

PALERMO 2010: CAMPAGNA DI MONITORAGGIO SISMO-ACUSTICO SOTTOMARINO DELL'AREA EPICENTRALE DEL TERREMOTO DI PALERMO DEL 6 SETTEMBRE 2002

A. D'Alessandro¹, G. D'Anna¹, G. Mangano¹, D. Luzio²

¹ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti, Roma

² Dipartimento di Chimica e Fisica della Terra, Università degli Studi di Palermo

Introduzione. Il 6 settembre 2002 un forte evento sismico (Mw 5.9) colpì la Sicilia settentrionale. L'evento fu localizzato dalla rete sismica nazionale INGV nell'offshore settentrionale siciliano a circa 50 km NNE dalla città di Palermo. Nei tre seguenti mesi oltre un migliaio di aftershock furono localizzati nella medesima area descrivendo un volume sismo-genetico poco profondo lungo una ventina di chilometri e orientato in direzione NE-SO (Fig. 1).

Poco dopo l'evento principale le comunicazioni attraverso un cavo in fibre ottiche steso tra Palermo e Roma vennero interrotte. Il cavo recuperato apparse quasi completamente fuso (Favali et al., 2006). I test di laboratorio mostrarono una temperatura di fusione del cavo superiore ai 700 °C (Favali et al., 2006). Le informazioni raccolte portarono ad ipotizzare una possibile fuoriuscita di lava sottomarina, innescata dal main-shock, che avrebbe fuso il cavo in fibre ottiche. A distanza di circa 8 anni INGV-CNT ha programmato una campagna di monitoraggio sismo-acustico sottomarino, della durata complessiva di 8 mesi, nell'area epicentrale del suddetto volume sismogenetico. Per tale campagna si è utilizzato un'OBS/H (*Ocean Bottom Seismometer with Hydrophone*) progettato e realizzato presso l'OBSLab di Gibilmanna (D'Anna et al., 2009)

Campagna di monitoraggio e strumentazione. L'OBS/H è stato deposto il 7 dicembre 2009 nel punto di coordinate lat. 38° 25,039'N, long. 13° 36,723'E, a circa 7 km dall'epicentro del terremoto del 2002, ad una profondità di 1500 m. La stazione sottomarina è stata recuperata il 27 luglio 2010. Le operazioni di deposizione e recupero sono state condotte mediante l'ausilio di un'imbarcazione da pesca. A bordo dello strumento è stata installata la seguente strumentazione:

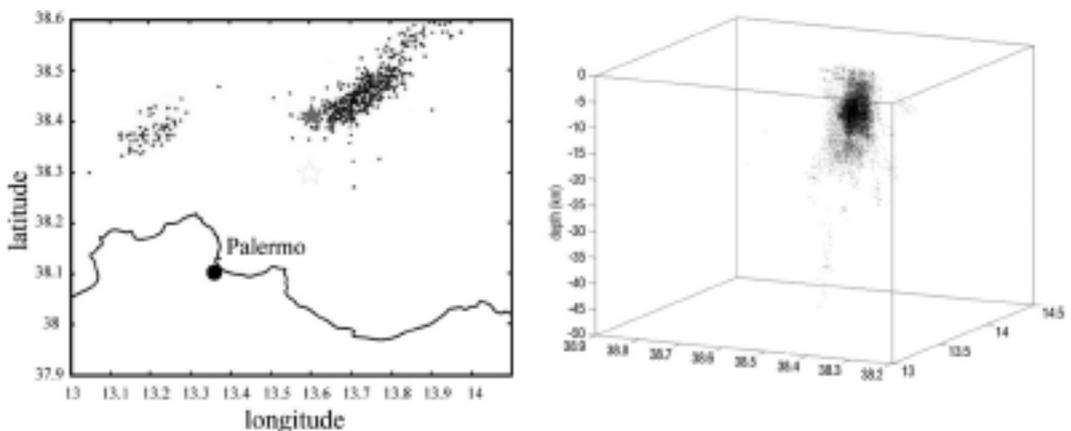


Fig. 1 - Distribuzione degli epicentri e degli ipocentri dei 540 terremoti del cluster di Palermo 2002 (Giunta et al., 2004); la stella indica la posizione dell'OBS/H.

- *Sismometro Guralp CMG40T-OBS 3C*, risposta piatta nella banda compresa tra 60 s e 100 Hz, alloggiato all'interno di una sfera di vetro di 16 cm di diametro, certificata per deposizioni sino a 6.000 m di profondità, e posto su un giunto cardanico che ne permette il livellamento entro un range di $\pm 120^\circ$ dalla verticale;
- *Idrofono HTI-04-PCA/ULF*, con risposta piatta nella banda compresa tra 100 s e 8 kHz;
- *Datalogger SEND Geolon-MLS*, 21 bit, 4 canali, con frequenza di campionamento impostata a 200 Hz e dotato di un clock di precisione Seascan con deriva temporale < 0.05 ppm;
- *Logger di temperatura Tinytag ACS-0001-PK*, A/D converter a 16 bit, alloggiato in un contenitore di acciaio per deposizioni sino a 10.000 m.

Analisi preliminare dei dati acquisiti. Durante il periodo di deposizione la stazione sismica sottomarina ha registrato numerosi eventi sismici sia regionali che telesismici. L'analisi preliminare dei segnali di pressione e velocità registrati dall'OBS/H ha permesso di rilevare inoltre una intensa attività microsismica. Durante gli otto mesi della campagna di monitoraggio sono stati registrati circa 250 eventi sismici di origine locale. Gli eventi micro-sismici, perlopiù di $M_L < 1.5$, sono stati registrati anche da alcune stazioni della rete sismica onshore. In Fig. 2 è mostrato un esempio di

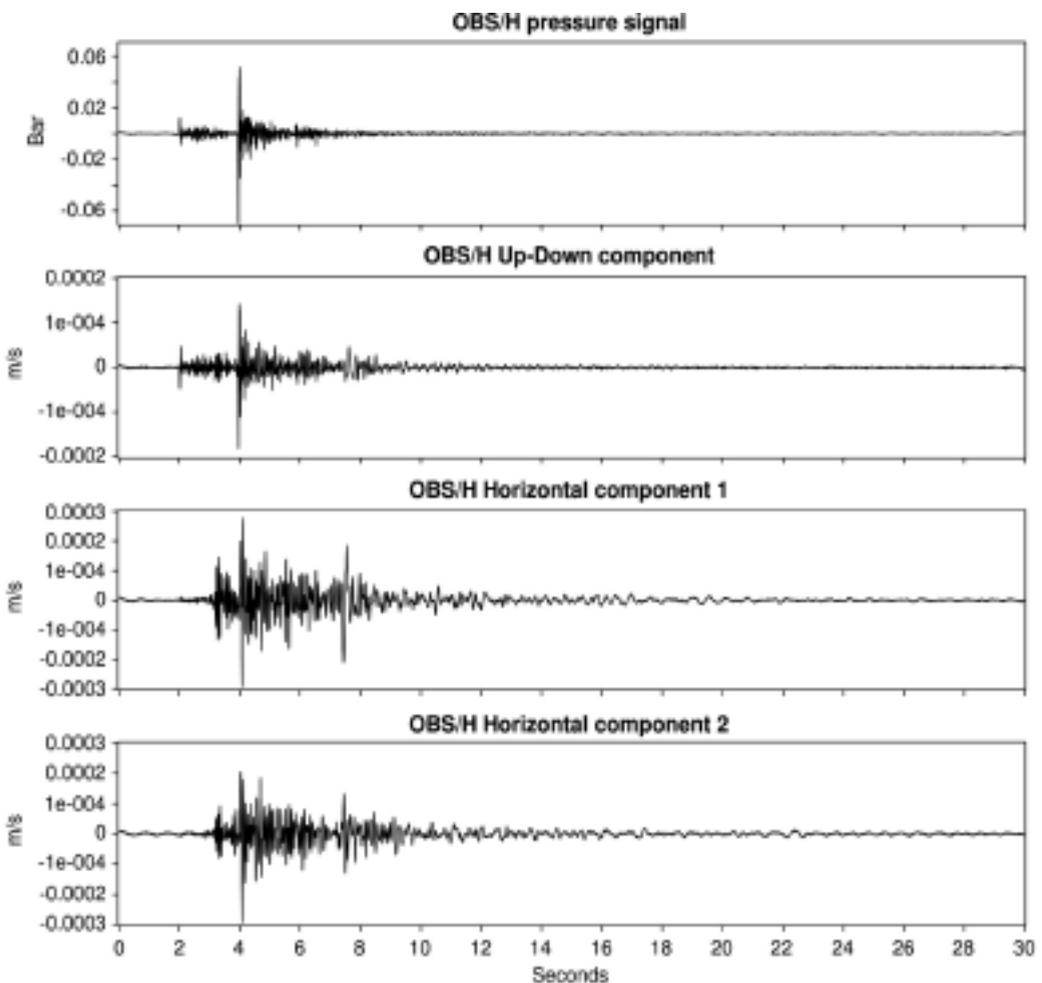


Fig. 2 - Esempio di segnale a quattro componenti di un evento sismico locale registrato dalla stazione OBS/H.

micro evento registrato dalla stazione OBS/H. Gli eventi locali registrati mostrano un inizio di tipo impulsivo per lo più di tipo down e una durata media di circa 30 secondi. Il contenuto in frequenze del terremoto si estende sino ai limiti della frequenza massima risolta dal digitalizzatore (80 Hz). La presenza di altissime frequenze nelle forme d'onda e un tempo T_s - T_p di poco più di 1 s, indicano sorgenti sismogenetiche superficiali a distanze ipocentrali inferiori ai 5-10 km. Sul segnale di pressione e sulla componente verticale è chiaramente riconoscibile sia la prima fase P seguita da un secondo arrivo piuttosto energetico dopo circa 1.95 s. Tale secondo arrivo corrisponde alla fase che si è propagata in acqua e che dopo essere stata riflessa in superficie raggiunge nuovamente l'OBS/H. Tale fase che viaggia in acqua a circa 1540 m/s, è facilmente riconoscibili in quanto presenta una inversione di fase tra il segnale registrato dall'idrofono e dalla componente verticale del sensore sismico. L'arrivo della fase S è invece riconoscibile sulle componenti orizzontali e precede nettamente l'onda d'acqua.

I segnali microsismici individuati nelle forme d'onda in continuo sono stati convertiti in Bar per i segnali di pressione e in m/s per i segnali di velocità. La magnitudo degli eventi sismici registrati è compresa tra M_L 0 e 2.2. Dopo la stima della magnitudo si è proceduti a localizzare gli ipocentri e a clusterizzare le forme d'onda. Per la localizzazione degli eventi è stata utilizzata la tecnica, basata sull'analisi di polarizzazione proposta da (D'Alessandro et al., 2009, 2010) per localizzare gli eventi sismici registrati nello Ionio meridionale. Per l'applicazione della tecnica proposta da D'Alessandro et al. (2009, 2010) è necessario conoscere l'orientazione del sensore di velocità e determinare dei modelli di velocità delle onde P ed S validi per l'area da indagare. L'orientazione del sensore è stata determinata stimando l'angolo di best-fit tra i back azimuth teorici determinati per gli eventi sismici localizzati e quelli determinati per gli stessi eventi tramite l'analisi di polariz-

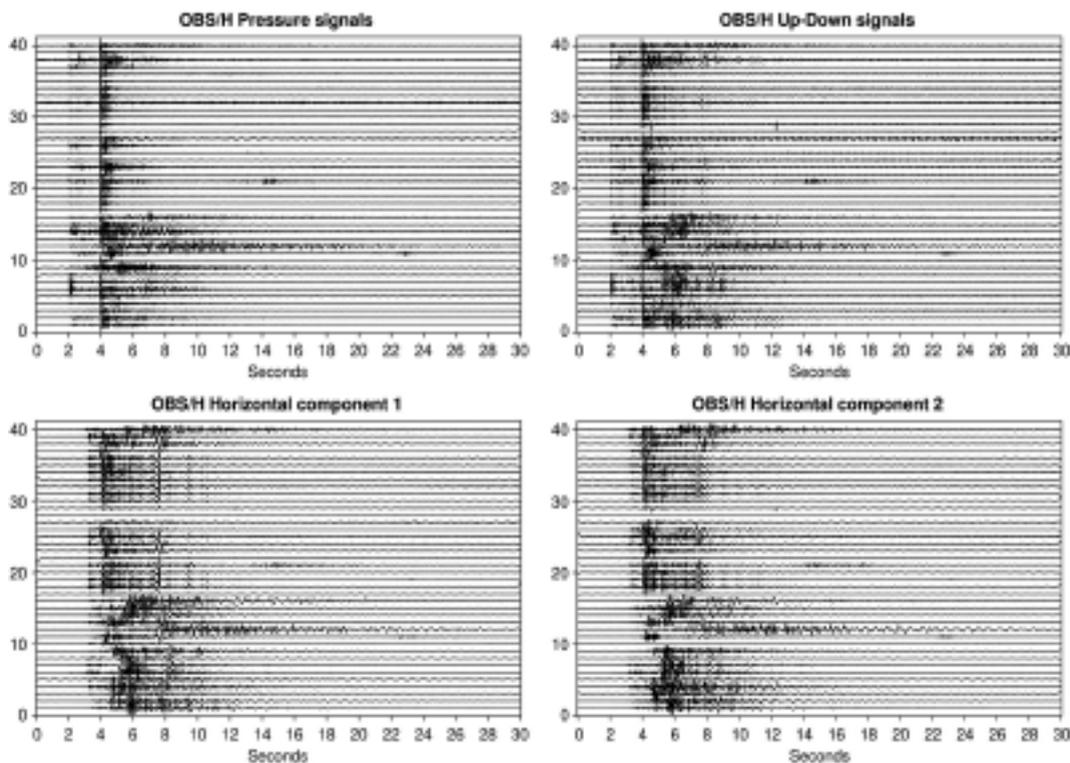


Fig. 3 - Primi 40 eventi sismici locali (dei complessivi 250) registrati dalla stazione OBS/H durante la campagna del 2010.

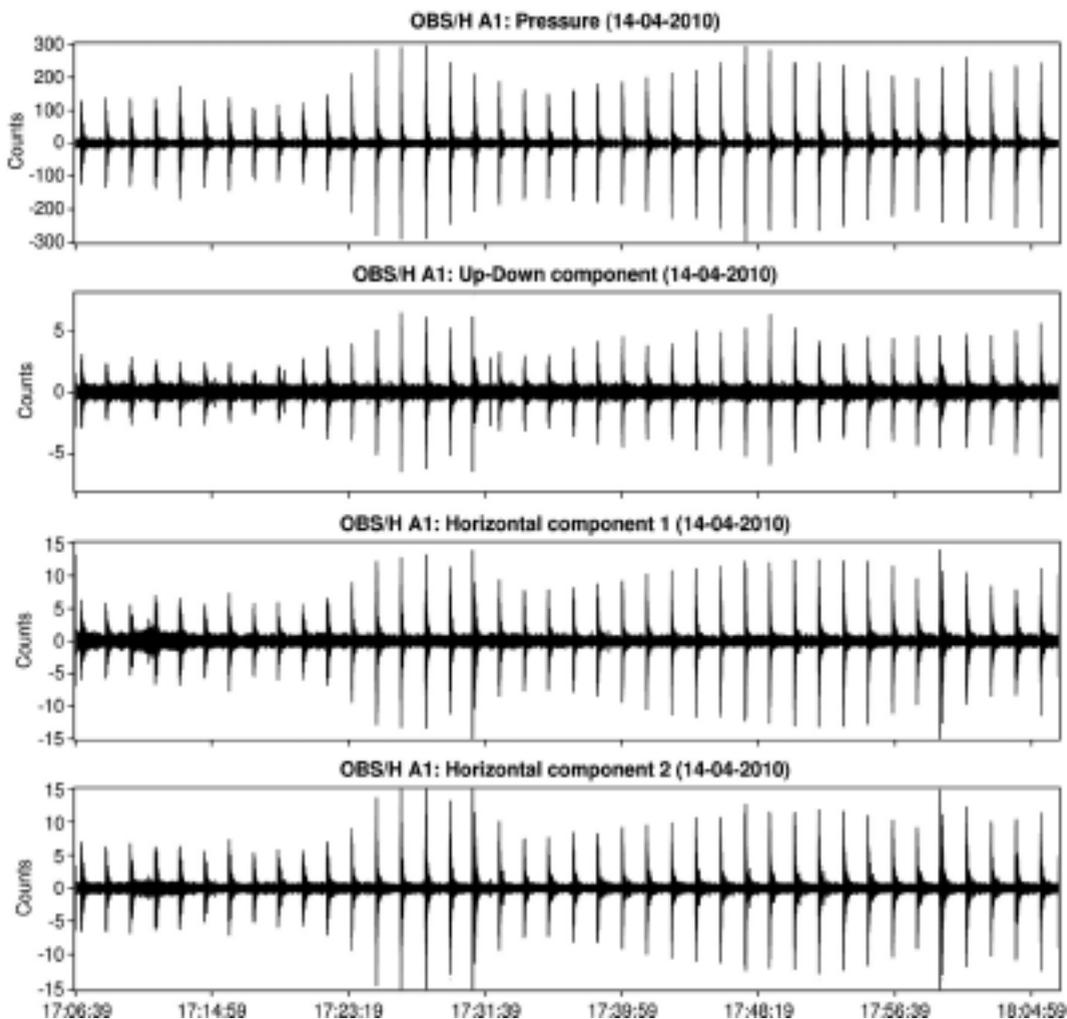


Fig. 4 - Esempio di scoppi registrati durante la campagna di indagine geofisica condotta a bordo della nave oceanografica Sarmiento de Gamboa nell'ambito del progetto MEDOC.

zazione dei segnali 3D registrati dall'OBS/H. Il modello di velocità delle onde P è lo stesso adottato in (Giunta et al., 2004) mentre quello delle onde S è stato ottenuto tramite la tecnica delle Receiver Function applicata agli eventi telesismici registrati dall'OBS/H.

In Fig. 3 sono riportati i primi 40 eventi sismici locali (dei complessivi 250) registrati dalla stazione OBS/H. Gli eventi sono stati clusterizzati tramite tecniche statistiche e di correlazione incrociata. Sia la localizzazione con singola stazione che la clusterizzazione delle forme d'onda hanno permesso di dividere gli eventi in due sub-set di eventi molto simili o "multiplet". I due cluster hanno baricentri centrati nei due cluster individuabili in Fig. 1. Le loro localizzazioni e clusterizzazioni saranno mostrati durante il convegno NGGTS.

Tra il 7 aprile e 8 maggio 2010, nell'ambito del progetto MEDOC, indagini geofisiche multidisciplinari sono state eseguite nel Tirreno. L'obiettivo del progetto MEDOC è la comprensione dei processi che governano la formazione dei margini continentali. Il bacino tirrenico è stato selezionato come caso di studio in quanto il processo di estensione recente è ancora attivo in alcune sue par-

ti. La campagna d'indagine è stata eseguita a bordo della nave oceanografica Sarmiento de Gamboa in collaborazione con la nave Urania. Nella prima parte dell'indagine 4 profili sismici a grande angolo, che attraversano l'intero bacino tirrenico sono stati acquisiti insieme ad un quinto profilo tra la Sardegna meridionale e la Sicilia. L'energia sismica è stata prodotta tramite scoppi di air-gun operativi nella nave Sarmiento de Gamboa. Gli scoppi effettuati, in particolare quello della linea sismica tra la Sardegna meridionale e la Sicilia sono stati ben registrati dall'OBS/H. In Fig. 4 è riportato un esempio di segnali a 4 componenti relativo ad un'ora di registrazione in data 14-04-2010. Nei segnali sono facilmente individuabili tutti i 40 scoppi effettuati dalla nave oceanografica in quell'ora.

Bibliografia

- D'Alessandro, A., D'Anna G., Luzio D., Mangano G., 2009. The INGV's new OBS/H: analysis of the signals recorded at the Marsili submarine volcano. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 183, 17-29.
- D'Alessandro, A., Luzio, D., D'Anna, G., Mangano, G., Panepinto, S., 2010. Single station location of small-magnitude seismic events recorded by OBS in the Ionian Sea. *Geophysical Research Abstracts*, EGU General Assembly, Vienna, Austria, 02-07 May 2010, vol. 12°, EGU2010-8840.
- D'Anna, G., Mangano, G., D'Alessandro, A., D'Anna, R., Passafiume, G., Speciale, S., Amato, A., 2009. Il nuovo OBS/H dell'INGV. *Quaderni di Geofisica*, 65, ISSN 1590-2595.
- Favali, P., De Santis, A., D'Anna, G., Di Sabatino, B., Sedita, M., e Rubino E., 2006. A new active volcano in the Tyrrhenian Sea?, *Ann. Of Geoph.*, 49, 2/3, 793-800.
- Giunta, G., Luzio, D., Tondi, E., De Luca, L., Giorgiani, A., D'Anna, G., Renda, P., Cello, G., Nigro, F., e Vitale, M., 2004. The Palermo (Sicily) seismic cluster of September 2002, in the seismotectonic framework of the Tyrrhenian Sea-Sicily border area, *Ann. of Geoph.*, 47, 6, 1755-1770.