

## STIMA DELLA MAGNITUDO DA MOMENTO PER PICCOLI TERREMOTI LOCALIZZATI NELL'AREA DELL'ITALIA NORD-ORIENTALE

L. Moratto, A. Saraò, E. Priolo

*Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS, Trieste*

Una stima stabile e affidabile dell'energia rilasciata dagli eventi sismici è fondamentale per comprendere la dinamica dei processi di sorgente anche per terremoti di piccole dimensioni registrati da reti locali. Inoltre la capacità di stimare valori della magnitudo da momento ( $M_w$ ) in tempo quasi reale consente di generare cataloghi di microsismicità, che sono informazioni essenziali per il funzionamento dei protocolli a semaforo, soprattutto nel caso di reti sismiche dedicate al controllo delle attività umane svolte sotterraneamente come la produzione di petrolio/gas, lo stoccaggio di gas o lo sfruttamento geotermico.

Atkinson *et al.* (2014) hanno osservato che i valori della  $M_w$  hanno una buona correlazione con gli spettri di risposta di accelerazione (SA) calcolati a specifici periodi. Gli stessi autori hanno sviluppato una procedura utilizzando semplici relazioni di attenuazione che sono state calibrate in due fasi separate: nella prima sono state generate le simulazioni sintetiche utilizzando un approccio stocastico con il modello di sorgente puntiforme (Boore, 2003) e quindi, nella seconda fase, le medesime relazioni sono state calibrate sui dati registrati disponibili associati a valori di  $M_w$  calcolati in precedenza con altri metodi. In questo approccio il limite inferiore per la stima della magnitudo è correlato alla qualità dei segnali registrati alle varie stazioni (quantificata con il calcolo del rapporto segnale-rumore), mentre il limite superiore è fissato a  $M_w=4.0$  perché, a magnitudo superiori, gli effetti di faglia finita non sono trascurabili e lo spettro di risposta calcolato a 1.0 s non riesce più a riprodurre il plateau dello spettro di sorgente a causa della

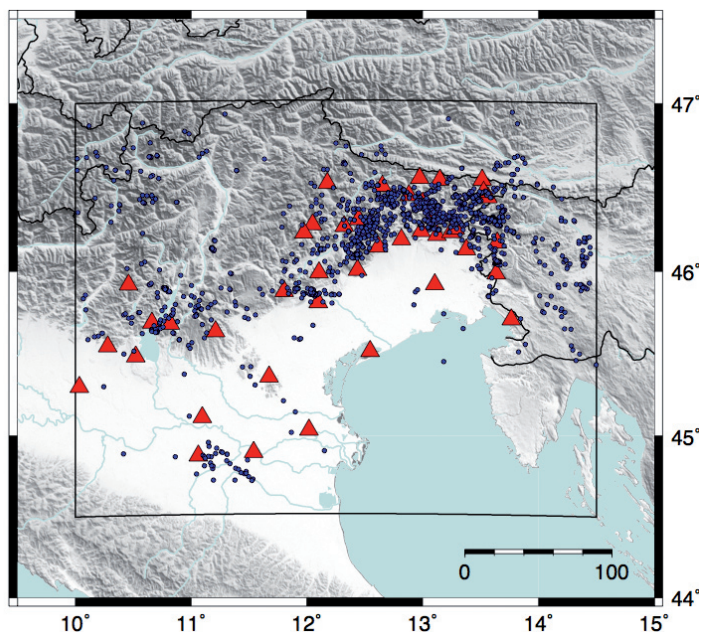


Fig. 1 – Mappa dell’area di studio (rettangolo nero) con i terremoti registrati (circoli blu) negli anni 2015-2016 dalle stazioni gestite dall’OGS (triangoli rossi).

diminuzione della corner frequency. Atkinson *et al.* (2014) stimano  $M_w$  dagli spettri di risposta calcolati a periodi di 0.3 s e 1.0 s utilizzando la componente verticale del moto del suolo in modo da limitare eventuali effetti di sito.

In questo studio applichiamo tale metodologia per stimare la  $M_w$  di piccoli terremoti ( $-0.5 < M_L < 4.0$ ) localizzati nell’Italia nord-orientale. Per calibrare la relazione tra le risposte spettrali e la  $M_w$  calcoliamo i sismogrammi sintetici per sorgente puntiforme con un approccio stocastico (Boore, 2003) per  $0.0 \leq M_w \leq 4.0$  ed una distanza ipocentrale massima di 200 km; nel calcolo delle simulazioni abbiamo

utilizzato i parametri proposti da Malagnini *et al.* (2002) rappresentativi delle caratteristiche di propagazione del moto nella zona dell’Italia nord-orientale. I parametri delle relazioni empiriche sono stati stimati dai risultati di queste simulazioni assieme ai segnali registrati dalla rete locale (Bragato and Slejko, 2005) associati a valori precedentemente calcolati di  $M_w$  (Bressan *et al.*,

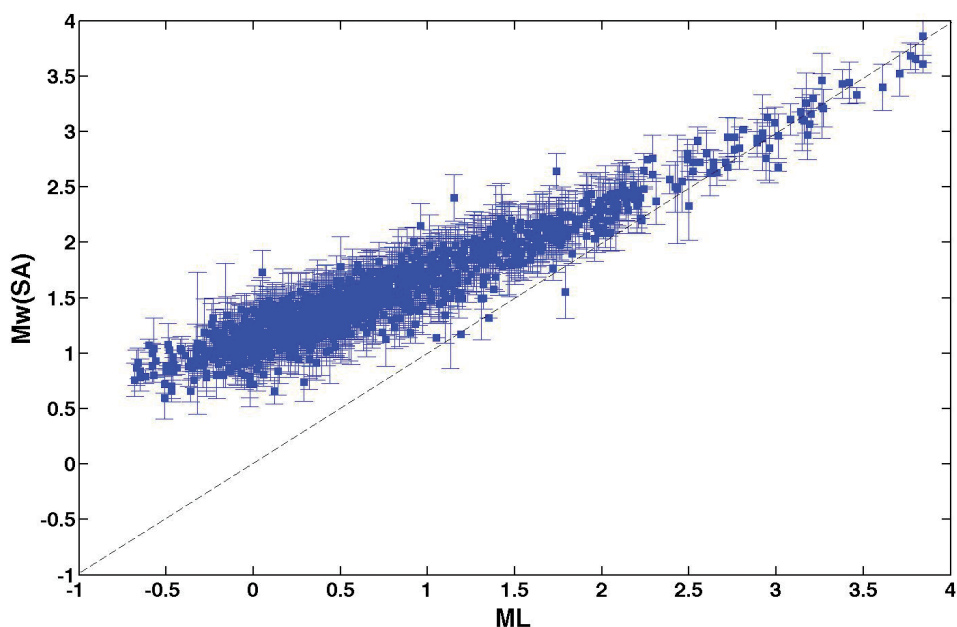


Fig. 2 – Confronto fra le stime di  $M_L$  e di  $M_w$  (ottenute con la nostra procedura dagli spettri di risposta - SA) per gli eventi sismici mostrati in Fig.1.

2007; Franceschina *et al.*, 2006, 2013). Confrontando i nostri risultati con i valori di  $M_w$  stimati con metodologie diverse nella stessa zona, si ottengono risultati comparabili e bassi residui per distanze inferiori a 80 km.

La procedura, completamente automatica, è stata testata sugli eventi registrati dall'OGS nell'Italia nord-orientale negli anni 2015-2016 (Fig. 1) e la  $M_w$  è stata stimata nell'intervallo  $0.5 \leq M_w \leq 4.0$  (Fig. 2). Una sistematica sottostima della magnitudo locale viene rilevata per  $ML < 2.5$  in accordo con quanto osservato in precedenza in altre aree di studio. Inoltre i nostri valori di  $M_w$  compresi tra  $3.5 \leq M_w \leq 4.0$  sono stati confrontati con le stime di  $M_w$  ottenute dal calcolo del momento tensore per inversione di forme d'onda (Saraò, 2016); in questo caso sono stati considerati 12 terremoti e lo stesso valore di magnitudo è stato stimato per 7 eventi utilizzando le due differenti metodologie mentre, nei rimanenti casi, le differenze massime di  $M_w$  non superano la soglia di  $\pm 0.1$ .

Questa procedura può essere facilmente adattata a un sistema automatico per ottenere stime veloci e robuste di  $M_w$  in tempo reale; in questo caso, considerando le incertezze associate alle profondità degli ipocentri, è preferibile fissare quest'ultimo parametro ad un valore medio rappresentativo della sismicità dell'area di monitoraggio.

### Bibliografia

- Atkinson G., Wesley Greig D. and Yenier E.; 2014: *Estimation of moment magnitude (M) for small events (M<4) on local networks*. Seismol. Res. Lett., **85**, 1116-1124.
- Bragato P.L. and Slejko D.; 2005: *Empirical ground-motion attenuation relations for the Eastern Alps in the magnitude range 2.5-6.3*. Bull. Seismol. Soc. Am., **95**, 252-276.
- Bressan G., Kravanja S. and Franceschina G.; 2007: *Source parameters and stress release of seismic sequences occurred in Friuli-Venezia Giulia region (Northeastern Italy) and in Western Slovenia*. Phys. Earth Planet Inter., **160**, 192-214.
- Boore D.; 2003: *Prediction of ground motion using the stochastic method*. Pure Appl. Geophys., **160**, 635-676.
- Franceschina G., Kravanja S. and Bressan G.; 2006: *Source parameters and scaling relationships in the Friuli-Venezia Giulia (Northeastern Italy) region*. Phys. Earth Planet Inter., **154**, 148-167.
- Franceschina G., Gentili S. and Bressan G.; 2013: *Source parameters scaling of the 2004 Kobarid (Western Slovenia)*. Phys. Earth Planet Inter., **222**, 58-75.
- Malagnini L., Akinci A., Herrmann R.B., Pino N.A. and Scognamiglio L.; 2002: *Characteristics of the ground motion in Northeastern Italy*. Bull. Seismol. Soc. Am., **92**, 2186-2204.
- Saraò A. (2016). On line catalogue of moment tensor solutions of earthquakes occurred in NE Italy and its surroundings in the period 2014-2016 (<http://bit.ly/2cX86K3>).