

LE SEQUENZE SISMICHE DEL FINALESE (LIGURIA OCCIDENTALE): UNA INTERPRETAZIONE SISMOTETTONICA

E. Eva¹, S. Solarino¹, M.G. Malusà²

¹ INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti, Genova

² Università Bicocca, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Milano

I caratteri generali della sismicità della Liguria sono sostanzialmente noti. La posizione degli eventi più importanti è cartografata con una accuratezza il cui livello dipende principalmente dal periodo di accadimento, quindi variabile a seconda che si tratti di dati macrosismici (Solarino, 2005) o strumentali (Courboux *et al.*, 1998). In alcuni casi i vincoli forniti da studi accessori (per esempio sul maremoto associato all'evento sismico che interessò la Liguria Occidentale nel 1887, Larroque *et al.*, 2012) hanno contribuito sia ad una maggiore comprensione degli aspetti sismotettonici che, più in generale, alla determinazione della pericolosità sismica delle aree interessate dai fenomeni sismici, al di là di quello che il semplice dato sismologico può offrire.

Tuttavia vi sono in Liguria altre zone che, pur essendo sede di terremoti di magnitudo contenuta e quindi apparentemente di minore rilevanza, meritano una certa attenzione vuoi per l'impatto che gli eventi hanno sulla popolazione, relativamente poco abituata agli scuotimenti sismici, vuoi per aspetti più prettamente scientifici, in primis le loro caratteristiche dal punto di vista sismotettonico. E' il caso della sismicità dell'area a nord di Finale Ligure, e questo per almeno due motivi. Il primo è che in due casi negli ultimi 50 anni sono state raggiunte magnitudo superiori a 4, il secondo è che la attività ha quasi esclusivamente carattere di sequenza.

In particolare in questo contributo analizzeremo i rapporti tra i due principali episodi dell'area, ovvero la sequenza del 1968 e quella del 1993. La nostra definizione di "principali" è basata sulla magnitudo massima (18 aprile e 6 settembre 1968, $M_l=4.0$ e 17 luglio 1993, $M_l=4.5$) di ogni episodio sismico ma soprattutto sul numero di eventi registrati per ogni serie (poco più di 1000 nel 1993 e circa 400 nel 1968, numero sicuramente sottostimato a causa della bassa sensibilità delle reti in quel periodo). Purtroppo per la serie di eventi che interessarono l'area dal 18 aprile del 1968 al luglio 1969 non sono disponibili molti dati strumentali: in quel periodo la rete sismica nazionale era ancora in embrione e le reti locali poco più di una ambiziosa volontà (Bossolasco *et al.*, 1972). Per caratterizzare questa sequenza vengono dunque utilizzate soprattutto le informazioni pubblicate in bibliografia e, solo in minor parte, alcuni dati recuperati grazie al progetto SISMOS (<http://sismos.rm.ingv.it/index.php/bollettini>).

La sequenza del 1993 è invece stata registrata da un discreto numero di stazioni, ed il relativo dataset si presta ad una revisione utilizzando il noto metodo HypoDD (Waldhauser and Ellsworth, 2000). Come ampiamente noto, esso si basa sull'algoritmo di localizzazione a doppia differenza (DD), che è stato sviluppato per rilocalizzare in modo ottimale gli eventi sismici in presenza di errori di misura e di incertezze nel modello di riferimento. Nel nostro caso, trattandosi di dati non recenti ed in taluni casi non riproducibili in modo da condurre una più accurata lettura di fasi, il metodo utilizzato può almeno in parte eliminare gli errori associati al dato originale.

Infine sono analizzati anche i pochi eventi sismici registrati negli ultimi 30 anni (selezionati da un catalogo per il periodo 1986-2017) tra una sequenza e l'altra per determinarne le relazioni con le serie sopra citate. Secondo alcuni autori (Cattaneo *et al.*, 1997), infatti, almeno una terza sequenza, seppure molto modesta in termini di magnitudo e numero di eventi, ebbe luogo nel 1990.

In breve, i principali risultati ottenuti analizzando la sismicità più recente (1986-2017), Fig. 1, rilocalizzata con HypoDD, mostrano la presenza di un allineamento di eventi lungo un piano esteso fino a 10 km di profondità con inclinazione di 45° nel settore più superficiale e andamento pseudo-verticale sotto i 6 km di profondità. I terremoti più energetici si situano nella parte più profonda della sezione (Fig. 2). Purtroppo grandi incertezze caratterizzano le posizioni relative

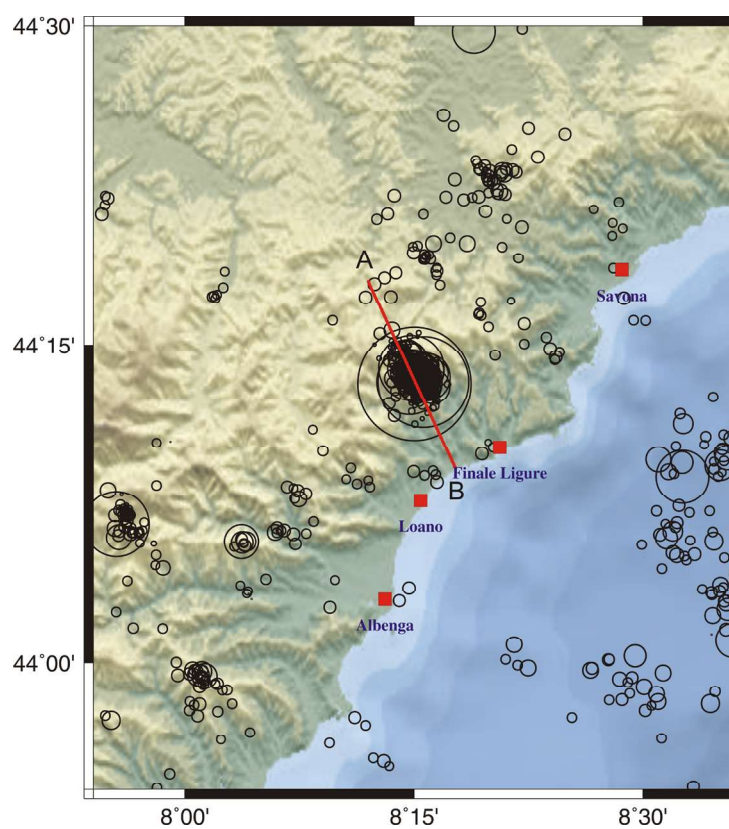


Fig. 1 - Mappa dei terremoti rilocalizzati con HypoDD. La traccia in rosso indica la orientazione della sezione di Fig. 2.

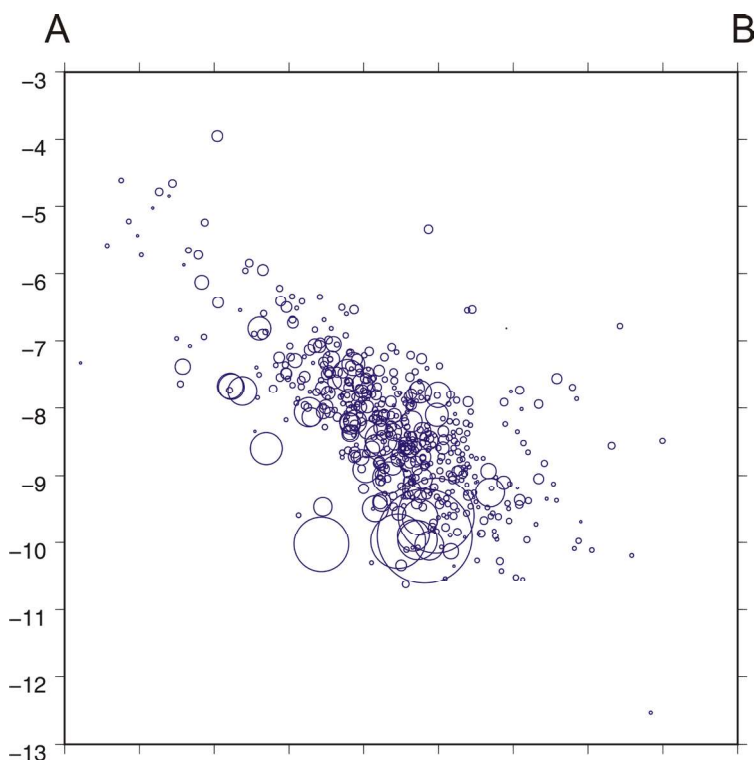


Fig. 2 - Sezione sismica tracciata secondo l'orientazione di Fig. 1.

della sequenza del 1968 rispetto a quella 1993. Tuttavia da un punto di vista sismotettonico, i meccanismi focali (calcolati o tratti dalla bibliografia) mostrano sia per gli eventi del 1968 che per quelli più recenti una soluzione focale trascorrente con asse di massima compressione in direzione NW-SE. Questa è compatibile con la direzione di sigma 1 dello stress regionale (Eva and Solarino, 1998).

Ringraziamenti Il recupero dei dati della sequenza del 1968 è stato possibile grazie alla collaborazione del Prof. Claudio Eva.

Bibliografia

- Bossolasco, M., Cicconi, G., Eva, C. and Pasquale, V. (1972). La rete sismica dell'Istituto Geofisico di Genova e i primi risultati sulla sismotettonica delle Alpi Marittime ed Occidentali, e del Mar Ligure. *Rivista Italiana di Geofisica, Bollettino dell'Associazione Geofisica Italiana*, XXI, 5/6, 229-247.
- Cattaneo, M., Augliera, P., Spallarossa D. and Eva, C. (1997). Reconstruction of seismogenetic structures by multiplet analysis: an example of Western Liguria, Italy. *BSSA*, 87,4, 971-986
- Courboulex F., Deschamps A., Cattaneo M., Costi F., Deverchere J., Virieux J., Augliera P., Lanza V., Spallarossa D. (1998): Source study and tectonic implications of the 1995 Ventimiglia (border of Italy and France) earthquake (ML= 4.7). *Tectonophysics*, 290 (3/4)
- Eva, E. and Solarino, S. (1998). Variations of stress directions in the Western Alpine arc. *Geoph. Journ. Internat.*, 135, 438-448
- Larroque C., Scotti O. and Ioualalen M. (2012). Reappraisal of the 1887 Ligurian earthquake (western Mediterranean) from macroseismicity, active tectonics and tsunamis modelling. *Geophysical Journal International*, 190, 87-94
- Solarino S. (2005). The role of instrumental versus macroseismic locations for earthquakes of the last century: a discussion based on the seismicity of the North-Western Apennines (Italy). *Annals of Geophysics*, 48, 6, 923-936
- Waldhauser F. and W.L. Ellsworth (2000), A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the northern Hayward fault, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 90, 1353-1368.

THE 1933 KOS EARTHQUAKE: A PRELIMINARY STUDY

V. Kouskouna¹, K. Sesetyan², M. Stucchi³

¹ Department of Geophysics and Geothermics, University of Athens, Greece

² Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Bogazici University, Istanbul, Turkey

³ Eucentre Foundation, Pavia, Italy

Introduction. The island of Kos and the Turkish coast near Bodrum were shaken on July 21 2017 by a shallow earthquake of Mw 6.6, with a focal depth of about 10 km. Its epicentre was located offshore NE of the island. The seismogenic source is a segment 16 km long of a E-W striking and south dipping (38°) fault located east of Kos, a westward extension of the Akyaka-Gökova fault in Muğla province (Fig. 1). Information on this earthquake is found in Sözbilir *et al.* (2017), AFAD report (2017) and Lekkas *et al.* (2017).

The earthquake is responsible for the loss of life of two tourists and 10 injured, as well as severe damage to the old buildings in the historic centre of Kos town, failures and subsidence to the town port and slight damage to a number of recent structures. Secondary effects were slope failures, land and coastal subsidence, liquefaction phenomena and a small tsunami that struck the port.

In the past the area was shaken by few known earthquakes, the main of those happened in 1493 (Mw 6.9) and 1933 (Mw 6.5). The first one is known from the studies of Guidoboni and Comastri (2005), for which we have seven macroseismic data points.

The one of 23 April, 1933 took place in a time-window when the Dodecanese was under Italian administration, with Rhodes as capital, and shook an area already damaged by the great, 1926 Rhodes earthquake. Fig. 2 shows a sketch of the early epicentral location attempts by of the