

## OMBRA - OBSERVING MONTELLO BROAD ACTIVITY: UNA RETE TEMPORANEA PER LO STUDIO DEI PROCESSI DI DEFORMAZIONE ATTRAVERSO LA FAGLIA DEL MONTELLO (ALPI ORIENTALI)

Adriano Cavaliere<sup>1</sup>, Peter Danecek<sup>1</sup>, Simone Salimbeni<sup>1</sup>, Stefania Danesi<sup>1</sup>, Silvia Pondrelli<sup>1</sup>,  
Enrico Serpelloni<sup>2</sup>, Paolo Augliera<sup>3</sup>, Gianlorenzo Franceschina<sup>3</sup>, Sara Lovati<sup>3</sup>, Marco Massa<sup>3</sup>,  
Mariano Maistrello<sup>3</sup>, Vera Pessina<sup>3</sup>

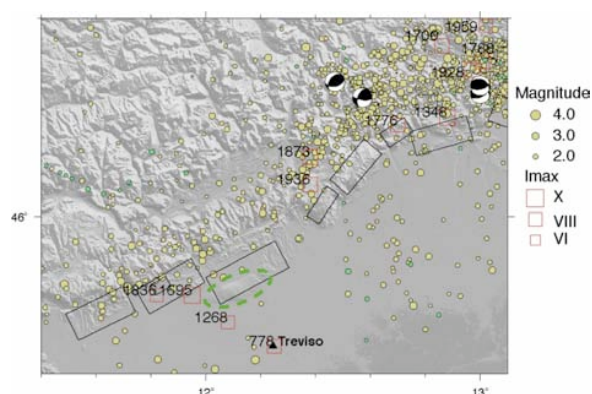
<sup>1</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna*

<sup>2</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti*

<sup>3</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Milano-Pavia - Sismologia Applicata all'Ingegneria*

### Introduzione

L'area veneta delle Alpi orientali è caratterizzata da una debole sismicità di *background*. In particolare, l'attività sismica registrata negli ultimi 30 anni [Castello et al., 2006; Bollettino Sismico INGV<sup>1</sup>] mostra eventi di bassa energia ( $M_L < 3$ ) lungo l'arco alpino in corrispondenza dell'anticlinale del Montello (situato a NW di Treviso). Sono noti però alcuni eventi di magnitudo medio-alta che hanno storicamente interessato la regione: l'episodio più significativo è il terremoto di Asolo del 1695 ( $I_{max}$  10 e  $M_{aw}$  6.61), affiancato da tre ulteriori eventi sismici di intensità  $I_{max} \geq VIII$  (magnitudo equivalente 6.0) avvenuti nel 778, 1286 e 1836 [CPTI *Working group* 2004] (Figura 1).



**Figura 1.** Mappa dell'area in esame: la linea tratteggiata in verde indica il Montello. I cerchietti indicano gli epicentri degli ultimi 30 anni, con sorgente superficiale  $< 30\text{km}$  (gialli), e più profonda (verdi). Sono riportati gli eventi storici, i momenti tensore [Pondrelli et al., 2002] e le sorgenti sismogenetiche.

<sup>1</sup> [www.iside.ingv.it](http://www.iside.ingv.it)

Il Montello è catalogato tra i segmenti sismogeneticamente attivi del fronte alpino [Valensise and Pantosti, 2001; Galadini et al., 2005; Poli et al., 2008], originato dall'*uplift* di una struttura di *thrust* S-vergente, con *slip rate* di deformazione stimato tra 1.5 mm/yr [Burrato et al., 2009] e 1.8-2.0 mm/yr [Benedetti et al., 2000]. Scopo del progetto OMBRA è quello di studiare alcune questioni ancora aperte e scientificamente controverse.

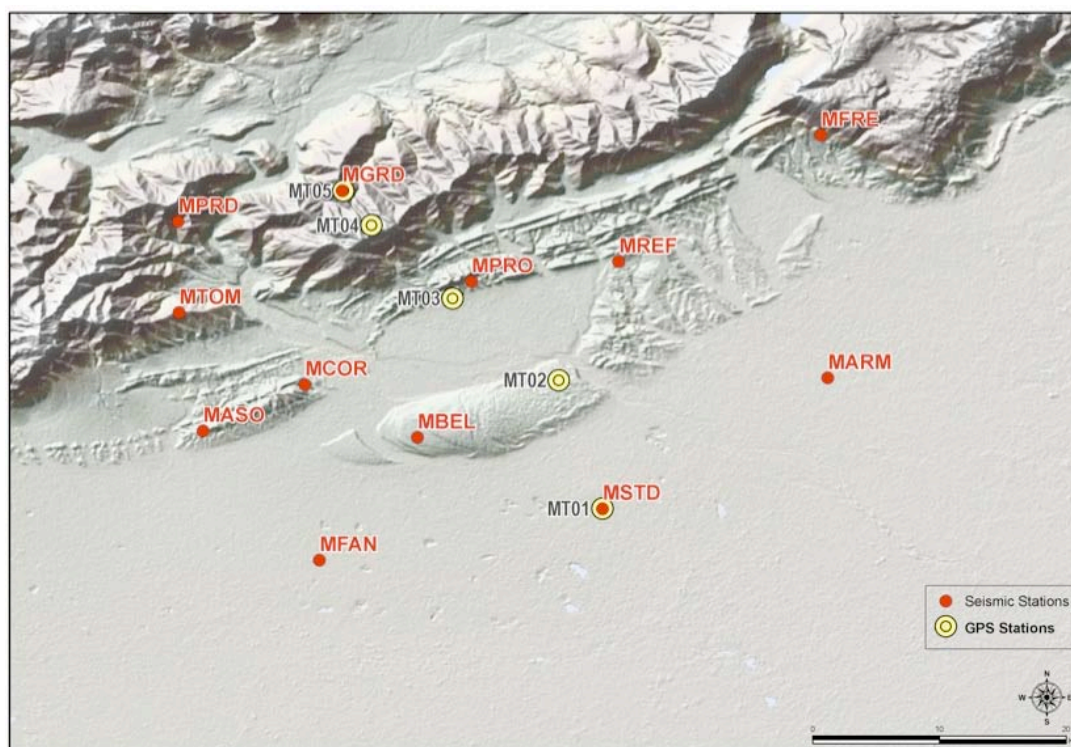
Ci si chiede come questi eventi storici forti possano integrarsi nel contesto della debole sismicità di fondo osservata recentemente. Inoltre è interessante capire come una velocità di placca relativamente alta possa accomodarsi nel *pattern* regionale e inoltre quali strutture tra l'anticlinale e il fronte alpino possano essere potenzialmente attive.

### La rete multi-parametrica temporanea

Per studiare i campi di *stress* e *strain* che agiscono nell'area, abbiamo installato una rete geofisica temporanea multi-parametrica che integra simultanee osservazioni sismiche e geodetiche. Intendiamo in questo modo misurare il gradiente locale di velocità, per modellare la geometria e la cinematica delle faglie che accumulano deformazione elastica.

Le osservazioni simultanee sulla sismicità locale consentiranno di avere informazioni indipendenti per fornire un'interpretazione geofisica più completa, abbassando la soglia di *detection* degli eventi di bassa magnitudo e integrando il catalogo della sismicità locale.

Il transetto geodetico semi-permanente è costituito da 5 stazioni installate a fine 2008, lungo una linea approssimativamente orientata NNW-SSE, che attraversa il Montello [Serpelloni and Cavaliere, 2010].



**Figura 2.** Dislocazione delle stazioni geodetiche (in giallo) e sismiche (in rosso) del progetto OMBRA.

Le 12 stazioni sismiche (10 rese disponibili dalla Co.Re.Mo., vedi Moretti e Govoni, 2011 - in questo volume e 2 dal gruppo di lavoro della Sezione di Milano-Pavia) sono invece operative da giugno 2010, dopo che vari esperimenti erano stati effettuati per la stima di rumore in diversi siti [OMBRA Project Group, 2011].

La configurazione definitiva della rete è mostrata in *Figura 2*.

Tutte le stazioni sismiche sono equipaggiate con sensore *Lennartz 3D/5s* (*Figura 3a*) e digitalizzatore REF TEK 130-01.

Le stazioni geodetiche sono invece equipaggiate con antenna Leica AX1202GG e ricevitore Leica GRX1200GGPro (*Figura 3b*).

L'alimentazione è garantita da pannelli fotovoltaici per le stazioni poste nei siti più remoti e dalla rete elettrica per quelle situate accanto ad edifici.

#### **Test-case: eventi del 23 giugno 2010**

Il 23 giugno 2010 alle ore 21:46 GMT, quando quasi tutte le stazioni sismiche erano già operative, la RSN [vedi Delladio, 2011 - in questo volume] ha localizzato un evento di magnitudo  $M_L$  2.9 pochi km a nord del Montello. Essendo stato

localizzato in una posizione baricentrica per la rete OMBRA, questo evento ha costituito il *test-case* ottimale per la rete sismometrica del progetto.

In *Tabella 1* sono riportati i parametri epicentrali degli eventi in questione.

RSN 21:46	OMBRA 21:46	OMBRA 22:00
45°50'42.80"N	45°46'0.60"N	45°48'10.20"N
12°03'46.80"E	12°03'46.80"E	12°02'05.40"E
5 km fissata	13.53 km	5.47 km
± 1.9 km	± 0.75 km	± 0.7 km

**Tabella 1.** Parametri epicentrali per gli eventi avvenuti il 23 giugno 2010, ore 21:46 e ore 22:00 (UTC). Per ogni colonna, le righe riportano rispettivamente i valori di latitudine, longitudine, profondità ipocentrale, e stima dell'errore orizzontale.

Le due localizzazioni del *mainshock* delle 21:46 distano circa 8 km (*Figura 4*). Vale la pena sottolineare che tutte le stazioni della rete locale distano meno di 30 km dall'epicentro, mentre le

stazioni della rete nazionale sono piuttosto distanti dall'epicentro stimato (più di 40 km).

I parametri epicentrali quindi, sono determinati con migliore precisione dalla rete OMBRA (rms=0.17 e *horizontal error* stimato < 0.75km ), mentre risentono della distanza per la localizzazione nazionale (profondità fissata a 5km, ed errore sulle coordinate orizzontali < 1.9km)

Dopo 14 minuti dal *mainshock* è stato registrato un ulteriore evento di minore energia, che non è stato possibile localizzare con le sole stazioni della RSN. Le stazioni della rete locale hanno invece consentito di determinare una localizzazione di buona qualità (rms=0.16) e una stima della magnitudo  $M_w=1.7$  (in giallo in *Figura 4*).

Questo *test* ci ha permesso di dimostrare che le rete locale è effettivamente adeguata per abbassare la soglia di *detection* e localizzazione di eventi locali con un alto grado di affidabilità e precisione.

### Conclusioni

Al termine dell'esperimento, avendo a disposizione oltre un anno di dati, intendiamo studiare la sismicità locale, grazie anche ai dati che verranno forniti dai colleghi dell'OGS [vedi Pesaresi e Bragato, 2011 - in questo volume] e della RSN. L'esame integrato della sismicità e dei risultati della campagna GPS potrà fornire informazioni interessanti per determinare le caratteristiche geometriche e l'accumulo dell'energia di deformazione della regione, i parametri cinematici (*slip rate* inter-sismico, tasso di deformazione, caratteristiche delle sorgenti ed eventuale deformazione asismica) nonché i parametri geometrici delle faglie potenzialmente attive.

**Ringraziamenti.** Un sentito ringraziamento alla Co.Re.Mo. per averci fornito la strumentazione necessaria per la realizzazione della rete sismica.

### Bibliografia

- Benedetti L., Tapponnier P., King G.C.P., Meyer B. and Manighetti I., (2000). Growth folding and active thrusting in the Montello region, Veneto, northern Italy. *J. Geophys. Res.*, 105, 739-766.
- Burrato P., De Martini P.M., Poli M. E. and Zanferrari A. (2009). Geometric and Kinematic modeling of the thrust fronts in the Montello-Cansiglio area from geologic and geodetic data (Eastern Southalpine Chain, NE Italy). *Rendiconti online Soc. Geol. It.*, 5, 48-50, 2 ff.
- Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C. and Amato A. (2006). CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-

- 2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma. <http://csi.rm.ingv.it/>
- CPTI Working group (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV-BO.
- Galadini F., Poli M.E. and Zanferrari A., (2005) Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with  $M \geq 6$  in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy). *Geophys. J. Int.*, 161, 739-762.
- OMBRA Project Group, (2011) OMBRA: Observing Montello Broad Activity-Deployment of a temporary seismic network to study the deformation process across Montello fault (Eastern Alps), Rapporti Tecnici INGV N°180.
- Poli M.E., Burrato P., Galadini F. and Zanferrari A. (2008). Seismogenic sources responsible for destructive earthquakes in north-eastern Italy. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 49, 3-4, 301-313.
- Pondrelli S., Morelli A., Ekström G., Mazza S., Boschi E. and Dziewonski A. M. (2002). European-Mediterranean regional centroid-moment tensors: 1997-2000. *Phys. Earth Planet. Int.*, 130, 71-101.
- Serpelloni E. and Cavaliere A., (2010). A complementary GPSsurvey mode for precise crustal deformation monitoring: the Conegliano-Montello active thrust semicontinuous GPSnetwork. Rapporti Tecnici INGV N°131,
- Valensise G. and Pantosti D. (2001). The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review. *J. Seismol.* 5, 287-306.