

Unità IGM 1

Responsabile locale dell'Unità IGM 1: Andrea Argnani

Nel secondo semestre è stata portata avanti la revisione critica dei dati bibliografici e dati pregressi disponibili presso l'IGM e la preparazione della Crociera di acquisizione sismica multicanale MESC 2001. Sulla scorta dell'analisi dei dati disponibili sono state preparate alcune mappe preliminari con le principali caratteristiche dell'area da investigare ed è stato pianificato il rilievo sismico.

Partecipano al Progetto: Nevio Zitellini, Francesco Chierici, Giovanni Bortoluzzi, Luca Gasperini, Daniela Penitenti, Claudia Bonazzi, Patrizia Costa Pisani, Stefania Romano, Fabio Sacchetti e Daniela Accettella.

Inquadramento Geologico della Scarpata della Sicilia Orientale

La ripida scarpata della Sicilia orientale mette a contatto, nello spazio di pochi chilometri, la stretta piattaforma marina siciliana e il profondo bacino ionico. Questo elemento morfologico, la cui origine tettonica è stata da tempo riconosciuta (Scandone et al., 1981; Casero et al., 1984; Makris et al., 1986; Catalano et al., 2000a, b), è sede di una intensa sismicità, documentata sia nei cataloghi storici sia dalle recenti registrazioni strumentali (Selvaggi, 1998; INGV Web Site). I disastrosi terremoti che hanno colpito a più riprese Catania, Messina e le città della Calabria meridionale sono quasi certamente da associarsi al sistema di strutture tettoniche presenti in mare (Bianca et al., 1999; Adam et al., 2000; Monaco and Tortorici, 2000). Inoltre, i maggiori tsunami che hanno interessato le coste italiane, con onde alte fino a 13 metri (Dicembre 1908), hanno avuto origine in quest'area (Caputo & Fatta, 1982; Tinti, 1991, 1993; Piatanesi & Tinti, 1998). Un'altro aspetto di interesse nel quadro geologico regionale riguarda le relazioni che, secondo alcuni autori, possono intercorrere fra l'attività tettonica del sistema di faglie della scarpata di Malta e l'attività vulcanica dell'Etna (Hirn et al., 1997; Monaco, et al., 1997; Nicolich et al., 2000).

Revisione dati bibliografici e dati pregressi disponibili presso l'IGM

Recenti acquisizioni di dati morfobatimetrici da parte dell'IGM hanno messo in luce la presenza di rotture che interessano il fondale marino e che sono imputabili a fagliazione attiva. Tuttavia, il sistema di faglie nella zona è piuttosto complesso e la geometria delle strutture è nota solo a grandi linee. Lungo la scarpata della Sicilia orientale sono stati infatti acquisiti alcuni profili sismici a riflessione con obiettivi profondi, finalizzati ad investigare aspetti quali la struttura crostale della scarpata e le sue relazioni col bacino ionico (STREAMERS, Hirn et al., 1997 e CROP Mare, Catalano et al., 2000a, b) o la natura delle aree antistanti l'Etna (ETNASEIS, Cernobori et al., 1996). Tuttavia, manca un rilievo organico e omogeneo che consenta di mappare le strutture esistenti con un dettaglio adeguato, anche perchè la maggior parte delle linee sismiche è ubicata davanti e a nord di Catania, ossia in un'area lontana dalla Scarpata di Malta, dove invece si concentra l'attività sismica. Sono stati esaminati i dati pubblicati (Cernobori et al., 1996; Hirn et al., 1997; Bianca et al., 1999; Nicolich et al., 2000) e i profili sismici monocanale acquisiti dall'IGM negli anni '70, congiuntamente con la mappa morfobatimetrica di dettaglio recentemente acquisita nell'ambito del Progetto Strategico (1996).

I profili sismici pubblicati e la sismica monocanale IGM mostrano la presenza di scarpate di faglia e di bacini sedimentari collegati all'attività delle faglie. I sedimenti che riempiono questi bacini mostrano geometrie di crescita che registrano l'attività delle faglie, in termini di entità del rigetto e di età relativa.

Le mappe delle faglie presenti lungo la Scarpata Ibleo-Maltese nell'offshore di Augusta e Siracusa (Hirn et al., 1997; Bianca et al., 2000) sono basate su un grigliato di profili molto rado. Sia l'estensione sia la direzione delle faglie sono solo in parte supportate dall'analisi congiunta dei dati

sismici e morfobatimetrici. In alcuni casi le correlazioni piu' verosimili fra i segmenti di faglia riconosciuti nei profili sembrano avere direzioni diverse da quelle indicate. Questo è principalmente dovuto alla spaziatura non adeguata dei rilievi acquisiti in precedenza, che oltre a non consentire correlazioni piu' stringenti non permettono nemmeno di valutare eventuali segmentazioni presenti lungo i piani di faglia principali. Queste caratteristiche geometriche, che auspichiamo di poter risolvere o comunque meglio definire attraverso il nostro rilievo, sono importanti per valutare il potenziale di pericolosità associato a sistema di faglie.

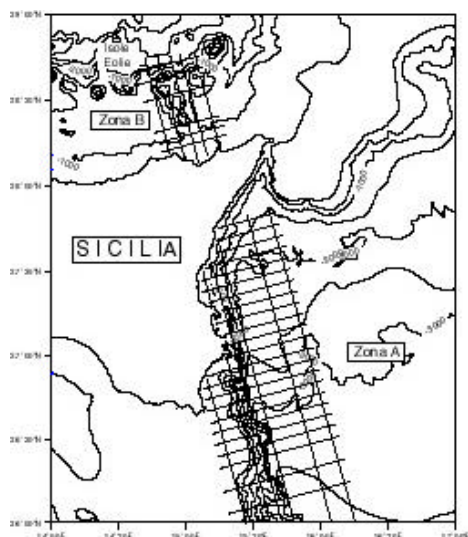
Pianificazione della Crociera di acquisizione sismica multicanale MESC 2001 e Risultati Preliminari

Dall'esame dei dati bibliografici risulta che la mancanza di un rilievo organico e omogeneo non consente di mappare le strutture esistenti con un dettaglio adeguato. Per ovviare a questa mancanza di informazione si è pianificata una crociera di acquisizione sismica multicanale con un grigliato di profili spazati circa 5 miglia sulla scarpata di Malta e con una spaziatura maggiore nella piana ionica. Le linee che si intende acquisire ammontano a circa 3000 km. L'obiettivo è quello di definire con miglior precisione la geometria del sistema di faglie che è stato parzialmente documentato lungo la scarpata della Sicilia orientale. Dalle geometrie degli strati, sia dei sedimenti che riempiono i bacini sedimentari associati al sistema di faglie, sia delle unità che precedono la rottura, si cercherà di stimare l'entità dei rigetti e l'attività neotettonica.

Nell'ambito di questa crociera di acquisizione è stata anche compresa la zona di mare antistante l'Etna, nella quale si trova la parte piu' distale del fianco orientale del vulcano. Questo consentirà di osservare la parte basale dell'edificio ed eventualmente di stabilire se l'elevato gradiente topografico della scarpata Ibleo-Maltese perturba lo stato di equilibrio del vulcano (McGuire, 1996; Borgia et al., 2000). Lo studio delle geometrie delle strutture tettoniche presenti nell'incrocio fra l'allineamento della Scarpata di Malta e l'edificio vulcanico dell'Etna possono anche contribuire a chiarire le relazioni fra attività tettonica e attività vulcanica che sono state ipotizzate per la regione etnea (e.g., Hirn et al., 1997; Monaco et al., 1997; Nicolich et al., 2000).

Inoltre, nell'ambito dell'interazione con lo studio del vulcanismo e della pericolosità a questo associata, si è ritenuto importante investigare anche quella che si può considerare come la prosecuzione della scarpata Ibleo-Maltese nell'Arco Eoliano, ovvero, l'allineamento Salina - Vulcano a direzione NNO-SSE (Barberi et al., 1974, 1994; Bousquet et al., 1997). L'obiettivo è l'individuazione di trend strutturali regionali che possono controllare l'attività vulcanica e influenzare la stabilità degli edifici.

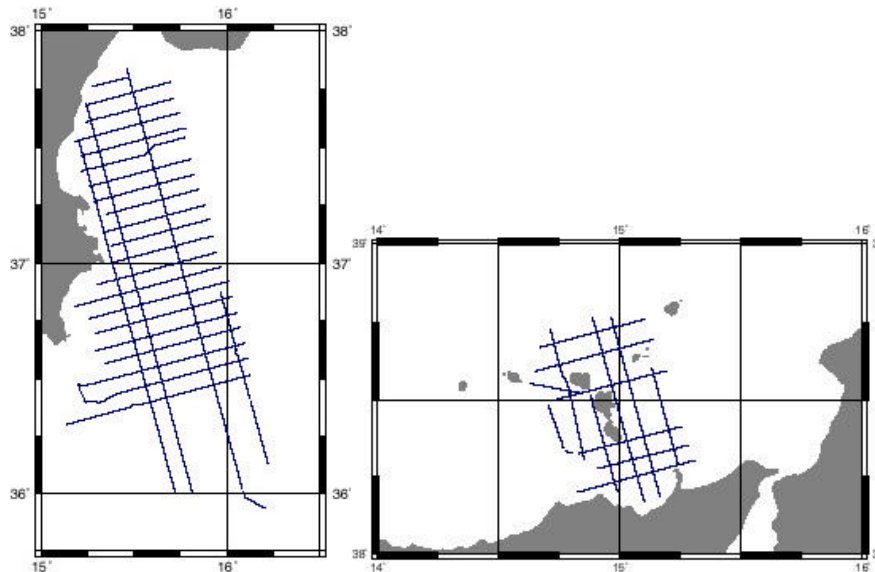
Va sottolineato che attraverso i rilievi sismici e acustici ad alta risoluzione acquisiti lungo la scarpata Ibleo-Maltese si possono anche individuare nicchie di distacco di grandi dimensioni dovute a frane o ad altri movimenti gravitativi che hanno interessato le successioni sedimentarie. In questo contesto tettonicamente attivo lo studio di questi processi è importante, in quanto movimenti in massa di sedimento, spesso innescati da terremoti, possono interferire con, o causare loro stessi, eventi di tsunami.



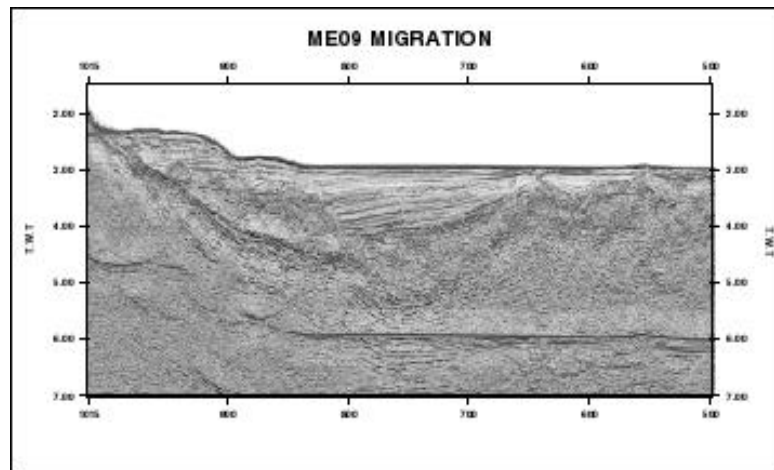
Mappa di ubicazione delle linee sismiche di progetto da acquisire durante la campagna MESC 2001 nelle zone A (Scarpata di Malta) e B (Isole Eolie).

La campagna di acquisizione sismica multicanale è stata effettuata dal 27 Luglio al 16 Agosto a bordo della N/O Urania e ha portato all'acquisizione di circa 2500 km di profili sismici. L'acquisizione è stata effettuata con un cavo Teledyne a 48 canali con intertraccia di 12.5 m e con un cannone G.I. Soderia in configurazione armonica (105 + 105 c.i.) come sorgente sismica. La distanza di sparo di 50 m ha portato ad una copertura del 600%. Grazie alle ottime condizioni meteomarine, che hanno limitato i disturbi ambientali, la qualità dei dati acquisiti si può considerare buona. Nonostante una riduzione del tempo-nave richiesto sono state acquisite quasi tutte le linee di progetto nelle due zone di interesse (vedi figure con le tracce dei profili). Grazie a una opportuna catena di lavoro le linee sismiche acquisite sono state elaborate a bordo della nave, secondo una sequenza standard, fino alla migrazione in tempi. Allo scopo è stato utilizzato il software Disco/Focus della Paradigm.

In generale, il sistema di faglie neotettoniche che caratterizza buona parte della scarpata siciliana orientale è stato ben visualizzato. Si tratta di un sistema di faglie estensionali immergenti verso est nel quale si riconoscono, in via preliminare, alcuni splays che si raccordano ad una faglia principale. Sembra che la superficie originariamente inclinata della Scarpata di Malta, probabilmente ereditata dal Mesozoico, abbia funzionato come elemento di discontinuità e di scollamento per le faglie estensionali. Sono state ben risolte anche le geometrie dei sedimenti che riempiono i bacini a semi-graben associati alle faglie.



Mapa dei profili sismici acquisiti lungo la scarpata della Sicilia orientale e nella zona circostante le Isole Eolie.



Esempio di profili sismico multicanale, elaborato fino alla migrazione, trasversale alla scarpata della Sicilia Orientale. Si noti il sistema di faglie estensionali immergenti verso est (destra) ed il bacino asimmetrico (half graben) ad esse associato.

Bibliografia

- Adam J., Reuther C.-D., Grasso M. and Torelli L. (2000) - Active fault kinematics and crustal stresses along the Ionian margin of the southeastern Sicily. *Tectonoph.*, 326, 217-239.
- Barberi F., Innocenti F., Ferrara G., Keller J. & Villari L. (1974) - Evolution of Eolian arc volcanism (Southern Tyrrhenian Sea). *Earth Planetary Science Letters*, 21: 269-276.
- Barberi F., Gandino A., Gioncada A., La Torre P., Sbrana A. & Zenucchini C. (1994) - The deep structure of the Eolian arc (Filicudi-Panarea-Vulcano sector) in the light of gravity, magnetic and volcanological data. *J. Volcan. Geotherm. Res.*, 61, 189-206.
- Bianca M., Monaco C., Tortorici L. and Cernobori L. (1999) - Quaternary normal faulting in southeastern Sicily (Italy): a seismic source for the 1693 large earthquake. *Geoph. J. Intern.*, 139, 370-394.
- Borgia A., Delaney P.T. and Denlinger P. (2000) - Spreading Volcanoes. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 28, 539-570.
- Bousquet J.C., Gabbianelli G., Lanzafame G. & Rossi P.L. (1997) - Fragmentation of a volcanic arc by lithospheric discontinuity: the Aeolian-Maltese fault system in the southern Tyrrhenian sea (Italy). *Convegno Nazionale Progetto CROP, Trieste, 23-24 giugno 1997, Riassunti.*

- Caputo M. & Faita G.F. (1982) - Statistical analysis of the tsunamis of the Italian coasts. *J. Geoph. Res.*, 87, 601-604.
- Casero P., Cita M.B., Croce M. & De Micheli A. (1984) - Tentativo di interpretazione evolutiva della scarpata di Malta basata su dati geologici e geofisici. *Mem. Soc. Geol. It.*, 27, 233-253.
- Catalano R., Doglioni C. and Merlini S. (2000a) - On the Mesozoic Ionian Basin. *Geoph. J. Intern.*, 144, 49-64.
- Catalano R., Franchino A., Merlini S. and Sulli A. (2000b) - A crustal section from the Eastern Algerian basin to the Ionian ocean (Central Mediterranean). *Mem. Soc. Geol. It.*, 55, 71-85.
- Cernobori L., Hirn A., McBride J.H., Nicolich R., Petronio L., Romanelli M. & STREAMERS/PROFILES Working Groups (1996) - Crustal image of the Ionian basin and its Calabrian margins. *Tectonophysics* 264, 175-189.
- Hirn A., Nicolich R., Gallart J., Laigle M., Cernobori L. & ETNASEIS Scientific Group (1997) - Roots of Etna volcano in faults of great earthquakes. *Earth Plan. Sci. Lett.*, 148, 171-191.
- INGV Web Site: <http://www.ingrm.it/>
- Makris J., Nicolich R. & Weigel W. (1986) - A seismic study in the Western Ionian Sea. *Annales Geoph.*, 4, 665-678.
- McGuire W.J. (1996) Volcano instability: a review of contemporaneous themes. In, *Volcano instability on the Earth and other Planets*, W.J. McGuire, A.P. Jones & J. Neuberg (eds), *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 110, 1-23.
- Monaco C. and Tortorici L. (2000) - Active faulting in the Calabrian arc and eastern Sicily. *J. Geodyn.*, 29, 407-424.
- Monaco C., Tapponier P., Tortorici L. and Gillot P.Y. (1997) - Late Quaternary slip rates on the Acireale-Pedimonte normal faults and tectonic origin of Mt. Etna (Sicily). *EPSL*, 147, 125-139.
- Nicolich R., Laigle M., Hirn A., Cernobori L., and Gallart J. (2000) - Crustal structure of the Ionian margin of Sicily: Etna volcano in the frame of regional evolution. *Tectonoph.*, 329, 121-139.
- Piatanesi A. & Tinti S. (1998) - A revision of the 1693 eastern Sicily earthquake and tsunami. *J. Geoph. Res.* 103, 2749-2758.
- Scandone P., Patacca E., Radoicic R., Ryan W.B.F., Cita M.B., Rawson M., Chezar H., Miller E., McKenzie J. & Rossi S. (1981) - Mesozoic and cenozoic rocks from the Malta Escarpment (central Mediterranean). *AAPG Bull.*, 65, 1299-1319.
- Selvaggi G. (1998) - Spatial distribution of horizontal seismic strain in the Apennines from historical earthquakes. *Ann. Geofisica*, 41, 241-251.
- Tinti S. (1991) - Assessment of tsunami hazard in the Italian seas. *Natural Hazards* 4, 267-283.
- Tinti S. (1993) - Evaluation of tsunami hazard in Calabria and eastern Sicily, Italy. In *Tsunamis in the World*, S. Tinti (ed), *Kluwer Acad. Pub.*, 141-157.

Unità IGM 2

Responsabile locale dell'Unità IGM 2: Fabio Trincardi

Obiettivo

Il progetto studia alcune aree marine del territorio nazionale per contribuire a definire i fattori geologici predisponenti e innescanti la formazione di frane sottomarine. Si cerca di definire anche la ricorrenza nel tempo di frane sottomarine e il loro impatto sulle aree costiere (oggi densamente popolate e ricche di infrastrutture industriali, commerciali e turistiche).

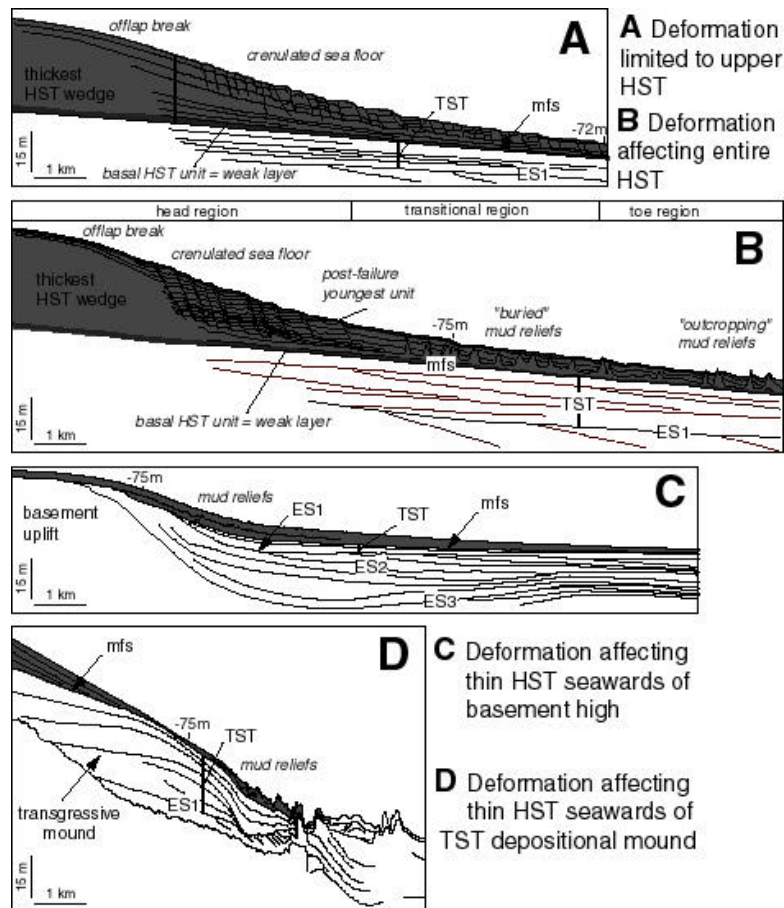
Il primo obiettivo consiste nella redazione di un *data base* di tutte le frane messe in posto negli ultimi 20 mila anni sui margini continentali centromediterranei. I dati così raccolti potranno essere comparati con la distribuzione di sistemi di faglie attive in questo intervallo di tempo e con la distribuzione dei terremoti in tempi storici.

Il secondo obiettivo consiste nello studio dettagliato di un tipo particolare di deformazione gravitativa in sedimenti tardo-olocenici sulla piattaforma Adriatica e rappresentativa di un tipo particolare di deformazioni presenti in molti prodelta del Mediterraneo.

Descrizione dell'attività svolta

Per quanto riguarda il primo obiettivo, l'attività avviata ha lo scopo di fornire una base reale di dati esistenti per valutare i legami tra sismicità, deformazione neotettonica e rischi di frane sottomarine. Sarà inoltre possibile individuare aree dove ci sono indicazioni di instabilità sottomarina recente che possono diventare oggetto di studi futuri. I dati che stiamo compilando a questo scopo confermano osservazioni provenienti anche da altri margini europei (dal Mediterraneo Occidentale al Nord Atlantico) circa l'importanza di eventi di trasporto in massa durante l'ultima risalita eustatica e il successivo stazionamento alto del livello marino. È stata messa a punto la struttura di una scheda (costruita in Excel) che permetta di confrontare le conoscenze disponibili circa la distribuzione e le caratteristiche sedimentologiche di aree caratterizzate dalla presenza di frane sottomarine recenti (cioè di età inferiore a circa 20.000 anni) per contribuire alla definizione di un piccolo data-base che renda i dati disponibili e confrontabili su una base più sistematica. All'interno del data-base viene anche riportata una valutazione circa la qualità dei dati disponibili e il grado di elaborazione/interpretazione raggiunto. Successivamente, in una fase più avanzata di questo censimento verrà definita la più opportuna rappresentazione cartografica di tutti i corpi di frana e nicchie di distacco che sono stati attivi sui margini continentali (incluse le aree costiere) del nostro territorio a partire dall'ultimo massimo glaciale. La ricorrenza di frane in vari settori geografici verrà messa in relazione alla geometria iniziale dei depositi coinvolti, al contesto geologico del margine ed alla presenza di strutture tettoniche attive durante l'intervallo indagato. Il lavoro avviato si basa sulla revisione di tutti i dati fino ad ora pubblicati (inclusi quelli all'interno di lavori geologici svolti con altro scopo) e sull'esame dei dati sismostratigrafici acquisiti dall'IGM e in parte ancora non pubblicati. Poiché i dati geotecnici su frane sottomarine nel nostro territorio sono pochi e puntiformi (e potenzialmente molto variabili anche in funzione dell'eterogeneità spaziale di uno stesso deposito) il censimento si concentra sui dati di tipo stratigrafico, sedimentologico e geometrico (a scala di indagine sismica ad alta risoluzione e morfobatimetrica nel caso di depositi non sepolti).

Riguardo al secondo obiettivo, lo studio delle deformazioni retrogressive entro i depositi di stazionamento alto tardo-olocenici in Adriatico, si sta cercando di ottenere una migliore definizione delle geometrie deformative e delle caratteristiche composizionali e meccaniche dei sedimenti coinvolti in questo tipo particolare di instabilità gravitativa.



- 1) Sono stati acquisiti ed in fase di interpretazione alcuni rilievi di dettaglio con profili sismici ad altissima risoluzione (con tecnologie CHIRP sonar). Questi profili sono stati acquisiti con maglie molto fitte (fino a 150 m di spaziatura minima tra profili adiacenti) per consentire una ricostruzione "pseudo-3D" in quattro aree complementari caratterizzate da stili deformativi leggermente diversi. La figura mostra uno schema riassuntivo dei diversi contesti geologico/stratigrafici in cui si sono osservate deformazioni entro i depositi tardo-olocenici: nella figura A le deformazioni coinvolgono sopra la parte più recente dei depositi tardo-olocenici mentre in tutti gli altri casi esse coinvolgono l'intera sezione stratigrafica sopra la superficie di downlap (*maximum flooding surface*). La figura B mostra il caso in cui le deformazioni raggiungono la massima complessità ed è possibile riconoscere al loro interno una zona di estensione (*head region*), una area di transizione, in cui sono presenti piani di taglio e rilievi morfologici a piccola scala, ed una zona distale (*toe region*) in cui sono diffusi rilievi acusticamente trasparenti originati, probabilmente da espulsione di fluidi. Le figure C e D mostrano casi di deformazione che interessa spessori molto ridotti di depositi tardo-olocenici in aree che si trovano a mare di rilievi sepolti dovuti a sollevamento tettonico (figura C) o a pre-esistenti rilievi deposizionali (figura D).
- 2) Sono state acquisite numerose carote (con recuperi tra 8 e 14 metri). Queste carote sono state analizzate con tecniche non distruttive (whole-core magnetic susceptibility velocità di propagazione delle onde P e densità) allo scopo di stabilire correlazioni stratigrafiche preliminari e di avviare un confronto tra proprietà fisiche dei sedimenti e risposta acustica sui profili sismici. Queste carote sono recentemente state aperte ed è stata avviato lo studio sedimentologico e biostratigrafico di campioni rappresentativi).
- 3) Si è svolta una prima campagna di acquisizione di dati batimetrici di dettaglio tramite *multibeam* ad alta risoluzione Simrad (EM3000) in Aprile 2001. È stata effettuata un'analisi tecnica degli strumenti *multibeam* disponibili sul mercato per scegliere il più adatto per lo

studio morfobatimetrico delle zone di deformazione gravitativa in Adriatico. La zona scelta per la prima indagine multibeam è quella che mostra la massima complessità e varietà di strutture deformative (ed è rappresentata in figura 1B). I dati raccolti mettono in luce la corrispondenza tra la differenziazione morfobatimetrica e i diversi stili deformativi osservati su profili sismici. A monte si osservano strutture ondulate con andamento parallelo alla costa corrispondenti ai piani di taglio rotazionali evidenziati in sismica. Al piede di queste strutture, si evidenzia una zona caratterizzata da rilievi plurimetrici (3-4 m). I rilievi osservati appaiono allungati in direzione perpendicolare alle isobate (su distanze di svariate centinaia di metri) mentre non superano i 50-100 m nell'asse piu' breve, disposto parallelamente allo slope regionale.

I dati recentemente acquisiti sono attualmente allo studio. Si prevedono ulteriori analisi dei dati raccolti prima di procedere ad una piu' compiuta integrazione ed interpretazione sintetica. Si può fin d'ora confermare che tutte le strutture osservate (non comuni su altri margini continentali) testimoniano il ruolo giocato da sovrappressioni di fluidi lungo la superficie di scollamento alla base dei depositi tardo-olocenici.

Unità URBO

Responsabile locale dell'unità URBO: Stefano Tinti

L'attività del secondo semestre del progetto triennale dell'Unità di Ricerca dell'Università di Bologna (URBO) si è svolta in linea di massima secondo i tempi e le modalità previste dal piano annuale, pur con qualche difficoltà dovuta al ritardo dei finanziamenti. Essa, come nel primo semestre, si è articolata in due fasi distinte, condotte in parallelo: la prima relativa alla simulazione di maremoti generati da terremoti, la seconda relativa a maremoti generati da corpi di frana.

Si è continuato ed approfondito lo studio del maremoto calabro del 1905 causato da un terremoto con epicentro in prossimità del Golfo di S.Eufemia. Il terremoto causò più di 550 vittime, e quasi 300000 senzatetto. Il maremoto non fu disastroso, ma provocò effetti che furono osservati lungo tutta la Calabria tirrenica e nella parte tirrenica dello Stretto di Messina. Come spesso accade per terremoti associati a sorgenti marine o vicino a costa, la determinazione della faglia sorgente con metodi sismici tradizionali è problematica, e le simulazioni numeriche possono dare al riguardo un contributo significativo. I risultati successivi agli studi preliminari (Tinti e Piatanesi, 2000) sono stati illustrati in un manoscritto sottomesso a rivista internazionale (Piatanesi e Tinti, 2001). Nella nostra analisi sono state prese in considerazione tre possibili faglie sorgente scelte tra le faglie sismogenetiche note: la faglia di Vibo Valentia, la faglia di Lamezia e la faglia di Capo Vaticano. Tali faglie determinano una subsidenza, esclusiva o predominante, del fondo marino con conseguente abbassamento iniziale della superficie del mare. Il maremoto è stato propagato mediante il modello idrodinamico agli elementi finiti sviluppato dall'Università di Bologna. Stando ai risultati fino ad ora ottenuti, è possibile escludere che la faglia di Lamezia sia responsabile del maremoto, perché genera una perturbazione troppo debole. D'altro canto è difficile discriminare tra la faglia di Capo Vaticano e la faglia di Vibo Valentia, in quanto entrambe danno luogo ad un maremoto di grandezza significativa che rispetta alcune delle osservazioni storiche sperimentali, mentre non ne rispetta altre. Anche se l'accordo fra risultati del modello e dati sperimentali non è completo, si ritiene che per entrambe le faglie un accorto tuning dei parametri di sorgente sarà sufficiente a migliorarlo. Un risultato importante degli studi sul maremoto calabro è la determinazione delle caratteristiche di propagazione del bacino del basso tirreno. Dalle simulazioni si è osservato che, indipendentemente dall'orientazione della faglia, gran parte dell'energia di un maremoto generato nel Golfo di Sant'Eufemia rimane intrappolata lungo la fascia di costa e si propaga verso nord. La costa meridionale è parzialmente protetta dal Capo Vaticano. Si può inoltre osservare l'effetto schermante dell'arcipelago delle isole Eolie che impediscono la propagazione del maremoto verso ovest, proteggendo le coste palermitane. Infine, il maremoto non riesce a propagarsi nello stretto di Messina che ha un'imboccatura troppo stretta e poco profonda che favorisce la riflessione delle onde, più che la loro trasmissione.

La seconda fase è relativa allo studio di maremoti generati da frane e richiede lo sviluppo di un programma lagrangiano per l'evoluzione dinamica di un corpo franoso. L'URBO utilizza un programma 1D sviluppato negli anni scorsi. Si è proseguito lo studio del primo semestre mirante ad estendere l'applicazione del programma a casi bidimensionali, cioè a frane aventi fronte molto più esteso della lunghezza. Si è continuata l'analisi della frana del Vajont (1963) compiuta nel primo semestre (Zaniboni, 2000), affinando la tecnica di suddivisione del corpo franoso in subfrane: in particolare è stato introdotto il criterio che laddove si conoscano sia il corpo iniziale di frana (cdf) che il deposito finale (df), le subfrane vengono scelte in modo tale che intercettino la stessa massa sia nel cdf che nel df. L'utilizzo di tale criterio nella simulazione del caso del Vajont ha migliorato i risultati ottenuti in precedenza.

Bibliografia

- Piatanesi A., Tinti S., 2001, Numerical modeling of the September 8, 1905 Calabrian (southern Italy) tsunami, *Geophys. J. Int.* (sottomesso)
- Tinti S., Piatanesi A., 2000, Numerical modeling of the September 8, 1905 Calabrian (southern Italy) tsunami, XXVII General Assembly of the European Seismological Commission (ESC), September 2000, Lisbon, Book of Abstracts, 26.
- Zaniboni F., 2000. Modello numerico per la dinamica di corpi franosi con applicazione alla catastrofe del Vajont, Tesi di laurea con relatore Tinti S., Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Corso di Laurea in Fisica, Università di Bologna, Sessione Autunnale a.a.1999-2000, pp. 76.