



Rapporti tecnici INGV

**Rapporto sulle attività geofisiche,
oceanografiche e di campionamento
durante la crociera PANSTR12 con
Nave Aretusa: Isole Eolie (Stromboli,
Panarea, Salina)
(2012-06-30 - 2012-07-14)**

245



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia

Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it



Rapporti tecnici INGV

RAPPORTO SULLE ATTIVITÀ GEOFISICHE, OCEANOGRAFICHE E DI CAMPIONAMENTO DURANTE LA CROCIERA PANSTR12 CON NAVE ARETUSA: ISOLE EOLIE (STROMBOLI, PANAREA, SALINA) (2012-06-30 - 2012-07-14)

Lorenzo DIALTI^{1,a}, Alessandro De Lucia^{2,b}, Fabio Marziani^{2,c}, Alberto Niccolini^{2,d}, Armando Zeppetella^{2,f},
Massimo di Fava^{2,g}, Matteo Guideri¹, Cosmo Carmisciano³, Luca Cocchi³, Filippo Muccini³,
Giovanni Bortoluzzi⁴, Stefano Aliani⁵

¹MARINA MILITARE ITALIANA (Istituto Idrografico della Marina - Genova)

²MARINA MILITARE ITALIANA (Nave Aretusa)

³INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale)

⁴AREA della RICERCA CNR (Istituto di Scienze Marine - Bologna)

⁵CNR (Istituto di Scienze Marine - La Spezia)

^aCapitano di Fregata

^bCapitano di Vascello

^cTenente di Vascello

^dPrimo Maresciallo

^eCapo di Seconda Classe

^fSecondo Capo

245

Indice

| | |
|---------------------------|----|
| Introduzione | 5 |
| 1. Metodologie | 8 |
| 2. Lavoro svolto | 9 |
| 2.1 Sciara del Fuoco | 10 |
| 2.2 Panarea | 13 |
| 2.3 Salina | 14 |
| 3. Conclusioni | 16 |
| Ringraziamenti | 16 |
| Bibliografia | 16 |
| A Sommario della crociera | 18 |
| B CTD e campioni di fondo | 20 |

Introduzione

Le isole vulcaniche di Stromboli e Panarea fanno parte del settore orientale dell'Arco Eoliano (Figura 1), nel Tirreno Meridionale [Calvari et al., 2008; Bortoluzzi et al., 2010; Romagnoli et al., 2013 e riferimenti]. Quest'ultimo è un bacino di retro arco di età plio-pleistocenica la cui formazione è legata all'arretramento della placca Ionica in subduzione sotto quella Europea [Malinverno and Ryan, 1986].

L'attuale assetto morfologico del vulcano Stromboli è il risultato di un succedersi di eventi deformativi di instabilità alternati ad eventi di ricostruzione connessi alla continua attività vulcanica. Una serie di collassi laterali e verticali di natura vulcanica e vulcano-tettonica ha interessato l'edificio durante l'intera fase di formazione. L'evento distruttivo più recente è rappresentato dal collasso del settore NW del vulcano. Questo evento ha marcato in modo netto la morfologia dell'edificio vulcanico con la definizione di una struttura morfologica che interessa sia la porzione emersa che sommersa del fianco occidentale dello Stromboli (conosciuta come Sciara del Fuoco). La batimetria dell'isola di Stromboli (Figura 2) mette in evidenza, a circa 500 m dalla costa, il Canyon della Sciara del Fuoco che progredisce in direzione NW e NNW. A circa 1-1.5 km dalla costa il canyon viene mascherato da una struttura deposizionale a forma di delta (fan) dove sono accumulati depositi vulcanici di *debris avalanche* connessi a differenti fasi di collasso del settore NW dell'edificio vulcanico di Stromboli [Marani et al., 2008].

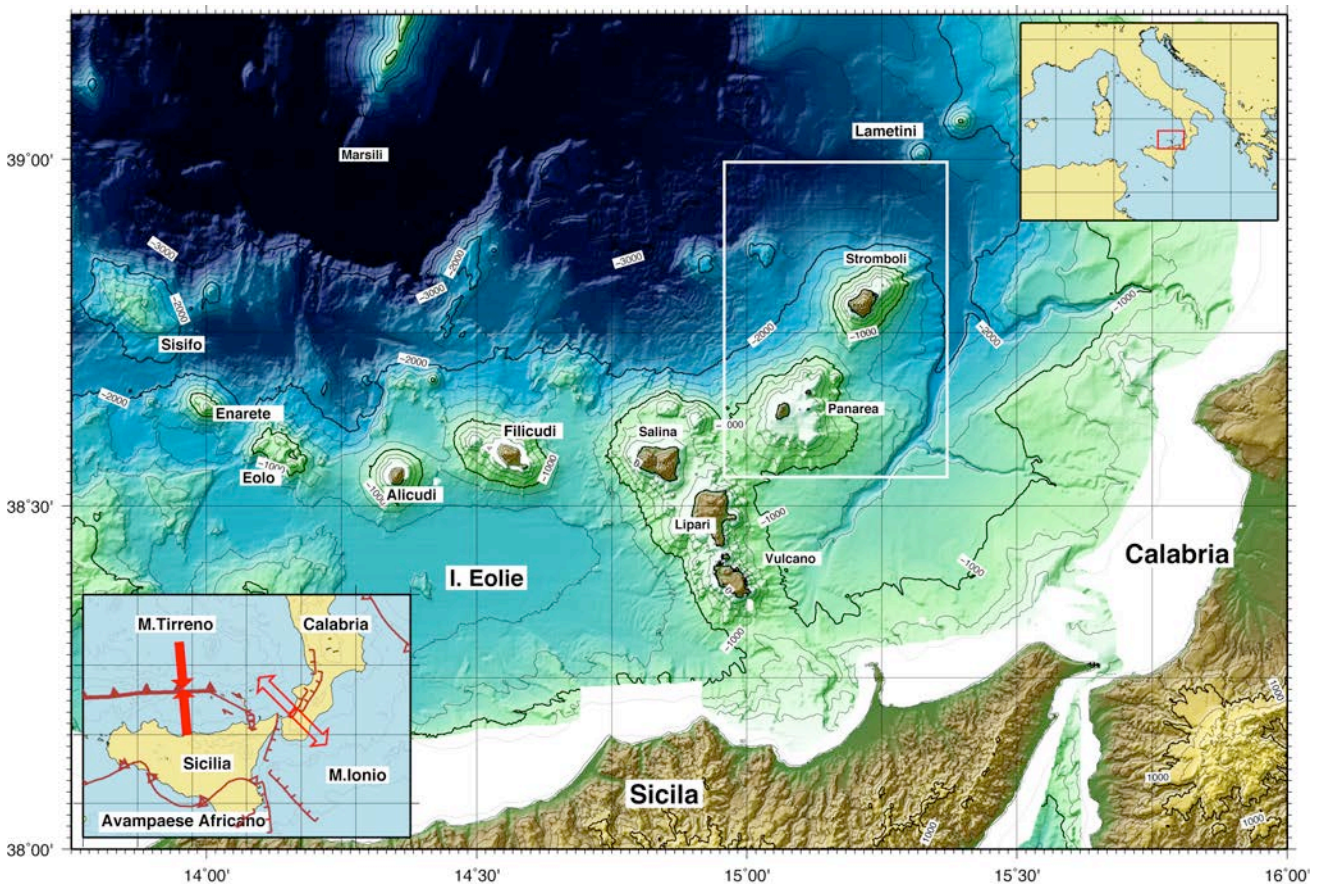


Figura 1. Inquadramento delle Isole Eolie nel Tirreno Meridionale. Dati batimetrici da Marani et al., [2004]. Il riquadro bianco indica il settore orientale dell'arco eoliano. Lo schema strutturale in basso a sinistra è ripreso da Neri et al. [2003], D'Agostino e Selvaggi [2004] e Billi et al. [2006].

Nel dicembre 2002 si è assistito alla forte eruzione di Stromboli che è passato dalla attività normale “stromboliana” con fontane di lava e lapilli dai crateri sommitali ad una fase caratterizzata da lava emessa in gran quantità nella Sciara del Fuoco ed in mare. Il 30 dicembre 2002 una frana sottomarina nel fianco N della Sciara [Chiocci et al., 2008], ha provocato anche lo scivolamento di un grosso costone subaereo e ha generato un piccolo maremoto, avvertito soprattutto nelle Eolie (onde di 10m a Stromboli) ma anche a Milazzo, Messina e Napoli.

Quindi, si può ben capire come il monitoraggio e la caratterizzazione di strutture di instabilità di questo tipo debbano essere considerati un obiettivo di primaria importanza per la completa valutazione del rischio vulcanico associato. L’approccio metodologico proposto in questa attività di ricerca ha previsto la valutazione della *signature* magnetica direttamente correlata alla struttura deformativa della Sciara. In generale, le zone di frana in ambito vulcanico presentano una particolare *signature* magnetica. La distribuzione caotica del sedimento vulcanico sciolto induce, infatti, una perdita della componente rimanente della suscettività. Concettualmente quindi, la definizione del *pattern* magnetico dell’area della Sciara può portare alla realizzazione di un modello crostale basato sulle sorgenti generatrici di anomalie magnetiche.

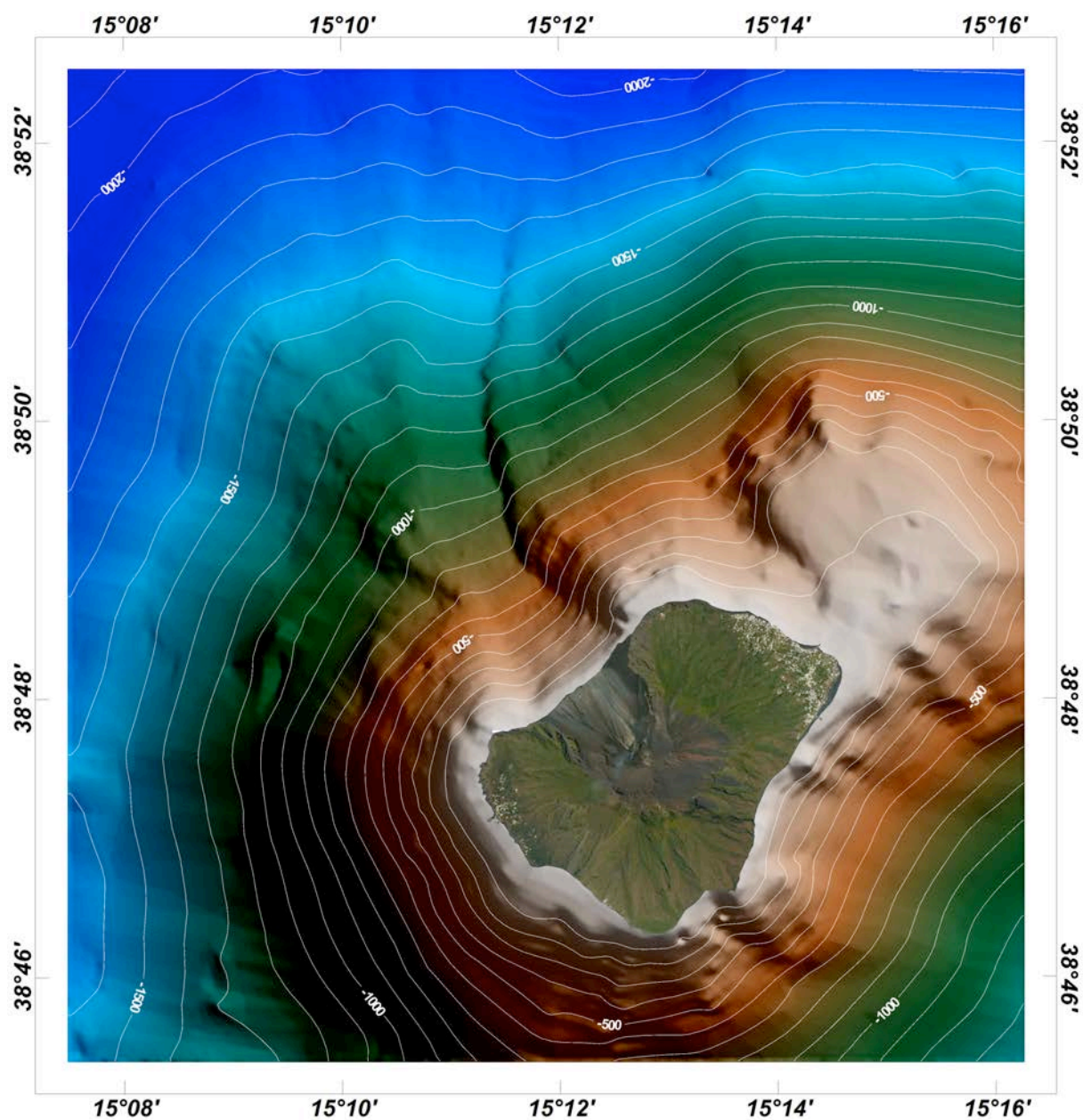


Figura 2. Isola di Stromboli, integrazione dati di batimetria [Marani et al., 2004] e foto aerea relativa alla struttura del cono.

Il complesso vulcanico di Panarea e degli isolotti circostanti viene attualmente considerato inattivo (ultima eruzione documentata circa 20000 anni fa), con attività fumaroliche presenti sino da epoca storica. Tuttavia, il 3 novembre 2002, si è avuta una violenta eruzione gassosa nell'area ad est dell'Isola (Figura 3), nella zona degli 'Scogli' (Dattilo, Lische, Panarelli), principalmente lungo lineamenti strutturali orientati NE e NW. L'eruzione è durata fino a circa il 2004 ed è stata caratterizzata da un flusso notevole, di alcuni ordini di grandezza maggiore del flusso normale. Fino dall'inizio delle attività di eruzione gassosa a Panarea, l'Istituto di Scienze Marine (ISMAR), sulla base di indagini dagli anni 1990, ha effettuato ricerche volte a valutare la distribuzione ed il flusso delle zone di scarico, oltre che a studiare la morfologia e l'assetto tettono-fisico con indagini multibeam, oceanografiche, magnetometriche e gravimetriche, alcune delle quali ripetute anche negli anni [Bortoluzzi et al., 2011; Anzidei et al., 2005; Manini et al., 2008; Aliani et al., 2010; Cocchi et al., 2008].

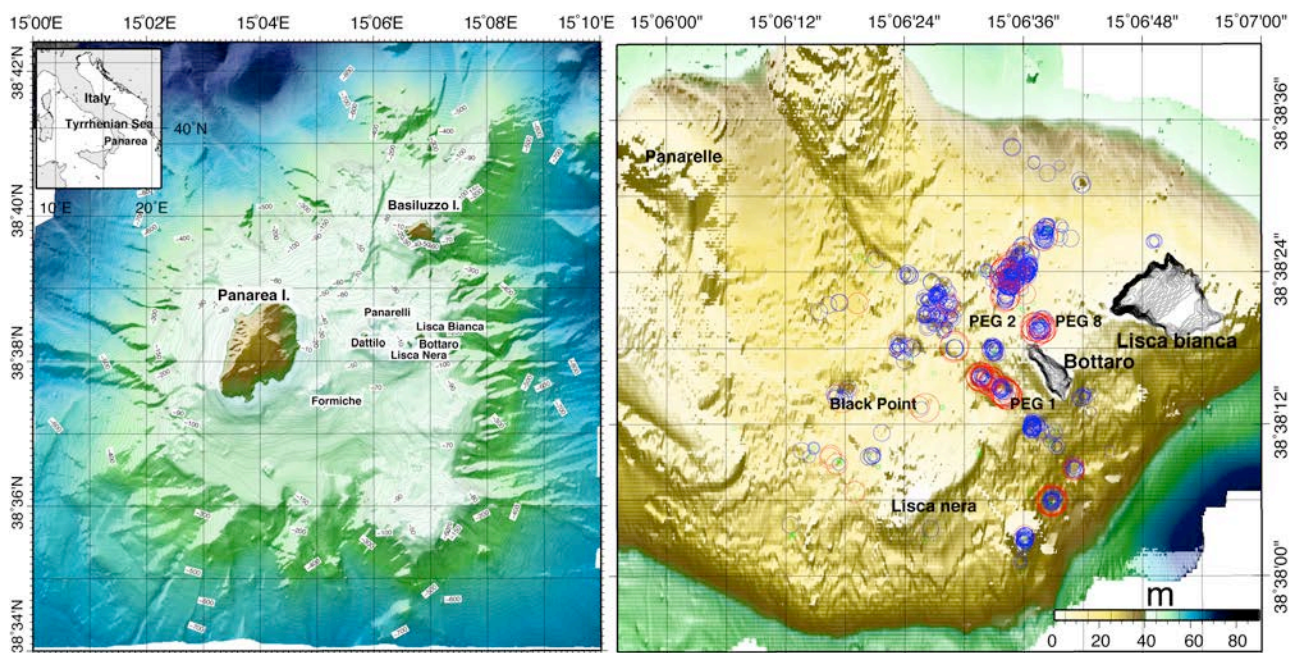


Figura 3. A) Isola di Panarea e 'Scogli', Batimetria da fonti citate in Bortoluzzi et al. [2011]. B) localizzazione dei principali punti di emissioni di gas (Dicembre 2002) (da Anzidei et al. [2005] e Aliani et al. [2010]). I cerchi rossi indicano le emissioni più intense e durature nel tempo.

All'interno della collaborazione Coordinamento Nazionale per la Geofisica Marina (CO.NA.GEM.), che riunisce i vari Istituti e organizzazioni tecnico-scientifiche italiani, si è svolta la campagna denominata PANSTR12, realizzata con Nave Aretusa della Marina Militare Italiana (MMI). PANSTR12 ha avuto come obiettivi principali la caratterizzazione morfologica e geofisica della porzione sommersa della Sciara del Fuoco, Isola di Stromboli e la ripetizione di rilievi multibeam e magnetometrici dell'area degli isolotti di Panarea realizzati a partire dal 2002, nell'ottica di permettere analisi e valutazioni sul percorso evolutivo dei fenomeni legati all'eruzione gassosa, anche in relazione all'assetto tettonico e geodinamico dell'arco vulcanico delle Eolie. La campagna PANSTR12 è stata realizzata attraverso una proficua collaborazione tra l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), gli Istituti di Scienze Marine (ISMAR) di Bologna (ISMAR-BO) e di La Spezia (ISMAR-SP), entrambi del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), e l'Istituto Idrografico della Marina (IIM).

1. Metodologie

È stata utilizzata la strumentazione di bordo di Nave Aretusa e della Idrobarca di servizio alla nave (posizionamento SEAPATH con sistema navigazione QINSY e SIS, multibeam Kongsberg-Simrad EM3002 ed EM300, CTD IDRONAUT, benne). I dati multibeam sono stati raccolti con il software SIS e Merlin per EM3002 e EM300, rispettivamente. Le linee magnetiche sono state acquisite con *SeaSpy Marine Magnetics* dell'ISMAR e software SEALINK. L'acquisizione di dati è stata realizzata sia da Nave Aretusa che dall'Idrobarca della stessa Nave. L'utilizzo dei due vettori ha permesso di ottimizzare i tempi nave previsti. Inoltre, l'utilizzo dell'Idrobarca ha permesso di acquisire dati nelle porzioni di mare più prossime alla costa di Stromboli e nella zona degli 'Scogli' di Panarea (Figure 4 e 5), dove, a causa del basso fondale, non sarebbe stato possibile operare con Nave Aretusa. Per l'acquisizione sono stati approntati due sistemi indipendenti, uno per la nave e l'altro per l'Idrobarca. Il posizionamento è stato assicurato utilizzando i sistemi GPS della nave e dell'Idrobarca.

L'acquisizione dei dati da Nave Aretusa si è realizzata filando il magnetometro a circa 80 m dalla poppa della nave, distanza sufficiente per abbattere il già basso livello di rumore indotto dallo scafo in vetroresina. Per il rilievo da Idrobarca la distanza sensore-barca è stata di circa 40 m a Stromboli e 30 m a Panarea. Dato il basso fondale dell'area di lavoro coperta con l'Idrobarca e per garantire la totale sicurezza dello strumento, il magnetometro è stato filato con un galleggiante in coda. L'utilizzo di questo accorgimento ha garantito la navigazione del sensore a profondità sicura e costante e ne ha impedito l'affondamento in caso di riduzione della velocità del vettore.

Le calate CTD sono state effettuate a Panarea con la sonda SBE19 auto-registrante di ISMAR-SP (elaborazione con software Sea Bird). I dati batimetrici sono stati processati a bordo con CARIS-HIPS. I dati magnetometrici sono stati processati con il software GMT [Wessel and Smith, 1998]. I dati di posizionamento dei campioni e calate CTD da Idrobarca sono stati ricavati dalle linee di navigazione in formato ".all" con il software MB-System [Caress and Chayes, 2009].

Le linee magnetometriche acquisite e i punti di effettuazione delle calate CTD e delle bennate sono riportate nelle figure 4 e 5. Le tabelle 5 e 6 presentano i dati del posizionamento delle calate CTD e delle bennate. In figura 14 si riportano le foto dei campioni acquisiti sul fondo mare tramite bennate.

In tabella 3 si riportano le caratteristiche degli strumenti (tipo di strumento, marca, modello e istituto proprietario) utilizzati durante PANSTR12.

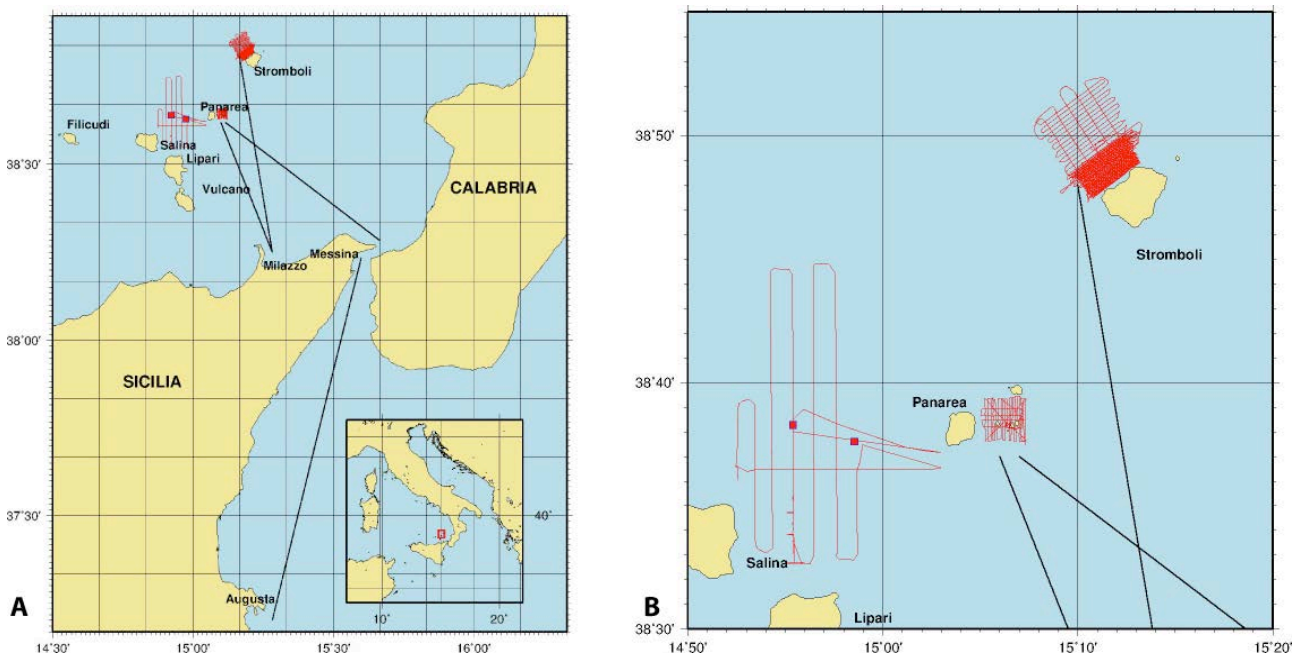


Figura 4. Tracce di navigazione effettuate durante la campagna PANSTR12 nelle Isole Eolie (figura 4A). La figura 4B mostra in dettaglio la zona di operazioni. In rosso le linee di acquisizione multibeam e magnetometria, in nero i trasferimenti. I punti rossi sono le calate XBT per la misura della velocità del suono.

2. Lavoro svolto

Gli obiettivi della campagna PANSTR12 erano:

- i. indagare con altissima risoluzione le proprietà magnetiche di rocce e sedimenti nell'area prospiciente la Sciara del Fuoco (Stromboli) (Figura 5a);
- ii. ripetere le indagini multibeam nella zona degli Scogli di Panarea allo scopo di verificare lo stato delle emissioni gassose dopo le eruzioni del dicembre 2002 e visualizzate dai rilievi condotti da ISMAR nel 2002 e negli anni successivi. Inoltre, valutare eventuali variazioni morfologiche nella zona delle emissioni principali ed in particolare nel punto PEG1 a Bottaro (Figura 3);
- iii. ripetere le linee magnetometriche del rilievo ISMAR e IIM nel 2002 e INGV 2006 nella zona degli Scogli di Panarea, al fine di valutare anomalie dovute a potenziali alterazioni delle proprietà magnetiche delle rocce per chimismo e alta temperatura (Figure 5b e 6a);
- iv. effettuare misure oceanografiche nella zona degli Scogli di Panarea allo scopo di valutare eventuali anomalie dovute alla presenza del gas (Figura 5b);
- v. effettuare indagini magnetometriche e batimetriche nelle aree di Panarea, Salina e Lipari (figura 6b), al fine di aumentare la copertura di dati geofisici ottenuta con precedenti campagne.

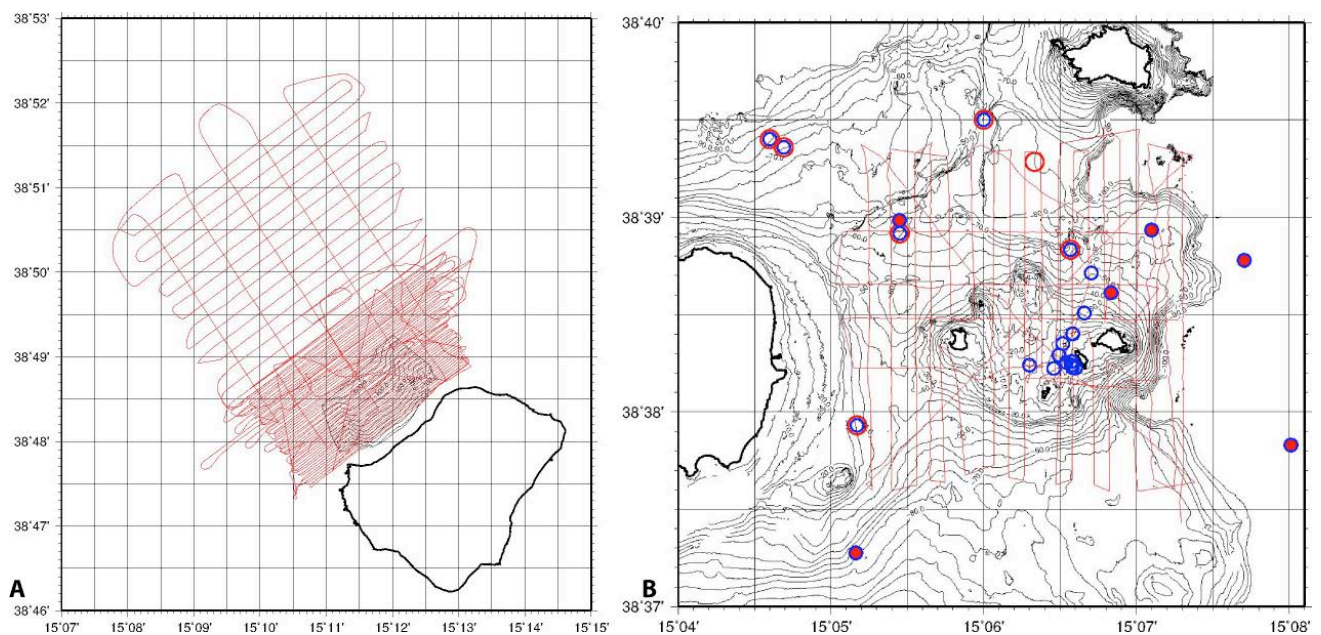


Figura 5. Tracce di navigazione durante la crociera PANSTR12, Stromboli (figura 5A) e Panarea (figura 5B). In figura 5b sono riportate anche le posizioni delle calate CTD (cerchi blu e riempiti in rosso) e delle bennate (cerchi rossi).

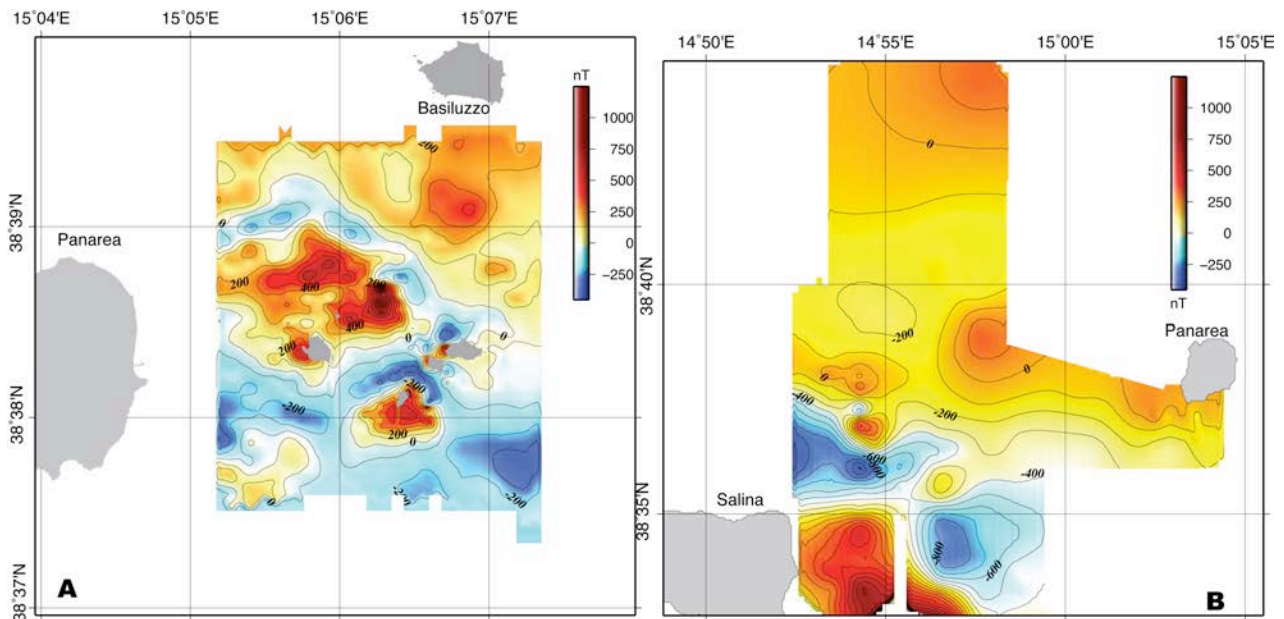


Figura 6. Mappa di anomalia magnetica, zone Panarea (fig. 6a) e Secca del Capo (Salina, Fig 6b), crociera PANSTR12.

2.1. Sciara del Fuoco

Per quanto riguarda l'acquisizione magnetometrica a Stromboli, un'analisi speditiva ha dimostrato l'ottima qualità dei dati caratterizzati da basso/nullo rumore magnetico. Il survey pianificato è stato completamente eseguito. Nave Aretusa ed Idrobarca hanno acquisito complessivamente più di 70 linee, con una spaziatura compresa tra i 50 m (sotto costa) e i 300 m (più al largo) e una copertura complessiva di oltre 400 Km lineari.

In figura 7 sono riportati i profili magnetometrici (campo totale, nT) relativi ad una stessa traccia di navigazione, orientata perpendicolare alla struttura della Sciara e acquisiti con Nave Aretusa (profilo blu) e con Idrobarca (profilo rosso). Il differente pattern di variazione del segnale lungo il profilo è strettamente correlato alla risoluzione dell'acquisizione. Nel caso del survey con Idrobarca la risoluzione dell'acquisizione è stata estremamente elevata e ha permesso di evidenziare piccole variazioni di trend correlate alla struttura del canyon.

La figura 8 mostra una rappresentazione tridimensionale dell'andamento batimetrico della Sciara del Fuoco al quale sono stati sovrapposti, in modalità *draped*, i dati di anomalia magnetica in alta risoluzione acquisiti durante la campagna PANSTR12.

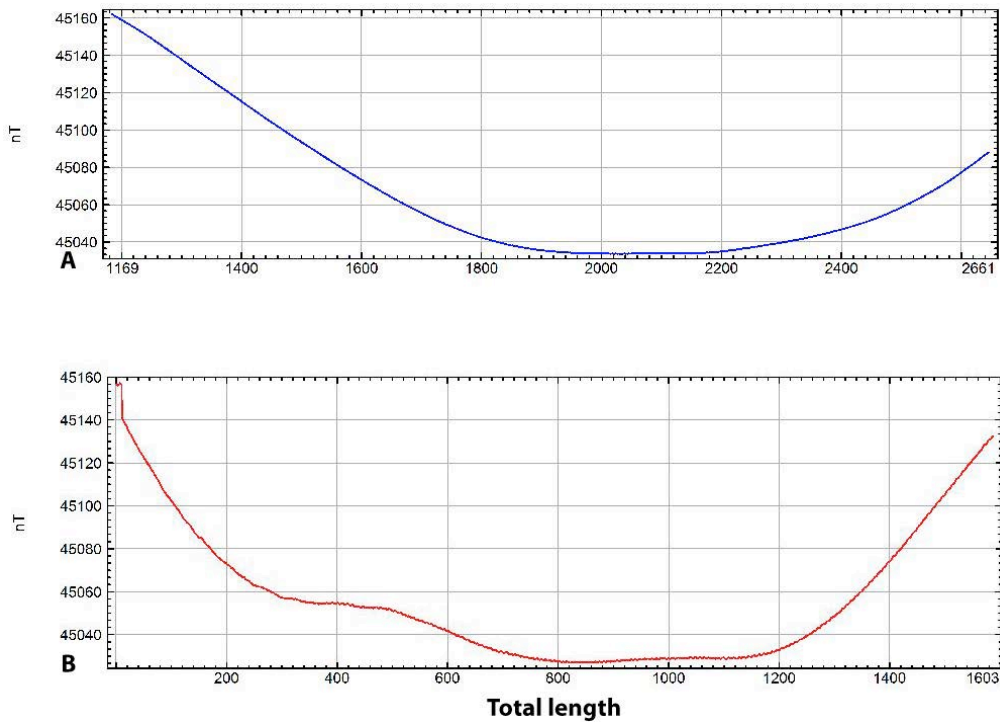


Figura 7. PANSTR12, confronto dati magnetometrici da rilievo eseguito con Nave Aretusa (A) e da rilievo con Idrobarca (B).

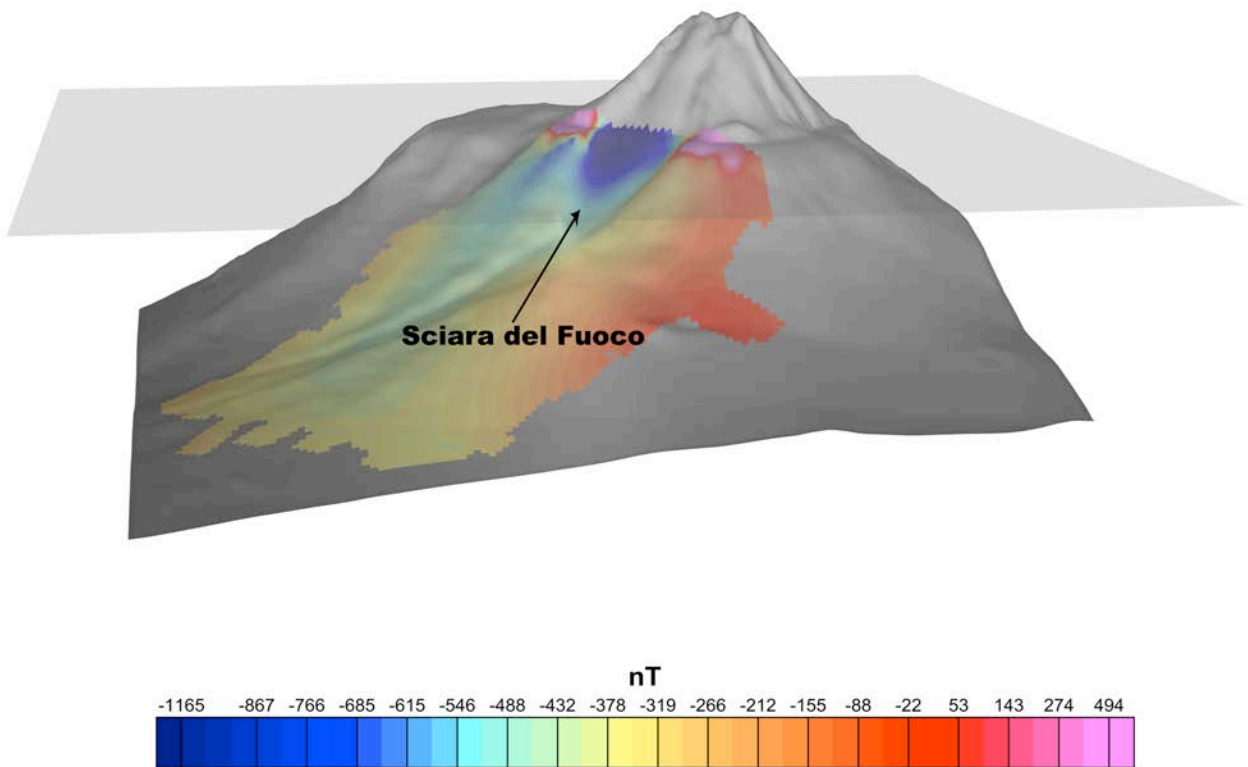


Figura 8. Visione tridimensionale della batimetria e della topografia del vulcano Stromboli (dati ISMAR) su cui viene riportato il campo di anomalia magnetica ridotta al polo acquisito durante la campagna.

È stata analizzata l'evoluzione temporale (Figura 9) dei processi morfostrutturali e deposizionali associati all'area della Sciara del Fuoco a Stromboli, sulla base dei rilievi 1999, 2003, 2006 e 2012 ISMAR e IIM. Questo, al fine di valutare lo stato dei fondali dopo la grande frana e maremoto del 30 Dicembre 2002. Si è evidenziato come il canale di passaggio del costone franato dalla zona NE della Sciara sia ancora presente e come si sia avuto un accumulo notevole nella parte centrale della stessa a partire dal 2003 immediatamente dopo la frana.

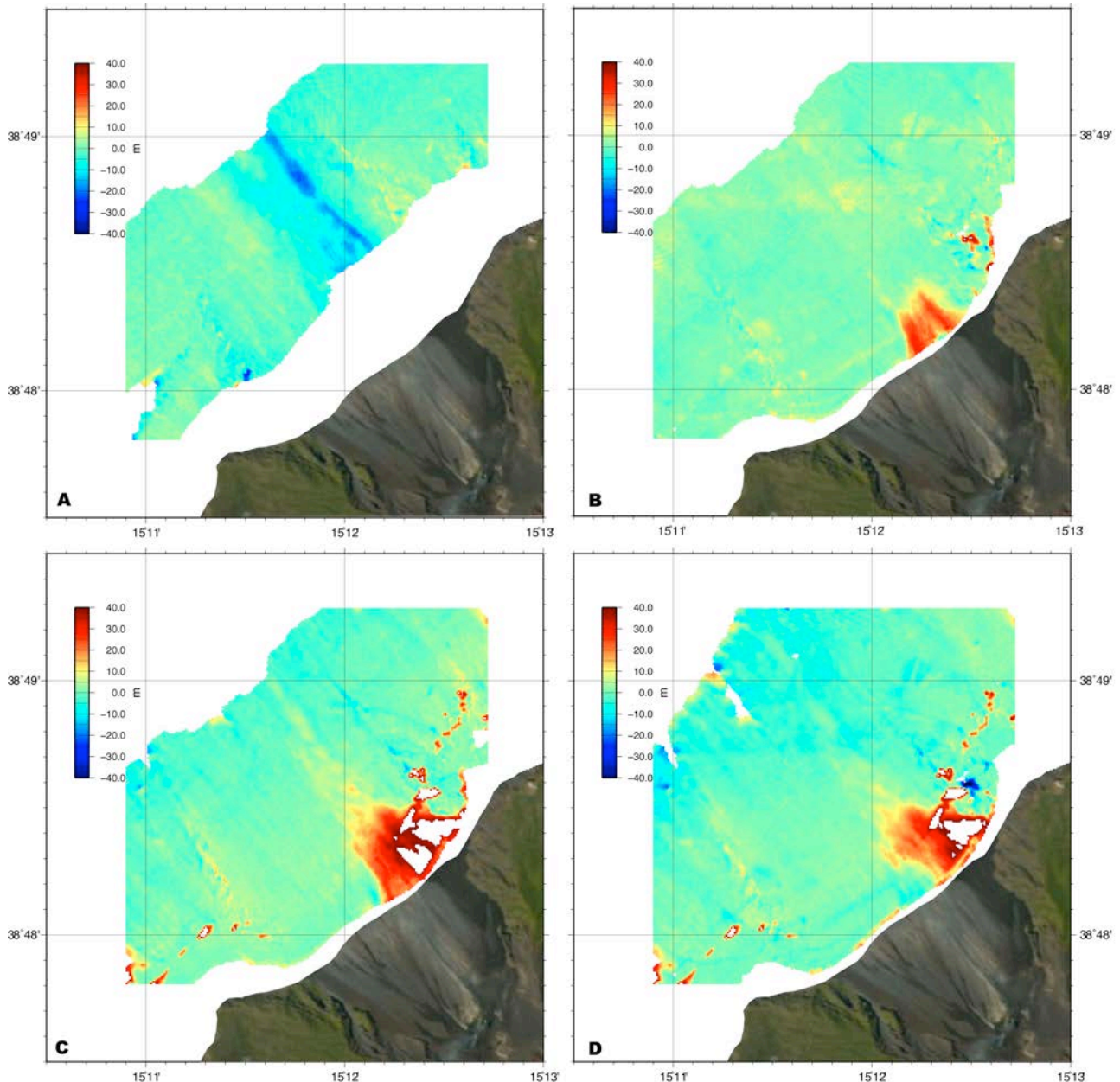


Figura 9. Mappe batimetriche, zona Sciara del Fuoco, Stromboli, crociera PANSTR12, primo leg. A) differenza batimetrica tra 2003-01 e 1999-03; B) differenza batimetrica tra il 2006-11 e 2003-01; C) differenza batimetrica tra 2012-07 e 2003-01; D) differenza batimetrica tra 2012-07 e 2006-11. Rilievi R/V Strakhov 1999 (pre frana), R/V Thetis 2003-01 (immediatamente post frana), R/V Urania 2006-11, e Nave Aretusa 2012-07.

2.2 Panarea

Per quanto riguarda la zona di Panarea, i rilievi hanno messo in evidenza, in particolare, come sia ancora presente l'emissione di gas soprattutto nelle zone di Bottaro e a nord di Lisca Bianca (PEG1, PEG2), quest'ultima pur se con un flusso minore della precedente. La depressione da cui scaturiva violentemente il gas da profondità -15m [Aliani et al., 2010] è stata parzialmente riempita fino a -12.5m. Le immagini batimetriche dal 2002 al 2012 (figure 10, 11) mostrano l'evoluzione dell'area oggetto di studio. Allo stato attuale, il settore di mare compreso tra gli isolotti è caratterizzato da un ridotto flusso di gas e dalla mancanza di porzioni sedimentarie incoerenti nelle aree circostanti.

I dati oceanografici sono stati raccolti in stazioni esterne all'area di effusione e all'interno delle due zone di PEG1 (Bottaro) e PEG2 (N. Lisca Bianca), e sono attualmente in via di elaborazione. Inoltre, sono state effettuate indagini nelle nuove aree effusive evidenziatesi durante la campagna URANIA EUROFLEETS 2012 [McGinnis et al., 2011]. La figura 13 mostra i dati di temperatura, salinità e pressione raccolti nella area degli isolotti, evidenziando la grande variabilità dei valori di salinità (conducibilità) misurati nella zona delle effusioni gassose. È stata inoltre effettuata una serie di campionature della porzione sedimentaria del fondale marino, tramite l'utilizzo di benne (tabella 6). In alcuni casi i campioni di sedimento presentano una colorazione bruno-rossastra dovuta a processi di alterazione della componente ferrosa del sedimento a seguito di circolazione idrotermale superficiale (figura 14).

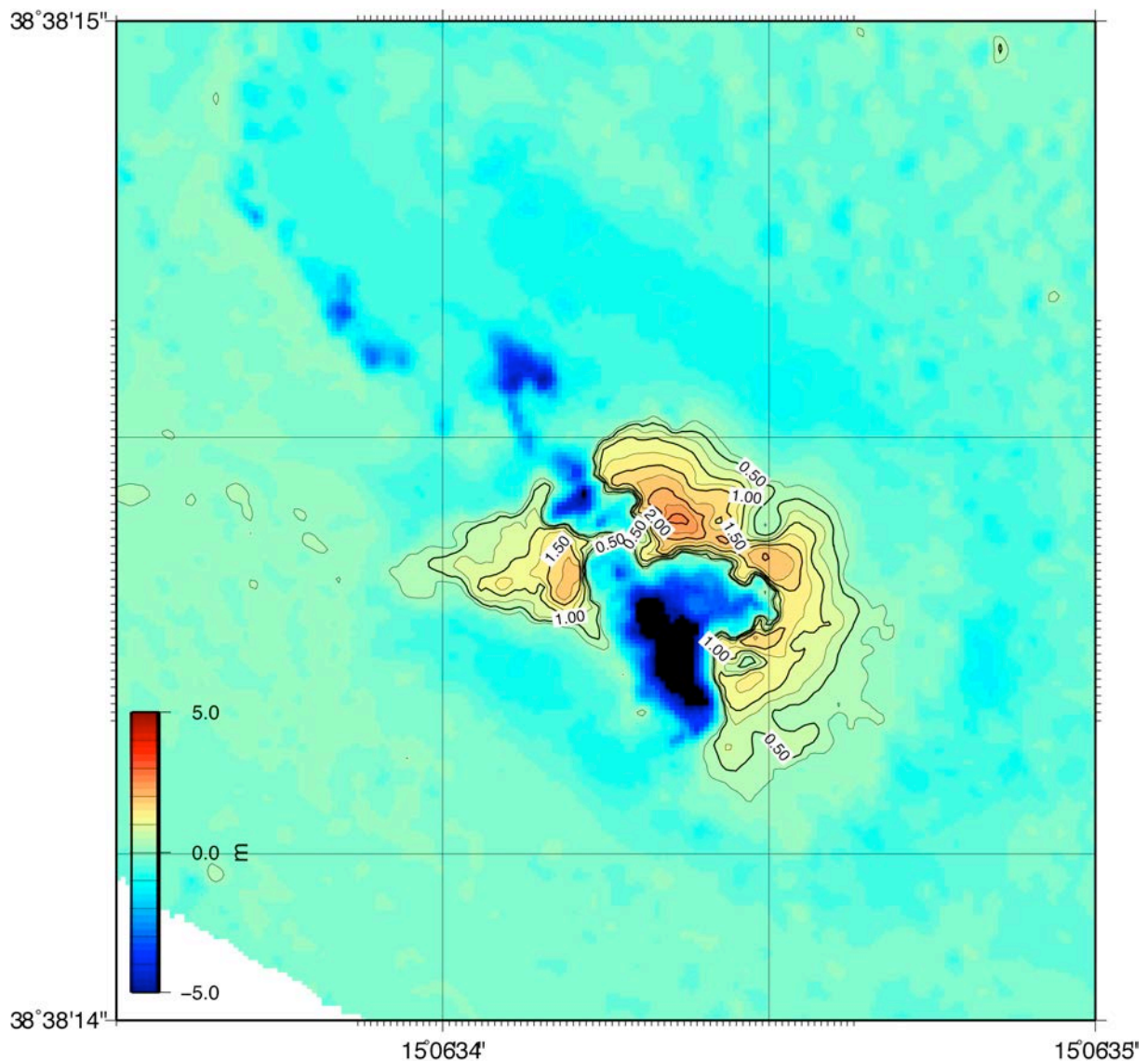


Figura 10. Area PEG1, Bottaro, differenza tra rilievi batimetrici del 2012 e 2002.

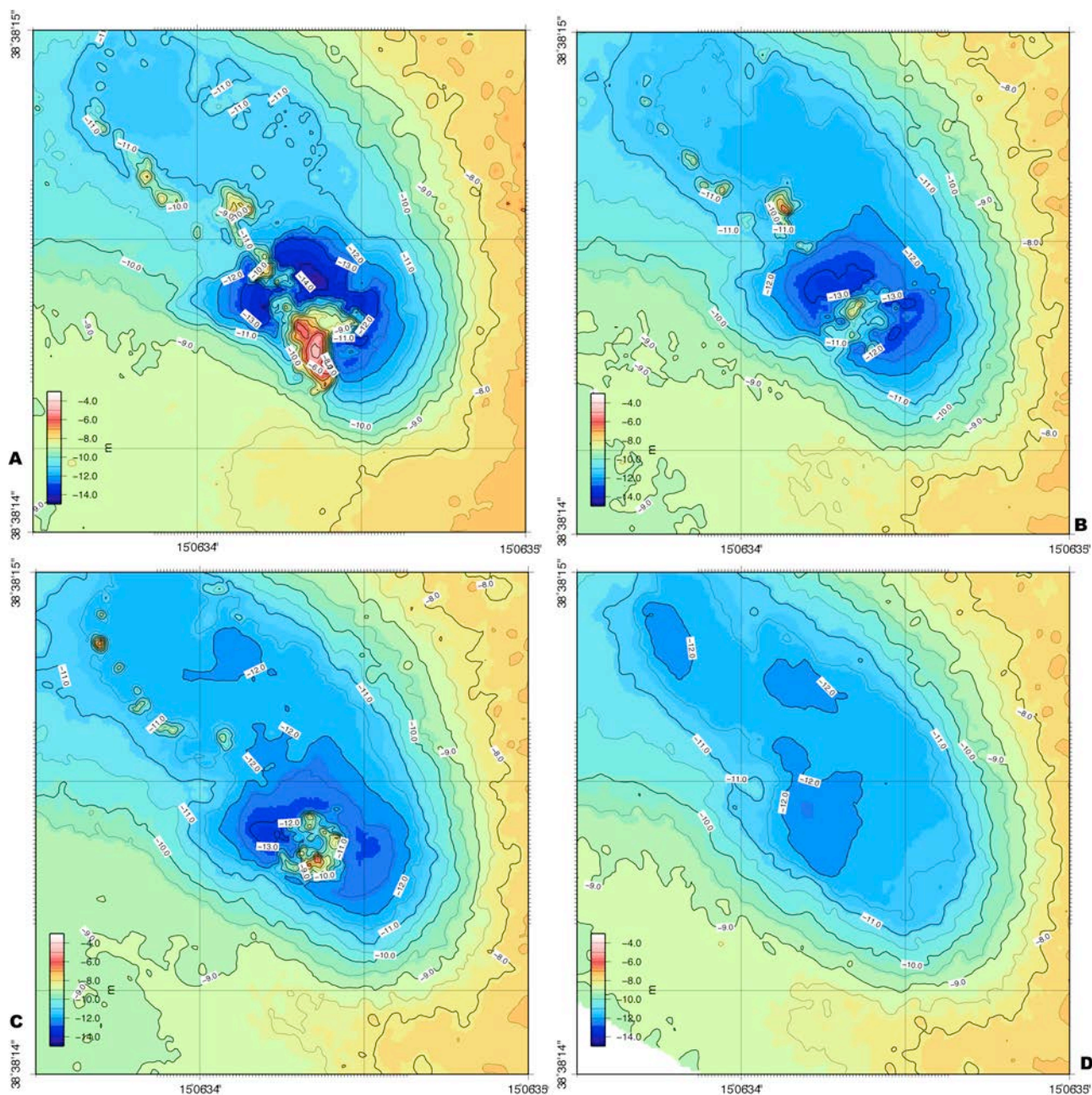


Figura 11. Mappe batimetriche, zona Bottaro. Rilievo 2002-12 (A), 2003-07 (B), 2003-12 (C) e 2012-07 (D). I rilievi 2002 e 2003 sono anche riportati in Aliani et al. [2010].

2.3 Salina

Una volta ultimata la fase di acquisizione dati nelle aree di Stromboli e Panarea, si è sfruttato il rimanente tempo nave per completare rilievi batimetrici e magnetici a Ovest di Panarea, nelle aree di Salina e Secca del Capo. Questi dati vanno ad integrare i rilievi dello stesso tipo realizzati durante le campagne PANSTR10 [Bortoluzzi 2010; Cocchi et al., 2011] e MAVA11, condotte da ISMAR e INGV a bordo della R/V Urania. I dati batimetrici ISMAR e IIM sono stati integrati su un'unica griglia che visualizza, in maniera ottimale dal punto di vista morfologico, la parte profonda della Secca del Capo (figura 12). In figura 12 B si riporta la batimetria in alta risoluzione relativa alla parte sommitale della Secca del Capo acquisita durante la campagna MAVA11 su N/R Urania. I dati magnetometrici raccolti nell'area forniranno ulteriori indicazioni sulla distribuzione dei corpi vulcanici nel settore centrale delle Eolie.

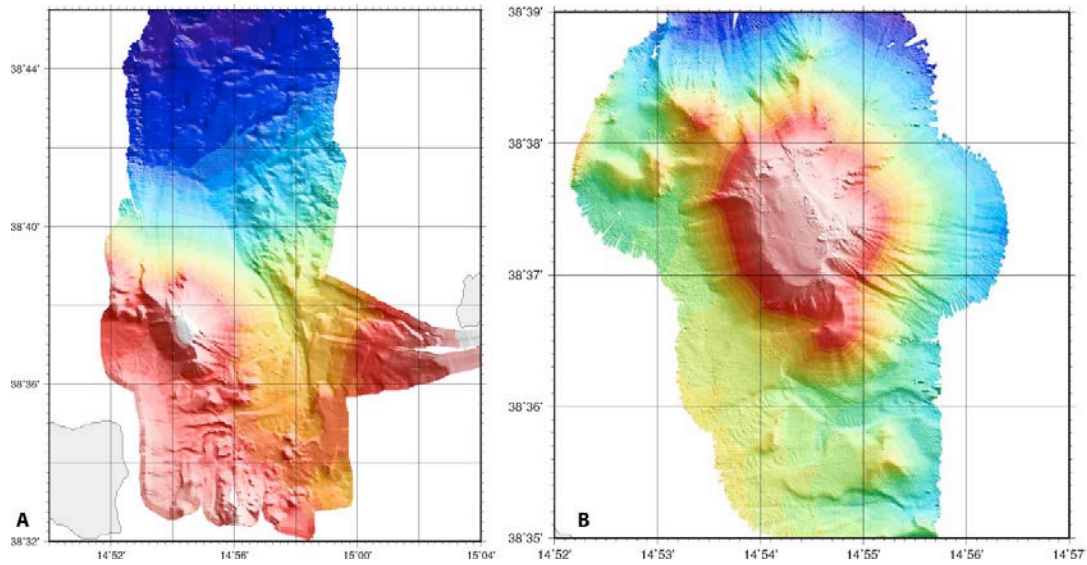


Figura 12. Isola di Salina e Secca del Capo, mappe batimetriche, crociera PANSTR12 (A) e crociera MAVA11 (B).

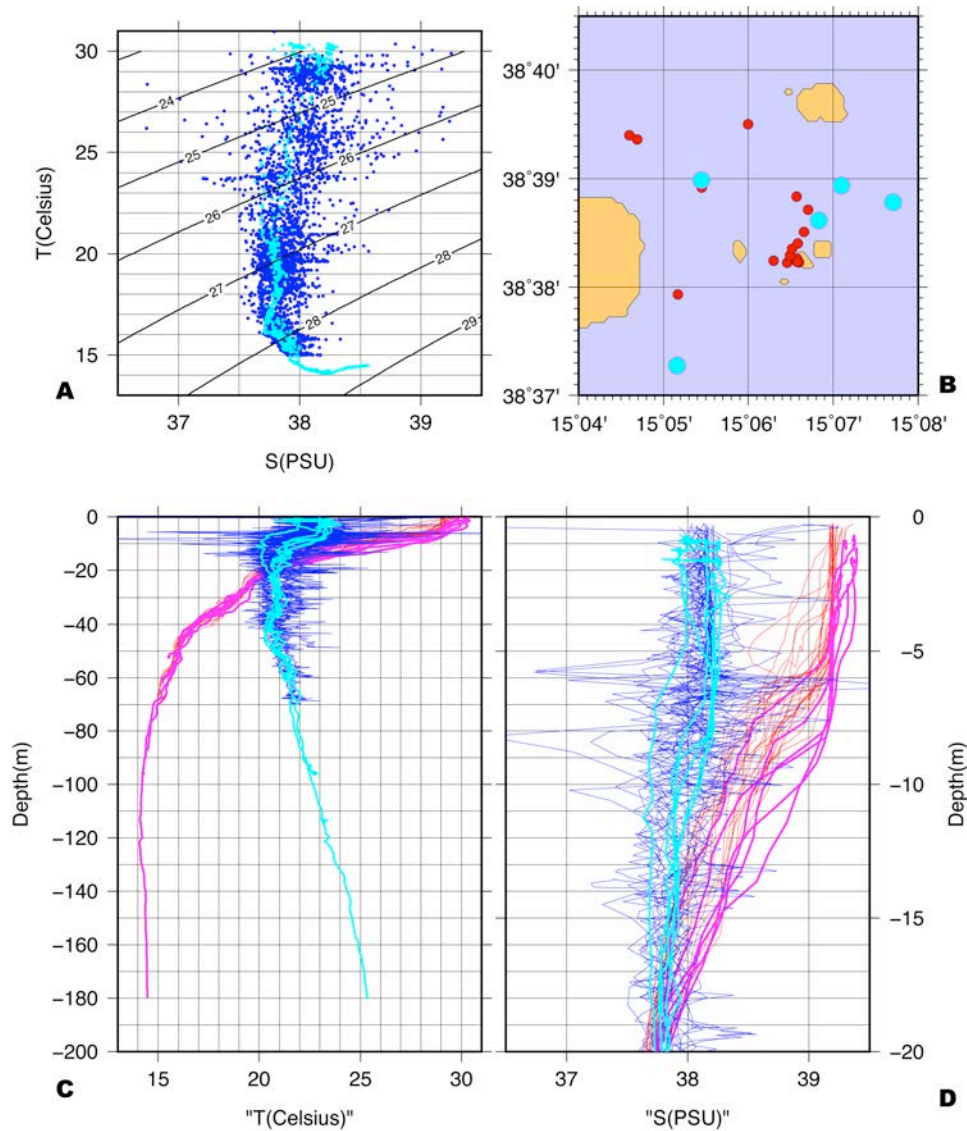


Figura 13. Dati CTD della campagna PANSTR12. Le linee con colore magenta e ciano rappresentano i valori di temperatura e salinità misurate con la sonda Idronaut all'esterno della zona degli 'Scogli'.



Figura 14. Foto dei campioni di sedimento ottenuti da bennate effettuate durante la crociera PANSTR12.

3. Conclusioni

Gli obiettivi previsti per la crociera PANSTR12 sono stati raggiunti ed è stato acquisito un ragguardevole data set di misure geofisiche. Questo rapporto ed i dati da cui è derivato costituiscono un base di confronto con i dati pregressi e un riferimento per studi futuri nel settore.

L'area di studio è stata monitorata osservando cambiamenti rispetto agli anni precedenti dovuti alla dinamica dell'area, confermando la validità delle misure effettuate in precedenti crociere. I dati sono confrontabili con quelli analoghi precedentemente acquisiti. Da un'analisi preliminare dei risultati di questa campagna di misura è possibile individuare alcuni aspetti salienti, su cui sarà opportuno concentrare l'attenzione nelle future attività di ricerca.

I risultati verranno valorizzati a breve in collaborazione fra ISMAR, INGV, IIM in ambito CO.NA.GEM. I dati delle campagne sono stati scambiati fra i gruppi di lavoro con grande profitto e spirito di collaborazione, e si spera in ulteriori indagini coordinate nello specifico di questa area così importante dal punto di vista scientifico e della protezione del rischio, oltreché in altre aree.

Ringraziamenti

Si ringrazia sentitamente l'equipaggio di Nave Aretusa per la conduzione della crociera e la dedizione e professionalità. Il Capitano di Corvetta Paolo Di Ciaccio e il Capitano di Corvetta Erik Biscotti dell'IIM hanno svolto un ruolo fondamentale in ambito CO.NA.GEM. nel favorire lo svolgimento di questa crociera.

Bibliografia

- Aliani S., Bortoluzzi G., Caramanna G., Raffa F. (2010). *Seawater dynamics and environmental settings after november 2002 gas eruption off Bottaro (Panarea, Aeolian Islands, Mediterranean Sea)*. Cont. Shelf Res., 30(12), 1338–1348.
- Anzidei M., Esposito A., Bortoluzzi G., De Giosa F. (2005). *The high resolution map of the exhalative area of Panarea (Aeolian Is., Italy)*. Ann. Geophys., 48(6), 899–921.
- Billi A., Barberi G., Faccenna C., Neri G., Pepe F., Sulli A. (2006). *Tectonics and seismicity of the Tindari Fault System, southern Italy: Crustal deformations at the transition between ongoing contractional*

- and extensional domains located above the edge of a subducting slab. *Tectonics*, 25(TC2006). doi:10.1029/2004TC001763.
- Bortoluzzi, G., Del Bianco F., Maselli V., Riminucci F., Carmisciano C., Cocchi L., Muccini F., Vagni R., Cuffaro M., Palmiotto, C., Rossi, V., Cattafi I., D'Anna, G., Mangano, G., Rapisarda R., Speciale S. (2010). *Report on the gravimetric, magnetometric, bathymetric activities during Cruise PANSTR10 with R/V Urania: Panarea and Stromboli, Aeolian Islands, 2010-02-05 - 2010-02-15*. CNR-ISMAR reports.
- Bortoluzzi G., Aliani A., D'Oriano F., Ligi M., Riminucci F., Carmisciano C., Cocchi L., Muccini F. (2011). *Multidisciplinary investigations at Panarea (Aeolian Islands) after the exhalative crisis of 2002-11-02*. In: E. Brugnoli, G. Cavarretta, S. Mazzola, F. Trincardi, M. Ravaioli and R. Santoleri, *Marine Research at CNR*. CNR. ISSN 2239-5172 Volume DTA/06-2011.
- Bortoluzzi G., Ligi M., Romagnoli C., Cocchi L., Casalbore D., Sgroi T., Caratori Contini F., Cuffaro M., D'Oriano F., Ferrante V., Remia A., Riminucci F. (2010). *Interactions between volcanism and tectonics in the Western Aeolian sector, Southern Tyrrhenian Sea*. *Geophys. J. Int.* doi:DOI: 10.1111/j.1365-246X.2010.04729.x.
- Calvari S., Inguaggiato S., Puglisi G., Ripepe M., Rosi M., (2008). *The Stromboli Volcano: An Integrated Study of the 2002-2003 Eruption*, Geophysical Monograph., 182 American Geophysical Union.
- Caress D. and Chayes D. (2009). *MB-System, Mapping the Seafloor, Software for the Processing and Display of Swath Sonar Data, V5.2*. www.ldeo.columbia.edu/res/pi/MB-System/.
- Chiocci F.L., Romagnoli C., Tommasi P., Bosman A. (2008). *The Stromboli 2002 tsunamigenic submarine slide: characteristics and possible failure mechanisms*. *J. Geophys. Res.*, 113, B10102. doi:10.1029/2007JB005172.
- Cocchi L., Caratori Tontini F., Carmisciano C., Stefanelli P., Anzidei M., Esposito A., Del Negro C., Greco F., Napoli R. (2008). *Looking inside the Panarea Island (Aeolian Archipelago, Italy) by gravity and magnetic data*. *Ann. Geophys.*, 51(1), 25–38.
- Cocchi L., Bortoluzzi G., Muccini F., Carmisciano C., Cuffaro M., Romagnoli C. (2011). *High resolution sea-surface magnetic and gravity surveys of Panarea and Stromboli system: preliminary results of PANSTR-2010 cruise. AGU Fall Meeting 2011*. American Geophysical Union. Abstract #GP41A-0994.
- D'Agostino N. and Selvaggi G. (2004). *Crustal motion along the Eurasia-Nubia plate boundary in the Calabrian Arc and Sicily and active extension in the Messina Straits from GPS measurements*. *J. Geophys. Res.*, 109, B11402. doi:10.1029/2004JB002998.
- Malinverno A. and Ryan W.B.F. (1986) *Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by sinking of the lithosphere*. *Tectonics*, 5, 227-245.
- Manini E., Luna G.M., Corinaldesi C., Zeppilli D., Bortoluzzi G., Caramanna G., Raffa F., Danovaro R. (2008). *Prokaryote Diversity and Virus Abundance in Shallow Hydrothermal Vents of the Mediterranean Sea (Panarea Island) and the Pacific Ocean (North Sulawesi-Indonesia)*. *Microbial Ecol.*, 55(4), 626–639.
- Marani M.P., Gamberi F., Bortoluzzi G., Carrara G., Ligi M., Penitenti D. (2004). *Tyrrhenian Sea Bathymetry*. In M.P. Marani, F. Gamberi and E. Bonatti, *From seafloor to deep mantle: architecture of the Tyrrhenian backarc basin*, 44 *Mem. Descr. Carta Geologica d'Italia*, 1–195. APAT.
- Marani M.P., Gamberi F., Rosi M., Bertagnini A., Di Roberto A. (2008). *Subaqueous density flow processes and deposits of an island volcano landslide (Stromboli island, Italy)*. *Sedimentology*, 56(5), 1488–1504. doi:10.1111/j.1365-3091.2008.01043.x.
- McGinnis D., Beaubien S., Bigalke N., Bryant L., Celussi M., Comici C., De Vittor C., Feldens P., Giani M., Karuza A., Schneider V., Deimling J. (2011). *The Panarea natural CO₂ seeps: fate and impact of the leaking gas (PaCO₂)*. IFM-GEOMAR Kiel, Germany. Eurofleets Cruise Report U10/2011.
- Neri G., Barberi G., Orecchio B., Mostaccio A. (2003). *Seismic strain and seismogenic stress regimes in the crust of the southern Tyrrhenian region*. *Earth Planet. Sc. Lett.*, 213, 97–112.
- Romagnoli C., Bortoluzzi G., Bosman A., Casalbore D., Chiocci F., D'Oriano F., Gamberi F., Ligi M. and Marani M (2013). *Bathy- morphological setting of the Aeolian Arc*. In F. Lucchi, A. Peccerillo, J. Keller, C. Tranne and P. Rossi eds, *Geology of the Aeolian Islands (Italy)*. Geological Society of London. *Memoirs*, in press.
- Serpelloni E., Vannucci G., Pondrelli S., Argnani A., Casula G., Anzidei M., Baldi P., Gasperini P. (2007). *Kinematics of the Western Africa-Eurasia plate boundary from focal mechanisms and GPS data*. *Geophys.J.Int.*, 169, 180–200.
- Wessel P. and Smith W.H.F. (1998). *New, improved version of the Generic Mapping Tools released*, *EOS Trans. AGU*, 79, 579.

A. Sommario della crociera

| | |
|---------------------------|--|
| Vettore navale | Nave Aretusa |
| Inizio | 2012-06-30 Porto: Milazzo |
| Fine | 2012-07-14 Porto: Augusta |
| Mare | Mare Tirreno |
| Limiti | NORD: 38°30', SUD: 38°55'; OVEST: 14°50', EST: 15°20' |
| Obiettivi | Verifica emissioni gassose, studio anomalie batimetriche, studio anomalie magnetiche, studio anomalie idrologiche |
| Coordinamento | CO.NA.GEM. |
| Capo Spedizione | T.V. Alessandro De Lucia |
| Discipline | batimetria multibeam, magnetometria, oceanografia fisica, campionamento fondo |
| Attività espletata | ~ 130 KM2 multibeam, ~ 400 Km magnetometria alta risoluzione a Stromboli, ~ 80 Km magnetometria alta risoluzione a Panarea, ~ 135 Km magnetometria a Salina, 15 CALATE CTD, 10 BENNE |

Tabella 1. PANSTR 12, sommario di crociera.

| PARTECIPANTE | ISTITUTO | COMPETENZE |
|---|--------------|-------------------------|
| T.V. Alessandro De Lucia | Nave Aretusa | Comandante |
| T.V. Idr. Fabio Marziani | Nave Aretusa | C.Componente Operazioni |
| 1° M.Ilo Idr. Alberto Niccolini | Nave Aretusa | Capo Nucleo Idrografico |
| 2° C. Idr. Massimo Di Fava | Nave Aretusa | Sott.le Idrografo |
| C° 2 ^a Cl. Idr. Armando Zeppetella | Nave Aretusa | Sott.le Idrografo |
| 2° C. Alberto Pini | Nave Aretusa | Add.comp.marinaresca |
| Com. 1 ^a Cl. Marco Augelloni | Nave Aretusa | Add.comp.marinaresca |
| Luca Cocchi | INGV | Ricercatore |
| Filippo Muccini | INGV | Ricercatore |
| Giovanni Bortoluzzi | ISMAR-BO | Tecnico |
| Matteo Guideri | IIM | Capo Nucleo Studi |

Tabella 2. PANSTR 12, equipaggio tecnico scientifico operante a bordo durante la campagna.

| Strumento | Costruttore | Modello | Istituto |
|--------------|------------------|---------|----------------|
| MULTIBEAM | Kongsberg-Simrad | EM3002 | IIM |
| MULTIBEAM | Kongsberg-Simrad | EM300 | IIM |
| MAGNETOMETRO | Marine Magnetics | SeaSpy | ISMAR-BO, INGV |
| GPS | OMNISTAR | | INGV-SP |
| CTD | SEA BIRD | SBE19 | ISMAR-SP |
| CTD | IDRONAUT | | IIM |
| BENNE | Autocostruite | | IIM |

Tabella 3. Strumentazione utilizzata durante la campagna PANSTR12.

| DATA | OPERAZIONI |
|------------------|---|
| 2012-06-30 | Mobilizzazione a Milazzo |
| 2012-07-01 | Test e preparazione strumentazione |
| 2012-07-02 | Partenza da Milazzo ore 08:00, direzione Stromboli. Profili magnetometrici Idrobarca |
| 2012-07-03 | Profili magnetometrici Idrobarca |
| 2012-07-04 | Profili magnetometrici Nave |
| 2012-07-05 | Profili magnetometrici Nave |
| 2012-07-06/07/08 | Sosta a Milazzo |
| 2012-07-09 | Partenza da Milazzo 10:00 locali, direzione Panarea. Profili magnetometrici e multibeam a E Lische con Idrobarca. |
| 2012-07-10 | Profili magnetometrici e multibeam con Idrobarca. La notte profili magnetometrici e multibeam a O Panarea. |
| 2012-07-11 | Indagine emissioni gassose con Multibeam Idrobarca. La notte profili magnetometrici e multibeam a E Salina, Secca del Capo. |
| 2012-07-12 | CTD con Idrobarca zona Bottaro, CTD e bennate con Nave Aretusa . |
| 2012-07-13 | CTD con Idrobarca zona Bottaro |
| 2012-07-14 | Smobilizzazione ad Augusta. Partenza per Bologna ore 15:15. |
| 2012-07-14 | Rientro a Bologna ore 10:00. |

Tabella 4. Diario delle operazioni durante la campagna.

B. CTD e campioni di fondo

| LONGITUDE | LATITUDE | DATA | TEMPO | PROF | STAZIONE | NOTE |
|-----------|-----------|------------|----------|--------|---------------------|---------------------|
| 15.090789 | 38.649719 | 2012-07-11 | 15:42:37 | -64.4 | CAST1 | IDRONAUT Aretusa |
| 15.118311 | 38.648911 | 2012-07-11 | 16:29:27 | -70.1 | CAST2 | IDRONAUT Aretusa |
| 15.128411 | 38.646311 | 2012-07-11 | 16:58:44 | -109.7 | CAST3 | IDRONAUT Aretusa |
| 15.133531 | 38.630481 | 2012-07-11 | 17:29:41 | 0.0 | CAST4 | IDRONAUT Aretusa |
| 15.086039 | 38.621250 | 2012-07-11 | 18:16:03 | -74.7 | CAST5 | IDRONAUT Aretusa |
| 15.113869 | 38.643539 | 2012-07-11 | 19:09:49 | -44.0 | CAST6 | IDRONAUT Aretusa |
| 15.109583 | 38.637333 | 2012-07-12 | 05:31:40 | -10.0 | PEG1 CAST00 | SBE19 Idrobarca |
| 15.110000 | 38.637083 | 2012-07-12 | 05:34:40 | -10.1 | PEG1-SE CAST01 | SBE19 Idrobarca |
| 15.108972 | 38.637569 | 2012-07-12 | 05:37:37 | -4.7 | PEG1-NW CAST02 | SBE19 Idrobarca |
| 15.109583 | 38.637653 | 2012-07-12 | 05:46:04 | -6.1 | PEG1-NNE CAST03 | SBE19 Idrobarca |
| 15.109667 | 38.637139 | 2012-07-12 | 05:47:51 | -7.2 | PEG1-SSW CAST04 | SBE19 Idrobarca |
| 15.105000 | 38.637333 | 2012-07-12 | 05:53:19 | -21.0 | BP CAST05 | SBE19 Idrobarca |
| 15.107639 | 38.637056 | 2012-07-12 | 06:00:00 | -8.9 | BP-PEG1 CAST06 | SBE19 Idrobarca |
| 15.108194 | 38.638194 | 2012-07-12 | 06:03:03 | -10.0 | BP-PEG2-1 CAST07 | SBE19 Idrobarca |
| 15.108611 | 38.639167 | 2012-07-12 | 06:05:38 | -10.3 | BP-PEG2-2 CAST08 | SBE19 Idrobarca |
| 15.109722 | 38.640000 | 2012-07-12 | 06:08:49 | -14.2 | PEG2 CAST09 | SBE19 Idrobarca |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|------------|----------|-------|---------------------|--------------------|
| 15.110972 | 38.641806 | 2012-07-12 | 06:13:22 | -27.2 | N_PEG2CAST10 | SBE19 Idrobarca |
| 15.111722 | 38.645222 | 2012-07-12 | 06:18:11 | -48.6 | NN_PEG2_CAST11 | SBE19 Idrobarca |
| 15.109444 | 38.647222 | 2012-07-12 | 09:42:55 | -49.0 | GR1-1145B CAST12 | SBE19 Aretusa |
| 15.100000 | 38.658333 | 2012-07-12 | 10:43:20 | -67.5 | GR3-1313B CAST13 | SBE19 Aretusa |
| 15.090833 | 38.648611 | 2012-07-12 | 12:19:54 | -59.9 | GR4-1423B CAST14 | SBE19 Aretusa |
| 15.076667 | 38.656667 | 2012-07-12 | 12:53:04 | -69.9 | GR5 | SBE19 Aretusa |
| 15.078167 | 38.655983 | 2012-07-12 | 13:30:20 | -67.9 | GR6-1535B CAST16 | SBE19 Aretusa |
| 15.086167 | 38.632137 | 2012-07-12 | 14:22:08 | -32.5 | GR7-1625B CAST17 | SBE19 Aretusa |

Tabella 5. Dati posizionamento CTD, crociera PANSTR12.

| LONGITUDE | LATITUDE | DATA | TEMPO | PROF | STAZIONE | NOTE |
|-----------|-----------|------------|----------|-------|-----------------------|-------------------|
| 15.109444 | 38.647222 | 2012-07-12 | 09:42:55 | -49.0 | GR1-1145B CAST12 | CAMPIONI BENNA |
| 15.105556 | 38.654722 | 2012-07-12 | 08:10:00 | -80.0 | GR2-1210B | CAMPIONI BENNA |
| 15.100000 | 38.658333 | 2012-07-12 | 10:43:20 | -67.5 | GR3-1313B CAST13 | CAMPIONI BENNA |
| 15.090833 | 38.648611 | 2012-07-12 | 12:19:54 | -59.9 | GR4-1423B CAST14 | CAMPIONI BENNA |
| 15.076667 | 38.656667 | 2012-07-12 | 12:53:04 | -69.9 | GR5 | CAMPIONI BENNA |
| 15.078167 | 38.655983 | 2012-07-12 | 13:30:20 | -67.9 | GR6-1535B - CAST16 | CAMPIONI BENNA |
| 15.086767 | 38.632167 | 2012-07-12 | 14:22:08 | -32.5 | GR7-1625B CAST17 | CAMPIONI BENNA |

Tabella 6. Dati posizionamento campioni di fondo (benne), crociera PANSTR12.

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2013 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia