



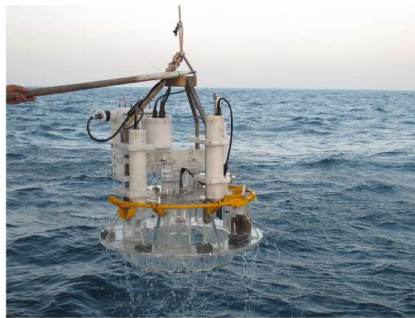
**CONSIGLIO NAZIONALE RICERCHE
ISTITUTO DI SCIENZE MARINE**



**PROGETTO CASE
RAPPORTO CROCIERA R/V URANIA CASE3 - 2011-01-29 2011-02-07**

Federico Spagnoli¹, Giuseppe Caccamo¹,
Giovanni Bortoluzzi², Patrizia Giordano², Fabio Zaffagnini²,
Massimo Franchi³,
Annamaria Andresini¹, Elisa Ghetti⁴, Tomasa Sbaffi⁴,
Eva Turicchia⁵, Chedy Vada⁵, Laura Borgognoni⁵, Antonella Stagliano⁵,
Claudio Vannini⁶, Franco Lanini⁶

1. CNR, Istituto di Scienze Marine, Ancona, Italy
2. CNR, Istituto di Scienze Marine, Bologna, Italy
3. CNR, Istituto di Scienze Marine, Lesina, Italy
4. UNIVPM, Ancona, Italy,
5. UNIBO, Bologna, Italy
6. RSE, Milano, Italy



Camera Bentica



RAPPORTO CROCIERA R/V URANIA CASE3 - 2011-01-29 2011-02-07

Ancona, Febbraio 2011

DICHIARAZIONE DI NON RESPONSABILITA'

Molte delle designazioni usate da produttori e venditori per promuovere i loro prodotti sono considerati Marchi Commerciali. Quando tali designazioni appaiono nel Rapporto e ISMAR e' a conoscenza di cio' la designazione e' a lettere capitali. Inoltre, essi sono anche riportati nella tabella degli Acronimi. Nulla in questo documento implica raccomandazioni o dichiarazioni positive o negative sui prodotti presentati e utilizzati.

I dati presentati in questo rapporto sono di proprieta' del CNR e del progetto. Il loro utilizzo non coordinato o autorizzato e' considerato fraudolento.

ISMAR-CNR Catalogazione pubblicazione: RAPPORTO CROCIERA R/V URANIA CASE3 - 2011-01-29 2011-02-07

di Federico Spagnoli, Giuseppe Caccamo, Giovanni Bortoluzzi, Patrizia Giordano, Fabio Zaffagnini, Massimo Franchi, Annamaria Andresini, Elisa Ghetti, Tomasa Sbaffi, Eva Turicchia⁵, Chedy Vada⁵, Laura Borgognoni, Antonella Stagliano, Claudio Vannini, Franco Lanini

Include Riferimenti bibliografici e indici

1. Flussi acqua/sedimento 2. Geochimica 3. Campionamenti fondo mare 4. Morfobatimetria 5. CHIRP 6. Oceanografia e Boe Meteoceanografiche

Abstract -

A summary of methodologies, technical details and ship-board results of the CASE3 geochemical, geophysical, geological and oceanographical survey in the N. Adriatic with R/V *Urania* is presented.

Sommario -

Vengono presentate le attivita' geochimiche, oceanografiche, geologiche e geofisiche della campagna in N. Adriatico CASE3 con la R/V *Urania*.

Prodotto da ISMAR-CNR da documento 'camera-ready' degli Autori.

Disponibile nei formati HTML and PDF. Disponibile anche in altri formati, a richiesta.
Di seguito il link alla copia del documento (LATEX).

Copyright © 2011 di ISMAR-CNR, Sedi di Ancona e Bologna.

Note di produzione - Il documento e' stato scritto con editor di testo, e composto tipograficamente con il pacchetto L^AT_EX. Lo stesso codice e' stato usato per generare files Postscript e PDF, in un ambiente LINUX, usando software con licenza GNU-GPL.

Indice

1	SOMMARIO DELLA CROCIERA	5
2	INTRODUZIONE	8
2.1	Obiettivi	8
2.2	Inquadramenti Biogeochimico, Geologico e Oceanografico	9
3	MATERIALI E METODI	12
3.1	Navigazione e Batimetria multifascio	12
3.2	CTD	12
3.3	CHIRP SBP	12
3.4	Camera Bentica automatica	13
3.5	Trattamento campioni Camera Bentica e di fondo	13
3.6	ADCP	15
3.7	ROV	15
3.8	Cartografia e miscellanea	15
4	RISULTATI PRELIMINARI	15
4.1	Stazioni di Campionamento con Camera Bentica	15
4.2	Boe Meteoceanografiche	15
4.3	Dati CTD	15
4.4	CHIRP e Batimetria Multifascio	15
5	CONCLUSIONI	27
6	APPENDICE	31

Elenco delle figure

1	Navigazione durante la crociera CASE3	6
2	Inquadramento del Mare Adriatico.	11
3	R/V <i>Urania</i>	12
4	Camera bentica automatica RSE/ISMAR.	14
5	Carotiere Acqua/Sedimento SW104 Brevetto ISMAR per fondali a sedimento fine.	16
6	Sequenze di estrusione e suddivisione carote.	17
7	ROV G.E.I. Pollux.	18
8	Stazione CB 5C/1, CASE3.	19
9	Stazione CB 8A, CASE3.	20
10	Stazione CB 3A, CASE3.	21
11	Stazione CB 2E, CASE3.	22
12	Stazione CB 18C, CASE3.	23
13	Dati CTD durante la crociera CASE3.	24
14	Area a 'pockmark'? Campagna CASE3.	25
15	Relitto M/n Anni. Campagna CASE3.	25
16	Esempio di dato CHIRP, Campagna CASE3.	26
17	Esempio di dato CHIRP, Campagna CASE3.	26

Elenco delle tabelle

1	Sommario della crociera.	5
2	Equipaggio tecnico scientifico	5
3	Acronimi di Organizzazioni, Produttori e prodotti.	7
4	'Offsets' del sistema PDS2000 R/V <i>Urania</i>	13
5	'Offsets' del sistema Kongsberg EM-710 R/V <i>Urania</i>	13
6	Operazioni in mare (stazioni bentiche), CASE3 con R/V <i>Urania</i>	31
7	Estrusione e descrizione Carota 18C.	33
8	Estrusione e descrizione Carota 3A.	35
9	Estrusione e descrizione Carota 8A.	37
10	Estrusione e descrizione Carota 2E.	39
11	Estrusione e descrizione Carota 5C_1.	41
12	Estrusione e descrizione Carota 8A_1.	43
13	Estrusione e descrizione Carota 2E_2.	44
14	Estrusione e descrizione Carota 5C_2.	45
15	Stazioni CTD CASE3 con R/V <i>Urania</i>	47
16	Diario delle operazioni	49

1. SOMMARIO DELLA CROCIERA

NAVE	R/V <i>Urania</i>
INIZIO	2011-01-29 PORT: Ancona
FINE	2011-02-07 PORT: Ancona
MARE/OCEANO	Adriatico Settentrionale
LIMITI	NORD: 45.10 SUD: 44.75 OVEST: 12.35 EST: 13.35
OBIETTIVI	Flussi acqua/sedimento, Oceanografia, Campionamento, Morfobatimetria, Sismica a riflessione
COORDINAMENTO	ISMAR-CNR Ancona
CAPO SPEDIZIONE	Federico Spagnoli
CONTATTO	F.Spagnoli@ismar.cnr.it
DISCIPLINE	Geochimica, Oceanografia Fisica, Modelli, multibeam, CHIRP, campionamenti
LAVORO EFFETTUATO	6 CALATE CAMERE BENTICHE, 78 CALATE CTD, 14 CAROTE ACQUA/SEDIMENTO, ~1300 KM CHIRP SBP E BATIMETRIA MULTIFASCIO

Tabella 1: Sommario della crociera.

PARTECIPANTE	ORGANIZZAZIONE	RUOLO	tel & email & www
Federico Spagnoli	ISMAR, Ancona	Capo Spedizione	F.Spagnoli@ismar.cnr.it
Giuseppe Caccamo	ISMAR, Ancona	tecnico	G.Caccamo@ismar.cnr.it
Patrizia Giordano	ISMAR, Bologna	ricercatore	P.Giordano@ismar.cnr.it
Giovanni Bortoluzzi	ISMAR, Bologna	tecnico	G.Bortoluzzi@ismar.cnr.it
Massimo Franchi	ISMAR, Lesina	tecnico	M.Franchi@ismar.cnr.it
Fabio Zaffagnini	ISMAR, Bologna	ricercatore	F.Zaffagnini@bo.ismar.cnr.it
Annamaria Andresini	ISMAR, Ancona	ricercatore	a.andresini@libero.it
Claudio Vannini	RSE	ricercatore	claudio.vannini@rse-web.it
Franco Lanini	RSE	ricercatore	franco.lanini@rse-web.it
Annamaria Andresini	ISMAR, Ancona	ricercatore	a.andresini@libero.it
Eva Turicchia	UNIBO	studente	turice01@yahoo.com
Laura Borgognoni	UNIBO	studente	laura_1987@hotmail.it
Antonella Stagliano	UNIBO	studente	lella837@hotmail.com
Chedy Vada	UNIBO	studente	chedy.vada@studio.unibo.it
Elisa Ghetti	UNIVPM	studente	elisa.ghetti@alice.it
Tomasa Sbaffi	UNIVPM	studente	tomasa.sbaffi@gmail.com

Tabella 2: Equipaggio tecnico scientifico

RINGRAZIAMENTI

Siamo grati al comandante e all'equipaggio della R/V *Urania*, per la professionalità, competenza e dedizione. Si ringraziano anche i tecnici SOPROMAR Alessio Cesari e Andrej Diaconov.

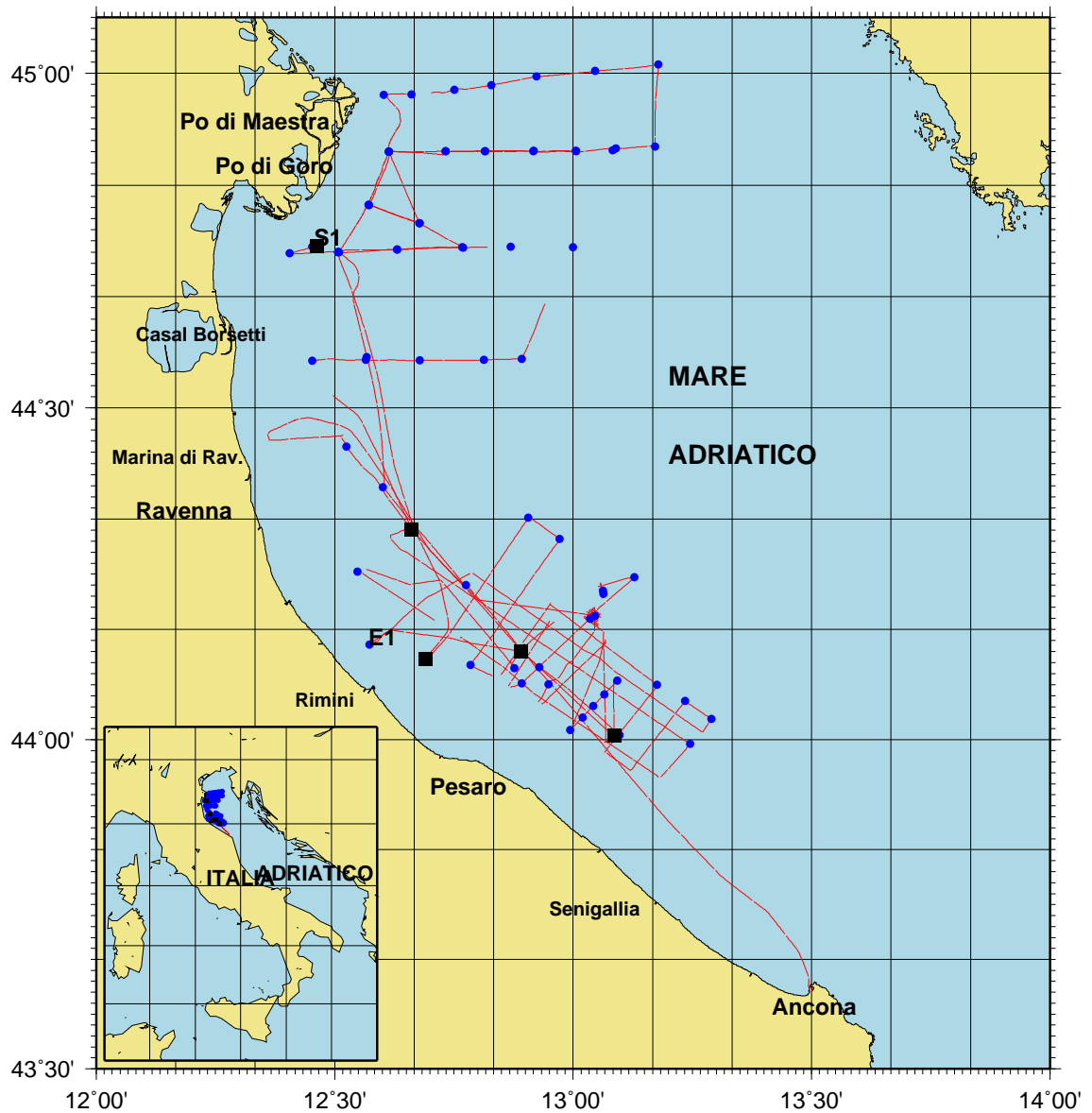


Figura 1: Navigazione generale durante la crociera CASE3. I quadrati neri sono i campionamenti di fondo. I cerchi pieni sono le stazioni CTD.

ACRONYM	DESCRIPTION	URL-email
CNR ISMAR RSE	Consiglio Nazionale Delle Ricerche Istituto di Scienze Marine Ricerca sul Sistema Energetico	www.cnr.it www.ismar.cnr.it www.rse-web.it
PDS-2000 SBE SIPPICAN BENTHOS SWAN-PRO GLOBALMAPPER	RESON Sea Bird Electronics Sippican Corp. Teledyne Benthos Communication Technology Globalmapper	www.reson.com/sw1738.asp www.seabird.com www.sippican.com www.benthos.com www.comm-tec.com www.globalmapper.com
MBSYSTEM SU GMT	MB System Seismic Unix Generic Mapping Tool	www.ldeo.columbia.edu/res/pi/MB-System www.cwp.mines.edu/cwpcodes gmt.soest.hawaii.edu/gmt
MBES SBP SVP CTD TOC DIC GPS-DGPS-RTK DTM	Multibeam Echosounder System Sub Bottom Profiling Sound Velocity Profile Conductivity/Temperature/Depth Total Organic Carbon Dissolved Inorganic Carbon Global Positioning System Digital Terrain Model	samadhi.jpl.nasa.gov en.wikipedia.org

Tabella 3: Acronimi di Organizzazioni, Produttori e prodotti.

2. INTRODUZIONE

La crociera CASE3, coordinata dall' ISMAR CNR di Ancona, e' stata programmata, a seguito di altre campagne simili negli anni precedenti, per completare la caratterizzazione geochimica ed ambientale di aree marine, nonche' per valutare le migliori strategie di monitoraggio e impatto ad essa collegate, tramite misure dirette ed indirette dei flussi alle interfacce.

Nell'economia generale della crociera CASE3 si sono anche pianificate indagini geofisiche sul fondo e sottofondo e dati fisici e biogeochimici sulla colonna d'acqua, tramite la ripetizione di transetti 'storici' (Venezia, Adige, Po-Rovigno, Casal Borsetti, Ravenna, Rimini, e altri)

Inoltre, era prevista attivita' di verifica delle due boe E1 e S1.

Di seguito vengono riportate le attivita' a bordo durante la campagna CASE3, includendo anche la descrizione della nave, tecnologie scientifiche e loro utilizzo, assieme a dettagli sulle impostazioni, prestazioni e la presentazione di risultati preliminari.

2.1. Obiettivi

Obiettivo principale della ricerca e' la caratterizzazione biogeochimica e sedimentologica di un'area marina, e la determinazione dei valori di base naturali dei flussi bentici di CO₂ disciolta, DIC e alcalinita' totale e di sostanze connesse nonche' lo studio dei processi di diagenesi precoce che originano tali flussi.

Ulteriori obiettivi sono:

- 1 mettere a punto, sulla base delle caratteristiche geologiche e geochimiche del fondale marino, una metodologia di monitoraggio statisticamente e scientificamente attendibile;
- 2 valutare le prestazioni funzionali di differenti sistemi di monitoraggio (camere bentiche, incubazioni in laboratorio, microprofilatori, microoptode, ecc.);
- 3 comparare differenti metodologie chimiche per la misura delle concentrazioni di CO₂ disciolta e DIC e confrontare simili tecniche analitiche per le altre due specie chimiche che caratterizzano il sistema carbonato (pH, alcalinita') nelle acque di mare.

La campagna CASE3 che si e' svolta dal 29 Gennaio al 7 febbraio 2011 in una zona del Mar Adriatico settentrionale prospiciente la regione Emilia-Romagna, e' stata finalizzata (a) alla misura diretta dei flussi all'interfaccia acqua-sedimento in condizioni invernali, nonche' allo studio dei processi di diagenesi precoce che generano tali flussi, dei seguenti parametri: CO₂ disciolta, DIC, alcalinita' totale, NH₃, NO₂, NO₃, PO₄, Si(OH)₄, O₂, Fe, Mn, al fine di definirne i valori di flusso di fondo naturali, e (b) alla determinazione dell'origine (biogenica o fossile) della CO₂ disciolta, attraverso la misura del rapporto degli isotopi stabili e radioattivi del carbonio nel DIC ($\delta^{13}C_{DIC}$, $\Delta^{14}C_{DIC}$). I flussi bentici sono stati misurati mediante la deposizione sul fondale marino di una camera bentica automatica, per un periodo di circa 8 ore. I campioni di acqua prelevati all'interno della camera bentica in tempi prefissati, sono stati analizzati in parte direttamente a bordo della nave (CO₂ disciolta, alcalinita' totale e DIC) e, in parte, successivamente in laboratorio (DIC, alcalinita' totale, NH₃, NO₂, NO₃, PO₄, Si(OH)₄, SO₄, Cl, Fe, Mn, Ca, Mg, Cs e $\delta^{13}C_{DIC}$, $\Delta^{14}C_{DIC}$).

Durante il periodo di permanenza della camera bentica sul fondale marino, sono stati acquisiti, automaticamente, i valori dei principali parametri chimico-fisici (T, Eh, O₂, pH, salinita') dell'acqua incubata nella camera, al fine di seguirne l'evoluzione durante la misura.

I processi di diagenesi precoce sono stati studiati mediante il prelievo di carote di sedimento a diverse profondita' che sono state estruse direttamente a bordo della nave in atmosfera inerte (N₂), per la separazione (mediante centrifugazione e filtrazione) delle acque interstiziali dalla fase solida, previa misura del pH e dell'Eh nelle varie frazioni raccolte. Sui campioni di solido centrifugati, saranno analizzati, successivamente in laboratorio, i seguenti parametri: contenuto di acqua, carbonio totale (TC) ed organico (TOC), azoto totale (TN), granulometria, porosita', $\delta^{13}C_{SOM}$ e $\delta^{15}N_{SOM}$; mentre, sulle acque interstiziali, saranno analizzati: NH₃, NO₂, NO₃, PO₄, Si(OH)₄, SO₄, Cl⁻, DIC, alcalinita' totale, Fe, Mn, Ca e Mg.

Sono stati inoltre acquisiti dati di CHIRP SBP e batimetria multifascio ad alta risoluzione per caratterizzare l'area dal punto di vista geologico e ambientale, oltre a dati fisici e biogeochimici nella colonna d'acqua mediante calate CTD.

2.2. Inquadramenti Biogeochimico, Geologico e Oceanografico

Come è noto l'Adriatico settentrionale, soprattutto per effetto dei venti freddi provenienti dal quadrante di NE, è in inverno una zona di formazione di acqua densa destinata a fluire nell'acqua di fondo del Mediterraneo. A questo processo, climaticamente sensibile, sono legati diversi effetti 'benefici' quali: il rimescolamento della colonna d'acqua e il ripristino dei nutrienti nello strato superficiale, il rinnovo dell'acqua di fondo nelle fosse adriatiche, la cattura per 'solubility pump' di CO₂ atmosferica e sua subduzione nello strato profondo, richiamo di acqua 'nuova' da sud, contributo al trasporto, infine, oltre la sella di Otranto, di sostanze prodottesi nei processi biogeochimici avvenuti nel bacino. Proprio sotto quest'ultimo profilo, il nord Adriatico presenta una altra interessante caratteristica: l'alta produzione primaria che si verifica normalmente alla fine dell'inverno (febbraio), prima dell'instaurarsi della stratificazione estiva. Quest'ultima caratteristica fa ipotizzare, almeno nel periodo febbraio-marzo, la presenza di una efficiente 'biological pump' per la CO₂ che si affiancherebbe così alla sopra menzionata 'solubility pump'. Formazione di acqua densa, alta produzione primaria, zona di piattaforma, sono le tre caratteristiche canoniche che candidano un'area a 'Continental Shelf Pump'.

Processi biogeochimici

I processi di dissoluzione e/o precipitazione dei carbonati ($\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$) svolgono un ruolo importante sulla chimica del carbonio negli ambienti marini e, a grande scala, nel regolare le concentrazioni della CO₂ atmosferica. Nel tentativo di comprendere le cause delle variazioni nei tassi di accumulo dei carbonati molti sforzi, negli anni passati, sono stati indirizzati ad ottenere stime di produzione primaria assumendo che, al di sopra del lisocline, tali variazioni fossero attribuibili esclusivamente a variazioni di produttività nella colonna d'acqua. Studi recenti sui fondali marini al di sopra del lisocline (Jahnke & Jahnke, 2004; Emerson & Bender, 1981; Martin & Sayles, 1996) hanno dimostrato che la dissoluzione dei carbonati, negli ambienti marini in cui non si raggiunge la profondità di compensazione dei carbonati all'interfaccia acqua-sedimento, è guidata da processi di 'dissoluzione inorganica', ossia sottosaturazione nelle acque interstiziali, dovuta ad uno scambio di soluti con acque di fondo sottosature, e da 'dissoluzione metabolica', guidata da processi metabolici nei sedimenti. Questi ultimi comportano la produzione di CO₂ e altri metaboliti ridotti come NH₄⁺, Fe²⁺, Mn²⁺ o S²⁻ attraverso la mineralizzazione della sostanza organica (processi diagenetici). Lo studio di questi processi potrebbe quindi migliorare la conoscenza dei fattori che regolano i flussi bentici e il ruolo dei sedimenti come 'sink' o 'source' di CO₂. Negli ultimi anni la misura dei flussi bentici di sostanze disciolte e lo studio dei processi di diagenesi precoce ha assunto un duplice interesse, teorico e applicativo, sia a livello internazionale che nazionale, in particolare per il ciclo del carbonio. L'interesse teorico deriva dalla necessità di comprendere i processi chimici, fisici e biologici che avvengono nello strato limite di separazione tra il sedimento e la colonna d'acqua e nei primi centimetri del sedimento. La maggior parte delle reazioni che portano al riciclo o al definitivo seppellimento di nutrienti e in particolare del carbonio avvengono, infatti, in questo strato. Questi studi sono quindi fondamentali per la comprensione del ciclo biogeochimico del carbonio negli ambienti acquatici. Numerose sono le unità operative straniere che svolgono studi avanzati in questa direzione: in primo luogo i ricercatori nordamericani (Boudreau et al., 1998; Hammond et al., 2004, 1996; Hales & Emerson, 1997; Jahnke et al., 1982) e poi, in Europa (Aritz et al., 2008; Epping & Helder, 1997; Gundersen & Jorgensen, 1990; Huettel et al., 1998; Muller et al., 1997; Soetaert et al., 1996), mentre in Italia studi riguardanti la misura dei flussi bentici e dei processi di diagenesi precoce sono stati condotti da (Barbanti et al., 1992, 1995; Bergamini et al., 1997b,a; Bertuzzi et al., 1997; Ciceri et al., 1992; Frascari et al., 1988; Giordani et al., 1992; Giordano et al., 2004; Hammond et al., 1999; Marcaccio et al., 1999; Spagnoli et al., 2008, 2004; Spagnoli, 1994; Spagnoli & Bergamini, 1997; Zago et al., 2000).

Gli studi applicativi nascono dall'esigenza di comprendere e ridurre le alterazioni degli ecosistemi acquatici e dei cambiamenti climatici in conseguenza dell'attività antropica. In relazione agli incrementi di CO₂ nell'atmosfera tali studi sono rivolti alla comprensione e quantificazione del ciclo biogeochimico del carbonio nell'ambiente marino e quindi anche nel comparto bentico, che, in seguito ai cambiamenti climatici, sta subendo delle notevoli alterazioni; fra i molti autori possiamo citare (Barcelos e Ramos et al., 2007; Canfield, 1994; Fabry et al., 2008; Hiscock & Millero, 2006; Hutchins et al., 2007; Jahnke et al., 1997; Levitan et al., 2007; Reimers et al., 1992; Schneider et al., 2007; Tanaka et al., 2007; Widdicombe & Needham, 2007; Tyrrell et al., 2008; Widdicombe & Spicer, 2008). Altri tipi di studi sono rivolti a determinare l'entità dei flussi bentici di sostanze nutrienti in quei bacini dove l'aumento del carico trofico porta a delle anossie con relative crisi distrofiche, oppure alla determinazione dei flussi bentici di metalli pesanti o altre

sostanze di origine antropica su fondali interessati da sversamenti di materiali, come scarti di lavorazioni industriali o fanghi di dragaggio dei porti. Anche questi, infatti, possono influenzare il chimismo della colonna d'acqua, entrare nel ciclo trofico e quindi alterare gli ecosistemi naturali e costituire un pericolo per la salute umana.

Inquadramento geologico

L' Adriatico (Fig.2, Ridente & Trincardi (2005), con referenze) e' un mare epicontinentale con due configurazioni dei propri margini. La zona Nord (NA) e' circondata dalla penisola italiana a Ovest e dai Balcani a Est ed e' l'area piu' settentrionale del Mediterraneo. Essa e' caratterizzata da batimetrie basse e bassissime (in media ~ 35 m) che si approfondiscono regolarmente verso S fino alla batimetrica di -120 m, questa viene considerata il confine aperto a S, approssimativamente a N della latitudine 43:20 (Artegiani et al., 1997a; Russo & Artegiani, 1996; Poulain et al., 2001). Altri autori considerano invece essere tale confine al traverso di Rimini o di Ancona.

L'area Centrale e' caratterizzata dalla fossa Meso-Adriatica (MAD), un bacino relitto, profondo ~ 260 m, separato in due depocentri dalla cintura di deformazione Centro-Adriatica (Argnani & Frugoni, 1997) e bordata dalle catene Gallignani e Pelagosa a S e dall'alto strutturale delle Isole Tremiti. Le due depressioni della fossa possono essere riempite dalle acque dense (NadDW) prodotte nel bacino settentrionale.

L'area a Sud (Argnani et al., 2006) e' caratterizzata da una depressione subcircolare, profonda > 1200 m (Fossa Sud Adriatica, SAD), localizzata fra le coste della Puglia, a Ovest, e di Albania, Montenegro e Croazia a Est, e considerata essere la avanfossa della cintura di pieghe e faglie delle catene Albanidi e Dinaridi (De Alteriis, 1995; Argnani et al., 1996; Bertotti et al., 2001).

Inquadramento Oceanografico

Essendo un bacino epicontinentale, idrologia e dinamica del NA sono influenzate dal forzante meteorologico, dalle variazioni termiche e dalle portate fluviali. Studi climatologici di Cushman-Roisin et al. (2001), con referenze, indicano che le situazioni meteorologiche principali in NA includono flussi dai quadranti NO, NE e SE (venti Etesiano e Maestrale, Bora, Scirocco). Bora e Scirocco sono i venti predominanti nell'area e possono causare forti eventi di tempesta. Nonostante il suo limitato volume, il NA riceve circa il 20% di acque dolci di tutto il Mediterraneo (Russo & Artegiani, 1996), principalmente dal fiume Po (portata media ~ 1500 m³/a (Artegiani & Azzolini, 1981; Raicich, 1994), comportando un eccesso di acqua dolce.

Nel tardo autunno, gli intensi processi di raffreddamento e evaporazione, tipicamente associati con eventi di Bora sul NA, creano condizioni per la generazione di acqua densa durante l'inverno (Vibilič & Supič, 2005).

A causa dell'aumento delle portate fluviali e del riscaldamento in tarda primavera e estate, correnti di gradiente sono generate in un sistema di circolazione ciclonico (Zore-Armanda, 1956; Buljan & Zore-Armanda, 1976; Franco et al., 1982; Orlić et al., 1992; Artegiani et al., 1997a,b; Russo & Artegiani, 1996; Hopkins et al., 1999; Poulain & Cushman-Roisin, 2001), consistenti in una corrente che entra a S e fluisce verso NO lungo la costa orientale (corrente Adriatica Orientale, EAC), e una corrente che fluisce a SE lungo la costa italiana e esce a Otranto (Corrente Adriatica Occidentale, WAC). La EAC introduce nel bacino a Sud acque piu' calde e salate, mentre la WAC immette acque piu' dolci verso le regioni a S.

La circolazione generale nel NA e' inoltre estremamente condizionata dai venti. Episodi di Bora possono generare una circolazione transiente a doppia rotazione, consistente in un ciclone a N del delta del Po e un anticiclone a S, in grado di trasportare molto al largo filamenti del pennacchio fluviale (Jeffries & Lee, 2007); una circolazione anticiclonica (Poulain & Cushman-Roisin, 1992, 2001) si sviluppa inoltre lungo la costa Istriana a Sud, mentre la Bora forza flussi nella WAC (Book et al., 2007; Ursella et al., 2006).

Il NA e' una delle zone maggiormente produttive dell'intero Mediterraneo. Il tasso di consumo di O₂ dovuto ai processi biogeochimici e' il piu' alto dell'intero Bacino Adriatico, con un massimo che generalmente si concentra attorno al delta del Po (Artegiani et al., 1997b). Questa regione puo' quindi essere considerata zona favorevole alla insorgenza di ipossie. La formazione di strati anossici di fondo in ampie aree del bacino (Degobbis et al., 1993, 2000) puo' causare grossi problemi ecologici come mortalita' massiva di animali, defaunazione della popolazione bentonica e riduzione della produttivita' dell'industria della pesca.

La ipossia e' definita comunemente tale quando la concentrazione dell'ossigeno disciolto e' inferiore a 2 ml l⁻¹ (equivalenti a 2.8 mg l⁻¹). Tale concentrazione e' il limite di tolleranza per molte specie bentiche (Simunovic et al., 1999; Rabalais et al., 2000; Wu, 2002).

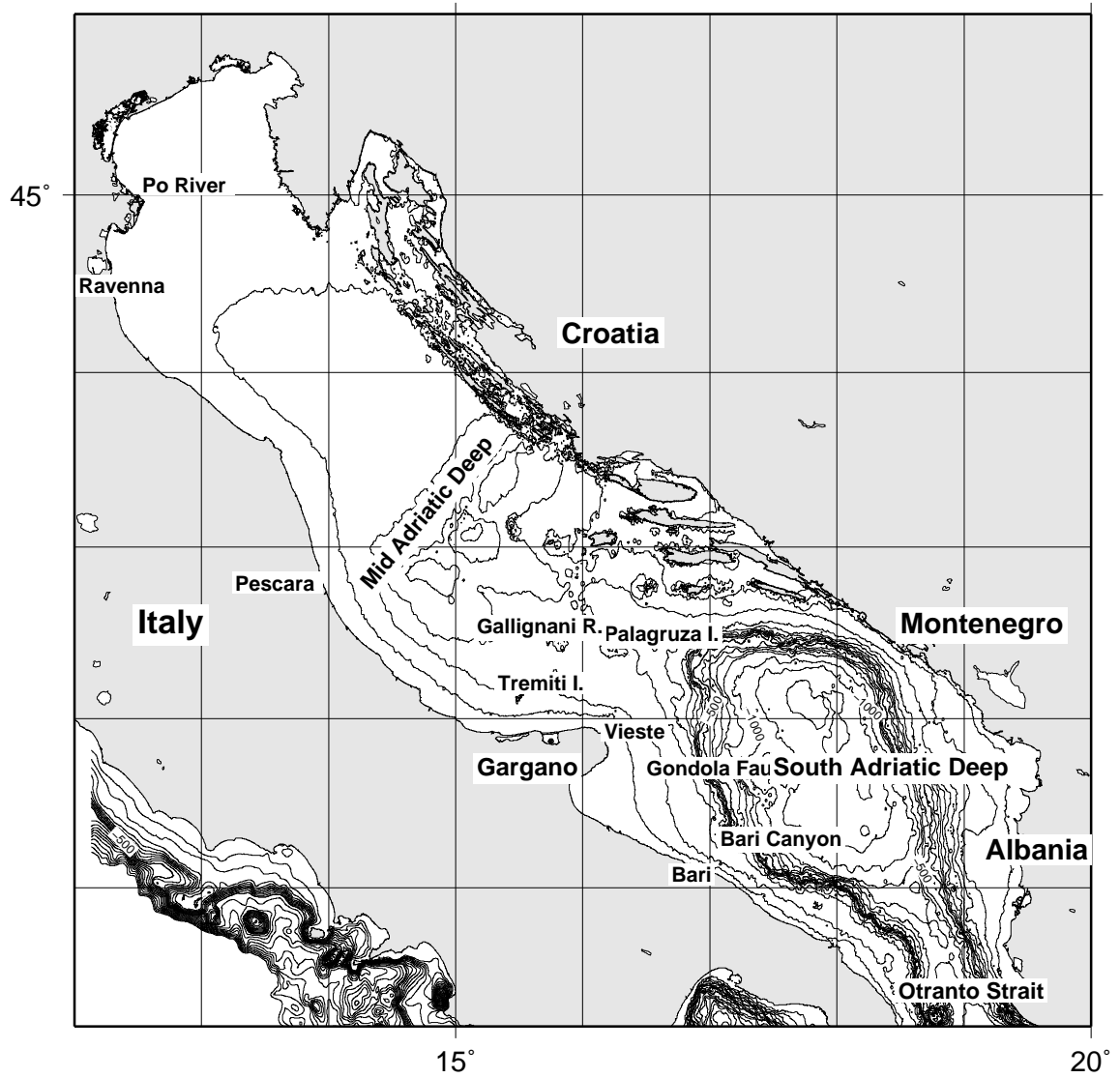


Figura 2: Inquadramento del Mare Adriatico.



Figura 3: R/V Urania.

3. MATERIALI E METODI

La crociera e' stata condotta con la R/V *Urania*, gestita da SOPROMAR per il CNR, utilizzata per lavori geologici, geofisici, oceanografici e geochimici nel Mar Mediterraneo, Oceano Atlantico, Mar Rosso.

R/V *Urania* e' equipaggiata con sistemi di posizionamento satellitare DGPS e SEAPATH, scandagli singolo e multi fascio, e sistemi integrati di navigazione e acquisizione dati (ADCP in chiglia, CTD), oltre a campionatori di acqua e sedimento e sistemi di pesca e prelievi biologici. Altri sistemi possono essere aggiunti a palo esterno (CHIRP SBP, scandagli multifascio, etc) oppure trainato (Side Scan Sonar).

3.1. Navigazione e Batimetria multifascio

Il sistema di navigazione impiegato sono stati il PDS-2000 (RESON) con interfacciamento al DGPS (Fugro) e al sistema SEAPATH (Kongsberg), MRU, scandaglio ATLAS-KRUPP DESO-25 e stazione meteo Anderaa. I dati di batimetria multifascio (Kongsberg EM-710, 100kHz, 400 fasci 1x2°, apertura 140°, 3000 m scala) sono stati acquisiti dal software SIS nel formato Kongsberg .all. I profili di SVP sono stati inseriti dalle calate CTD.

Le tabelle 4 e 5 mostrano le geometrie degli strumenti di acquisizione durante la crociera CASE3.

3.2. CTD

I dati CTD sono stati ottenuti con una sonda Sea Bird Mod. 911. La Tabella 15 in Appendice mostra la posizione delle stazioni. Le misure idrologiche, acquisite con il programma Sea Bird SEASAVE, sono state: temperatura, conducibilita' (da cui salinita'), ossigeno, fluorimetria, trasmittanza e 'back-scattering'. I dati sono stati convertiti in formato ASCII e mediati a 0.25 e 0.5 db con il software Sea Bird SBEDataprocess. La elaborazione dei dati e' stata fatta con il pacchetto ODV (Schlitzer, 2002).

3.3. CHIRP SBP

E' stato usato il sistema CHIRP-II di Benthos-Teledyne, con 16 trasduttori in chiglia. I dati sono stati raccolti con il software SWAN-PRO di COMM-TEC, nel formato XTF, e convertiti nel formato SEG-Y per la elaborazione con software ISMAR (G. Stanghellini, comunicazione personale). Si e' usata una 'Record Length' di 250 ms per tutto il periodo di lavoro. In Appendice sono riportati gli scripts BASH/PERL che sono stati utilizzati per la elaborazione (da idee di T.O'Brien, USGS woodshole.er.usgs.gov).

POSITION	ACROSS	ALONG	HEIGHT
REF.POINT	0.00	0.00	0.00
DGPS	1.64	14.30	14.18
MBEAM	0.00	14.36	-4.96
MAHRS	0.00	0.0	-3.40
DESO	5.50	-1.85	-3.80
CHIRP	-1.0	11.80	-4.00
A-FRAME	6.5	-6.70	0.0
STERN	0.00	-30.60	0.00
MAGNETOM.	-5.50	-210	0.0
DGPSGRAV	0.0	-4.0	10.0
GRAV	-1.0	-1.0	0.0

Tabella 4: 'Offsets' del sistema PDS2000. L'antenna GPS (posizionamento primario) e' al punto DGPS.

POSITION	ACROSS	ALONG	HEIGHT
REF. POINT	0.00	0.00	0.00
SEAPATH_GPS	-4.039	0.163	-18.211
MRU	-0.341	-1.342	-1.596
MBEAM_TX	0.0936	10.2964	5.0623
MBEAM_RX	-0.0031	11.0144	5.0600
SEALEVEL	0	0	-0.0875

Tabella 5: 'Offsets' del sistema Kongsberg EM710. L'antenna GPS (sistema di posizionamento primario) e' localizzata al punto SEAPATH_GPS.

3.4. Camera Bentica automatica

E' stata usata la camera Bentica Automatica RSE-ISMAR (vedi fig. 4).

La camera e' stata deposta sul fondo, nelle ore di luce, con il portale oceanografico di dritta della R/V *Urania*, e segnalata con gavitelli flottanti su una boa di spinta. Al termine del periodo, la nave si e' avvicinata, ha agganciato i gavitelli, si e' portata sulla verticale e la camera e' stata recuperata.

La camera bentica ha un volume di circa 100 l ed e' equipaggiata con una sonda Hydrolab per la misura in situ di pH, ORP, temperatura, conducibilita' (salinita'), ossigeno disciolto e pressione, con un campionatore di acqua interna alle camere (VAMPIRONE) e con una asta ruotante per mantenere l'omogeneita' della concentrazione interna alla camera. Il VAMPIRONE e' stato programmato in modo da effettuare prelievi ad intervalli costanti per un totale di circa otto ore e per iniettare prima dell'ultimo campionamento una soluzione a concentrazione nota di CsCl.

3.5. Trattamento campioni Camera Bentica e di fondo

I campioni di acqua raccolti con la bottiglia Niskin e con la camera bentica sono stati filtrati in pressione (filtri PTFE idrofilico, porosita' 0,45 μm) e suddivisi in aliquote in atmosfera inerte (N_2) per la misura diretta a bordo di pH, di CO_2 disciolta e di DIC, e per la misura in laboratorio dei nutrienti (NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , $\text{Si}(\text{OH})_4$), solfati e cloruri, DIC, alcalinita' totale, metalli (Fe, Mn, Ca, Mg, Cs), $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$, $\Delta^{14}\text{C}_{\text{DIC}}$.

Il fondo mare e' stato campionato nelle aree a sedimentazione fine e finissima con il carotiere a gravita' acqua/sedimento SW-104 (Fig.5), in grado di campionare sezioni (104mm) di circa 1 m di sedimento con il 'top' indisturbato.

Le carote di sedimento sono state estruse in atmosfera inerte in livelli da 0,5, 1, 2, 3 e 4 cm. Sul campione di sedimento umido estruso sono stati misurati il pH e l'Eh. Ogni livello e' stato successivamente centrifugato alla stessa temperatura del fondo ed il supernatante e' stato filtrato con filtri da 0,45 μm di PTFE idrofilico sempre in atmosfera inerte. I campioni di acqua interstiziale sono stati suddivisi, sempre in atmosfera inerte (N_2), in aliquote per le successive analisi in laboratorio dei nutrienti (NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , $\text{Si}(\text{OH})_4$), solfati e cloruri, DIC, alcalinita' totale, metalli (Fe, Mn, Ca, Mg); le aliquote dei nutrienti, solfati e cloruri sono state congelate a -20 $^\circ\text{C}$, le aliquote del DIC, alcalinita' totale (dopo aggiunta di HgCl_2) e dei metalli (dopo acidificazione con HNO_3 suprapuro, 5% v/v) sono state conservate in frigo a +4 $^\circ\text{C}$. La



Camera Bentica



Figura 4: Camera bentica automatica RSE/ISMAR.

matrice solida e' stata suddivisa in 3 aliquote di cui due sono state conservate a -20 °C per le successive analisi, previa liofilizzazione, del contenuto di carbonio totale (TC), azoto totale (TN), carbonio organico (TOC) e isotopi stabili del carbonio e dell'azoto; l'altra aliquota, invece, e' stata conservata a +4 °C per le successive analisi del contenuto d'acqua e della granulometria.

La Figura 6 mostra una sequenza di estrusione e suddivisione aliquote.

A bordo, sono state eseguite sulle acque filtrate di fondo e della camera bentica le analisi di CO₂ disciolta e del DIC con il sistema RSE (FIA/conduittometria).

3.6. ADCP

E' stato utilizzato il sistema in chiglia Teledyne RDI, modello Broadband 300Khz; i dati sono stati acquisiti col pacchetto VMDAS.

3.7. ROV

E' stato utilizzato il ROV POLLUX della societa' G.E.I. (Fig. 7).

3.8. Cartografia e miscellanea

Si sono scelti il *datum* WGS84 e la proiezione UTM, zona 33, per navigazione e acquisizione dati. L'ora e' stata impostata a UTC. Mappe e immagini batimetriche sono state prodotte dal software GMT (Wessel & Smith, 1998). Alcune immagini sono state prodotte con Globalmapper ©. Elaborazioni rapide per controllo di qualita' dei dati CHIRP e Multibeam sono state fatte con i due pacchetti Seismic Unix (Cohen & Stockwell, Jr., 2000) e MB-System (Caress & Chayes, 2009). I dati CHIRP sono stati convertiti dal formato XTF al formato SEG-Y con software ISMAR (G. Stanghellini, comunicazione personale). In appendice sono riportati gli script, che sono stati eseguiti in modalita' 'batch'.

Materiale iconografico e' stato ottenuto con fotocamere e videocamere digitali.

4. RISULTATI PRELIMINARI

4.1. Stazioni di Campionamento con Camera Bentica

La Tabella 6 mostra i dati di posizionamento dei campioni di fondo e di acqua e del posizionamento della camera bentica. Le figure 8, 9, 10, 11 e 12 mostrano i dati di posizionamento delle principali operazioni effettuate nelle stazioni di deposizione delle camere bentiche. In Appendice le tabelle 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 mostrano i dati relativi alle estrusioni e alla descrizione del sedimento.

I campioni verranno utilizzati per analisi geochimiche e radiochimiche.

4.2. Boe Meteorceanografiche

Sono state verificate le condizioni di galleggiabilita' e copertura di materiale organico delle due boe, assieme alla funzionalita' dei fanali luminosi a codice FI(5)20s e dei miragli radarabili. Nei pressi delle due boe sono stati fatti campionamenti con CTD a fini di calibrazione dei sensori di bordo.

4.3. Dati CTD

La figura 13 mostra l'insieme dei dati raccolti, mentre la tabella 15 mostra i dati di posizionamento.

4.4. CHIRP e Batimetria Multifascio

Durante la campagna sono stati raccolti dati batimetrici multifascio, in particolare nelle aree di campionamento intensivo e deposizione della camera bentica, lungo le linee di acquisizione CHIRP e in zone particolari in cui si e' insistito per ottenere coperture e risoluzioni piu' accurate (alcune delle quali individuate nei transiti). Esempi di queste ultime sono visibili nelle figure 14 e 15. Esempi di acquisizione CHIRP sono visibili nelle Figure 16 e 17.



Carotatore SW_104



Figura 5: Carotiere Acqua/Sedimento SW104 Brevetto ISMAR per fondali a sedimento fine.

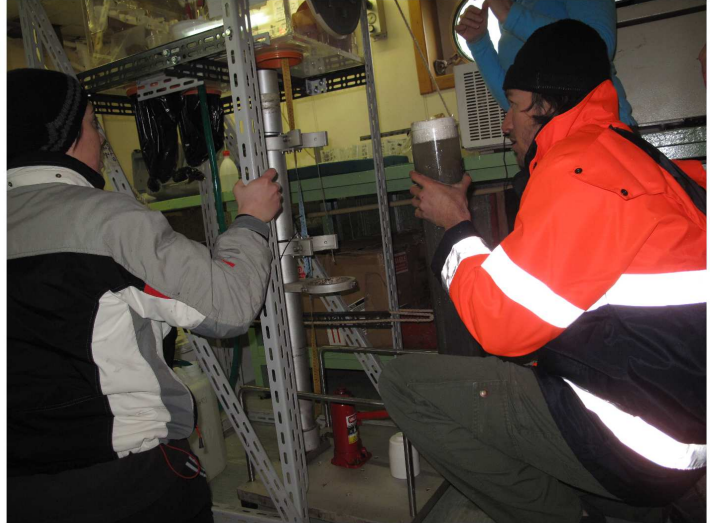


Figura 6: Sequenze di estrusione e suddivisione aliquote carote di sedimento.



ROV Pollux III



Figura 7: ROV G.E.I. Pollux.

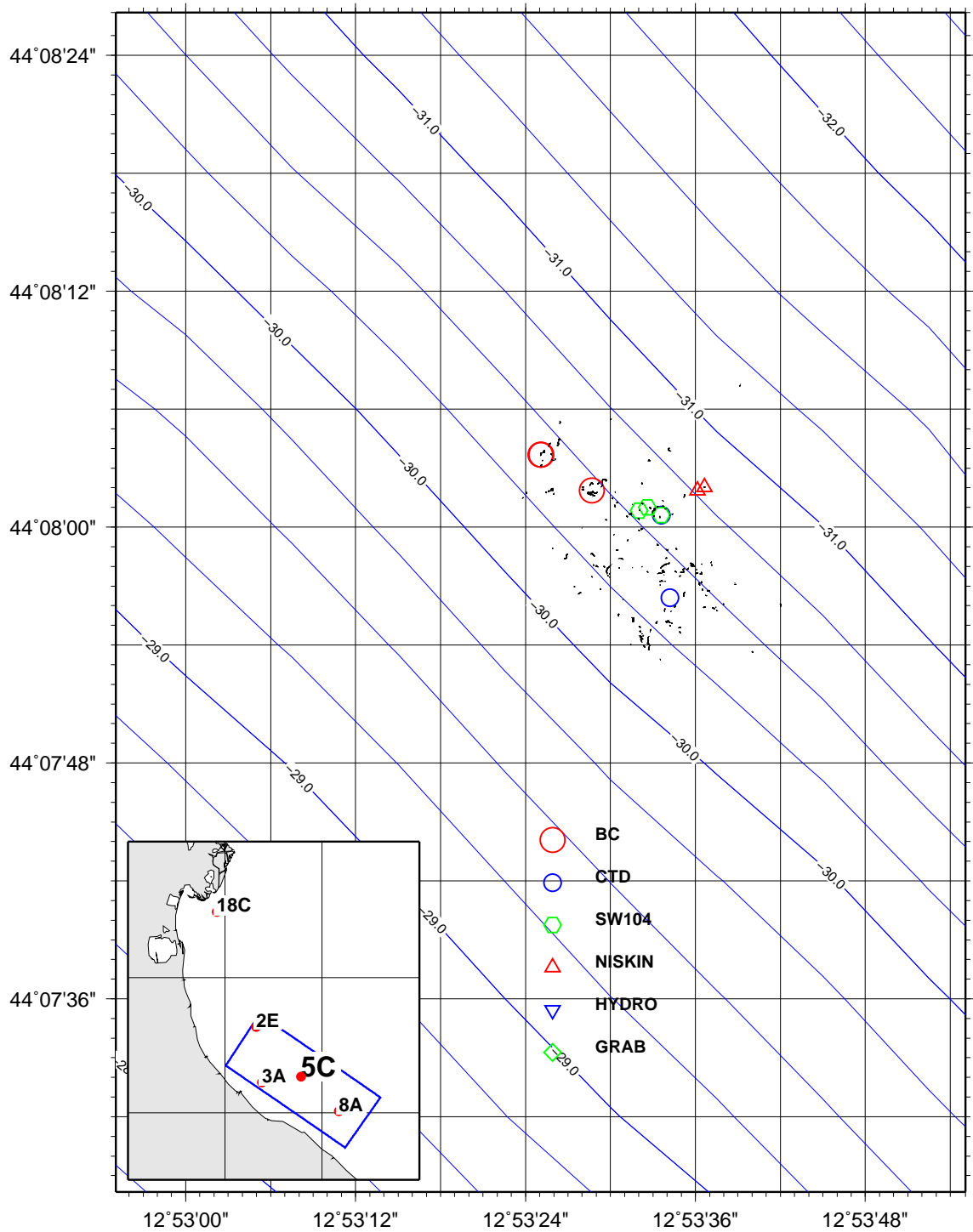


Figura 8: Stazione CB 5C/1, crociera CASE3.

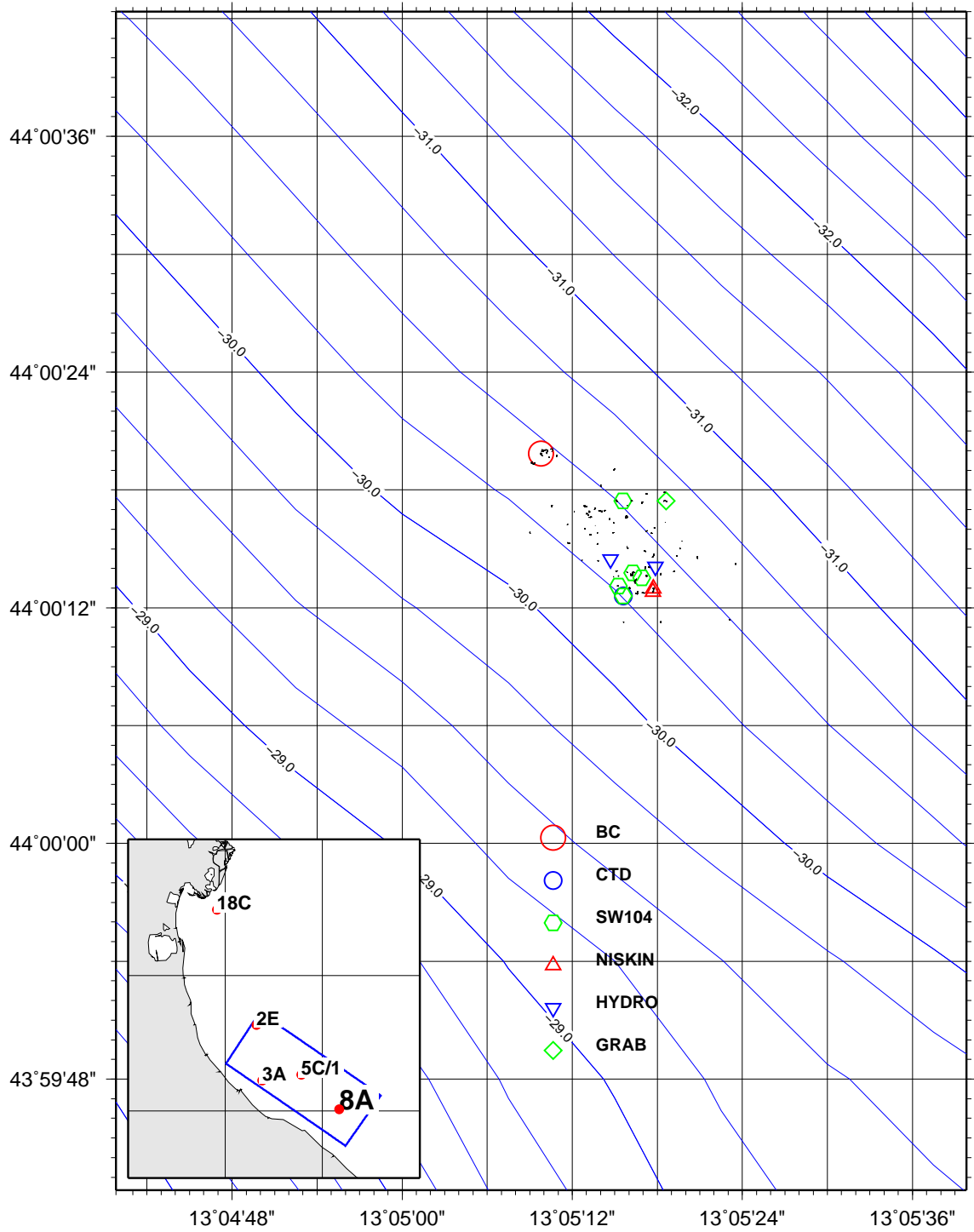


Figura 9: Stazione CB 8A, crociera CASE3.

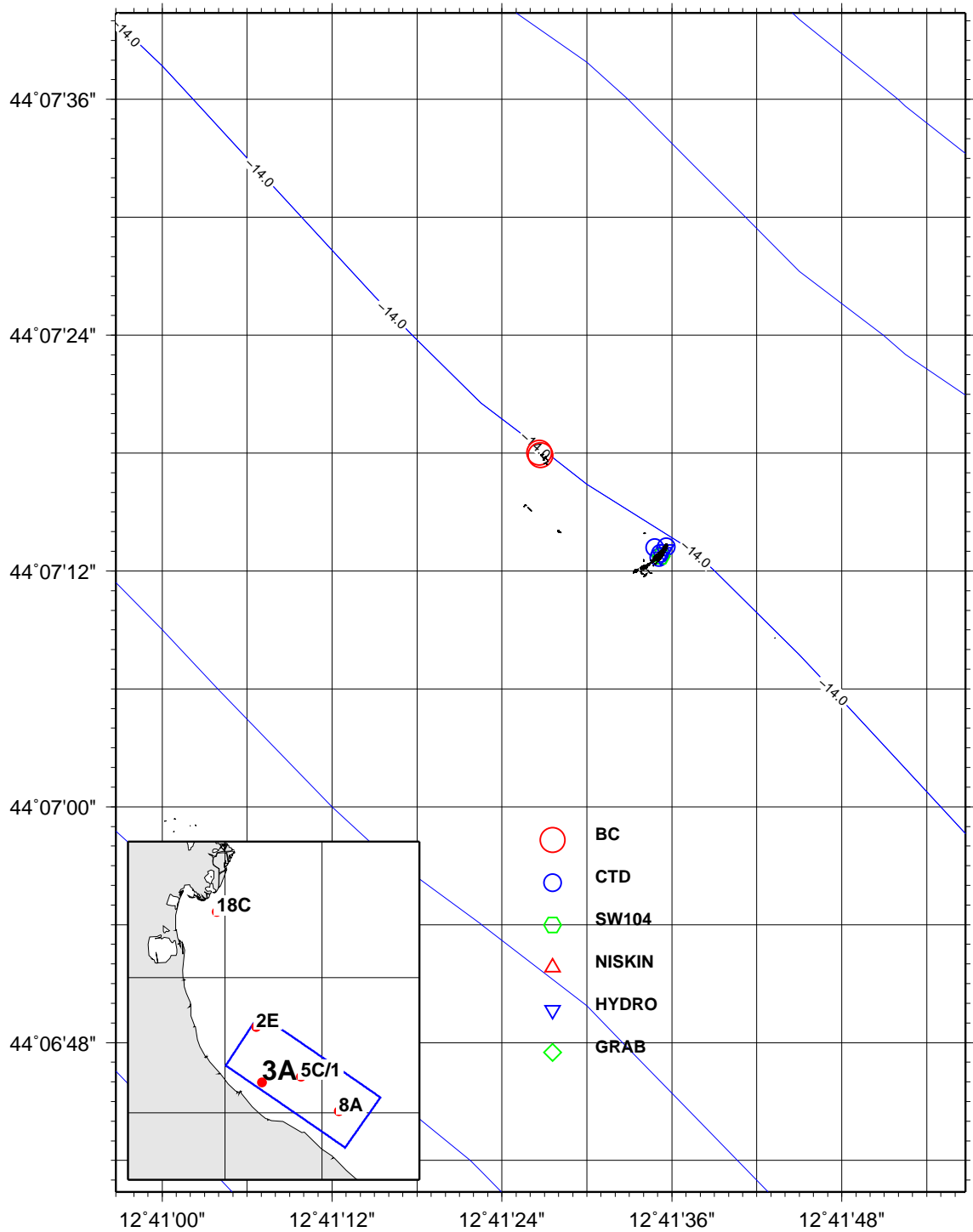


Figura 10: Stazione CB 3A, crociera CASE3.

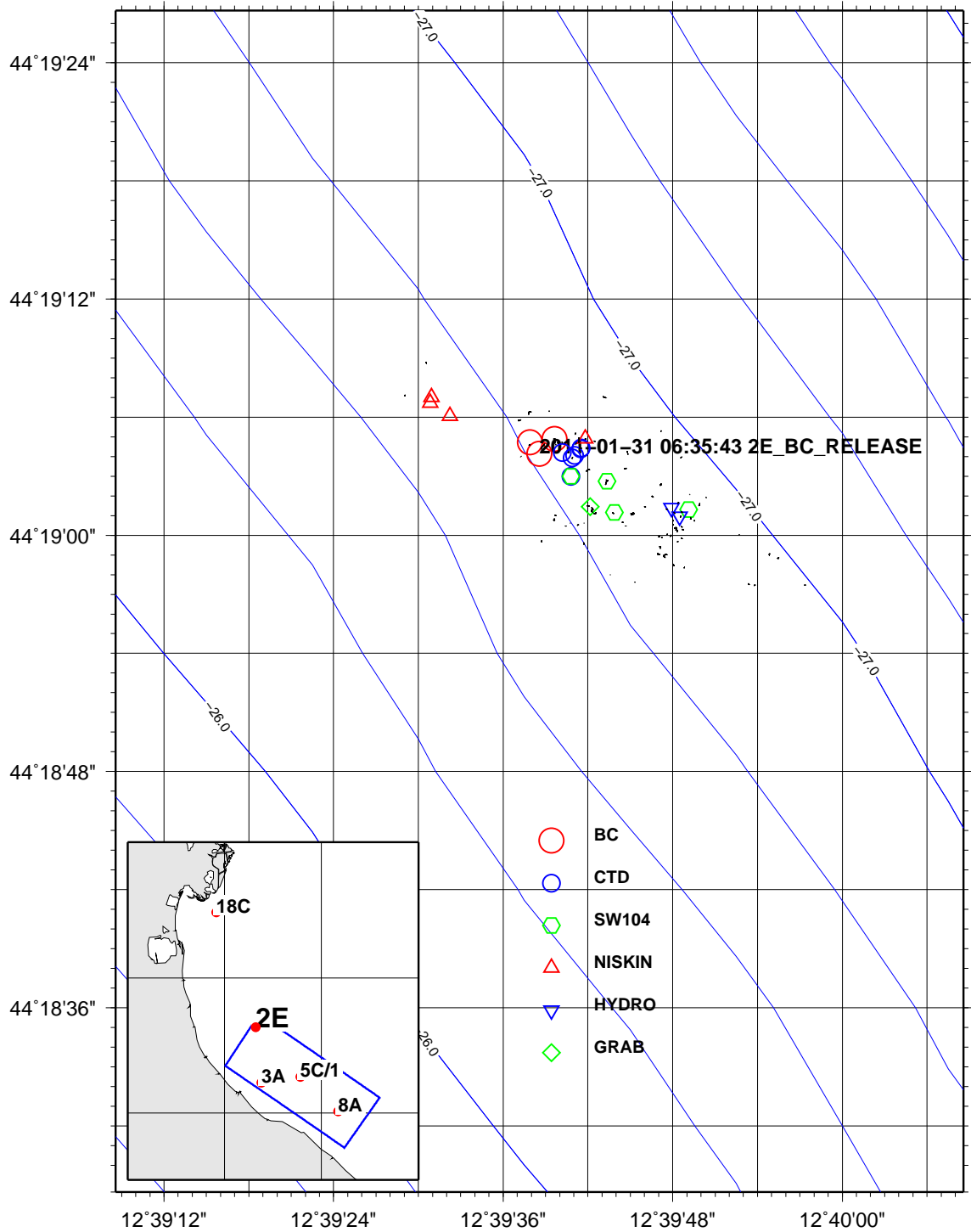


Figura 11: Stazione CB 2E, crociera CASE3.

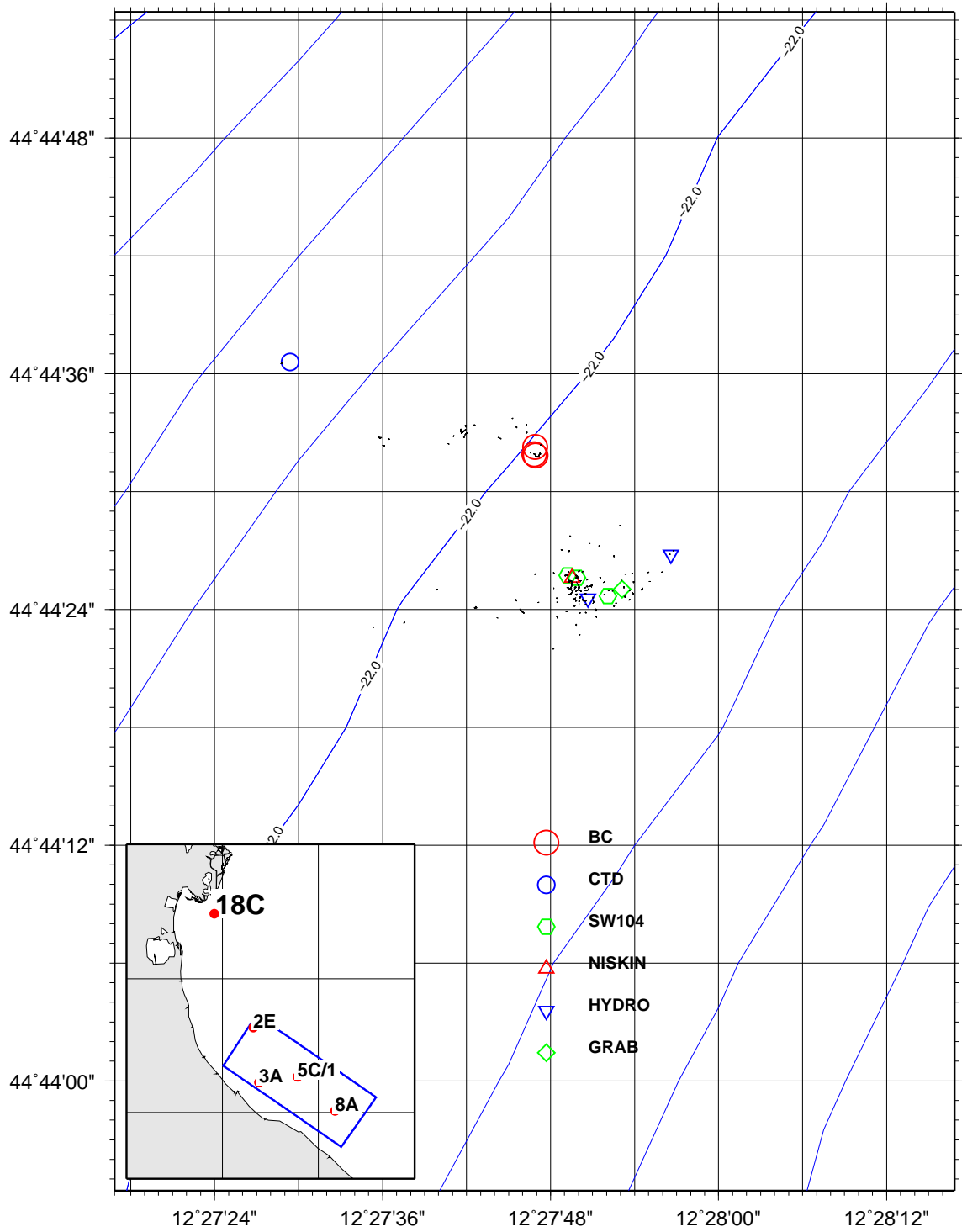


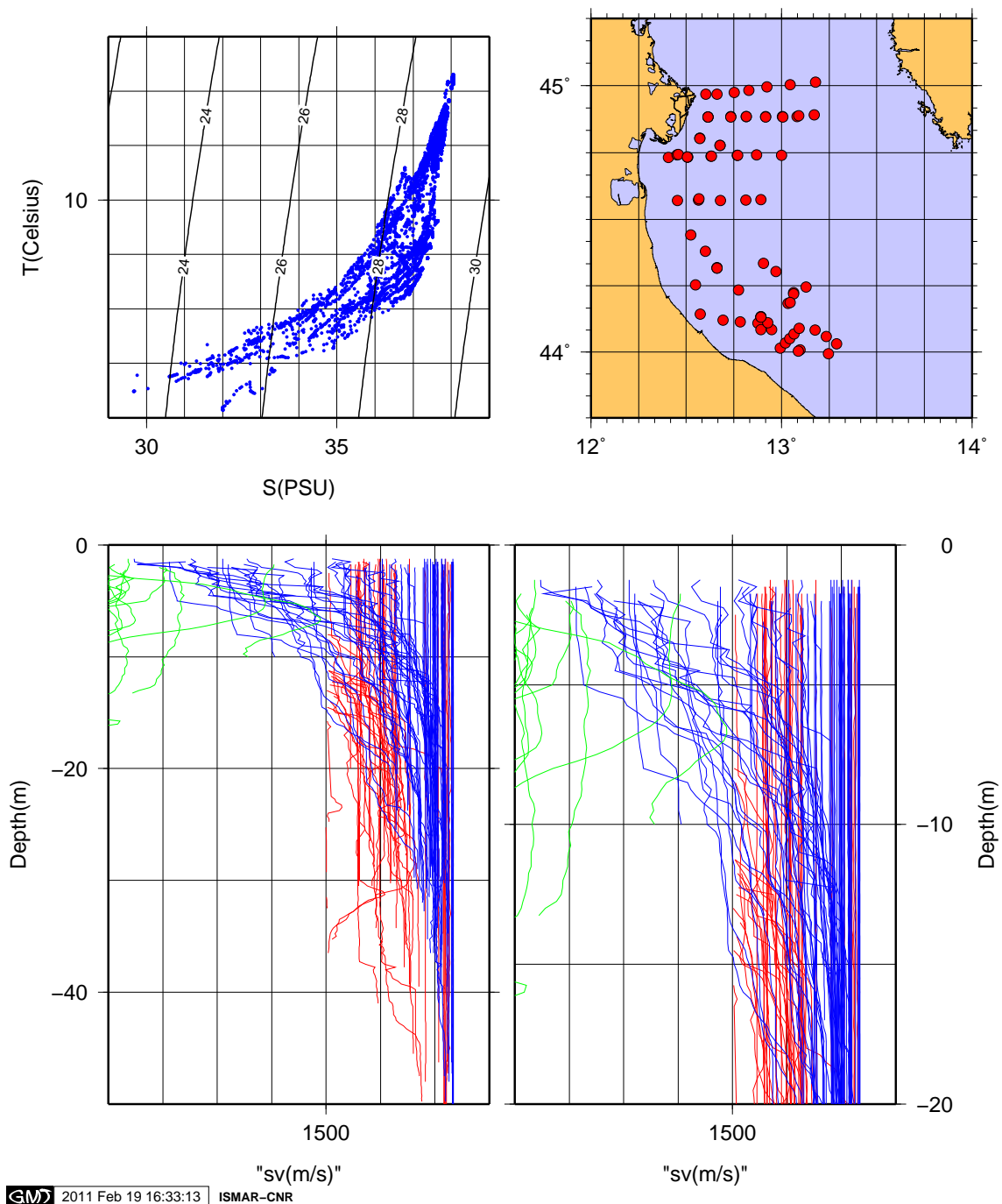
Figura 12: Stazione CB 18C, crociera CASE3.

CRUISE CASE3 R/V URANIA

CTD DATA SBE911 Plus

DATE START: 2011-01-29

DATE END: 2011-02-07



GM 2011 Feb 19 16:33:13 ISMAR-CNR

Figura 13: Dati CTD (T,S,SV), crociera CASE3.

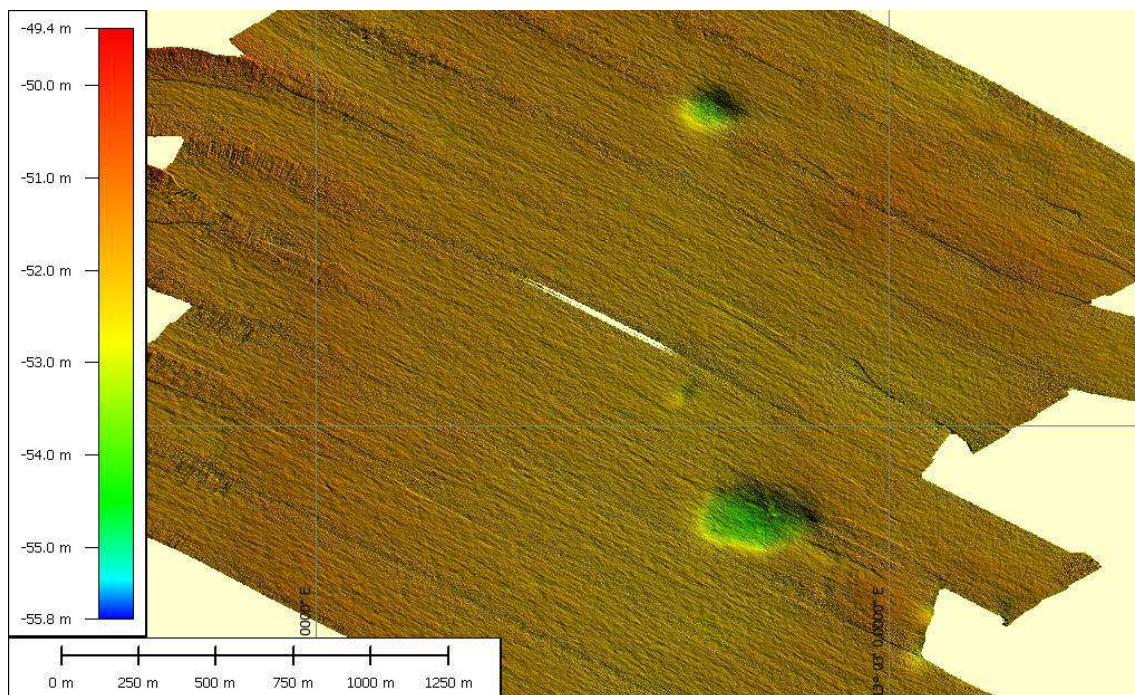


Figura 14: Area a 'pockmark'? Campagna CASE3.

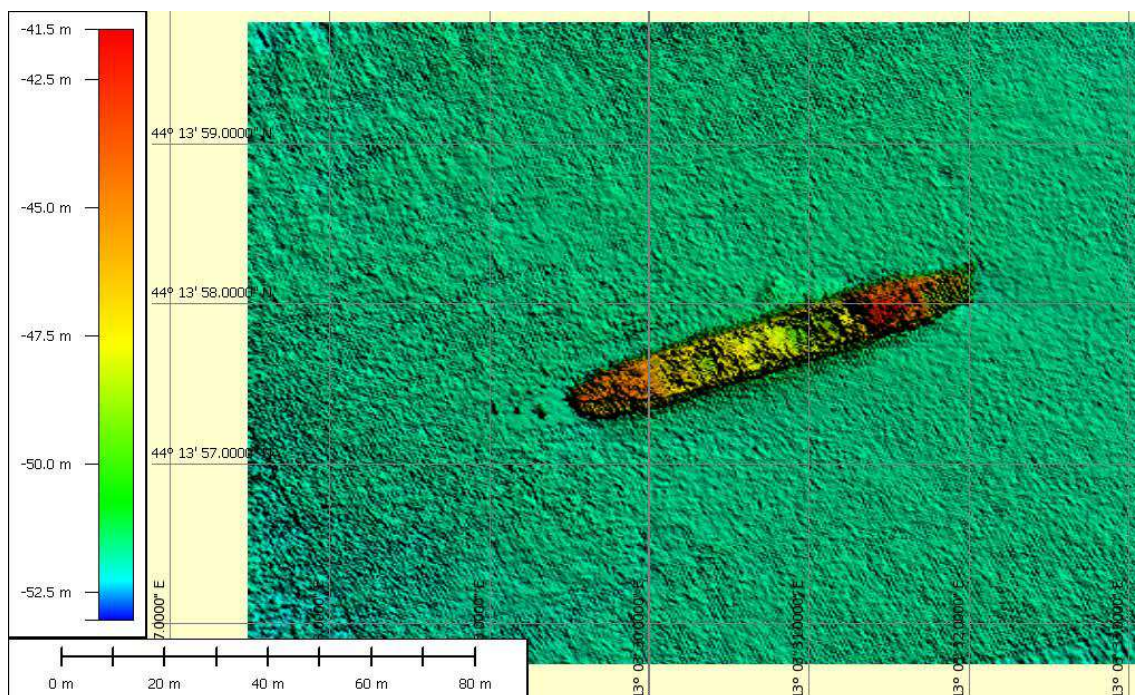
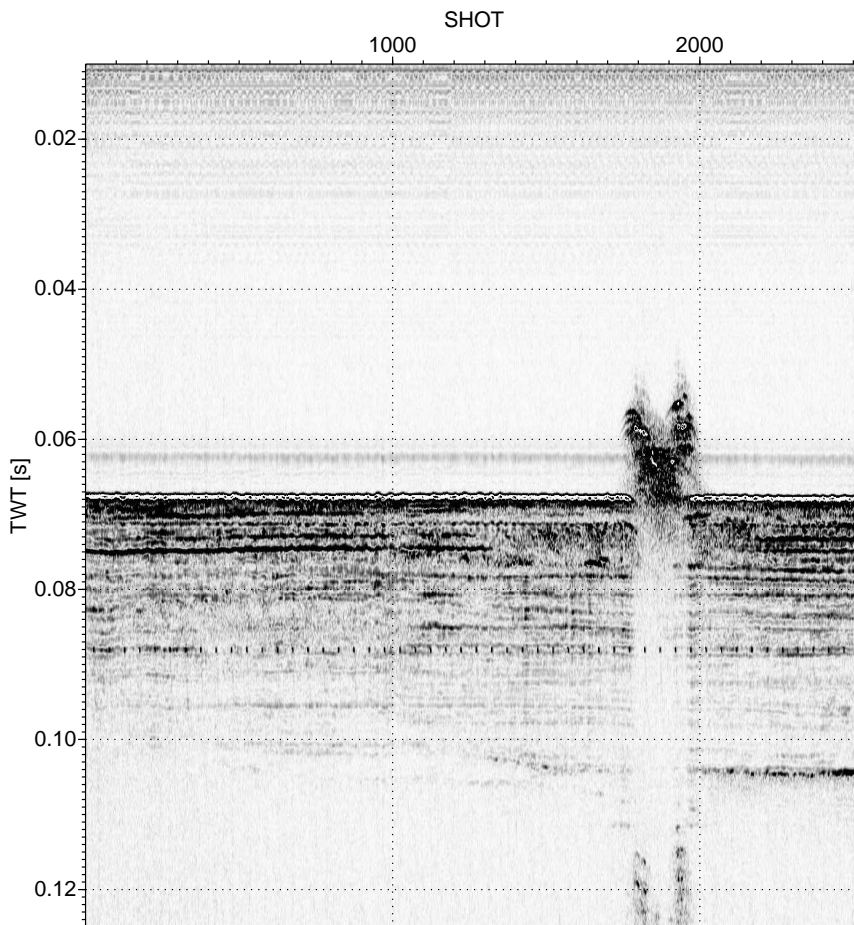


Figura 15: Relitto M/n Anni Campagna CASE3.



R/V URANIA CASE3 CHIRP Line tmp SHOTS 1265-, sugain panel=0 scale=1 tpow=1.1

Figura 16: Esempio di dato CHIRP (Relitto M/n ANNI), Campagna CASE3.

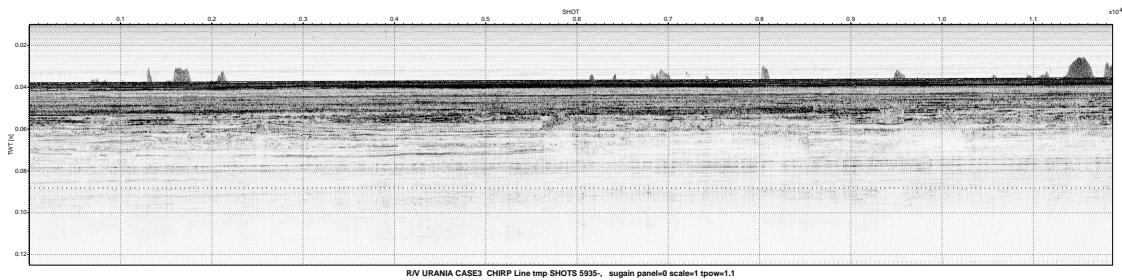


Figura 17: Esempio di dato CHIRP, Campagna CASE3.

5. CONCLUSIONI

Durante i 10 giorni di campagna sono stati ottenuti:

- 6 calate di camera bentica
- 14 carote acqua/sedimento
- 78 calate CTD lungo transetti del Nord Adriatico, dal Delta del Po a Cattolica
- verifica delle boe S1 ed E1
- campionamenti del fondo mare
- dati di batimetria e CHIRP ad alta risoluzione

L'analisi dei dati e' in corso e continuerà per i prossimi mesi.
Non ci sono problemi da riportare a persone, cose o all'ambiente.

Riferimenti bibliografici

- Apitz, S., Bell, E., Breuer, E., Damgaard, L., Gilbert, F., Glud, R., Hall, P., Kershaw, P., Lansard, B., Nickell, L., Parker, R., Rabouille, C., Shimmield, G., Solan, M., Soltwedel, T., Spagnoli, F., Stahl, H., Tengberg, A., Walpersdorf, E., & Witte, U., 2008. Integrating new technologies for the study of benthic ecosystem response to human activity: towards a Coastal Ocean Benthic Observatory (COBO), *Atti Assoc. It. Oceanol. Limnol.*, **19**, 73–78.
- Argnani, A. & Frugoni, F., 1997. Foreland deformation in the central adriatic and its bearing on the evolution of the northern apennines, *Ann. Geophys.*, **40**(3), 77–780.
- Argnani, A., Bonazzi, C., Evangelisti, D., Favali, P., Frugoni, F., Gasperini, M., Ligi, M., Marani, M., G., & Mele, G., 1996. Tettonica dell'Adriatico meridionale, *Mem. Soc. Geol. It.*, **51**, 227–237.
- Argnani, A., Rovere, M., & Bonazzi, C., 2006. Tectonics and large-scale mass wasting along the slope of the southern adriatic basin, *Geophysical Research Abstracts*, **8**, 07261.
- Artegiani, A. & Azzolini, R., 1981. Influence of the Po floods on the western Adriatic coastal water up to Ancona and beyond, *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **27**(6), 115–119.
- Artegiani, A., Bregant, D., Paschini, E., Pinardi, N., Raicich, F., & Russo, A., 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I: Air-sea interactions and water mass structure, *J. Phys. Oceanogr.*, **27**(8), 1492–1514.
- Artegiani, A., Bregant, D., Paschini, E., Pinardi, N., Raicich, F., & Russo, A., 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic circulation structure, *J. Phys. Oceanogr.*, **27**(8), 1515–1532.
- Barbanti, A., Ceccherelli, V. U., Frascari, F., Reggiani, G., & Rosso, G., 1992. Nutrient regeneration processes in bottom sediments in a Po Delta Lagoon (Italy) and the role of bioturbation in determining the fluxes at the sediment water interface, *Hydrobiologia*, **228**, 1–21.
- Barbanti, A., Bergamini, M., Frascari, F., Miserocchi, S., Ratta, M., & Rosso, G., 1995. Diagenetic processes and nutrient fluxes at the sediment-water interface, northern Adriatic Sea, Italy, *Marine and Freshwater Research*, **46**, 55–6, doi:10.1071/MF9950055.
- Barcelos e Ramos, J., Biswas, H., Schulz, K., LaRoche, J., & Riebesell, U., 2007. Effect of rising atmospheric carbon dioxide on the marine nitrogen fixer *Trichodesmium*, *Global Biogeochemical Cycles*, **21**, doi:10.1029/2006GB002898.
- Bergamini, M., Frascari, F., Marcaccio, M., Matteucci, G., & Spagnoli, F., 1997a. Processi diagenetici. Relazione finale per il progetto PRISMA I, sotto progetto 'Flussi da e verso i fondali', Rapporto, Istituto di Geologia Marina - CNR, Bologna, 9 pp.
- Bergamini, M., Frascari, F., Marcaccio, M., Matteucci, G., & Spagnoli, F., 1997b. Flussi bentici. Relazione finale per il progetto PRISMA I, sotto progetto 'Flussi da e verso i fondali', Rapporto, Istituto di Geologia Marina - CNR, Bologna, 7 pp.
- Bertotti, G., Picotti, V., Chilovi, C., Fantoni, R., Merlini, S., & Mosconi, A., 2001. Neogene to Quaternary sedimentary basins in the south Adriatic (Central Mediterranean): Foredeeps and lithospheric buckling, *Tectonics*, pp. 771–787.
- Bertuzzi, A., Faganeli, J., Welker, C., & Brambati, A., 1997. Benthic fluxes of dissolved inorganic carbon, nutrients and oxygen in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic), *Water, Air, Soil Pollution*, **99**(1–4), 305–314, DOI: 10.1007/BF02406870.
- Book, J. M., Signell, R. P., & Perkins, H., 2007. Measurements of storm and nonstorm circulation in the northern Adriatic: October 2002 Through April 2003, *J. Geophys. Res.*, **112**, C11–S92.
- Boudreau, B. P., Mucci, A., Sundby, B., Luther, G. W., & Silvergert, N., 1998. Comparative diagenesis at three sites on the Canadian continental margin, *J. Mar. Res.*, **56**, 1259–1284.
- Buljan, M. & Zore-Armanda, M., 1976. Oceanographical properties of the Adriatic Sea, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **14**, 11–98.
- Canfield, D., 1994. Factors influencing organic carbon preservation in marine sediments, *Chem. Geol.*, **114**, 315–329.
- Caress, D. & Chayes, D., 2009. MB-System. Mapping the Seafloor. Software for the Processing and Display of Swath Sonar Data, V5.2.
- Ciceri, G., Maran, S., Martinotti, W., & Queirazza, G., 1992. Geochemical cycling of heavy metals in marine coastal area: benthic flux determination from pore water profiles and in situ measurements using benthic chamber, *Hydrobiologia*, **235-236**(1), 501–517, DOI: 10.1007/BF00026238.
- Cohen, J. & Stockwell, Jr., J. W., 2000. CWP/SU: Seismic Unix Release 39: a free package for seismic research and processing, Center for Wave Phenomena, Colorado School of Mines, www.cwp.mines.edu/cwpcodes/.
- Cushman-Roisin, B., Gačić, Poulain, P. M., & Artegiani, A., 2001. *Physical Oceanography of the Adriatic Sea: Past, Present and Future*, Kluwer Acad., Norwell.
- De Alteriis, G., 1995. Different foreland basins in Italy: examples from the central and southern adriatic sea, *Tectonophysics*, **252**, 349–373.
- Degobbi, D., Travizi, A., & Jaklin, A., 1993. Meccanismi di formazione di strati di fondo ipossici e anossici nel bacino dell'Alto Adriatico settentrionale e reazioni delle comunità bentoniche, in *Ipossie e anossie di fondali marini. L'Alto Adriatico e il Golfo di Trieste*, eds Orel, G., Umani, S. F., & Aleffi, F., Regione Autonoma Friuli-venezia Giulia.
- Degobbi, D., Precali, R., Ivancic, I. I., Smoldlaka, N., Fuks, D., & Kveder, S., 2000. Long-term changes in the northern Adriatic ecosystem related to anthropogenic eutrophication, *Int. J. Environment and Pollution*, **13**(1-6), 495–533.
- Emerson, S. & Bender, M., 1981. Carbon fluxes at the sediment-water interface of the deep-sea: calcium carbonate preservation, *J. Mar. Res.*, **39**, 139–162.
- Epping, E. & Helder, W., 1997. Oxygen budgets calculated from in situ oxygen microprofiles for Northern Adriatic sediments, *Cont. Shelf Res.*, **17**(14), 1737–1764, doi:10.1016/S0278-4343(97)00039-3.
- Fabry, V., Seibel, B., Feely, R., & Orr, J., 2008. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes, *ICES Journal of Marine Science*, **65**, 414–432.
- Franco, P., Jeftić, L., Malanotte Rizzoli, P., Michelato, A., & Orlić, M., 1982. Descriptive model of the northern Adriatic, *Oceanol. Acta*, **5**(3), 379–389.
- Frascari, F., Poletti, R., & Rosso, G., 1988. Misure di flussi bentonici di sostanze nutrienti nella Sacca di Goro, *Atti A. I. O. L.*, **8**, 397–409.
- Giordani, P., Hammond, D., Berelson, W., Poletti, R., Montanari, G., Milandri, A., Frignani, M., Langone, L., Ravaoli, M., & Rabbi, E., 1992. Benthic fluxes and nutrient budgets for sediments in the Northern Adriatic Sea: burial and recycling efficiencies, *Sci. Total Environ.*, (Suppl.), 251–269.
- Giordano, P., Spagnoli, F., Marcaccio, M., Marini, M., F. F. F., Modica, A., & Rivas, G., 2004. Il Mar Piccolo di Taranto: osservazioni preliminari sul ciclo dei nutrienti all'interfaccia acqua – sedimento, *Atti della Assoc. It. Oceanol. Limnol.*, **17**, 59–70.
- Gundersen, J. & Jørgensen, B., 1990. Microstructure of diffusive boundary layers and the oxygen uptake of the sea floor, *Nature*, **345**, 604–607.

- Hales, B. & Emerson, S., 1997. Evidence in support of first-order dissolution kinetics of calcite in seawater, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **148**, 317–327.
- Hammond, D., McManus, J., Berelson, W., Kilgore, T., & Pope, R., 1996. Early diagenesis of organic carbon in the equatorial Pacific: Rates and kinetics, *Deep-Sea Research*, **43**, 136–1412.
- Hammond, D., Giordani, P., Berelson, W., & Poletti, R., 1999. Diagenesis of carbon and nutrients in sediments of the Northern Adriatic Sea, *Mar. Chem.*, **66**, 53–79.
- Hammond, D., Cummins, K., McManus, J., Berelson, W., Smith, G., & Spagnoli, F., 2004. A Comparison of Method for Benthic Flux Measurement Along the California Margin, *Limnology and Oceanography: Methods*, **2**, 146–159.
- Hiscock, W. & Millero, F., 2006. Alkalinity of the anoxic waters in the Western Black Sea, *Deep-Sea Research II*, **53**((17-19)), 1787–1801.
- Hopkins, T. S., Kinder, C., Artegiani, A., & Pariente, R., 1999. A discussion of the northern Adriatic circulation and flushing as determined from the ELNA hydrography, in *The Adriatic Sea*, in *Ecosystem Report*, vol. 32, pp. 85–106, ed. et al., T. S. H., European Commission, Brussels, Belgium. EUR 18834.
- Huettel, M., Ziebis, W., Forster, S., & Luther III, G., 1998. Advective transport affecting metal and nutrient distributions and interfacial fluxes in permeable sediments, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **62**, 613–631.
- Hutchins, D., Fu, F.-X., Zhang, Y., Warner, M., Feng, Y., Portune, K., Bernhardt, P., & Mulholland, M., 2007. CO₂ control of Trichodesmium N₂ fixation, photosynthesis, growth rates, and elemental ratios: Implications for past, present, and future ocean biogeochemistry, *Limnology and Oceanography*, **52**, 1293–1304.
- Jahnke, R. & Jahnke, D., 2004. Calcium carbonate dissolution in deep sea sediments: Reconciling microelectrode, pore water and benthic flux chamber results, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **68**, 47–59.
- Jahnke, R., Heggie, D., Emerson, S., & Grundmanis, V., 1982. Pore waters of the central Pacific Ocean: Nutrient results, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **61**, 233–256.
- Jahnke, R., Craven, D., McCorkle, D., & Reimers, C., 1997. Ca CO₃ dissolution in California continental margin sediments: the influence of organic matter mineralization, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **61**, 3587–3604.
- Jeffries, M. A. & Lee, C. M., 2007. A climatology of the northern Adriatic Sea's response to bora and river forcing, *J. Geophys. Res.*, **112**, C03–S02.
- Levitan, O., Rosenberg, G., Setlik, I., Setlikova, E., Grigel, J., Klepetar, J., Prasil, O., & Berman-Frank, I., 2007. Elevated CO₂ enhances nitrogen fixation and growth in the marine cyanobacterium Trichodesmium, *Global Change Biology*, **13**, 531–538.
- Marcaccio, M., Bergamini, M., Frascari, F., Matteucci, G., & Spagnoli, F., 1999. Diagenesi precoce e mobilità degli elementi contaminanti nei sedimenti del Mare Adriatico, in *Atti del 2 Forum Italiano di Scienze della Terra, Geoitalia 1999*, pp. 173–175, 20-23 settembre 1999, Bellaria.
- Martin, W. & Sayles, F., 1996. CaCO₃ dissolution in sediments of the Ceara Rise, western equatorial Atlantic, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **60**(2), 243–263.
- Muller, B., Wehrli, B., Power, M., & Van Der Meer, J., 1997. Structure and activity of microbial communities in sediments, *Chimia*, **51**(12), 878–883.
- Orlić, M., Gačić, M., & Violette, P. L., 1992. The currents and circulation of the Adriatic Sea, *Oceanol. Acta*, **15**(2), 109–124.
- Poulain, P. M. & Cushman-Roisin, B., 1992. Circulation, in *Physical oceanography of the Adriatic Sea*, pp. 67–109, ed. et al., B. C.-R., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Poulain, P. M. & Cushman-Roisin, B., 2001. Circulation, in *Physical oceanography of the Adriatic Sea*, pp. 67–109, eds Cushman-Roisin, B., Gacic, M., Poulain, P. M., & Artegiani, A., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Poulain, P. M., Kourafalou, V. H., & Cushman-Roisin, B., 2001. Northern Adriatic Sea, in *Physical oceanography of the Adriatic Sea*, pp. 143–165, eds Cushman-Roisin, B., Gacic, M., Poulain, P. M., & Artegiani, A., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Rabalais, N. N., Turner, R. E., Justic, D., Dortch, Q., & Wiseman, W. J., 2000. *Integrated Assessment of Hypoxia in the Northern Gulf of Mexico*, vol. 15 of **Coastal Ocean Program Decision Analysis Series**, chap. Topic 1: Report for the Integrated Assessment of Hypoxia in the Gulf of Mexico, pp. 1–167, NOAA, Coastal Ocean Program, Silver Spring, MD.
- Raichich, F., 1994. Note on the flow rates of the Adriatic rivers, Tech.report, CNR. Ist. Sper. Talassografico, Trieste, Italy.
- Reimers, C., Jahnke, R., & McCorkle, D., 1992. Carbon fluxes and burial rates over the continental slope and rise off central California with implications for the global carbon cycle, *Global Biogeochemical Cycles*, **6**, 199–224.
- Ridente, D. & Trincardi, F., 2005. Pleistocene 'muddy' forced-regression deposits on the Adriatic shelf: A comparison with prodelta deposits of the late Holocene highstand mud wedge, *Mar. Geol.*, **222–223**, 213–233.
- Russo, A. & Artegiani, A., 1996. Adriatic Sea hydrography, *Sci. Mar.*, **60**(Suppl. 2), 33–43.
- Schlitzer, R., 2002. Ocean Data View, <http://www.awi-bremerhaven.de/GEO/ODV>.
- Schneider, S., Semenov, S., Patwardhan, A., Burton, I., Magadza, C., Oppenheimer, M., Pittock, A., Rahman, A., Smith, J., & Suarez, A., 2007. Assessing key vulnerability and the risk from climate change, in *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 779–810, Cambridge University Press.
- Simunovic, A., Piccinetti, C., & Zore-Armanda, M., 1999. Kill of benthic organisms as a response to anoxic state in the northern Adriatic (a critical review), *Acta Adriat.*, **40**(1), 37–47.
- Soetaert, K., Herman, P., & Middelburg, J., 1996. A model of early diagenetic processes from the shelf to abyssal depths, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **60**, 1019–1040.
- Spagnoli, F., 1994. *Diagenesi precoce e processi di scambio tra acqua e sedimento in condizione di quiete e di risospensione di un'area marina a sud del delta del Po*, Ph.D. thesis, Università degli Studi di Trieste, Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Ambientali (Oceanografia Geologica e risorse), V ciclo.
- Spagnoli, F. & Bergamini, M., 1997. Water-solid exchanges of nutrients and trace elements during early diagenesis and resuspension of anoxic shelf sediments, *Water, Air and Soil pollution*, **99**, 541–556.
- Spagnoli, F., Bartholini, G., Marini, M., & Giordano, P., 2004. Biogeochemical processes in sediments of the Manfredonia Gulf (Southern Adriatic Sea): early diagenesis of carbon and nutrient and benthic exchange, *Biogeosciences Discussions*, **1**, 803–823.
- Spagnoli, F., Bartholini, G., Dinelli, E., & Giordano, P., 2008. Geochemistry and particles size of surface sediments of Gulf of Manfredonia (Southern Adriatic Sea), *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **80**, 21–30.

- Tanaka, T., Thingstad, T., Lovdal, T., Grossart, H.-P., Larsen, A., Schulz, K., & Riebesell, U., 2007. Availability of phosphate for phytoplankton and bacteria and of labile organic carbon for bacteria at different pCO₂ levels in mesocosm study, *Biogeosciences, Discuss.*, **4**, 3937–3960.
- Tyrrell, T., Schneider, B., Charalampopoulou, A., & Riebesell, U., 2008. Coccolithophores and calcite saturation state in the Baltic and Black Seas, *Biogeosciences*, **5**, 485–494.
- Ursella, L., Poulain, P. L., & Signell, R. P., 2006. Surface drifter derived circulation in the northern and middle adriatic sea: Response to wind regime and season, *J. Geophys. Res.*, **111**, C03–S04.
- Vibilič, I. & Supič, N., 2005. Dense water generation on a shelf: the case of the Adriatic Sea, *Ocean. Dynam.*, **55**, 403–415.
- Wessel, P. & Smith, W. H. F., 1998. New, improved version of generic mapping tools released, *EOS Trans. Amer. Geophys. U.*, **79**(47), 579.
- Widdicombe, S. & Needham, H., 2007. Impact of CO₂ induced seawater acidification on the burrowing activity of *Nereis virens* (Sars 1835) and sediment nutrient flux, *Marine Ecology- Progress Series*, **341**, 111–122.
- Widdicombe, S. & Spicer, J., 2008. Predicting the impact of ocean acidification on benthic biodiversity: What can animal physiology tell us?, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **366**, 187–197.
- Wu, R. S. S., 2002. Hypoxia: from molecular responses to ecosystem responses, *Marine Pollution Bulletin*, **45**, 35–45.
- Zago, C., Capodaglio, G., Ceradini, S., Ciceri, G., Abemoschi, L., Soggia, F., Cescon, P., & Scarponi, G., 2000. Benthic fluxes of cadmium, lead, copper and nitrogen species in the northern Adriatic Sea in front of the River Po outflow, Italy, *Sci. Total Environ.*, **246**, 121–137.
- Zore-Armanda, M., 1956. On gradient currents in the Adriatic Sea, *Acta Adriat.*, **8**(6), 1–38.

6. APPENDICE

Tabella 6: Operazioni in mare (stazioni bentiche), CASE3 con R/V *Urania*.

LON, LAT	DATA, ORA	EST, NORD	SIGLA
ddmm.xxx	UTC	UTM33	
12.4630331 44.7421774	2011-01-30 06:42:00	299152.83 4957441.30	18C_BC_ATSEA
12.4630143 44.7421959	2011-01-30 06:43:06	299151.40 4957443.40	18C_BC_RELEASE
12.4629516 44.7421525	2011-01-30 06:43:19	299146.29 4957438.73	18C_BC_RELEASE_TRUE
12.4637577 44.7404437	2011-01-30 07:21:45	299204.19 4957246.93	18C_NISKIN_BOTTOM
12.4636691 44.7404830	2011-01-30 08:05:22	299197.31 4957251.51	18C_SW104-I_BOTTOM
12.4638578 44.7404479	2011-01-30 08:10:19	299212.13 4957247.15	18C-SW104-II_BOTTOM
12.4644728 44.7401895	2011-01-30 09:20:10	299259.92 4957216.92	18C-SW104-III_BOTTOM
12.4657218 44.7407757	2011-01-30 12:04:23	299360.84 4957278.96	18C_HYDROLAB_ATSEA
12.4647500 44.7402833	2011-01-30 12:16:00	299282.19 4957226.66	18C_GRAB_BOTTOM
12.4640756 44.7401551	2011-01-30 12:23:18	299228.36 4957214.08	18C_HYDROLAB_BOTTOM
12.4638004 44.7400463	2011-01-30 12:25:02	299206.19 4957202.68	18C_HYDROLAB_ONBOARD
12.4630243 44.7422994	2011-01-30 15:59:04	299152.55 4957454.87	18C_BC_RECOVERY
12.4623699 44.7424016	2011-01-30 16:01:53	299101.10 4957467.84	18C_BC_ONBOARD
12.4581667 44.7435000	2011-01-30 16:23:52	298772.15 4957600.25	18C_CTD-09_ATSEA
12.5700675 44.8031199	2011-01-30 17:28:28	307828.93 4963952.32	18C_CTD10
12.5712964 44.8040118	2011-01-30 17:32:35	307929.08 4964048.49	18C
12.5714079 44.8041964	2011-01-30 17:35:44	307938.51 4964068.73	18C
12.6613724 44.3177397	2011-01-31 05:55:01	313504.82 4909824.28	2E_
12.6613593 44.3177578	2011-01-31 05:55:38	313503.83 4909826.32	2E_CTD
12.6614077 44.3177905	2011-01-31 05:56:16	313507.79 4909829.85	2E_CTD
12.6611667 44.3178333	2011-01-31 05:57:06	313488.71 4909835.15	2E_CTD-23_ATSEA
12.6615237 44.3178874	2011-01-31 05:58:19	313517.35 4909840.34	2E_CTD
12.6615306 44.3178974	2011-01-31 05:58:54	313517.93 4909841.44	2E_CTD
12.6616162 44.3180331	2011-01-31 06:12:33	313525.19 4909856.32	2E_NISKIN
12.6610118 44.3180258	2011-01-31 06:29:36	313476.97 4909856.88	2E_BC_ATSEA
12.6607149 44.3178174	2011-01-31 06:35:43	313452.63 4909834.41	2E_BC_RELEASE
12.6589515 44.3183475	2011-01-31 06:38:34	313313.69 4909897.31	2E_NISKIN_ATSEA
12.6585644 44.3185365	2011-01-31 06:40:00	313283.42 4909919.18	2E_NISKIN
12.6585874 44.3186126	2011-01-31 06:41:00	313285.49 4909927.58	2E_NISKIN
12.6637741 44.3172177	2011-01-31 07:54:20	313694.69 4909760.84	2E_SW
12.6637343 44.3171148	2011-01-31 07:55:32	313691.19 4909749.50	2E_SW
12.6636501 44.3170304	2011-01-31 07:56:48	313684.21 4909740.32	2E_SW104-I_BOTTOM
12.6621834 44.3169903	2011-01-31 08:45:05	313567.12 4909739.20	2E_SW104-II_BOTTOM
12.6633038 44.3170520	2011-01-31 09:46:55	313656.66 4909743.50	2E_HYDROLAB_ATSEA
12.6634657 44.3169332	2011-01-31 09:47:58	313669.20 4909729.94	2E_HYDROLAB_BOTTOM
12.6657362 44.3159179	2011-01-31 10:15:56	313847.05 4909612.00	2E_HYDROLAB_ONBOARD
12.6617114 44.3170701	2011-01-31 15:11:19	313529.73 4909749.14	2E_GRAB_BOTTOM
12.6605279 44.3179770	2011-01-31 15:54:10	313438.22 4909852.56	2E_BC_RECOVERY
12.6606207 44.3179400	2011-01-31 15:54:32	313445.51 4909848.24	2E_BC_RECOVERY_TRUE
12.6603793 44.3181770	2011-01-31 15:56:43	313427.01 4909875.12	2E_BC_ONBOARD
12.8768333 44.1083333	2011-02-01 05:01:30	330085.76 4886097.01	2E_CTD-27_ATSEA?
12.8925000 44.0850000	2011-02-01 18:01:59	331273.20 4883473.09	2E_CTD-28_ATSEA?
13.0351667 44.1831667	2011-02-01 19:21:07	342955.75 4894094.18	2E_CTD-29_ATSEA?
12.6613333 44.3175000	2011-02-05 13:20:27	313500.94 4909797.75	2E_CTD-74_ATSEA_SW104-III
12.6620390 44.3174290	2011-02-05 13:29:14	313556.99 4909788.26	2E_SW104-III_BOTTOM
12.8903687 44.1343967	2011-02-01 06:30:00	331243.24 4888964.07	5C/1_ROV_ATSEA
12.8902966 44.1343535	2011-02-01 06:35:20	331237.35 4888959.42	5C/1_BC_RELEASE
12.8903619 44.1343928	2011-02-01 06:35:37	331242.68 4888963.65	5C/1_BC_RELEASE_TRUE
12.8903535 44.1343868	2011-02-01 06:40:00	331241.99 4888963.01	5C/1_ROV_RECOVERY

12.8935141	44.1338958	2011-02-01 07:07:34	331493.43	4888901.99	5C/1_NISKIN-I_ATSEA
12.8933748	44.1338487	2011-02-01 07:09:26	331482.15	4888897.04	5C/1_NISKIN-I_BOTTOM
12.8931907	44.1338165	2011-02-01 07:10:50	331467.33	4888893.84	5C/1_NISKIN-I_ONBOARD
12.8923901	44.1336119	2011-02-01 07:19:26	331402.71	4888872.76	5C/1_SW104-I_ATSEA
12.8922280	44.1335679	2011-02-01 07:20:59	331389.61	4888868.20	5C/1_SW104-I_BOTTOM
12.8922254	44.1334548	2011-02-01 07:22:26	331389.08	4888855.64	5C/1_SW104-I_ONBOARD
12.8927761	44.1330898	2011-02-01 08:04:04	331432.10	4888813.97	5C/1_GRAB-I_ONBOARD
12.8903083	44.1343547	2011-02-01 15:53:00	331238.29	4888959.53	5C/1_BC_RECOVERY
12.8905037	44.1342532	2011-02-01 15:55:57	331253.63	4888947.86	5C/1_BC_ONBOARD
12.8926667	44.1335000	2011-02-05 11:14:44	331424.51	4888859.76	5C/1-II_CTD-73_ATSEA_SW104-V
12.8910833	44.1338667	2011-02-06 05:08:00	331298.90	4888903.73	5C/1-II_RELEASE
12.8928333	44.1323333	2011-02-06 12:09:51	331434.52	4888729.83	5C/1-II_CTD-78_ATSEA
12.8912992	44.1338535	2011-02-06 14:10:21	331316.13	4888901.83	5C/1-II_BC_RECOVERY
13.0860579	44.0055119	2011-02-02 06:25:44	346564.56	4874265.77	8A_BC_RELEASE
13.0861658	44.0055174	2011-02-02 06:26:07	346573.23	4874266.18	8A_BC_RELEASE_TRUE
13.0882463	44.0035562	2011-02-02 06:59:04	346734.97	4874044.48	8A_NISKIN_ATSEA
13.0882573	44.0036025	2011-02-02 07:00:39	346735.97	4874049.60	8A_NISKIN_BOTTOM
13.0882613	44.0035941	2011-02-02 07:01:58	346736.27	4874048.66	8A_NISKIN_ONBOARD
13.0875674	44.0036390	2011-02-02 07:11:49	346680.75	4874054.94	8A_SW104-I_BOTTOM
13.0880318	44.0037554	2011-02-02 07:48:08	346718.28	4874067.00	8A_SW104-II_BOTTOM
13.0885030	44.0048437	2011-02-02 08:49:34	346758.86	4874187.01	8A_GRAB-I_BOTTOM
13.0877655	44.0042298	2011-02-02 09:13:23	346698.16	4874120.19	8A_SW
13.0877608	44.0041750	2011-02-02 09:15:06	346697.64	4874114.11	8A_SW
13.0876600	44.0048432	2011-02-02 09:36:45	346691.28	4874188.52	8A_SW104-IV_BOTTOM
13.0874136	44.0040158	2011-02-02 09:51:17	346669.39	4874097.07	8A_HYDROLAB_ATSEA
13.0882925	44.0039144	2011-02-02 10:00:07	346739.59	4874084.18	8A_HYDROLAB_BOTTOM
13.0882340	44.0039257	2011-02-02 10:00:32	346734.93	4874085.54	8A_HYDROLAB_ONBOARD
13.0968333	44.0073333	2011-02-02 16:11:59	347433.08	4874448.08	8A_CTD-38_ATSEA
13.0879401	44.0038738	2011-02-06 02:49:00	346711.24	4874080.32	8A-I_SW104-V_TRUE_BOTTOM
13.0878513	44.0038286	2011-02-06 02:49:05	346704.00	4874075.47	8A-I_SW104-V_BOTTOM
13.0878492	44.0038092	2011-02-06 02:52:04	346703.78	4874073.32	8A_sw104_bis_onboard
13.0876667	44.0035000	2011-02-06 03:02:08	346688.35	4874039.31	8A_CTD-77_ATSEA_SW104-V
12.6907994	44.1216425	2011-02-04 06:30:33	315238.96	4887976.32	3Acbent
12.6907590	44.1216385	2011-02-04 06:32:18	315235.71	4887975.96	3A_BC_RELEASE
12.6927467	44.1199583	2011-02-04 07:10:02	315389.52	4887784.88	3A
12.6927361	44.1199687	2011-02-04 07:10:28	315388.70	4887786.05	3A
12.6927486	44.1200318	2011-02-04 07:11:44	315389.90	4887793.04	3A
12.6931514	44.1202216	2011-02-04 07:35:11	315422.72	4887813.21	3A
12.6931296	44.1202063	2011-02-04 07:35:42	315420.93	4887811.56	3A_SW104_BOTTOM
12.6931374	44.1202568	2011-02-04 07:36:46	315421.71	4887817.15	3A
12.6932239	44.1203440	2011-02-04 07:51:11	315428.90	4887826.65	3A_CTD65_
12.6930000	44.1203333	2011-02-04 07:53:16	315410.96	4887825.96	3A_CTD-65_ATSEA
12.6930807	44.1201933	2011-02-04 07:54:29	315416.98	4887810.23	3A_CTD65_BOTTOM
12.6931123	44.1202464	2011-02-04 07:55:09	315419.67	4887816.06	3A_CTD65_
12.6931130	44.1201872	2011-02-04 08:00:49	315419.54	4887809.48	3ABENNA_pelo
12.6931198	44.1201987	2011-02-04 08:01:04	315420.12	4887810.74	3ABENNA_fondo
12.6932349	44.1203296	2011-02-04 08:03:40	315429.74	4887825.02	3ABENNA_
12.6932246	44.1203101	2011-02-04 09:21:46	315428.85	4887822.88	3A_HYDROLAB
12.6931834	44.1202666	2011-02-04 09:52:46	315425.42	4887818.14	3AHYDROLAB_fondo
12.6931211	44.1202057	2011-02-04 09:53:26	315420.25	4887811.52	3AHYDROLAB_bordo
12.6907297	44.1216717	2011-02-04 15:45:08	315233.47	4887979.72	3A_BC_RECOVERY

Tabella 7: Estrusione e descrizione Carota 18C.

SIG	Top	Bot.	Liv.	Spess.	pH	Eh rif.	Eh Mis.	Eh	T	Descrizione
				cm		mV	mV	mV	°C	
18C	0		-0.5		7.90	232	153.5	141.5	13.6	Overlying water (OLW)
18C	0	0.5	0.25	0.5	7.50	232	66.8	54.8	16.2	Fango marroncino estremamente molle, con burrow, filamento e turrیتella
18C	0.5	1	0.75	0.5	7.38	232	53.0	41	15.0	Fango marroncino estremamente molle, con venature nerastre
18C	1	1.5	1.25	0.5	7.29	232	-0.9	-12.9	16.5	Fango marroncino estremamente molle, con sottili venature nerastre e filamento di colore rosso
18C	1.5	2	1.75	0.5	7.34	232	-98.7	-110.7	16.4	Fango marroncino molto molle, con sottili venature nerastre e burrow
18C	2	2.5	2.25	0.5	7.36	232	-146.0	-158	16.9	Fango grigio verde molto molle, con burrows
18C	2.5	3	2.75	0.5	7.28	232	-168.0	-180	17.3	Fango grigio verde molto molle
18C	3	3.5	3.25	0.5	7.26	232	-211.0	-223	17.1	Fango grigio verde molto molle, con venature nerastre e verme
18C	3.5	4	3.75	0.5	7.23	232	-220.0	-232	17.4	Fango grigio verde molto molle, con venature nerastre e burrow
18C	4	5	4.5	1	7.27	232	-204.0	-216	17.1	Fango grigio scuro molto molle
18C	5	6	5.5	1	7.24	232	-194.9	-206.9	17.4	Fango grigio scuro molto molle, con burrow
18C	6	7	6.5	1	7.26	232	-218.0	-230	17.8	Fango grigio scuro molto molle, con chiazza marroncina
18C	7	8	7.5	1	7.29	232	-198.5	-210.5	17.6	Fango grigio scuro molto molle, con chiazze marroncine
18C	8	10	9	2	7.28	232	-219.0	-231	18.0	Fango grigio scuro molto molle, con chiazze marroncine
18C	10	12	11	2	7.25	232	-220.0	-232	17.7	Fango grigio scuro molto molle, con chiazza marroncina e filamenti
18C	12	14	13	2	7.31	232	-229.0	-241	17.9	Fango grigio scuro molto molle, con chiazza marroncina, filamento e burrows
18C	14	16	15	2	7.26	232	-231.0	-243	18.9	Fango grigio scuro molto molle, con chiazze marroncine e burrow
18C	16	19	17.5	3	7.33	232	-281.0	-293	18.1	Fango grigio scuro molto molle, con chiazze marroncine e grosso lungo filamento
18C	19	22	20.5	3	7.38	232	-256.0	-268	18.8	Fango grigio scuro molle, con chiazze marroncine, chiazza nerastra e burrows
18C	22	25	23.5	3	7.41	232	-273.0	-285	18.7	Fango grigio scuro mediamente molle, con chiazze marroncine, chiazza nerastra, turrیتella e piccola valva
18C	25	28	26.5	3	7.46	232	-319.0	-331	18.5	Fango grigio scuro mediamente molle, con chiazza marroncina, chiazza nerastra, turrیتella e burrows
18C	28	32	30	4	7.46	232	-346.0	-358	19.0	Fango grigio scuro mediamente molle, con chiazze marroncine, chiazze nerastre, filamenti e burrows

18C	32	36	34	4	7.47	232	-298.0	-310	19.0	Fango grigio nerastro molle, localmente molto molle, con chiazze marroncine, burrow, bioclasto e filamento
18C	36	40	38	4	7.48	232	-283.0	-295	18.7	Fango grigio nerastro molle, localmente molto molle, con chiazze marroncine, burrows, bioclasti e filamenti
18C	40	44	42	4	7.47	232	-272.0	-284	19.1	Fango grigio nerastro molle, localmente piu' molle, con burrows, filamento, turritella, bioclasto e piccola valva
18C	44	48	46	4	7.48	232	-262.0	-274	19.7	Fango grigio nerastro molle, localmente piu' molle, con chiazze marroncine, turritella e filamenti
18C	48	52	50	4	7.45	232	-217.0	-229	19.9	Fango grigio scuro molle, localmente piu' molle, con venature nere, chiazza marroncina, gasteropode e turritella
18C	52	56	54	4	7.37	232	-194.5	-206.5	20.4	Fango grigio scuro molle, localmente piu' molle, con venature nerastre e chiazza marroncina

Tabella 8: Estrusione e descrizione Carota 3A.

SIG	Top	Bot.	Liv.	Spess.	pH	Eh rif.	Eh Mis.	Eh	T	Descrizione
				cm		mV	mV	mV	°C	
3A	0		-0.5		8.06	235	58.1	43.1	12.3	Overlying water (OLW)
3A	0	0.5	0.25	0.5	7.55	235	34.7	19.7	14.3	Fango marroncino verdognolo con sabbia, estremamente molle (quasi privo di consistenza), con frustoli
3A	0.5	1	0.75	0.5	7.42	235	10.6	-4.4	13.7	Fango marroncino verdognolo con sabbia, estremamente molle, con frustoli
3A	1	1.5	1.25	0.5	7.28	235	-45.4	-60.4	14.5	Fango marroncino verdognolo con sabbia, estremamente molle
3A	1.5	2	1.75	0.5	7.33	235	-114.3	-129.3	15.4	Fango grigio verde estremamente molle, con probabile presenza di sabbia e frustoli
3A	2	2.5	2.25	0.5	7.32	235	-124.7	-139.7	16.3	Fango grigio verde molto molle, con probabile presenza di sabbia
3A	2.5	3	2.75	0.5	7.39	235	-126	-141	15.9	Fango grigio verde molto molle, con venature nerastre e probabile presenza di sabbia
3A	3	3.5	3.25	0.5	7.39	235	-128.3	-143.3	15.9	Fango grigio verde molto molle, con probabile presenza di sabbia, con venature nerastre e filamento
3A	3.5	4	3.75	0.5	7.37	235	-133.7	-148.7	16.6	Fango grigio nerastro molto molle, con probabile presenza di sabbia
3A	4	5	4.5	1	7.4	235	-140.7	-155.7	17	Fango grigio nerastro molle, con probabile presenza di sabbia e bioclasto
3A	5	6	5.5	1	7.42	235	-153.4	-168.4	16.2	Fango grigio scuro-nerastro molle, con verme
3A	6	7	6.5	1	7.46	235	-136.1	-151.1	16.5	Fango grigio scuro-nerastro mediamente molle
3A	7	8	7.5	1	7.51	235	-141.8	-156.8	18.3	Fango grigio scuro-nerastro poco molle, con valve, bioclasti e vermi
3A	8	10	9	2	7.6	235	-127.6	-142.6	17.5	Fango grigio scuro-nerastro poco molle, con bioclasti
3A	10	12	11	2	7.57	235	-119.9	-134.9	17.4	Fango grigio scuro poco molle, con venature nerastre, frustoli
3A	12	14	13	2	7.48	235	-144.1	-159.1	17.1	Fango grigio scuro poco molle, con venature nerastre
3A	14	16	15	2	7.41	235	-121.9	-136.9	19.4	Fango grigio scuro poco molle, con venature nerastre
3A	16	19	17.5	3	7.45	235	-126.4	-141.4	18.3	Fango grigio scuro poco molle, con chiazza nerastra, frustolo e bioclasti
3A	19	22	20.5	3	7.4	235	-133.2	-148.2	18.2	Fango grigio scuro poco molle, con chiazza nerastra, bioclasti e turritella (probabile presenza di sabbia)
3A	22	25	23.5	3	7.26	235	-128.7	-143.7	19.3	Fango grigio scuro poco molle, con venature nerastre e bioclasti (probabile presenza di sabbia)
3A	25	28	26.5	3	7.22	235	-129.5	-144.5	19.5	Fango grigio verde scuro poco molle, con rare venature nerastre

3A	28	32	30	4	7.22	235	-131.3	-146.3	19.7	Fango grigio verde scuro poco molle, con rare e sottili venature nerastre (probabile presenza di sabbia)
3A	32	36	34	4	7.21	235	-126	-141	20.1	Fango grigio verde scuro poco molle, con sottili e rare venature nerastre e minuti bioclasti (probabile presenza di sabbia)
3A	36	40	38	4	7.23	235	-114.2	-129.2	20.6	Fango grigio verde scuro duro, con sottili venature nerastre e rari e minuti bioclasti (probabile presenza di sabbia)

Tabella 9: Estrusione e descrizione Carota 8A.

SIG	Top	Bot.	Liv.	Spess.	pH	Eh rif.	Eh Mis.	Eh	T	Descrizione
				cm		mV	mV	mV	°C	
8A	0		-0.5		7.97	229	135	126.0	15.4	Overlying water (OLW)
8A	0	0.5	0.25	0.5	7.36	229	93.1	84.1	15.7	Fango (sabbioso/siltoso) marroncino verdognolo estremamente molle
8A	0.5	1	0.75	0.5	7.18	229	81.9	72.9	16.2	Fango (sabbioso/siltoso) marroncino verdognolo estremamente molle, con venature nerastre
8A	1	1.5	1.25	0.5	7.18	229	46.8	37.8	16.2	Fango (sabbioso/siltoso) marroncino verdognolo estremamente molle, con venature nerastre
8A	1.5	2	1.75	0.5	7.18	229	32.8	23.8	17.5	Fango (sabbioso/siltoso) marroncino verdognolo estremamente molle, con venature nerastre
8A	2	2.5	2.25	0.5	7.21	229	38.7	29.7	17.5	Fango (sabbioso/siltoso) marroncino verdognolo estremamente molle, con rare e sottili venature nerastre
8A	2.5	3	2.75	0.5	7.23	229	20.5	11.5	16.1	Fango (sabbioso/siltoso) marroncino verdognolo estremamente molle, con sottili venature nerastre
8A	3	3.5	3.25	0.5	7.17	229	10.4	1.4	17.2	Fango (sabbioso/siltoso) marroncino verdognolo molto molle, con venature nerastre e burrow
8A	3.5	4	3.75	0.5	7.32	229	18.2	9.2	17.2	Fango (sabbioso/siltoso) grigio verde molto molle, con rare e sottili venature nerastre e chiazze marroncine
8A	4	5	4.5	1	7.28	229	39	30	17.1	Fango grigio verde molto molle, con venature nerastre e chiazze marroncine
8A	5	6	5.5	1	7.28	229	21.3	12.3	16.8	Fango grigio verde molto molle, con sottili venature nerastre e chiazze marroncine
8A	6	7	6.5	1	7.25	229	16.8	7.8	17.3	Fango grigio verde molto molle, con chiazze marroncine e rare e sottili venature nerastre
8A	7	8	7.5	1	7.26	229	4.1	-4.9	16.9	Fango grigio verde molto molle, con chiazze marroncine e rare e sottili venature nerastre
8A	8	10	9	2	7.28	229	25.6	16.6	17.5	Fango grigio verde scuro molle, con chiazze marroncine, rare e sottili venature nerastre e burrows
8A	10	12	11	2	7.30	229	23.3	14.3	17.6	Fango grigio verde scuro molle, con venature nerastre, chiazza nerastra e rari bioclasti
8A	12	14	13	2	7.30	229	33.6	24.6	18.3	Fango grigio scuro mediamente molle, con chiazze marroncine piu' molli e minuti bioclasti
8A	14	16	15	2	7.37	229	20	11	17.9	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre, rari e minuti bioclasti, turritella
8A	16	19	17.5	3	7.43	229	21.9	12.9	18.2	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre, rari e minuti bioclasti, frustolo

8A	19	22	20.5	3	7.41	229	25.7	16.7	18.8	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre, rari e minuti bioclasti, frustolo
8A	22	25	23.5	3	7.47	229	5.4	-3.6	18.7	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre
8A	25	28	26.5	3	7.45	229	-84.3	-93.3	19.3	Fango grigio scuro mediamente molle e localmente piu' molle, con venature nerastre e burrow
8A	28	32	30	4	7.44	229	-95	-104	20	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre e frustolo
8A	32	36	34	4	7.44	229	-76.1	-85.1	20.5	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre
8A	36	40	38	4	7.36	229	-67.9	-76.9	20.4	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre
8A	40	44	42	4	7.31	229	-101.4	-110.4	21.9	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre e turritella
8A	44	48	46	4	7.30	229	-102.3	-111.3	21.5	Fango grigio scuro mediamente molle, con rare venature nerastre e turritella
8A	48	52	50	4	7.28	229	-102.9	-111.9	21.8	Fango grigio scuro mediamente molle, con rare venature nerastre e rari e minuti bioclasti

Tabella 10: Estrusione e descrizione Carota 2E.

SIG	Top	Bot.	Liv.	Spess.	pH	Eh rif.	Eh Mis.	Eh	T	Descrizione
				cm		mV	mV	mV	°C	
2E	0	0	-0.5		7.72	239	59.3	40.3	13.7	Overlying water (OLW)
2E	0	0.5	0.25	0.5	7.31	239	88.2	69.2	13.9	Fango grigio verde estremamente molle, con bioclasto e burrow
2E	0.5	1	0.75	0.5	7.22	239	-51.5	-70.5	14.1	Fango grigio verde estremamente molle, con venature nerastre e bivalve
2E	1	1.5	1.25	0.5	7.03	239	-114.1	-133.1	14.3	Fango grigio verde estremamente molle, con venature nerastre, burrow e bioclasti
2E	1.5	2	1.75	0.5	7	239	-149.1	-168.1	14.5	Fango grigio verde estremamente molle, con venature nerastre
2E	2	2.5	2.25	0.5	7.02	239	-150.4	-169.4	15.4	Fango grigio verde estremamente molle, con venature nerastre e burrow
2E	2.5	3	2.75	0.5	7.03	239	-136.8	-155.8	15.5	Fango grigio verde estremamente molle, con venature nerastre e turritella
2E	3	3.5	3.25	0.5	7.04	239	-166.6	-185.6	15.2	Fango grigio verde estremamente molle, con venature nerastre
2E	3.5	4	3.75	0.5	7.06	239	-202	-221	16.2	Fango grigio verde molto molle, con venature nerastre e chiazza marroncina
2E	4	5	4.5	1	7.08	239	-140.1	-159.1	15.4	Fango grigio verde molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre e chiazza marroncina
2E	5	6	5.5	1	7.06	239	-167.4	-186.4	16.1	Fango grigio verde molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre
2E	6	7	6.5	1	7.1	239	-209	-228	16.3	Fango grigio molto molle, con sottili venature nerastre, turritella e valva
2E	7	8	7.5	1	7.03	239	-180	-199	16	Fango grigio molto molle, con venature nerastre
2E	8	10	9	2	7.05	239	-220	-239	16.3	Fango grigio molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre, chiazza marroncina e bioclasti
2E	10	12	11	2	7.11	239	-232	-251	16.4	Fango grigio molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre, chiazza marroncina, chiazza nerastra e burrows
2E	12	14	13	2	7.09	239	-287	-306	15.9	Fango grigio molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre e chiazza marroncina
2E	14	16	15	2	6.98	239	-154.7	-173.7	16.8	Fango grigio molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre e chiazza marroncina
2E	16	19	17.5	3	7.05	239	-161.7	-180.7	17.5	Fango grigio molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre e chiazza marroncina

2E	19	22	20.5	3	7.07	239	-135.6	-154.6	18.5	Fango grigio molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre, chiazza marroncina, burrows, bivalve e bioclasti da minuti a grossolani
2E	22	25	23.5	3	7.03	239	-190.4	-209.4	18	Fango grigio molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre, chiazza marroncina, turrifella e bioclasti
2E	25	28	26.5	3	6.97	239	-160	-179	18.5	Fango grigio molle, con sottili venature nerastre, bioclasti, turrifelle e gasteropode
2E	28	32	30	4	7.04	239	-166.7	-185.7	18.7	Fango grigio molle, localmente piu' molle, con rare venature nerastre, bioclasti e turrifella
2E	32	36	34	4	7	239	-161.7	-180.7	18.9	Fango grigio poco molle, con biocenosi di turrifelle
2E	36	40	38	4	7.01	239	-146.8	-165.8	19.5	Fango grigio poco molle, con turrifelle
2E	40	44	42	4	7.11	239	-130.9	-149.9	19.6	Fango grigio poco molle, con rare venature nerastre, bioclasti, biocenosi di turrifelle e filamento
2E	44	48	46	4	7.12	239	-137.7	-156.7	19.5	Fango grigio poco molle, localmente piu' molle, con rare venature nerastre, bioclasti e turrifelle
2E	48	52	50	4	7.07	239	-134.7	-153.7	19.9	Fango grigio molle, con rare venature nerastre, filamento e bioclasti

Tabella 11: Estrusione e descrizione Carota 5C.1.

SIG	Top	Bot.	Liv.	Spess.	pH	Eh rif.	Eh Mis.	Eh	T	Descrizione
				cm		mV	mV	mV	°C	
5C/1	0		-0.5		7.75	239	264	245.0	18	Overlying water (OLW)
5C/1	0	0.5	0.25	0.5	7.35	239	267	248.0	19.4	Fango marroncino estremamente molle, presenza di un piccolo paguro
5C/1	0.5	1	0.75	0.5	7.04	239	268	249.0	19.3	Fango marroncino verdognolo estremamente molle
5C/1	1	1.5	1.25	0.5	7.13	239	237	218.0	18.5	Fango marroncino verdognolo estremamente molle
5C/1	1.5	2	1.75	0.5	7.13	239	188.4	169.4	18.8	Fango grigio verde estremamente molle, con chiazze marroncine
5C/1	2	2.5	2.25	0.5	7.16	239	170.6	151.6	18.6	Fango grigio verde, da estremamente molle a molto molle, con venature nerastre e chiazze marroncine
5C/1	2.5	3	2.75	0.5	7.1	239	144	125.0	19.7	Fango grigio verde, da estremamente molle a molto molle, con sottili venature nerastre e chiazze marroncine
5C/1	3	3.5	3.25	0.5	7.23	239	107.5	88.5	19.4	Fango grigio verde molto molle, localmente piu' molle, con venature nerastre
5C/1	3.5	4	3.75	0.5	7.25	239	98.4	79.4	19	Fango grigio verde molto molle, con sottili venature nerastre
5C/1	4	5	4.5	1	7.27	239	71	52.0	19	Fango grigio verde molto molle, con venature nerastre e bioclasto
5C/1	5	6	5.5	1	7.27	239	61	42.0	19.2	Fango grigio molle, con chiazze e venature nerastre, burrows e filamento
5C/1	6	7	6.5	1	7.28	239	74.6	55.6	19.4	Fango grigio molle, con venature nerastre e chiazze marroncine
5C/1	7	8	7.5	1	7.29	239	69.1	50.1	19.4	Fango grigio scuro molle, con venature nerastre e chiazze marroncine
5C/1	8	10	9	2	7.3	239	65.5	46.5	18.7	Fango grigio scuro molle, con venature nerastre, chiazza marroncina e burrow
5C/1	10	12	11	2	7.34	239	125.5	106.5	19.2	Fango grigio scuro molle, con venature nerastre e bioclasti
5C/1	12	14	13	2	7.36	239	92.8	73.8	19.5	Fango grigio scuro molle, con venature nerastre e bioclasti
5C/1	14	16	15	2	7.34	239	87.5	68.5	19.4	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre e bioclasti
5C/1	16	19	17.5	3	7.34	239	103.2	84.2	19.7	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre e bioclasti
5C/1	19	22	20.5	3	7.33	239	86.6	67.6	20	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre, bioclasti e turritelle
5C/1	22	25	23.5	3	7.29	239	80	61.0	20	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre

5C/1	25	28	26.5	3	7.31	239	60.8	41.8	19.9	Fango grigio scuro mediamente molle, localmente piu' molle, con bioclasti
5C/1	28	32	30	4	7.29	239	50.3	31.3	20.3	Fango grigio scuro mediamente molle, con sottili e rare venature nerastre, filamento e turritella
5C/1	32	36	34	4	7.23	239	34.2	15.2	21	Fango grigio scuro mediamente molle, con rare e sottili venature nerastre
5C/1	36	40	38	4	7.25	239	14.7	-4.3	20.9	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre
5C/1	40	44	42	4	7.27	239	13.7	-5.3	20.8	Fango grigio scuro mediamente molle, con rare venature nerastre
5C/1	44	48	46	4	7.31	239	14.3	-4.7	20.4	Fango grigio scuro mediamente molle, con venature nerastre e piccole chiazze marroncine

Tabella 12: Estrusione e descrizione Carota 8A_1.

SIG	Top	Bot.	Liv.	Spess.	pH	Eh rif.	Eh Mis.	Eh	T	Descrizione
				cm		mV	mV	mV	°C	
8A/1	0		-0.5		8.13	224	-53.9	-57.9	13.9	Overlying water (OLW)
8A/1	0	0.5	0.25	0.5	7.61	224	-65.7	-69.7	16.6	Fango (sabbioso/siltoso) marroncino verdognolo estremamente molle (quasi privo di consistenza)
8A/1	0.5	1	0.75	0.5	7.33	224	-87.6	-91.6	17.7	Fango (sabbioso/siltoso) grigio verde estremamente molle, con velature marroncine
8A/1	1	1.5	1.25	0.5	7.37	224	-87.9	-91.9	16.4	Fango grigio verde molto molle, con venature nerastre e velature marroncine
8A/1	1.5	2	1.75	0.5	7.23	224	-79	-83	17.7	Fango grigio verde molto molle
8A/1	2	2.5	2.25	0.5	7.34	224	-127.5	-131.5	18	Fango grigio verde molto molle, con venature nerastre
8A/1	2.5	3	2.75	0.5	7.39	224	-124.3	-128.3	17.2	Fango grigio verde molto molle, con turritella
8A/1	3	3.5	3.25	0.5	7.42	224	-137.4	-141.4	18.6	Fango grigio verde molto molle
8A/1	3.5	4	3.75	0.5	7.43	224	-138.7	-142.7	18.7	Fango grigio verde scuro molle
8A/1	4	5	4.5	1	7.41	224	-142.1	-146.1	17.2	Fango grigio verde scuro molle
8A/1	5	6	5.5	1	7.46	224	-133.4	-137.4	18.5	Fango grigio verde scuro mediamente molle
8A/1	6	7	6.5	1	7.45	224	-148.2	-152.2	18.4	Fango grigio verde scuro mediamente molle, con venature nerastre e turritella
8A/1	7	8	7.5	1	7.45	224	-158.1	-162.1	18.7	Fango grigio verde scuro mediamente molle, con venature nerastre
8A/1	8	10	9	2	7.39	224	-146.8	-150.8	18.1	Fango grigio verde scuro mediamente molle, con venature nerastre

Tabella 13: Estrusione e descrizione Carota 2E_2.

SIG	Top	Bot.	Liv.	Spess.	pH	Eh rif.	Eh Mis.	Eh	T	Descrizione
				cm		mV	mV	mV	°C	
2E/2	0	0	-0.5		8.08	229	63.3	54.3	13.5	Overlying water (OLW)
2E/2	0	0.5	0.25	0.5	7.76	229	78	69	15.8	Fango (silt?) marroncino verdognolo estremamente molle, con sottili venature nerastre
2E/2	0.5	1	0.75	0.5	7.37	229	52.7	43.7	16.2	Fango (silt?) marroncino verdognolo estremamente molle, con sottili venature nerastre e chiazza nerastra
2E/2	1	1.5	1.25	0.5	7.28	229	-22.7	-31.7	16.6	Fango (silt?) grigio verde molto molle, con chiazze nerastre
2E/2	1.5	2	1.75	0.5	7.16	229	-60.2	-69.2	19.1	Fango grigio verde molto molle, con chiazze nerastre
2E/2	2	2.5	2.25	0.5	7.17	229	-34.2	-43.2	19.1	Fango grigio verde molto molle
2E/2	2.5	3	2.75	0.5	7.17	229	-40.9	-49.9	18.2	Fango grigio verde molto molle
2E/2	3	3.5	3.25	0.5	7.19	229	-50.8	-59.8	18.6	Fango grigio verde molto molle
2E/2	3.5	4	3.75	0.5	7.23	229	-50	-59	18.4	Fango grigio verde molto molle
2E/2	4	5	4.5	1	7.23	229	-55.2	-64.2	17.8	Fango grigio verde molto molle, con rare e sottili venature nerastre
2E/2	5	6	5.5	1	7.2	229	-85.8	-94.8	17.6	Fango grigio scuro molto molle, con chiazza nerastra
2E/2	6	7	6.5	1	7.24	229	-94.7	-103.7	17.9	Fango grigio scuro molto molle, con venature nerastre
2E/2	7	8	7.5	1	7.21	229	-109.2	-118.2	18.5	Fango grigio scuro molle
2E/2	8	10	9	2	7.22	229	-128.4	-137.4	17.7	Fango grigio scuro molle, con sottili venature nerastre

Tabella 14: Estrusione e descrizione Carota 5C_2.

SIG	Top	Bot.	Liv.	Spess.	pH	Eh rif.	Eh Mis.	Eh	T	Descrizione
				cm		mV	mV	mV	°C	
5C/2	0		-0.5		7.95	240	205	185.0	14.3	Overlying water (OLW)
5C/2	0	0.5	0.25	0.5	7.49	240	197	177.0	15.1	Fango marroncino verdognolo estremamente molle (quasi privo di consistenza)
5C/2	0.5	1	0.75	0.5	7.3	240	181.5	161.5	15.4	Fango marroncino verdognolo estremamente molle
5C/2	1	1.5	1.25	0.5	7.38	240	92.5	72.5	15.9	Fango marroncino verdognolo estremamente molle, con chiazza nerastra
5C/2	1.5	2	1.75	0.5	7.26	240	134.6	114.6	16.3	Fango marroncino verdognolo estremamente molle, con chiazze nerastre
5C/2	2	2.5	2.25	0.5	7.24	240	-81.8	-101.8	16.7	Fango marroncino verdognolo, da estremamente molle a molto molle, con chiazze nerastre
5C/2	2.5	3	2.75	0.5	7.31	240	-87.9	-107.9	16.7	Fango marroncino verdognolo molto molle, con chiazze nerastre
5C/2	3	3.5	3.25	0.5	7.29	240	-111.7	-131.7	16.9	Fango marroncino verdognolo molto molle, con chiazze nerastre
5C/2	3.5	4	3.75	0.5	7.29	240	-107.2	-127.2	17.3	Fango marroncino verdognolo molto molle, con chiazze nerastre
5C/2	4	5	4.5	1	7.32	240	-120	-140.0	17.6	Fango grigio verde molto molle, con chiazze nerastre
5C/2	5	6	5.5	1	7.35	240	-125.6	-145.6	17.4	Fango grigio verde molto molle, con chiazze nerastre
5C/2	6	7	6.5	1	7.33	240	-127.5	-147.5	17.4	Fango grigio verde molto molle, con chiazze e venature nerastre
5C/2	7	8	7.5	1	7.33	240	-125.9	-145.9	17.3	Fango grigio verde scuro molle, con chiazze e venature nerastre
5C/2	8	10	9	2	7.4	240	-133.3	-153.3	16.9	Fango grigio verde scuro molle
5C/2	10	12	11	2	7.39	240	-135.3	-155.3	16.8	Fango grigio verde scuro molle, con burrows e rari e minuti bioclasti
5C/2	12	14	13	2	7.36	240	-114.8	-134.8	17.4	Fango grigio verde scuro molle, con chiazze nerastre e turritella
5C/2	14	16	15	2	7.39	240	-127.9	-147.9	17.4	Fango grigio verde scuro molle, con chiazze e venature nerastre e con rari e minuti bioclasti
5C/2	16	19	17.5	3	7.38	240	-108.6	-128.6	17.7	Fango grigio verde scuro molle, localmente piu' molle, con chiazze e venature nerastre, turritelle e filamento
5C/2	19	22	20.5	3	7.39	240	-107.3	-127.3	18.3	Fango grigio verde scuro molle, localmente piu' molle, con venature nerastre e turritella
5C/2	22	25	23.5	3	7.27	240	-105.6	-125.6	18.5	Fango grigio verde scuro molle, con rare chiazze nerastre
5C/2	25	28	26.5	3	7.11	240	-82.1	-102.1	18.2	Fango grigio verde scuro molle, con sottili venature nerastre e rari e minuti bioclasti
5C/2	28	32	30	4	7.11	240	-80.4	-100.4	18.8	Fango grigio verde scuro molle, localmente piu' molle, con rare venature nerastre, filamento e turritella

5C/2	32	36	34	4	7.09	240	-80.1	-100.1	19.4	Fango grigio verde molto molle, con rare e sottili venature nerastre e piccola chiazza ocracea
5C/2	36	40	38	4	7.15	240	-90.5	-110.5	19.6	Fango grigio verde scuro molto molle, con sottili venature nerastre, piccola chiazza ocracea e bioclasto
5C/2	40	44	42	4	7.3	240	-110.9	-130.9	19.4	Fango grigio verde scuro molle, localmente piu' molle, con sottili venature nerastre
5C/2	44	48	46	4	7.31	240	-124.8	-144.8	19.8	Fango grigio verde scuro molle, con chiazze nerastre, sottili venature nerastre e piccola chiazza ocracea

Tabella 15: Stazioni CTD CASE3 con R/V *Urania*.

LON LAT	STAZ.	DATA-NMEA	DATA-UPLOAD	FILE
ddmm.xxx		UTC		FILE
1303.740 4413.510	CTD-01	2011-01-29T21:25:27	2011-00-29T21:25:52	Case3.hex
1259.970 4444.420	CTD02	2011-01-30T01:27:19	2011-00-30T01:27:52	CTD02.hex
1252.140 4444.500	CTD03	2011-01-30T02:19:36	2011-00-30T02:19:42	CTD03.hex
1246.060 4444.430	CTD04	2011-01-30T03:02:51	2011-00-30T03:02:58	CTD04.hex
1237.850 4444.220	CTD05	2011-01-30T04:01:06	2011-00-30T04:01:19	CTD05.hex
1230.400 4443.970	CTD06	2011-01-30T04:51:58	2011-00-30T04:52:10	CTD06.hex
1224.340 4443.890	CTD07	2011-01-30T05:34:00	2011-00-30T05:34:20	CTD07.hex
1227.160 4444.480	CTD08	2011-01-30T06:05:11	2011-00-30T06:05:28	CTD08.hex
1227.490 4444.610	CTD09	2011-01-30T16:23:41	2011-00-30T16:23:51	CTD09.hex
1234.280 4448.240	CTD10	2011-01-30T17:33:55	2011-00-30T17:34:08	CTD10.hex
1240.640 4446.600	CTD11	2011-01-30T18:22:59	2011-00-30T18:23:03	CTD11.hex
1236.830 4453.010	CTD12	2011-01-30T19:18:45	2011-00-30T19:19:15	CTD12.hex
1243.960 4453.040	CTD13	2011-01-30T20:06:55	2011-00-30T20:07:06	CTD13.hex
1248.910 4453.040	CTD14	2011-01-30T20:41:47	2011-00-30T20:42:17	CTD14.hex
1255.020 4453.060	CTD15	2011-01-30T21:19:43	2011-00-30T21:20:42	CTD15.hex
1300.320 4453.070	CTD16	2011-01-30T21:57:05	2011-00-30T21:57:19	CTD16.hex
1304.940 4453.120	CTD17	2011-01-30T22:27:13	2011-00-30T22:28:32	CTD17.hex
1253.530 4434.430	CTD18	2011-01-31T00:50:55	2011-00-31T00:51:52	CTD18.hex
1248.770 4434.330	CTD19	2011-01-31T01:25:00	2011-00-31T01:25:35	CTD19.hex
1240.710 4434.270	CTD20	2011-01-31T02:15:20	2011-00-31T02:15:54	CTD20.hex
1233.900 4434.320	CTD21	2011-01-31T02:56:35	2011-00-31T02:57:32	CTD21.hex
1227.170 4434.240	CTD22	2011-01-31T03:42:02	2011-00-31T03:42:06	CTD22.hex
1239.670 4419.070	CTD23	2011-01-31T05:57:06	2011-00-31T05:57:12	CTD23.hex
1239.650 4419.010	CTD24	2011-01-31T15:23:37	2011-00-31T15:24:13	CTD24.hex
1314.710 4359.630	CTD25	2011-01-31T20:21:51	2011-00-31T20:22:07	CTD25.hex
1232.880 4415.240	CTD26	2011-02-01T02:23:46	2011-00-01T02:23:49	CTD26.hex
1252.610 4406.500	CTD27	2011-02-01T05:01:16	2011-00-01T05:01:30	CTD27.hex
1253.550 4405.100	CTD28	2011-02-01T18:01:55	2011-00-01T18:01:59	CTD28.hex
1302.110 4410.990	CTD29	2011-02-01T19:21:03	2011-00-01T19:21:07	CTD29.hex
1303.780 4413.210	CTD30	2011-02-01T19:52:49	2011-00-01T19:53:00	CTD30.hex
1307.690 4414.730	CTD31	2011-02-01T21:22:57	2011-00-01T21:23:07	CTD31.hex
1256.910 4405.030	CTD32	2011-02-01T23:45:17	2011-00-01T23:45:32	CTD32.hex
1259.640 4400.900	CTD33	2011-02-02T03:03:24	2011-00-02T03:03:28	CTD33.hex
1301.170 4402.030	CTD34	2011-02-02T03:29:58	2011-00-02T03:30:06	CTD34.hex
1302.550 4403.050	CTD35	2011-02-02T03:58:31	2011-00-02T03:58:36	CTD35.hex
1303.910 4404.110	CTD36	2011-02-02T04:24:18	2011-00-02T04:24:29	CTD36.hex
1305.570 4405.350	CTD37	2011-02-02T04:51:26	2011-00-02T04:51:31	CTD37.hex
1305.810 4400.440	CTD38	2011-02-02T16:11:46	2011-00-02T16:11:59	CTD38.hex
1255.740 4406.590	CTD39	2011-02-02T17:57:28	2011-00-02T17:58:18	CTD39.hex
1253.520 4408.010	CTD40	2011-02-02T18:29:55	2011-00-02T18:30:31	CTD40.hex
1246.480 4414.020	CTD41	2011-02-02T19:42:16	2011-00-02T19:43:21	CTD41.hex
1236.030 4422.840	CTD42	2011-02-02T21:43:09	2011-00-02T21:44:05	CTD42.hex
1234.050 4434.590	CTD43	2011-02-03T00:01:58	2011-00-03T00:02:55	CTD43.hex
1230.540 4443.990	CTD44	2011-02-03T02:01:28	2011-00-03T02:02:21	CTD44.hex
1236.790 4453.010	CTD45	2011-02-03T07:05:43	2011-00-03T07:06:13	CTD45.hex
1236.190 4458.070	CTD46	2011-02-03T09:19:35	2011-00-03T09:20:24	CTD46.hex
1239.660 4458.100	CTD47	2011-02-03T10:01:01	2011-00-03T10:01:58	CTD47.hex
1245.050 4458.510	CTD48	2011-02-03T11:11:35	2011-00-03T11:12:21	CTD48.hex
1249.690 4458.930	CTD49	2011-02-03T12:07:25	2011-00-03T12:08:14	CTD49.hex
1255.380 4459.720	CTD50	2011-02-03T12:53:25	2011-00-03T12:54:21	CTD50.hex
1302.760 4500.190	CTD51	2011-02-03T13:58:29	2011-00-03T13:58:49	CTD51.hex
1310.720 4500.780	CTD52	2011-02-03T15:05:25	2011-00-03T15:06:55	CTD52.hex

1310.320 4453.440	CTD53	2011-02-03T16:17:01	2011-00-03T16:17:08	CTD53.hex
1305.370 4453.270	CTD54	2011-02-03T16:52:44	2011-00-03T16:53:54	CTD54.hex
1300.360 4453.020	CTD55	2011-02-03T17:35:41	2011-00-03T17:35:51	CTD55.hex
1254.960 4453.020	CTD56	2011-02-03T18:21:44	2011-00-03T18:22:38	CTD56.hex
1248.950 4453.030	CTD57	2011-02-03T19:08:25	2011-00-03T19:08:41	CTD57.hex
1243.970 4453.020	CTD58	2011-02-03T19:46:15	2011-00-03T19:46:37	CTD58.hex
1236.800 4453.000	CTD59	2011-02-03T21:02:34	2011-00-03T21:03:01	CTD59.hex
1234.320 4448.200	CTD60	2011-02-03T21:50:31	2011-00-03T21:50:43	CTD60.hex
1240.670 4446.610	CTD61	2011-02-03T22:37:23	2011-00-03T22:37:29	CTD61.hex
1246.130 4444.400	CTD62	2011-02-03T23:30:21	2011-00-03T23:30:30	CTD62.hex
1237.880 4444.220	CTD63	2011-02-04T00:24:15	2011-00-04T00:24:21	CTD63.hex
1230.410 4444.020	CTD64	2011-02-04T01:10:37	2011-00-04T01:11:07	CTD64.hex
1241.580 4407.220	CTD65	2011-02-04T07:52:12	2011-00-04T07:53:16	CTD65.hex
1254.350 4420.110	CTD66	2011-02-04T18:04:21	2011-00-04T18:04:44	CTD66.hex
1258.280 4418.210	CTD67	2011-02-04T18:46:19	2011-00-04T18:47:18	CTD67.hex
1247.070 4406.790	CTD68	2011-02-04T20:34:52	2011-00-04T20:36:11	CTD68.hex
1310.560 4404.970	CTD69	2011-02-04T23:36:27	2011-00-04T23:38:01	CTD69.hex
1314.070 4403.540	CTD70	2011-02-05T02:26:22	2011-00-05T02:27:23	CTD70.hex
1317.390 4401.880	CTD71	2011-02-05T03:07:53	2011-00-05T03:08:48	CTD71.hex
1234.360 4408.610	CTD72	2011-02-05T09:00:51	2011-00-05T09:01:07	CTD72.hex
1253.560 4408.010	CTD73	2011-02-05T11:14:16	2011-00-05T11:14:44	CTD73.hex
1239.680 4419.050	CTD74	2011-02-05T13:20:27	2011-00-05T13:22:08	CTD74.hex
1231.470 4426.510	CTD75	2011-02-05T14:55:30	2011-00-05T14:56:42	CTD75.hex
1302.770 4411.230	CTD76	2011-02-05T21:40:29	2011-00-05T21:40:44	CTD76.hex
1305.260 4400.210	CTD77	2011-02-06T03:00:28	2011-00-06T03:02:08	CTD77.hex
1253.570 4407.940	CTD78	2011-02-06T12:09:34	2011-00-06T12:09:51	CTD78.hex

Tabella 16: Diario delle operazioni .

DATA	OPERAZIONI
2011-01-29	Mobilitazione ad Ancona; Imbarco personale e mezzi. Partenza 18:00, si dirige al transetto CTD 'S1'. Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD.
2011-01-30	Stazione 18C. Ore 06:43, rilascio della Camera Bentica. Campionature con SW104, Niskin, CTD. Ore 15:59 recupero della Camera Bentica. Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD.
2011-01-31	Stazione 2E. Ore 06:35:43, rilascio della Camera Bentica. Campionature con SW104, Niskin, CTD. Ore 15:54:32 recupero della Camera Bentica. Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD.
2011-02-01	Stazione 5C/1. Ore 06:35:20, rilascio della Camera Bentica. Campionature con SW104, Niskin, CTD. Ore 15:53:00 recupero della Camera Bentica. Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD.
2011-02-02	Stazione 8A. Ore 06:25:44, rilascio della Camera Bentica. Campionature con SW104, Niskin, CTD. Ore 15:56:00 recupero della Camera Bentica. Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD.
2011-02-03	Condizioni meteo sfavorevoli. Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD.
2011-02-04	Stazione 3A. Ore 06:32:18, rilascio della Camera Bentica. Campionature con SW104, Niskin, CTD. Ore 15:45:08 recupero della Camera Bentica. Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD.
2011-02-05	Campionamento. Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD.
2011-02-06	Esecuzione di profili Multibeam e Chirp e Stazioni CTD. Campionatura stazione 8A con SW104. Stazione 5C/1-II. Ore 05:08:00, rilascio della Camera Bentica. Campionature con SW104, Niskin, CTD. Ore 14:10:21 recupero della Camera Bentica. Transito verso Ancona.
2011-02-07	Smobilitazione. Fine campagna.

```

#!/bin/bash

# MAKE.CHIRP.NAV
# Linux, Mac, Windows(cygwin)
# output file di navigazione dati CHIRP URANIA in formato XTF
# richiede la procedura ISMAR Bologna read_xtf.pl
# e la libreria Tplib.pm
# g.bortoluzzi@bo.ismar.cnr.it

XTF=$(ls NEW/*.XTF | sed s/\.XTF//)

for x in $XTF; do
    read_xtf.pl ${x}.XTF > ${x}.NAV
    echo Done with $x ...
done

#!/bin/bash

# XTF2SEGY
# Linux, Mac, Windows(cygwin)
# Converti 'batch' insieme di file CHIRP URANIA da XTF a SEGY
# Richiede le procedure ISMAR Bologna xtf-segy segy-change
# giuseppe.stanghellini@bo.ismar.cnr.it

. /etc/profile.local

INDIR=NEW
OUTDIR=/mnt1/WORKS/CRUISES/CASE3/CHIRP

XTF=$(ls $INDIR/*.XTF | sed s/\.XTF//)

for x in $XTF; do
    xn=$(basename $x)
    # conversione iniziale
    xtf-segy $INDIR/${xn}.XTF tmp.sgy
    # rinumeri gli shots da 1 (in SWANPRO sono continui dall'ultimo file ...)
    segy-change -f tmp.sgy -traces_per_record 1 -all -isc 1 -itc 1 \
        -samples_per_trace 2048 -o $OUTDIR/NEW/${xn}.SGY
done

```

```

#!/bin/bash

# PROCESS_CHIRP_SEGY
# Plots CHIRP Data SEGy format
# Modified after Thomas O'Brien http://woodshole.er.usgs.gov/operations/sfmapping/SUchirp.htm
# Requires Seismic Unix

. /etc/profile.local

CRUISE="R/V URANIA CASE3"
INDIR=/mnt1/WORKS/CRUISES/CASE3/CHIRP
SGY='ls $INDIR/NEW/*.SGY | sed s/\.SGY/'

tmin=0 ; tmax=0.1          # Time series Minimum Maximum Seconds
hbox=10 # the plot height=" $hbox "inches"
ybox=10 # the plot height=" $hbox "inches"
xlbeg=0.01 ; xlend=0.125  # time start ,end of Time series to plot

for s in $$SGY; do
  sn='basename $s'
  segyread tape=$INDIR/NEW/${sn}.SGY hfile=SU/ebcdic$sn verbose=1 | segyclean > tmp.su
  SUFILE=tmp

  # surange to obtain numtraces , ffidmin , ffidmax
  surange < ${SUFILE}.su > surange.tmp
  numtraces=' |grep traces surange.tmp | awk ' {print($1)} ' '
  ffidmin='grep fldr surange.tmp | sed 's/fldr=//; s/(//g; s/)//g' | awk ' {print($3)} ' |awk -F, ' {print($1)} ' '
  ffidmax='grep fldr surange.tmp | sed 's/fldr=//; s/(//g; s/)//g' | awk ' {print($3)} ' |awk -F, ' {print($2)} ' '

  # apply gains
  SUGAIN_OPTS="panel=0 scale=1 tpow=1.1"
  # suwind to input data to obtain subset
  suwind key=fldr min=$ffidmin max=$ffidmax tmin=$tmin tmax=$tmax verbose=0 < ${SUFILE}.su | \
    suchw key1=delrt a=0 | suchw key1=tracr key2=fldr | \
    sugain $SUGAIN_OPTS > ${SUFILE}.tmp

  # PLOT POSTSCRIPT IMAGE
  # set the plot X size based on the number of traces/inch
  wbox='expr $numtraces / 130' ;echo "the plot length = " $wbox "inches"
  echo $wbox $numtraces $ffidmin $ffidmax
  #
  # d1 is the sample interval (SR) in seconds that should be read from the header
  # If the vertical scale is not correct - most likely the SR is not correct
  # Set d2=decimation factor used in qmipstosegy
  # d1=0.000122 d2=2 \
  # Change percentile for determining black clip value to adjust plot contrast
  # Higher bperc gives lighter plot - wclip=0 sets 0 and - amp. to white
  #
  echo "Making the PostScript plot"
  # d1=0.000122 \ # bperc=96 wclip=0 \
  supsimage wbox=$wbox hbox=$hbox ybox=$ybox xlbeg=$xlbeg xlend=$xlend \
    d1num=0.02 d2num=1000 d2=2 n1tic=20 n2tic=10 bperc=98 wclip=0 grid1=dot grid2=dot \
    title="$CRUISE Line $SUFILE SHOTS $ffidmin-$ffidmax , sugain $SUGAIN_OPTS" \
    label1="TWT [s]" label2="SHOT" < ${SUFILE}.su > $INDIR/IMG/${sn}.ps
  echo "Done ... $INDIR/IMG/${sn}.ps"
done

exit

function make_su () {
SGY='ls CUR/BOX/*.SGY | sed s/\.SGY/'
for s in $$SGY; do
  sn='basename $s'
  segyread tape=CUR/${sn}.SGY hfile=SU/ebcdic$sn verbose=1 | segyclean > SU/${sn}.su
  echo "done with $sn ..."
done
}
#make_su
#exit

```

```

#!/usr/bin/perl

# Linux, Mac, Windows(cygwin)
# g.bortoluzzi@bo.ismar.cnr.it

use Tplib; use POSIX; use Getopt::Long;
#use Date::Calc qw(Date_to_Time);

@optl = ("geo");
GetOptions @optl;
$Cf0 = dmsd60(413000)*$DTOR;
PrjPar (1);
$hdr_template = "c c a8 a8 a16 s a64 a64 s8 c2 l f12 a6";
$ping_template = "S c2 S S2 I S c6 S3 I f2 l f21 d2 i c4 f2 d2 s4 f10 i f c24";
open (XTF,$ARGV[0]) or die "Cannot open data file ... \n";
read(XTF,$data,1024);
@D = unpack ($hdr_template,$data);
@F=split(/\//,$ARGV[0]);
$FILEN=$F[$#F];
SPING_NUMBER_OLD = -1;
$NP=1;
while (read(XTF,$data,256)) {
    @D = unpack ($ping_template,$data);
    # for $i (0..71) { print "$i -> $D[$i]\n";}
    $BYTES_TO_READ = $D[6] - 256;
    $PING_NUMBER = $D[15];
    $EVENT_NUMBER = $D[16];
    $NORTH = sprintf "%.7f", $D[51];
    $EAST = sprintf "%.7f", $D[52];
    $FISH_HEIGHT_ASB = sprintf "%.2f", $D[60];
    $FISH_PITCH = $D[62];
    $FISH_ROLL = $D[63];
    $FISH_HDG = sprintf "%.1f", $D[64];
    $yy = $D[7];
    $mo = $D[8];
    $dd = $D[9];
    $hh = $D[10];
    $mm = $D[11];
    $ss = $D[12];
    $hsec = $D[13];
    $DATE = sprintf "%d-%002d-%002d", $yy,$mo,$dd;
    $TIME = sprintf "%002d:%002d:%002d", $hh,$mm,$ss;
    # $NORTH-=2000000.0;
    # if ($NORTH != $north_old or $EAST != $east_old) {
    #     $ux_time = Date_to_Time ($yy,$mo,$dd,$hh,$mm,$ss);
    #     ($cfn,$cfn) = PrjGeo (1,$NORTH,$EAST);
    #     $SUXT=sprintf "%10d",$ux_time;
    #     $NP=sprintf "%4d", $NP;
    #     next if ($cfn == 0 or $cfn==0) or ($EAST==0 and $NORTH==0);
    #     if ($opt_geo) {
    #         $cfn = sprintf "%.7f", $cfn*$RTOD;
    #         $cfn = sprintf "%.7f", $cfn*$RTOD;
    #         print "$cfn $cfn ";
    #     } else {
    #         print "$EAST $NORTH ";
    #     }
    #     print "$SUXT XTF $NP $DATE $TIME ";
    #     print "$ NVP $fixnum $date $time $lon_hpr $lat_hpr $hpr_depth $dl $actline\n";
    #     print "$FISH_HEIGHT_ASB $PING_NUMBER $EVENT_NUMBER $FILEN\n";
    #     $DATI[$NP]="$XTF $NP $DATE $TIME $cfn $cfn $FISH_HEIGHT_ASB $PING_NUMBER \
    #     $EVENT_NUMBER";
    # }
    $NP++;
    $north_old = $NORTH;
    $east_old = $EAST;
    $PING_NUMBER_OLD = $PING_NUMBER;
    read(XTF,$data,$BYTES_TO_READ);
    # seek (XTF,$BYTES_TO_READ,1);
}

1;
__DATA__
=head1 NAME
read_xtf.pl get trace headers from XTF file.
=head1 SYNOPSIS
usage: read_xtf.pl <xtf_file>
=head1 DESCRIPTION
Get trace headers from an XTF (http://www.tritonelics.com) file. Useful as a filter for navigation data.
=head1 AUTHORS
G.Bortoluzzi at ismar.cnr.it
= head1 SEE ALSO
http://www.tritonelics.com/site/content/public/downloads/FileFormatInfo/Xtf%20File%20Format\_X21.pdf
=cut

```