



Camera di Commercio Industria Artigianato ed Agricoltura di Gorizia
 Azienda Speciale per il Porto di Monfalcone
 Via Terme Romane, 5 - 34074 Monfalcone (Go)
 e-mail: info@monfalconeport.it - tel 0481.414097 - fax 0481.414099



AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
 PER LA QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV
 = UNI EN ISO 9001:2000 =

REGIONE AUTONOMA
 FRIULI-VENEZIA-GIULIA

COMUNE DI
 MONFALCONE

PROVINCIA DI
 GORIZIA

PROGETTO DEFINITIVO

PER I LAVORI DI APPROFONDIMENTO DEL CANALE DI ACCESSO E DEL BACINO DI
 EVOLUZIONE DEL PORTO DI MONFALCONE

QUOTA DI PROGETTO: -12,50m s.l.m.m.



Tavola ED_05	Titolo RELAZIONE SPECIALISTICA RILIEVI TOPOGRAFICI E RILIEVO BATIMETRICO		
Riferimento U:\OPERE\OP171\Definitivo CSIM_ASPM	Scala:	Redatto UFFICIO TECNICO CSIM	Approvato C.C.I.A.A. - A.S.P.M.

Ente preposto alla Progettazione



CONSORZIO PER LO
 SVILUPPO INDUSTRIALE
 DEL COMUNE DI
 MONFALCONE

Coordinatore per la Sicurezza

ing. Vittorio Bozzetto

Il Commitente

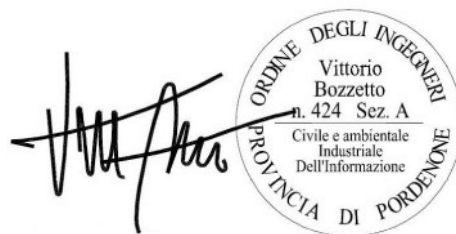
C.C.I.A.A. - A.S.P.M.

con la Consulenza Ambientale

MONFALCONE AMBIENTE

S.p.A.

a socio unico - Società sottoposta alla direzione e
 coordinamento dello CSIM



Progettista

ing. FABIO POCECCO

Responsabile Ufficio Tecnico CSIM

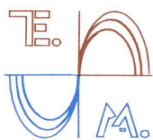
Il R.U.P.

ing. Sergio SIGNORE

Fabio Pocecco



0	marzo 2013	EMISSIONE
rev.	data	note



Te.Ma. snc

di Castelli Gian Franco e C.

P.zza San Rocco 5 - 48018 Faenza (RA) - P.IVA/CF n°01113530396

Tel: +39.0546.25397 Fax:+39.0546.667353

www.tema-faenza.com

Prot	Data	Revisione
ND	28/09/2011	0
Azienda con Sistema Qualità ISO 9001:2000 Certificato n°223713		

PORTO DI MONFALCONE

**ESECUZIONE DI UN RILIEVO BATIMETRICO MULTIBEAM A TECNOLOGIA
INTERFEROMETRICA DEL CANALE DI ACCESSO E DEL BACINO DI EVOLUZIONE
DEL PORTO DI MONFALCONE (TS)**

REPORT CONCLUSIVO

FEBBRAIO 2011

Il Direttore Tecnico
(Ing. Matteo Castelli)

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Area di indagine	3
1.2	Prospetto delle attività	3
2.	STRUMENTAZIONE.....	3
2.1	Quality Check e calibrazione sistemi	4
2.2	Caratteristiche del software idrografico RESON PDS2000.....	5
2.3	Caratteristiche del sonar batimetrico interferometrico SEA SWATHplus	6
2.4	Caratteristiche del Sistema di Posizionamento DGPS	7
2.5	Caratteristiche del sistema batimetrico Singlebeam	7
3.	SURVEY BATIMETRICO, TOPOGRAFICO E GEOFISICO.....	8
3.1	Strategia operativa.....	8
3.2	Raffittimento della rete poligonometrica.....	9
3.3	Calibrazione iniziale del sistema Interferometrico.....	10
3.4	Determinazione del profilo di velocità del suono	11
3.5	Controllo del livello idrometrico.....	11
4.	POST-PROCESSING ED ELABORAZIONI	12
4.1	Dataset derivante dal survey batimetrico / morfologico	12
5.	RESTITUZIONE.....	13
5.1	Progetto in formato PDS2000 spedito all'Istituto Idrografico della Marina	13
5.2	Elenco delle tavole e dei file consegnati su supporto cartaceo/digitale.....	13

1. Premessa

1.1 Area di indagine

L'area interessata alle attività sotto-descritte consiste nel canale navigabile del Porto di Monfalcone, tra i cantieri Fincantieri e le boe esterne al canale di accesso al suddetto porto, circa 4 km al largo della bocca di accesso del porto.

1.2 Prospetto delle attività

Il seguente elenco riporta sinteticamente tutte le attività eseguite durante le varie fasi della campagna di indagine:

1. Reperimento informazioni geodetiche dell'area di indagine e sopralluogo sui capisaldi esistenti (livellazione I.G.M.I).
2. Inquadramento geodetico dell'area di indagine nelle seguenti fasi:
 - Rilevamento **GPS in modalità statica differenziale** dei vertici della rete di cui al punto precedente;
 - Calcolo e compensazione della rete geodetica finalizzata all'individuazione dei **7 parametri di Molodenskij-Helmert** da adottare per il posizionamento DGPS RTK;
3. Rilevamento batimetrico **multibeam** a tecnologia interferometrica della parte immersa lungo runlines parallele fino ad ottenere la **copertura totale** dell'area di indagine con fattore di sovrapposizione del 100% tra strisciate adiacenti.
4. Rilievo batimetrico **singlebeam** delle medesime runlines di cui al punto precedente.
5. **Post-processing** ed **elaborazione** dei dati acquisiti nelle seguenti fasi:
 - Quality check dei rawdata, automated e manual editing dei dati acquisiti
 - Modellazione 3D ed elaborazione dei dati batimetrici multibeam finalizzata alla generazione di DTM del terreno.

2. Strumentazione

IMBARCAZIONE 1

- **Motobarca idrografica "San Rocco"** iscritta presso la Capitaneria di Porto di Chioggia con licenza della Marina Mercantile Italiana CI 3551 naviglio commerciale, appositamente modificata per garantirne l'ottimale posizionamento, la stabilità e la migliore qualità di acquisizione dei dati in fondali medi, bassi o bassissimi.
- Sistema **batimetrico Multibeam e Side Scan Sonar** a tecnologia interferometrica SEA SwathPLUS ad alta risoluzione, operante in modalità PPS SINCRONA, con le seguenti caratteristiche:

○ frequenza centrale	468 kHz
○ settore angolare	150°
○ numero di beam	fino a 8000 per swath

- **copertura swath** **fino a 15 volte la profondità**
- risoluzione **centimetrica**
- accuratezza nella determinazione profondità **< 1 cm**
- numero massimo di swath al secondo **15**

- **Piattaforma Inerziale APPLANIX Pos-MV** sistema di posizionamento TRIMBLE Zephyr (a doppia frequenza) operante in modalità DGPS RTK On-the-Fly tramite connessione radio-modem (o GSM-modem), sensore di moto tridimensionale e girobussola GAMS a doppia antenna per la compensazione dei movimenti sui 3 assi e della deviazione dell'imbarcazione:
 - Precisione rollio/ beccheggio **0.01°**
 - Precisione nella misura d'onda (heave) **5 cm (o 5%)**
 - Precisione girobussola GAMS **0.02°**
 - Frequenza campionamento **100 misure al secondo**
 - **Accuratezza timestamping** **1 microsecondo**
 - Modalità di funzionamento **PPS SINCRONA**

- **Sonda Multiparametrica** per la determinazione del profilo della velocità del suono nell'acqua lungo la colonna d'acqua, RESON SVP/15;

- **Sonda Multiparametrica** VALEPORT Mini-SVS per la determinazione della velocità del suono nello strato superficiale in continuo, montata sulla testa del trasduttore;

- Ecoscandaglio **Singlebeam** SYQUEST Hydrobox a singola frequenza 210 kHz, in grado di operare a profondità inferiori a 1 m, con risoluzione 1 cm ed accuratezza +/- 0,5%;

- **Software** di acquisizione, georeferenziazione in tempo reale e post processing per rilievi idrografici RESON PDS2000;

- **3 ricevitori** GPS ASHTECH Z-SURVEYOR, in allestimento a zaino per rilievo topografico terrestre, operanti in modalità DGPS RTK On-the-Fly tramite connessione GSM modem (o radio-modem):
 - Doppia frequenza: codice C/A e codice P crittografato
 - Metodo Z-tracking per la ricostruzione del codice P
 - 12 canali digitali

- **1 Stazione Totale** TRIMBLE 5601 DR200+, mire e prismi, tripodi etc

2.1 Quality Check e calibrazione sistemi

L'affidabilità di tutti gli strumenti topografici è stata garantita applicando le sottolencate procedure di controllo.

CONTROLLI PERIODICI:

Ricevitori GPS:

- rapporto tra segnale e rumore
- verifica dei parametri fisici;
- verifica del ritardo di fase in modalità RTK.

Configurazione periferiche di bordo:

- verifica delle posizioni reciproche delle periferiche montate a bordo e della distribuzione dei pesi in regime di esercizio, tramite misura diretta rispetto al centro di rotazione dell'imbarcazione (rilievo celerimetrico di altissima precisione $RMS < 2 \text{ mm}$).

CONTROLLI GIORNALIERI (EFFETTUATI IMMEDIATAMENTE PRIMA DI OGNI SESSIONE DI RILIEVO):

Ecoscandaglio:

- taratura della velocità del suono mediante campionamento nelle zone di lavoro con sonda parametrica.

Sensore di moto e girobussola:

Taratura con passate sul fondale (**Patchtest**):

- a velocità variabili;
- lungo rotte contrapposte;
- lungo rotte ortogonali;
- in virata media.

2.2 Caratteristiche del software idrografico RESON PDS2000

Il PDS2000 è il software idrografico, sviluppato dalla divisione software della RESON BV.

Il PDS2000 è un pacchetto idrografico completo che permette di creare e configurare un progetto di survey di cui è possibile:

- gestire la navigazione e l'acquisizione dati Singlebeam, Multibeam, Subbottom, Sidescan Sonar e Laserscanner;
- svolgere l'elaborazione e l'analisi dei dati acquisiti;
- produrre la cartografia o interfacciarsi con altre piattaforme software.

E' inoltre suddiviso in moduli che permettono di effettuare tutte le fasi del rilievo ed elaborazione dati:

- progettazione delle linee;
- geodesia;
- navigazione e QC dei rawdata strumentali;
- correzione di marea;
- editing della posizione;
- editing dataset batimetrico (singlebeam, multibeam e interferometrico)
- calcolo dei volumi;
- modulo 3D e cartografico;
- calcolo del layback da applicarsi al towfish secondo algoritmi differenziali per SSS, Subbottom e Magnetometro.

Durante la navigazione, sulle linee teoriche impostate, il software è in grado di controllare tutti i dati provenienti dai sensori connessi al sistema, di gestire le connessioni in input/output con tutti gli strumenti interfacciati; tutte le informazioni acquisite possono essere visualizzate in formato numerico o grafico, tramite la generazione in tempo reale di rappresentazioni planimetriche

bidimensionali o tridimensionali (mappe o DTM) che vengono utilizzate quale supporto all'acquisizione per visualizzare lo stato di avanzamento dei lavori.

2.3 Caratteristiche del sonar batimetrico interferometrico SEA SWATHplus

Il rilievo batimetrico e geomorfologico è stato eseguito utilizzando la tecnologia **interferometrica** SEA SWATHplus 468 kHz.

Il SEA SWATHplus è un innovativo sonar batimetrico interferometrico che consente l'acquisizione contemporanea di immagini side scan sonar e dati batimetrici ad alta risoluzione. Si basa sul principio dell'interferometria, ovvero sulla misura diretta delle differenze di fase tra il segnale emesso ed il fronte d'onda di ritorno. L'analisi degli echi di ritorno e del tempo di attraversamento del mezzo liquido, nota anche la velocità di propagazione del suono lungo la colonna d'acqua, permette la corretta georeferenziazione di ogni punto del fondale ensonificato dal segnale. La misura della differenza di fase dell'eco di ritorno acustico riflesso dal fondale avviene contemporaneamente su 3+1 stave per trasduttore, geometricamente equivalenti ai trasduttori Side Scan Sonar, montati con inclinazione laterale ed interfacciati agli altri sensori di bordo.

Il SEA SWATHplus, operativo a 468 kHz, consente elevate performance di survey ed un notevole abbattimento dei tempi di acquisizione poiché permette:

- l'acquisizione contemporanea di dati batimetrici e dati di backscattering del fondale per la realizzazione di **immagini Side Scan Sonar**;
- l'acquisizione di una notevole densità di punti ad alta risoluzione per la realizzazione di modelli tridimensionali;
- un **corridoio di copertura fino a 12 volte** la profondità del fondale.

Le principali caratteristiche del sistema interferometrico sono riassunte di seguito:



	SEA SWATHplus 468 kHz
Sonar Frequency	468 kHz
Max Swath Width	150 m
Max Water Depth	50
Range/ Depth Ratio (Max.)	15:1
Across track resolution	3 cm
Azimuth Beamwidth	0.8°
Accuracy v Water Depth	0.01 m or 1%

Per quanto riguarda il rilievo eseguito nell'area portuale di Monfalcone, il sistema SEA Swathplus è stato interfacciato con segnale PPS proveniente dal sistema inerziale Applanix Pos MV, così da garantire il perfetto timestamping dei dati inviati al software PDS2000.

2.4 Caratteristiche del Sistema di Posizionamento DGPS

Il posizionamento della M/B “**San Rocco**” sarà eseguito utilizzando la piattaforma inerziale APPLANIX POS-MV operante in modalità DGPS-RTK On The Fly tramite collegamento GSM-modem (o Radio-modem) con la stazione Master per la ricezione della correzione differenziale. I benefici derivanti dall'utilizzo della piattaforma inerziale Applanix rispetto ai sensori di moto e girobussole tradizionali sono così riassumibili:

- **Capacità operativa anche in condizioni di inadeguata copertura GPS:** Applanix POS-MV è in grado di fornire un posizionamento DGPS accurato grazie ai sensori inerziali integrati fino a 30 minuti dalla perdita del segnale GPS o della correzione RTK.
- Possibilità di effettuare un **affinamento della correzione differenziale** anche in post-processing: Applanix POS-MV è in grado di esportare tutte le osservazioni e di combinarle con le osservazioni GPS delle stazioni GPS permanenti presenti in un raggio di centinaia di km attraverso il software POSPAC (www.applanix.com/products/pospac_marine_index.php) e determinare la SBET (Smoothed Best Estimated Trajectory). L'importazione dello SBET nel pacchetto software PDS2000 è possibile ottenere una **precisione nel posizionamento dei rilievi inferiore a 0.5 cm**.
- Il file sbet_20110211.out relativo all'acquisizione è disponibile nella cartella [SBET] del project PDS2000. In ogni situazione e/o zona in cui si siano evidenziati problemi nella ricezione della correzione differenziale RTK, la navigazione è stata interrotta ed i rilievi sono stati ripetuti.
- La definizione della geometria dell'imbarcazione e il posizionamento reciproco delle antenne GPS, dell'IMU, dei sensori interferometrici e delle altre periferiche è stato ottenuto mediante rilievo celerimetrico di altissima precisione (**accuratezza migliore di 0.5 cm**). Tutti i parametri sono stati inseriti nell'apposito software Applanix Pos-View che, in tempo reale, invia la posizione e l'assetto del centro di fase del sensore interferometrico al software PDS2000.

2.5 Caratteristiche del sistema batimetrico Singlebeam

L'acquisizione di dati singlebeam sarà effettuata mediante ecoscandaglio Syquest Hydrobox a doppia frequenza 33/210 Khz, ancorato con relativo braccio metallico alla murata dell'imbarcazione. Analogamente a quanto avviene per il sistema Interferometrico, l'ecoscandaglio è interfacciato e sincronizzato con il sistema di navigazione, il sensore di moto, girobussola, ricevitore DGPS RTK, profilo di velocità del suono, in modo da ottenere realtime il profilo del fondale corretto.

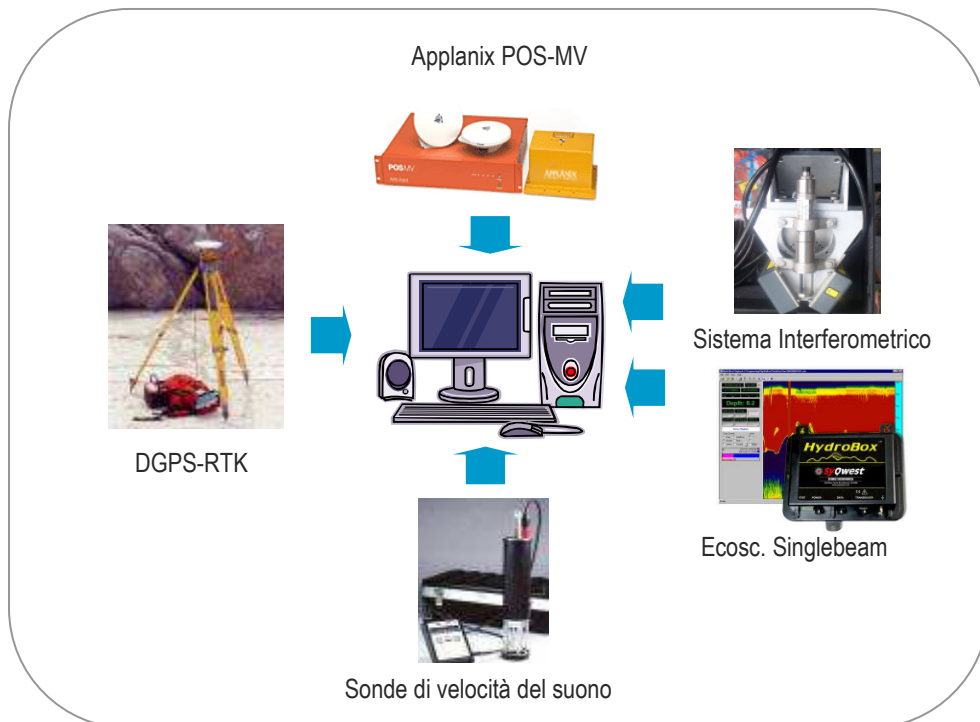
3. Survey batimetrico, topografico e geofisico

3.1 Strategia operativa

In fase di acquisizione è stata utilizzata un'imbarcazione idrografica iscritta presso la Capitaneria di Porto di Chioggia con licenza della Marina Mercantile Italiana allestita con il **sistema batimetrico/Side Scan Sonar interferometrico SEA SwathPLUS, la piattaforma inerziale POS-MV** (posizionamento a doppia frequenza, sensore di moto, girobussola), **sonde multiparametriche** Reson SVP-15 e Reson SVP-C per la determinazione del profilo della velocità del suono lungo la colonna d'acqua ed in testa al trasduttore, ecoscandaglio singlebeam SYQUEST Hydrobox a doppia frequenza 33/210 kHz e PC di navigazione.

Durante tutta la giornata di rilievo è stata operativa una Stazione Master, operante da un caposaldo di coordinate IGMI note e dotata di ricevitore Ashtech Z-Surveyor a doppia frequenza. La Stazione Master ha provveduto alla propagazione (via radio o GSM) della correzione differenziale DGPS RTK a tutti i mezzi navali o terrestri operanti in cantiere e anche da Virtual Reference Station per il sistema Applanix di cui al punto successivo.

Il PC di navigazione, dotato del software PDS2000, ha coordinato l'acquisizione dei vari strumenti ad esso interfacciati, consentendo la pianificazione del survey e la realizzazione del controllo qualità sui dati acquisiti. Il PDS2000 si interfaccia con tutti gli strumenti, sincronizza ed integra le informazioni in entrata, (ovvero sia la posizione e sia la latenza del GPS, i dati batimetrici, i dati del sensore di moto e della girobussola, i valori di velocità del suono della sonda).



3.2 Raffittimento della rete poligonometrica

Per consentire la corretta georeferenziazione dei rilevamenti dell'area è stato necessario procedere all'inquadramento topografico dell'area di indagine attraverso il raffittimento della rete poligonometrica locale, appoggiandosi ai punti di riferimento stabili IGMI del Castello di Miramare e del Club Nautico "Adriaco", in località Trieste.

La materializzazione dei capisaldi di raffittimento è stata realizzata seguendo le metodologie prescritte dall'I.G.M.I per la l'istituzione di capisaldi e codificate nei bollettini SIFET.

L'inquadramento dei capisaldi di nuova istituzione nell'ambito della rete IGM è stato effettuato utilizzando **3 ricevitori GPS Ashtech Z-Surveyor** con le seguenti caratteristiche:

- Doppia frequenza: codice C/A e codice P crittografato
- Metodo Z-tracking per la ricostruzione del codice P
- 12 canali digitali

La metodologia di rilievo applicata all'indagine è la **differenziale statica**, con trattamento dei dati a posteriori. Le norme tecniche, adottate per il rilievo, sono descritte approfonditamente nel bollettino SIFET n° 4 dell'anno 1998 a pag. 29 "Realizzazione di reti GPS per l'appoggio cartografico: norme di capitolato IGM95". In fase di rilevamento si è proceduto come segue:

- 2 sessioni da 90 minuti l'una per ogni punto determinato. Nella realizzazione dei triangoli della rete tutte le baseline sono risultate indipendenti (tecnica a 2 master fissi);
- Baseline di lunghezza sempre inferiore a 15 km;
- PDOP sempre inferiore a 4;
- ELM sempre maggiore di 15°;
- costellazione satellitare composta da almeno 5 satelliti;
- registrazione di 1 misura ogni 10 secondi;
- utilizzo di aste calibrate per l'esatta determinazione dell'altezza dell'antenna sui centrini;
- esecuzione del rilievo con centramento forzato dell'antenna sui 2 GPS master fissi;
- effettuazione della misura dell'altezza dell'antenna GPS all'inizio ed alla fine di ogni sessione, su tre punti della circonferenza dell'antenna stessa.

L'elaborazione e la compensazione delle reti (e sottoreti) è stata eseguita con il metodo della compensazione rigorosa, avvalendosi di differenti software per il calcolo e la compensazione della rete quali:

- Trimble TTC
- Ashtech Solutions

La determinazione dei 7 parametri di Molodenskij-Helmert è stata ottenuta applicando le procedure codificate dall'IGM nei software Verto, Verto2 e Verto3 ed i grigliati, acquistati dall'IGMI per l'area di indagine.

L'adozione della metodologia operativa proposta, applicata ad una rete GPS costruita e raffittita secondo le modalità sopraesposte, ha consentito di ottenere un'accuratezza nel posizionamento dei rilevamenti **inferiore ai 2 cm in planimetria ed inferiore ai 3 cm in quota**.

Il punto di stanziamento della stazione Master è stato individuato sulla banchina nord del Porto Commerciale, prospiciente alla zona dei rilievi. Le coordinate WGS 84 del punto sono le seguenti:

- lat = 45°46'57.29786"N
- long = 13°33'25.00649"
- altezza ellissoidica = 46.449 m

Le corrispondenti coordinate nel sistema Gauss-Boaga Fuso Est per il medesimo punto sono:

- N = 5070926.66 m
- E = 2407830.06 m
- H ortometrica= 2.06 m

I 7 parametri utilizzati e gli ellissoidi sono riassunti nella seguente tabella, con i segni delle rotazioni nella convenzione PDS2000.

```
SYSTEM: monfalcone-2011
Description:

ELLIPSOID: International 1924
Semi-Major Axis:6378388
Inv. Flattening:297.00000001475
Squared eccentricity:0.006722670022

DATUMTRANSFORMATION : monfalcone-2011-dtf
Datum Transformation from WGS84:
Method: Bursa/Wolfe(7 Parameters)
Shift X(m): 297.8095
Shift Y(m): -249.6144
Shift Z(m): -7.9744
Rotation X(sec): -4.61708
Rotation Y(sec): -1.3498912
Rotation Z(sec): 10.121546
Scale factor[ppm]: 0.6843308
Prime meridian sh(deg): 0
Satellite ellipsoid: WGS84
Local ellipsoid: International 1924
Description:
```

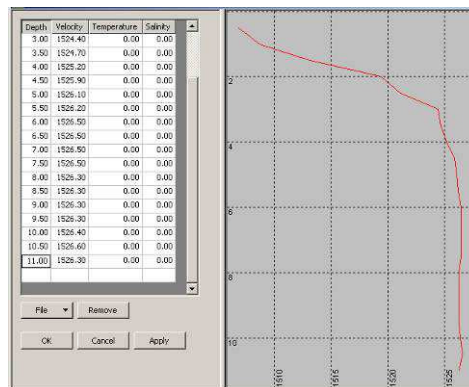
3.3 Calibrazione iniziale del sistema Interferometrico

All'inizio di ogni giornata di rilievo è stata effettuata una calibrazione del sistema Sidescan Sonar e batimetrico secondo le specifiche IHO SP44, al fine di garantire la massima qualità, affidabilità e ripetibilità dei dati acquisiti. Tale procedura di calibrazione (**Patchtest**) viene effettuata individuando un target sul fondale in una zona prospiciente l'area di indagine. Quindi si procede alla calibrazione del sistema effettuando delle passate a velocità variabile, in direzione contrapposta ed in parziale sovrapposizione degli swath. Attraverso un apposito modulo del software idrografico RESON PDS2000, ogni profilo generato viene sottoposto ad analisi geometrico-statistica puntuale al fine di determinare i più precisi offset di calibrazione (roll, pitch, heading).

3.4 Determinazione del profilo di velocità del suono

All'inizio di ogni sessione di survey è stato acquisito il profilo della velocità di propagazione del suono in acqua utilizzando la sonda Reson SVP/15. Questa grandezza dipende principalmente dalla salinità e dalla temperatura dello "strato" liquido attraversato dall'impulso sonoro; i dati SVP acquisiti vengono quindi utilizzati dai software idrografici per calcolare i coefficienti di rifrazione dei diversi strati liquidi, secondo la legge di Snell. Tali coefficienti sono infine applicati a tutte i rilevamenti batimetrici MB e SSS.

Nella figura seguente è riportato un esempio di un Sound Velocity Profile.



Sound Velocity Profile ottenuto dalla sonda Reson SVP/15

Per quanto riguarda il rilievo eseguito nell'area portuale di Monfalcone, sono stati acquisiti vari profili SVP in differenti orari e posizioni: **per l'elenco delle calate, posizione e orario si faccia riferimento al file "Punti prelievo sonde SVP + Orari.wpt"** all'interno del project PDS2000.

Durante le giornate dei rilevamenti è stato osservata una notevole discrepanza tra i valori di velocità del suono nello strato superficiale (fino a 0.70 m sotto il pelo libero) e gli strati liquidi sottostanti. In particolare all'interno della zona portuale, le basse temperature hanno evidenziato un SV superficiale di 1450-1470 m/s, mentre lo strato profondo si attestava sui 1483-1487 m/s. Tale fenomeno è certamente riconducibile al poco rimescolamento delle acque all'interno del bacino che favorisce l'azione delle basse temperature solo nello strato superficiale.

Nella zona esterna della canaletta di accesso al porto, la differenza tra la SV nello stato superficiale e quella profonda è notevolmente inferiore, grazie alla azione delle correnti e del moto ondoso che tendono a rimescolare gli strati liquidi.

3.5 Controllo del livello idrometrico

Il controllo e l'eventuale correzione dei valori di marea è stato possibile riferendosi ai dati mareografici della stazione di Trieste (www.mareografico.it), copia dei quali in formato TXT è presente nella cartella "www.mareografico.it" nel project PDS2000.

4. Post-processing ed elaborazioni

4.1 Dataset derivante dal survey batimetrico / morfologico

Tutte le operazioni di postprocessing dei dati batimetrici acquisiti saranno eseguite in maniera indipendente ed utilizzando software diversi. Tale accorgimento risulta determinante per escludere la possibilità che un eventuale errore sistematico (o qualche bug del software) in un dataset affliggesse anche i dati acquisiti con altri sensori operanti secondo tecnologie differenti.

Le procedure di elaborazione adottate sono di seguito riportate:

- *Replay del Rilievo.* Tale operazione consente di rieseguire letteralmente tutto il survey, esattamente nelle stesse condizioni in cui è stato effettuato in campo, ma apportando le eventuali correzioni ritenute necessarie per una corretta restituzione. I parametri che possono essere modificati sono:
 - La geometria della barca
 - La disposizione delle periferiche a bordo
 - L'altezza dell'antenna GPS
 - I parametri di trasformazione geodetica
 - Il SVP da applicare ai rilevamenti del sonar
 - I valori di calibrazione del Time delay, del Pitch, del Roll, dello Yaw.
- *Despiking e Downsampling.* Utilizzando software dedicati di post-processing ed elaborazione dati, è possibile applicare alcuni criteri di despiking (rimozione anomalie) e downsampling (filtraggio) ai rilevamenti acquisiti, secondo parametri specifici strettamente legati alla morfologia del fondale, al battente d'acqua, ed alla natura geologica dei materiali componenti la superficie del fondale. Alcuni sistemi di processing utilizzati sono strutturati su algoritmi di tipo geometrico, mentre altri si basano su criteri statistici. I filtri più comunemente adottati sono stati: slope filter, intersect filter, statistic filter, surface spline cleaning per i dataset derivanti dal sistema Interferometrico. Sul dataset Singlebeam si è procederà al processing secondo criteri basati sull'analisi della Deviazione Standard delle quote e del fattore di disturbo dei profili batimetrici.
- *Costruzione del GRID DTM (Digital Terrain Model).* Tutti i rilevamenti controllati, ricalcolati e filtrati saranno utilizzati per generare un modello digitale del fondale a maglia quadrata con cella di risoluzione come da Specifiche Tecniche per le successive elaborazioni.

5. RESTITUZIONE

5.1 Progetto in formato PDS2000 spedito all'Istituto Idrografico della Marina

In data 15 febbraio 2011, secondo modalità concordate con il Comandante Rosario La Pira e il Comandante Erik Biscotti, responsabili dell'Istituto Idrografico della Marina Italiana, un supporto DVD contenente i dati batimetrici nei formati richiesti dai sopracitati è stato inviato all'Istituto Idrografico per il processing dei dati acquisiti.

5.2 Elenco delle tavole e dei file consegnati su supporto cartaceo/digitale

- Planimetrie del Bacino di Evoluzione e del Canale in formato DWG.
- Relazione tecnica/metodologica in formato DOC/PDF.
- Tavole dei profili su transetti di progetto individuati da CSIM

RELAZIONE TECNICA

ILLUSTRATIVA DELLE OPERAZIONI DI RILIEVO

DI VERIFICA ESEGUITI NELLA CASSA DI COLMATA DI MONFALCONE

PREMESSA

Nell'estate del 2012 è stato eseguito un rilievo di verifica delle quote già precedentemente rilevate dalle OO.MM. a seguito del riempimento con i fanghi derivanti dal dragaggio del canale d'accesso al porto di Monfalcone, ed allo scopo sono stati materializzati 2 caposaldi per eventuali e future misurazioni con strumentazioni, sia GPS che tradizionali.

OPERAZIONI ESEGUITE

La prima operazione topografica eseguita, riguarda l'inquadramento dell' area, con l'apposizione di due caposaldi fissi, nel sistema nazionale di coordinate Gauss-Boaga fuso est., e contemporaneamente si sono determinate, con stazionamento statico, le coordinate I.G.M. dei due caposaldi, utilizzando come caposaldo di partenza, quello indicato dalla monografia dell' Istituto Geografico Militare 40A705 , punto ubicato nei pressi dell'incrocio della cartiera Burgo.

I valori I.G.M. (Gauss Boaga) del caposaldo di partenza, forniti dall'Istituto Geografico Militare, sono:

- EST: 2.409.957,209 NORD: 5.072.182,954 Q = 3,431

Con l'uso di una coppia di GPS si è posizionato il GPS Master sul centrino I.G.M. 95 (40 A 705) di Duino (Bivio cartiera Burgo) e contemporaneamente si sono determinate, con stazionamento statico, le coordinate I.G.M. dei caposaldi, posti sulla diga artificiale che delimita la "cassa di colmata". I punti sono materializzati a terra con una vite metallica. I valori I.G.M. (Gauss Boaga) derivati dalle osservazioni sul caposaldo sono risultati:

Caposaldo A

- EST: 2.408.248,19 NORD: 5.070.456,91 Q = 2,85

Caposaldo B

- EST: 2.408.057,82 NORD: 5.070.404,96 Q = 2,84

Tali dati sono risultanti dopo aver inserito il "grigliato" appartenente alla zona di Trieste dall'utilizzo del programma di calcolo "VERTO" dell'Istituto Geografico Militare.

Le quote sono invece riferite al caposaldo (VM01) posto sulla testa del molo del posto di Monfalcone, di quota 2,06 s.l.m.m. riscontrando una notevole differenza in altimetria con quelle riferite al caposaldo IGM. Tutto il rilievo planialtimetrico si è basato su tale quota (2,06), assunta come "buona" da monografia consegnataci.

Determinati i valori sopra elencati, si è posizionato il Master GPS sul punto A e si è iniziato il posizionamento del mezzo che ha percorso, secondo delle direzioni parallele, quasi tutta la parte pianeggiante interna agli argini.

Il mezzo utilizzato, ed idoneo allo scopo, è stato equipaggiato con strumentazione GPS Leica 1250 in modalità RTK, con registrazione automatica dei punti ogni 20 m. di avanzamento, ottenendo così una maglia fitta di punti.

Non è stato possibile rilevare alcune zone in quanto paludose, con presenza d'acqua e terreno cedevole.

Per tali zone si è proceduto a diminuire le quote precedentemente rilevate (anno 2003) di circa 20 cm., ottenendo così una quota incerta che non sarà possibile utilizzare per certa.

E' stata inoltre misurata con una buona quantità di punti anche tutta la parte di terreno ghiaioso, zona subito a ridosso dell'entrata nella "cassa di colmata", oltre alla linea di costa ed al piazzale ricompreso tra la linea di costa e l'argine artificiale.

Sono stati misurati anche svariati punti lungo gli argini, constatando che le quote degli stessi non sono variate rispetto a quelle determinate nel 2003, mentre le quote interne alla "cassa di colmata", nella parte pianeggiante sono risultate variate di circa 20 cm., un tanto per l'assestamento naturale dei fanghi avvenuto nel tempo.

I dati ottenuti, hanno permesso di creare un idoneo modello matematico del terreno per il calcolo di volumi.