dati utilizzando il codice HYPOE-LIPSE [Lahr, J.C., 1989] ed un modello di velocità 1D. In questo lavoro le profondità ipocentrali degli eventi più forti (magnitudo ≥ 4.0) sono comprese tra gli 8 ed i 15 km ad esclusione del terremoto del 7 aprile (n° 3 in Tabella 5) che risulta più profondo. Vari autori mettono in evidenza una variazione statisticamente significativa del rapporto tra la velocità delle onde P e la velocità delle onde S sia prima della scossa principale [Di Luccio *et al.*, 2010] che nelle settimane successive [Di Luccio *et al.*, 2010; Lucente *et al.*, 2010; Chiaraluce *et al.*, 2011]. In Tabella 6 sono riassunte le caratteristiche della sequenza individuate con l'algoritmo di Reasenberg [1985].

Come precedentemente riportato (Figura 5) la fase di revisione del BSI 2009 ha prodotto, nell'aquilano-reatino, circa 7000 eventi in più rispetto a quelli localizzati durante il Servizio di Sorveglianza Sismica nella Sala Operativa si Roma (circa 4000 eventi in più nel solo mese di aprile). La

revisione ha riguardato anche la stima della M_L . In particolare la magnitudo di 3 eventi, sottostimata in precedenza, è risultata pari o maggiore a 5.0 a seguito della revisione (eventi 2, 5 e 6 in Tabella 5).

Nella Figura 18 viene mostrata la distribuzione cumulata e non cumulata degli eventi avvenuti nel corso del 2009 nell'aquilano. La magnitudo minima di completezza M_c è stata calcolata con il metodo della massima verosimiglianza utilizzando il software ZMAP [Wiemer, 2001] ed è pari a 1.6, con un valore di $b = 0.992 \pm 0.01$ e $a = 5.5$.

La Figura 19 mostra l'andamento della magnitudo di completezza M_c degli eventi della sequenza aquilano-reatina nel corso del 2009. Si può osservare che prima dell'evento del 6 aprile il valore della M_c è piuttosto alto (circa 2.4) a causa dei pochi dati a disposizione. Immediatamente dopo il *main-shock* il valore di M_c aumenta ulteriormente (probabilmente a causa del mascheramento della sismicità a piccola magnitudo dovuta all'altissima attività sismica delle prime ore dopo la scossa principale); tale valore diminuisce gradualmente nei giorni e settimane successivi, fino a M_c 1.2, nel periodo primavera-estate a causa dell'installazione di 9 stazioni sismiche telemetrate della rete mobile (Re.Mo.Tel; si veda l'Allegato B per l'elenco completo e Margheriti *et al.*, 2010).

I dati di queste stazioni, direttamente trasmessi via satellite, e disponibili nella sala di monitoraggio sismico di Roma, sono confluiti successivamente nel BSI. Dal mese di settembre la magnitudo minima di completezza M_c è aumentata gradualmente fino ad attestarsi intorno al valore di 1.6 che rappresenta un valore medio significativo per l'anno 2009 (Figura 19).

La Figura 20 mostra l'andamento spazio-temporale nel corso del 2009 della sequenza sismica dell'aquilano-reatino. Sulle ordinate è rappresentata la latitudine di ogni terremoto, mentre sulle ascisse il tempo è rappresentato in giorni. Si nota come i *foreshocks* si concentrano quasi tutti a pochi chilometri dalla città dell'Aquila, con alternanza di giorni in cui l'attività è maggiore ad altri in cui è scarsa o nulla. È evidente l'attività immediatamente precedente il *main-shock*, durata alcuni giorni. Immediatamente dopo il terremoto del 6 aprile l'attività sismica è praticamente continua su tutto il fronte a Nord e a Sud della città.

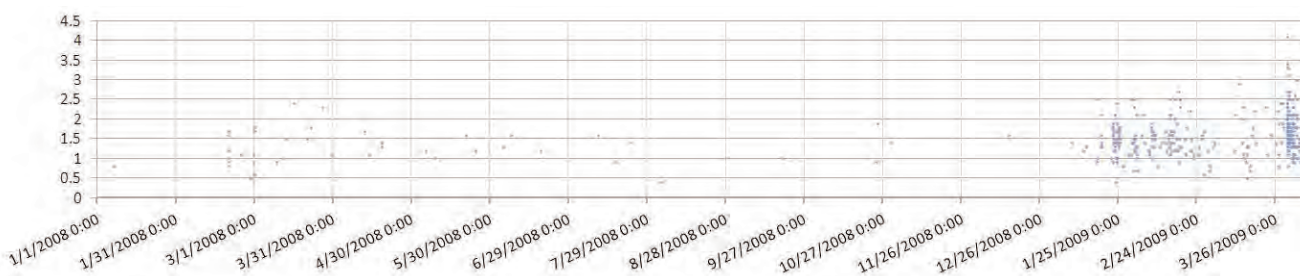


Figura 16 Andamento temporale dello sciame sismico dell'aquilano che ha preceduto l'evento del 6 aprile 2009.
Figure 16 Temporal distribution of L'Aquila seismic swarm that preceded the event of April 6th 2009.

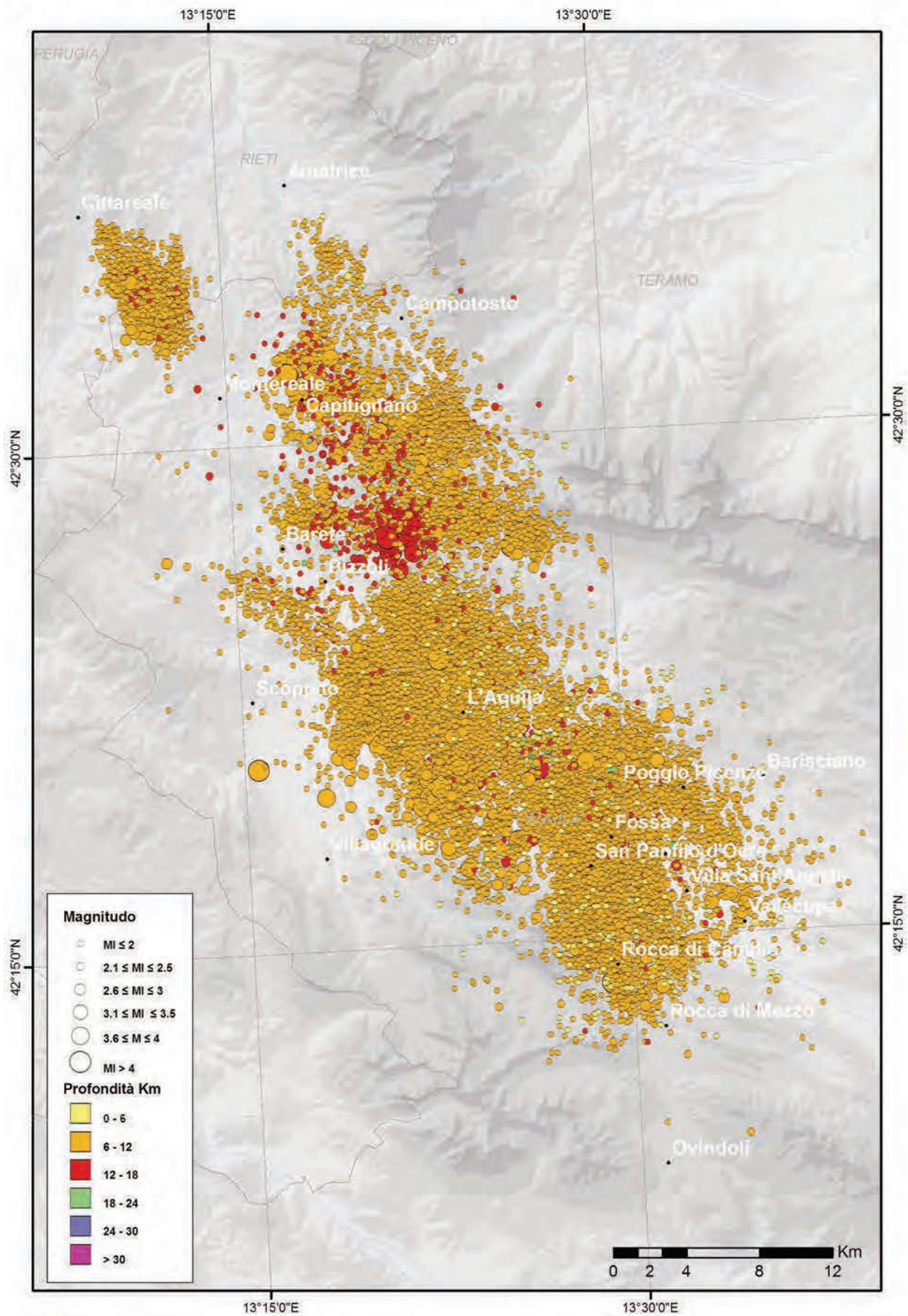
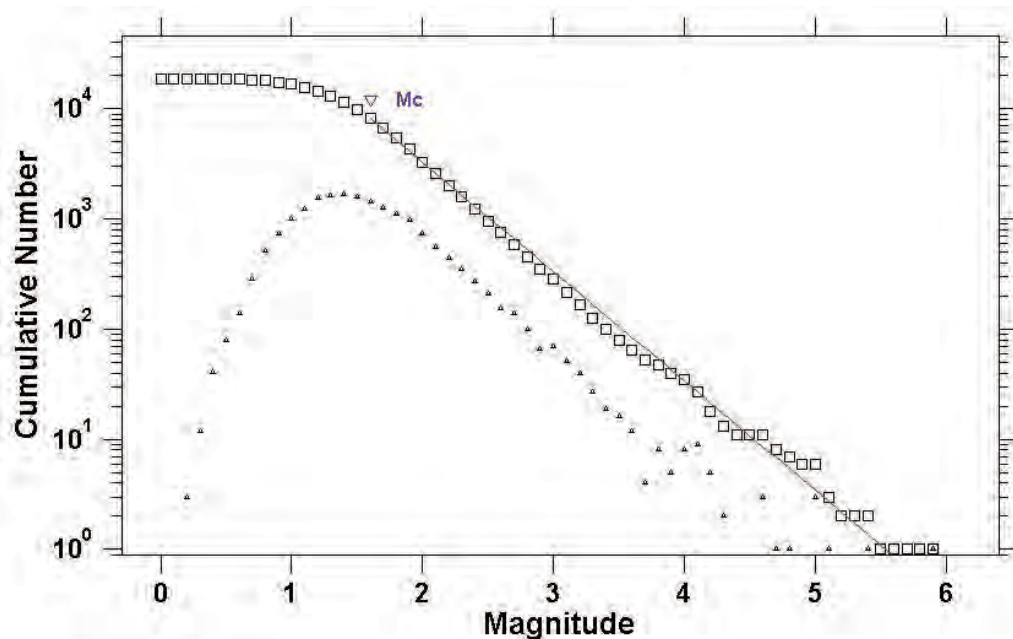


Figura 17 Distribuzione della sismicità della sequenza aquilana e reatina (BSI 2009).
 Figure 17 Distribution of seismicity associated with the L'Aquila and Rieti sequence (BSI 2009).



Maximum Likelihood Solution
 b-value = 0.992 +/- 0.01, a value = 5.5, a value (annual) = 5.5
 Magnitude of Completeness = 1.6

Figura 18 Gutenberg-Richter cumulata (quadrati) e non- cumulata (triangoli) della sequenza sismica dell'aquilano-reatino nel 2009. I valori di a, b e Mc sono stati calcolati utilizzando il software ZMAP [Wiemer, 2001].

Figure 18 Cumulative (squares) and non-cumulative (triangles) Gutenberg-Richter distribution of the L'Aquila-Rieti seismic sequence in 2009. The values of a, b and Mc were calculated using the software ZMAP [Wiemer, 2001].

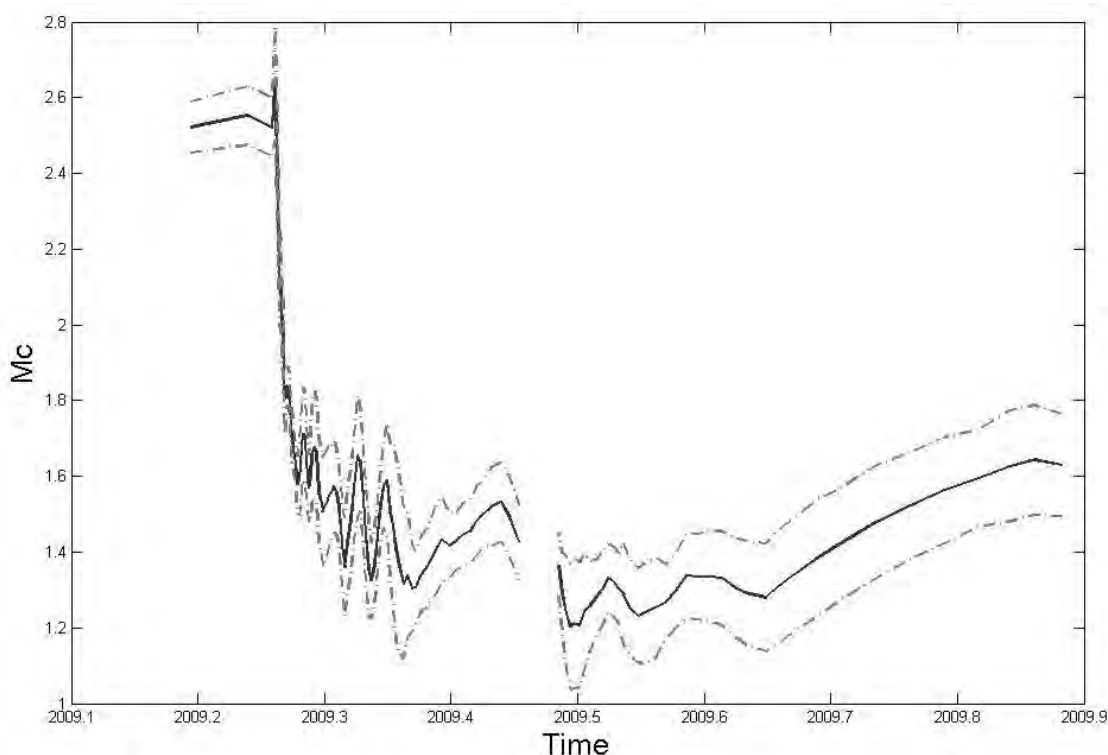


Figura 19 Andamento della magnitudo di completezza Mc (linea continua) e del relativo intervallo di confidenza al 95% (linee tratteggiate) della sequenza sismica aquilano-reatina nel 2009 (il tempo è espresso in anni e decimi di anno).

Figure 19 Variation of the magnitude of completeness Mc (continuous line) and its 95% confidence interval (dashed lines) during the seismic sequence of L'Aquila-Rieti in 2009 (time is expressed in years and tenths of a year).

La figura 21 mostra la sismicità di tre settimane, a partire dalla settimana precedente il 6 Aprile. Si nota una propagazione verso Nord dell'attività sismica, immediatamente successiva al *mainshock*, con una velocità quantificabile tra

quattro e cinque centesimi di grado al giorno, equivalenti a circa 4-5 chilometri al giorno; l'intero fronte di circa 40 chilometri, tra 42.2 N e 42.6 N, risulta attivato completamente dall'11 aprile.

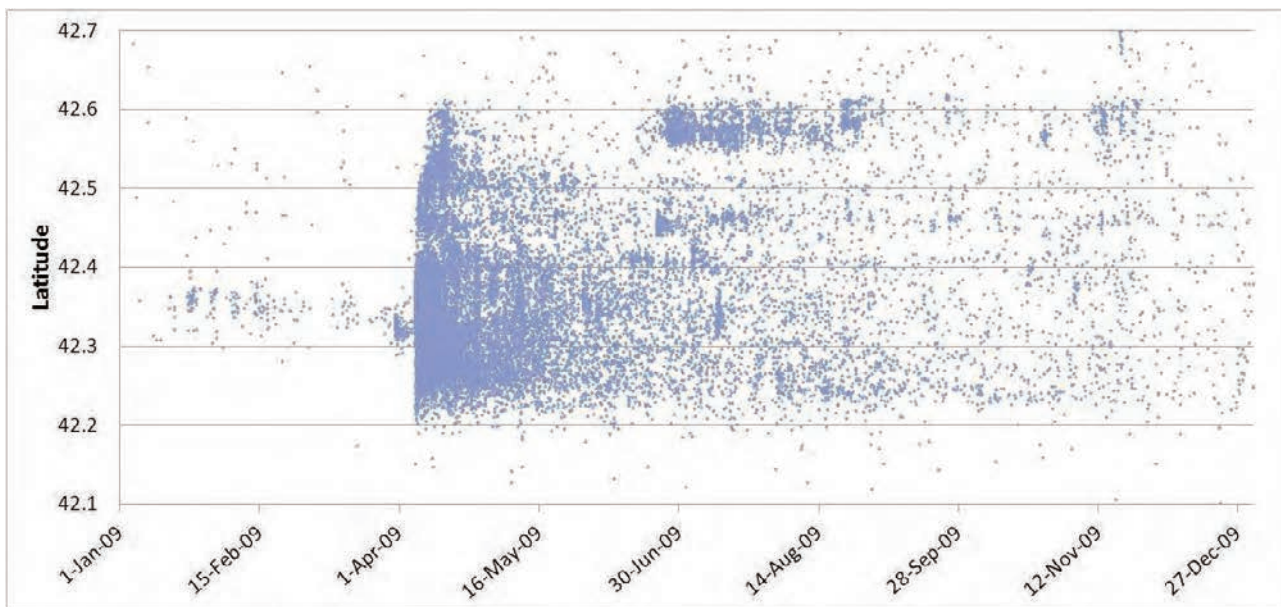


Figura 20 Andamento spatio-temporale della sequenza sismica dell'aquilano-reatino nel corso del 2009.
Figure 20 Space-time distribution of L'Aquila-Rieti seismic sequence during 2009.

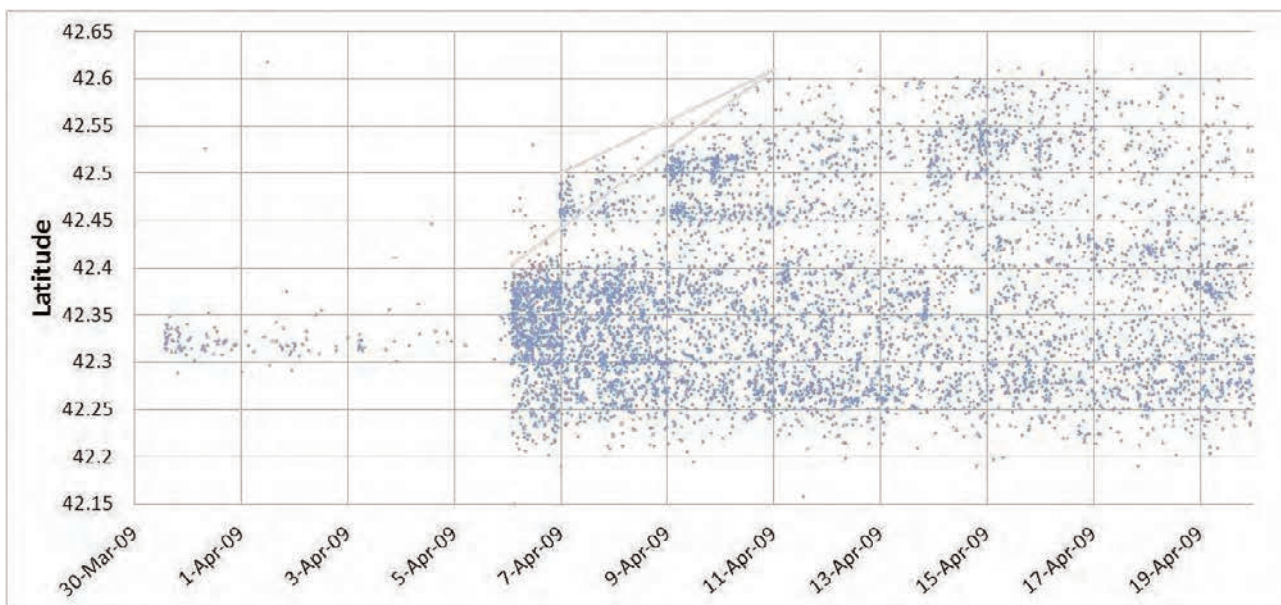


Figura 21 Distribuzione spatio-temporale della sismicità nell'area aquilano-reatina durante 21 giorni a partire dal 30 marzo 2009. Il grafico evidenzia una propagazione verso Nord dell'attività sismica successiva al 6 aprile con una velocità stimata di 4-5 km al giorno.
Figure 21 Space-time distribution of seismicity in the L'Aquila-Rieti area, since March 30, 2009. The plot shows a northward propagation of seismic activity after April 6th, with an estimated velocity of 4-5 km per day.

5. Esplosioni in cava

L'attività estrattiva è largamente diffusa in Italia. Il confronto tra sismicità diurna e sismicità notturna permette di individuare facilmente le aree in cui l'estrazione è legata a scoppi in cava [Wiemer and Baer, 2000]. Già Mele *et al.* [2010] misero in evidenza che circa il 9% degli eventi localizzati nel BSI 2008 avevano origine antropica; oltre il 95% di questi eventi aveva nel 2008 magnitudo inferiore a 2.2. La figura 22 mostra la distribuzione in magnitudo, nelle ore del giorno e nei giorni della settimana, degli eventi di 14 aree con attività estrattiva nel periodo da gennaio 2008 a settembre 2010 [Mele *et al.*, 2010].

L'attività estrattiva richiede una analisi dettagliata della posizione delle sorgenti, soprattutto in superficie; il confronto di annualità successive del BSI permette di individuare piccole variazioni nel posizionamento di alcune cave,

a seguito dell'abbandono di vecchi siti già sfruttati in favore di nuove coltivazioni.

Ogni gruppo di terremoti in area di cava viene analizzato separatamente per verificare che la maggiore sismicità diurna non sia dovuta ad una eventuale sequenza sismica (cioè ad eventi concentrati in ore diurne di uno stesso giorno). L'osservazione della distribuzione degli eventi per ogni singola cava in funzione della magnitudo, dell'ora del giorno e del giorno della settimana, permette di individuare caratteristiche peculiari degli scoppi. In pratica la sola sismicità notturna, unita alla sismicità delle giornate non lavorative, permette di definire un livello medio di sismicità di fondo attribuibile all'area. Si suppone invece la presenza di attività estrattiva nelle ore in cui il numero di eventi si discosta dal numero medio notturno. In alcune cave gli scoppi sono limitati al solo mezzogiorno, in altre le attività esplosive avvengono solo dopo le 18, a fine turno lavorativo, in altre ancora solo la mat-

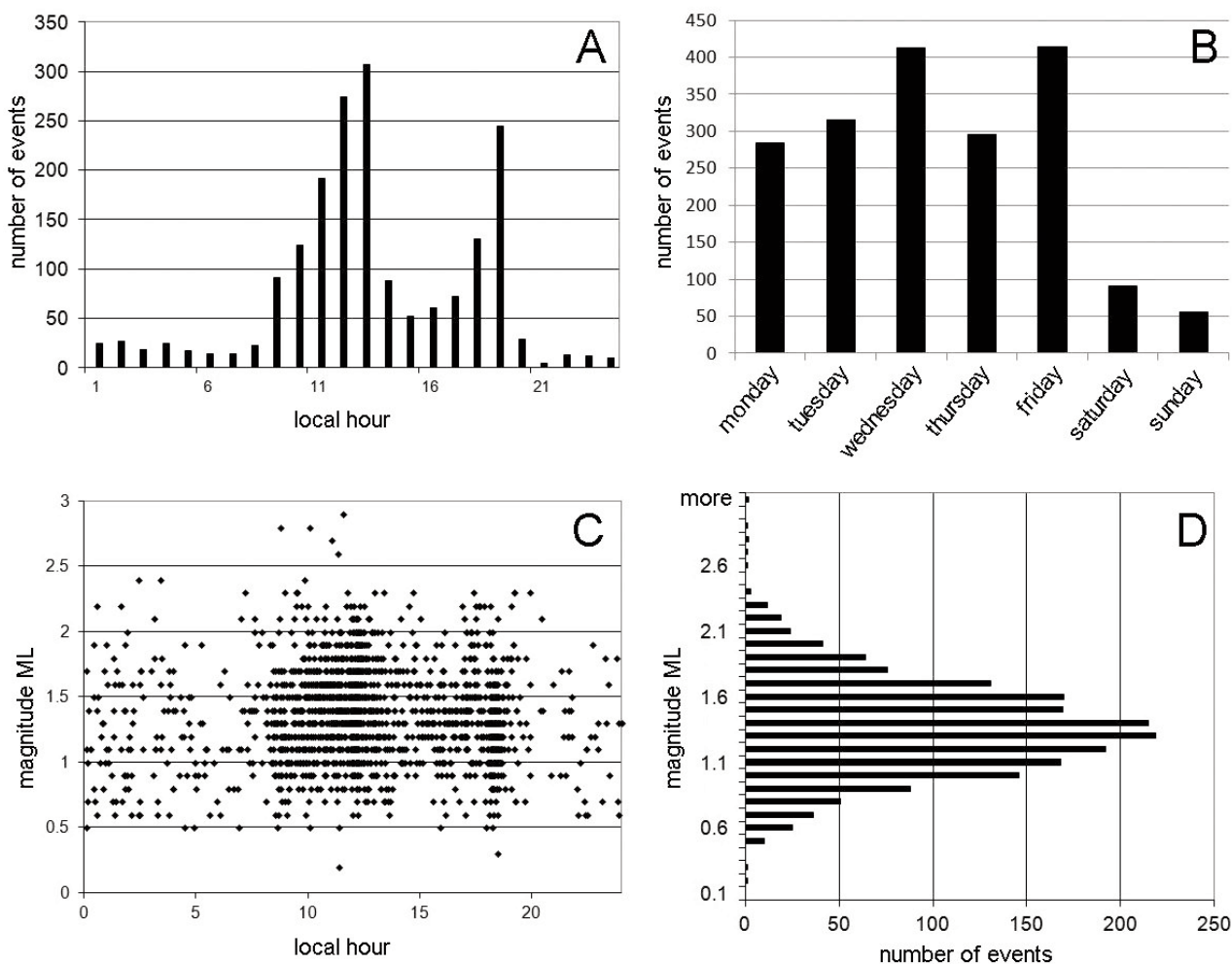


Figura 22 Distribuzione degli eventi presenti nel BSI, nel periodo gennaio 2008-settembre 2010, in 14 aree con attività estrattiva. Il numero di eventi notturni è molto minore rispetto al numero di eventi diurni (A); analogamente il numero di eventi in giornate non lavorative è molto minore rispetto al numero di eventi registrati tra il lunedì e il venerdì (B). La maggior parte degli eventi ha magnitudo compresa tra 0.8 e 2.2 (C e D).

Figure 22 Distribution of events reported in the BSI, from January 2008 to September 2010, in 14 areas with quarry-blasts activity. The number of night events is much smaller than the number of daytime events (A); the number of events occurred during weekends is much smaller than the number of events recorded between Monday and Friday (B). Most events have magnitude values ranging from 0.8 and 2.2 (C e D).

tina, o due volte al giorno. Alcune aree estrattive mostrano una chiarissima concentrazione di eventi sia nell'orario giornaliero, che nel giorno della settimana e in magnitudo. Ad esempio nell'area esaminata in provincia di Isernia (Figura 23) sono presenti eventi in un range di magnitudo tra 0.5 e 2.4 in tutte le ore del giorno; tuttavia la distribuzione oraria (Figura 23 A) rivela due picchi evidenti tra le 16 e le 18 (ora locale). Inoltre la distribuzione settimanale mostra due picchi il mercoledì e il venerdì (Figura 23 B). Isolando gli eventi avvenuti il mercoledì e venerdì (Figura 23 E) è possibile mettere ulterior-

mente in evidenza una concentrazione di eventi che avvengono tra le 16 e le 18. Infine un'analisi dettagliata di quest'ultimo sottoinsieme di dati permette di isolare una serie di eventi di magnitudo compresa tra 1.1 e 1.6 che avvengono in orari precisi (i primissimi minuti dopo le ore 16, le 16:30, le 16:45 e le 17) attribuibili a scoppi in cave a cielo aperto. A seguito di questa analisi, estesa a tutto il territorio nazionale, sono stati individuati nel BSI 2009, 586 eventi probabilmente originati da esplosioni in cava nel range di magnitudo M_L da 0.5 a 2.3.

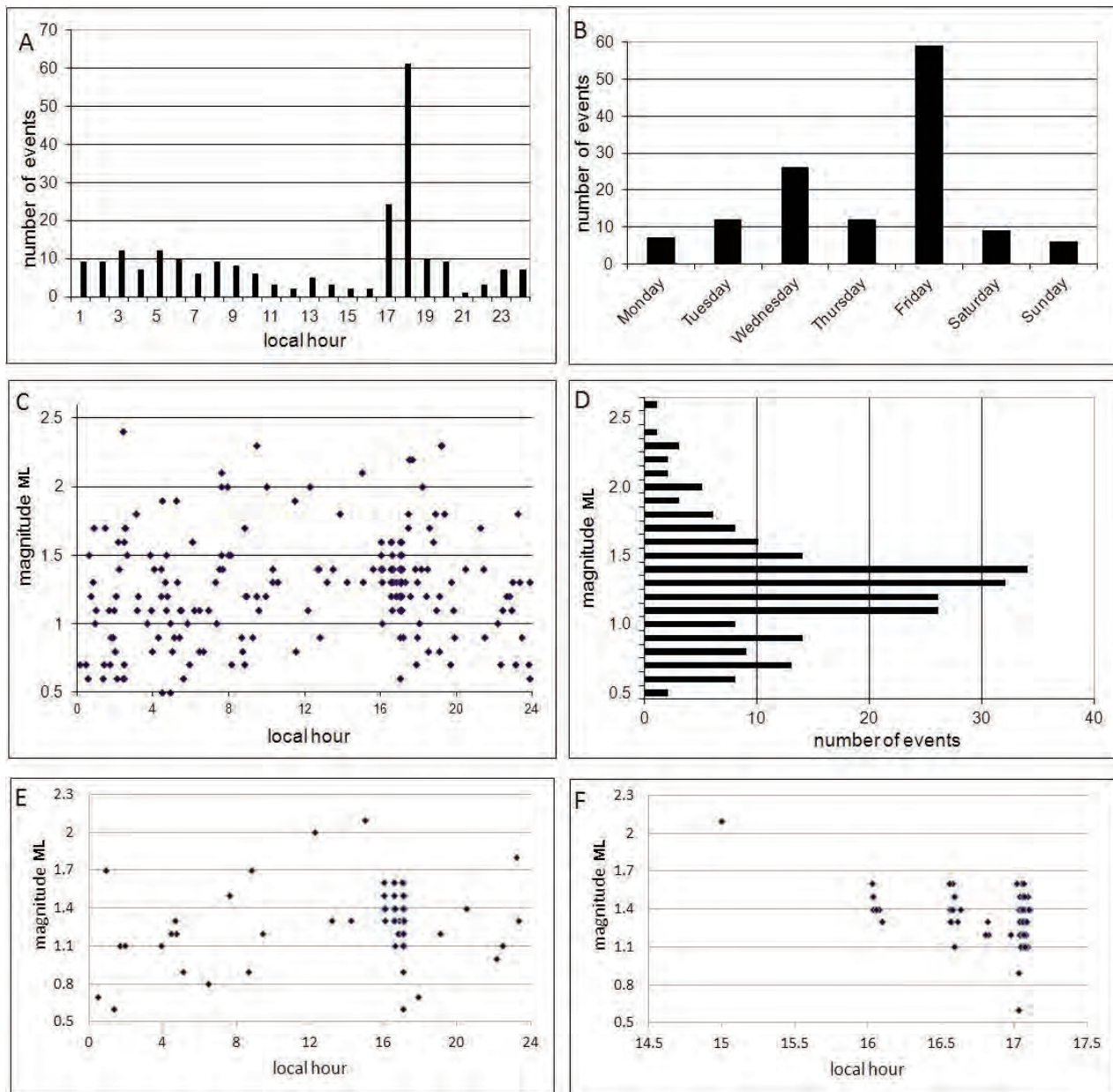


Figura 23 Analisi degli eventi presenti nel BSI nel periodo gennaio 2008-settembre 2010 in un'area in provincia di Isernia, tra 41.53 e 41.62 N e tra 14.11 e 14.47 E. Mostriamo la distribuzione degli eventi in funzione della magnitudo e dell'ora (locale) del giorno (A, C, e D) e la distribuzione nei giorni della settimana (B). La figura 23E indica la distribuzione in magnitudo/ora del giorno degli eventi registrati il mercoledì e il venerdì. La figura 23F mostra un dettaglio della 23E, tra le 14:30 e le 17:30 (ora locale).

Figure 23 Analysis of events reported in BSI from January 2008 to September 2010 in the province of Isernia, between latitude 41.53 and 41.62 N and between longitude 14.11 and 14.47 E. The distribution of events versus magnitude and hour (A, C, and D) and the number of earthquakes versus days of the week (B) are shown. Figure 23E shows the distribution in magnitude/hours of the events recorded on Wednesdays and on Fridays. Figure 23F is a detail of Figure 23E, between 14:30 and 17:30 (local time).

Analisti del BSI per l'anno 2009

Luca Arcoraci
 Patrizia Battelli
 Michele Berardi
 Corrado Castellano
 Angela Chesi
 Giulio Lozzi
 Alessandro Marchetti
 Giorgio Modica
 Anna Nardi
 Mario Pirro
 Antonio Rossi

Ringraziamenti

Si ringraziano Ciriaco D'Ambrosio e Giovanni De Luca (CNT - Sede Irpinia) per le preziose informazioni sulla strumentazione e le caratteristiche delle stazioni della rete GPS dell'INGV (RING, <http://ring.gm.ingv.it>).

La Figura 3 è stata realizzata con lo strumento grafico GMT [Wessel and Smith, 1991].

Si ringrazia la Dott.ssa Silvia Nardi per la revisione linguistica delle didascalie delle figure e la Dott.ssa Vincenza Maiolino per gli utili suggerimenti.

Acknowledgments

We wish to thank Ciriaco D'Ambrosio and Giovanni De Luca (CNT - Sede Irpinia) for providing invaluable information on instrumentation and on the main characteristics of the INGV GPS stations (RING, <http://ring.gm.ingv.it>).

Map of Figure 3 was created using GMT [Wessel and Smith, 1991]. We would like to thank Dr Silvia Nardi for the language revision of figure and table captions and Dr Vincenza Maiolino for her helpful suggestions.

Bibliografia

Arcoraci, L., Berardi, M., Castellano, C., Leschiutta, I., Maramai, A., Rossi, A., Tertulliani, A., e M. Vecchi (2010). *Rilievo macrosismico del terremoto del 15 dicembre 2009 nella Valle del Tevere e considerazioni sull'applicazione della scala EMS98*. Quaderni di Geofisica, 82, INGV, Roma, 21 pp.

Chiaraluce, L., Chiarabba, C., De Gori, P., Di Stefano, R., Improta, L., Piccinini, D., Schlagenhaut, A., Traversa, P., Valoroso, L. and C. Voisin (2011). *The 2009 L'Aquila (central Italy) seismic sequence*. Boll. Geof. Teor. Appl., 52, 367-387.

Chiarabba, C., et al. (2009). *The 2009 L'Aquila (central Italy) MW6.3 earthquake: Main shock and aftershocks*. Geophys. Res. Lett., 36, L18308, doi:10.1029/2009GL039627.

Di Luccio, F., Ventura, G., Di Giovambattista, R., Piscini, A. and F. R. Cinti (2010). *Normal faults and thrusts reactivated by deep fluids: The 6 April 2009 Mw 6.3 L'Aquila earthquake, central Italy*. J. Geophys. Res., 115, B06315, doi:10.1029/2009JB007190.

Global Centroid-Moment-Tensor - CMT - Project in <http://www.globalcmt.org>

Huber, P. J. (1981). *Robust statistics*. Wiley, N.Y.

Hutton, L. K. and M. Boore (1987). *The M_L scale in southern California*. Bull. Seism. Soc. Am., 77, 2074-2094.

Lahr, J.C. (1989). *HYPOELLIPSE/Version 2.0: A computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude and first motion pattern*. U.S. Geological Survey Open-File Report 89-116, 92 pp.

Lucente, F. P., P. De Gori, L. Margheriti, D. Piccinini, M. Di Bona, C. Chiarabba and N. Piana Agostinetti (2010). *Temporal variation of seismic velocity and anisotropy before the 2009 MW 6.3 L'Aquila earthquake, Italy*. Geology, 38, 1015-1018.

Margheriti, L. et al. (2010). *Emergenza "L'Aquila2009": la campagna di acquisizione dati della Rete Sismica Mobile stand-alone del Centro Nazionale Terremoti*. Rapporti Tecnici INGV, 151, INGV, Roma, 58 pp.

MedNet Quick RCMT, http://mednet.rm.ingv.it/quick_rcmt.php.

Mele, F., Arcoraci, L., Battelli, P., Berardi, M., Castellano, C., Lozzi, G., Marchetti, A., Nardi, A., Pirro, M., e A. Rossi (2010). *Bollettino Sismico Italiano 2008*. Quaderni di Geofisica, 85, INGV, Roma, 45 pp.

Mele, F. M., Marcocci, C. and R. Moro (2007). *ISIDE, Italian Seismic Instrumental and parametric Data base*. INGV, CNT: <http://ISIDE.rm.ingv.it/>.

Reasenber, P. (1985). *Second-Order Moment of Central California Seismicity, 1969-1982*. J. Geophys. Res., 90, 5479-5495.

Richter, C. F. (1935). *An instrumental earthquake magnitude scale*. Bull. Seismol. Soc. Am., 25, 1-31.

Richter, C. F. (1958). *Elementary Seismology*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California, 578 pp.

Waldhauser, F. and W. L. Ellsworth (2000). *A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the northern Hayward fault, California*. Bull. Seismol. Soc. Am., 90, 1353-1368.

Wessel, P. and W. H. F. Smith (1991). *Free software helps map and display data*. Eos Trans. AGU, 72 (441), 445-446.

Wiemer, S. (2001). *A software package to analyze seismicity: ZMAP*. Seismol. Res. Lett., 72, 373-382.

Wiemer, S. and M. Baer (2000). *Mapping and Removing Quarry Blast Events from Seismicity Catalogs*. Bull. Seismol. Soc. Am., 90 (2), 525-530.

Zolezzi, F., Eva, E., Ferretti, G., Solarino, S. e C. Eva (2002). *Regime di stress nell'Appennino tosco-emiliano: esistono davvero due domini distinti?*. Atti XXI GNGTS, CNR, Roma, 19-21 Novembre 2002.

Appendice A

Considerazioni sul calcolo della magnitudo locale nel Bollettino Sismico Italiano

Le magnitudo locali riportate nel Bollettino Sismico Italiano nel periodo 16 aprile 2005 - 31 dicembre 2009 sono calcolate utilizzando come correzione per la distanza la formula ottenuta da Hutton e Boore [1987] per la California:

$$M_L = \log(A_0) + 1.110 \log(r/100) + 0.00189(r - 100) + 3.0$$

dove A_0 è la metà della massima elongazione picco-picco in millimetri di un sismogramma Wood-Anderson e r è la distanza ipocentro-stazione espressa in chilometri. In mancanza di strumenti standard, i sismogrammi Wood-Anderson sono ottenuti sinteticamente utilizzando segnali da sensori orizzontali broad-band e very-broad-band. Nel calcolo della magnitudo M_L ammettiamo solo stazioni a distanza ipocentrale maggiore di 10 km e minore di 600 km. Richiediamo la distanza minima di 10 km per evitare che un errore nella determinazione della profondità possa indurre un errore rilevante nel valore di magnitudo di stazione. Calcoliamo la magnitudo d'evento come media di Huber [1981] delle magnitudo di stazione.

Come richiesto dalla definizione di Richter [1935; 1958], la correzione per la distanza della magnitudo locale trovata da Hutton e Boore [1987] a 100 km è 3, in modo che la magnitudo di stazione calcolata a questa distanza sia proprio 3 per un sismogramma Wood-Anderson con ampiezza di un millimetro.

La figura 24 mostra la distribuzione delle differenze tra magnitudo di stazione e magnitudo d'evento in funzione della distanza della stazione, per 629 eventi di magnitudo superiore a 2.8 estratti dal BSI 2005-2010. La relazione di Hutton e Boore, calcolata originariamente per la California, se applicata in Italia sembrerebbe apparentemente sovrastimare i valori di M_L in stazioni vicine all'epicentro e sottostimare la magnitudo in stazioni lontane. Tuttavia questa distribuzione di residui va ulteriormente interpretata: essa ci dice che l'attenuazione in Italia è mediamente più alta che in California. Appare allora evidente come la definizione di magnitudo di Richter abbia un valore solo relativo; presa così com'è, essa è utile solamente per confrontare tra loro terremoti registrati nella stessa area e non costituisce una valutazione assoluta della grandezza del terremoto. In altre parole, se fosse possibile trasferire in Italia un terremoto di magnitudo 3 accaduto in California, la registrazione di un Wood-Anderson a 100 km di distanza sarebbe in Italia inferiore al millimetro e la valutazione della magnitudo fornirebbe un valore inferiore a 3, se rispettassimo la definizione classica di Richter. Anche applicando una curva di attenuazione calibrata con terremoti italiani, che rispettasse la condizione $-\log A_0 = 3$ a 100 km, quel terremoto avrebbe in Italia una magnitudo inferiore.

La definizione di Richter mantiene la sua rilevanza se utilizzata per confrontare tra loro terremoti avvenuti nella stessa regione, ma mostra i suoi limiti se le magnitudo calcolate con quella definizione vengono poi confrontate con valutazioni globali di magnitudo (ad esempio con valutazioni di magnitudo momento fatte su scala globale; si veda a tal proposito: *The Global Centroid-Moment-Tensor - CMT - Project* in <http://www.globalcmt.org/>) perché le altre scale di magnitudo sono state calibrate in modo da accordarsi con la definizione classica di magnitudo locale definita da Richter in California. Il problema fu notato anche da Hutton e Boore che suggerirono di imporre una condizione non a 100 chilometri ma ad una distanza più vicina all'ipocentro (17 chilometri) per chi volesse calibrare una curva di attenuazione in un'area diversa dalla California. Questo fatto ha delle implicazioni rilevanti sulla interpretazione da dare alle magnitudo locali che appaiono ora nel BSI. Si può supporre che, se confrontati con valutazioni globali di magnitudo, i valori forniti attualmente dal BSI dovrebbero risultare tutti sottostimati. Con riferimento alla figura 24 B (Italia peninsulare appenninica) la differenza tra il valore mediano della classe delle magnitudo di stazione centrate a 15 km di distanza ipocentrale e la media tra i due valori mediani delle classi centrate a 95 km e 105 km è 0.36. Lo scarto tra una magnitudo locale calcolata secondo la definizione classica e una magnitudo calcolata con metodi globali dovrebbe avvicinarsi a quel valore. È ragionevole pensare che la differenza tra i valori di magnitudo locale M_L forniti dall'INGV immediatamente dopo il terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009 e i valori di magnitudo calcolati con metodi globali trovino in queste considerazioni una spiegazione.

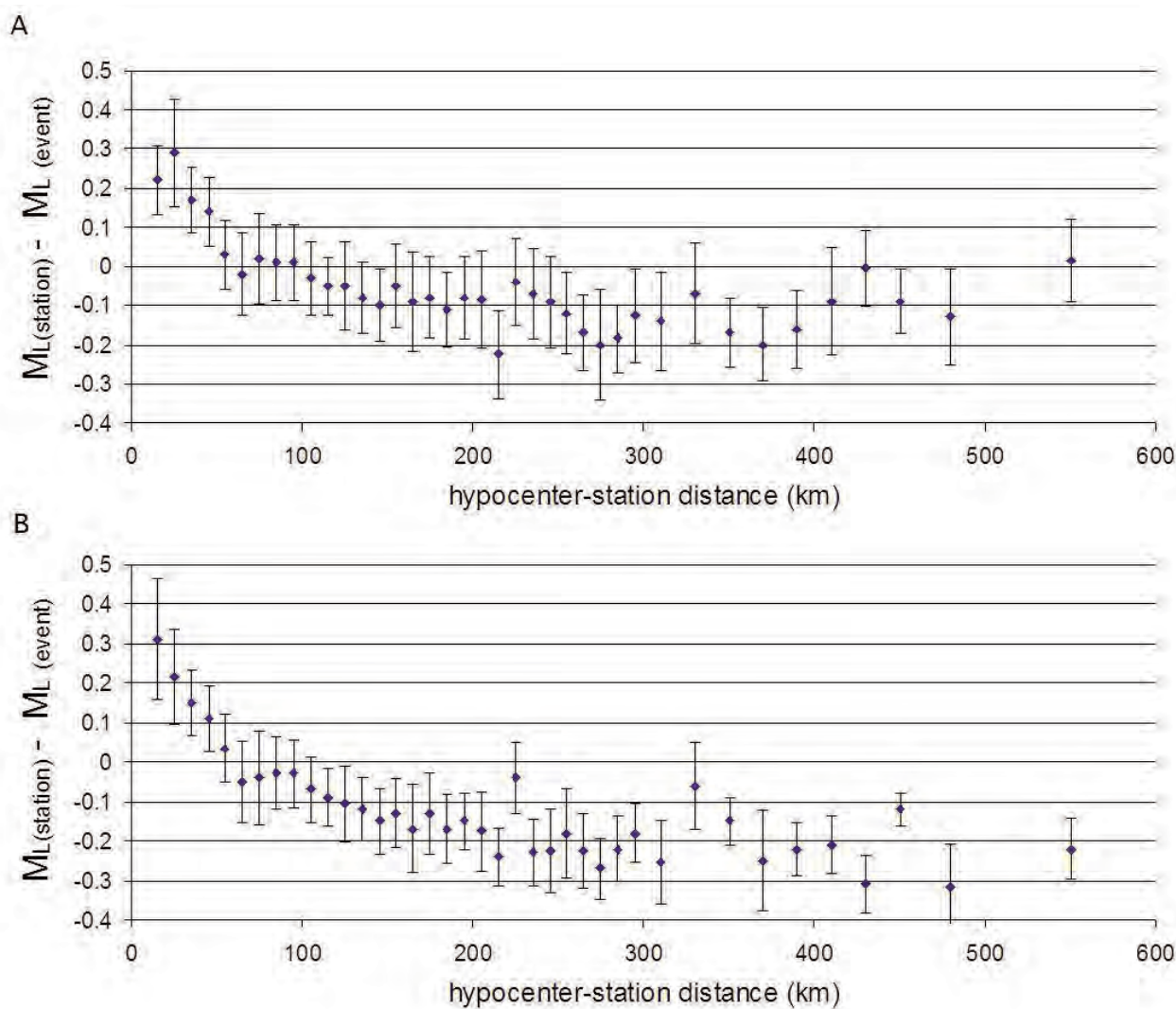


Figura 24 (A) Le differenze tra le magnitudo locali di stazione e la magnitudo locale d'evento di 629 terremoti italiani di magnitudo $M_L \geq 3$, estratte dal BSI 2006-2009, sono state suddivise in classi di distanza stazione-ipocentro. Le classi hanno estensione di 10 km nel range di distanze 10-300 km; per distanze superiori abbiamo scelto estensioni crescenti delle classi a causa della minore quantità di dati. Ogni punto è rappresentativo di una classe: in ascissa il punto indica la distanza centrale della classe, in ordinata la mediana delle differenze di magnitudo. Le barre verticali indicano la varianza di ciascuna classe. (B) Grafico analogo ad (A) ottenuto da una selezione di 652 terremoti avvenuti nel periodo 2005-2010 nell'Italia centrale e meridionale (escluse le isole) di magnitudo 2.8 o superiori, che hanno generato 12613 valori di magnitudo ottenuti in stazioni sismiche appartenenti alla stessa area.

Considerando che le correzioni per la distanza sono state qui calcolate con la relazione di Hutton e Boore [1987] valida per la California, si deduce che l'attenuazione in Italia è mediamente superiore rispetto all'attenuazione trovata da Richter [1935; 1958] prima e da Hutton e Boore poi in California. La maggiore attenuazione è ancor più evidente in (B) dove sono presenti unicamente dati relativi all'Italia peninsulare appenninica; in quest'area, in 100 chilometri dall'ipocentro si osserva una riduzione media del valore di magnitudo di stazione di circa 0.36. Ciò implica che per ottenere una relazione per il calcolo della magnitudo locale che fornisca, per terremoti italiani, valori confrontabili con le valutazioni globali di magnitudo (si veda ad esempio il Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project in <http://www.globalcmt.org/>) è necessario abbandonare la definizione classica di magnitudo locale data da Richter, secondo la quale un terremoto di magnitudo 3 dovrebbe generare una registrazione di un millimetro su un sismometro Wood-Anderson posto a 100 km dal terremoto.

Figure 24 (A) We computed the differences between station local magnitudes and event magnitudes of 629 Italian earthquakes with $M_L \geq 3$, extracted from the BSI 2006-2009. We subdivided data in classes of hypocentral distances, 10 km wide, in the range 10-300 km; the width of the classes increases with greater distances. Each point in the figure is representative of a class, showing the center distance of the class and the median of the station magnitude minus event magnitude differences. Vertical bars show the variance of the differences in each class. (B) Similar to (A), but for 652 earthquakes occurred in the Apenninic area in the years 2005-2010, generating 12613 station magnitude values in the same area. The station magnitudes have been corrected for the hypocenter-station distance through the Hutton and Boore [1987] relation valid in California. It is possible to deduct that the attenuation in Italy is, as an average, larger than the attenuation found by Richter [1935; 1958], and Hutton and Boore later, in California. A greater attenuation is more evident in (B) where we used events and stations from the Apenninic/peninsular Italy only; in this area we observe a reduction of the station-magnitude observations, of about 0.36. As a consequence, in order to find a relation for the local magnitude of Italian earthquakes that gave values compatible with a global magnitude (see Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project in <http://www.globalcmt.org/>) it would be necessary to disrupt, in Italy, the Richter classical definition that requires a 1 millimeter amplitude on a Wood-Anderson seismometer at a distance of 100 km from the earthquake.

allegato A

Stazioni della Rete Sismica Nazionale operative nel 2009

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
ABSI	Aberst.ckl (Sarnstal)	(A)	Austria	46.7285	11.3205	1801	STS2-120s			AO	01/01/09	
ACER	Acerenza	PZ	Basilicata	40.7867	15.9427	690	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
ACOM	Acomizza	UD	Friuli Venezia Giulia	46.5480	13.5137	1788	Trillium-40s			OGS-NI		
AGOR	Agordo	BL	Veneto	46.2829	12.0472	631	STS2-120s			OGS-NI		
AGST	Augusta	SR	Sicilia	37.2565	15.2271	70	Le3D-5s			INGV		
ALJA	Alia	PA	Sicilia	37.7490	13.7537	700	Trillium-40s			INGV		
AMUR	Altamura	BA	Puglia	40.9071	16.6041	443	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
AOI	Monte Conero	AN	Marche	43.5502	13.6020	530	Trillium-40s			INGV		
APPI	Appiano	BZ	Trentino Alto Adige	46.4787	11.2281	1056	Le3D-5s			INGV		
AQU	L'Aquila	AQ	Abruzzo	42.3539	13.4019	729	STS2-120s			MedNet		
ARCI	Arcidosso	GR	Toscana	42.8519	11.4754	1080	Trillium-40s	Episensor		INGV		
ARSA	Arzberg	(A)	Austria	47.2505	15.5232	577	STS2-120s			AO		
ARVD	Arcevia 2	AN	Marche	43.4981	12.9415	461	Trillium-40s			INGV		
ASQU	Asqua	AR	Toscana	43.7967	11.7893	860	Trillium-120s	Episensor		INGV		
ASS	Assisi	PG	Umbria	43.0630	12.6517	805	S-13			INGV		
ASSB	Assisi San Benedetto	PG	Umbria	43.0426	12.6587	734	Trillium-40s			INGV		
ATFO	Monte Foce - Gubbio	PG	Umbria	43.3666	12.5715	960	Trillium-40s			INGV	10/08/09	
ATMC	Monte Cedrone	PG	Umbria	43.4469	12.1928	740	Le3D-5s			INGV	29/01/09	
ATN	Antennamare	ME	Sicilia	38.1595	15.4647	1130	S-13			INGV		
ATPC	Poggio Castellaccio	PG	Umbria	43.4807	12.4570	810	Trillium-40s	Episensor		INGV	26/01/09	
ATPI	Pietralunga	PG	Umbria	43.4507	12.4022	694	Le3D-5s			INGV	17/03/09	
BADI	Badiali	PE	Abruzzo	43.5097	12.2443	430	Le3D-5s			INGV		
BDI	Bagni di Lucca	LU	Toscana	44.0624	10.5970	830	Trillium-40s	Episensor		INGV		
BERNI	Berninapass	(CH)	Svizzera	46.4134	10.0231	2310	STS2-120s			ETH		
BHB	Bricherasio	TO	Piemonte	44.8352	7.2633	585	Trillium-40s			INGV-IG		
BLLA	Bellaria	RN	Emilia Romagna	44.1429	12.4703	1	Le3D-1s			INGV	15/01/09	
BLY	Banja Luka	(BiH)	Bosnia-Herzegovina	44.7488	17.1839	256	STS2-120s	Episensor		MedNet	01/04/09	
BNALP	Bannalp	(CH)	Svizzera	46.8705	8.4250	1540	STS2-120s			ETH	01/01/09	

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
BNI	Bardonecchia	TO	Piemonte	45.0528	6.6763	1407	STS2-120s			MedNet		
BOB	Bobbio	PC	Emilia Romagna	44.7679	9.4478	910	Trillium-40s	Episensor		INGV		
BOSI	Bozen-Zivilschutz Zentrale	BZ	Trentino Alto Adige	46.4952	11.3185	242	STS2-120s			INGV	01/01/09	
BRES	Bressanone	BZ	Trentino Alto Adige	46.6987	11.7341	2454	Le3D-5s			INGV		
BRMO	Bormio	SO	Lombardia	46.4760	10.3731	1380	Trillium-40s			INGV		
BRSN	Barisano	FC	Emilia Romagna	44.2841	12.0769	20	S-13			INGV		
BSSO	Busso	CB	Molise	41.5461	14.5938	1010	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
BULG	Camerota - Monte Bulgheria	SA	Campania	40.0783	15.3776	815	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
CAFE	Carife	AV	Campania	41.0280	15.2366	1070	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
CAFI	Castiglion Fiorentino	AR	Toscana	43.3292	11.9663	547	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
CAFR	Castel Frentano	CH	Abruzzo	42.2273	14.3470	250	Trillium-40s	Episensor		INGV		
CAMP	Campotosto	AQ	Abruzzo	42.5358	13.4090	1283	Trillium-120s			INGV		
CARO	Carolei	CS	Calabria	39.2540	16.2190	618	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		03/09/09
CASP	Castiglione della Pescaia	GR	Toscana	42.7908	10.8652	390	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
CAVT	Castelvetrano 2	TP	Sicilia	37.6788	12.7556	158	SS1-Ranger			INGV		
CDCA^	Città Di Castello	PG	Umbria	43.4584	12.2336	50	Le3D-1s	Episensor		INGV		
CDRU	Ottati - Civita Di Ruita	SA	Campania	40.4896	15.3046	1057	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
CEL	Celeste	RC	Calabria	38.2603	15.8939	702	STS2-120s		GRX1200Pro	MedNet		
CERA	Filignano	IS	Molise	41.5978	14.0183	800	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
CERT	Cerreto Laziale	RM	Lazio	41.9490	12.9818	773	Trillium-120s		GRX1200Pro	INGV		
CESI	Cesi - Serravalle di Chienti	MC	Marche	43.0049	12.9046	840	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
CESX^	Cesi	TR	Umbria	42.6100	12.5800	380	Trillium-240s			INGV		
CGL	Punta Serpeddi	CA	Sardegna	39.3660	9.2960	1050	S-13			INGV		
CGRP	Cima Grappa	PN	Friuli Venezia Giulia	45.8807	11.8047	1757	STS2-120s			OGS-NI		
CTGN	Sant'Elia a Pianisi	CB	Molise	41.6542	14.9050	350	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
CING	Cingoli	MC	Marche	43.3756	13.1954	626	Trillium-40s	Episensor		INGV		
CLTB	Caltabellotta	AG	Sicilia	37.5786	13.2156	957	STS2-120s			MedNet		
CMPO	Campotto Po	FE	Emilia	44.5808	11.8056	2	Trillium-40s			INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
			Romagna									
CMPR	Campora	SA	Campania	40.3181	15.3030	732	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
CORL	Corleone	PA	Sicilia	37.8943	13.3038	660	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
CRAC	Craco	MT	Basilicata	40.3650	16.4350	384	Le3D-5s		GRX1200Pro	INGV		
CRE	Caprese Michelangelo	AR	Toscana	43.6189	11.9517	1215	Trillium-40s			INGV		
CRJA	Costa Raja	TP	Sicilia	37.8016	13.0043	560	SS1-Ranger			INGV		
CRMI	Carmignano	PO	Toscana	43.7900	10.9700	490	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
CSLB	Castelbuono	PA	Sicilia	37.9375	14.0579	583	SS1-Ranger			INGV		
CSNT	Castellina in Chianti	SI	Toscana	43.4731	11.2902	636	Trillium-40s			INGV		
CSSN	Cassano Irpino	AV	Campania	40.8609	15.0239	690	S-13			INGV		
CTI	Castello Tesino	TN	Trentino Alto Adige	46.0482	11.6497	1180	Le3D-5s			INGV		
CTL8	Castelleone	CR	Lombardia	45.2763	9.7622	60	Malin	Episensor		INGV	13/10/09	
CUC	Castrocuoco	CS	Calabria	39.9938	15.8155	637	STS2-120s		GRX1200Pro	MedNet		
DAVOX	Davos	(CH)	Svizzera	46.7806	9.8797	1830	STS2-120s			ETH		
DGI	Dorgali Grotta Ispinigoli	NU	Sardegna	40.3180	9.6067	354	Trillium-40s			INGV		
DIVS	Divcibare (Beograd)	(SRB)	Serbia	44.0981	19.9917	1000	STS1-VBB			MedNet		
DIX	Grand Dixence	(CH)	Svizzera	46.0805	7.4040	2400	STS2-120s			ETH		
DOI	San Damiano Macra	CN	Piemonte	44.5042	7.2467	1039	Trillium-40s			INGV		
ECNV	Catenanuova	CT	Sicilia	37.5956	14.7125	484	Trillium-40s		System500	INGV-CT		
EMV	Vieux Emosson	(CH)	Svizzera	46.0632	6.8989	2210	STS2-120s			ETH		
ERBM	Eremo di Bismantova	RE	Emilia Romagna	44.4195	10.4127	933	Le3D-5s			INGV		
ERC	Erice	TP	Sicilia	38.0376	12.5873	776	S-13			INGV		
ESLN	Serra La Nave	CT	Sicilia	37.6934	14.9744	1787	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
FAEN	Faenza	RA	Emilia Romagna	44.2895	11.8770	41	KS-2000			INGV		
FAGN	Fagnano	AQ	Abruzzo	42.2657	13.5838	761	Trillium-40s			INGV		
FAVR	Favara 2	AG	Sicilia	37.2671	13.6669	258	S-13			INGV		
FDMO	Fiordimonte	MC	Marche	43.0365	13.0873	550	Trillium-240s			INGV		
FG2	Serracapriola	FG	Puglia	41.8048	15.1609	241	S-13			INGV		
FG4	Candela	FG	Puglia	41.1320	15.5175	450	S-13			INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
FG5	Orsara Di Puglia	FG	Puglia	41.2825	15.2678	660	S-13			INGV		
FGMS	Monte Sant'Angelo 2	FG	Puglia	41.7079	15.9535	848	S-13			INGV		
FIAM	Fiamignano	RI	Lazio	42.2680	13.1172	1070	Trillium-40s	Episensor		INGV		
FINB	Finale Ligure	SV	Liguria	44.1775	8.3253	85	Trillium-40s			INGV	19/01/09	
FIR	Firenze	FI	Toscana	43.7744	11.2551	40	Trillium-240s	Episensor		INGV	14/10/09	
FIU	Minerbio - Fondo Fiumicello	BO	Emilia Romagna	44.6403	11.4917	12	Le3D-5s			INGV		
FIVI^	Fivizzano	MS	Toscana	44.2393	10.1273	380		Episensor		INGV-IG		
FNVD	Fontana Vidola	BO	Emilia Romagna	44.1678	11.1229	950	Trillium-40s	Episensor		INGV		
FRES	Fresagrandinaria	CH	Abruzzo	41.9735	14.6693	414	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
FSSB	Fossombrone	PS	Marche	43.6931	12.7771	523	S-13			INGV		§ 27/10/09
FSSB (2)							Trillium-40s			INGV		
FUORN	Ofenpass	(CH)	Svizzera	46.6202	10.2635	2335	STS2-120s			ETH		
FUSIO	Fusio	(CH)	Svizzera	46.4549	8.6631	1480	STS2-120s			ETH		
FVI	Forni Avoltri	UD	Friuli Venezia Giulia	46.5966	12.7804	1024	CMG40-30s			INGV		
GALF	Gagliano Castelferrato	EN	Sicilia	37.7107	14.5665	740	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
GATE	Gambatesa	CB	Molise	41.5131	14.9102	487	Trillium-40s	Episensor		INGV	03/11/09	
GAVE	Gavelli	PG	Umbria	42.6922	12.8942	1161	L4-C-3D			INGV		
GEPF	Gemona - Piazza del Ferro	UD	Friuli Venezia Giulia	46.2750	13.1386	12	CMG40-30s			INGV-RF		
GIB	Gibilmana	PA	Sicilia	37.9903	14.0262	1005	Trillium-120s		GRX1200Pro	INGV		
GIMEL	St Georges-Gimel	(CH)	Svizzera	46.5347	6.2658	1130	STS2-120s			ETH	01/01/09	
GIO	Monte San Gregorio	CT	Sicilia	37.5667	15.1083	200	L4-C-3D			INGV		
GIUL	Giuliano Di Roma	FR	Lazio	41.5583	13.2546	566	Trillium-40s			INGV		
GMB	Gambarie	RC	Calabria	38.1681	15.8289	1300	L4-C-3D			INGV		
GMNA	Gemona	UD	Friuli Venezia Giulia	46.2798	13.1383	250	S-13			INGV		
GRFL	Gerfalco	GR	Toscana	43.1472	10.9755	750	S-13			INGV		
GRI	Girifalco	CZ	Calabria	38.8221	16.4200	510	S-13			INGV		§
GRI (2)							L4-C-3D			INGV		
GROG	Isola di Gorgona	LI	Toscana	43.4262	9.8920	118	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
GSCL	Gusciola	MO	Emilia Romagna	44.3505	10.5881	674	S-13			INGV		
GUAR	Guarcino	FR	Lazio	41.7945	13.3123	741	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
GUMA	Gualdo di Macerata	MC	Marche	43.0627	13.3352	574	Trillium-120s		GRX1200GGPro	INGV		
HAGA	Brucoli	CT	Sicilia	37.2850	15.1550	126	Trillium-40s		System500	INGV-CT		
HAVL	Avola	SR	Sicilia	36.9596	15.1220	502	Trillium-40s		GMX902	INGV		
HCRL	Carfentini	SR	Sicilia	37.2831	15.0325	240	Trillium-40s		System500	INGV		
HLNI	Lentini - Masseria Cucco	SR	Sicilia	37.3485	14.8720	146	Trillium-40s		GRX1200GGPro	INGV	27/02/09	
HMDC	Modica	RG	Sicilia	36.9590	14.7831	595	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
HVZN	Vizzini	CT	Sicilia	37.1783	14.7155	787	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
IACL	Alicudi	RC	Calabria	38.5330	14.3550	145	Trillium-40s		GMX902	INGV-CT		
IFIL	Filicudi	ME	Sicilia	38.5642	14.5753	277	Le3D-1s		GMX902	INGV		
ILLI	Lipari	ME	Sicilia	38.4457	14.9483	283	Trillium-40s			INGV		
IMI	Imperia	IM	Liguria	43.9105	7.8932	840	Trillium-40s			INGV		
INTR	Introdacqua	AQ	Abruzzo	42.0115	13.9046	924	Trillium-40s	Episensor		INGV		
IVPL	Vulcano Piano	ME	Sicilia	38.3763	14.9801	486	Trillium-40s			INGV		
JOPP	Joppolo	VV	Calabria	38.6068	15.8856	500	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
KEK	Kerkira	(GR)	Grecia	39.7130	19.7987	280	STS2-120s			HL-NOA		
KOSI	Kohlern-Titschen	BZ	Trentino Alto Adige	46.4630	11.3778	1604	STS2-120s			INGV	01/01/09	
LADO	San Nicola dell'Alto	KR	Calabria	39.2840	16.9795	488	KS-2000			INGV-CL		
LATE	Latera	VT	Lazio	42.6137	11.8040	610	Trillium-40s	Episensor		INGV		
LAV9	Lanuvio	RM	Lazio	41.6778	12.6989	300	S-13			INGV		§ 17/07/09
LAV9 (2)							Trillium-40s			INGV	16/07/09	
LNSS	Leonessa	RI	Lazio	42.6029	13.0403	1155	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
LPD	Lampedusa	AG	Sicilia	35.5110	12.5950	20	S-13			INGV		
LPEL	Lama dei Peligni	CH	Abruzzo	42.0468	14.1832	760	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
LSD	Lago Serrù - Ceresole Reale	TO	Piemonte	45.4595	7.1343	2285	Trillium-40s	Episensor		INGV-IG		
LTRZ	Laterza	TA	Puglia	40.6033	16.8191	381	Le3D-5s			INGV		
LVI	Levanzo	TP	Sicilia	37.9856	12.3369	30	S-13			INGV		27/02/09
MA9	Marino	RM	Lazio	41.7702	12.6593	340	Trillium-240s			INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
MABI	Malga Bissina	TN	Trentino Alto Adige	46.0549	10.5140	1853	Trillium-40s			INGV		
MAGA	Magasa	BS	Lombardia	45.7753	10.6286	1265	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
MAIM	Mastiano	LU	Toscana	43.9142	10.4915	200	Trillium-40s			INGV-IG		
MAON	Monte Argentario	GR	Toscana	42.4283	11.1309	237	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MATE	Matera	MT	Basilicata	40.6491	16.7044	494	STS2-120s			GEOFON		
MCEL	Tramutola - Monticello	PZ	Basilicata	40.3249	15.8019	960	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MCRV	Calabritto - Monte Cervialto	AV	Campania	40.7826	15.1684	1191	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MCT	Montecammarata	AG	Sicilia	37.6186	13.6076	1558	Le3D-5s			INGV		
MDI	Monte di Nese	BG	Lombardia	45.7697	9.7160	954	Trillium-40s	Episensor		INGV		
MELA	Melanico-S. Croce di Magliano	CB	Molise	41.7059	15.1270	115	Trillium-40s		GRX1200GGPro	INGV		
MESG	Mesagne	BR	Puglia	42.5894	17.8504	78	Trillium-40s			INGV	27/05/09	
MEU	Monte Lauro	SR	Sicilia	37.1111	14.8300	986	L4-C-3D			INGV		
MFNL	Monte Finestrelle	TP	Sicilia	37.7908	12.9224	677	SS1-Ranger			INGV		
MGAB	Montegabbione	TR	Umbria	42.9126	12.1121	547	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MGR	Morigerati	SA	Campania	40.1376	15.5535	288	Trillium-40s	Episensor		INGV		
MIDA	Miranda	IS	Molise	41.6419	14.2540	950	Trillium-40s	Episensor		INGV		
MIGL	Miglionico	MT	Basilicata	40.6044	16.4410	440	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MILZ	Milazzo Faro	ME	Sicilia	38.2713	15.2313	0	Trillium-40s			INGV		
MMGO	Monte Magaggiaro	AG	Sicilia	37.6620	12.9767	397	SS1-Ranger			INGV		
MMK	Mattmark	(CH)	Svizzera	46.0517	7.9650	2200	STS2-120s			ETH		
MMME	Mongiuffi-Melia	ME	Sicilia	37.9352	15.2539	959	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
MMN	Mormanno	CS	Calabria	39.8910	15.9904	921	Trillium-40s			INGV	01/01/09	
MNO	Monte Soro	ME	Sicilia	37.9310	14.6950	1830	Le3D-5s			INGV		
MNOV	Novara di Sicilia	ME	Sicilia	38.0286	15.1356	835	Trillium-40s		System500	INGV	11/12/09	
MNS	Montasola	RI	Lazio	42.3855	12.6811	706	Trillium-40s	Episensor		INGV		
MOCO	Biccari - Mt. Cornacchia	FG	Puglia	41.3700	15.1580	1049	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MODE	Modena - Università	MO	Emilia Romagna	44.6297	10.9492	41				INGV		
MODR	Mondragone	CE	Campania	41.1459	13.8779	345	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
MONC	Moncucco Torinese	AT	Piemonte	45.0739	7.9271	480	Trillium-40s	Episensor		INGV		
MOSI	Gro.montoni-Vinschgau	BZ	Trentino Alto Adige	46.6164	10.5495	1957	STS2-120s			INGV	01/01/09	
MPAZ	Palizzi	RC	Calabria	37.9531	16.0067	496	Trillium-40s		GMX902	INGV		
MPG	Monte Pellegrino	PA	Sicilia	38.1617	13.3600	600	Le3D-5s			INGV		
MRB1	Apice - Monte Rocchetta	BN	Campania	41.1227	14.9682	688	Trillium-40s	Episensor		INGV		
MRGE	Morge	AO	Valle d'Aosta	45.7698	7.0610	1660	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MRLC	Muro Lucano	PZ	Basilicata	40.7564	15.4889	605	Trillium-40s	Episensor	System500	INGV		
MRVN	Minervino Murge	BA	Puglia	41.0609	16.1958	610	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MSAG	Monte Sant'Angelo	FG	Puglia	41.7120	15.9096	890	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MSC	Monte Massico	CE	Campania	41.1915	13.9713	109	S-13			INGV-OV		
MSCL	Scilla	RC	Calabria	38.2320	15.7900	893	Le3D-20s			INGV-CT		
MSI	Messina	ME	Sicilia	38.2053	15.5539	55	S-13			INGV		
MSRU	Poggio Scudearu	ME	Sicilia	38.2639	15.5083	408	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
MSSA	Maissana	SP	Liguria	44.3163	9.5174	930	Trillium-240s			INGV-IG		
MTCE	Montecello	RM	Lazio	42.0228	12.7422	388	Trillium-40s			INGV		
MTGR	Montagna Grande	TP	Sicilia	37.8934	12.7593	751	SS1-Ranger			INGV		
MTRZ	Monterenzio	BO	Emilia Romagna	44.3128	11.4248	570	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MTSN	Montesano sulla Marcellana	SA	Campania	40.2663	15.7515	1056	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
MTTG	Motta San Giovanni	RC	Calabria	38.0031	15.6999	484	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
MUGIO	Muggio	(CH)	Svizzera	45.9219	9.0417	830	STS2-120s			ETH		
MURB	Monte Urbino	PG	Umbria	43.2630	12.5246	845	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
NL9	Nola	NA	Campania	40.9205	14.5450	75	S-13			INGV-OV		
NOCI	Noci	BA	Puglia	40.7888	17.0644	420	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
NOVE	Novellara	RE	Emilia Romagna	44.7982	10.7161	16	Le3D-5s			INGV		
NRCA	Norcia	PG	Umbria	42.8336	13.1143	927	S-13			INGV		§ 27/10/09
NRCA (2)							Trillium-40s	Episensor		INGV		
OFFI	Offida	AP	Marche	42.9350	13.6857	320	Trillium-40s			INGV		
ORI	Oriolo Calabro	CS	Calabria	40.0510	16.4504	375	Le3D-5s			INGV		§ 29/04/09

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
ORI (2)							Trillium-40s			INGV	§ 29/04/09	
ORO	Oropa	BI	Piemonte	45.6268	7.9813	1157	S-13			INGV		16/10/09
OSKI	Oschiri	SS	Sardegna	40.8210	9.1083	896	Trillium-40s			INGV		
OVO	Osservatorio Vesuviano	NA	Campania	40.8275	14.3967	584	S-13			INGV-OV		
PALA	Cima Pala	PN	Friuli Venezia Giulia	46.2450	12.9240	1280	STS2-120s			OGS-NI		
PALZ	Palazzo San Gervasio	PZ	Basilicata	40.9441	15.9602	450	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
PARC	Parchiule - Borgo Pace	PU	Marche	43.6486	12.2386	580	Trillium-40s			INGV		
PCP	Pian Castagno - Ponzone	AL	Piemonte	44.5413	8.5452	770	Trillium-40s			INGV-IG		
PDG	Podgorica	(MNE)	Montenegro	42.4297	19.2608	40	STS2-120s	Episensor		MedNet		
PE9	Pescosannita	BN	Campania	41.2333	14.8333	395	S-13			INGV-OV		
PESA	Pesaro	PS	Marche	43.9411	12.8402	221	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
PIEI	Pieia	PS	Marche	43.5357	12.5350	665	Trillium-40s			INGV		
PII	Pisa Certosa	PI	Toscana	43.7219	10.5250	66	S-13			INGV		
PIPA	Pietrapaola	CS	Calabria	39.4851	16.8158	479	Trillium-120s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
PLAC	Placanica	RC	Calabria	38.4494	16.4383	602	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
PLLN	Pollina	PA	Sicilia	37.9926	14.1431	787	S-13			INGV		§ 21/05/09
PLLN (2)							Le3D-5s			INGV	21/05/09	
PLONS	Plons	(CH)	Svizzera	47.0492	9.3807	1068	STS2-120s			ETH	01/01/09	
POFI	Posta Fibreno	FR	Lazio	41.7174	13.7120	878	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
POLC	Polcenigo	PN	Friuli Venezia Giulia	46.0266	12.5005	150	CMG40-30s			OGS-NI		
POZ	Pozzuoli	NA	Campania	40.8203	14.1205	3	L4-C-3D			INGV-OV		
PRMA	Parma Università	PR	Emilia Romagna	44.7637	10.3131	78	Trillium-120s			INGV		
PSB1	Pesco Sannita	BN	Campania	41.2235	14.8108	551	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
PTCC	Patocco	UD	Friuli Venezia Giulia	46.4075	13.3540	700	Trillium-40s			INGV		
PTQR	Pietraquaria	AQ	Abruzzo	42.0219	13.4005	957	S-13			INGV		
PTRJ	Pietraraja	BN	Campania	41.3641	14.5290	1027	Trillium-240s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
PTRP	Pietrapertosa	PZ	Basilicata	40.5215	16.0612	1077	Le3D-5s		GRX1200Pro	INGV		
PTS	Pantelleria	TP	Sicilia	36.8070	11.9930	100	S-13			INGV		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
PZUN	Potenza Università	PZ	Basilicata	40.6458	15.8070	820	STS2-120s	Episensor		MEdNet-BA		
PZZ	Prazzo-Stroppo	CN	Piemonte	44.5068	7.1160	1430	Trillium-40s			INGV-IG		
PZZT	Monte Pizzetto	BO	Emilia Romagna	44.1313	10.8617	1236	Trillium-40s			INGV		
QLNO	Quiliano	SV	Liguria	44.3243	8.3459	547	Trillium-40s			INGV		
RAFF	Raffo Rosso	CT	Sicilia	37.2225	14.3624	310	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
RAVA	Ravarino	MO	Emilia Romagna	44.7559	11.1188	15	Le3D-5s			INGV		
RDP	Rocca Di Papa	RM	Lazio	41.7583	12.7167	760	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
RESU	Resuttano	CL	Sicilia	37.6468	14.0568	785	Trillium-40s		GRX1200GGPro	INGV		
RFI	Roccamonfina	CE	Campania	41.3006	13.9847	780	S-13			INGV		
RGNG	Rignano Garganico	FG	Puglia	41.6742	15.5864	587	S-13			INGV		16/10/09
RISI	Rein in Taufers-Ahrntal	(A)	Austria	46.9480	12.0787	1785	STS2-120s			AO	01/01/09	
RM29	Verrico (Monte reale)	AQ	Abruzzo	42.5606	13.2023	1276	Le3D-1s	Episensor		INGV	29/06/09	§ 15/10/09
RM29 (2)							Trillium-120s			INGV	§ 15/10/09	
RM32	Poggio Cancelli	RI	Lazio	42.5702	13.2932	1362	Le3D-1s	Episensor		INGV	18/09/09	
RMP	Roma Monte Porzio	RM	Lazio	41.8111	12.7022	380	Trillium-120s			INGV		
RNI2	Rionero Sannitico	IS	Molise	41.7033	14.1524	950	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
ROM9	ROMA (Sede INGV)	RM	Lazio	41.8284	12.5155	110	Trillium-120s	Episensor		INGV		
RORO	Rocca Rossa	SV	Liguria	44.1122	8.0662	260	CMG-3T-100s			INGV-IG		
ROSI	Ro.kopf-Sterzing	BZ	Trentino Alto Adige	46.9281	11.4118	1917	STS2-120s			INGV	01/01/09	
ROVR	Roverè Veronese	VR	Veneto	45.6468	11.0721	1316	Trillium-120s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
RSM	Repubblica di San Marino	RSM	Rep. San Marino	43.9303	12.4497	645	Trillium-120s		GRX1200Pro	INGV		
RSP	Reno Superiore	TO	Piemonte	45.1482	7.2653	1285	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV-IG		
SABO	Monte Sabotino	GO	Friuli Venezia Giulia	45.9875	13.6336	621	STS2-120s			OGS-NI		
SACR	S. Croce del Sannio	BN	Campania	41.3974	14.7057	859	Trillium-40s	Episensor	System500	INGV		
SACS	S. Casciano dei Bagni	SI	Toscana	42.8491	11.9097	845	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV	§ 29/05/09	
SACS (2)							Trillium-120s			INGV	§ 29/05/09	
SALB	San Lorenzo Bellizzi	CS	Calabria	39.8772	16.3460	1188	Trillium-40s	Episensor	GRX1200+	INGV	03/09/09	
SALO	Salò	BS	Lombardia	45.6183	10.5243	600	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		§ 03/06/09



Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
SALO (2)							Trillium-120s			INGV	§ 03/06/09	
SAMA	S. Maria delle Mole	RM	Lazio	41.7805	12.5923	119	Trillium-40s			INGV	09/06/09	
SANZ	Amatrice	RI	Lazio	42.6305	13.2818	997	Le3D-5s			INGV	30/06/09	13/08/09
SAOF	Saorge	(F)	Francia	43.9860	7.5530	595	STS2-120s			FR		
SBPO	S. Benedetto Po	MN	Lombardia	45.0511	10.9199	10	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
SC2M	Scurtabò	SP	Liguria	44.4043	9.5343	664	Trillium-40s			INGV-IG		
SCHR	S. Chirico Raparo	PZ	Basilicata	40.1992	16.0759	968	Le3D-5s		GRX1200GGPro	INGV		
SCLL	Scilla	RC	Calabria	38.2563	15.7143	81	S-13			INGV		
SCTE	Santa Cesarea Terme	LE	Puglia	40.0724	18.4675	150	Trillium-40s	Episensor	GRX1200GGPro	INGV		
SDI	San Donato Val Comino	FR	Lazio	41.7100	13.8107	698	S-13			INGV		
SEI	Sant'Agata	FI	Toscana	44.0543	11.3586	610	S-13			INGV		
SENI ^	Senigallia	AN	Marche	43.7052	13.2331	10	Le3D-1s	Episensor		INGV		
SERS	Sersale	CZ	Calabria	39.0359	16.6886	1221	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
SEST	Monte Rota	BZ	Trentino Alto Adige	46.7493	12.2165	1729	Le3D-5s			INGV	17/06/09	
SFI	Santa Sofia	FO	Puglia	43.9048	11.8470	548	S-13			INGV		§ 27/02/09
SFI (2)							Le3D-5s			INGV		
SGG	S. Gregorio Matese	CE	Campania	41.3867	14.3792	880	Trillium-40s	Episensor		INGV-OV		
SGO	Sicignano degli Alburni	SA	Campania	40.5605	15.3074	651	S-13			INGV		
SGRT	San Giovanni Rotondo	FG	Puglia	41.7546	15.7437	960	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
SGTA	Sant'Agata di Puglia	FG	Puglia	41.1350	15.3650	890	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
SIRI	Monte Sirino - Moliterno	PZ	Basilicata	40.1821	15.8675	1063	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
SLNA	Salina	ME	Sicilia	38.5636	14.8330	361	S-13			INGV		
SMA1	San Martino	RI	Lazio	42.6305	13.3353	1150	Le3D-5s			INGV	13/08/09	
SMP1	Sampolo, Corsica	(F)	Francia	42.0940	9.2850	405	STS2-120s			FR		
SN1#	Capo Mulini Mare	CT	Sicilia	37.5476	15.3975	2065	CMGIT-360s			INGV-CT		
SNAL	S. Angelo dei Lombardi	AV	Campania	40.9254	15.2091	874	Trillium-40s	Episensor	System500	INGV		
SNTG	Esanatoglia	MC	Marche	43.2550	12.9406	650	S-13			INGV		§ 27/10/09
SNTG (2)							Trillium-120s			INGV	§ 04/11/09	
SOI	Samo	RC	Calabria	38.0732	16.0542	305	S-13			INGV		§ 27/02/09

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
SOI (2)							Le3D-5s			INGV		
SOLUN	Solunto	PA	Sicilia	38.0919	13.5326	190	Le3D-5s			INGV	01/01/09	§ 29/10/09
SOLUN (2)							Trillium-120s			INGV	§ 30/10/09	
SOR	Termini di Sorrento	NA	Campania	40.5820	14.3350	497	Trillium-40s			INGV-OV		
SSY	Sortino	SR	Sicilia	37.1577	15.0737	600	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
STR3	Stromboli 3	ME	Sicilia	38.7978	15.2305	195	CMG40-60s			INGV-OV		
STR4	Stromboli 4	ME	Sicilia	38.7739	15.2115	86	CMG40-60s			INGV-OV		
STR5	Stromboli 5	ME	Sicilia	38.7911	15.2032	632	CMG40-60s			INGV-OV		
STV	Sant'Anna di Valdieri	CN	Piemonte	44.2455	7.3260	930	Trillium-240s			INGV		
TDS	Terranova da Sibari	CS	Calabria	39.6601	16.3376	244	S-13			INGV		
TEOL	Teolo	PD	Veneto	45.3617	11.6739	370	Trillium-120s		GRX1200Pro	INGV	20/05/09	
TERO	Teramo	TE	Abruzzo	42.6228	13.6039	673	Trillium-40s	Episensor		INGV		
TIP	Timpagrande	KR	Calabria	39.1794	16.7583	789	STS2-120s			MedNet		
TIR	Tirana	(AL)	Albania	41.3472	19.8631	247	STS2-120s			MedNet		
TOLF	Tolfa	RM	Lazio	42.0641	12.0002	371	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
TR9	Trevico	AV	Campania	41.0458	15.2320	1094	L4-C-3D			INGV-OV		
TRAV	Traversella	TO	Piemonte	45.5127	7.7470	990	Trillium-40s			INGV-IG		
TRI	Trieste	TS	Friuli Venezia Giulia	45.7088	13.7642	161	S-13			INGV		§ 27/02/09
TRI (2)							STS1-VBB			MEdNet		
TRIV	Trivento	CB	Molise	41.7666	14.5502	598	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
TRTR	Tortoreto Alta	TE	Abruzzo	42.8081	13.9138	160	Trillium-40s	Episensor		INGV		
TUE	Stuetta	SO	Lombardia	46.4722	9.3473	1924	STS2-120s		GRX1200Pro	MedNet		
USI	Ustica	PA	Sicilia	38.7079	13.1791	285	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
VAGA	Valle Agricola	CE	Campania	41.4154	14.2342	795	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
VAI	Varese	VA	Lombardia	45.8674	8.7684	1150	S-13			INGV		
VARE	Varese	VA	Lombardia	45.8677	8.7700	1219	Trillium-40s			INGV	07/10/09	
VCCL	Villa Celliera	PE	Abruzzo	42.3946	13.8406	1185	Le3D-5s			INGV		
VENT	Ventotene	LT	Lazio	40.7948	13.4216	108	Le3D-5s		GRX1200Pro	INGV		
VINO	Villanova	UD	Friuli Venezia Giulia	46.2538	13.2755	608	CMG-3T-100s			OGS-NI		

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	H	veloc.	accel.	GPS	rete	aperte '09	chiuse '09
VLC	Villa Colle Mandina	LU	Toscana	44.1591	10.3862	562	STS2-120s			MedNet		
VMG	Villore del Mugello	FI	Toscana	43.9617	11.5438	450	S-13			INGV		
VSL	Villasalto	CA	Sardegna	39.4960	9.3780	370	STS1-VBB			MedNet		
VULT	Monte Vulture-Melfi	PZ	Basilicata	40.9549	15.6163	1101	Trillium-40s	Episensor	GRX1200Pro	INGV		
VULD	Villavallelonga	AQ	Abruzzo	41.8697	13.6232	1051	Trillium-40s		GRX1200Pro	INGV		
WDD	Wield Dalam	(M)	Isola di Malta	35.8373	14.5242	44	STS2-120s			MedNet		
WTTA	Wattenberg	(A)	Austria	47.2637	11.6363	1764	STS2-120s			AO		
ZCCA	Zocca	MO	Emilia Romagna	44.3509	10.9765	700	Trillium-40s			INGV		

stazione attivata nel 2009

stazione disattivata nel 2009

stazione attivata e disattivata nel 2009

^ sensore in pozzo

§ variazione strumentazione

Stazione OBS

allegato B

**Stazioni temporanee
Re.Mo.Tel.**

**installate in occasione del
terremoto dell'Aquila**

Sigla	Denominazione	Prov.	Regione	Lat.	Long.	m/slm	velocimetro	accel.	rete	aperte '09	chiuse '09
T0101	Poggio Santa Maria	AQ	Abruzzo	42,3308	13,3026	850		Episensor	INGV	06-04-09	01-09-09
T0102	San Vittorino	AQ	Abruzzo	42,3967	13,3139	707		Episensor	INGV	06-04-09	01-09-09
T0103	L'Aquila	AQ	Abruzzo	42,3619	13,4245	849		Episensor	INGV	06-04-09	12-06-09
T0104	Coppito - Madonna delle Grazie	AQ	Abruzzo	42,3599	13,3382	754	Le3D-1s	Episensor	INGV	06-04-09	09-10-09
T0104	Coppito - Madonna delle Grazie	AQ	Abruzzo	42,3593	13,3395	741	Trillium-120sCompact	Episensor	INGV	09-10-09	
T0105	Valle D' Ocre	AQ	Abruzzo	42,3110	13,4629	685		Episensor	INGV	08-04-09	26-11-09
T0106	Roio Piano	AQ	Abruzzo	42,3069	13,3837	1260		Episensor	INGV	08-04-09	11-10-09
T0106	Roio Piano	AQ	Abruzzo	42,3049	13,3836	1260	Le3D-1s		INGV	11-10-09	
T0107	San Pelino - Cagnano Amiterno	AQ	Abruzzo	42,4726	13,2475	1084		Episensor	INGV	09-04-09	
T0108	Poggio di Rojo	AQ	Abruzzo	42,3354	13,3765	1013		Episensor	INGV	08-04-09	26-11-09
T0110	Collepietro	AQ	Abruzzo	42,2282	13,7773	916		Episensor	INGV	02-09-09	
T0201	Balsorano	AQ	Abruzzo	41,7780	13,5745	570	Le3D-1s		INGV	11-06-09	28-07-09
T0202	Vitale	FR	Lazio	41,7021	13,5442	355	Le3D-1s		INGV	12-06-09	28-07-09

Indice

Introduzione	4
1. La Rete Sismica Nazionale nel 2009	4
2. La sismicità italiana nel 2009	5
3. Sequenze sismiche del 2009	10
3.1 Criteri di selezione	10
3.2 Principali sequenze sismiche nel 2009	10
3.3 Sismicità diffusa	16
4. Sequenza sismica dell'aquilano-reatino	20
5. Esplosioni in cava	25
Analisti del BSI per l'anno 2009	27
Ringraziamenti	27
Acknowledgments	27
Bibliografia	27
Appendice A: Considerazioni sul calcolo della magnitudo locale nel Bollettino Sismico Italiano	28
Allegato A: Stazioni della Rete Sismica Nazionale operative nel 2009	31
Allegato B: Stazioni temporanee Re.Mo.Tel. installate in occasione del terremoto dell'Aquila	45

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2012 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