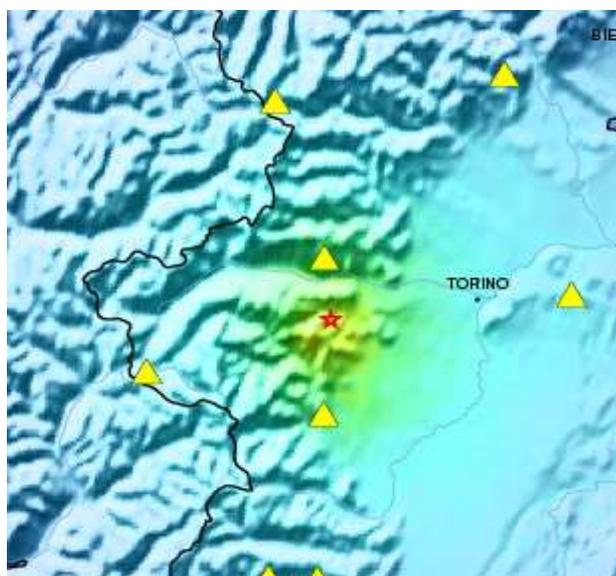


RAPPORTO DELL'EVENTO SISMICO DEL 25-07-2011



A cura del Dipartimento Sistemi Previsionali

Torino, 09 agosto 2011



SOMMARIO

<i>INTRODUZIONE</i>	1
<i>ANALISI DELL'EVENTO</i>	2
Dati rilevati dalla rete sismica regionale	2
Effetti rilevati	11
<i>INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO</i>	19
<i>SISMICITÀ REGIONALE E LOCALE</i>	22
Eventi del 25 luglio e sismicità.....	24
<i>ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE</i>	31

INTRODUZIONE

Un terremoto di magnitudo locale (Ml) 4.4 è avvenuto alle ore 14:31 (ora locale) del giorno 25 luglio 2011 nel distretto sismico delle Alpi Cozie, in Provincia di Torino, a circa 25 km ad ovest di Torino, con epicentro nel Comune di Giaveno, ad una profondità stimata di 20 km.

L'evento è stato rilevato in tempo reale, localizzato e misurato dalla rete sismica regionale, per una tempestiva segnalazione al settore di Protezione Civile regionale.

Nelle ore e nei giorni seguenti, con frequenza decrescente, la rete regionale ha rilevato nella medesima area epicentrale circa 20 scosse minori, di bassa magnitudo (un solo evento ha raggiunto magnitudo locale 2, circa un'ora dopo l'evento principale).

Non risultano danni significativi, ma le scosse dell'evento principale sono state percepite su gran parte dell'Italia nord-occidentale, risultando anche abbastanza forti nell'area epicentrale, altrove per lo più leggere o moderate. Le repliche sono state di intensità strumentale, difficilmente percepibile dalla popolazione.

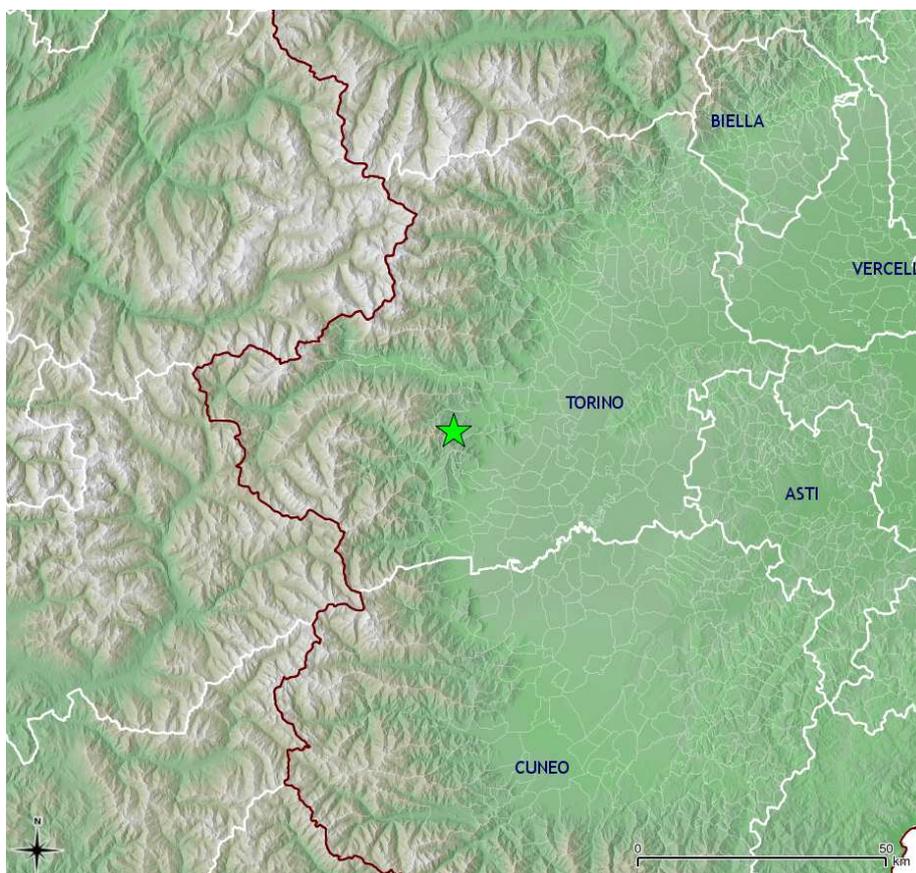


Figura 1. Localizzazione dell'epicentro dell'evento principale.

I dati strumentali riportati in questo documento derivano dalle analisi effettuate dagli analisti sismologi a seguito del rilevamento dei terremoti, con le procedure operative ordinarie, finalizzate ad una tempestiva localizzazione ai fini di protezione civile. Eventuali nuovi dati o analisi potrebbero far variare le stime attuali.

ANALISI DELL'EVENTO

Dati rilevati dalla rete sismica regionale

Evento principale

Un terremoto di magnitudo locale (ML) 4.4 è avvenuto alle ore 14:31 (ora locale) del giorno 25 luglio 2011 nel distretto sismico delle Alpi Cozie, in Provincia di Torino, a circa 25 km ad ovest di Torino, con epicentro nel Comune di Giaveno, ad una profondità stimata di 20 km. I comuni più vicini all'epicentro (figura 2) sono, oltre a Giaveno, quelli di Coazze, Cumiana, Perosa Argentina, Pinasca, Valgioie, Avigliana, Cantalupa, Trana, tutti in Provincia di Torino.

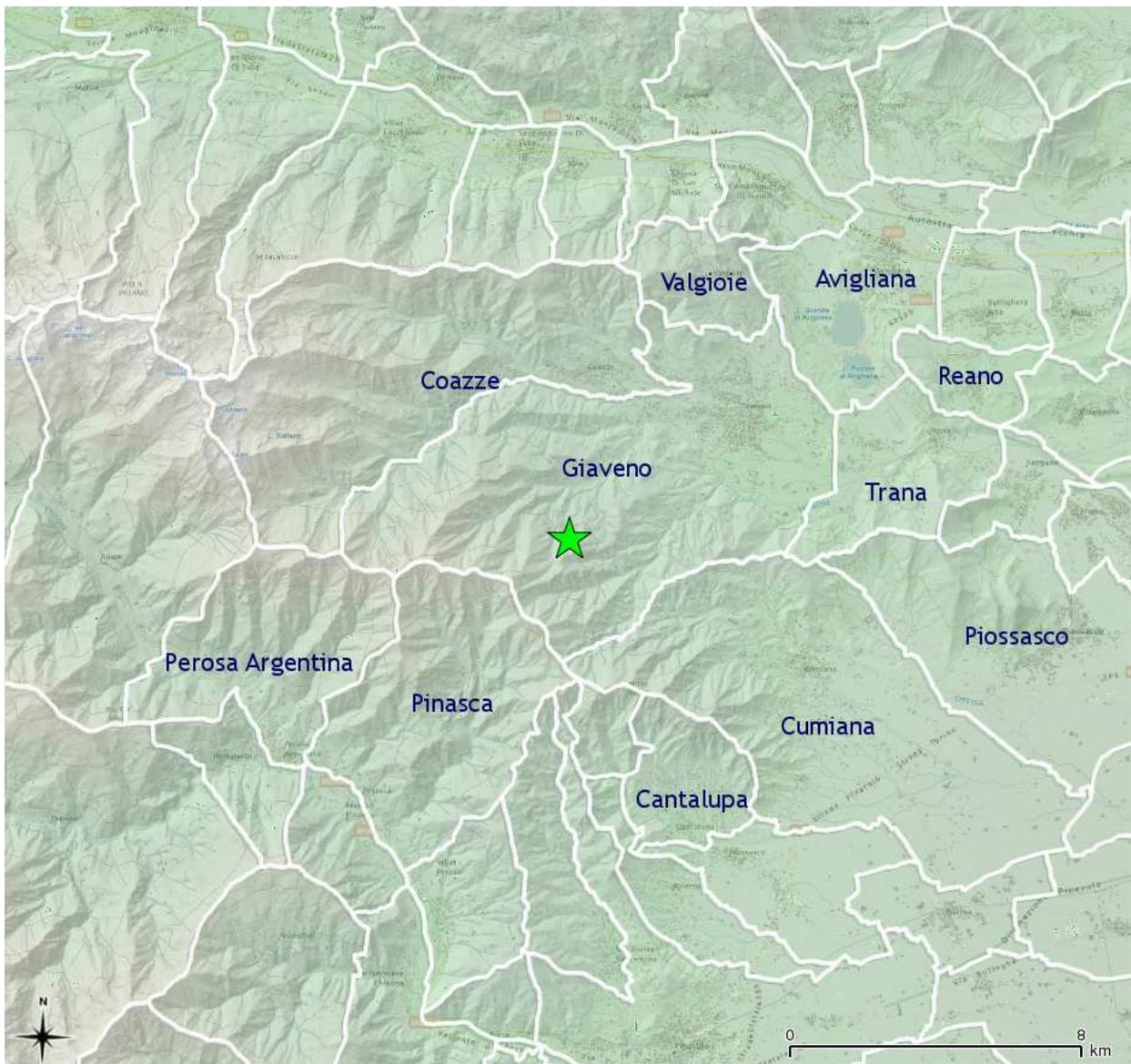


Figura 2. Localizzazione dell'epicentro dell'evento principale.

Il terremoto è stato rilevato dalle stazioni di Arpa Piemonte, che fanno parte della rete sismica regionale (RSNI: rete sismica regionale dell'Italia nord-occidentale), e dalle altre stazioni presenti nell'area (INSN: rete sismica nazionale italiana; FBSN: rete sismica francese a banda larga; SDSN: rete sismica digitale svizzera), i cui segnali sono trasmessi in continuo in tempo reale presso il Centro Funzionale di Arpa Piemonte e presso il Centro Elaborazione Dati Sismici del Laboratorio di Sismologia dell'Università di Genova.

Immediatamente a seguito del rilevamento di un evento sismico le procedure operative della rete sismica regionale dell'Italia nord-occidentale forniscono in automatico una stima della localizzazione e della magnitudo. I dati sono successivamente visionati da un analista sismologo, che esegue le procedure per un aggiornamento delle stime calcolate.

In figura 3 si riportano la localizzazione dell'epicentro ottenuta dall'analisi manuale e la posizione delle stazioni sismiche utilizzate per le elaborazioni effettuate.



Figura 3. Localizzazione dell'epicentro dell'evento principale, stimata con i dati dalle stazioni rappresentate in figura, colorate a seconda della rete di appartenenza.

In tabella 1 sono riportati i valori dei dati parametrici della scossa principale, con le precisioni associate. I valori delle coordinate ipocentrali e della magnitudo forniti rappresentano le migliori stime ottenute dai sismologi con i dati disponibili.

Tabella 1. Dati parametrici dell'evento principale e incertezze associate.

Parametro	Valore
Magnitudo (Ml):	4.4
Errore magnitudo (Ml):	+/-0.2
Tempo origine	
Data e ora (ora locale):	25/07/2011 14:31:20
Data e ora (UTC):	25/07/2011 12:31:20
Coordinate ipocentrali (WGS84)	
Profondità (km):	20
Errore verticale (km):	+/- 3
Latitudine (°N):	45.012
Longitudine (°E):	7.292
Errore orizzontale (km):	+/- 2
Altri parametri	
RMS (s)	0.7
Massimo gap azimutale (°)	90
Numero di fasi	44
Epicentro	
Comune e Provincia	Giaveno (TO)
Distretto sismico	Alpi Cozie

La magnitudo è una misura della grandezza del terremoto e fornisce un'indicazione dell'energia associata all'evento. La magnitudo è generalmente calcolata dall'analisi delle onde sismiche registrate: i segnali presentano contenuti in frequenza molto diversi, a causa della complessità sia della sorgente sismica che del percorso lungo il quale si propagano. Sono state definite pertanto diverse scale di magnitudo, calcolate considerando aspetti diversi dei segnali, indicativi di differenti caratteristiche del fenomeno (sia della sorgente che ha generato le onde, sia del percorso attraverso cui si propagano).

Tutte le diverse scale di magnitudo esprimono, in forma logaritmica, un rapporto tra le grandezze dei terremoti.

La magnitudo locale (Ml, comunemente detta 'Richter') viene calcolata per terremoti a distanza locale o regionale (entro un limite dell'ordine di alcune centinaia di chilometri dai siti di misura) ed è funzione della massima ampiezza dello scuotimento orizzontale. Data la forma logaritmica della magnitudo, un incremento di un'unità significa una massima ampiezza indicativamente 10 volte più grande.

Poiché le componenti del segnale ad alta frequenza considerate per il calcolo della magnitudo locale sono prossime alle frequenze di risonanza di gran parte delle strutture, la scala risulta significativa ai fini della valutazione del potenziale dannoso del terremoto.

L'errore fornito per ciascuna stima fornisce l'indicazione della precisione con cui è stata calcolata, assunta in generale pari alla deviazione standard.

L'errore RMS (*Root Mean Square error*, radice della media dei quadrati degli errori) è il valore quadratico medio dei residui dei tempi di primo arrivo delle fasi sismiche ai sismometri, cioè delle differenze tra i valori osservati e i valori calcolati; è una buona misura della precisione. Valori di RMS inferiori a 1 secondo sono ad esempio indicazione di localizzazioni statisticamente affidabili.

Massimo gap azimutale: è il maggior angolo formato tra due stazioni consecutive con l'epicentro al vertice. Terremoti interni alla rete, la cui localizzazione è meglio vincolata e più affidabile, presentano un valore basso, generalmente al di sotto di 180° , mentre per terremoti eccentrici rispetto alla posizione delle stazioni della rete tale angolo assume valori più grandi.

Tanto minori sono i valori di tali parametri, tanto maggiore è solitamente l'affidabilità della soluzione determinata.

Numero di fasi: numero (totale su tutti i segnali) delle fasi utilizzate per le elaborazioni. Per fasi si intendono i diversi tipi di onde, di cui si individuano i tempi di primo arrivo. Usualmente vengono utilizzati i tempi delle onde P e S: se vengono individuati per tutti i segnali, il numero delle fasi è il doppio del numero delle stazioni i cui segnali sono utilizzati. Maggiore è il numero delle informazioni disponibili, ovvero con una più fitta rete di stazioni ben posizionate rispetto alla sorgente, meglio vincolata è la soluzione (che procede per minimizzazione degli errori).

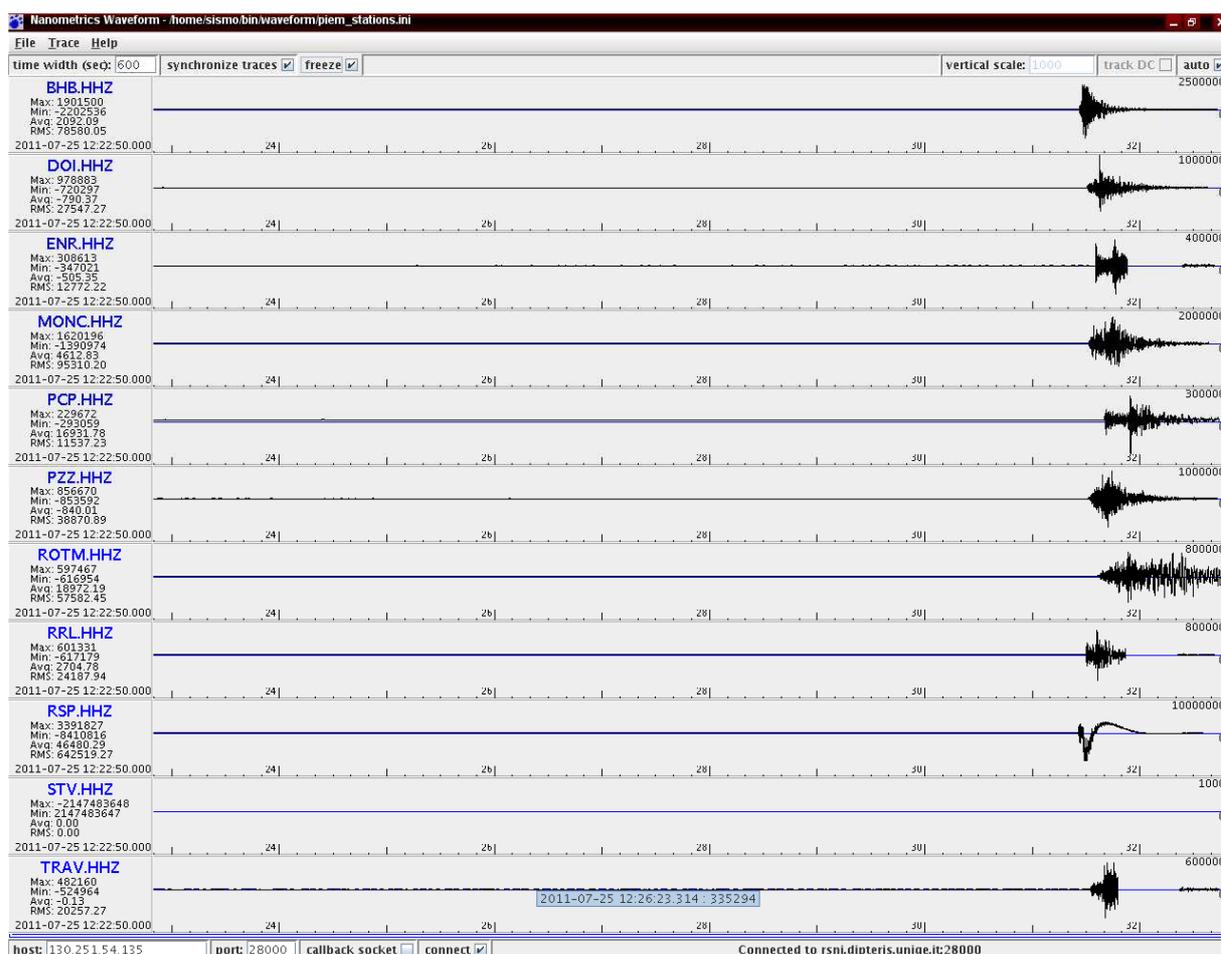


Figura 4. I segnali sismici della scossa principale rilevati dalla rete regionale

Le stazioni della rete sismica regionale sono tutte a 3 componenti e consentono quindi di misurare lo scuotimento nello spazio, rappresentandolo secondo due direzioni orizzontali (Nord-Sud, Est-Ovest) e una verticale.

In figura 4 si riportano i segnali sismici del terremoto principale rilevati dalla rete regionale. A sinistra sono indicati i codici identificativi delle stazioni, seguiti dal relativo segnale corrispondente alla componente verticale della velocità dello scuotimento registrato dallo strumento, rispetto allo scorrere del tempo, indicato sugli assi orizzontali. Tutti i segnali sono sincronizzati, pertanto le stazioni alle quali il segnale arriva prima sono generalmente più vicine alla sorgente (a parità di velocità di propagazione dell'onda). Le ampiezze dei segnali qui rappresentati non sono in scala l'una rispetto all'altra.

Nella tabella 2 è riportato l'elenco delle stazioni italiane utilizzate per le elaborazioni, con la distanza dall'epicentro e l'azimut rispetto ad esso, oltre ai principali dati anagrafici, compresa la rete di appartenenza:

- RSNi: rete sismica regionale dell'Italia nord-occidentale (Arpa Piemonte, Università di Genova, Regione Valle d'Aosta);
- INSN: rete sismica nazionale italiana (INGV: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Sono stati utilizzati anche i dati di 5 stazioni svizzere e 5 francesi, non riportate in tabella, appartenenti alle rispettive reti nazionali.

Tabella 2. Stazioni della reti sismiche regionale e nazionale.

Codice	Denominazione	Comune	Provincia	Rete	Distanza da epicentro (km)	Azimuth (°)
RSP	Reno Superiore	Condove	TO	RSNI	15	352
BHB	Bricherasio	Bricherasio	TO	RSNI	20	187
RRL	Rocca Remolon	Cesana Torinese	TO	RSNI	41	256
MONC	Moncucco Torinese	Moncucco Torinese	AT	INSN	50	82
LSD	Lago del Serrù	Ceresole Reale	TO	RSNI	51	346
DOI	San Damiano Macra	San Damiano Macra	CN	INSN	57	184
PZZ	Stroppo	Stroppo	CN	RSNI	58	194
TRAV	Traversella	Traversella	TO	RSNI	66	32
ROTM	Rocchetta Tanaro	Rocchetta Tanaro	AT	RSNI	85	102
MRGE	Morgex	Morgex	AO	RSNI	86	348
ENR	Entracque	Entracque	CN	RSNI	88	173
PCP	Piancastagna	Ponzone	AL	RSNI	112	117
RORO	Roccarossa	Castelbianco	SV	RSNI	117	148
FINB	Finale Ligure	Finale Ligure	SV	RSNI	124	138
IMI	Imperia	Imperia	IM	RSNI	131	159
NEGI	Negi	Perinaldo	IM	RSNI	134	166
BOB	Bobbio	Bobbio	PC	INSN	172	98
SC2M	Scurtabò	Varese Ligure	SP	RSNI	190	110
MSSA	Maissana	Maissana	SP	INSN	192	113
CODM	Codolo	Zeri	MC	RSNI	214	108
GRAM	Graiana	Corniglio	PR	RSNI	227	104
SARM	Sassorosso	Villa Collemandina	LU	RSNI	263	109
CARM	Cardoso	Galliciano	LU	RSNI	276	112
MAIM	Mastiano	Lucca	LU	RSNI	282	115
BDI	Bagni di Lucca	Bagni di Lucca	LU	INSN	282	111
POPM	Popiglio	Piteglio	PT	RSNI	295	110
FNVD	Fontana Vidola	Camugnano	BO	INSN	317	106

Repliche

Nelle ore e nei giorni seguenti, con frequenza decrescente, la rete regionale ha rilevato nella medesima area epicentrale circa 20 scosse minori, di bassa magnitudo (un solo evento ha raggiunto magnitudo locale 2, circa un'ora dopo la scossa principale).

I principali dati parametrici degli eventi, i cui epicentri sono rappresentati in figura 5 (con una distanza media di 4 km dall'evento principale per il gruppo più a est), sono riportati in tabella 3. I valori delle coordinate ipocentrali e della magnitudo forniti rappresentano le migliori stime ottenute dalle analisi effettuate dai sismologi della rete sismica regionale con i dati disponibili. Eventuali nuovi dati o analisi potrebbero far variare le stime attuali.

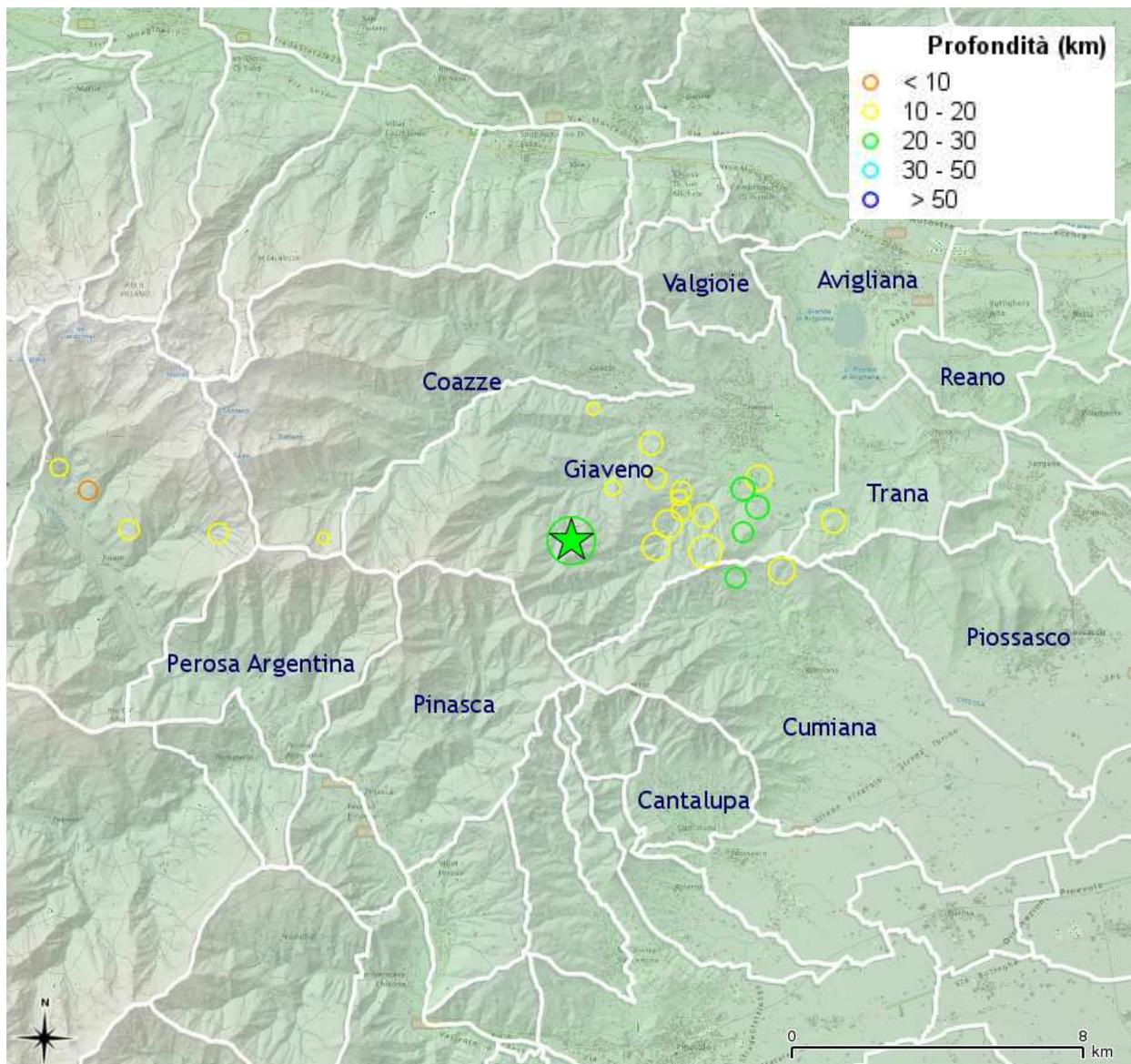


Figura 5. Epicentri dell'evento principale e delle repliche.

Tabella 3. Dati parametrici dell'evento principale e delle repliche.

Magnitudo (MI)	Data e ora (UTC)		Epicentro Comune e Provincia	Latitudine (°N)	Longitudine (°E)	Profondità (km)
4.4	25/07/2011	12:31:20	Giaveno (TO)	45.012	7.292	20
1.4	25/07/2011	12:44:05	Giaveno (TO)	45.010	7.321	11
1.1	25/07/2011	12:47:22	Giaveno (TO)	45.020	7.356	21
0.7	25/07/2011	12:48:32	Rouere (TO)	45.021	7.123	9
1.3	25/07/2011	13:00:33	Giaveno (TO)	45.028	7.356	17
0.6	25/07/2011	13:01:37	Rouere (TO)	45.027	7.113	11
1.2	25/07/2011	13:17:10	Trana (TO)	45.018	7.383	19
2.0	25/07/2011	13:29:08	Giaveno (TO)	45.010	7.339	11
0.8	25/07/2011	13:42:43	Rouere (TO)	45.011	7.169	14
0.8	25/07/2011	13:43:55	Rouere (TO)	45.011	7.138	11
0.5	25/07/2011	13:46:19	Giaveno (TO)	45.025	7.306	12
1.1	25/07/2011	13:47:28	Giaveno (TO)	45.036	7.319	15
0.8	25/07/2011	14:30:33	Giaveno (TO)	45.024	7.330	17
0.9	25/07/2011	15:32:36	Giaveno (TO)	45.018	7.338	18
1.3	25/07/2011	16:06:27	Cumiana (TO)	45.005	7.365	16
0.8	25/07/2011	19:45:36	Cumiana (TO)	45.003	7.349	20
0.3	26/07/2011	00:56:29	Coazze (TO)	45.011	7.206	15
0.8	26/07/2011	03:43:08	Giaveno (TO)	45.027	7.321	15
0.5	26/07/2011	05:18:36	Giaveno (TO)	45.023	7.329	17
0.8	26/07/2011	08:17:47	Giaveno (TO)	45.014	7.351	21
1.5	26/07/2011	11:37:10	Giaveno (TO)	45.016	7.325	11
0.3	26/07/2011	18:13:30	Giaveno (TO)	45.044	7.299	16
0.9	27/07/2011	07:20:59	Giaveno (TO)	45.025	7.351	20
0.7	28/07/2011	05:58:35	Giaveno (TO)	45.019	7.330	16

In tabella 4 sono riportati alcuni dati statistici (massimo, minimo, media e deviazione standard o σ) relativi alle magnitudo e alle profondità delle repliche e al numero di terremoti giornalieri, rappresentati in figura 6 per intervalli di magnitudo. I 4 terremoti di Rouere e quello di Coazze non sono stati inclusi nelle elaborazioni statistiche riportate in tabella 4 e in figura 6.

Tabella 4. Dati statistici delle repliche.

Data	Numero terremoti	Magnitudo (MI)				Profondità (km)			
		Massima	Minima	Media	Dev. St. (σ)	Massima	Minima	Media	Dev. St. (σ)
25/07/2011	12	2.0	0.5	1.1	0.4	21.3	11.1	16.2	3.5
26/07/2011	5	1.5	0.3	0.8	0.5	21.2	11.1	16.3	3.6
27/07/2011	1	0.9	0.9	0.9	-	20.4	20.4	20.4	-
28/07/2011	1	0.7	0.7	0.7	-	16.0	16.0	16.0	-
totale	19	2.0	0.3	1.0	0.1	21.2	11.1	16.5	3.4

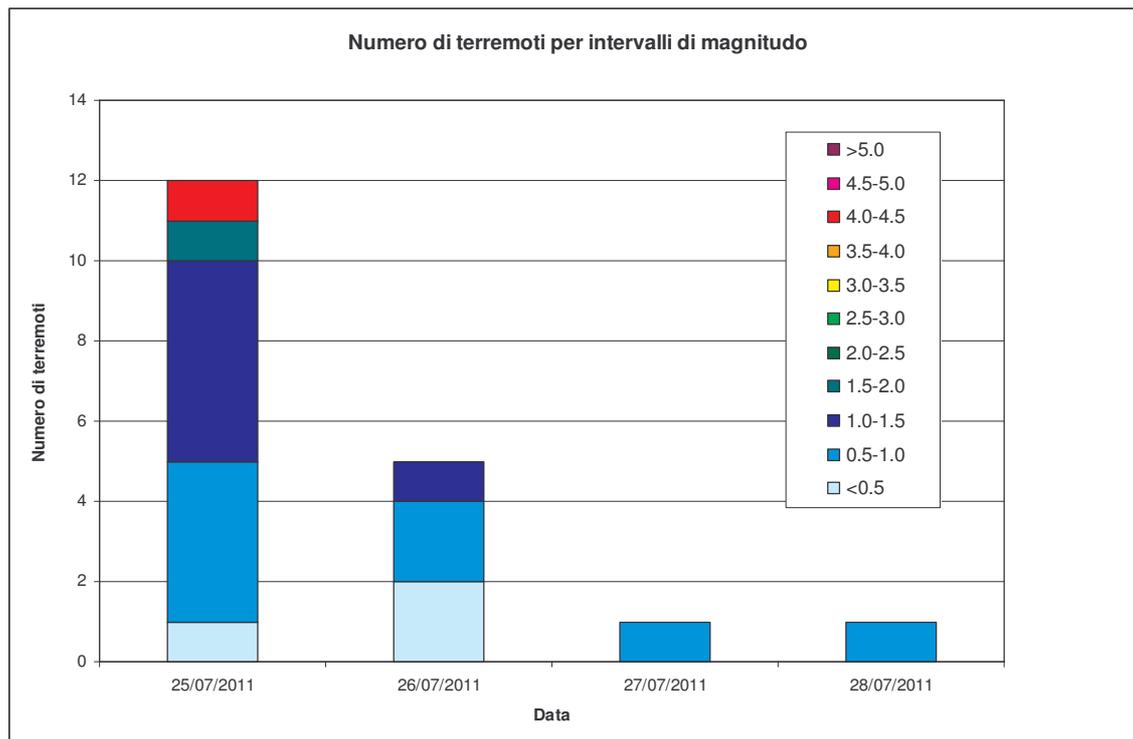


Figura 6. Numero di terremoti giornalieri per intervalli di magnitudo nella stessa area epicentrale.

Nelle figure 7 e 8 si riportano i segnali registrati in continuo lungo la componente verticale per due stazioni della rete sismica, rispettivamente Bricherasio (BHB) e Stroppo (PZZ), dalle 12:00 alle 24:00 UTC del 25 luglio (ossia dalle 14:00 del 25 luglio alle 2 del 26 luglio in ora locale). La lunghezza del diagramma corrisponde a 15 minuti. Per la lettura del segnale, al termine di ogni riga i dati proseguono nella riga successiva evidenziata con un colore differente: nero, rosso, blu e verde in successione. Tra due punti nella stessa posizione su due righe di uguale colore successive (quindi tra una riga e la quarta successiva) c'è un'ora di differenza. L'inizio delle righe nere è sempre all'ora esatta, di quelle rosse al quarto d'ora, di quelle blu alla mezz'ora, di quelle verdi ai tre quarti d'ora.

In entrambe le figure 7 e 8 è ben evidente in blu la scossa principale alle ore 12:31 UTC e la replica maggiore, in rosso alle 13:29 UTC (in alto a destra), con ampiezze maggiori nel segnale della stazione di Bricherasio, più vicina all'area epicentrale, nel quale si notano bene anche altre scosse minori riportate nella tabella 3, come ad esempio quelle delle 12:44 UTC (in blu in alto a destra), delle 13:00 UTC (in nero in alto a sinistra), delle 16:06 UTC (in nero verso il centro).

La scossa delle 14:56 UTC ben visibile in entrambi i segnali (in verde a destra) è invece relativa ad un evento di magnitudo locale 1.9 avvenuto in un'altra area, con epicentro ad Acceglio, in Provincia di Cuneo, ed infatti le onde registrate a Stroppo hanno un tempo d'arrivo minore e presentano ampiezze maggiori.

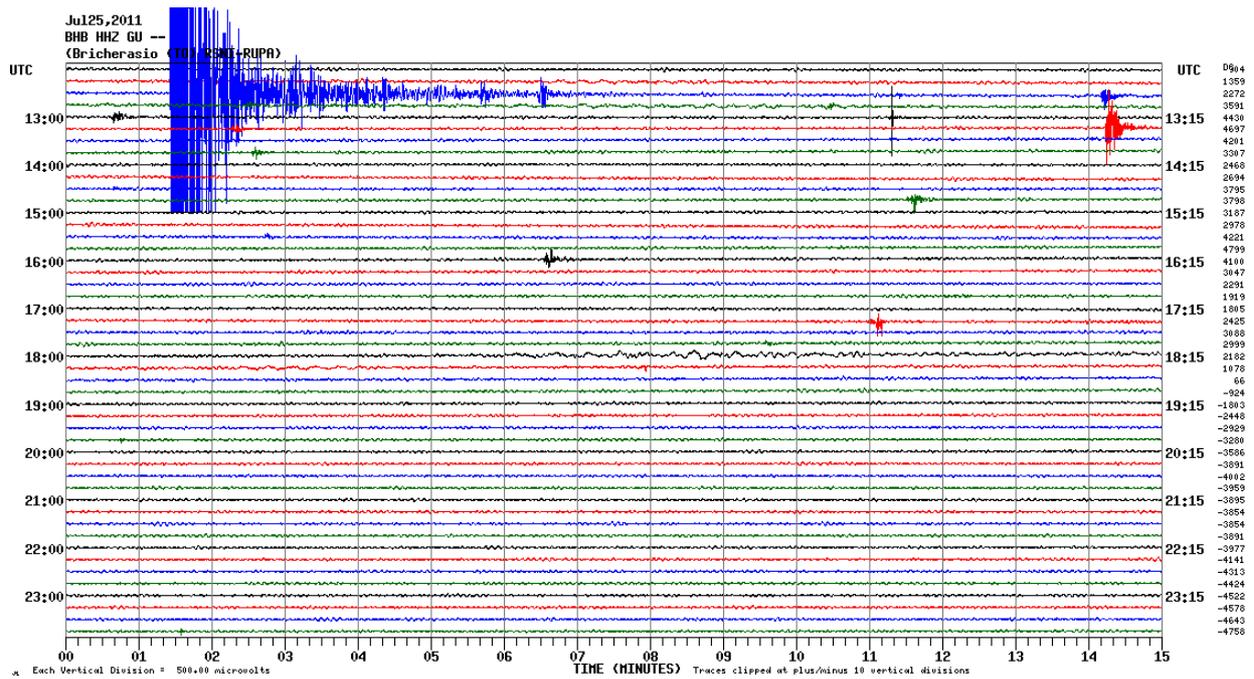


Figura 7. Componente verticale del segnale registrato nella stazione di Bricherasio (BHB) il 25/07/2011.

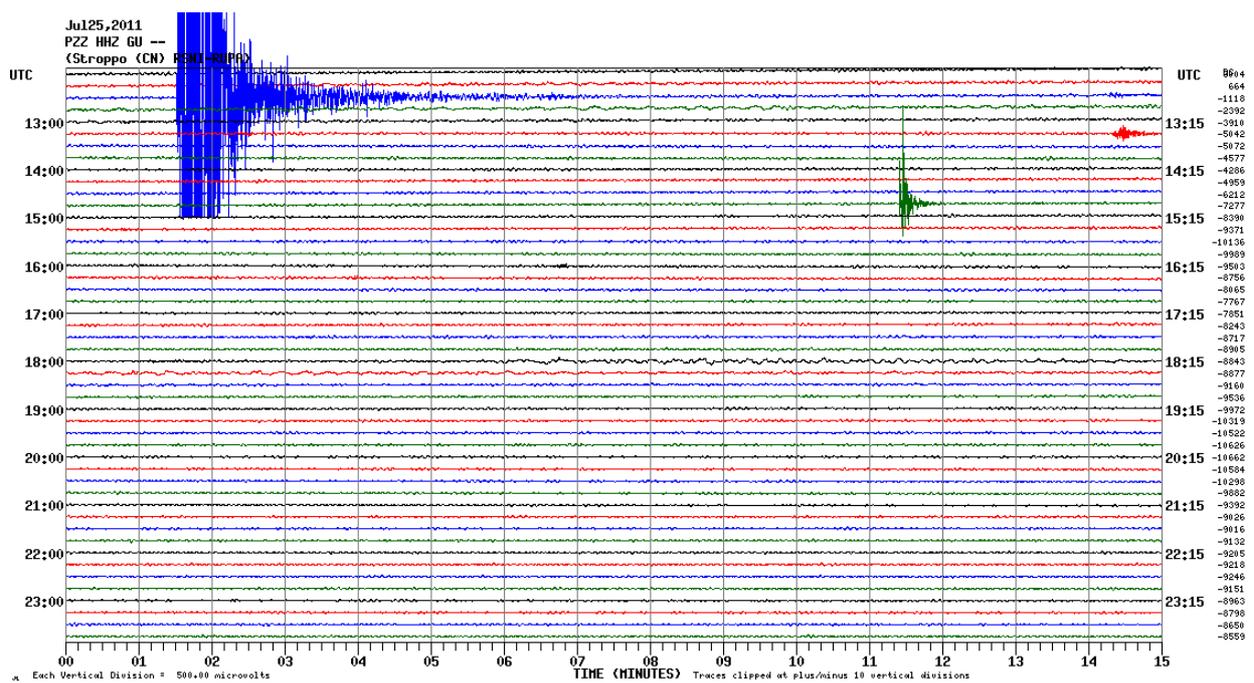


Figura 8. Componente verticale del segnale registrato nella stazione di Stroppio (PZZ) il 25/07/2011.

Effetti rilevati

Il sisma di magnitudo locale 4.4 è stato risentito su gran parte dell'Italia nord-occidentale ed in particolare nel torinese.

Le repliche sono state di intensità strumentale, difficilmente percepibile dalla popolazione.

Dalle testimonianze riportate presso gli enti di Protezione Civile locali e regionali non risultano danni, se non lievi, dovuti allo spostamento di alcuni oggetti, coerentemente con una stima dell'intensità di una scossa tra moderata e abbastanza forte nella zona epicentrale, da molti percepita come una raffica di vento. Al Servizio Sismico della Regione Piemonte è pervenuta una segnalazione di danni in una struttura, per la quale era già stata emessa in precedenza ordinanza di inagibilità, pertanto confermata, nel Comune di Vaie (TO).

Diverse testimonianze riportano di aver udito boati, non solo in seguito alla scossa principale, ma anche diversi minuti dopo, in concomitanza con alcune repliche. Le alte frequenze dei segnali sismici, presenti anche nelle onde di terremoti di bassa magnitudo, sono più facilmente udibili, sebbene la maggior parte dell'energia sismica che arriva in superficie presenta frequenze al di sotto del campo udibile umano. Si riporta in figura 9 la mappa, redatta dall'INGV, dei risentimenti acustici della scossa principale.

Nelle figure 10 e 11 si riportano le rilevazioni effettuate dall'INGV tramite il questionario online (<http://terremoto.rm.ingv.it/>), compilato dai cittadini, le cui segnalazioni sono state associate ad un valore di intensità secondo due diverse scale.

Gli effetti prodotti sono definiti tramite una scala di intensità, mentre la magnitudo è una stima della forza o della grandezza del terremoto.

Si ricorda che in generale gli effetti di un terremoto non variano solo con la magnitudo e la distanza, ma dipendono anche dalle caratteristiche del percorso effettuato dalle onde e dalle caratteristiche geologiche, geofisiche e morfologiche del sito.

Gli effetti al suolo interagiscono poi con le caratteristiche delle strutture eventualmente interessate dalle onde.

Anche per l'intensità esistono scale diverse, abbastanza simili tra loro. Le mappe dei questionari sono rappresentate rispetto alla scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) e alla scala EMS (Scala Macrosismica Europea); in particolare quest'ultima è molto simile alla scala Mercalli Modificata (MM), utilizzata per le mappe di intensità strumentale.

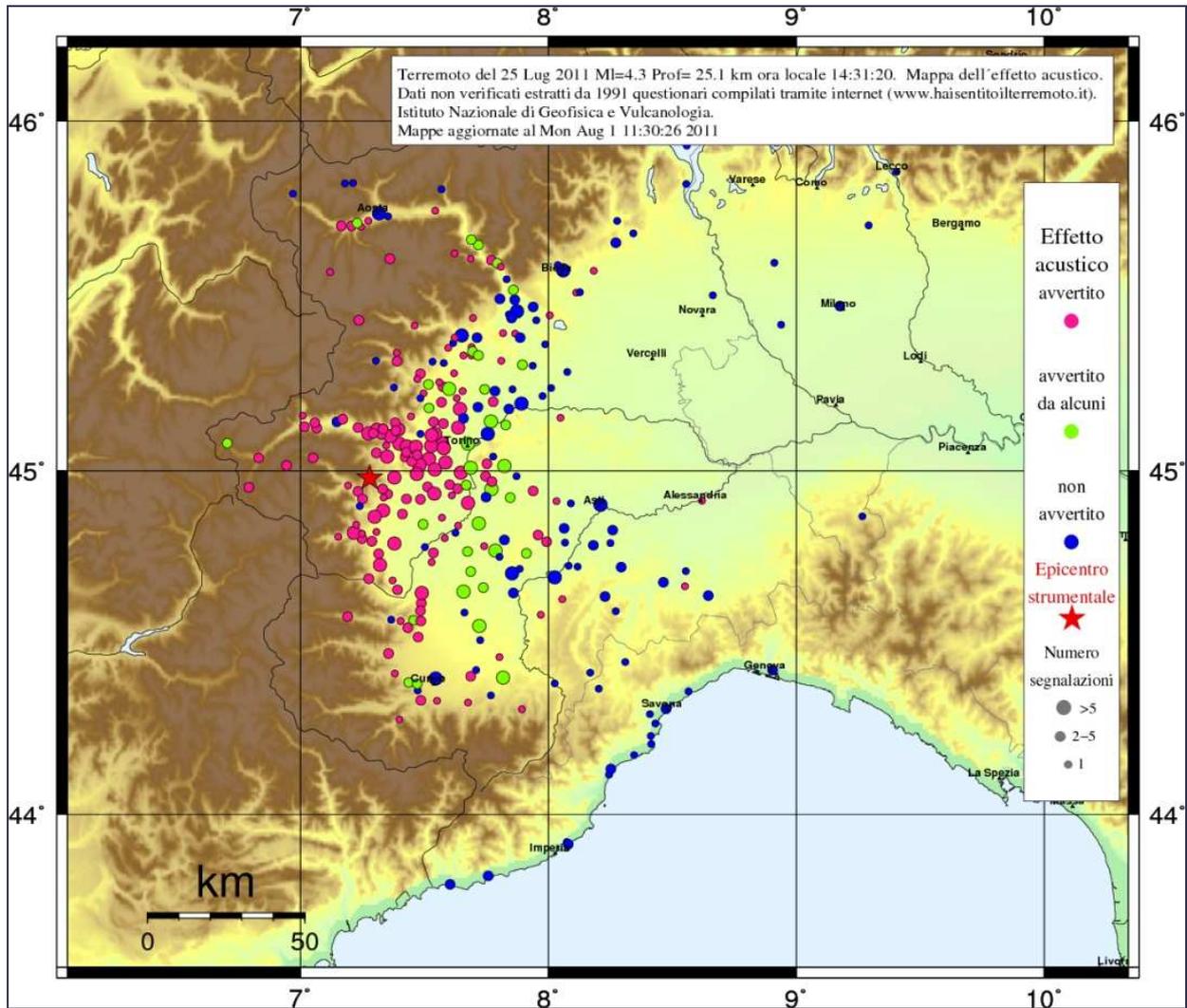


Figura 9. Mappa degli effetti acustici basati sulle segnalazioni dei cittadini, dal sito INGV (<http://terremoto.rm.ingv.it/repository/2218599510/2218599510rombo.jpg>).

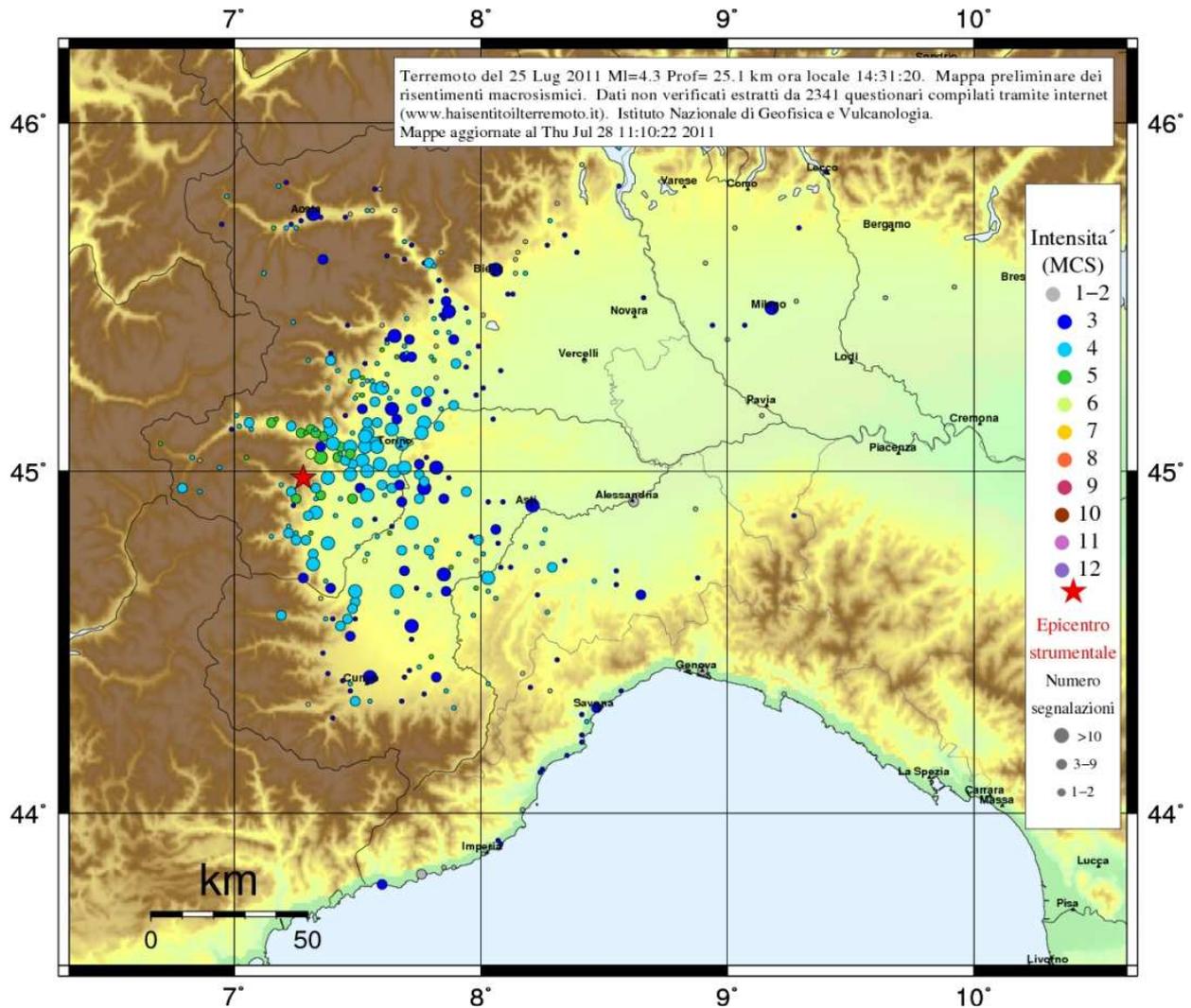


Figura 10. Mappa delle intensità (MCS) determinate dalle segnalazioni dai cittadini, dal sito INGV (http://cnt.rm.ingv.it/data_id/2218599510/map_mcs.jpg).

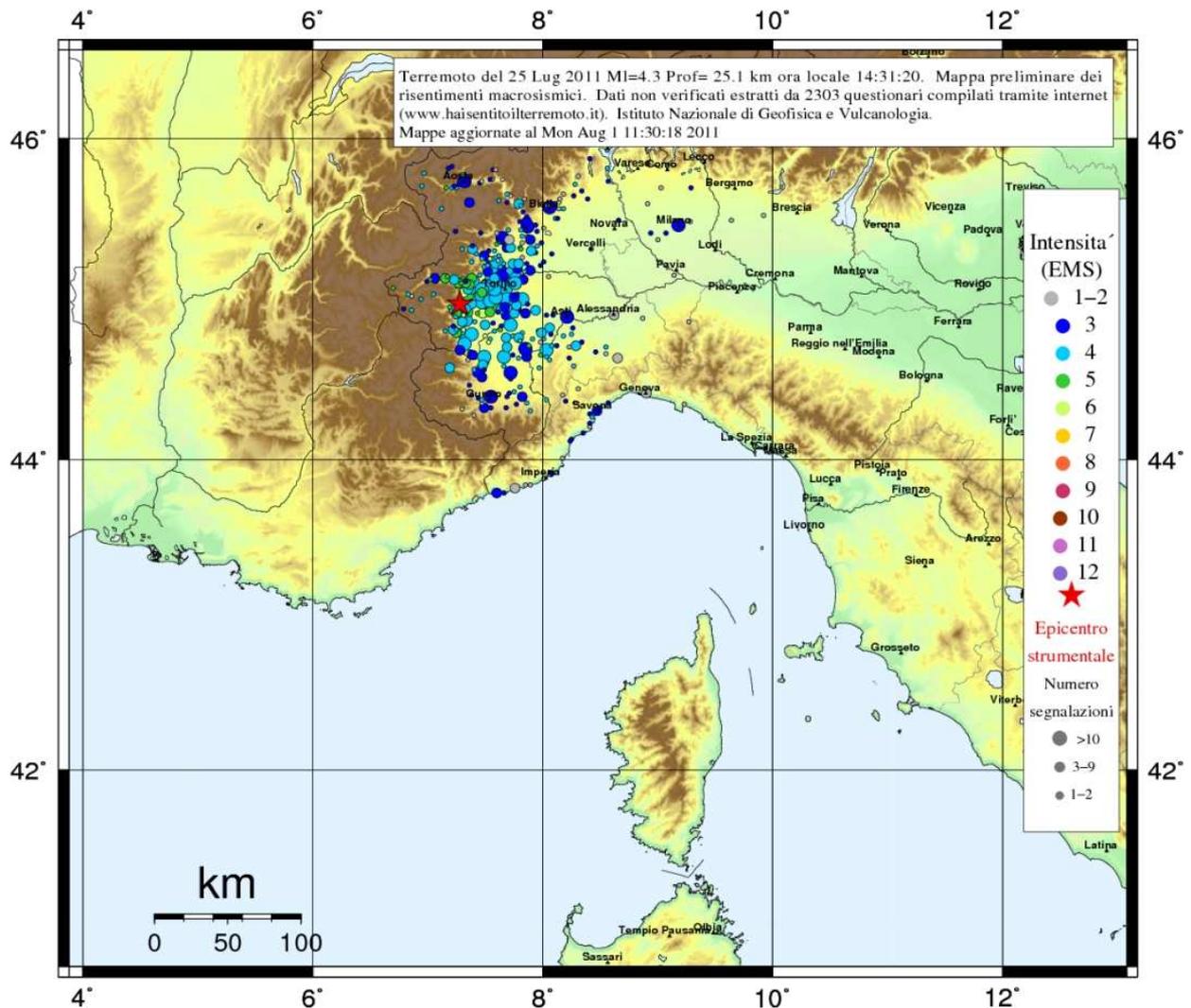


Figura 11. Mappa delle intensità (EMS) determinate dalle segnalazioni dai cittadini, dal sito INGV (<http://terremoto.rm.ingv.it/repository/2218599510/2218599510ems.jpg>).

La figura 12 mostra la stima del risentimento (espressa tramite la scala MM) a partire dai dati strumentali: si veda in legenda la corrispondenza tra i colori in mappa e gli effetti stimati.

Nella tabella 5 si riportano i criteri strumentali (valori di PGA e PGV) e descrittivi degli effetti associati ai gradi della scala MM (scala di intensità Mercalli Modificata).

Tabella 5. Dati statistici delle repliche.

Intensità (MM)	Intensità scossa	PGA (g)	PGV (cm/s)	Danni potenziali
I	impercettibile	<0.0017	<0.01	Nessuno
II - III	leggera	0.0017 - 0.014	0.01 - 1.1	Nessuno
IV	moderata	0.014 - 0.039	1.1 - 3.4	Nessuno
V	abbastanza forte	0.039 - 0.092	3.4 - 8.1	Molto lievi
VI	forte	0.092 - 0.18	8.1 - 16	Lievi
VII	molto forte	0.18 - 0.34	16 - 31	Moderati
VIII	rovinosa	0.34 - 0.65	31 - 60	Moderati - Gravi
IX	distruttiva	0.65 - 1.24	60 - 116	Gravi
X+	completamente distruttiva	>1.24	>116	Molto Gravi

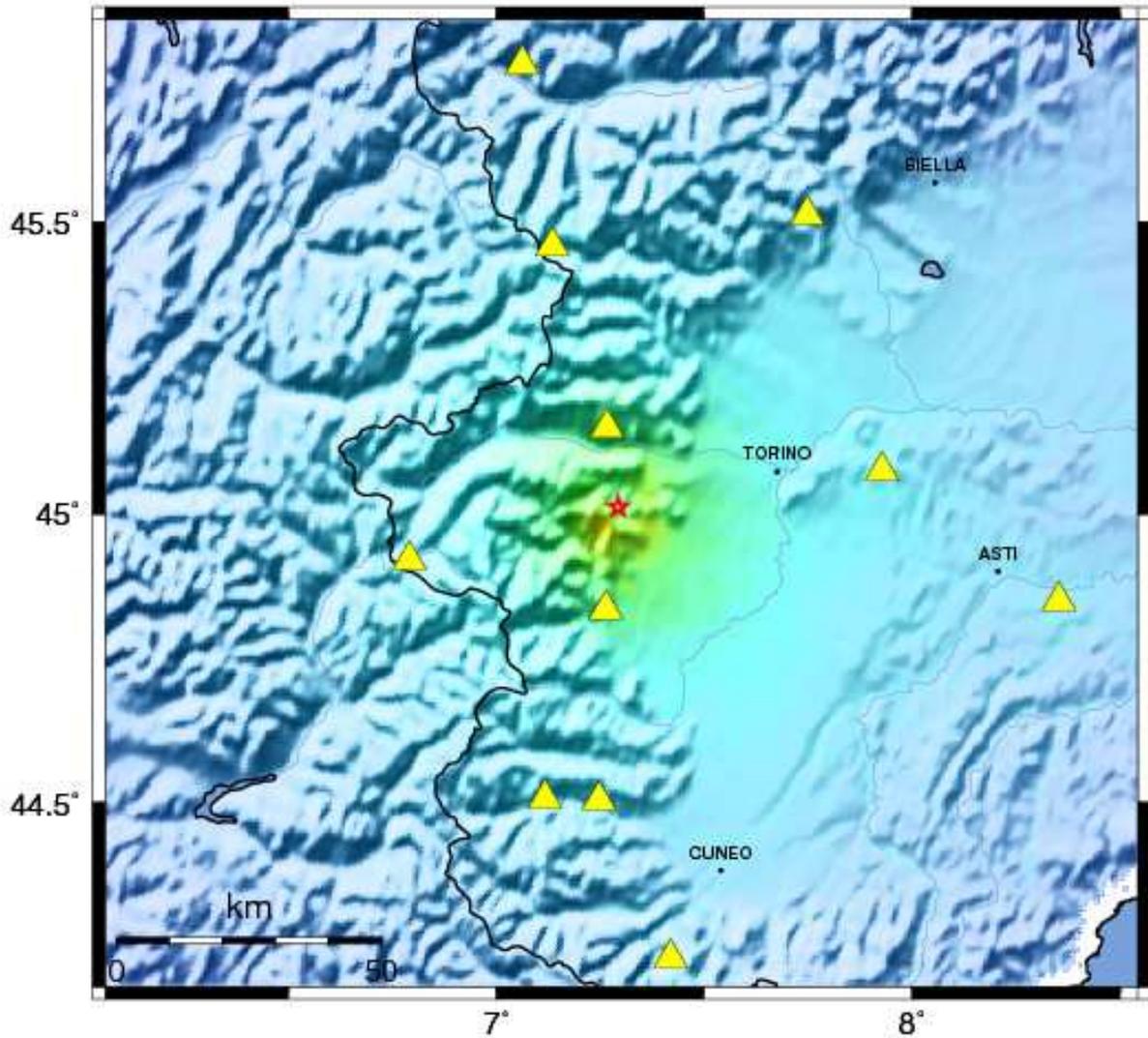
La mappa dell'intensità strumentale (figura 12) è coerente con le osservazioni segnalate dalla cittadinanza, tenendo conto dei valori di PGA (accelerazione di picco al suolo) registrati alle stazioni più vicine all'epicentro (RSP, componente N-S: 0.04 g; BHB, componente N-S: 0.015 g), considerando gli effetti di amplificazione al suolo rispetto allo scuotimento su roccia, dove generalmente è misurato nelle stazioni sismiche.

Le figure 13 e 14 mostrano rispettivamente i valori di picco di accelerazione (PGA, espressa in termini di percentuale di accelerazione di gravità) e di velocità (PGV, espressa in cm/s) al suolo, calcolati a partire dai dati misurati alle stazioni (raffigurate dai triangoli gialli).

Le mappe nelle figure 12, 13 e 14 mostrano i risultati delle elaborazioni con il codice ShakeMap (<http://shakemap.rm.ingv.it/shake/index.html>, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/shakemap/>) per la stima dei parametri di scuotimento del suolo sulla base di dati osservati e di successive interpolazioni, che utilizzano sia informazioni sismologiche che di ingegneria sismica. Le mappe di scuotimento danno esclusivamente stime indicative dello scuotimento sofferto.

RSNI ShakeMap : Alpi_Cozie

Mon Jul 25, 2011 12:31:20 PM GST M 4.4 N45.01 E7.29 Depth: 20.0km ID:110725123115



Map Version 1 Processed Mon Jul 25, 2011 01:43:12 PM GST,

SCUOTIMENTO PERCEPITO	Nessuno	Debole	Leggero	Moderato	Forte	Molto Forte	Severo	Violento	Estremo
DANNO POTENZIALE	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Molto legg.	Leggero	Moderato	Mod./Notevole	Notevole	Molto Not.
PGA(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PGV(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INTENSITA' STRUMENTALE	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Figura 12. Mappa degli effetti stimati in termini di intensità strumentale (MM).

RSNI Peak Accel. Map (in %g) : Alpi_Cozie

Mon Jul 25, 2011 12:31:20 PM GST M 4.4 N45.01 E7.29 Depth: 20.0km ID:110725123115

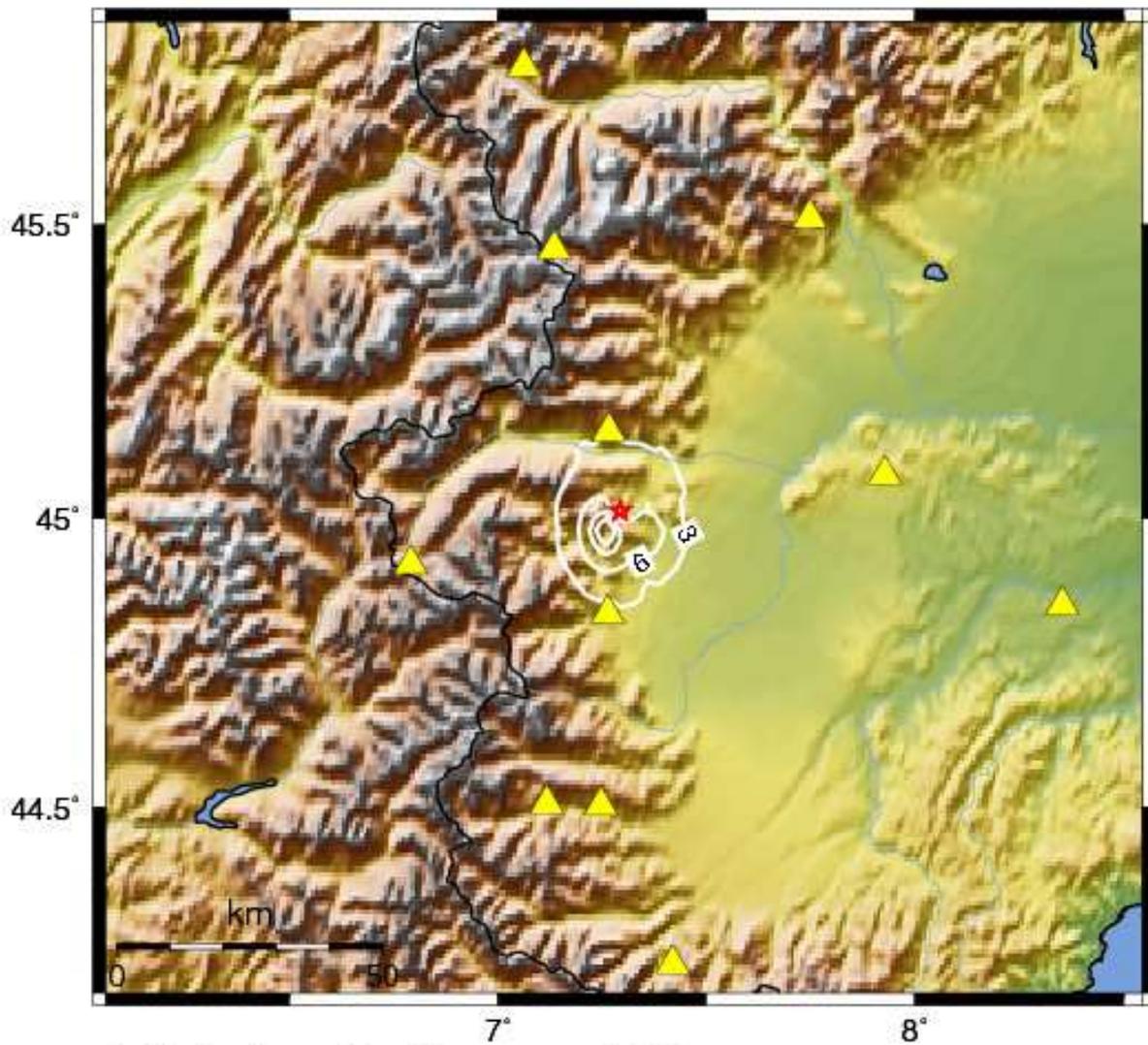


Figura 13. Mappa dello scuotimento al suolo in termini di PGA (%g).

RSNI Peak Velocity Map (in cm/s) : Alpi_Cozie

Mon Jul 25, 2011 12:31:20 PM GST M 4.4 N45.01 E7.29 Depth: 20.0km ID:110725123115

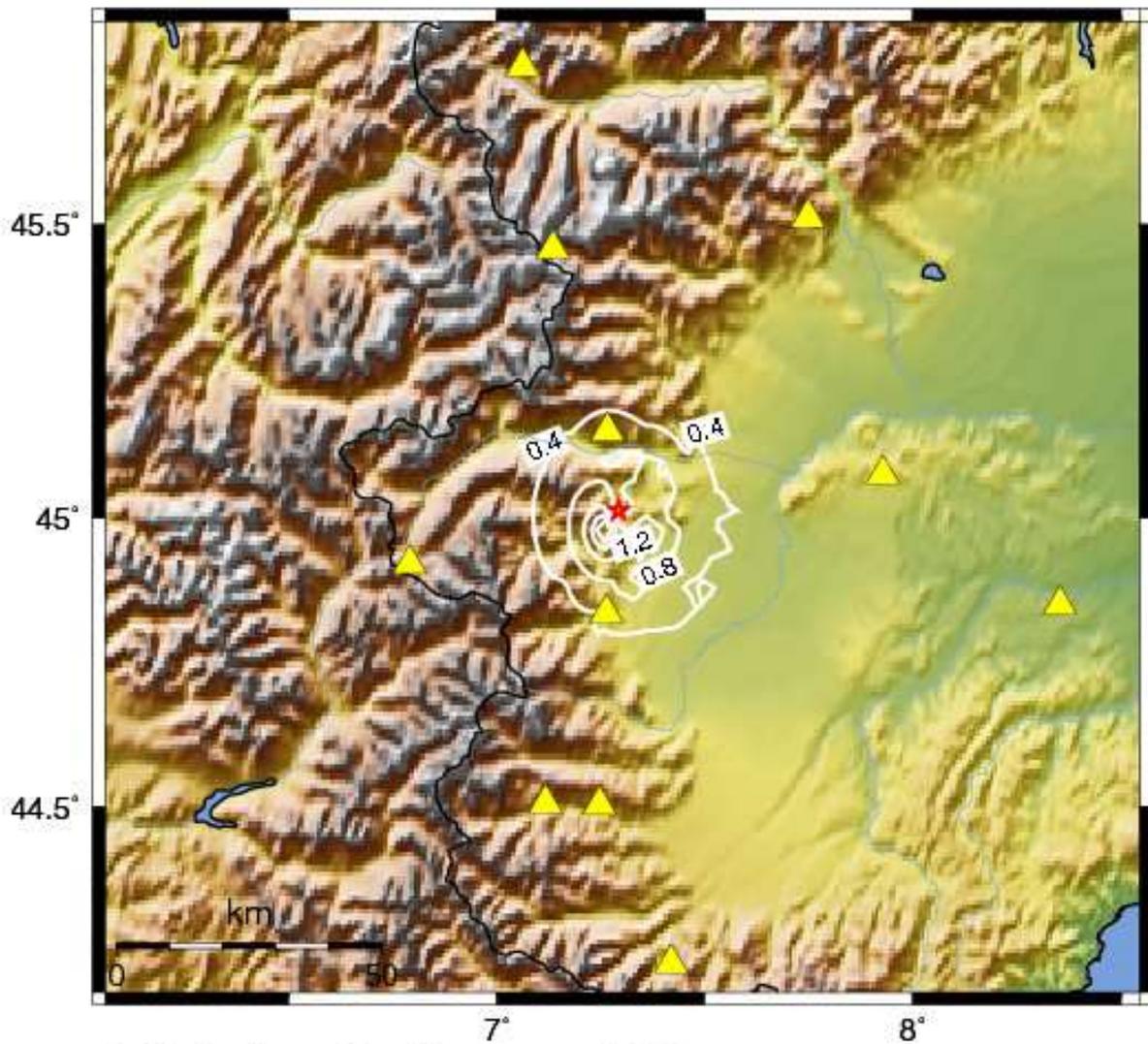


Figura 14. Mappa dello scuotimento al suolo in termini di PGV (cm/s).

INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

Si riporta in figura 15 il meccanismo focale del terremoto principale, calcolato dall'INGV e dall'Università di Potsdam (Germania).

Il meccanismo di fagliazione è di tipo normale o distensivo.

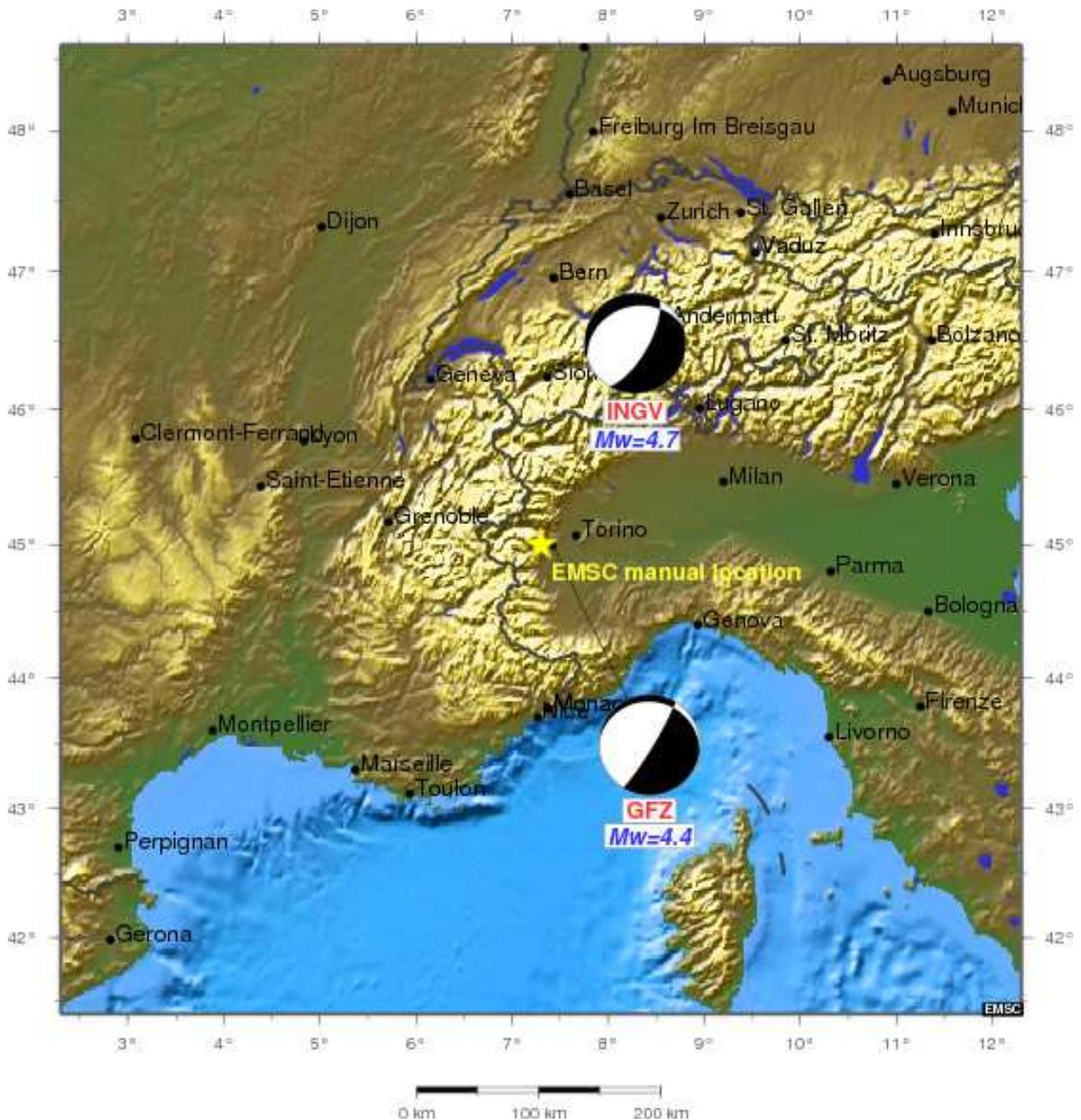


Figura 15. Meccanismo focale dell'evento principale (<http://www.emsc-csem.org/Images/EVID/23/230/230163/230163.MT.jpg>, <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php?id=230163>).

Il territorio piemontese è dominato dalla presenza dell'arco alpino occidentale, che, descrivendo una curva a 180°, è contiguo alle propaggini occidentali dell'Appennino Settentrionale. All'interno dell'arco descritto dalle catene montuose si evidenziano i rilievi

collinari, con il Bacino Terziario Piemontese, la Collina di Torino e il Monferrato, e i depositi sedimentari occidentali e orientali.

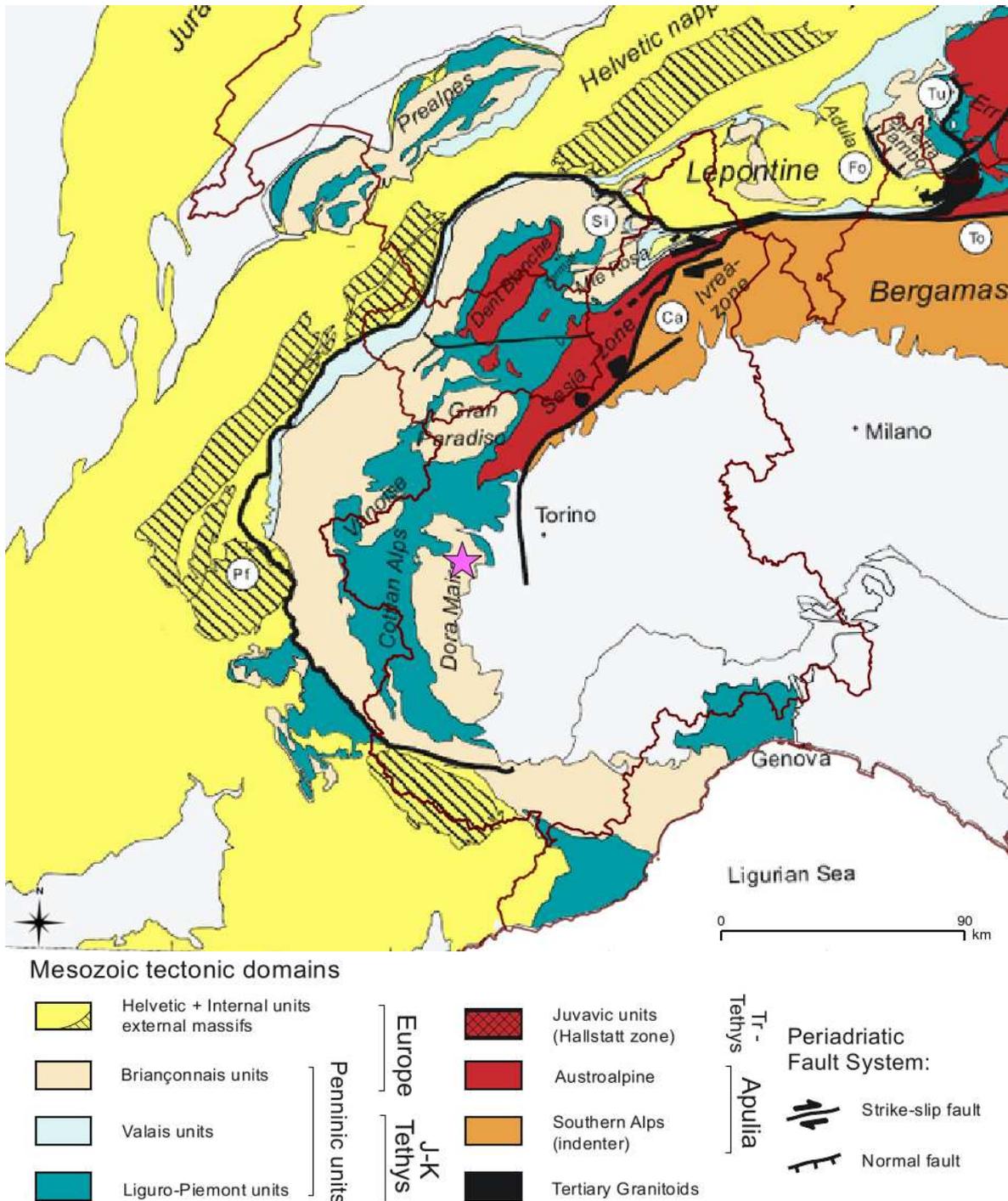


Figura 16. Localizzazione del terremoto 4.4 Ml del 25 luglio 2011 e principali unità tettoniche dell'area alpina occidentale (da Handy et al., 2004) .

La formazione ed evoluzione delle strutture orogenetiche alpine e appenniniche sono legate ai movimenti relativi delle placche euroasiatica e africana e delle microplacche createsi nel bacino del Mediterraneo. La catena alpina segna la zona di sutura tra la Placca Adria e la Placca Europa, con la subduzione della seconda rispetto alla prima. Le Alpi Occidentali

risultano delimitate da due grandi discontinuità crostali: il Fronte Pennidico (Pf in figura 16) verso l'esterno e la Linea Periadriatica verso l'interno (al cui sistema di faglie appartengono la Linea del Canavese nelle Alpi Occidentali e quella del Tonale nella Alpi Centrali, rispettivamente Ca e To in figura 16).

La dinamica attuale vede nelle Alpi Occidentali la combinazione degli effetti di una tettonica convergente trascurabile a larga scala con quelli della rotazione antioraria della placca adriatica (con maggiori tassi di spostamento nelle Alpi Orientali) e con gli effetti dovuti alle forze isostatiche o gravitazionali interne alla catena stessa.

In un contesto con deformazione prevalentemente trascorrente a larga scala, la porzione assiale delle Alpi Occidentali è quindi caratterizzata da un regime prevalentemente distensivo/estensionale, perpendicolarmente all'asse della catena, legata alle forze gravitazionali interne. Le porzioni esterna (Francia, Svizzera) ed interna (Piemonte) presentano aree con attività di tipo compressivo (figura 17, da Delacou et al., 2004).

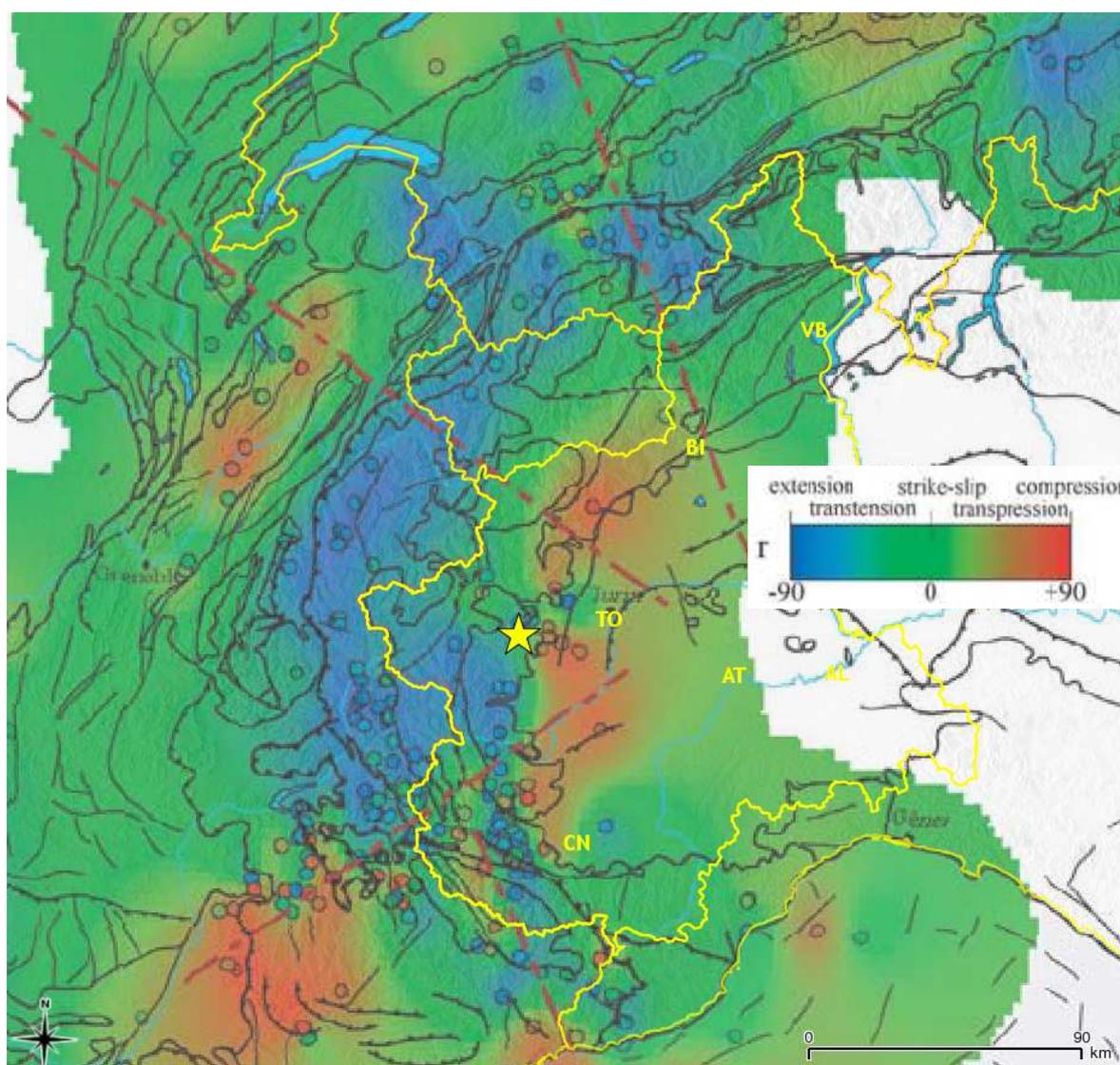


Figura 17. Localizzazione del terremoto 4.4 Ml del 25 luglio 2011 e campi di deformazione delle Alpi Occidentali. Blu: distensivo-transensivo. Verde: trascorrente. Rosso: transpressivo-compressivo (da Delacou et al., 2004).

SISMICITÀ REGIONALE E LOCALE

Il contesto tettonico e i regimi geodinamici attivi portano l'Italia nord-occidentale ad essere sede di attività sismica generalmente modesta dal punto di vista energetico, ma notevole come frequenza, con alcuni eventi maggiori meno frequenti.

Gli epicentri dei terremoti che interessano il territorio piemontese si concentrano lungo due direttrici, note storicamente come arco sismico piemontese e arco sismico brianzonese.

La prima direttrice segue l'andamento dell'arco alpino occidentale nella sua parte interna, in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità, lungo il limite fra le unità penniniche e la pianura padana (figure 16, 18 e 19).

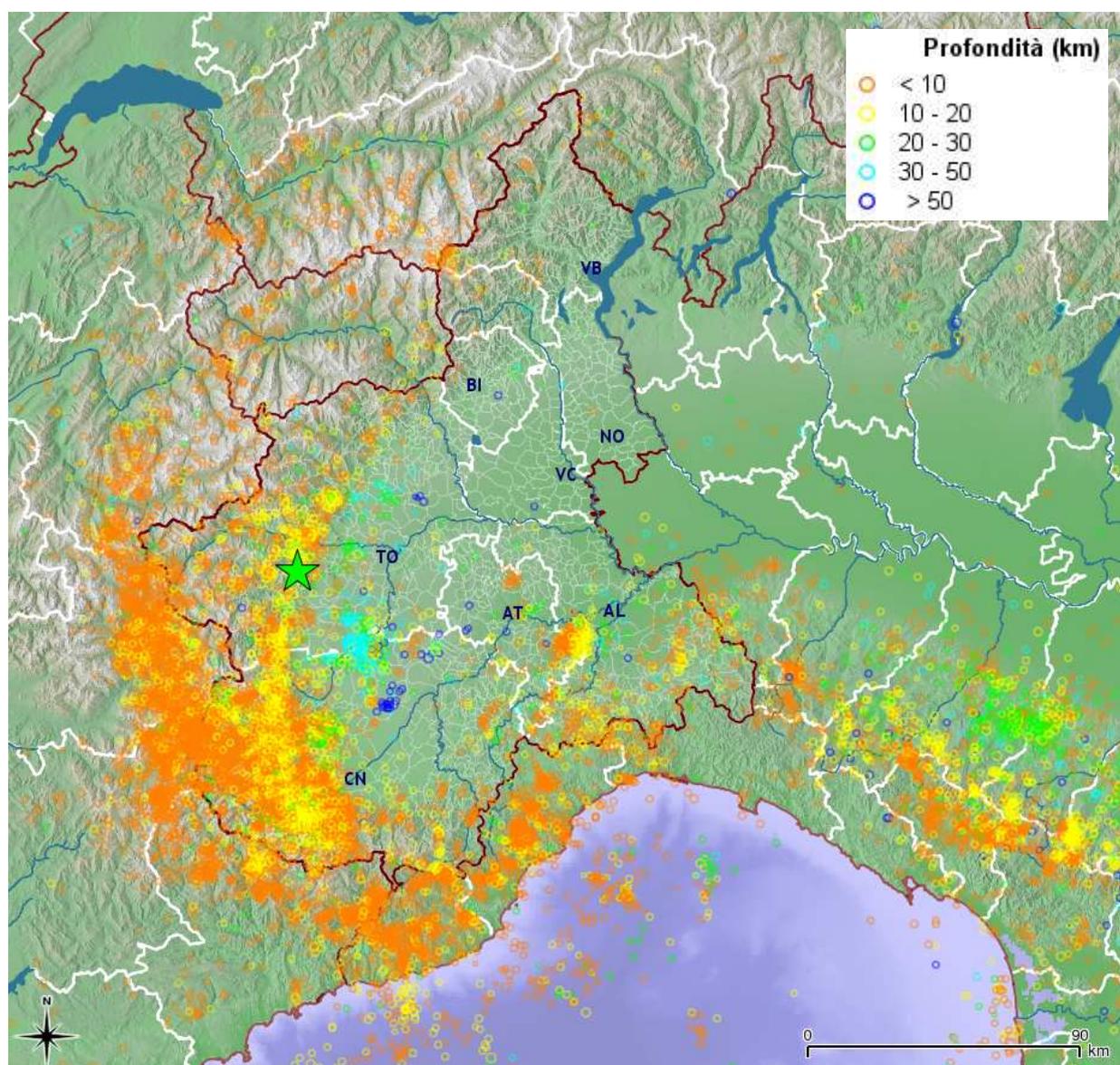


Figura 18. Localizzazione del terremoto 4.4 M_l del 25 luglio 2011 e sismicità strumentale regionale dal 1982 al 2010, per intervalli di profondità (limiti inferiori inclusi).

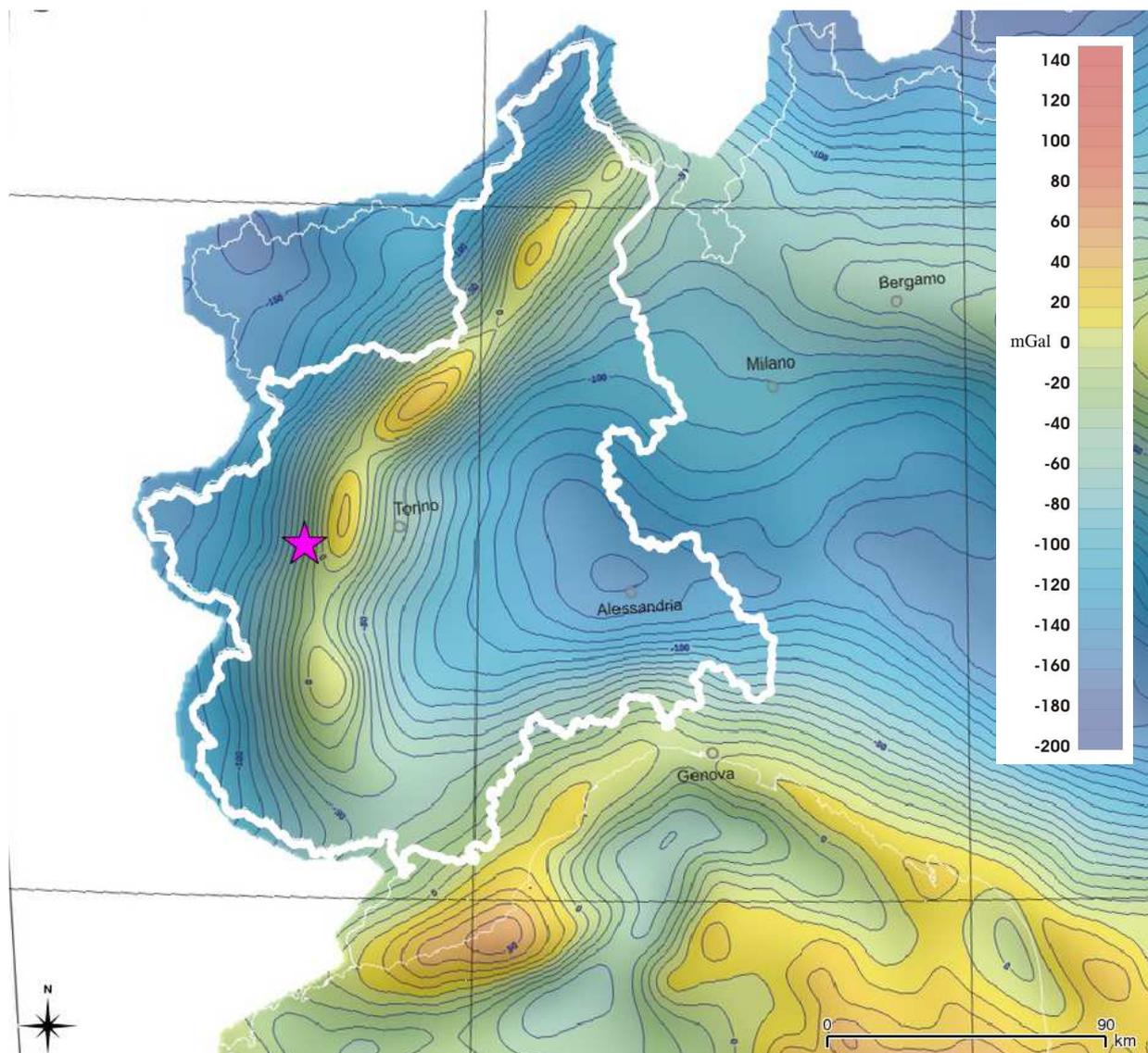


Figura 19. Localizzazione del terremoto 4.4 Ml del 25 luglio 2011 e anomalia gravimetrica di Boguer, calcolata alla densità di 2.67 g/cm (APAT, 2005).

La seconda direttrice è più dispersa e segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni in corrispondenza del minimo gravimetrico delle Alpi Occidentali francesi, lungo il Fronte Pennidico (figure 16 e 18).

Le due direttrici arrivano a nord fino al territorio del Vallese, anch'esso caratterizzato da una diffusa sismicità, e convergono verso sud nel Cuneese, con una maggiore dispersione verso la costa del Mar Ligure, interessando il Nizzardo e l'Imperiese. Diffusa sismicità è presente anche nelle zone sud-orientali della regione, lungo lo spartiacque con la Liguria, verso il Mar Ligure, e nell'Appennino Settentrionale.

Si ricordano inoltre alcuni eventi a maggiore profondità ipocentrale in relazione a porzioni di crosta in subduzione.

La rete sismica regionale, nell'attuale configurazione, rileva ogni anno alcune centinaia di terremoti (circa un migliaio), con epicentro localizzato in Piemonte o nei territori circostanti (incluso Valle d'Aosta, il Pavese, Alpi svizzere e francesi, Mar Ligure, Liguria e la porzione occidentale dell'Appennino Settentrionale in Toscana ed Emilia-Romagna), che per lo più non sono percepiti dalle persone. Il numero di terremoti con magnitudo al di sopra di 3, che solitamente possono essere percepiti nei pressi delle zone epicentrali, è dell'ordine della decina; mediamente circa un evento all'anno è di magnitudo oltre 4, tale da poter essere percepito anche a distanze maggiori.

Le stazioni rilevano ovviamente anche le onde di terremoti più distanti di magnitudo maggiore.

L'archivio sismico regionale riporta gli eventi registrati dalla rete sismica regionale a partire dagli anni 1980. Per il calcolo della magnitudo si è utilizzata la magnitudo di durata (Md) fino al 2007, in seguito la magnitudo locale (Ml).

Per gli eventi precedenti si fa riferimento al Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04, Gruppo di Lavoro CPTI, 2004), fornito dall'INGV.

Oltre a quelli misurati negli ultimi decenni dalla rete sismica, sono noti, nell'arco di un millennio, oltre un centinaio di terremoti storici per l'area, con valori di magnitudo momento (Mw) stimati superiori a 4.5 e generalmente inferiori a 6 (tra cui quelli della Val Pellice del 1808 e dell'Appennino Settentrionale del 1828, entrambi di magnitudo 5.7 Mw); l'evento più vicino al Piemonte con una stima superiore è quello del 1887 nella costa ligure occidentale (6.3 Mw), avvertito anche a Torino.

La magnitudo momento (Mw) è correlata alle dimensioni delle superfici di rottura (area di faglia), dello spostamento relativo medio finale tra esse, e della loro resistenza. La magnitudo momento è pertanto correlata agli effetti tettonici, può essere stimata da osservazioni geologiche ed è la migliore stima, attraverso un unico numero, della grandezza di un terremoto, per qualunque dimensione, e può quindi essere utilizzata in relazioni di ricorrenza.

La magnitudo locale è ben correlata alla magnitudo momento per valori fino a circa 6, mentre per valori superiori risulta sottostimare la grandezza dell'evento (la magnitudo locale 'satura').

La magnitudo di durata (Md) è stata calibrata per fornire valori coerenti con quelli della magnitudo locale (Ml), considerando che, per ciascuna stazione, generalmente terremoti di magnitudo maggiore, a parità di distanza, presentano durate maggiori.

Eventi del 25 luglio e sismicità

Gli eventi in esame del 25 luglio e dei giorni seguenti rientrano nell'arco sismico piemontese, interno alla catena alpina. Si tratta di un'area caratterizzata, come gran parte della regione, da una sismicità moderata, con frequenti terremoti di bassa magnitudo.

Le profondità stimate sono simili a quelle riscontrate in diversi altri terremoti verificatisi in passato nella medesima zona (figura 18), dalla cui sismicità di fondo non si discostano significativamente la magnitudo e la frequenza delle scosse nei giorni successivi.

Anche la magnitudo dell'evento principale rientra nella normale attività sismica regionale, poiché infatti, come anticipato nel paragrafo precedente, si verificano con bassa ricorrenza alcuni eventi di magnitudo superiore o uguale a 4, in grado di produrre scosse moderate o più forti.

Tabella 6. Maggiori terremoti strumentali e storici in Piemonte e dintorni.

Data e ora (UTC)	Area epicentrale	Magnitudo	Fonte dato	Distanza dal terremoto 4.4 25/07/11 (km)	Distanza dai confini del Piemonte (km)
Maggiori terremoti strumentali (M≥4.0) nell'area (<25 km dall'epicentro) (figura 20)					
21/11/1995 04:04:35	Torinese	4.1 Md	RSNI	≈25	interno
11/02/1990 07:00:38	Torinese	4.2 Md	RSNI	≈25	interno
Maggiori terremoti strumentali (M≥4.0) recenti nella regione (figura 20)					
19/04/2009 12:39:50	Langhe-Roero	4.2 ML	RSNI	≈55	interno
24/10/2008 03:06:40	Valle Stura di Demonte	4.1 ML	RSNI	≈75	interno
01/09/2003 19:28:11	Valle Stura di Demonte/Valle Gesso	4.0 Md	RSNI	≈85	interno
11/04/2003 09:26:58	Tortonese	5.1 Md	RSNI	≈130	Interno
18/07/2001 22:47:06	Alessandrino	4.6 Md	RSNI	≈100	interno
21/08/2000 17:14:28	Astigiano-Alessandrino	4.8 Md	RSNI	≈90	interno
11/04/1998 11:05:01	Valle Po	4.1 Md	RSNI	≈40	interno
08/11/1997 01:56:07	Alpi Liguri	4.0 Md	RSNI	≈115	interno
21/11/1995 04:04:35	Torinese	4.1 Md	RSNI	≈20	interno
20/01/1994 06:59:14	Val Varaita	4.3 Md	RSNI	≈50	interno
15/03/1993 23:43:30	Valle Stura di Demonte/ Valle Grana	4.3 Md	RSNI	≈70	interno
11/02/1991 15:43:43	Alpi Cozie (Francia)	4.7 Md	RSNI	≈45	<5
11/02/1990 07:00:38	Torinese	4.2 Md	RSNI	≈25	interno
03/07/1987 10:45:57	Valle Orco/Val Soana	4.3 Md	RSNI	≈55	interno
Maggiori terremoti storici (M≥4.5) nell'area (<25 km dall'epicentro) (figura 21)					
05/01/1980 14:32:26	Val Sangone - Giaveno	5.1 Mw	CPTI04	<5	interno
09/10/1969 03:31:36	Bassa Val di Susa	4.8 Mw	CPTI04	≈10	interno
22/05/1943 19:03	Val di Susa	4.9 Mw	CPTI04	≈20	interno
11/12/1927 15:49	Val di Susa	4.9 Mw	CPTI04	≈15	interno
26/10/1914 03:45	Bassa Val di Susa	5.4 Mw	CPTI04	≈10	interno
05/10/1909 01:10:02	Valle Pellice	4.6 Mw	CPTI04	≈20	interno
29/03/1901 07:05	Val di Susa	4.6 Mw	CPTI04	≈20	interno
05/09/1886	Val Sangone - Giaveno	5.3 Mw	CPTI04	<5	interno
25/10/1858 01:42:30	Pinerolose	4.8 Mw	CPTI04	≈15	interno
02/04/1808 16:43	Valle Pellice	5.7 Mw	CPTI04	≈20	interno
12/09/1785	Val di Susa	5.2 Mw	CPTI04	≈15	interno
09/03/1753 13:15	Val Chisone	5.3 Mw	CPTI04	≈15	interno
15/01/1611	Valle Pellice	4.6 Mw	CPTI04	≈25	interno
1507	Val Sangone/Val Chisone	4.8 Mw	CPTI04	<5	interno
1449	Val Sangone/Val Chisone	4.8 Mw	CPTI04	<5	interno
1311	Pinerolose	4.8 Mw	CPTI04	≈15	interno
Maggiori terremoti storici (M≥5.5) nella regione (figura 22)					
09/10/1828 02:20	Valle Staffora/Val Curone	5.7 Mw	CPTI04	≈140	interno
02/04/1808 16:43	Valle Pellice	5.7 Mw	CPTI04	≈20	interno
22/10/1541 18	Valle Scrivia	5.5 Mw	CPTI04	≈130	interno
Maggiori terremoti storici (M≥5.5) prossimi ai confini piemontesi (<25 km) (figura 22)					
Nord Ovest (Val d'Aosta, Svizzera, Francia)					
15/04/1924 12:48:54	Vallese (Svizzera)	5.5 Mw	CPTI04	≈145	<25
25/07/1855 12	Vallese (Svizzera)	5.8 Mw	CPTI04	≈140	<25
09/12/1755 13:30	Vallese (Svizzera)	5.9 Mw	CPTI04	≈155	<25
22/03/1394	Vallese (Svizzera)	5.6 Mw	CPTI04	≈155	<25
Ovest (Francia)					
05/04/1959 10:48	Valle dell'Ubaye (Francia)	5.5 Mw	CPTI04	≈75	<25
Sud Ovest (Liguria, Francia)					
23/02/1887 05:21:50	Liguria occidentale	6.3 Mw	CPTI04	≈135	<25
29/12/1854 01:45	Liguria occidentale	5.8 Mw	CPTI04	≈135	≈25
26/05/1831 10:30	Liguria occidentale	5.6 Mw	CPTI04	≈140	≈25
23/02/1818 18:10:01	Liguria occidentale	5.6 Mw	CPTI04	≈140	<25
15/02/1644 09:20	Alpi Marittime	5.9 Mw	CPTI04	≈115	<25
20/07/1564	Alpi Marittime	5.8 Mw	CPTI04	≈110	<25

I terremoti strumentali maggiori rilevati nella zona (Alpi Cozie torinesi e pianura antistante) risultano quelli del 21 novembre 1995, 4.1 Md, e dell'11 febbraio 1990, 4.2 Md, entrambi nel Torinese a pochi chilometri a sud-ovest del capoluogo e a circa 20 km a sud-est del terremoto del 25 luglio 2011.

A distanza inferiore di 25 km sono riportati nel catalogo parametrico dei terremoti italiani oltre 15 eventi di magnitudo superiore a 4.5, tra cui l'evento del 1980 a Giaveno (5.1 Mw) e a circa 20 km uno dei terremoti più grandi in Piemonte, quello della Val Pellice del 1808 (5.7 Mw).

In tabella 7 sono riportati i dati dei terremoti più significativi strumentali e storici, nell'area in esame, nell'intero territorio regionale e nei prossimi dintorni, evidenziando in rosso i terremoti strumentali di magnitudo superiore a 4.5 e i terremoti storici di magnitudo superiore a 5.5.

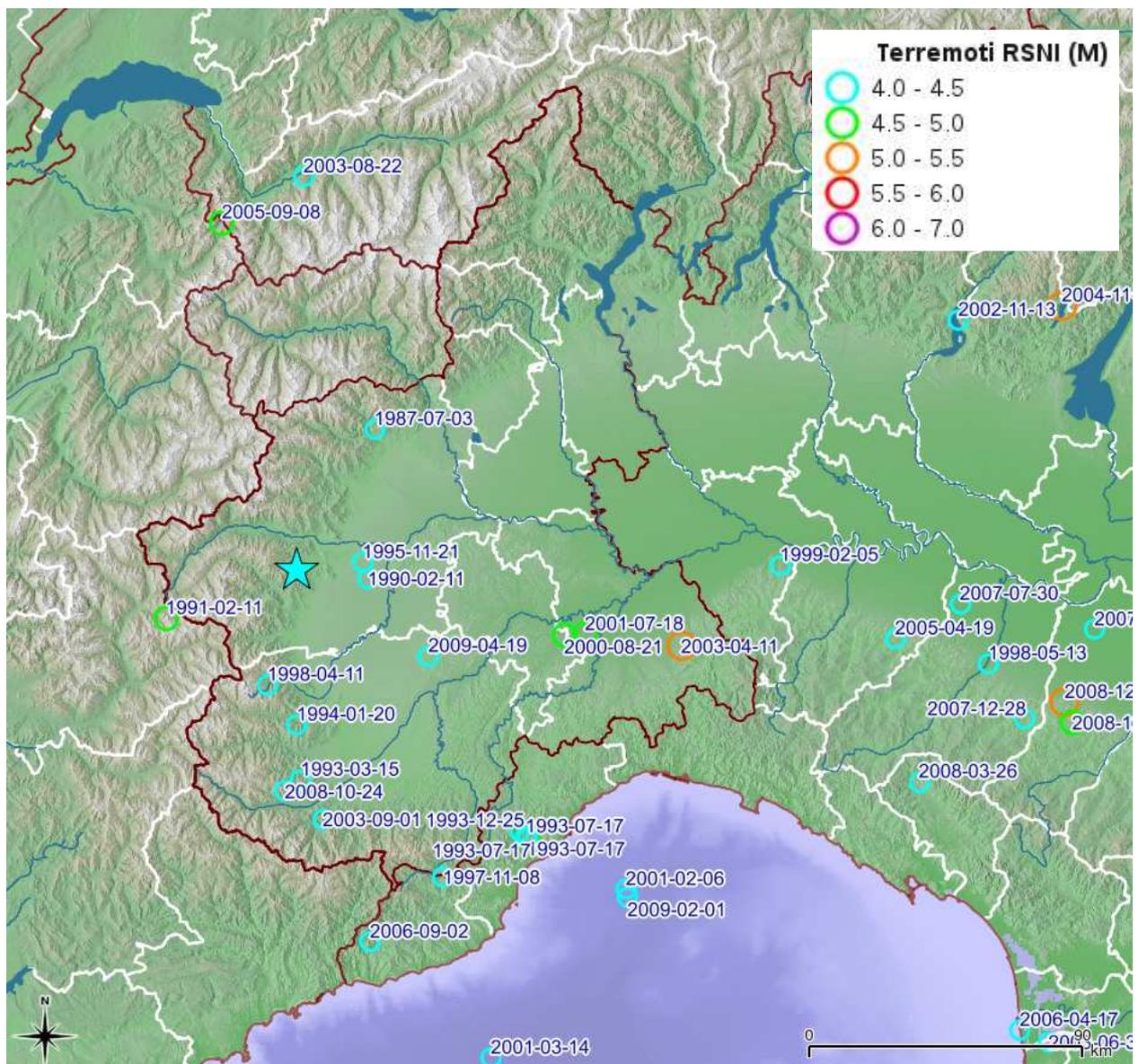


Figura 20. Terremoti strumentali (dal 1982) di magnitudo superiore o uguale a 4 in Piemonte e dintorni. I terremoti sono rappresentati per intervalli di magnitudo (limiti inferiori inclusi), con la data.

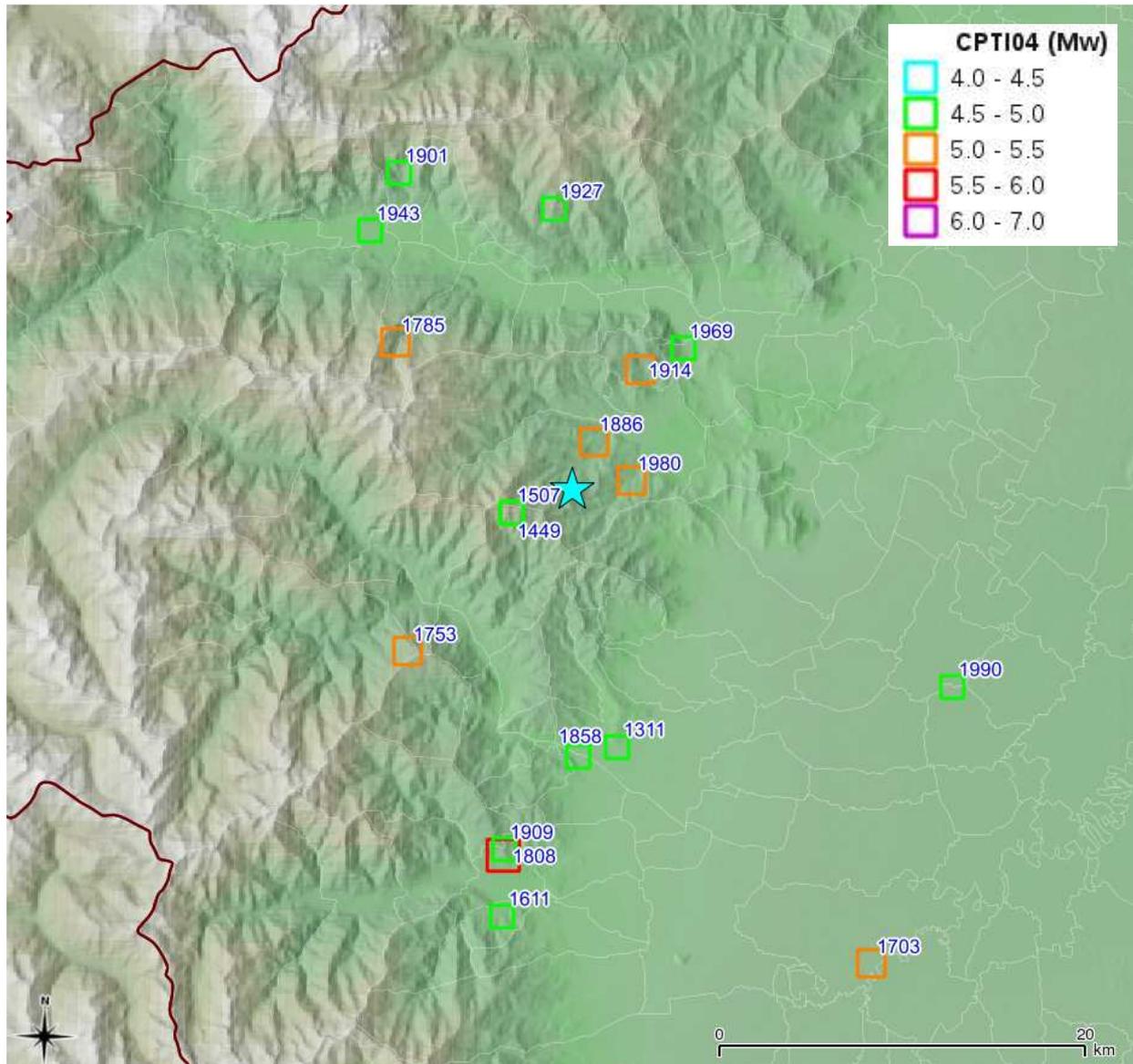


Figura 21. Terremoti storici di magnitudo superiore o uguale a 4.5 nell'area (CPTI04). I terremoti sono rappresentati per intervalli di magnitudo (limiti inferiori inclusi), con l'anno.

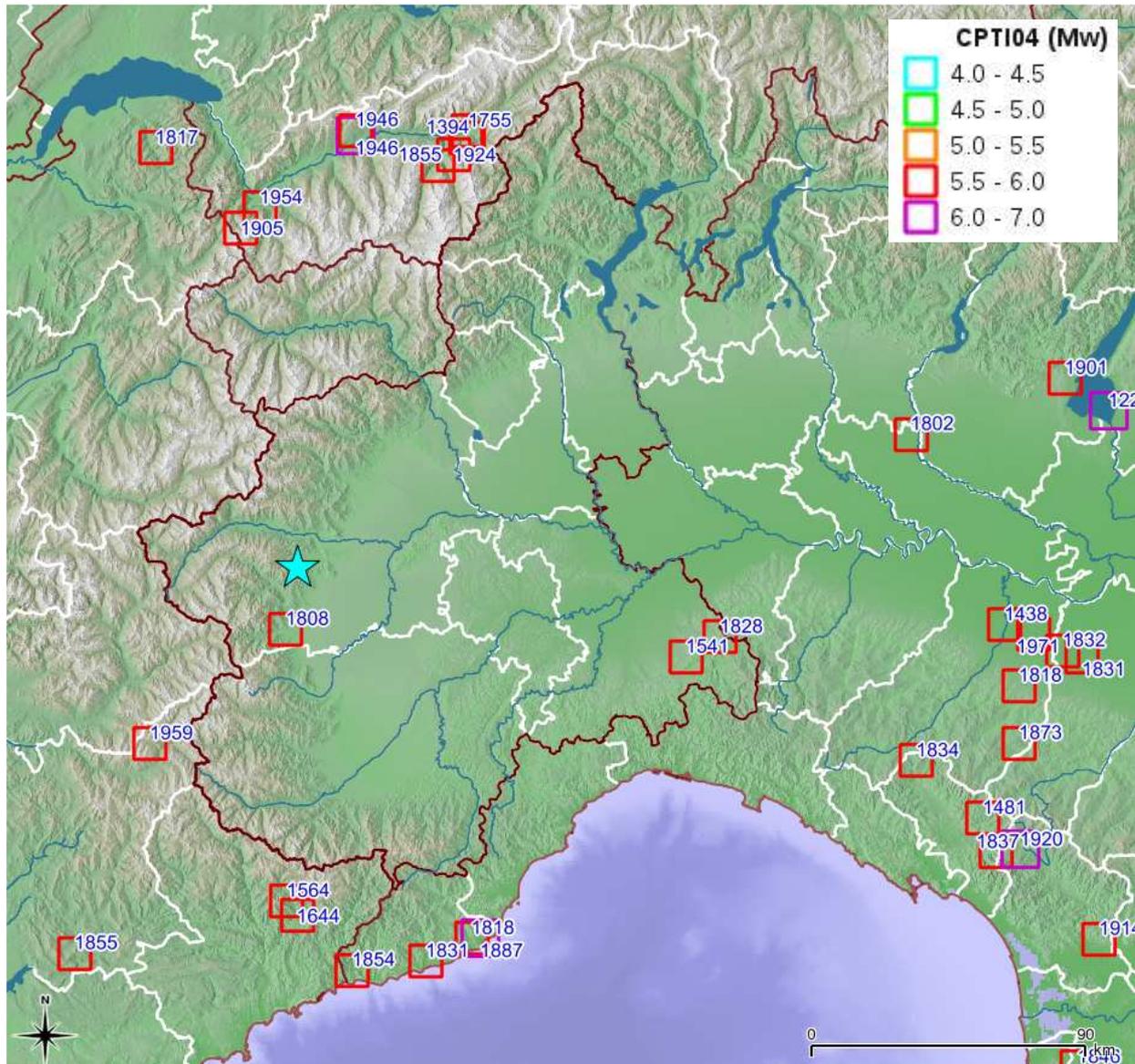


Figura 22. Terremoti storici di magnitudo superiore o uguale a 5.5 in Piemonte e dintorni (CPTI04). I terremoti sono rappresentati per intervalli di magnitudo (limiti inferiori inclusi), con l'anno.

I dati relativi alla sismicità sono stati utilizzati per la determinazione della pericolosità sismica (GdL MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM del 28 aprile 2005, n. 3519, All. 1b), definita in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Dalla mappa di pericolosità è stata determinata la classificazione sismica di base adottata a livello nazionale nel 2003 (allegato all'Ordinanza PCM 3275 del 20/03/2003), e aggiornata ai sensi dell'OPCM 3519/2006, recepita per la Regione Piemonte con DGR 19/01/2010 n. 11-13058, la cui entrata in vigore è stata differita al 31/12/2011 con L.R. 11 luglio 2011, n. 10.

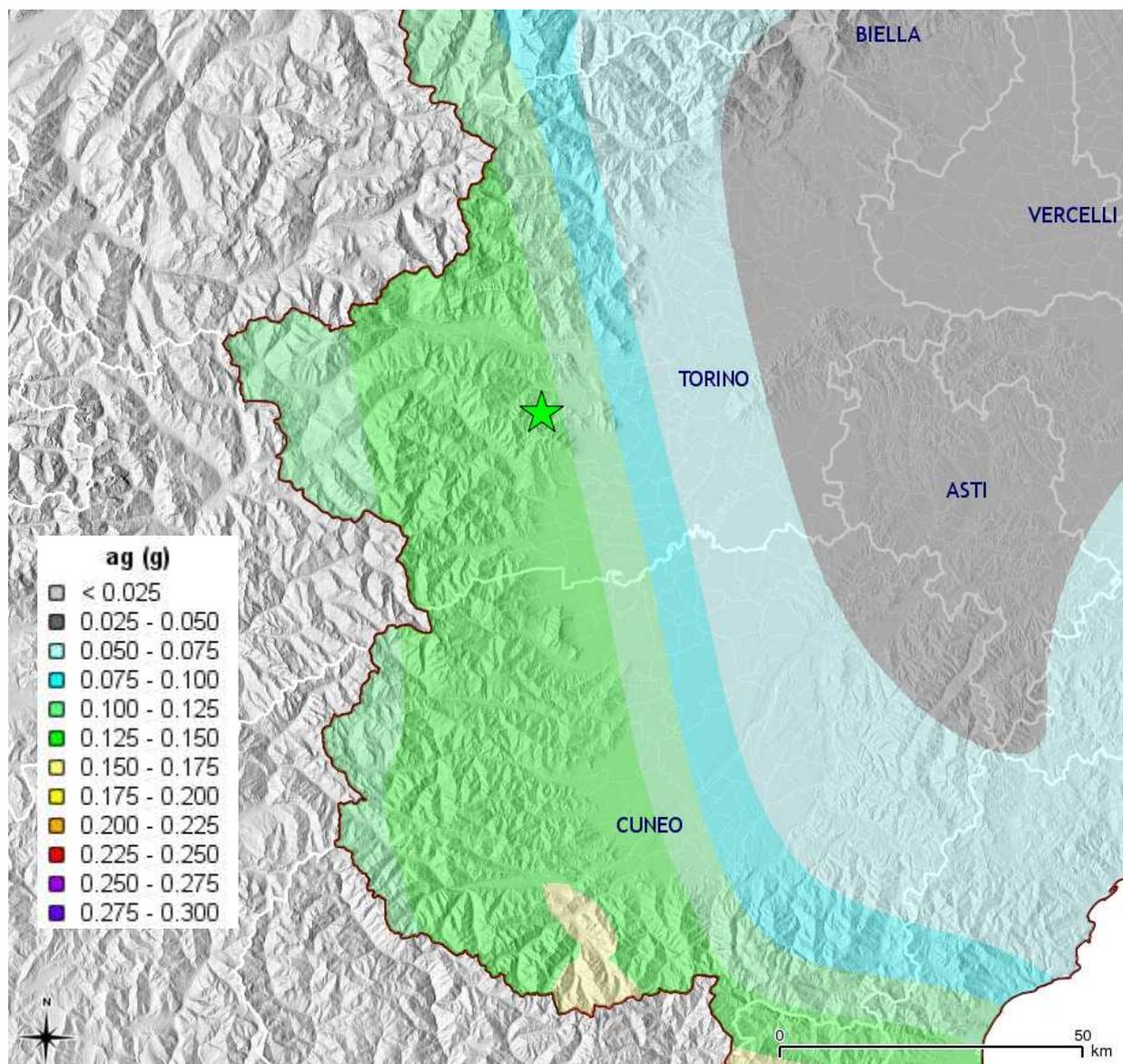


Figura 23. Mappa di pericolosità sismica nelle Alpi Occidentali (interpolata da griglia di punti con passo 0.02°), espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli molto rigidi (INGV, http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa_ps_apr04/piemonte.html).

La zona colpita dal terremoto ricade in un'area di pericolosità sismica medio-bassa (figura 23); i comuni prossimi all'epicentro sono classificati prevalentemente in Zona 3s (figura 24).

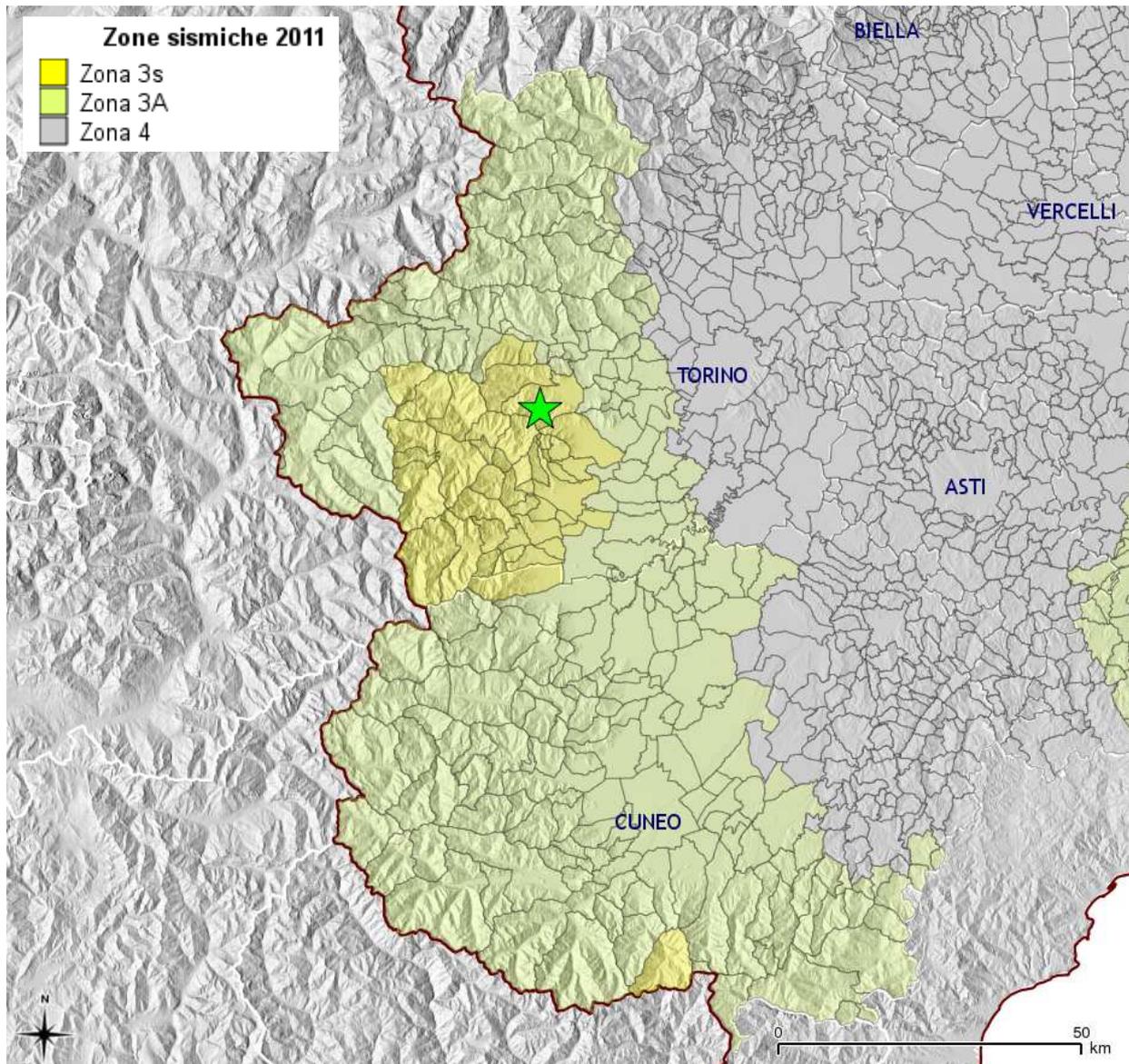


Figura 24. Zone sismiche del territorio piemontese nelle Alpi Occidentali (2011, Regione Piemonte, <http://www.regione.piemonte.it/oopp/sismica/classificazione.htm>; DPC <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp>)

ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE

Il sisma è stato rilevato dalle stazioni della rete per il monitoraggio sismico regionale, gestite dall'Arpa Piemonte in collaborazione con l'Università degli Studi di Genova.

Il terremoto, data la localizzazione a soli 20 km da Torino e data la grandezza, è stato percepito presso il Centro Funzionale di Arpa Piemonte. Al termine della scossa si sono quindi immediatamente analizzati i segnali sismici e, valutando i tempi di arrivo osservabili dalle tracce, si è immediatamente stimata una localizzazione dell'epicentro nelle Alpi Cozie, in prossimità di Giaveno, comunicata entro un paio di minuti al settore regionale della Protezione Civile.

La localizzazione è stata definita con maggior precisione alcuni minuti dopo, assieme alla stima di magnitudo, con la disponibilità delle elaborazioni automatiche.

I valori epicentrali e di magnitudo sono stati ancora confermati circa 30 minuti dopo con l'arrivo delle elaborazioni basate sulle osservazioni effettuate dagli analisti sismologi di servizio, che hanno portato una correzione al valore di profondità, stimata più superficialmente dalle procedure automatiche. Data anche la densità di strumenti operanti nell'area epicentrale, anche per le mappe di scuotimento i risultati automatici sono stati sostanzialmente confermati da quelli manuali.

Il Centro Funzionale, oltre ad una prima immediata stima della localizzazione, ha mantenuto i contatti da un lato con l'Università di Genova, che stava provvedendo a fornire le stime ufficiali per la rete sismica regionale, dall'altro con la Protezione Civile e con gli altri enti istituzionali, informandoli sugli aggiornamenti dei dati elaborati.

Il Centro Funzionale ha inoltre prodotto un primo avviso di evento sismico per la pubblicazione sul sito dell'Arpa Piemonte, non appena disponibili i dati delle elaborazioni automatiche, e, successivamente, con i dati di localizzazione e di magnitudo controllati dai sismologi, un secondo comunicato di approfondimento e di aggiornamento messo a disposizione a poco più di un'ora dal sisma.