

## **BILANCIO CONSUNTIVO 2000**

### **4.B. RELAZIONE PER IL BILANCIO CONSUNTIVO 2000 DEL "DIPARTIMENTO DI OCEANOLOGIA E GEOFISICA AMBIENTALE"**

PAGINA BIANCA

## Consuntivo Scientifico del Dipartimento OGA Anno 2000

### Unità di Ricerca "COSTE" attività di ricerca svolte nel 2000

#### Coastal Oceanography - Science, Technology and Engineering

L'Unità di Ricerca COSTE (Coastal Oceanography - Science, Technology and Engineering) è attiva dal giugno del 2000. Il gruppo opera principalmente nel campo della Oceanografia Operazionale nella Zona Costiera riunendo competenze specifiche nei seguenti campi:

- idrodinamica costiera ( sperimentale e modellistica )
- sviluppo ed ottimizzazione di sistemi di monitoraggio marino
- sensoristica, calibrazioni e tarature ( Centro di Taratura, Vasca Taratura Correntometri)
- elettronica ( Laboratorio Elettronico )
- meccanica ( Officina ed Area Allestimento )
- informatica, disseminazione dei dati e dei risultati in Internet
- logistica delle operazioni in mare

#### I progetti in corso comprendono:

- monitoraggio meteo-oceanografico sistematico a lungo termine per mezzo di boe meteo-oceanografiche appositamente sviluppate e correntometri euleriani. Le boe trasmettono a terra, in *near-real-time* i dati meteo, le misure ottenute da sonde profilanti multiparametriche ( pressione, temperatura, conducibilità, ossigeno, clorofilla, pH, torbidità ) e i dati di corrente dal correntometro ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) installato sul fondo. I dati ottenuti vengono diffusi in Internet.
- controllo di qualità dei dati delle boe
- misure lagrangiane di corrente con *drifter* sia di tipo tradizionale che in fase di prototipo
- misure di moto ondoso direzionale finalizzate ai test dei *drifter* prototipo ed allo studio dell'erosione costiera
- Progetti "MAMBOs"

Per progetti "MAMBOs"; si intendono tutte le attività connesse con l'utilizzo e lo sviluppo di boe meteo-oceanografiche simili a quella allestita per lo specifico progetto "MAMBO" finanziato dal Fondo Trieste nel 1999.

#### Attività svolte nel 2000

1. Messa in esercizio di due boe tipo "MAMBO" nel Nord della Sardegna così come previsto dal contratto con la Provincia di Sassari.
2. Sperimentazione di nuovi sistemi di acquisizione dati su boa.
3. Definizione di un protocollo operativo per le intercalibrazioni tra misure in situ e da satellite.
4. Analisi di qualità dei dati raccolti con boe "MAMBO".

L'attività legata a questo progetto specifico è stata particolarmente intensa in quanto la realizzazione e la messa a mare di due nuove Boe tipo "MAMBO" in Sardegna ha costituito un passo avanti per lo sviluppo di tecnologia all'interno del gruppo. In particolare, sono stati risolti molti problemi tecnici (alimentazione, gestione dati, scafo) che rimanevano aperti nella versione del primo prototipo di boa che funziona ormai da due anni nel Parco Marino del WWF di Miramare. Ora si può dire che siamo usciti dalla fase di sperimentazione e che le boe profilanti "MAMBO" possono essere replicate ed eventualmente essere offerte sul mercato.

## **Unità di Ricerca "ECHO" attività di ricerca svolte nel 2000**

### **Ecosistema marino pelagico del Mediterraneo.**

Nel Mare Mediterraneo l'approccio modellistico è stato focalizzato su due aspetti chiave del funzionamento del bacino: inizio della valutazione relativa dell'importanza dei carichi esterni sul regime trofico mediterraneo, e analisi retrospettiva dell'impatto dell'East Mediterranean Transient sull'ecosistema pelagico. Nel corso dell'anno si è messo a punto un modello accoppiato eco-idrodinamico tridimensionale basato sulla biomassa che considera come potenziali macronutrienti limitanti il fosforo e dell'azoto. I gruppi funzionali organici hanno rapporti molari C:N:P dipendenti dallo specifico gruppo rappresentato e nel caso del detrito sono varianti nel tempo. Con questo modello si è cominciato ad esaminare la variabilità stagionale del fitoplankton finalizzata, in un secondo momento, ad analizzare la variabilità dell'ecosistema pelagico mediterraneo e al sua dipendenza dagli scambi tra sotto-bacino e dalle sorgenti esterne (antropiche e non) quali i carichi fluviali e gli inputs atmosferici. Per fare ciò si integreranno stime di dati e misure ottenute in particolare in passati progetti cofinanziati dalla Commissione Europea per la valutazione dei flussi provenienti dai mari regionali (Adriatico e Mare di Creta in particolare). Per il secondo punto si è proceduto alla messa a punto della parte dinamica del modello MOM ad 178 di grado con 41 livelli per il Mediterraneo ed il suo test con forzanti medi climatologici. In parallelo sono state analizzate tutte le campagne multidisciplinari MATER in tre transetti dello Stretto di Sicilia in modo da avere evidenza sperimentale degli effetti dell'EMT sui parametri biogeochimici in uscita dell'Est Mediterraneo e quindi creare un data set di confronto significativo per il modello.

### **L'ecosistema Adriatico, modellistica e monitoraggio.**

Nel mare Adriatico sono stati studiati con metodi numerici i processi ecologici che regolano la dinamica della rete alimentare sia a scopi esplicativi che, in prospettiva, con valenzaprevisionale. Nel sistema frontale del Nord Adriatico la struttura ed il funzionamento delle reti alimentari specifiche dell'ecosistema è stata studiata in base a recenti data sets multidisciplinari raccolti al di qua e al di là del fronte. In secondo luogo si è valutata la variabilità stagionale delle grandezze chimiche e biologiche, che determinano l'evoluzione dei processi biochimici in Nord Adriatico attraverso un modello eco-idrodinamico tridimensionale. Lo schema di riferimento generale prende in considerazione i nutrienti specifici della crescita, azoto e fosforo, i produttori primari aggregati in un'unica classe, quelli secondari, i batteri eterotrofi e la materia organica disciolta e particellata. Analogamente, sfruttando anche sinergie con altri progetti in corso nel Golfo di Trieste, si è sviluppato modello concettuale per la dinamica ecologica del il Golfo di Trieste, con particolare riferimento alla trofodinamica, il ruolo della comunità batterica nei processi di rimineralizzazione del materia organica e/o di competizione per le risorse con il fitoplancton (microbial loop), la dinamica del particolato e del disciolto organico, le precondizioni per la formazione di eventi mucilluginosi.

### **Studi multidisciplinari delle zone costiere nell'Alto Adriatico**

Studi specifici sono stati svolti allo scopo di comprendere la dinamica fisica ed biologica di aree costiere e lagunari. In particolare ci si è avvalsi di modelli ecologici e bio-geochimici e loro accoppiamento a modelli di trasporti basati su schemi alla differenze finite e agli elementi finiti, a scopo della valutazione dello stato di qualità dell'acqua, ed sue applicazioni a sistemi di interesse economico (acquacoltura) con particolare riferimento per ora alla laguna di Venezia.

**Data assimilation in modelli accoppiati eco-idrodinamici.**

Nel corso del anno passato si sono raggiunti alcuni risultati significativi nel campo dell'assimilazione dati nei modelli accoppiati eco-idrodinamici, *conditio sine qua non* per un uso operativo e previsionale su base continuativa di questi modelli. Si sono iniziati esperimenti di assimilazione dati per approfondire l'importanza come sorgente di informazione della clorofilla superficiale come stimata da immagini da satellite. Questo sia allo scopo di confrontare le previsioni anche per queste nuove variabili, che per potere introdurre queste serie temporali come dati al contorno in altri modelli orientati alla previsione regionale e/o costiera.

Inoltre è stata iniziata un'analisi teorica con diversi metodi (aggiunto, algoritmi genetici, simulated annealing, metodi ibridi) sulla possibilità di stima di parametri non noti per modelli ecologici (*model centric data assimilation*) usano un approccio numerico basato su esperimenti gemelli (twin experiments).

**Tomografia Acustica Marina.**

Nell'anno passato, si è lanciato in cooperazione con altri gruppi di ricerca italiani ed esteri lo sviluppo di un sistema adatto a rilevare le caratteristiche termiche delle masse d'acqua in zona costiera attraverso misure di tipo tomografico che a regime dovranno essere condotte sfruttando il rumore delle navi di opportunità. Dopo un'attenta disamina delle condizioni di sound speed profiles in mediterraneo ed una sua parametrizzazione attraverso EOFs, si è partecipato alla messa a punto un processore tomografico basato sul principio della Matched Field Tomography. Nel contempo, si sono svolte le misure ambientali per la parte fisica (XBTs) della campagna internazionale INTIFANTE'00 nell'Atlantico Settentrionale, durante la quale sono svolti gli esperimenti di tomografia acustica attiva e passiva che verranno analizzati non appena i dati (circa 15.000 Mbytes di dati grezzi) saranno resi disponibili ai partners.

**Collaborazioni scientifiche ed alta formazione**

- Si sono ospitati ricercatori della Accademia delle Scienze di Bulgaria nell'ambito della collaborazione finanziata da un Linkage Grant NATO con lo scopo di approfondire tematiche di assimilazione dati.
- Si sono attivate due borse di dottorato di ricerca presso l'Università di Trieste (da usufruirsi nell'ambito del XVI Ciclo) su tematiche di oceanografia fisica e ecologica marina.
- Si è seguita una tesi di laurea del corso di laurea in Fisica dell'Università di Trieste relativa a assimilazione dati.
- Si sono organizzati lezioni all'Università (Scienze Marine Ambientali, corso di Geofisica Ambientale), seminari e lezioni al Centro Internazionale di Fisica Teorica sulla modellistica numerica in oceanografia con particolare attenzione a quella ecologica.

PUBBLICAZIONI GIA' STAMPATE su riviste a diffusione internazionale:

G.Crispi, R. Mosetti, C.Solidoro and A.Crise. 2000 Nutrient cycling in Mediterranean Basin: the role of biological pump in the trophic regime. Ecological Modelling. (in stampa)

**PUBBLICAZIONI DEL GRUPPO ECHO - OGS - anno 2000**Lavori pubblicati od accettati per la pubblicazione

A.Bellucci, A.Crise, G.Crispi and C.Solidoro. 'Modelling the influence of cyclonic circulation on evolution of pelagic ecosystem: the Rhodes Gyre case'. In: Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea-Similarities and differences of two interconnected basins Edited by E.Th.Balopoulos, A.Iona and D.Sakellariou, 212, EUR 19302, 2000.

A. Bellucci, A. Crise, G. Crispi and C. Solidoro. Modelling the influence of cyclonic circulation on evolution of pelagic ecosystem: the Rhodes Gyre case. New York Academy of Sciences, 879, 392-395, 1999. Stampato nel 2000.

Solidoro, C. A. Crise, G. Crispi, R. Pastres, 2000. Parameter estimation and the problem of identifiability. Globec Special Contribution N.3. 'Report of a Workshop on the Assimilation of Biological Data in Coupled Physical/Ecosystem Models', 28-30 June 1999, Bologna, Italy.

Solidoro C., Pastres R., Melaku Canu D., Pellizzato M., Rossi R. 2000 Modelling the growth of tapes philippinarum in northern adriatic lagoons. Marine Ecology Progress Series

M. Zangrandi and G. Crispi. The use of Principal Component Analysis in phytoplankton data: comparison of communities at one coastal station of the Gulf of Trieste. Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata, 40(2), 147-158, 1999. Stampato nel 2000.

A. Crise, G. Crispi and C. Solidoro. A numerical essay of the interannual variability of the ecosystem in the Ionian Sea. Arch. Limnol. Oceanol., (in stampa).

G. Crispi, R. Mosetti, C. Solidoro and A. Crise. 2000 Nutrient cycling in Mediterranean Basin: the role of biological pump in the trophic regime. Ecological Modelling. (in stampa)

D. Melaku Canu, G. Umgiesser, C. Solidoro Short term simulations under winter conditions in the lagoon of Venice: a contribution to the environmental impact assessment of temporary closure of the inlets. Ecological Modelling (in stampa).

Melaku Canu D., Solidoro C., Pastres R., Umgiesser G. Tapes philippinarum in the lagoon of Venice: a socio-economical-environmental analysis and suggestions for a more efficient harvesting strategy (selected proceedings International conference sustainable development, Oporto, Portugal, November 1999 (in press)

Pastres, R., Solidoro C., Cossarini G., Melaku Canu, D., Dejak, C. 2000 Managing the rearing of Tapes philippinarum in the lagoon of Venice: a decision support system. Ecological Modelling (in stampa)

#### Lavori inviati per la pubblicazione

G. Crispi, A. Crise and C. Solidoro. Coupled three-dimensional ecomodel of phosphorus and nitrogen cycles in the Mediterranean Sea. J. Mar. Syst., (in revisione).

M. Gacic, G. Civitarese, S. Miserocchi V. Cardin, A. Crise, E. Mauri: 'The open-ocean convection in the Southern Adriatic: a controlling mechanism of the spring phytoplankton bloom.' (Inviato per la pubblicazione a Coastal Shelf Research).

P. Picco, A. Crise, E. de Marinis, G. Gasparini, S. Salon, "Passive Coastal TOMography: an innovative methodology for long term thermal structure monitoring" Atti del 2° Convegno Nazionale CoNISMa "Fluttuazioni-Anomalie-Recupero" (inviato per la pubblicazione a Marine Ecology).

Solidoro C., Crise A., Crispi G. Pastres R., Tuning Importance and parameter identifiability in a model for a trophic chains of the Mediterranean Sea. (Inviato per la pubblicazione a Journal Marine Research)

#### Interventi a convegni e conferenze

Seminario "Ambiente Mediterraneo", ENEA S. Teresa (La Spezia, 16-17 Novembre 2000), organizzato nell'ambito dell'Accordo di Programma ENEA-MURST (legge 95/95)

G. Gasparini, A. Crise, E. de Marinis, P. Picco, S. Salon: "TOMPACO (TOMografia Passiva Costiera) - Una metodologia innovativa per il monitoraggio della temperatura marina"

2° Convegno Nazionale CoNISMa (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare), "Fluttuazioni-Anomalie-Recupero" (Genova, 22-25 Novembre 2000)

G. Gasparini, A. Crise, E. de Marinis, P. Picco, S. Salon "TOMPACO (TOMografia Passiva Costiera) - Una metodologia innovativa per il monitoraggio della temperatura marina"

ECOSUMMIT 2000 Halifax, July 2000.

Melaku Canu D., Umgiesser G. Solidoro C., Ecological implications of interventions proposed to protect the Lagoon of Venice by high-tide induced flooding.

Solidoro C., Pastres R., Melaku Canu D., Umgiesser G. Environmental impact and economic considerations on fishing and rearing of *Tapes philippinarum* in the lagoon of Venice  
*International conference Limnology and Oceanography ASLO 2000*

Crise A., Crispi G, Solidoro C: A 3D eco-hydrodynamical model of Mediterranean Sea.

Solidoro C. Umgiesser G., Crise A., Crispi G., Modelling the role of bacterial and plankton in the cycles of matter in the North Adriatic sea

**Congresso Societa Italiana di Ecologia Site 2000 Pisa settembre 2000.**

C. Solidoro, D. Melaku Canu, G. Cossarini, R. Pastres Environmental impact and economic considerations on fishing and rearing of *tapes philippinarum* in the lagoon of Venice

Rapporti tecnici e relazioni scientifiche

G. Cossarini 2000:" Caratteristiche chimico-fisiche e biologiche del Golfo di Trieste: mini review. Relazione generale". OGS Technical Report 0023 - 10/11/2000 OGA7 pp.17

S.Salon, 2000:"La variabilità stagionale del profilo di velocità del suono nel Mar Mediterraneo" OGS-TOMPACO Technical report, pp.26

S.Salon 2000: "Validation of PROSIM broadband normal-mode model" OGS-TOMPACO Technical report, pp.21

S.Salon, 2000:"Partecipazione alla campagna oceanografica INTIMATE'00. Relazione preliminare".OGS Internal report.

### **Unità di Ricerca "OCE" attività di ricerca svolte nel 2000**

Negli ultimi cinque anni le ricerche in campo oceanografico sono state sviluppate coprendo geograficamente l'Adriatico ed il Mediterraneo orientale in generale.

I problemi studiati erano legati ai processi di formazione di acque dense, agli scambi attraverso lo stretto di Otranto ed alla loro variabilità stagionale, ai flussi longitudinali nell'Adriatico ed alla circolazione nel Mediterraneo orientale a scala di bacino.

Il gruppo si è occupato anche di studi riguardanti i fenomeni a piccola scala spaziale come ad esempio il fronte costiero lungo la costa italiana nell'Adriatico e di processi costieri in genere. Inoltre, con il modello numerico POM, sono state studiate le maree dell'Adriatico settentrionale con una risoluzione spaziale dell'ordine di un chilometro.

Negli studi oceanografici svoltisi in questo periodo sono state efficacemente utilizzate le nuove tecnologie di misura con profilatori acustici di corrente ADCP sia installati a chiglia di una nave che ancorati. Inoltre, il gruppo si è occupato dello studio della corrente costiera misurata con il radar costiero. Di conseguenza è stata sviluppata la necessaria tecnologia di analisi delle serie temporali registrate da questi tipi di strumenti.

I temi di ricerca sui quali è stata articolata l'attività di oceanografia fisica possono essere così suddivisi:

#### **Variabilità climatiche e loro conseguenze sulla circolazione, sulle caratteristiche termoline e biochimiche - oceanografia operativa**

La circolazione nell'Adriatico dimostra una forte variabilità interannuale che è collegata con le caratteristiche climatiche, tra le quali assumano maggior importanza per la circolazione le perdite invernali di calore dovute ai venti provenienti da nord (bora) e l'apporto di acque dolci (*buoyancy input*). Questi meccanismi climatici sono responsabili della formazione di acque dense, dell'intensità dei flussi longitudinali e dello scambio con lo Ionio. Le caratteristiche biochimiche ed eventuali eventi eccezionali sono funzione di questi flussi longitudinali e degli scambi d'acqua. Le variabilità climatiche e la loro influenza sulla "ne production" sono stati studiati dai dati storici in situ e telerilevati, analizzando il campo della temperatura superficiale dalle immagini infrarosse e la biomassa fitoplanctonica dalle immagini satellitari SeaWiFS. È stato condotto un monitoraggio delle caratteristiche termiche di alcune zone chiave per avere delle serie temporali più lunghe possibili mediante dei XBT lanciati da una nave commerciale. Le campagne sono state svolte con una cadenza bi-settimanale nella stagione invernale e mensilmente nel resto dell'anno. Più specificatamente i lanci dei XBT sono stati fatti su un transetto longitudinale nell'Adriatico meridionale e su un altro transetto da Santa Maria di Leuca a Malta con una risoluzione spaziale di cca. 10 nM. Lo scopo dello studio era l'analisi del contributo delle perdite aria-mare della *buoyancy* ai cambiamenti del contenuto totale della *buoyancy* nella colonna d'acqua. I flussi di calore per lo studio del forzante climatico, sono stati calcolati dai dati del Centro europeo per le previsioni meteorologiche nel Reading (ECMWF) durante le campagne in situ. Con l'acquisto del sistema Terascan si è intensificato l'uso delle immagini telerilevate per l'analisi delle conseguenze dei cambiamenti climatici alla circolazione nell'Adriatico e nel Mediterraneo orientale.

#### **Cambiamento della circolazione profonda nel Mediterraneo orientale e sua influenza sulle caratteristiche biochimiche e sulle caratteristiche dell'ecosistema**

Mentre per il passato si riteneva che la circolazione profonda del Mediterraneo Orientale era determinata da un unico corpo d'acqua freddo e meno salato che trae origine nell'Adriatico meridionale, con tempi di rinnovo dell'ordine di qualche centinaio di anni, nel corso degli ultimi

cinque anni un nuovo corpo d'acqua, che trae origine nel Mar Egeo, più caldo e più salato del precedente, ha invaso lo strato di fondo in buona parte di tutto il Mediterraneo Orientale. L'invasione è stata talmente veloce che anziché provocare una progressiva modificazione delle proprietà fisiche e biochimiche delle masse d'acqua, come di norma succede in altri casi, ha provocato invece uno spostamento consistente delle masse d'acqua; per cui acque ricche di nutrienti che giacevano nello strato profondo sono state sollevate fino a raggiungere lo strato eufotico maggiormente interessato dall'attività biologica. L'innalzamento è risultato più evidente nel mare Ionio, con importanti conseguenze anche nel mare Adriatico, con il quale esso scambia attraverso il canale d'Otranto.

Dalla ricerche presente si è voluto vedere se l'aumento della concentrazione dei nutrienti nella zona eufotica si è tradotta in un aumento della biomassa e della produttività pelagica del sistema oceanico del Mediterraneo orientale e dell'Adriatico meridionale.

### **Caratteristiche della circolazione nell'Adriatico e in alcuni sottobacini del Mediterraneo orientale**

Nel Mediterraneo orientale i diversi bacini semichiusi giocano un ruolo importante nel generare la circolazione profonda. Quest'ultima dipende soprattutto da una interazione complessa tra la produzione di acqua densa nell'Adriatico e nell'Egeo. La produzione di acqua densa è funzione sia delle caratteristiche climatiche locali sia della circolazione a scala di sottobacino. La ricerca svolta nell'ambito di questo tema ha dimostrato che l'Adriatico meridionale potrebbe diventare di nuovo il sorgente primario delle acque profonde del Mediterraneo orientale se le condizioni climatiche invernali locali tornano ad essere della stessa intensità come erano nella prima metà del'ultimo decennio del secolo scorso. Inoltre lo studio sperimentale mediante l'utilizzo XBT nella parte occidentale dello Ionio ha dato la possibilità di descrivere lo *spreading* delle acque provenienti dall'Adriatico.

### **Circolazione a piccola scala nella zona costiera**

In collaborazione con l'ISDGM-CNR sono stati analizzati i dati ottenuti dalle registrazioni continue per un periodo di due anni con il radar costiero nella zona anconetana. I risultati delle misure hanno mostrato una forte variabilità stagionale della corrente costiera (*Western Adriatic Current - WAC*). La corrente raggiunge il massimo annuale in corrispondenza con lo scarico massimale del Po. E' stata stimata la larghezza della corrente costiera che non oltrepassa una decina di chilometri. Inoltre, la corrente costiera dimostra una forte variabilità sulla scala sinottica associata prevalentemente alla variabilità del campo del vento locale.

### **Collaborazione scientifiche ed alta formazione**

- Presso il gruppo ha lavorato per un periodo di 5 mesi il ricercatore croato Dott. Hrvoje Mihanovic, borsista ICTP nell'ambito del programma TRIL. Il tema della ricerca era il confronto dati CODAR e drifter;
- M. Gacic ha fatto le lezioni all'Università di Venezia per gli studenti delle Scienze ambientali
- M. Gacic ha fatto le lezioni per il corso in idrografia presso IMO-IMA,
- Il gruppo ha attivamente partecipato nella stesura del programma della ricerca nell'Adriatico settentrionale che si svolgerà nel 2002/2003 ed è finanziata dall'ONR.

### **Pubblicazioni**

1. Klein B., W. Roether, G. Civitarese, M. Gacic, B.B. Manca and M. Ribera d'Alcalà, 2000: Is the Adriatic returning to dominate the production of Eastern Mediterranean Deep Water ?, *Geophysical Research Letters*, 27, 20, 3377-3380.

2. Klein B., W. Roether, B.B. Manca and A. Theocharis, 2000: The evolution of the Eastern Mediterranean Climatic transient during the last decade: the tracer viewpoint. In F. Briand (editor) *The Eastern Mediterranean Transient*, CIESM Workshop Series, no. 10, CIESM, Monaco, 21-25.
3. Manca B.B., 2000: Recent changes in dynamics of the Eastern Mediterranean affecting the water characteristics of the adjacent basins. In F. Briand (editor) *The Eastern Mediterranean Transient*, CIESM Workshop Series, no. 10, CIESM, Monaco, 27-31.
4. Manca B.B., G. Civitarese, and M. Ribera d'Alcala', 2000: How did the conveyor belt driving the thermohaline circulation of the Eastern Mediterranean shift ?. In: *Geophysical Research Abstracts, EGS, 25<sup>th</sup> General Assembly, Nice, France 25-29 April 2000, Vol. 2, 2000.*
5. Manca B.B., V. Kovacevic, M. Gacic, D. Viezzoli, 2000: dense water formation in the Southern Adriatic Sea and interaction with the Ionian Sea in the period 1997-1999, *Journal Mar. System, Special Issue devoted to E.U. MAST/MTPII/MATER project* (submitted)
6. Maillard C., E. Balopoulos, A. Giorgetti, M. Fichaut, S. Iona, M. Larour, A. Latrouite, B. Manca, G. Maudire, P. Nicolas and J-A Sanchez-Cabeza, 2000: MTPII-MATER Database, integrated multidisciplinary data set produced from 1996 to 1999 in the Mediterranean Sea, sources, quality assurance and high technology software tools for data checking and retrieval. *Journal Mar. System, Special Issue devoted to E.U. MAST/MTPII/MATER project* (submitted)
7. Manca B. and P. Scarazzato, 2000: The two regimes of the intermediate/deep circulation in the Ionian-Adriatic Seas, In: *Archivio di Oceanografia e Limnologia, Special Issue Dedicated to 1° Workshop SINAPSI, Roma, 6-7 Aprile 1998* (accepted).

## **Unità di Ricerca "BORA" attività di ricerca svolte nel 2000**

### **Sismologia a larga banda nella regione del Mare di Scotia.**

Nel quadro delle attività inserite nel Piano Triennale 1999-2001 del PNRA e' proseguita la gestione del progetto 2.4 Sismologia a Larga Banda nella regione del mare di Scotia facente capo al Settore di Ricerca Geodesia ed Osservatori del PNRA.

L'attività scientifica relativa al progetto, che conta su un finanziamento complessivo triennale PNRA per il periodo 1999-2001 di Lit. 290 milioni, svolta nel 2000, e' stata la prosecuzione logica di quanto fatto nel 1999 e negli anni precedenti.

Il progetto infatti e' nato nel 1992, e da allora e' stato finanziato dal PNRA senza interruzione, quando e' stata installata la prima stazione sismologica a larga banda della Rete ASAIN (Antarctic Seismographic Argentinian Italian Network), nella Base Argentina Esperanza in Penisola Antartica.

Il lavoro svolto puo' sintetizzarsi come di seguito descritto:

- acquisizione dati continua per mezzo delle tre stazioni sismometriche a larga banda (Ushuaia, Esperanza, Orcadas) componenti attualmente la rete ASAIN.
- elaborazione ed interpretazione degli stessi (con pubblicazione dei risultati su riviste internazionali), integrati da quelli di altre stazioni a larga banda operanti nell'area, per incrementare le informazioni sulla distribuzione spaziale e temporale della sismicità nella regione dell'Arco di Scotia ed ottenere, attraverso l'utilizzo dei metodi della sismologia quantitativa, ulteriori informazioni sulle sue caratteristiche strutturali;
- preparazione (guest editors G.Brancolini, G.F. Panza, M. Russi, F.Wu) del volume speciale di Terra Antartica dedicato al Workshop "Broad-band Seismic Observations and the Geodynamics of the Scotia Sea Region" organizzato dall'OGS e tenutosi a Miramare nei giorni, 25 e-26 ottobre 1999, con la collaborazione del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Trieste e dell'ICTP;
- approfondimento dell'indagine tecnico scientifica e dei contatti con altri Istituti di Ricerca di rilevante importanza internazionale (e.g. SCRIPPS Oceanographic Institution e Washington University of Saint Louis) per la messa a punto di un progetto per l'esecuzione di un esperimento OBS che prevede la registrazione continua per un anno della sismicità locale e regionale del Mare di Scotia utilizzando uno o piu' sismometri digitali collocato sul fondo oceanico (profondità 3500 m. circa).

Il tutto è stato fatto tenendo in debita considerazione le indicazioni della C.S.N.A e le raccomandazioni inerenti l'argomento formulate dallo Scientific Committee for Antarctic Research (SCAR).

Durante la campagna antartica 2000/2001 è stato inoltre effettuato un sopralluogo a tutte le stazioni sinora installate (Esperanza, Ushuaia, Orcadas) e sono state eseguite operazioni di ordinaria manutenzione e calibrazione delle apparecchiature

### **Stazione sismografica a larga banda di Trieste (TRI).**

Anche nel 2000, secondo quanto previsto dagli esistenti accordi tra l'Osservatorio Geofisico Sperimentale, il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Trieste e l'Istituto Nazionale di Geofisica, il gruppo BORA ha continuato a gestire la stazione sismografica broad-band di Trieste (che è inserita nella Rete MedNet (Mediterranean Network)) apportando migliorie al software di gestione ed al servizio di stazione.

Tra gli impegni relativi a quest'ultimo presenta particolare rilevanza la gestione dello scambio dati internazionale (EMSC, ISC, USGS, ORFEUS, Istituzioni sismologiche slovene (Lubiana) e croate Zagabria) e nazionale (ING, Dipartimento Centro Ricerche Sismologiche dell'OGS).

Nel corso dell'anno e' stato acquistato dall'OGS un nuovo acquirente, identico a quello di proprietà del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Trieste; installato nel 1999 nella Grotta Gigante in sostituzione dell'apparecchio sino allora utilizzato per l'acquisizione dati della Stazione a larga banda TRI.

La nuova apparecchiatura, di cui e' prevista la consegna all'OGS durante il primo trimestre 2001, e' destinata a potenziare il parco strumentale per l'acquisizione di dati sismologici broad-band delle stazioni di Trieste e Villanovas Grotte.

### **Sismologia in mare in area Mediterranea.**

Gli studi a sfondo sismologico regionale in area Mediterranea dispongono di una rete permanente ben distribuita di stazioni a Terra (nella quale si inquadrano anche le stazioni a larga banda di Trieste e Villanova). Così' non è invece per quanto riguarda il Mediterraneo vero e proprio poiché' non esistono stazioni sismografiche sottomarine permanenti.

Lo sviluppo di una rete sismometrica in mare ben si accoppia con la necessita' di aumentare i siti strumentati per il rilevamento di parametri fisici oceanografici.

Lo scopo puo' essere raggiunto mettendo a punto delle stazioni bentiche integrate, supportanti sia strumentazione sismologia che oceanografica, che risulterebbero fondamentali tanto nell'ambito di ricerche a carattere squisitamente sismologico che per l'esecuzione di studi ambientali a carattere multidisciplinare.

L'attività 2000 del settore Bora in questa direzione e' consistita in:

- collaborazione a progetti dell'INGV (GEOSTAR e Progetto GNDT per la realizzazione di una stazione bentica da utilizzare nella zona di Catania),
- partecipazione alla messa a punto di proposte di ricerca per la valutazione ambientale geologico-morfologica ed oceanografica del sito preposto all'installazione del laboratorio multidisciplinare NEMO.
- assunzione di informazioni tecniche ed incentivazione della collaborazione internazionale attraverso visite e seminari tenuti presso istituti oceanografici statunitensi .

### **Unità di Ricerca "GEA" attività di ricerca svolte nel 2000**

In relazione alle attività nel campo della geofisica ambientale risultano attivi o sono in fase di attivazione, i seguenti progetti:

- **Studio della franosità nel Comune di Ligosullo - Convenzione per conto della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.**

Iniziata nel 1998, proseguirà sino al mese di agosto 2001. La convenzione riguarda lo studio dei fenomeni franosi che interessano l'abitato del Comune di Ligosullo.

La ricerca ha comportato la realizzazione di otto sondaggi profondi collocati nell'ambito dell'area da investigare e in cui sono in fase di acquisizione parametri inerenti la deformazione dell'area e l'oscillazione della falda idrica. E' stata inoltre allestita una stazione meteorologica che consente di misurare le precipitazioni atmosferiche e la temperatura dell'aria.

Sono state inoltre effettuate misure geofisiche con metodologia sismica in pozzo e in superficie, atte a determinare le proprietà geolitologiche della massa rocciosa in frana e delle sue caratteristiche geomeccaniche.

Lo studio ha permesso di dare un rilevante contributo alla comprensione dei fenomeni di instabilità dell'area e consente di attivare già in questa fase tutti quegli strumenti urbanistici e normativi relativi al controllo ed al corretto utilizzo del territorio del Capoluogo comunale e di proporre adeguate soluzioni per monitorare l'evoluzione del fenomeno e minimizzare le conseguenze.

- **Studio della franosità nel Comune di Barcis - Convenzione per conto della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.**

Ha avuto inizio nel corso del 1999 ed avrà termine nel 2002. La convenzione integra gli studi già realizzati in passato nella zona e riguardanti la definizione delle condizioni del dissesto idrogeologico in atto. Essa ha come obiettivo quello di definire e quantificare i meccanismi che portano al verificarsi di fenomeni di instabilità, delineando le aree con differente grado di pericolosità. Particolare importanza riveste la definizione della situazione geologico - strutturale a cui vanno ricondotte numerose delle fenomenologie in atto e che la presente ricerca vuole evidenziare con rigorosa metodologia scientifica. A tale scopo è stato effettuato nel corso del mese di dicembre 2000, un rilievo sismico sperimentale sull'omonimo lago di Barcis che ha fornito dati di sicuro interesse alla conoscenza generale dell'area.

Sono state effettuate le operazioni di perforazione di due pozzi profondi previsti nell'ambito della convenzione e sono proseguite le operazioni di monitoraggio già iniziate nell'ambito delle precedenti convenzioni e che interessano una serie di 12 pozzi preesistenti.

Nell'ambito della presente convenzione è previsto l'impiego un verricello robotizzato per la realizzazione di profili inclinometrici in pozzo che è stato interamente progettato e realizzato dai ricercatori e tecnici dell'U.R. GEA e che è attualmente in fase di collaudo. Il nuovo verricello, andrà a sostituirsi alle operazioni di profilazione manuale consentendo una maggior velocità delle misure ed una maggiore attendibilità delle stesse grazie alla eliminazione di ogni possibile errore accidentale. Tale apparecchiatura potrà trovare impiego anche in altri campi di attività tra cui operazioni di campionamento in campo oceanografico. E' inoltre in fase di realizzazione una minuscola telecamera da pozzo che consente l'ispezione visiva anche all'interno di pozzi di piccolo diametro.

La convenzione è stata finanziata con un importo di 350 MLire.

- **Studio della franosità del Monte Flor di Piano D'Arta - Convenzione per conto del Comune di Arta Terme (UD).**

Iniziato nel 2000, è attualmente in fase di realizzazione per proseguire sino al mese di marzo del 2003. Lo studio interessa un rilevante evento franoso innescatosi lungo i versanti rocciosi del Monte Flor in località Piano d'Arta nel Comune di Arta Terme. L'evento, che ha origini storiche, è rappresentato da un fenomeno di distacco di imponenti colonne rocciose che ruotando verso l'esterno a causa di un ancora non definito fenomeno di cedimento alla base, collassano improvvisamente. Il distacco di queste masse rocciose coinvolge volumi dell'ordine delle diecine di migliaia di metri cubi di materiali che possono interessare l'abitato sottostante.

Lo studio che prevede l'installazione di un esteso sistema di monitoraggio finalizzato alla rilevazione dei movimenti in atto, dovrà tenere sotto costante controllo le aree più pericolose e dovrà infine stabilire il livello di rischio dell'intera area. Dovranno essere, infine evidenziati tutti quegli interventi che potranno servire a migliorare le condizioni di stabilità del versante.

La convenzione è stata finanziata dal Comune di Arta Terme con un importo di 133 MLire.

- **Studio di un rilevante evento franoso nel Comune di Cazzaso per conto della Regione autonoma Friuli Venezia Giulia (attiva) e per conto del Comune di Tolmezzo (in fase di definizione).**

Nel 1998 si è concluso lo studio sulle condizioni di instabilità dell'abitato di Cazzaso, nel Comune di Tolmezzo, interessato da uno storico e imponente fenomeno franoso. Nell'ambito di questa ricerca sono state definite le meccaniche di scivolamento della massa instabile, sono state monitorate le deformazioni che interessano l'area e sono stati proposti interventi di mitigazione del fenomeno. E' stata successivamente evidenziata la necessità di continuare il monitoraggio dell'area allo scopo sia di studiare la naturale evoluzione del fenomeno sia di validare l'efficacia degli interventi proposti, attualmente in fase di realizzazione.

La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, resa sensibile a questa problematica, ha affidato all'Ente di un incarico di ripristino della rete di monitoraggio esistente, con esecuzione delle misure per un periodo inizialmente previsto in 12 mesi che è attualmente in fase di avvio. Il Comune di Tolmezzo, dal canto suo, che sulla base degli studi effettuati in precedenza, ha ottenuto un finanziamento per la realizzazione degli interventi di bonifica dell'evento franoso, sta predisponendo l'affidamento d'incarico all'OGS per la realizzazione di una nuova rete di controllo, che andrà ad affiancarsi a quella già realizzata dalla Regione FVG, ed avrà lo scopo di controllare ed indirizzare la gestione delle opere tecnologiche miranti alla regolazione del livello di falda all'interno del corpo di frana che sono alla base degli interventi proposti e di tenere sotto costante controllo l'evoluzione dell'evento.

La nuova rete, derivante dalla fusione dei due interventi, Regionale e Comunale, dovrà essere successivamente gestita in continuo dall'OGS, realizzando in tal modo quell'essenziale azione di controllo del territorio nelle aree a rischio,

I dati derivanti dal monitoraggio che riguarderanno la piovosità dell'area, la variazione del livello di falda, e le deformazioni del corpo di frana, verranno raccolti da una centralina di acquisizione in loco e trasmessi per via telefonica alla sede di Trieste dove, elaborati ed analizzati, verranno immessi in un sito internet che consentirà di seguire con continuità l'evoluzione dell'area. Gli stessi dati consentiranno di intervenire in tempo reale sulle opere di controllo della falda idrica attivando o disattivando automaticamente le pompe di emungimento della falda, per garantire una corretta e programmata azione di drenaggio.

I due incarichi che verranno affidati e riguarderanno la realizzazione della rete ed il solo monitoraggio per un periodo di 12 mesi prevedono un'entrata complessiva di 336 MLire.

Tutte le convenzioni citate prevedono un intervento periodico dei tecnici per l'installazione di strumentazioni, la loro continua manutenzione ed il recupero dei dati.

- **Caratterizzazione geologico - tecnica dei fondali marini nelle aree costiere (OGA/GEA) e convenzioni per lo studio dell'area costiera dei Comuni di Lignano e Bibione**

Sono state poste le premesse, grazie all'acquisto di nuove strumentazioni e di maturazione di esperienza, per la realizzazione di interventi multidisciplinari che, utilizzando prevalentemente metodologie di indagine geofisiche abbinate a prelievi di campioni, sia al fondo mare che in profondità, si pongono come obiettivo quello di giungere a una quantificazione, sia in termini di spessori che delle caratteristiche geologico - tecniche, dei sedimenti più superficiali depositatisi lungo le aree costiere che si collocano nella fascia di interesse per qualsiasi intervento di tipo ingegneristico o di studio di fenomeni ambientali.

Enti che abbiano competenze nella gestione delle aree costiere (Autorità Portuali, Regioni, Province e Comuni Costieri) Professionisti e Società (Depositi costieri, ecc.) potranno così disporre di un concreto strumento di conoscenza delle caratteristiche dei sedimenti che si sono depositati nella zona costiera e che consentirà loro di affrontare qualsiasi problematica tecnica avendo piena consapevolezza delle situazioni che si potranno incontrare.

La necessità di realizzare opere in mare come difese portuali, banchine, pontili, riempimenti con colmate e rinterri di aree costiere, o ancora di affrontare problemi di difesa costiera o di realizzare condotte di scarico o di trasporto di fluidi, o la semplice posa di cavi o l'ancoraggio di boe o la messa in opera di strumentazioni di registrazioni di dati, costituiscono esempi di interventi, ma non i soli, che richiedono sempre, sia pure con approcci e problematiche differenti le une dalle altre, una buona conoscenza geologico - tecnica dei fondali marini. E' intuitivo infatti come la realizzazione di ciascuno di questi interventi elencati, richieda soluzioni progettuali diverse a seconda delle condizioni batimorfologiche incontrate.

La stessa caratterizzazione dei fondali e dell'area del "sub-bottom" ha enorme influenza sulle modalità di trattenimento o di dispersione di sostanze contaminanti o inquinanti sia nella malaugurata ipotesi del verificarsi di un incidente con rapido sversamento in mare di sostanze o anche soltanto nell'azione progressiva di fissaggio di prodotti che in vario modo vengano veicolati in mare per effetto degli agenti atmosferici, o dai corsi d'acqua e che fanno sì che il bacino di provenienza di queste sostanze risulti essere molto esteso.

In tutti questi casi, una buona conoscenza dei fondali, la caratterizzazione del moto ondoso e dei flussi di corrente, appare essere indispensabile per programmare ogni forma di intervento in maniera da consentire una corretta gestione dell'ambiente marino che risulta essere sempre più complesso e vulnerabile.

E' in quest'ottica di conoscenza delle aree costiere che è stato dato avvio ad un importante studio che prevede il controllo delle aree costiere della zona di Lignano e Bibione che vedrà impegnata l'U. di R. "GEA" nella definizione delle caratteristiche batimorfologiche dell'area. A tale scopo è previsto l'acquisto di un nuovo sistema multibeam già finanziato dal MURST nell'ambito del potenziamento delle strutture di ricerca.

- **Realizzazione di un laboratorio di geotecnica e di meccanica delle rocce**

Sempre nell'ambito del potenziamento delle strutture di ricerca, è stato finanziato dal MURST la realizzazione di un laboratorio di geotecnica e di meccanica delle rocce che si colloca naturalmente nella linea di sviluppo delle attività delineate all'interno dell'U. di R. GEA riportate nella parte iniziale del presente documento. La realizzazione ed il successivo avvio del laboratorio, impegnerà intensamente la struttura per l'intero anno e richiederà che ad essa venga dedicata almeno una unità di personale che, anche se non in maniera esclusiva, possa sviluppare le necessarie competenze per garantire una adeguata qualità delle analisi che verranno effettuate nel laboratorio.

### **Unità di Ricerca "RISK" attività di ricerca svolte nel 2000**

L'attività del GdR "RISK" durante il 2000 è proseguita soprattutto approfondendo le diverse tematiche del rischio sismico in cui il gruppo si è ormai specializzato. L'attività è stata sviluppata nell'ambito di vari contratti con il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti e una convenzione stipulata con la Regione Friuli - Venezia Giulia, per la mappatura del rischio sismico regionale. A questi finanziamenti sono da sommare gli stipendi di due ricercatori CNR-GNDT, in servizio nell'ente e attivi nel gruppo RISK.

Relativamente all'attività svolta, sono proseguite le tradizionali collaborazioni sia nazionali (IRRS Milano, ENEA Roma, Università Trieste, Università Udine, OGS Macerata, Politecnico Milano, ING Roma, Università Messina) sia internazionali (Università Alaska, EPPO Athene, ETH Zurigo, Cuba, Servizi geologici canadese e americano).

Tutte le attività afferiscono in senso lato al settore degli studi sulla pericolosità e sul rischio sismico che, com'è noto, è tipicamente multidisciplinare. Per sviluppare questa vasta tematica è infatti necessario affrontare argomenti più specificatamente sismologici (sismicità strumentale e storica, studi di sorgente), di frontiera con la geologia (sismotettonica) e con la geotecnica (risposta sismica locale), nonché con l'ingegneria sismica. In questo senso va ancora segnalata la carenza del RISK di competenze ingegneristiche e geotecniche che potrebbero ampliare ulteriormente lo spettro di attività nel campo del rischio sismico.

Si pensa di dare più facile lettura a questo documento suddividendo l'attività svolta nelle singole sottotematiche.

#### **SISMICITA' STRUMENTALE E MACROSISMICA**

Un settore che tradizionalmente è sempre stato curato dal gruppo RISK è quello dello studio dei terremoti storici e dei terremoti a cavallo tra il periodo storico e quello più recente spesso definito "strumentale". Anche nel corso del 2000 questi studi sono progrediti ulteriormente ed è stata fatta una raccolta sistematica di dati originali andando a ricercare queste informazioni presso gli archivi delle stazioni sismiche che avevano registrato questo tipo di eventi. La rilettura delle fasi principali e l'aumento della copertura geografica delle informazioni è la chiave principale per il miglioramento delle localizzazioni epicentrali. Tradizionalmente il gruppo RISK si occupa con una netta prevalenza delle problematiche relative al settore dell'Italia nord-orientale e dell'area più vasta della placca adriatica. Nel corso dell'ultimo anno i database delle localizzazioni ipocentrali di queste aree sono stati consistentemente arricchiti e perfezionati. Il lavoro di ridefinizione delle fasi sismiche che sta a monte delle rilocalizzazioni viene in maniera sinergica utilizzato anche per la definizione, là dove i dati lo consentono, dei parametri focali dei terremoti. Anche in questo settore il lavoro è andato avanti e si dispone ora di un consistente archivio di meccanismi focali con vari livelli di attendibilità. Appare evidente che sia la rilocalizzazione dei terremoti sia la costruzione dei meccanismi focali giocano un ruolo fondamentale in alcuni dei progetti che il gruppo sta portando avanti in ambito nazionale e regionale.

Settore attiguo a quello precedentemente descritto è quello che si occupa della "completezza" dei cataloghi di terremoti. La definizione degli intervalli di completezza dei dati sismici è fondamentale per vari settori disciplinari della sismologia ed in particolare risulta nodale per i calcoli di pericolosità sismica. In questo settore sono stati sviluppati vari studi di cui il principale punta su di un nuovo metodo di calcolo dei periodi di completezza che è stato applicato per la prima volta sul catalogo italiano identificando variazioni areali degli intervalli di completezza. Le variazioni areali dei livelli di completezza sono riconducibili a problemi di tipo storiografico che influenzano la reperibilità di fonti archivistiche originali. Altri lavori relativi allo studio dei cataloghi parametrici e alle implicazioni che ne possono derivare in forma di "tassi di sismicità" e il loro utilizzo sono stati raccolti in una speciale monografia edita dal GNDT e curata da un componente del gruppo RISK.