

**Progettazione di reti di monitoraggio e allarme in aree marine prospicienti zone ad elevato rischio sismico.  
Prima realizzazione di un nodo nella Sicilia Orientale**

**I<sup>a</sup> Relazione Annuale**

Roma 30/9/2001

COORDINATORE: Laura Beranzoli, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma, tel. 0651860341/418, fax 0651860338, beranzoli@ingv.it

## Indice

1. Scopo del progetto .....	3
2. Unità di Ricerca del progetto .....	3
3. Descrizione dello stato delle attività .....	3
4. Osservatorio marino .....	5
4.1 Definizione dei requisiti scientifici dell'Osservatorio (WP A100, A200) .....	5
4.2 Progettazione preliminare (WP-B100) .....	5
4.3 Progettazione di dettaglio dell'Osservatorio (WP-B200).....	6
4.4 Acquisto materiali (WP-B300) .....	7
4.5 Costruzione dell'Osservatorio (WP-B400) .....	7
5. Progettazione del modulo di deposizione MODUS (WP-C100).....	7
5.1 Progettazione preliminare (WP-C100) .....	7
5.2 Progetto di dettaglio (WP-C200).....	8
6. Ricognizione della bibliografia e dei dati esistenti relativi all'area della Sicilia orientale e dello Ionio occidentale (WP-D100).....	8
6.1. Caratterizzazione geologica.....	8
6.2 Caratterizzazione della struttura crostale .....	11
6.3 Caratterizzazione della sismicità .....	12
6.4 Caratterizzazione morfo-batimetrica e sedimentologica .....	16
6.5 Attività ancora in corso .....	16
6.6 Attività collaterali al WP D100 .....	17
7. Individuazione preliminare della geometria dell'array di OBS (WP A300) .....	18
7.1 Localizzazione della sismicità ed eventi disastrosi .....	18
7.2 Il monitoraggio sismico della Sicilia Orientale e della Calabria Meridionale: stato dell'arte .	19
8. Definizione della logistica necessaria alla missione (WP E100).....	20
9. Project Management .....	21
10. Conclusioni .....	21
Bibliografia .....	22

## 1. Scopo del progetto

Il progetto si propone di eseguire lo studio di fattibilità, la progettazione, la realizzazione e l'installazione del primo Osservatorio di una rete sottomarina di monitoraggio e allarme sismico nell'area prospiciente le coste orientali della Sicilia.

La zona per la deposizione dell'osservatorio è stata individuata a circa 2000 m di profondità al largo di Catania. Si propone inoltre di utilizzare congiuntamente all'Osservatorio una serie di OBS, depositi con una configurazione ad *array* per mezzo del modulo di deposizione MODUS mutuato dai progetti GEOSTAR 1 e 2. Anche il sottomarino automatico sarà realizzato mutuandolo da quello costruito e sperimentato dai progetti GEOSTAR 1 e GEOSTAR 2 precedentemente finanziati dalla Commissione Europea.

## 2. Unità di Ricerca del progetto

Per il conseguimento degli obiettivi del progetto sono state individuate le seguenti tre Unità di Ricerca (UR):

**UR 1 - Responsabile Scientifico:** Claudio Faccenna, Ricercatore del Dipartimento di Scienze Geologiche Università Roma III.

Le attività a carico della UR 1 consistono principalmente nella caratterizzazione dell'area di deposizione dell'osservatorio.

**UR 2 - Responsabile Scientifico:** Francesco Gasparoni, Tecnologo Senior Tecnomare S.p.A.

Le attività a carico della UR 2 consistono nella realizzazione dell'osservatorio, nella modifica del modulo di deposizione degli OBS, nell'assistenza tecnica alla missione dell'osservatorio e alla campagna OBS.

**UR 3 - Responsabile Scientifico:** Giancarlo Neri, Professore Associato Università di Messina.

Le attività a carico della UR 3 consistono nel reperimento e organizzazione della logistica per la deposizione, nell'analisi dati dell'osservatorio e degli OBS e nell'integrazione della rete temporanea marina con le reti esistenti.

## 3. Descrizione dello stato delle attività

La presente relazione descrive le attività di progetto svolte tra il 1 Luglio 2000 ed il 30 Giugno 2001 corrispondenti al primo anno di attività in accordo con il Piano di Lavoro (Work Plan) la cui tempistica viene riportata nella Tabella 1 con l'indicazione delle attività (definite di seguito Work Packages – WP) del primo anno (banda grigia).

Tabella 1.

WP	2000 <sup>(1)</sup>	2001	2002	2003 <sup>(2)</sup>
<b>Definition of the scientific requirements</b>				
A100 – Observatory Scientific requirements and data acquisition and transmission requirements	██████████			
A200 – Definition of the sensor set	██████████			
A300 - Definition of the array geometry			██████████	
<b>Sea floor seismic station</b>				
B100 – Preliminary design	██████████			
B200 – Detailed design		██████████		
B300 – Material procurement		██████████		
B400 - Manufacturing			██████████	
B500 - Integration and laboratory tests			██████████	
<b>OBS handling Module</b>				
C100 – Preliminary design	██████████			
C200 – Detailed design		██████████		
C300 - Manufacturing			██████████	
C400 – Integration, laboratory and basin tests			██████████	
<b>Site Characterisation</b>				
D100 – Existing data collection and Bibliographic Research	██████████			
<b>Mission</b>				
E100 – Mission logistics		██████████		
E200 - Seafloor Seismic Station and OBS deployment			██████████	
E300 – Mission follow-up			██████████	
E400 - Seafloor Seismic Station and OBS recovery				██████████
<b>Data Processing</b>				
F100 – Data processing				██████████
<b>Project Management</b>				
G100 – Project management	██████████	██████████	██████████	██████████
G200 – Project meetings	██████████	██████████	██████████	██████████
G300 – Integration with parallel activities	██████████	██████████	██████████	██████████

(1) Starting date: 1/7/2000  
Ending date: 30/6/2003

**Attività concluse:**

- definizione dei requisiti scientifici dell'Osservatorio (WP A100, A200);
- progettazione dell'osservatorio (WP B100, B200);
- caratterizzazione dell'area di deposizione (WP D100).

**Attività da svolgere nel primo anno e non ancora concluse:**

- progettazione delle modifiche da apportare al modulo di deposizione MODUS di GEOSTAR (WP C100, C200).

**Attività avviate:**

- definizione della geometria dell'array di OBS (WP A300);

- acquisto del materiale e costruzione delle componenti dell'Osservatorio (WP B300, B400);
- acquisto del materiale e per le modifiche al modulo di deposizione (C300);
- definizione della logistica necessaria alla missione (E100).

Le attività C100 e C200 hanno subito ritardi in ragione delle difficoltà dell'individuazione del tipo di OBS che GEOMAR metterà a disposizione del progetto, essendo tale Istituto dotato di un parco strumenti non omogeneo.

## 4. Osservatorio marino

### 4.1 Definizione dei requisiti scientifici dell'Osservatorio (WP A100, A200)

Le seguenti condizioni operative ambientali dell'Osservatorio sono state individuate:

- profondità non inferiore di 2000 metri e non superiore ai 2500.
- temperatura compresa tra 12 e 14 °C.
- la pressione è di 250 atmosfere.
- un'autonomia minima di 9 mesi.
- memorizzare delle misure su Hard Disks.
- trasmissione in modalità automatica (in caso di superamento di soglia prefissata) e su interrogazione di un operatore.
- predisposizione di un'interfaccia per il collegamento fisico costituito da un cavo in fibra ottica per la trasmissione dati a terra (non a carico del progetto, vedi paragrafo 7).

La strumentazione scientifica di cui la stazione sarà dotata è riassunta nella seguente tabella:

Scopo	Sensore	Modello	Max rateo di camp.
Registrazione in continua del segnale sismologico.	Sismometro larga banda	Guralp CMG-3T	100 camp./s
Registrazione in continua del segnale sismologico	Idrofono	OES	100 camp./s
Registrazione in continua della velocità e direzione della corrente marina per l'abbattimento del rumore sismico nei dati	Correntometro puntuale	Falmouth 3ACM- CBP-D	2 camp./s
Misure di corredo al correntometro	Sensore di Conduttività, Temperatura e Pressione (CTD)		1 camp./10 s
Misure in continua alle frequenze sismologiche più basse di quelle coperte dal sismometro	Gravimetro <sup>1</sup>	Prototipo <sup>2</sup>	1 camp./10 s
Controllo dei parametri di stato (temp., intrusioni d'acqua, pressione, tilt, heading, ecc.)	sensori di tipo commerciale	Vari Fornitori	Vari passi di camp.

<sup>1</sup> Strumento per esperimento esterno a costo zero per il progetto

<sup>2</sup> Sviluppato dall'Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario testato e qualificato nell'ambito del progetto GEOSTAR

### 4.2 Progettazione preliminare (WP-B100)

Il lavoro di progettazione preliminare della Stazione Sismica Sottomarina è stato finalizzato alla

- a) raccolta e analisi delle informazioni necessarie alla definizione delle specifiche di sistema (ambiente, funzionalità richieste, requisiti operativi, ecc.), da utilizzare come riferimento per tutte le successive attività di progettazione;
- b) definizione dell'architettura e progettazione preliminare del Sistema di Acquisizione Dati e Controllo della Stazione Sismica;

c) definizione dell'architettura e progettazione preliminare del telaio della Stazione.

In tale ambito sono stati emessi i seguenti documenti ad uso dei partners del progetto:

1. S-1 Seismic Observatory Data Acquisition and Control System Preliminary Design (documento Tecnomare A1143-REL-B100-002.0).
2. S-1 Seismic Observatory DACS Hardware Architecture (documento Tecnomare A1143-DIS-B100-I001).
3. Disegni generali di insieme (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-T001).

#### 4.3 Progettazione di dettaglio dell'Osservatorio (WP-B200)

Tale attività ha riguardato la progettazione di dettaglio di tutta la parte meccanica ed elettronica dell'Osservatorio.

Il lavoro svolto nell'ambito di tale attività ha riguardato:

- progetto di dettaglio del telaio dell'osservatorio;
- esecuzione di una serie di verifiche strutturali del telaio;
- emissione di disegni tecnici costruttivi;
- identificazione di tutti i componenti e materiali da acquisire.

E' prevista per ottobre l'emissione dei seguenti documenti, al momento in avanzato stadio di completamento:

1. Structural analysis of S-1 Seismic Observatory Frame (documento Tecnomare A1143-REL-B200-001.0).
2. Disegni tecnici per richiesta di offerta e costruzione di:
  - Junction box (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-M001).
  - DACS internal supports (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-M002).
  - Interconnection diagram (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-I002).
  - Wiring J-Box (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-I003).
  - Wiring DACS and battery vessels (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-I004).
  - Main Frame (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S001).
  - Docking cone (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S002).
  - Docking cone intermediate frame (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S003).
  - Upper block (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S004).
  - Vehicle bumper clamps (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S005).
  - Foot (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S006).
  - Fenders (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S007).
  - Sonar reflector (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S008).
  - Battery vessels supports (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S010).
  - DACS vessel support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S011).
  - Acoustic Transmission System Electronic vessel support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S012).
  - Acoustic Transmission System Battery vessel support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S013).
  - Seismometer housing (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S014).
  - Seismometer support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S015).
  - CTD support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S016).
  - Hydrophone support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S017).
  - Single point current meter support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S018).
  - Echo sounder support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S019).
  - Acoustic transducer support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S020).
  - Gravity meter support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S021).
  - J-box oil compensator support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S022).

- Vehicle-Observatory electrical connector support (documento Tecnomare A1143-DIS-B200-S023).

#### 4.4 Acquisto materiali (WP-B300)

Sulla base delle risultanze della precedente attività B200, i seguenti materiali sono stati finora ordinati

Sensore/Componente	Fornitore e modello	Note
Idrofono	OAS	Non ancora consegnato
Correntometro acustico 3D	FSI 3D-ACM	consegnato
CTD	SeaBird SBE-37SM	consegnato
Echo sounder	Tritech PA500 (500 kHz)	consegnato
Schede per misura tilt e heading (2)	FSI Ostar	consegnate
CPU per schede di acquisizione (3)	Persistor Instruments CF1	consegnate
Hard Disks (3)	Misco	consegnati
Schede interfaccia analogiche e seriali (2)	Oceanographic Embedded Systems	consegnate
Componenti elettronici per schede stato	Tecnica 2	consegnati

Per due ordini sono stati emessi i seguenti documenti di specifica:

1. Specification for the supply of the hydrophone (documento Tecnomare A1143-SPE-B300-001.0).
2. Specification for the supply of a single point current meter (documento Tecnomare A1143-SPE-B300-002.0).

Si stima di emettere gli ordini rimanenti entro fine novembre 2001.

#### 4.5 Costruzione dell'Osservatorio (WP-B400)

Questa attività è finalizzata a:

- la realizzazione di tutte le componenti meccaniche dell'osservatorio (telaio, recipienti a pressione, supporti, ecc.);
- la realizzazione dell'elettronica di acquisizione dati e gestione missione;
- lo sviluppo del software dell'Osservatorio;
- lo sviluppo della stazione di controllo di superficie e della relativa interfaccia operatore.

Le seguenti attività sono state iniziate:

- sviluppo dell'hardware elettronico di acquisizione e controllo dell'osservatorio;
- sviluppo software di acquisizione dati e controllo missione.

### 5. Progettazione del modulo di deposizione MODUS (WP-C100)

#### 5.1 Progettazione preliminare (WP-C100)

La fase di progettazione preliminare ha incluso:

- a) acquisizione dei principali requisiti utente;
- b) avvio dei contatti con GEOMAR per acquisire le caratteristiche degli OBS da gestire con il modulo oggetto dell'attività;
- c) definizione di una prima architettura di riferimento di un modulo installabile e manovrabile da MODUS;
- d) Studio delle soluzioni tecniche per alcuni dei principali sottosistemi.

In particolare, per quanto riguarda il punto c), è stata individuata la soluzione per il meccanismo di sgancio degli OBS da parte di MODUS.

## 5.2 Progetto di dettaglio (WP-C200)

E' in corso di stesura un documento a carico della UR 2 (Facoltà Tecnica di Berlino) con le caratteristiche progettuali delle modifiche da apportare all'esistente deep-sea ROV MODUS.

## 6. Ricognizione della bibliografia e dei dati esistenti relativi all'area della Sicilia orientale e dello Ionio occidentale (WP-D100)

Relativamente a questa attività a carico della UR 1, è stata determinante la collaborazione ed il coordinamento tra le varie componenti scientifiche afferenti alla UR 1 e alla UR 3. Il dibattito scaturito tra queste componenti ha prodotto un quadro di riferimento utile per successive indagini ed approfondimenti.

L'attività in oggetto è stata condotta e conclusa nel corso del primo anno di progetto producendo i seguenti risultati:

*Caratterizzazione geologica* della regione basata sulla bibliografia dei lavori riguardanti le strutture attive nell'area, sulla individuazione dei principali lineamenti strutturali dell'area facendo anche ricorso all'applicazione di metodologie classiche di *remote sensing*, e sulla elaborazione di una carta strutturale a scala locale recante gli elementi vulcano-tettonici recenti (quaternari) principali dell'area etnea e le contigue strutture tettoniche regionali attive

*Caratterizzazione della struttura crostale* dell'area dello Ionio occidentale e settori confinanti basata su dati da esperimenti di sismica a riflessione e rifrazione, dati gravimetrici, magnetometrici e dati di flusso di calore

*Caratterizzazione della sismicità* del litorale ionico della Sicilia basata su dati sismologici di tipo parametrico provenienti da cataloghi, dati bibliografici sulle possibili ubicazione delle sorgenti sismiche, dati bibliografici sui modelli di sismogenesi nell'area

*Caratterizzazione morfo-batimetrica e sedimentologica* dell'area marina prospiciente le coste orientali della Sicilia basata sull'esame di carte batimetriche e su dati CIRP delle campagne nel periodo 1999-2001.

Relativamente ai risultati descritti nei seguenti paragrafi è stato emesso il seguente documento: "Geologia, struttura crostale e sismicità della fascia ionica prospiciente la Sicilia orientale".

### 6.1. Caratterizzazione geologica

La costa orientale siciliana é caratterizzata dalla presenza di una struttura principale a decorso meridiano, denominata in letteratura "scarpata di Malta" (fig. 1A). Questa struttura morfologicamente molto evidente, può essere seguita con continuità dal margine orientale siciliano sino all'intersezione con le strutture associate al "rift" del canale di Sicilia. Recenti profili CROP nell'area hanno confermato che la struttura rappresenta il margine passivo Triassico tra la piana abissale ionica e la piattaforma continentale pelagoniana (Catalano et al., 2001). Questa stessa struttura rappresenta il margine occidentale dell'antico bacino oceanico "neo-tetideo" in gran parte consumato lungo il margine in subduzione calabro.



L'assetto tettonico recente della regione siciliana orientale è caratterizzato dalla presenza di differenti direttrici tettoniche (fig. 6.1.1). Nella regione dell'avampaese ibleo (fig. 6.1.1A), si osserva la presenza di direttrici a orientazione N-S, NE-SW e NW-SE. Queste ultime, particolarmente evidenti nell'area del bacino di Floridia (fig. 6.1.1C), sono caratterizzate da una cinematica prevalentemente normale e sono state attive sino a circa 400 ka. L'analisi dettagliata del *pattern* di deformazione e dell'espressione morfologica nella regione orientale *off- e on-shore* a Sud di Catania (Fig. 6.1.1B e 6.1.1D) ha messo in luce che le strutture a direzione NE-SW (ad es. la faglia di Avola e la faglia Rosolini-Ispica) sono attualmente attive con una componente di movimento prevalentemente estensionale. Ad un segmento di faglia di questo sistema è stato attribuito il terremoto del gennaio del 1693 (Bianca et al., 1999).

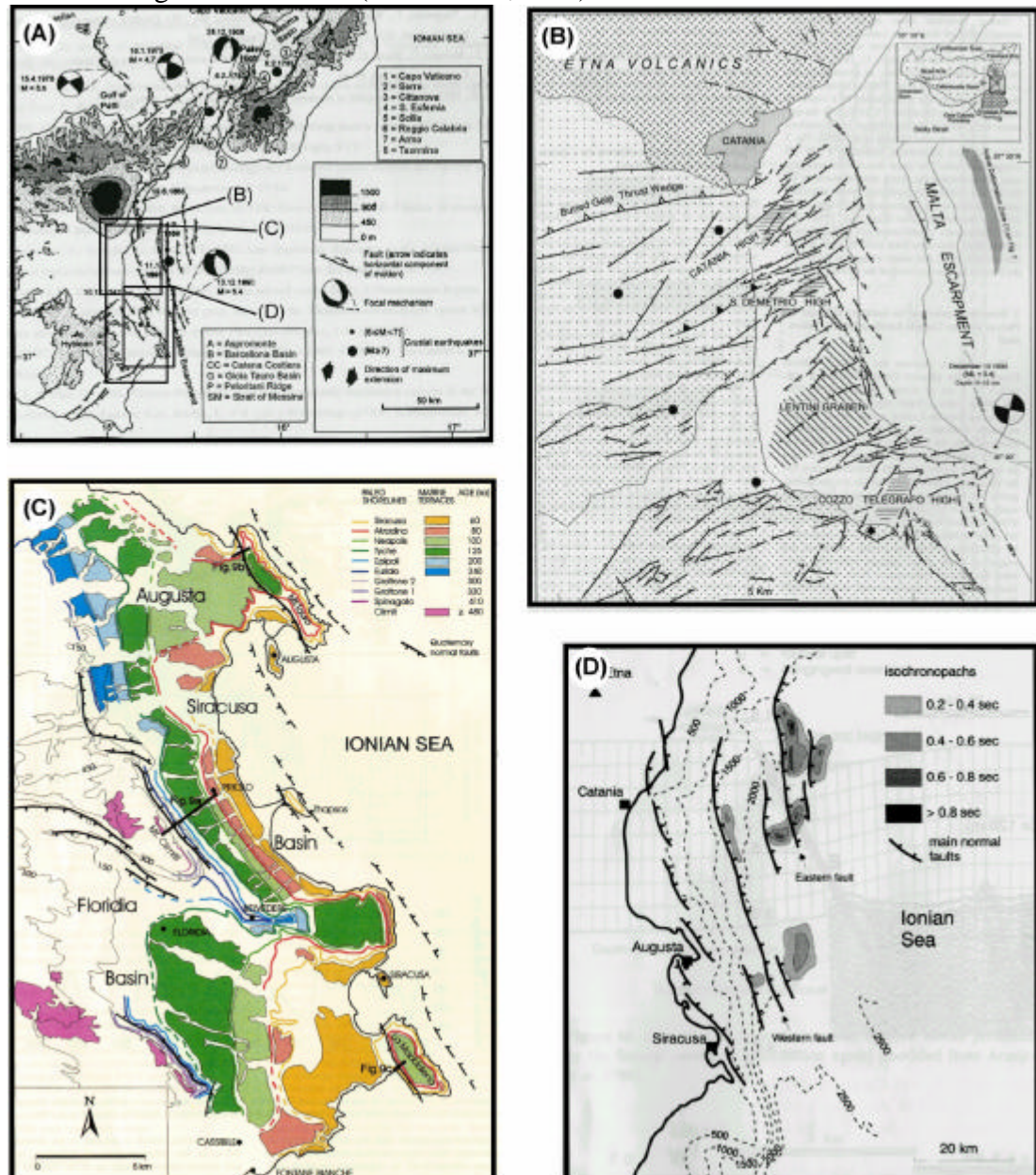


Fig. 6.1.1 - (A) Schema strutturale della Sicilia orientale (da Catalano et al., in press). (B) Schema strutturale dell'area catanese (da Torelli et al., 1998). (C) Schema morfotettonico dell'area siracusana (da Bianca et al., 1999). (D) Isocronopache delle unità di *syn-rift* e schema strutturale dell'*off-shore* catanese (da Bianca et al., 1999).

Il sistema deformativo a decorso meridiano é presente prevalentemente nell'area *off-shore* ed é stato ben definito dall'analisi di profili sismici del progetto ETNASEIS (sismica a quattro canali in Hirn et al., 1997). arcuati a direzione prevalentemente NNW-SSE. Il rigetto verticale stimato lungo queste strutture durante gli ultimi 300 ka è di circa 1000 m, per una velocità media lungo la faglia di circa 3 mm/y.

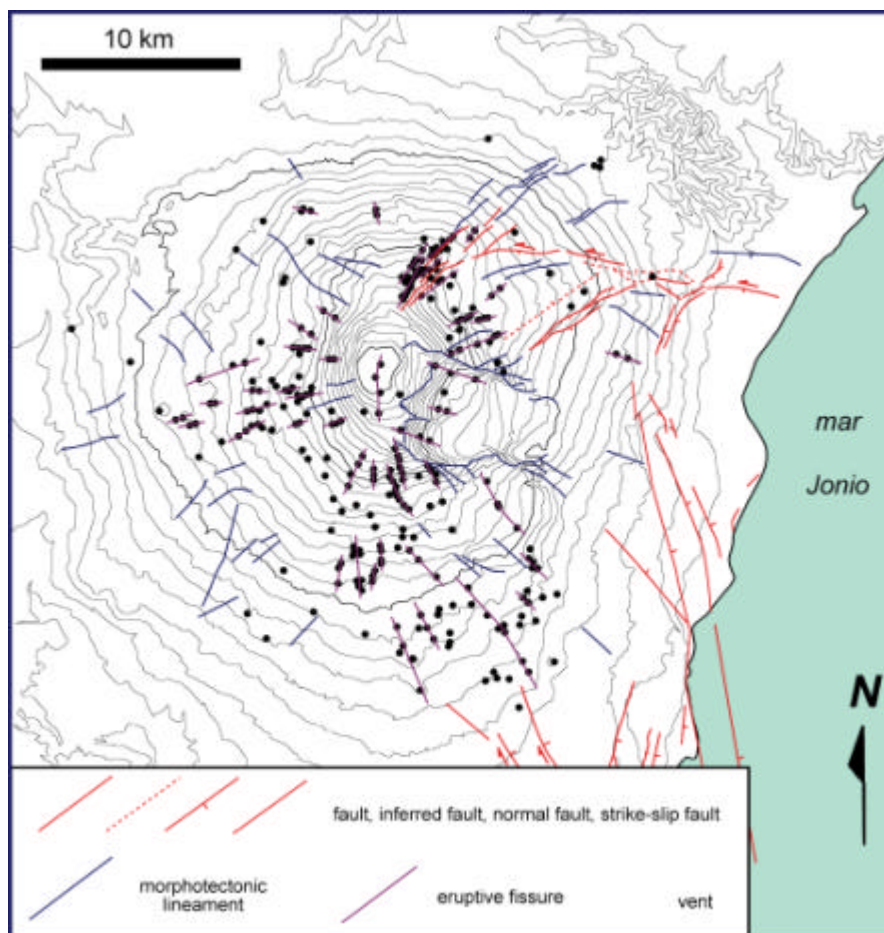


Fig. 6.1.2 - Schema strutturale dell'edificio etneo.

Questo sistema di strutture sembra riattivare almeno in parte le strutture della scarpata di Malta secondo una componente di movimento leggermente obliqua destrale. Tale sistema é articolato in una serie di segmenti

Verso Nord questo sistema di strutture si ritrova in corrispondenza delle propaggini più orientali dell'edificio Etno (fig. 6.1.2), lungo la prosecuzione della scarpata di Malta. La carta strutturale allegata (fig. 6.1.2), basata su una sintesi critica dei dati finora pubblicati, mostra l'edificio vulcanico etneo e le deformazioni tettoniche e vulcano-tettoniche ad esso associate. Le principali strutture tettoniche riconosciute sull'edificio etneo sono ubicate nella porzione orientale ed hanno una cinematica prevalentemente trascorrente (fig. 6.1.2). Tali strutture delimitano il settore laterale (orientale) del vulcano in lento scivolamento gravitativo verso est e sarebbero quindi il risultato di un processo di collasso. Ulteriore testimonianza di tale collasso è la presenza della Valle del Bove, una struttura erosiva presente nella porzione sommitale orientale. Oltre alle strutture erosive che delimitano la Valle del Bove, numerosi sono i lineamenti riconoscibili attraverso immagini da satellite e associabili ad attività tettonica. Nella carta sono infine mostrati i centri eruttivi periferici e la loro possibile associazione a lineamenti vulcano-tettonici. Inoltre, sull'edificio etneo, sono evidenti la presenza di zone di fatturazione preferenziali, a decorso circa NNW-SSE, E-W e NE-SW (fig. 6.1.2).

A Nord del sistema etneo, le strutture attive proseguono sino allo stretto di Messina, dove assumono una direzione più chiaramente NNE-SSW (fig. 6.1.1A) e sono ritenute sismogenetiche (Valensise e Pantosti, 1996). Recenti lavori hanno relazionato questo sistema deformativo con le strutture estensionali presenti lungo il margine tirrenico calabro (Monaco et al., 1997). In questo senso, gli Autori definiscono un sistema di “rift” a decorso articolato (generalmente meridiano) e direttrice di estensione N110°. In questo modello il limite tra la placca ionica e la placca Europea sarebbe tagliato dalla formazione di tale struttura estensionale, presupponendo il totale arresto del margine convergente calabro-siciliano. Al contrario, altri Autori (Gvirtzman e Nur, 1999), interpretano la struttura della scarpata di Malta come uno “strappo” lungo il margine occidentale della placca in subduzione. La definizione dell’uno o dell’altro modello risulta esser di grande importanza per la definizione del processo di subduzione lungo l’arco calabro.

## 6.2 Caratterizzazione della struttura crostale

I dati geofisici disponibili nell’area sono: dati di sismica a riflessione e rifrazione, anomalie di Bouguer, dati magnetometrici, dati relativi ai terremoti e misure del flusso di calore.

Dati sismici - Nell’area ionica esistono numerosi dati relativi ad esperimenti di sismica a riflessione e rifrazione. Nella caratterizzazione dell’area in esame sono stati in particolare considerati i seguenti lavori:

- Makris et al. (1986)
- de Voogd et al. (1992)
- progetto STREAMERS (Near Vertical Reflection)
- campagna Etna 77 (Colombi et al., 1979)
- progetto CROP MARE
- progetto ETNASEIS

Dai lavori sopra menzionati sono stati tratti modelli di velocità per l’area in esame e le aree prospicienti da utilizzare quando possibile nelle future localizzazioni ipocentrali e nelle inversioni tomografiche.

Dati gravimetrici - Le anomalie di Bouguer (Morelli et al., 1975) per l’area centro mediterranea indicano un’ampia piattaforma sedimentaria nel Mar Pelagico attraversata da strutture di tipo graben. La presenza di anomalie negative nel Mar Ionio è collegata all’estensione verso est dei bacini sedimentari siciliani nell’area di Messina e dei bacini di Crotona e Spartivento. Verso la piana abissale ionica i valori delle anomalie di Bouguer aumentano lungo un allineamento NE-SO, raggiungendo un valore di +310 mGal in corrispondenza del centro della piana. Quest’anomalia deve essere attribuita ad un assottigliamento della crosta, probabilmente di origine oceanica, così come a disomogeneità laterali della densità all’interno del mantello superiore.

Della Vedova et al. (1989) hanno interpretato le anomalie di Bouguer lungo un profilo spezzato (fig. 5.1.9) composto da due tratti, il primo che dalla Tunisia centrale arriva fino alla Sicilia (avanfossa di Caltanissetta) e il secondo che da quest’ultimo punto arriva fino alla piana abissale dello Ionio attraversando la piattaforma ragusana e la Scarpata di Malta e che interseca l’area di studio. Il modello è stato definito anche sulla base dell’interpretazione dei dati di sismica a rifrazione (Colombi et al., 1973; Makris et al., 1986; Makris et al., 1987; Carrozzo et al. 1987; Hinz, 1974; Weigel, 1974; Ferrucci et al., 1991).

Un’interpretazione delle anomalie di Bouguer è stata effettuata anche lungo il profilo M21, calcolando le risposte del modello di densità in figura 5.1.10 ottenuto da dati di velocità secondo la legge di Nafe and Drake (1963).

Dati magnetometrici - Dall'analisi delle anomalie magnetiche del campo totale in questa area appare evidente che l'area pelagica, lo Ionio e il sistema piattaforma ragusana-scarpata di Malta presentano un carattere magnetico molto diverso, che suggerisce l'appartenenza a province magnetiche distinte.

L'area pelagica presenta prevalentemente anomalie di alta frequenza. I trend più evidenti sono allineati con la direzione NO-SE dell'area assiale di rift e corrispondono al magmatismo e vulcanismo superficiali, associati alla formazione dei graben di Pantelleria e Linosa. Da un punto di vista magnetico il Mar Pelagico presenta una caratteristica tipica di aree continentali interessate da processi di rifting.

La piana abissale ionica presenta anomalie magnetiche di modesta entità e nella banda di frequenze medio-basse. Questo indica l'assenza di sorgenti superficiali e la presenza di limitati contrasti di suscettività magnetica fra le unità della crosta inferiore. Alcune ipotesi possono essere fatte sulla natura, età e formazione della crosta dello Ionio, fra le quali Della Vedova et al. (1989) preferiscono quella che ipotizza una crosta oceanica formata in un periodo magneticamente tranquillo e un'altra che assume una crosta di transizione costituita da rocce a bassa magnetizzazione.

Le anomalie magnetiche delle aree del plateau di Ragusa e della scarpata di Malta possono essere associate all'evoluzione delle aree di margine continentale passivo.

Il modello magnetico relativo al tratto con direzione NO-SE del profilo spezzato mostrato in figura 5.1.9 (Della Vedova et al., 1989) è stato ottimizzato in modo tale da risultare compatibile con i dati sismici, gravimetrici e termici. Si osserva che la magnetizzazione interessa tutta la crosta fino a circa 28 km di profondità. Ciò può essere spiegato con la presenza di strutture caratteristiche dell'area di scarpata e di piattaforma: intrusioni basiche nella crosta superiore, vulcanismo di scarpata e facies gabbroiche e/o granulitiche nella crosta inferiore.

Dati di flusso di calore - L'andamento del flusso di calore superficiale nell'area studiata è stato ottenuto dalla mappa del flusso di calore per l'Italia di Mongelli et al. (1987) e dalla compilazione dei dati termici relativi alla Geotraversa Europea (Della Vedova et al., 1989). Questi dati sono 200 e sono molto disomogenei.

Da un punto di vista termico lo Ionio, caratterizzato da un flusso termico di circa  $35 \text{ mW/m}^2$ , può essere assunto come stazionario, mentre il blocco pelagico (flusso di calore circa uguale a  $80 \text{ mW/m}^2$ ) è interessato da transienti termici connessi alla sua recente evoluzione: assottigliamento crostale con forte subsidenza e rifting localizzato nella parte assiale del Canale di Sicilia.

### **6.3 Caratterizzazione della sismicità**

La costa ionica siciliana e la prospiciente fascia off-shore sono notoriamente sede degli eventi sismici più energetici dell'isola. Gli studi condotti sulla sismicità storica, pur con le inevitabili approssimazioni riguardanti l'ubicazione delle sorgenti, hanno posto in particolare evidenza l'attitudine sismogenetica di quella fascia che, sviluppandosi approssimativamente da Nord a Sud, ha le proprie terminazioni settentrionale e meridionale nello Stretto di Messina e nell'area di Capo Passero, rispettivamente. Sistemi strutturali di notevole rilevanza a meccanismo prevalentemente diretto ricadono in tale fascia, e sono identificabili nella cosiddetta faglia Messina-Fiumefreddo e nella scarpata ibleo-maltese. Ad avviso di vari autori, lungo tali sistemi strutturali si sarebbero originati gli eventi sismici più forti e distruttivi della storia siciliana dell'ultimo millennio, ed in particolare il terremoto di Messina del 1908 e l'evento della Sicilia Sudorientale del 1693.

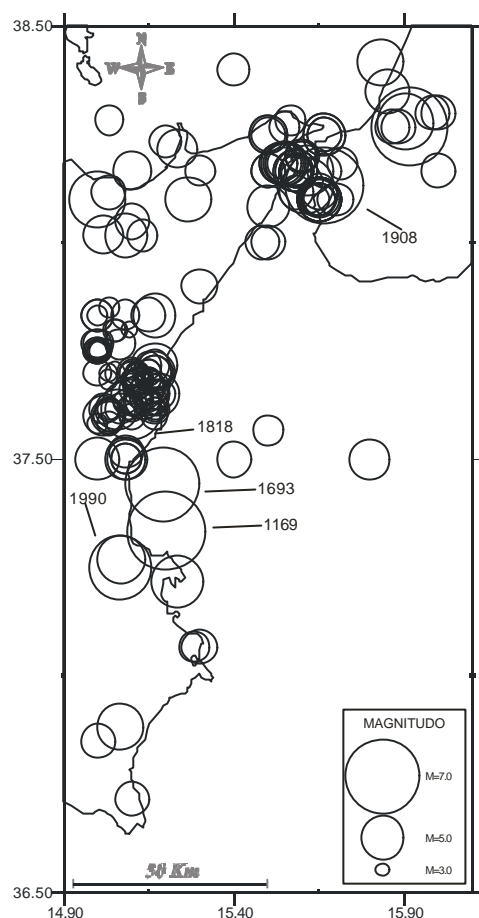


Fig. 6.3.1 - Mappa degli epicentri dei terremoti riportati sul catalogo NT4.1 per l'area in studio.

La figura 6.3.1 mostra la mappa degli epicentri dei terremoti riportati nel catalogo NT4.1 (<http://emidius.mi.ingv.it/NT/NTnew.html>) relativamente al settore  $36.5^{\circ}$ - $38.5^{\circ}$ N,  $15.0^{\circ}$ - $16.0^{\circ}$ E ed all'intera estensione temporale del catalogo (1000-1992). La rappresentazione evidenzia come nel suddetto catalogo, redatto sulla base dell'analisi dei dati storico-macrosismici, l'evento del 1908 ( $M_s=7.3$ ) sia posizionato sulla costa calabro dello Stretto di Messina; inoltre, l'evento del 1693 ( $M_s=7.0$ ) è localizzato al largo della costa catanese, analogamente all'ancor più antico terremoto del 1169 ( $M_s=7.3$ ).

Analisi effettuate da diversi autori e con varie metodologie sugli eventi del 1908 e 1693 hanno condotto in entrambe i casi alla formulazione di varie e diversificate ipotesi sull'ubicazione della sorgente e sul meccanismo di genesi. Le Figure 6.3.2 e 6.3.3 mostrano, rispettivamente, il modello di sorgente proposto da Valensise e Pantosti (1992) per l'evento del 1908, e l'ubicazione del segmento di faglia che, secondo Azzaro e Barbano (2000), avrebbe prodotto l'evento del 1693. La sorgente dell'evento del 1908 corrisponde approssimativamente alla porzione settentrionale della faglia Messina-Fiumefreddo, la struttura attivata nel 1693 si colloca in corrispondenza della scarpata ibleo-maltese. Azzaro e Barbano propongono altresì che lungo quest'ultimo sistema strutturale, sulla sua terminazione settentrionale (corrispondente al basso versante orientale dell'edificio vulcanico etneo), si sia anche originato l'evento del 1818 ( $M_s=6.2$ ).

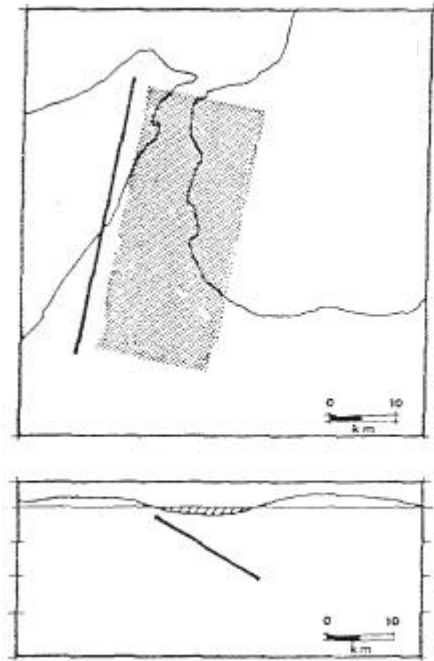


Fig. 6.3.2 - Modello di sorgente proposto da Valensise e Pantosti (1992) per l'evento del 1908: il segmento a tratto continuo nella rappresentazione planimetrica mostra l'intersezione del piano di faglia con la superficie terrestre, la proiezione dell'area di dislocazione sulla superficie terrestre è indicata in grigio, in basso è rappresentata l'area di dislocazione in sezione verticale.

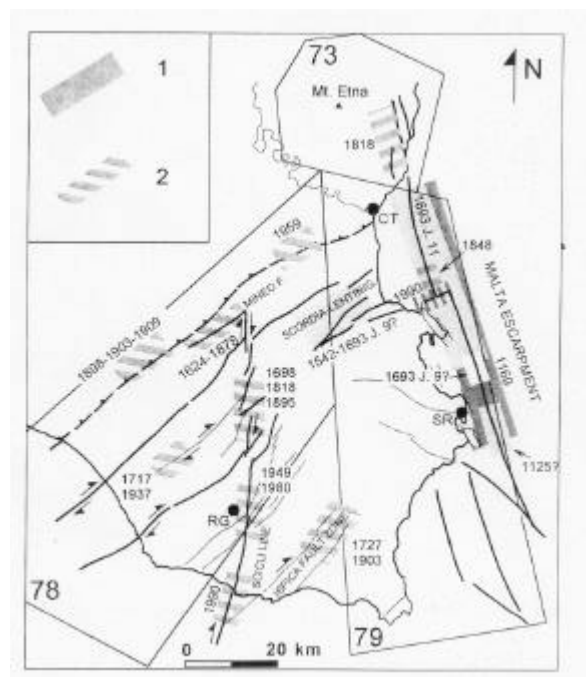


Fig. 6.3.3 - La figura è tratta da Azzaro e Barbano (2000) e mostra in particolare l'ubicazione del segmento di faglia che, secondo gli autori, avrebbe prodotto l'evento del 1693.

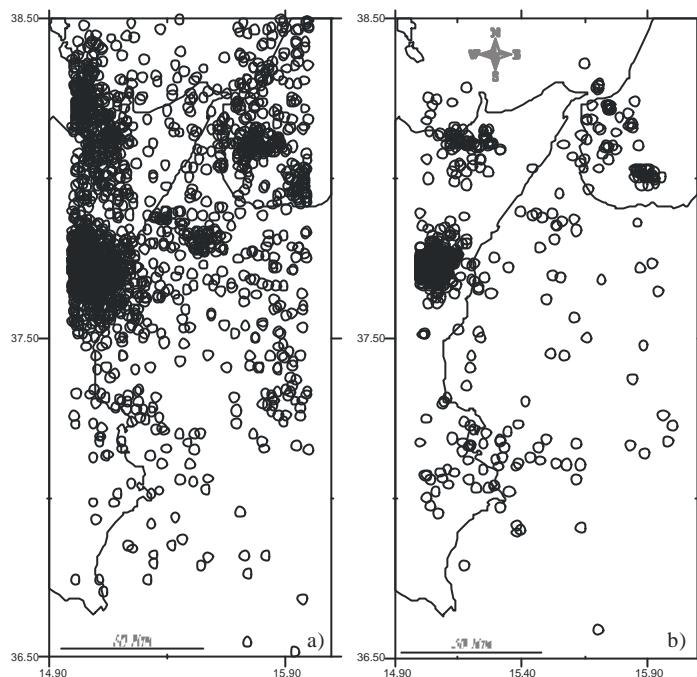


Fig. 6.3.4 - Epicentri dei terremoti riportati sul catalogo della rete strumentale ING per il periodo Gennaio 1975 – Marzo 2001 (a) e degli eventi registrati dalla rete del Sistema Poseidon (organismo recentemente confluito in seno all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) nel periodo Settembre 1999 - Gennaio 2001 (b).

Negli ultimi decenni, se si eccettuano gli eventi del 16 Gennaio 1975 (costa calabra dello Stretto di Messina,  $M_s=4.5$ ) e del 13 Dicembre 1990 (area costiera sudorientale dell'isola,  $M_s=5.3$ ), l'attività sismica nella fascia di nostro interesse si è mantenuta su livelli alquanto modesti, sia per numero che per energia delle scosse.

Gli epicentri dei terremoti riportati sul catalogo della rete strumentale ING per il periodo Gennaio 1975 – Marzo 2001 sono rappresentati in Figura 6.3.4a. Fatta eccezione per alcuni vistosi addensamenti che interessano comunque settori marginali (Etna, Golfo di Patti e Calabria Meridionale) gli eventi appaiono nel complesso alquanto dispersi e non consentono l'individuazione di specifici trends. Figura 6.3.4b mostra la sismicità registrata dalla rete del Sistema Poseidon (organismo recentemente confluito in seno all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) nel periodo Settembre 1999 - Gennaio 2001. Anche in questo caso, pur con una magnitudo di soglia significativamente più bassa che nella rappresentazione di figura 6.3.4a, si rileva poca sismicità, a parte gli evidenti clusters al margine del settore di interesse (Etna, litorale del Golfo di Patti, Calabria Meridionale). Modeste concentrazioni di eventi sono osservabili nell'entroterra ed al largo della città di Siracusa e, più a nord, all'imbocco meridionale dello Stretto di Messina. La figura 5 (tratta da Aloisi et al., 2000) conferma le considerazioni scaturite dall'analisi della figura 6.3.4, con particolare riferimento al settore nordorientale della Sicilia, sulla base delle localizzazioni ipocentrali più accurate (errori epicentrali ed ipocentrali non superiori a 5 Km) relative al periodo 1978-1997.

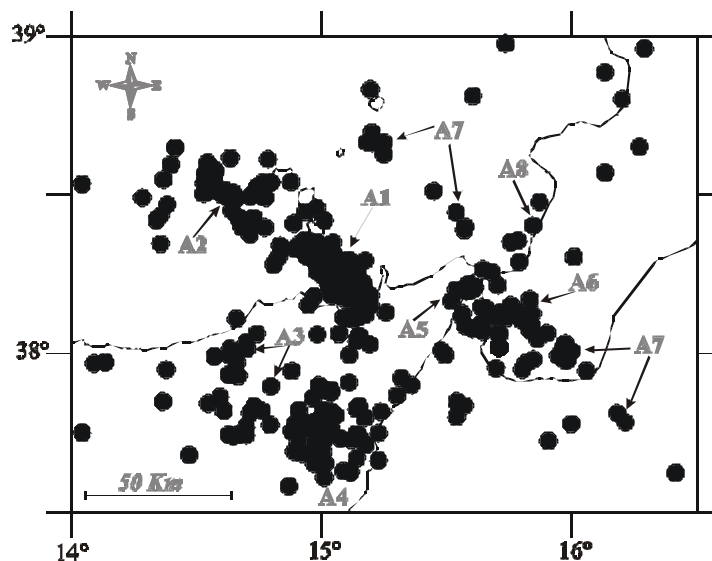


Fig. 5 – Distribuzione degli epicentri degli eventi 1978-1997 localizzati con incertezze ERH ed ERZ non superiori a 5 km (da Aloisi et al., 2000).

#### 6.4 Caratterizzazione morfo-batimetrica e sedimentologica

Come precedentemente affermato, il principale elemento morfologico dell'area in esame è rappresentato dalla «Scarpata di Malta». Questa, nel tratto che ricade nell'area di studio, si presenta sempre più acclive spostandosi da Nord (area a NE dell'Etna) a Sud collegando le zone costiere alla piana ionica. Il salto morfologico è di circa 1600 m. a est dell'apparato vulcanico dell'Etna e di circa 3000 m. a sud di Siracusa. La scarpata si trova a circa 15-20 km dalla costa a Est di Catania, mentre a Siracusa la distanza dalla costa si riduce a 5-10 km. Ad est della Scarpata di Malta, si colloca un'area, il «Rise di Messina» (Sartori et al., 1991), con un generale andamento sub-planare debolmente digradante verso sud con profondità del fondo marino che va da -2000 m. a -2600 m., per poi passare più rapidamente a profondità anche superiori ai 3000 m.. Questa area è solcata da vari canali e canyon sottomarini prevalentemente ad andamento circa meridiano, spesso impostati su lineamenti tettonici pre-esistenti, di cui il più importante è il Canyon di Messina; presenta rilievi che si elevano debolmente dalle aree circostanti ma con versanti piuttosto acclivi o sub-verticali.

La geologia superficiale del fondo marino dell'area prospiciente le coste orientali della Sicilia si presenta alquanto varia per spessore e natura dei sedimenti: infatti si hanno fondali costituite da sedimenti Quaternari, recenti e attuali, ben stratificati, altri in cui affiorano depositi caotici legati a fenomeni di accumulo in prossimità di rilievi e scarpate sottomarine, altri ancora in cui le correnti di fondo hanno eroso i sedimenti più recenti portando ad affiorare sedimenti più antichi ben consolidati. Inoltre vi sono zone (specie nell'area prospiciente l'apparato vulcanico dell'Etna) in cui il substrato roccioso, probabilmente costituito da corpi vulcanici o dalle unità dell'arco calabro-peloritano, è molto superficiale o addirittura affiorante.

La caratterizzazione morfo-batimetrica e sedimentologica ha tratto beneficio dalla collaborazione intervenuta con il progetto GNDT dal titolo «Uno studio per la valutazione della pericolosità derivante da processi geologici sottomarini nei mari italiani: terremoti, maremoti e frane», coordinato dal Dott. Andrea Argnani del CNR-IGM (Bologna).

#### 6.5 Attività ancora in corso

*Studi di paleomagnetismo ed analisi dell'anisotropia della suscettività magnetica (AMS)* - Una serie di campioni di argilla sono stati raccolti per studi paleomagnetici nel bacino di Augusta e nelle



area contiguelungo la costa orientale della Sicilia. I siti di prelievo dei campioni sono situati nel bacino di Augusta (2 siti) nell'area di Misterbianco (a sud dell'Etna, 2 siti) e nell'area di Serra S. Biagio (a nord dell'Etna, 1 sito). Sono stati raccolti 41 campioni nelle argille del Pleistocene medio in affioramento ne bacino di Augusta, 37 campioni nelle argille del Pleistocene medio in affioramento nell'area di Misterbianco area, e 14 nelle argille del Pleistocene medio in affioramento nell'area di Serra S. Biagio.

*Analisi di foto-aree e di immagini da satellite e radar* per l'individuazione di elementi strutturali evidenziati in letteratura.

*Elaborazione statistica di dati strutturali di campagna* nel bacino di Augusta e lungo il margine orientale etneo.

*Ricognizione dei dati oceanografici* principalmente relativi alle correnti marine, da utilizzare nell'individuazione dei siti idonei alla deposizione di OBS.

Il completamento di questi studi è previsto per il primo semestre del secondo anno di progetto e darà luogo alle seguenti elaborazioni:

- i) una carta strutturale regionale con indicate le principali linee tettoniche, e dove note, i loro tempi di attività, la loro geometria e la loro cinematica, i rigetti misurati;
- ii) una carta strutturale dove venga illustrato il campo di *strain* misurato.

## **6.6 Attività collaterali al WP D100**

Considerata l'opportunità offerta dal progetto di integrare le competenze dell'Unità di Ricerca 1 e 3 al fine di consentire un utile aggiornamento del quadro complessivo delle informazioni disponibili per l'area e un affinamento delle conoscenze di supporto alla realizzazione del dispositivo di monitoraggio sismometrico off-shore, è stata concordata con i responsabili e i ricercatori afferenti alle due unità menzionate, una serie di iniziative collaterali WP D100. Tali iniziative si possono sintetizzare come segue:

- a) avviare confronti tra modelli di velocità sismica crostale 1D, mirati all'individuazione di strumenti sempre più appropriati per la localizzazione delle sorgenti sismiche in settori al momento non caratterizzabili con modellistica 3D (iniziativa a carico delle Università di Messina e Palermo);
- b) pianificare l'applicazione di tecniche di inversione tomografica diversificate, sia al fine di ottenere migliori livelli di risoluzione, sia per l'effettuazione sistematica di tests e verifiche dei prodotti che scaturiscono dall'inversione (iniziativa a carico di INGV-Roma, Università di Messina, Università di Palermo);
- c) configurare un modello 3D per l'area ionica prospiciente la costa siciliana, utilizzabile anche come dato di partenza per indagini di tomografia sismica (iniziativa a carico della Università di Palermo);
- d) approfondire le conoscenze di batimetria e struttura dei fondali, finalizzata alla individuazione dei siti idonei alla installazione degli OBS, e tale fase seguirà la definizione delle caratteristiche generali dell'area e la contestuale individuazione di settori potenzialmente candidabili all'installazione.
- e) effettuare indagini sul terreno mirate ad una più accurata definizione dei processi cinematici che interessano il sistema strutturale Tindari-Letojanni, uno degli elementi chiave nel panorama geodinamico regionale (Università di Roma Tre).

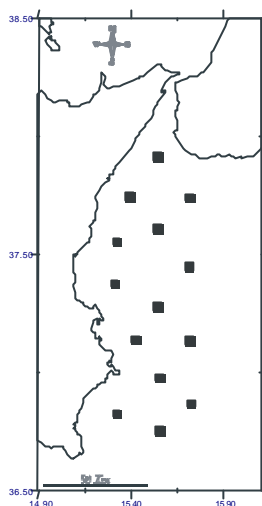


Fig 7.1 – OBS: ipotesi sui siti preliminari.

## 7. Individuazione preliminare della geometria dell'array di OBS (WP A300)

L'individuazione della geometria dell'array di OBS è vincolata da una serie di elementi quali:

- la localizzazione della sismicità recente nelle aree a mare, e il verificarsi in epoca storica in Sicilia Orientale di terremoti disastrosi;
- l'attuale distribuzione in Sicilia Orientale e in Italia meridionale della rete sismica;
- la batimetria e la sedimentologia dell'area;
- la conoscenza delle correnti marine (attività ancora non conclusa).

Su tali basi è stata preliminarmente presentata una mappa per la disposizione degli OBS riportata nella figura 7.1.

### 7.1 Localizzazione della sismicità ed eventi disastrosi

L'area di studio è stata interessata da attività sismica relativamente modesta negli ultimi decenni. E comunque presente una microsismicità che i recenti progressi nel monitoraggio sismologico "a terra" hanno consentito di meglio rilevare ed analizzare, e che la prossima installazione di OBS nello Ionio permetterà di interpretare in modo ancor più accurato. L'installazione di un array di OBS programmato nell'ambito di questo progetto GNDT, potrà fornire dati ed esperienze di indubbia importanza con riferimento al monitoraggio delle fenomenologie sismiche che hanno luogo nell'area. Compatibilmente con le problematiche di carattere tecnologico ed economico, e sulla base delle attuali conoscenze sismologiche dell'area, sarebbe auspicabile che l'array OBS si sviluppasse secondo lo schema di massima indicato in fig. 6, ovvero a copertura dell'intera fascia nord-sud prospiciente il litorale (dall'imbocco meridionale dello Stretto di Messina sino a Capo Passero) estendendosi sino ad una distanza massima di cinquanta chilometri dallo stesso litorale in corrispondenza della costa catanese.

Un ulteriore vincolo alla definizione della rete di OBS è dato dalla presenza nell'area del Rise di Messina di faglie ad attività quaternaria individuate grazie all'analisi di alcuni profili sismici a riflessione multicanale (Hirn et al., 1997; Bianca et al., 1999); tali strutture potrebbero essere associate ai terremoti più forti avvenuti nella Sicilia Orientale. Quindi gli OBS vanno posizionati in prossimità di queste strutture in maniera tale da verificare la presenza di attività sismica, anche di magnitudo modesta, collegata ad esse. Si potrebbero avere indicazioni sulla reale capacità di queste strutture di generare sismicità e si potrebbe delineare con maggiore precisione l'estensione di tali strutture sismogenetiche.

Gli OBS vanno deposti in siti pianeggianti o sub-planari ( $< 15^\circ$ ) con deboli pendenze per consentire un loro facile posizionamento e inoltre si devono trovare lontani da pendii sottomarini da cui possano provenire detriti che potrebbero danneggiare la strumentazione. Pertanto la “Scarpata di Malta” e i versanti dei rilievi minori presenti nell’area del “Rise di Messina”, nonché le aree immediatamente sottostanti, vanno esclusi dalle aree di possibile deposizione della strumentazione. Infine per garantire una risposta sismica della strumentazione il più possibile uniforme, è importante che i siti di deposizione degli OBS abbiano caratteristiche sedimentologiche simili.

## 7.2 Il monitoraggio sismico della Sicilia Orientale e della Calabria Meridionale: stato dell’arte

La Sicilia orientale e la Calabria meridionale rappresentano l’area con la maggiore densità di stazioni sismiche (circa 100) all’interno del territorio nazionale. Questo stato di fatto è determinato dalla presenza, a distanza di pochi chilometri, di pericolose aree sismogenetiche (quali quelle degli Iblei, Messina, Golfo di Patti, Calabria meridionale, off-shore catanese-siracusano) e di vulcani in attività persistente. I principali dispositivi di rilevamento sismico, operanti nel territorio d’interesse, sono stati installati e gestiti da tre enti ormai entrati a far parte dell’INGV, questi erano: Istituto Nazionale di Geofisica (ING), Istituto Internazionale di Vulcanologia del C.N.R. (IIV-CNR) e Sistema Poseidon. Inoltre, nell’area hanno ricoperto nel tempo un ruolo importante le reti sismiche dello Stretto di Messina e della Calabria, operate dall’Università di Messina e dall’Università della Calabria, rispettivamente.

Il Centro Nazionale per il Monitoraggio della Sismicità dell’INGV di Roma (ex-ING) gestisce 13 stazioni analogiche a corto periodo (11 a sola componente verticale, 2 tre-componenti) in seno alla Rete Sismica Nazionale Centralizzata (RSNC). Queste, sono distribuite sull’intero settore e mostrano un addensamento in prossimità dello Stretto di Messina (fig. 1). La geometria della RSNC in questa parte d’Italia è completata da altre 11 stazioni operative in Sicilia centro-occidentale, con analoghe caratteristiche tecniche, oltre alle stazioni installate più a settentrione ([www.ingv.it](http://www.ingv.it)). La Sezione di Catania dell’INGV gestisce 89 stazioni sismiche, derivanti dall’integrazione delle reti dell’ex-IIV-CNR e dell’ex-Poseidon (fig. 1). Nella maggioranza, le stazioni sono di tipo analogico con sensore a corto periodo (51 a sola componente verticale e 22 a tre-componenti), ma è stato installato, già da tempo, un nucleo di 16 stazioni digitali, equipaggiate con sensori a tre-componenti di caratteristiche varie: corto periodo (9), larga banda (4) e *Very Broad Band* (3). Le postazioni di rilevamento sono dislocate sull’intero territorio della Sicilia Orientale, con addensamenti sull’edificio vulcanico dell’Etna e subordinatamente sull’arco vulcanico delle Isole Eolie; tre stazioni, a completamento della geometria di rete, sono installate nell’estremo lembo della Calabria meridionale. Caratteristiche tecniche relative ad acquisizione, trasmissione ed elaborazione dei dati sismici sono contenute in una relazione interna al progetto e distribuita ai partners.

La configurazione geometrica dell’insieme delle stazioni garantisce una sufficiente copertura delle aree emerse, anche se sono evidenti alcuni *gap* spaziali (Piana Catania, Peloritani Occidentali, Iblei meridionali) in aree sismogenetiche e minori problemi sui vulcani eoliani. In ogni caso, anche con l’auspicabile aumento del numero di stazioni a terra, non si è in grado, in certi casi, di garantire un’adeguata copertura delle aree sismogenetiche e vulcaniche a causa della presenza del mare. Un’altra importante limitazione della rete risiede nella tecnologia impiegata, difatti, nella maggior parte dei casi i sistemi di rilevamento sono equipaggiati con acquisitori analogici e sensori a corto periodo che consentono, in certi casi, solo il raggiungimento di livelli qualitativi modesti.

Nel periodo che precede la deposizione dell’array sismico sottomarino si prevede l’installazione di dieci nuove stazioni tre-componenti: sei digitali equipaggiate con sensori a larga banda e quattro analogiche a corto periodo. Sette nuove stazioni saranno utilizzate per potenziare i sistemi d’osservazione negli Iblei e nei Peloritani, andando a colmare, almeno parzialmente, alcuni dei *gap* spaziali evidenziati. Le tre stazioni rimanenti andranno a potenziare il sistema di rilevamento nell’area etnea, ma solo dal punto di vista qualitativo, difatti è prevista la sostituzione di altrettante stazioni mono-componente, già da tempo installate.

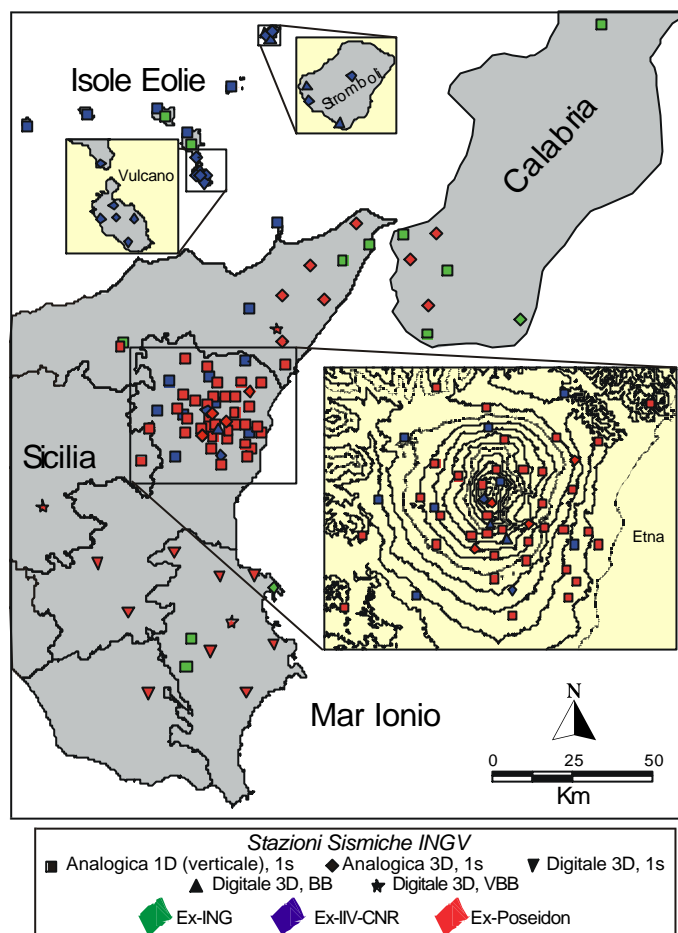


Fig. 7.2.1 – Mappa delle stazioni sismiche permanenti gestite dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nell’area della Sicilia Orientale – Calabria meridionale.

## 8. Definizione della logistica necessaria alla missione (WP E100)

La deposizione dell’osservatorio sottomarino realizzato dal presente progetto richiede l’impiego dei seguenti mezzi logistici:

- un capannone presso il porto di Catania per il temporaneo stazionamento e messa a punto dell’osservatorio e della strumentazione necessaria in fase di deposizione e recupero;
- una nave oceanografica in grado di accogliere oltre all’osservatorio il verricello e il cavo di deposizione già utilizzati nel corso del progetto GEOSTAR 2 (EC Contract .....);
- una imbarcazione per la verifica dello stato di funzionamento dell’osservatorio per via acustica.

Grazie all’avvio di una collaborazione tra INGV e Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), la logistica verrà condivisa con un esperimento dei Laboratori del Sud dell’INFN (Catania) che avrà luogo nella stessa area di deposizione dell’osservatorio sismologico e che prevede la deposizione in mare di strumentazione per il rilevamento di neutrini. Date la necessità di alimentare la strumentazione dell’INFN da terra e di acquisire da essa le misure in tempo reale, l’INFN ha provveduto nel settembre 2001 a deporre un cavo della lunghezza di 25 km circa che dal porto di Catania si stende fino all’area della scarpata di Malta. Le misure acquisite della strumentazione

dell'INFN saranno trasmesse via cavo dal sito in mare ad una postazione situata nella sede INFN presso l'università di Catania e presso la quale si allestirà anche la postazione a terra dell'Osservatorio sismologico.

Cogliendo l'opportunità presentatasi con la concomitanza del progetto INGV e di quello INFN, sono state avviate già nel giugno del 2001 alcune attività di collaborazione tra INGV e INFN allo scopo di equipaggiare il cavo sottomarino anche di una terminazione destinata al collegamento dell'osservatorio sismologico sottomarino. Dal canto suo l'INGV sta avviando attività collaterali alla realizzazione dell'osservatorio che prevedono la progettazione e la realizzazione di un interfaccia cavo-osservatorio finalizzate alla trasformazione dell'osservatorio da temporaneo a permanente.

## 9. Project Management

Sono stati organizzati due meeting in Aprile e in Luglio 2001 congiuntamente con le UR 1 e 3 allo scopo di innescare una sinergia tra i due gruppi e mettere a frutto le competenze distribuite in tali UR relativamente alla conoscenza geologica e geofisica dell'area. Durante tali incontri sono state definite le tematiche di interesse e sono state definite le scadenze per la produzione dei documenti di lavoro del progetto.

Gli incontri suddetti hanno costituito anche uno stimolo per l'avvio di attività collaterali al progetto che testimoniano la costituzione spontanea di un gruppo di lavoro interessato ad approfondire le conoscenze nell'area della Sicilia Orientale.

## 10. Conclusioni

Le attività del primo anno sono in linea con la tempistica prevista a inizio progetto con un lieve ritardo della sola attività relativa alla progettazione delle modifiche di MODUS.

La documentazione emessa nel corso del primo anno e messa a disposizione dei *partners* costituisce un valido strumento di lavoro e un mezzo efficace per la circolazione delle informazioni all'interno delle UR del progetto. Per migliorare tuttavia il rapido aggiornamento dei partecipanti al progetto, è in fase di allestimento una pagina Internet sul sito INGV accessibile solo ai *partners* da cui sarà anche possibile lo scaricamento dei documenti emessi nel corso del progetto.

La collaborazione tra INGV e INFN per la connessione dell'Osservatorio sismologico al cavo sottomarino deposto dall'INFN dal porto di Catania verso la scarpata di Malta, rappresenta un'occasione unica per la trasformazione dell'Osservatorio stesso da temporaneo a permanente e la realizzazione della prima stazione sismologica sottomarina esistente al mondo. E' necessario quindi approfondire sforzi nella armonizzazione delle attività del progetto GNDT con quelle previste nella collaborazione INFN-INGV. A tale scopo saranno organizzati a tempo debito incontri tra i *partners* del progetto GNDT e l'INFN.

## Bibliografia

- Biju-Duval B., Dercourt J. and Le Pichon X. (1977): From the Tethys Ocean to the Mediterranean Sea: a plate tectonic model of the evolution of the western Alpine system. In: Proc. int. symp. struct. hist. Of the Mediterranean basins, eds. B. Biju-Duval and L. Montardert, Split. Techip. Paris, 143-164.
- Boccaletti M., Nicolich R. and Tortorici L. (1984): The Calabrian Arc and the Ionian Sea in the dynamic evolution of the Central Mediterranean. *Marine Geol.*, 55, 219-245.
- Burrollet P. F., Mugniot J. M. and Sweeney P. (1978): The geology of the Pelagian Block: the margins and basins off southern Tunisia and Tripolitania. In: A.E.M. Nairn, W. H. Kanes, F. G. Stehli (Eds.), *The Ocean basins and Margins*, V.4B *The Western Mediterranean*, Plenum press, New York, pp. 1-28.
- Carozzo M. T., Colella P., Luzio D., Margiotta C. and Quarta T. (1987): Interpretazione comparata sismica e gravimetrica lungo i profili C. Tindari-Gela e Marsala-C. Passero. *Atti del 6° Convegno GNGTS*, Roma, 3, 1075-1094.
- Colombi B., Guerra I., Luongo G. and Scarascia S. (1979): Profilo sismico a rifrazione Acireale-Termini Imerese. *Prog. Finaliz. Geodinamica*, CNR, Pubbl. n.235, Napoli.
- Colombi B., Giese P., Luongo G., Morelli C., Riuscetti M., Scarascia S., Shutte K., Strowald J. and De Visintini G. (1973): Preliminary report on the seismic refraction profile Gargano-Salerno-Palermo-Pantelleria. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, 15, 225-254.
- Della Vedova B., Pellis G. e Pinna E. (1989): Studio geofisico dell'area di transizione tra il Mar Pelagico e la Piana Abissale dello Ionio. *Atti del 8° Convegno GNGTS*, Roma, 2, 543-558.
- de Voogd B., Truffert C., Chamot-Rooke N., Huchon P, Lallemand S. and Le Pichon X. (1992): Two-ship deep seismic soundings in the basins of the Eastern Mediterranean Sea (Pasiphae cruise). *Geophys. J. Int.*, 109, 536-552.
- Ferrucci F., Gaudiosi G., Hirn A. and Nicolich R. (1991): Ionian basin and Calabrian arc: new elements by DSS data. *Tectonophys.*, 195, 411-419.
- Finetti I. (1982): Structures, stratigraphy and evolution of the Central Mediterranean. *Boll. Geofis. Teor. Appl.*, 24, 96.
- Finetti I. (1985): Structure and evolution of the Central Mediterranean (Pelagian and Ionian Seas). In: *Geological Evolution of the mediterranean Basin*, eds. Stanley D. J. and Wezel F. C., Springer Verlag, 215-230.
- Gruppo Sea Land Crop Mare II (1995): Problemi e risultati della campagna di acquisizione a terra dei profili airgun 1994. *Atti del 14° Convegno GNGTS*, Roma, 2, 661-671.
- Hinz K. (1974): Results of seismic refraction and seismic reflection measurements in the Ionian Sea. *Geol. Jahrb., Reihe Geophysik*, 2, 33-65.
- Makris J. and Stobbe C. (1984): Physical properties and state of the crust and upper mantle of the eastern Mediterranean Sea deduced from geophysical data. *Marine Geol.*, 55, 347-363.
- Makris J., Nicolich R. and Weigel W. (1986): A seismic study in the western Ionian Sea. *Annales Geophysicae*, 4, 665-678.
- Makris J., Nicolich R. and Barton P. (1987): Crustal structure of the Sardinia Channel and the Pelagian Sea. 4<sup>th</sup> Meeting of Eur. Union Geosc., Strasbourg.
- Mongelli F., Zito G., Della Vedova B., Pellis G., Squarci P. and Taffi L. (1987): Mappa del flusso geotermico in Italia e mari adiacenti, stato del progetto e prime valutazioni. *Atti del 6° Convegno GNGTS*, Roma, 2, 665-685.
- Morelli C., Gantar C. and Pisani M. (1975): Bathymetry, gravity and magnetism in the Strait of Sicily and in the Ionian Sea. *Boll. Geofis. Teor. Appl.*, 17, 39-58.
- Nafe J. E. and Drake C. L. (1963): Physical properties of marine sediments. In M.N. Hill: *The Sea*, 3, Interscience publ., 794-815.
- Osculati L., Biella G. and de Franco R. (1995): Digitalizzazione e revisione critica dei dati DSS registrati in Sicilia dal 1968 al 1986. *Atti del 14° Convegno GNGTS*, Roma, 2, 685-696.
- Sengör A. M. C. and İlmas J. (1981): Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophys.*, 75, 181-241.
- Weigel W. (1974): Die krustenstruktur unter dem Ionischen Meer nach ergebnissen refractionsseismischer messungen auf den fahrten 17 und 22 des forschungsschiffes Meteor. *Hamburger Geophysikalische Einzelschriften*, Heft 26, 140 pp.