

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero

Sezione Geomare

CNR Napoli

Rapporto Tecnico

C/O CARG 04_01

16 giugno - 16 luglio 2004

Gabriella Di Martino, Sara Innangi e Renato Tonielli

**Istituto per l'Ambiente Marino Costiero
Sezione Geomare – CNR Napoli**

**Rapporto Tecnico
C/O CARG 04_01
16 giugno - 16 luglio 2004**

Gabriella Di Martino, Sara Innangi, Renato Tonielli

Rapporto Tecnico Campagna Oceanografica CARG 04_01

Gabriella Di Martino, Sara Innangi, Renato Tonielli
Istituto per l'ambiente Marino Costiero – sede CNR Napoli

Introduzione

Nell'ambito del Progetto C.A.R.G. Nazionale inserito nell'accordo Servizio Geologico Nazionale – Regione Campania, si è instaurata una convenzione fra la Regione e l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero per la costruzione di Cartografia Geologica Marina.

L'IAMC ha quindi progettato diverse campagne oceanografiche per l'acquisizione di un dataset aggiornato che consentisse la realizzazione di queste carte. I settori maggiormente scoperti erano, per la difficoltà di acquisizione, quelli prospicienti la linea di battigia.

Nel periodo 16 Giugno – 16 Luglio 2004 si è svolto un rilievo morfo-batimetrico finalizzato allo studio dei fondali marini compresi tra 4 – 50 metri di profondità, intorno alle isole di Ischia e Procida (Golfo di Napoli).



Localizzazione dell'area di studio

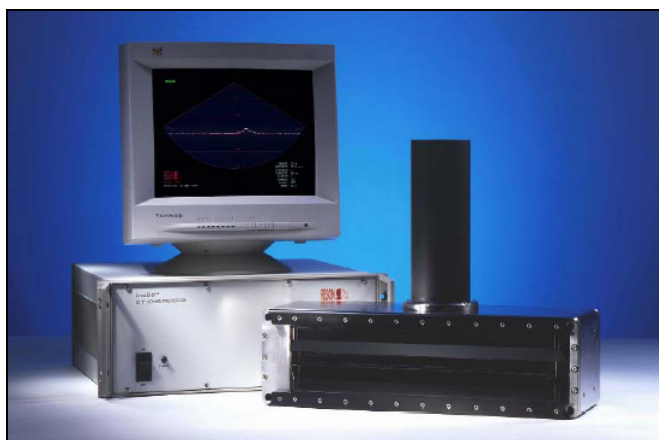
La campagna si è svolta a bordo della MB/R “Luigi Sanzo” dell'Istituto, in gestione presso la Sezione di Messina (ex Istituto Talassografico); l'imbarcazione, lunga 15 metri, è stata progettata per ricerche di biologia marina, oceanografia costiera e monitoraggio della qualità delle acque, per questa campagna sull'imbarcazione è stata installata attrezzatura per l'acquisizione morfo-batimetrica.

Strumentazione

Ecoscandaglio multifascio

L'ecoscandaglio multifascio o multibeam consente di ottenere informazioni batimetriche estremamente dettagliate. Il sistema è formato da un array di trasduttori che emettono degli impulsi ad intervalli regolari che vanno ad insonificare una zona del fondo, parallela agli array, sottesa ad un angolo solido pari all'apertura del fascio. Gli impulsi colpiscono delle aree ellittiche sul fondo, la cui estensione aumenta agli estremi del fascio, si riflettono e tornano verso la superficie dove vengono captati dal ricevitore: la profondità viene ricavata da misure di ampiezza degli impulsi centrali del fascio, che colpiscono il fondo con angoli prossimi a 90° , e da misure di fase degli impulsi più esterni che arrivano sul fondo con angoli di incidenza minori o con entrambi.

Il modello usato per l'acquisizione è il Reson SeaBat8125 che permette di arrivare ad una profondità da noi valutata a circa 100 metri. Il sistema è composto da un array cilindrico di trasmettitori e da un array lineare di ricevitori; la frequenza operativa è 455kHz ed il fascio emesso è composto da 240 beam distanziati fra loro di 0.5° , per un'apertura angolare totale di 120° nella direzione perpendicolare alla nave.

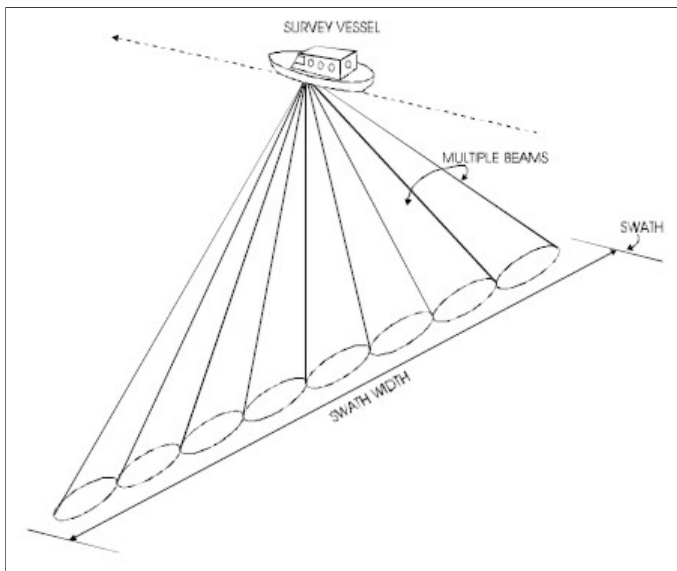


Reson SeaBat 8125

Caratteristiche principali dello strumento

Frequenza	455 kHz
Apertura fascio	120°
Profondità massima operativa	120 metri
Numero di beam	240
Larghezza del beam along track	1°
Larghezza del beam across track	0.5°
Lunghezza dell'impulso	variabile
Numero di impulsi	40p/sec
Dimensioni	192 x 499 x 383 mm

Il potere risolutivo di questi strumenti dipende dall'angolo tra i singoli impulsi emessi e varia con la profondità. Il SeaBat8125, utilizzando una frequenza elevata ed emettendo impulsi di soli 0.5° , permette di ottenere rilievi molto dettagliati.

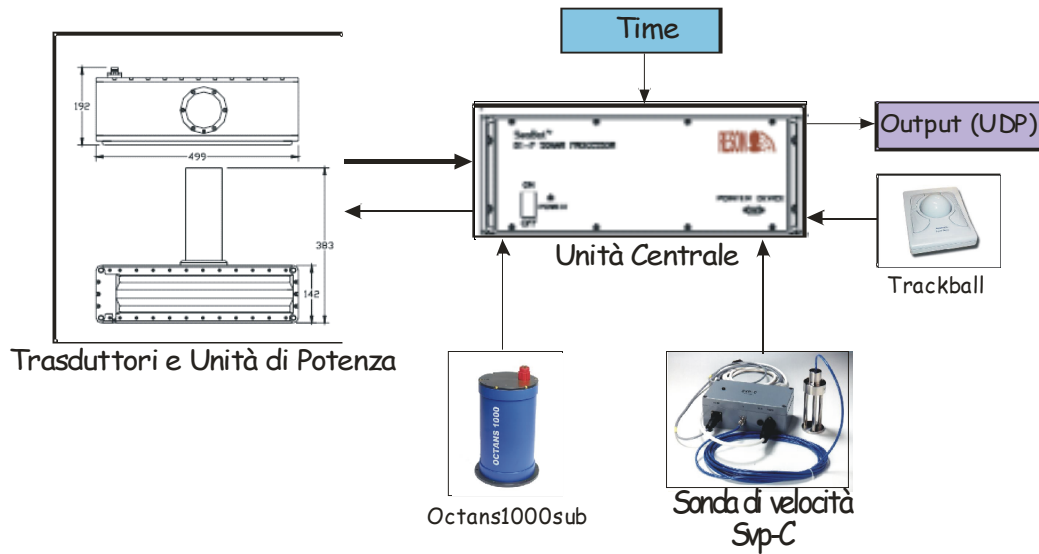


Profondità (m)	Footprint (m)
5	0.04
10	0.08
20	0.17
30	0.26
40	0.35

Footprint del multibeam (diametro dell'area più piccola che lo strumento riesce a risolvere)

Ogni multibeam è formato da componenti hardware che interagiscono fra loro: i trasduttori, una Unità di Potenza (UP), interna al box subacqueo in titanio, che gestisce gli impulsi emessi e ricevuti dai trasduttori, una Unità Centrale (CU) che riceve in input i dati dalla UP, dai sensori di movimento e dalla sonda di velocità (SVP-C) posizionata sulla testa del multibeam. Questa sonda è necessaria per il processo del *beam steering* in quanto fornisce in tempo reale la velocità del suono in corrispondenza del trasduttore. La CU riceve in input il Time che dà la sincronizzazione con il computer di acquisizione al quale manda in output i dati acquisiti tramite protocollo TCP-UDP. La CU permette inoltre all'utente di interagire con la parte elettronica del multibeam mediante una trackball, variando il TVG, i filtri di profondità e di range, la potenza e l'ampiezza dell'impulso e di attivare funzioni opzionali.

Data la bassa profondità operativa e la stabilità del segnale di ritorno, non è stato necessario applicare filtri di profondità e di range, ma si è agito solo sulla potenza, lunghezza e numero di impulsi emessi.



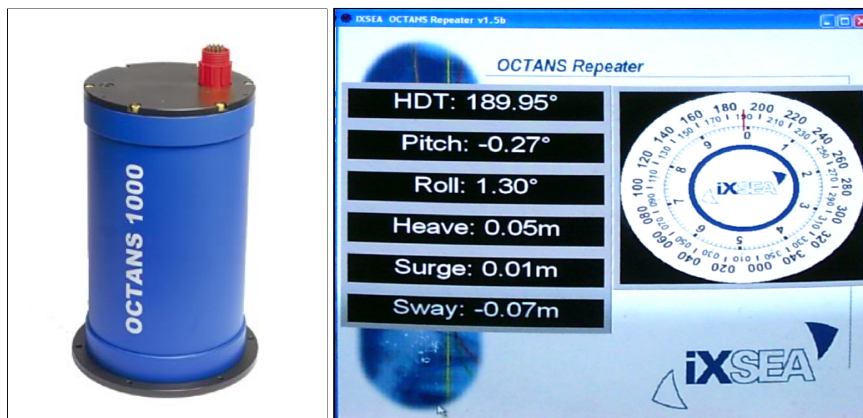
Schema riassuntivo del multibeam utilizzato

Sensore di movimento

Il sensore di movimento fornisce in tempo reale al sistema di acquisizione le correzioni da applicare al fascio del multibeam dovute ai movimenti dell'imbarcazione: rollio, beccheggio, spostamento verticale e spostamento rispetto all'asse terrestre.

A questo scopo è stato utilizzato un Octans1000Sub della IXSEA che funziona anche da girobussola. Lo strumento fornisce le correzioni di heave, pitch, roll, surge e sway, ovvero calcola tutti movimenti della nave grazie a tre giroscopi a fibre ottiche.

Per un funzionamento ottimale, l'Octans è stato inizialmente montato a palo, al di sopra della testa del multibeam; questa configurazione è stata poi modificata nel corso della campagna: lo strumento è stato prima montato all'interno della nave per problemi di impermeabilizzazione e successivamente sostituito per cattivo funzionamento con un sensore di movimento (TSS) ed una girobussola modello Meridian.



IXEA Octans1000 e Software Octans Repeater per il controllo dei parametri

Sistema di posizionamento

Il posizionamento è stato effettuato con un Real Time Kinematic GPS, un sistema in grado di fornire una correzione differenziale continua in tempo reale con una precisione centimetrica.

Il sistema funziona con una stazione a terra (stazione master), posizionata su un punto trigonometrico, che manda la correzione differenziale all'imbarcazione (stazione rover), mediante un segnale radio.

Per la campagna è stato usato l'RTK della NavCom NCT-2000D, un sistema a 12 canali con in aggiunta due canali supplementari per i satelliti WAAS.



Sistema di posizionamento RTK NavCom NTC-2000D

Profilatore di velocità

I sistemi di acquisizione del segnale multibeam necessitano di conoscere il profilo di velocità del suono nella colonna d'acqua. A tale scopo è stato utilizzato un Sound Velocity Profiler – SVP15 della Navisound. Lo strumento opera fino a 200 metri di profondità e fornisce la misura diretta della velocità ogni 50 centimetri; il dato viene poi utilizzato dal programma di acquisizione per il calcolo esatto della profondità.



Profilatore di velocità SVP15

Software di acquisizione

I dati provenienti dalla CU sono stati acquisiti con il programma PDS2000 della Reson B.V.

Il software risulta assai complesso perché in esso sono comprese funzionalità di navigazione, di acquisizione, di processing e di realizzazione cartografica per differenti finalità.

Per l'acquisizione esso permette di costruire una doppia visualizzazione che garantisce, attraverso il controllo dell'operatore, finestre utilizzabili dal pilota e finestre utilizzate dall'acquisitore.

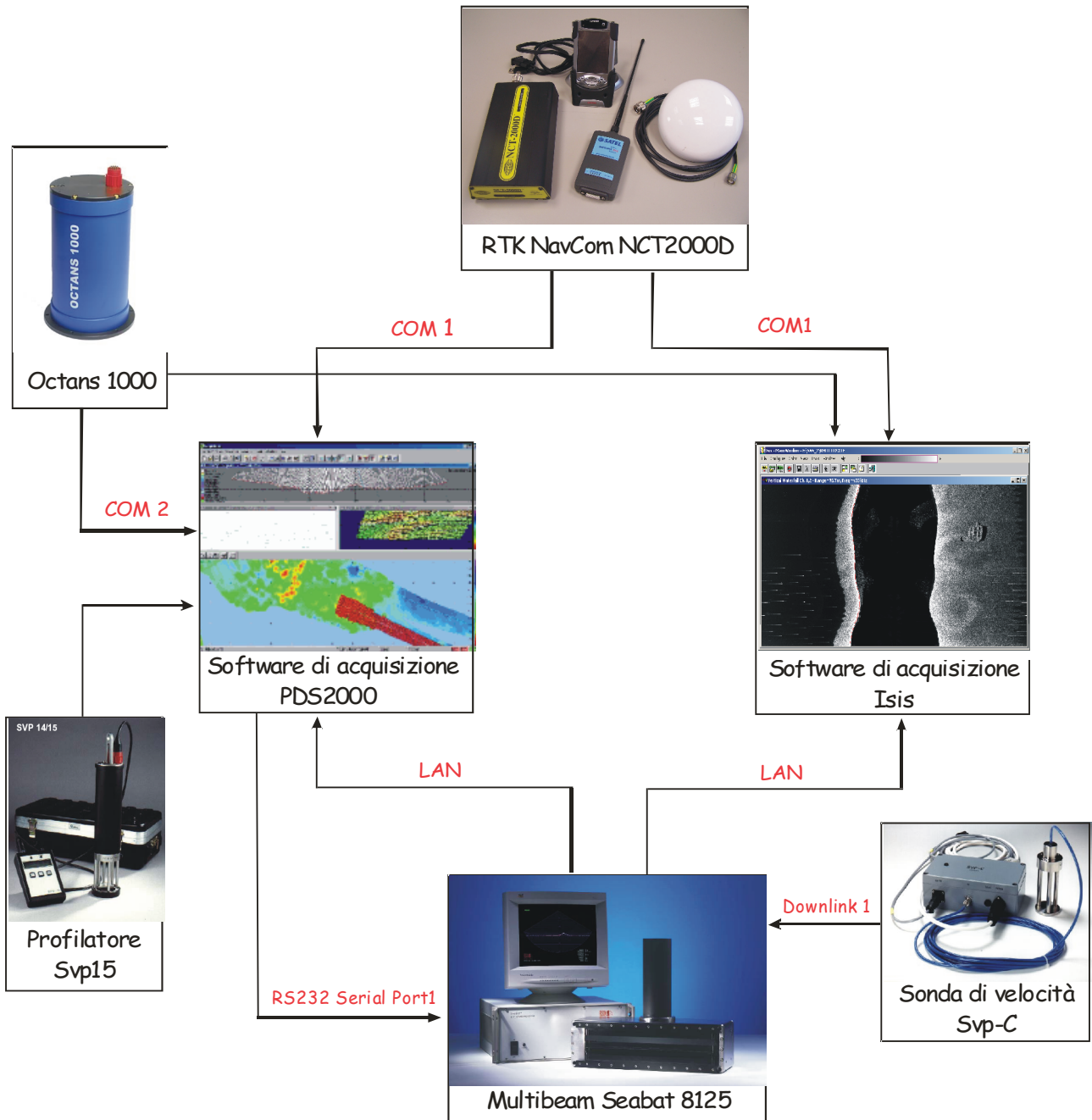
Nella funzione RealTime tutte le strumentazioni inserite nel Progetto sono attivate e visualizzate in diversi pannelli e quando l'operatore attiva l'acquisizione, esse vengono registrate in un file successivamente ri-elaborabile.

A disposizione dell'acquisitore vi sono una serie di filtri come il *Quality Filter* che evidenzia le letture con una bassa qualità, il *Nadir Filter* che marca i dati esterni meno attendibili, l'*Intersect Filter* e lo *Slope Filter* che, applicati in presenza di fondali pianeggianti, eliminano singoli beam o gruppi di beam che mostrano variazioni angolari fra i beam non attendibili in quei fondali.

Nel caso particolare di questa acquisizione è stato sufficiente applicare il *Quality Filter* poiché, data l'estrema variabilità dei fondali, l'utilizzo degli altri filtri sarebbe risultato controproducente.

Poiché il SeaBat8125 è dotato dell'opzione Side Scan Sonar, lo stesso segnale proveniente dalla CU è stato acquisito con il software Isis della Triton Elics che permette un'elaborazione più dettagliata del segnale di backscattering.

I dati provenienti da GPS e sensore di movimento sono trasmessi ai computer di acquisizione mediante connessioni seriali, mentre i dati batimetrici sono trasferiti attraverso una rete LAN; l'Unità Centrale del multibeam riceve i dati dalla sonda in testa ed il sincronismo dal computer di acquisizione tramite cavi seriali.



Schema delle interconnessioni degli strumenti utilizzati

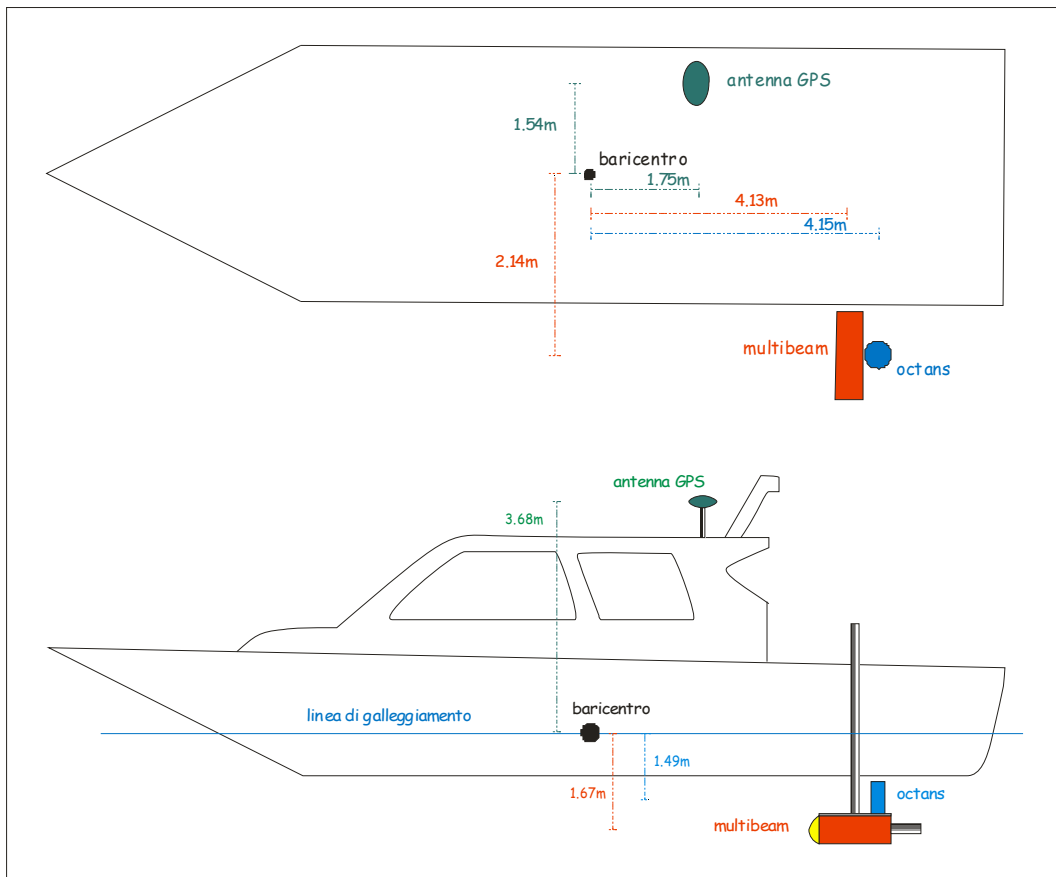
Installazione

Il multibeam è stato installato su di un palo di acciaio fissato all'imbarcazione, mediante una piastra anch'essa di acciaio, sulla quale sono stati fissati l'Octans e l'SVP-C.

Dopo l'installazione sono stati misurati gli offset degli strumenti rispetto al punto baricentrale della nave, situato sulla linea di galleggiamento.



Procedura di installazione del multibeam



Schema di installazione degli strumenti

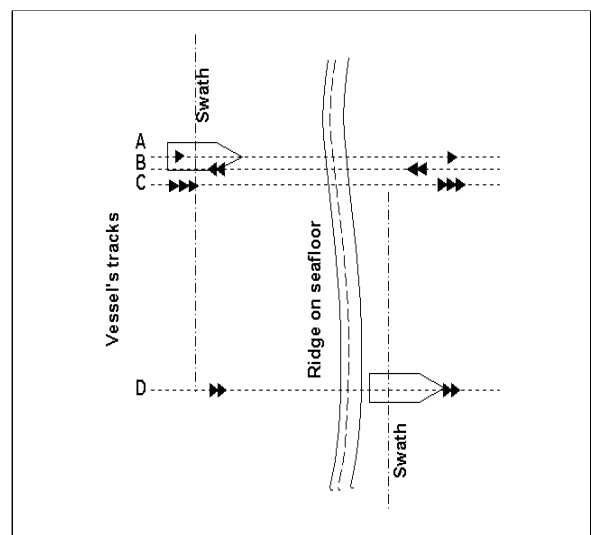
Calibrazione

Prima di iniziare le operazioni di acquisizione è stata effettuata la procedura di calibrazione preliminare.

Questa operazione permette di riportare il piano di lavoro del multibeam in una perfetta situazione ortogonale, relazionandolo anche al sensore di movimento.

Per eseguire la taratura vengono acquisite quattro linee:

- I. *linea A viene percorsa alla normale velocità di rilievo,*
- II. *la linea B viene percorsa alla stessa velocità ma in direzione opposta,*
- III. *la linea C viene acquisita a velocità massima nella stessa direzione della linea A,*
- IV. *la linea D viene percorsa a velocità normale, nella stessa direzione della A ma a distanza di mezzo swath.*



Rotte di calibrazione

Le linee A e B vengono utilizzate per il calcolo degli angoli di Pitch e Roll, le linee A e C per il calcolo del Time Delay e le linee A e D per il calcolo dell'angolo di Yaw.

Le linee di calibrazione sono state acquisite ad hoc in modo che sul fondo fosse presente un bersaglio sul fondo in base al quale tarare lo strumento; sono state quindi elaborate con il modulo di calibrazione del PDS2000 per ricavare i seguenti angoli di correzione:

Pitch 3.75°

Roll 0.4°

Yaw -4.15°

Operando con un sistema di posizionamento RTK, non è stato necessario eseguire la correzione per il Time Delay.

La procedura di calibrazione è stata ripetuta successivamente quando, per problemi derivanti da possibili infiltrazioni di acqua, l'Octans, inizialmente montato a palo, è stato spostato all'interno dell'imbarcazione; un'ulteriore taratura è stata effettuata quando l'Octans è stato sostituito per malfunzionamento con un sensore di movimento ed una girobussola.

Altre calibrazioni sono state effettuate regolarmente durante la campagna per assicurare la qualità del rilievo.

Acquisizione

Le operazioni di acquisizione si sono svolte intorno alle isole di Ischia e Procida su fondali compresi tra 4 – 50 metri di profondità; le rotte seguite erano parallele alla costa e distanziate fra loro di 10 metri al fine di garantire una copertura del 100% delle aree; i grid di acquisizione sono stati generati con una cella di 50 centimetri.

Durante il periodo della campagna è stato possibile rilevare gran parte delle aree circostanti le isole, eccezion fatta per la zona del Comune di Forio, situato sul versante Ovest di Ischia, e della zona a Nord-Est di Procida, in quanto particolarmente esposte in caso di condizioni meteo-marine non favorevoli.

La copertura media giornaliera è stata di 2.5 Km².

Il posizionamento è stato effettuato con l'RTK, che fornisce la correzione differenziale in tempo reale con precisione centimetrica.

La trasmissione del segnale è stata assicurata da una squadra di operatori che hanno posizionato la stazione master in punti elevati in modo da offrire la massima copertura di segnale. Quando possibile sono stati usati punti trigonometrici, in altri casi sono stati generati nuovi punti di coordinate note mediante un'acquisizione in continuo del punto di almeno 1500 battute.

Questo sistema si è però dimostrato inadatto per un progetto di acquisizione così vasto: l'inizio dell'acquisizione è vincolato al completamento della procedura di configurazione della stazione master che, a seconda della costellazione dei satelliti, può richiedere anche un'ora di tempo. E' da considerare che in caso di cambiamenti di zona di rilievo nell'arco di una stessa giornata, la procedura deve essere ripetuta, con conseguente incremento dei tempi operativi.

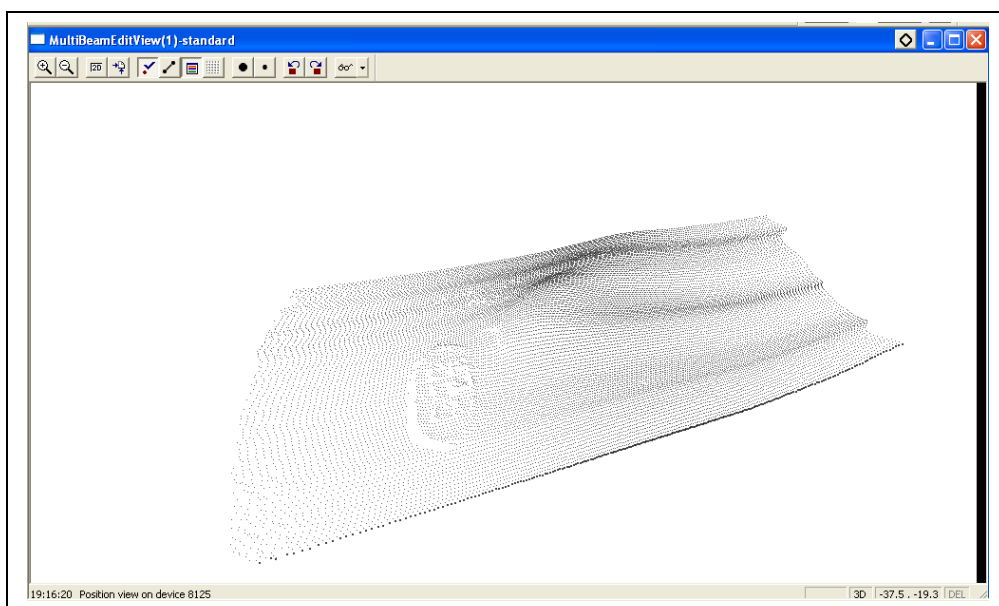
L'area di rilievo è inoltre limitata dalla portata del segnale di correzione inviato via radio che è soggetto anche ad interferenze locali che si generano in presenza di sorgenti elettro-magnetiche, come ad esempio cavi elettrici.

Durante il rilievo venivano effettuate misure di velocità del suono nella colonna d'acqua mediante un profilatore di velocità; i dati, prelevati due volte al giorno a distanza di circa 8 ore, venivano poi inseriti nel programma di acquisizione per il calcolo della profondità esatta.

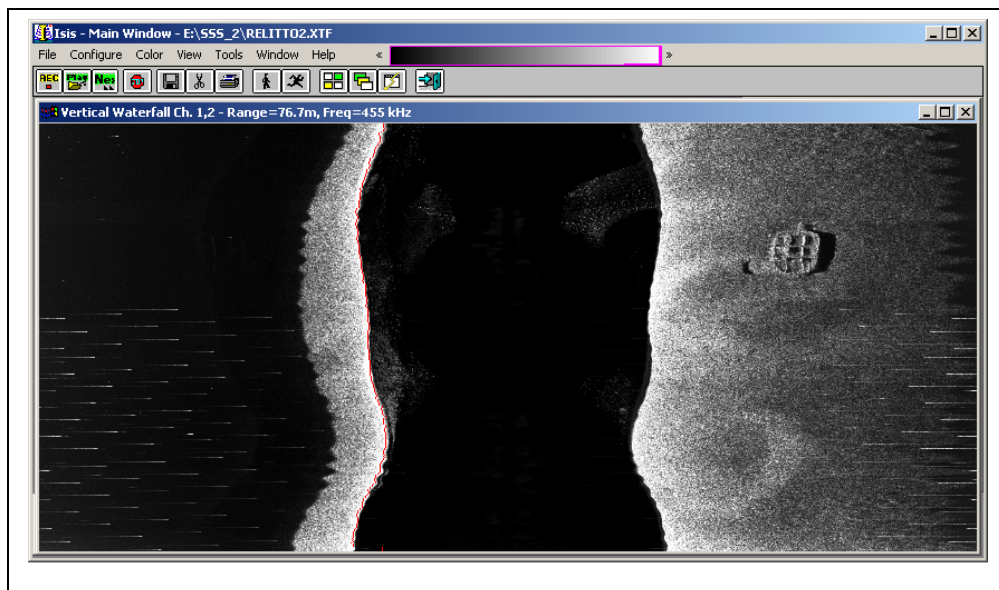
Estratto del Diario di bordo Campagna Carg04_01	
Data	Attività
16/06/2004	Installazione della strumentazione a Procida (Chiaiolella)
17/06/2004	Verifiche di funzionamento degli strumenti
18/06/2004	Calibrazione - Acquisizione a Procida
21/06/2004	Acquisizione a Procida - zona Vivara
22/06/2004	Acquisizione a Ischia - zona Castello
23/06/2004	Acquisizione a Ischia - zona Maronti
24/06/2004	Acquisizione a Ischia - zona Calagrado
25/06/2004	Stand-by per problemi all'imbarcazione
28/06/2004	Stand-by per problemi all'imbarcazione
29/06/2004	Installazione Octans a bordo - Calibrazione
30/06/2004	Acquisizione a Procida - secca delle Formiche
01/07/2004	Acquisizione a Ischia - zona Casamicciola
02/07/2004	Stand-by per malfunzionamento dell'Octans
03/07/2004	Installazione TSS e girobussola - Calibrazione - Acquisizione a Procida
04/07/2004	Acquisizione a Ischia - zona Casamicciola
05/07/2004	Acquisizione a Procida - zona Ciraccio
06/07/2004	Acquisizione a Ischia Porto
07/07/2004	Acquisizione a Ischia - zona Forio
08/07/2004	Acquisizione a Ischia - zona Lacco Ameno
09/07/2004	Acquisizione a Procida e Ischia - zone Vivara e Castello
12/07/2004	Acquisizione a Procida - zona Ciraccio
13/07/2004	Acquisizione a Ischia - zona Barano
14/07/2004	Acquisizione a Ischia - zona Forio
15/07/2004	Acquisizione a Ischia - zona Forio
16/07/2004	Acquisizione a Procida - zona Ciraccio - Demobilizzazione della strumentazione

La campagna Carg04_01 ha avuto la particolarità di essere stata la prima a vedere utilizzati contemporaneamente due sistemi di acquisizione: il PDS2000 per i dati batimetrici ed Isis per i dati Side Scan Sonar e Snippets.

Il SeaBat8125 offre infatti la possibilità di attivare un'opzione per elaborare il segnale di backscattering ed ottenere un'immagine sonar del fondo; in questo caso il segnale è stato acquisito con l'opzione "full", cioè non è stata effettuata alcuna sottocampionatura, ma è stato acquisito il 100% di informazione. La Reson ha inoltre sviluppato la funzione denominata "snippets" che consiste in un approccio alla classificazione del fondale basata sulle serie di valori di ampiezza di ciascun beam ricevuto.



Esempio di acquisizione con PDS2000

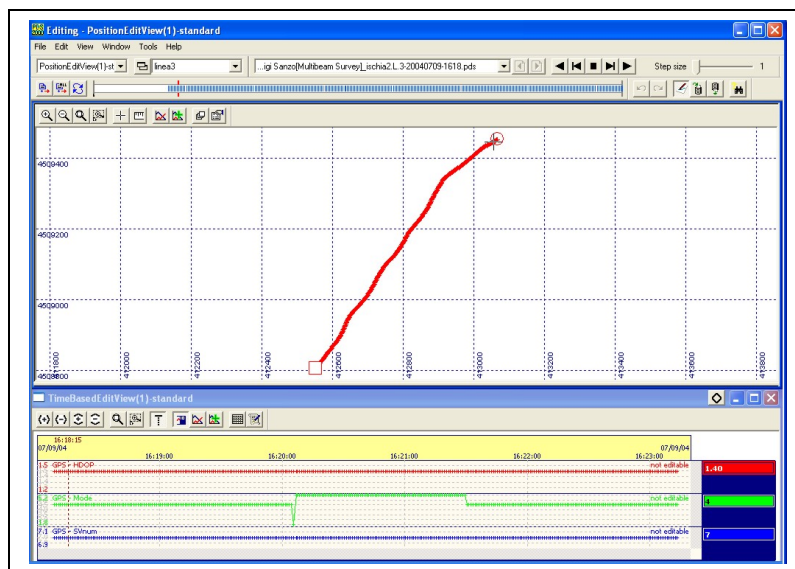


Esempio di acquisizione con Isis

Elaborazione dei dati

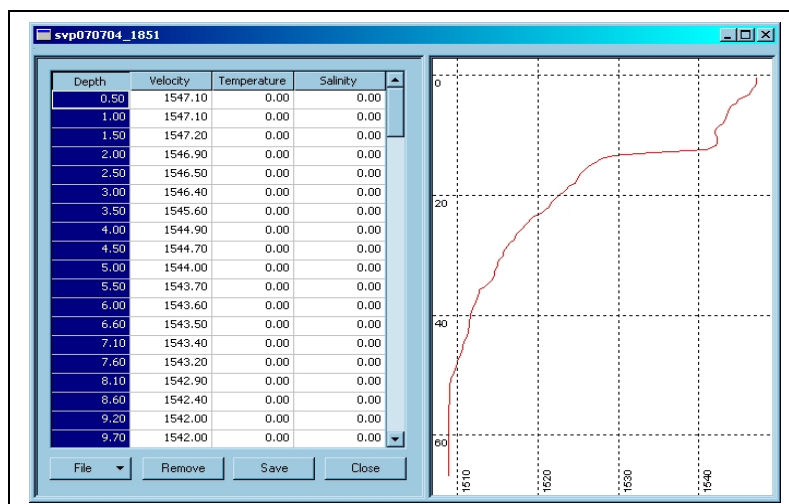
I dati sono stati elaborati con il modulo Editing del PDS2000 che permette di agire sulla navigazione, sui filtri e sui fasci acquisiti.

Nella finestra PositionEditView viene visualizzata la navigazione acquisita. I punti errati, dovuti ad una momentanea riduzione del numero di satelliti, vengono eliminati o riposizionati con interpolazione per associare ad ogni fascio la sua esatta posizione. In questa fase è possibile visualizzare una serie di informazioni nella finestra TimeBasedEditView, quali ad esempio il tipo di posizionamento, il numero di satelliti ed il valore del HDOP.



Modulo del PDS2000 per il processing della navigazione

I filtri utilizzati in acquisizione possono essere eliminati o modificati in fase di processing oppure se ne possono creare di nuovi in modo da recuperare dati persi. E' anche possibile cambiare il profilo di velocità del suono usato in acquisizione.

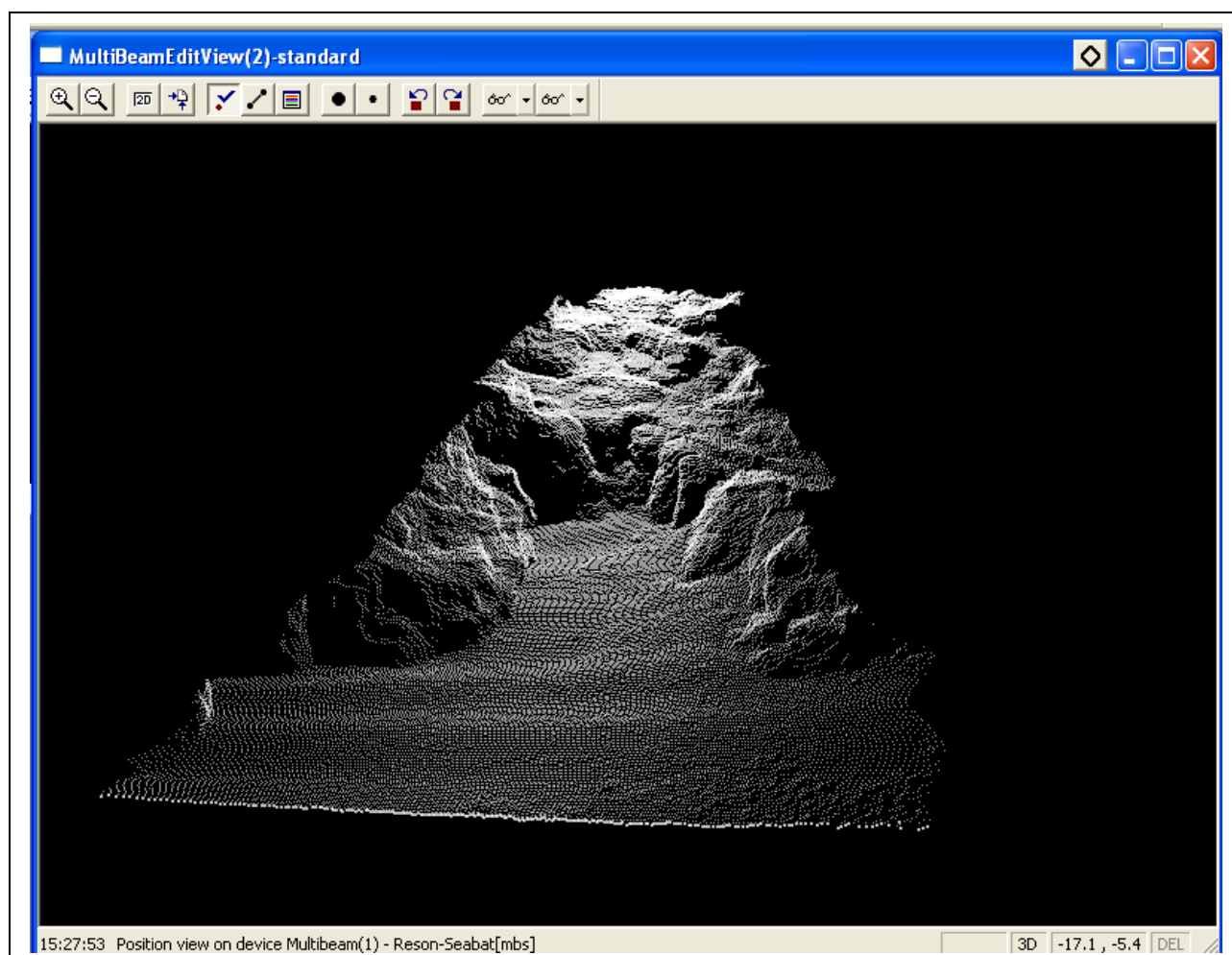


Esempio di profilo di velocità del suono dell'area

La finestra MultiBeamEditView visualizza un numero variabile di fasci in una visione bidimensionale e tridimensionale: questo modulo, denominato SwathEditor, permette una eliminazione dei dati errati basata esclusivamente su una stima visiva.

Parte del lavoro di processing è stato svolto con il Grid Model Editor generando grigliati con celle di 2 metri partendo dai dati acquisiti. La profondità della singola cella viene calcolata dalla media di tutte le letture che cadono in essa; oltre alla profondità viene registrato anche il numero di battute, la profondità minima, massima e la deviazione standard: in base a questi parametri si valuta l'attendibilità del dato ed eventualmente la sua eliminazione.

Il lavoro di processing è stato finalizzato alla restituzione di un grid preliminare dell'intera area rilevata con cella di 20 metri.



Modulo del PDS2000 per il processing della batimetria

Bibliografia

Reson
PDS 2000 – User Guide

Reson
*Seabat 8125 – Multibeam Echosounder System
Operator's Manual*

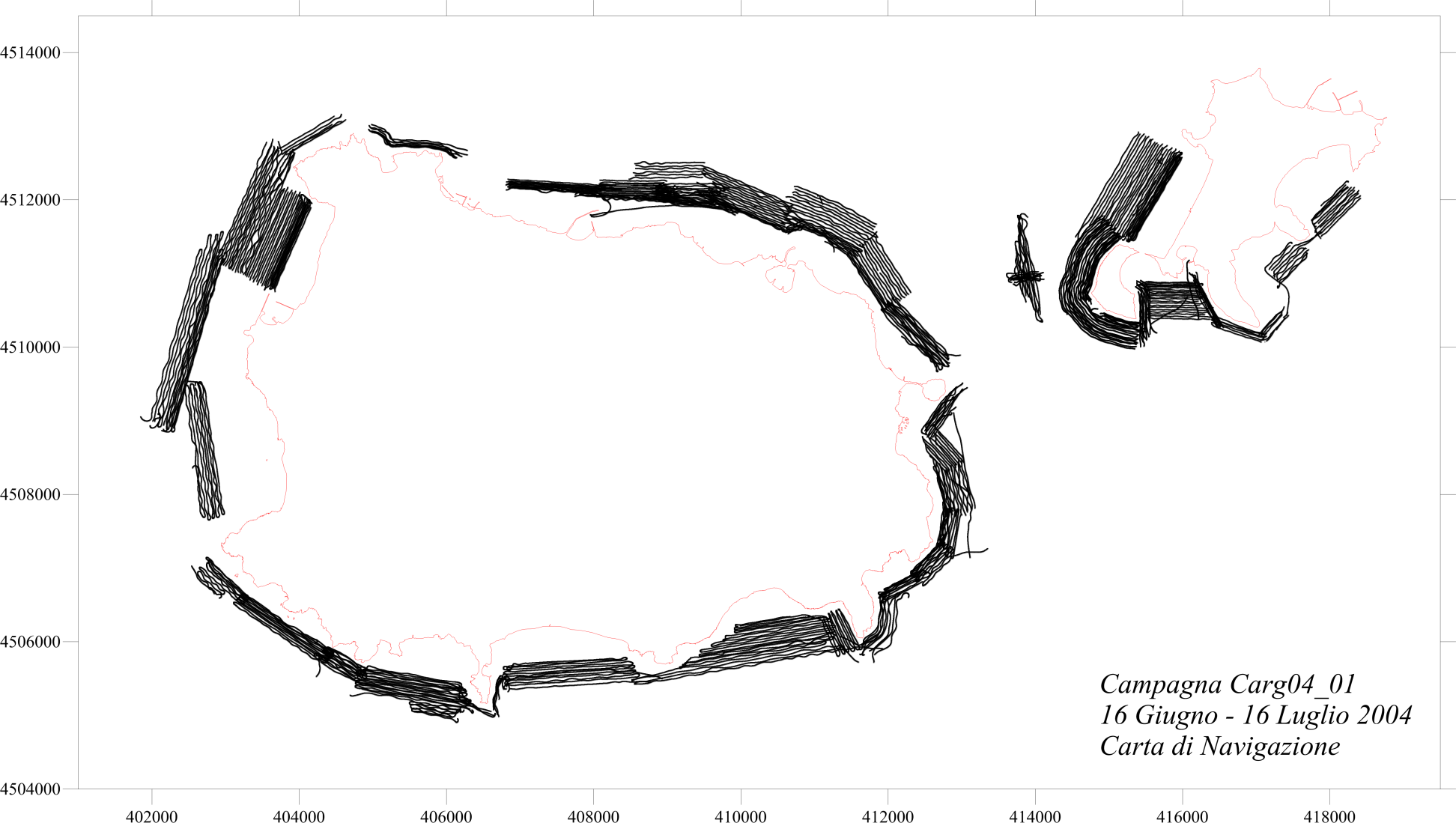
IXEA Oceano
Octans - User Guide

Siti web consultati

<http://www.reson.com>

<http://www.ixsea-oceano.com>

<http://www.navcomtech.com>



*Campagna Carg04_01
16 Giugno - 16 Luglio 2004
Carta di Navigazione*

Campagna Carg04_01
Esempio di elaborazione dati
Secca delle Formiche
DTM 50cm - Scala verticale 1:1

