



Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Tirreno Centro Settentrionale

PORTI DI ROMA E DEL LAZIO - CIVITAVECCHIA - FIUMICINO - GAETA

# Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale



## NUOVO PORTO COMMERCIALE DI FIUMICINO

### PROGETTO ESECUTIVO I LOTTO FUNZIONALE I STRALCIO "Darsena Pescherecci e viabilità di accesso al cantiere"

Committente:

Il presidente  
AVV. Francesco Maria Di Majo

Il responsabile del procedimento  
Dott. Ing. Maurizio Marini

Il coordinatore generale  
Dott. Ing. Giuseppe Solinas

Progettazione:

ACQUA  
TECNO

Ing. Renato Marconi  
Ing. Paolo Turbolente  
Ing. Barbara Doronzo



Titolo elaborato

Elaborato

A.2202.12 | PE | R

## RELAZIONE SUI RILIEVI TOPOGRAFICI E BATIMETRICI

# RIL

Scala

Data	Preparato	Controllato	Approvato
Novembre 2020			
Revisione	Data		
01	Giugno 2021		
02	Febbraio 2022		



## **Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale**

**Rilievi batimetrici e topografici a supporto della progettazione esecutiva del Nuovo Porto  
Pescherecci di Fiumicino**

RELAZIONE TECNICA

REDATTO DA:



RIF.DOCUMENTO:  
REVISIONE 01

Maggio 2020

Titolo del documento:

**Rilievi batimetrici e topografici a supporto della progettazione esecutiva del Nuovo Porto  
Pescherecci di Fiumicino**

Cliente: **Acquatecno Srl**

Fiumicino-Rel-tecnica.doc

Personale in campo e in ufficio			
Nome	Ruolo	Sigla	Azienda
Carlo Enrico Peris	Surveyor - Data processing	CP	INTEC
Carmine Capua	Technical Engineer	CC	INTEC
Giovanbattista Balistrieri	Comandante	GB	MTM
Pierluigi Caponetti	Marinaio Sommozzatore	PC	MTM
Luca Bruno	Marinaio Sommozzatore	LB	MTM

Distribuzione del documento			
N° copie	Consegnato a	Data	Formato documento
2	Acquatecno Srl	14/05/2020	Digitale
2	Acquatecno Srl	14/05/2020	Cartacea

Del documento sono state prodotte      n°2 copia digitale  
n°2 copia cartacea

## Sommario

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>5</b>
1.1 FINALITÀ DEL LAVORO.....	5
1.2 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI.....	5
1.3 INQUADRAMENTO AREA DI LAVORO.....	6
<b>2. SISTEMI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>7</b>
<b>3. METODI</b> .....	<b>8</b>
3.1 DESCRIZIONE IMBARCAZIONE E STRUMENTAZIONE .....	8
3.2 SISTEMA MULTIBEAM GEOSWATH PLUS .....	10
3.3 SISTEMA DGPS.....	12
3.4 SENSORE DI MOTO E GIROBUSSOLA.....	13
3.5 SONDA DI VELOCITÀ SVP.....	13
3.6 QUOTA DI RIFERIMENTO .....	18
3.7 SOFTWARE DI NAVIGAZIONE E GESTIONE GEOACUSTIC GS+ .....	18
3.8 SOFTWARE DI ELABORAZIONE E RESTITUZIONE .....	18
<b>4. OPERAZIONI IN CAMPO</b> .....	<b>19</b>
4.1 INSTALLAZIONE CALIBRAZIONE MBES .....	19
4.2 DEMOBILITAZIONE .....	21
<b>5. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI</b> .....	<b>21</b>
<b>6. RILIEVO TOPOGRAFICO</b> .....	<b>22</b>
6.1 AREE.....	22
6.2 STRUMENTAZIONE E METODI.....	22
6.3 ELABORAZIONE DEI DATI.....	24
<b>7. ELENCO ELABORATI</b> .....	<b>24</b>

## INDICE DELLE FIGURE:

FIGURA 1 – INQUADRAMENTO E DETTAGLIO DELL'AREA .....	6
FIGURA 2 – ALLESTIMENTO IMBARCAZIONE .....	8
FIGURA 3 - SCHEMA DI CONNESSIONE DEGLI STRUMENTI.....	9
FIGURA 4 - SISTEMA MULTIBEAM KONGSBERG GEOSWATH PLUS 250 KHZ CON TOP UNIT (A SINISTRA) E DURANTE IL MONTAGGIO (A DESTRA).....	11
FIGURA 5 – SENSORE DI MOTO DMS-05 TELEDYNE .....	13
FIGURA 6 – DGPS Gyro Sensor.....	13
FIGURA 7 - SONDA DI VELOCITÀ SVP MONITOR UTILIZZATA .....	14
FIGURA 8a...8f - GRAFICI SVP .....	15
FIGURA 9 – DIAGRAMMA MBES E SENSORI ANCILLARI .....	20
FIGURA 10 – RILIEVO VASCA DI SEDIMENTAZIONE AREA 1 .....	20
FIGURA 11 – RILIEVO VASCA DI SEDIMENTAZIONE AREA 2 .....	20
FIGURA 12 – RILIEVO TOPOGRAFICO .....	20

## INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 - PARAMETRI GEODETICI UTILIZZATI IN ACQUISIZIONE .....	7
TABELLA 2 - CARATTERISTICHE DEL SISTEMA MBES KONGSBERG GEOSWATH PLUS 250 KHZ.....	12
TABELLA 3 - DIARIO DELLE OPERAZIONI .....	19
TABELLA 4 - OFFSET .....	21

## ALLEGATI: CAPOSALDI TOPOGRAFICI

CAPOSALDO 1 .....	26
CAPOSALDO 2 .....	27

## 1 - INTRODUZIONE

Nel marzo 2020, la Acquatecno SRL ha incaricato la INTEC dell'esecuzione di un rilievo batimetrico e topografico di dettaglio di un'area relativa al Comune di Fiumicino, oggetto della progettazione esecutiva della Nuova Darsena Pescherecci del porto di Fiumicino. L'area in questione è composta da una porzione in mare e una in terra. Quella a terra, a sua volta, è suddivisa in un'area emersa, costituita soprattutto da scogliere artificiali, e da due piccoli bacini.

L'incarico è stato espletato, per la componente batimetrica in mare, con ecoscandaglio MBES GeoSwath Plus 250 e GPS, con una copertura del fondale superiore al 100%; per la parte a terra, sia la topografia che la morfologia dei piccoli bacini sono state rilevate con un GNSS Receiver SOKKIA GRX1/U, assistito dal software di acquisizione Mercurio.

Il rilievo batimetrico multibeam è stato eseguito nei giorni 15 e 16 aprile 2020, con l'utilizzo di apposito mezzo navale e di personale marittimo messo a disposizione dalla ditta MTM di Fiumicino.

Il rilievo topografico è iniziato il 17 aprile ed è proseguito, assecondando le condizioni meteo, fino al 6 maggio.

Nella seguente relazione tecnica vengono riportati le modalità e i risultati delle indagini svolte sul campo e le successive elaborazioni.

### 1.1. Finalità del lavoro

Il presente lavoro ha come finalità quella di ricostruire la morfologia di dettaglio dell'area in esame, a supporto della progettazione esecutiva della Nuova Darsena Pescherecci del porto di Fiumicino.

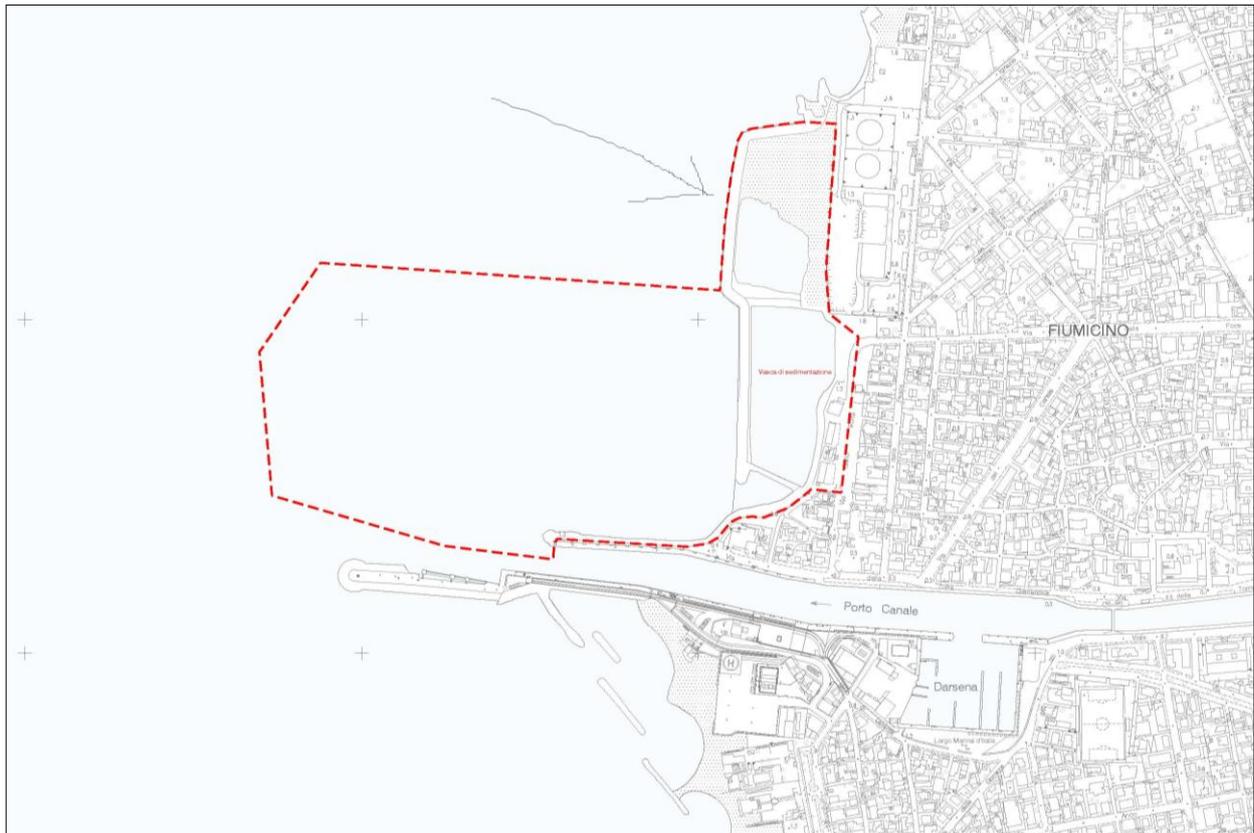
### 1.2. Definizioni e abbreviazioni

Si riporta una lista delle abbreviazioni che possono essere presenti all'interno del corpo principale della relazione tecnica:

<b>ABBREVIAZIONE</b>	<b>DEFINIZIONE</b>
DGPS	Differential Global Positioning System
DTM	Digital Terrain Model
GIS	Geographic Information System
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HSE	Health&Safety Environment
LF	LowFrequency
MBES	MultiBeamEchoSounder
MSL	Mean Sea Level
MV	Motor Vessel
RTCM	Radio Technical Commission for Maritime services
SoNaR	Sound Navigation and Ranging
SVP	Sound VelocityProfile
UTC	Universal Time Coordinated
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS84	World Geodetic System 1984

### 1.3. Inquadramento area di lavoro

Il rilievo è stato effettuato nell'area interessata dalla progettazione esecutiva della Nuova Darsena Pescherecci del porto di Fiumicino. Tale area è posta immediatamente a nord dello sbocco dell'attuale porto-canale, ed è interamente ubicata nel Comune di Fiumicino.



**Figura 1 – Inquadramento e dettaglio dell'area oggetto di rilievo.**

## 2 - SISTEMI DI RIFERIMENTO

L'acquisizione e la prima restituzione dei dati di posizionamento orizzontale è stata effettuata utilizzando il Datum WGS84, proiezione Universale Trasversa di Mercatore (UTM), Fuso 33 Nord, con meridiano centrale 15°. La correzione RTK è stata ricavata tramite collegamento GSM alla rete Italpos.

Nella Tabella 1 sono riportati i parametri geodetici utilizzati durante il rilievo in fase di acquisizione.

**Tabella 1 - Parametri geodetici utilizzati in acquisizione.**

DATUM	
Spheroid	WGS84
Datum	WGS84
Semi-major Axis (a)	6.378.137 m
Semi-minor Axis (b)	6.356.752,314245
Eccentricity (e <sup>2</sup> )	0,00669437999
Inv. Flattening (1/f)	298,257223563

PROIEZIONE	
Grid Projection	UTM 33 N
Projection Type	UTM
Central Meridian	Zone Est : 15° 00' 00" E
Latitude of Origin	0° 00' 00" N
False Easting	500.000m
False Northing	0,00 m
Scale Factor on CM	0,9996

### 3 - METODI

#### 3.1. Descrizione imbarcazione e strumentazione

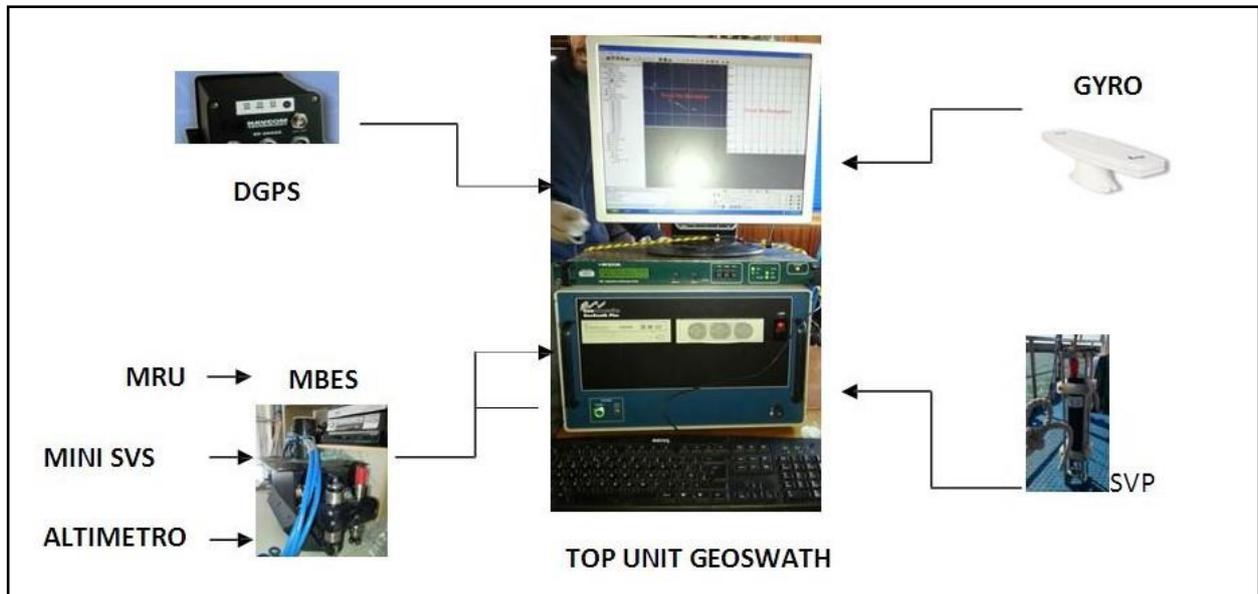


Per le indagini in campo è stato utilizzata la MB Squalo, messa a disposizione dalla MTM srl.

*Figura 2– Allestimento imbarcazione*

Il MBES GeoSwath Plus 250 è corredato, come tutti i multibeam, di una serie di sensori che collaborano alla precisione del dato finale fornendo alla workstation di acquisizione le

necessarie correzioni di rollio, beccheggio, onda, prua (Fig. 3).



**Figura 3 – Schema di connessione degli strumenti**

In particolare, la strumentazione impiegata durante lo svolgimento delle attività in oggetto comprende:

- Servizio di correzioni RTCM rete Italpos
- Sistema Multibeam interferometrico: GEOSWATH PLUS, Kongsberg
- Mini sonda di velocità: Mini SVS, Valeport;
- Altimetro: PA200/20-S, Tritech;
- Sensore di moto: MRUDMS05, TeledyneTSS;
- Girobussola: DGPS Gyro V100 sensor
- Sonda di velocità: Monitor SVP, Valeport;
- Software per rilievi idrografici e processing: GeoAcoustic GS+;

### 3.2. Sistema Multibeam GEOSWATH PLUS

Il sistema acustico Multibeam KONGSBERG GEOSWATH PLUS (Fig. 4) utilizzato nel presente lavoro ha permesso di raccogliere precise informazioni e misure sulla batimetria del fondale. Esso offre, grazie alla tecnologia interferometrica, una mappatura molto efficiente in simultanea di dato batimetrico e dato di backscatter con un'accuratezza che rientra ampiamente nei parametri standard dell'IHO per i rilievi idrografici. La stessa area può essere mappata dal 30 al 40% più velocemente rispetto ai tipici multibeam (beamforming).

Il GeoSwath si basa sul principio della misura comparata dell'angolo di fase. Descritto comunemente come multibeam interferometrico o Side Scan Sonar batimetrico, lo strumento è configurato con un trasduttore di dritta e uno a sinistra, allineati a circa 30 gradi dall'orizzontale. Ogni trasduttore ha un trasmettitore e più ricevitori. L'impulso trasmesso è simile a quello usato da Side Scan Sonar: angolo "across track" di ogni trasduttore molto ampio (maggiore di 150 gradi), angolo "along track" molto stretto (circa 1 grado), per circa 30 microsecondi di lunghezza (corrispondente a circa 7.5cm, modificabile dall'utente). Gli impulsi provenienti dai due trasduttori si sovrappongono sotto l'imbarcazione, fornendo una copertura supplementare in questa zona.

I trasduttori sono alloggiati in una V-Plate che garantisce la stabilità e la ripetitività delle installazioni (Fig.4) . Nella V-Plate sono alloggiati anche: un sensore di moto TSS DMS-05, che fornisce in tempo reale al sistema informazioni sul rollio, sul beccheggio e sullo spostamento d'onda; un altimetro, i cui dati vengono registrati parallelamente a quelli multibeam e permettono sia di disporre di una migliore copertura immediatamente sotto il vascello sia di operare un quality check del rilievo; una sonda per la velocità del suono in acqua Valeport mini sv5, allo scopo di registrare il valore di velocità del suono in acqua, in corrispondenza dei trasduttori.

In tale modalità di acquisizione l'ecoscandaglio emette un impulso caratterizzato da angolo "across track" molto ampio e angolo "along track" molto stretto. Questo permette l'insonorizzazione di una fascia di fondale larga fino anche a 12 volte la profondità ad ogni passaggio.

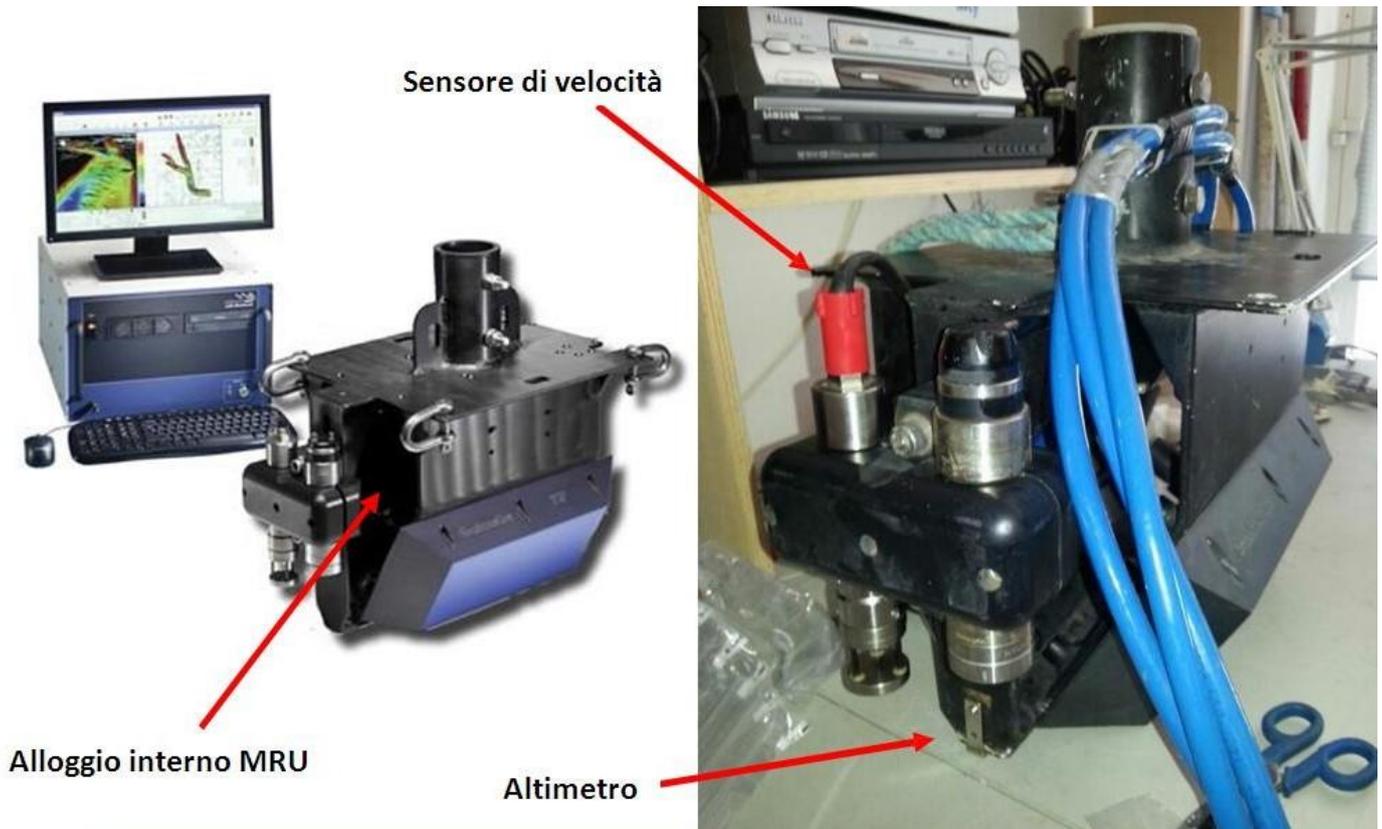
Il segnale di ritorno permette di registrare sia il ritardo rispetto all'impulso iniziale, proporzionale alla distanza trasversale dalla rotta seguita, sia l'intensità (back scatter), dipendente, a parità di altre condizioni, dal tipo di materiale insonorizzato.

Il basso angolo di insonorizzazione risultante, soprattutto per i settori periferici della striscia scandagliata, fa sì che gli oggetti in rilievo sul fondo siano ulteriormente messi in evidenza dall'ombra (mancanza di segnale di ritorno) che essi provocano dietro di loro intercettando e riflettendo il segnale.

Queste caratteristiche risultano particolarmente utili, tra l'altro, per la ricerca e per l'ubicazione di oggetti, naturali e/o artificiali, che per tipologia di materiale o di giacitura differiscono di una certa misura dal fondale circostante, come ad esempio rocce isolate, catenarie, corpi morti, relitti.

Il modello usato per i rilievi è quello con frequenza pari a 250 kHz (Tabella 4). In Fig. 4 è mostrato lo strumento usato, durante le fasi di montaggio. Si può ben vedere come esso sia costituito anche da due alloggi nei quali sono stati montati:

- D Altimetro Tritech PA200/20-S
- D Mini sensore di velocità Valeport Mini SVS
- D MRU DMS05 della Teledyne TSS



*Figura 4 - Sistema Multibeam KONGSBERG GEOSWATH Plus 250 kHz con Top Unit (a sinistra) e durante il montaggio (a destra).*

Frequenza	250 kHz
View Angle	240 °
Max Depth	100m
Depth Resolution	3 mm

**Tabella 2 - Caratteristiche del sistema MBESKONGSBERG GEOSWATH PLUS 250 kHz.**

Lo strumento è stato montato "a palo" nella parte sinistra dell'imbarcazione ed interfacciato con il software di navigazione (GS+) per la visualizzazione e la georeferenziazione in tempo reale dei dati acquisiti.

L'utilizzo di tale strumento, alle basse profondità caratteristiche dell'area di lavoro, ha permesso di ricavare la batimetria dell'area, dalla quale è stata poi ricavata una carta delle isobate e una carta con isobate e modello digitale (DTM) del fondale rilevato, entrambe presenti negli allegati.

Prima dell'inizio del rilievo lo strumento è stato calibrato con la tecnica spiegata in seguito.

### 3.3. Sistema DGPS

La georeferenziazione dei dati è stata eseguita avvalendosi della tecnologia GPS con sistema RTK allacciata alla rete Italpos.

Il posizionamento ottenuto con l'utilizzo di un solo ricevitore GPS sarebbe caratterizzato da errori di diversa provenienza. Sono stati così, negli anni, elaborati nuovi sistemi. Quello adoperato nei rilievi descritti nella presente relazione consiste nella ricezione di un flusso di dati, denominati *correzioni differenziali*, tramite connessione internet in real time inviati dalla rete Italpos. Grazie all'ausilio dei dati di correzione, il GPS raggiunge una precisione centimetrica sia sul posizionamento orizzontale che su quello verticale.

Il ricevitore a bordo dell'imbarcazione è stato interfacciato con il software di navigazione GS+. Il rilievo è stato condotto nel sistema di coordinate WGS84, con proiezione nel sistema UTM 33.

### 3.4. Sensore di moto e girobussola

I movimenti dell'imbarcazione sono stati calcolati dal sensore di moto MRU DMS05 della Teledyne TSS (Fig. 5) e del DGPS Gyro V100 sensor (Fig. 6). Il primo fornisce i valori di Roll, Pitch e Heave, il secondo la direzione o heading rispetto al Nord geografico. I valori sono calcolati dal software di acquisizione per il Multibeam. Anche il sensore di moto va messo all'interno dello Geoswath, nell'alloggio interno compreso tra i due trasduttori.

Tale ubicazione tiene conto della prora vera (heading), del rollio (roll) del beccheggio (pitch) e dell'eventuale spostamento verticale dovuto ad ondatazione (heave) dell'imbarcazione, acquisiti in tempo reale mediante una DGPS Gyrosensor V100 ed un sensore di moto TSS DMS-05.

	
<p><b>Figura 5 – Sensore di moto DMS-05 Teledyne</b></p>	<p><b>Figura 6 – Foto di DGPS Gyro sensor</b></p>

### 3.5. Sonda di velocità SVP

I profili della velocità di propagazione del suono nell'intera colonna d'acqua, necessari per una corretta conversione dei tempi di ritorno del segnale in distanze in fase di elaborazione, sono stati acquisiti tramite un profilatore velocità del suono in acqua Valeport Monitor SVP (Fig. 7) immerso dall'imbarcazione fino al fondo.

Nell'immagine seguente viene raffigurata la sonda poco prima di essere messa in acqua. Essa viene utilizzata per calcolare la velocità di propagazione del suono in acqua. Ciò che si ottiene è un profilo di velocità al variare della profondità. La sonda dispone di una sua memoria interna e dopo le misure va collegata ad un terminale sul quale va scaricato il file contenente velocità e profondità. Il file va poi inserito nel software di acquisizione.

A seguire, i grafici ricavati dalle misure in sito (Fig. 8a, 8b).



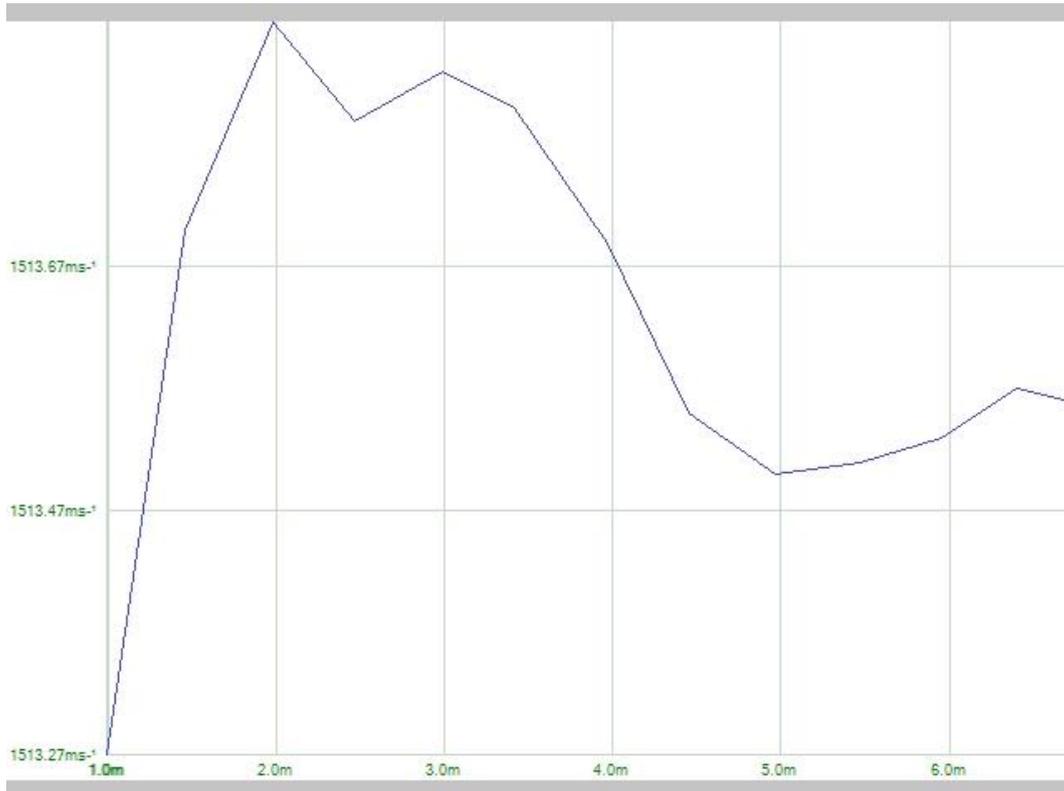
Figura 7 - Sonda di velocità SVP Monitor utilizzata (foto di repertorio).



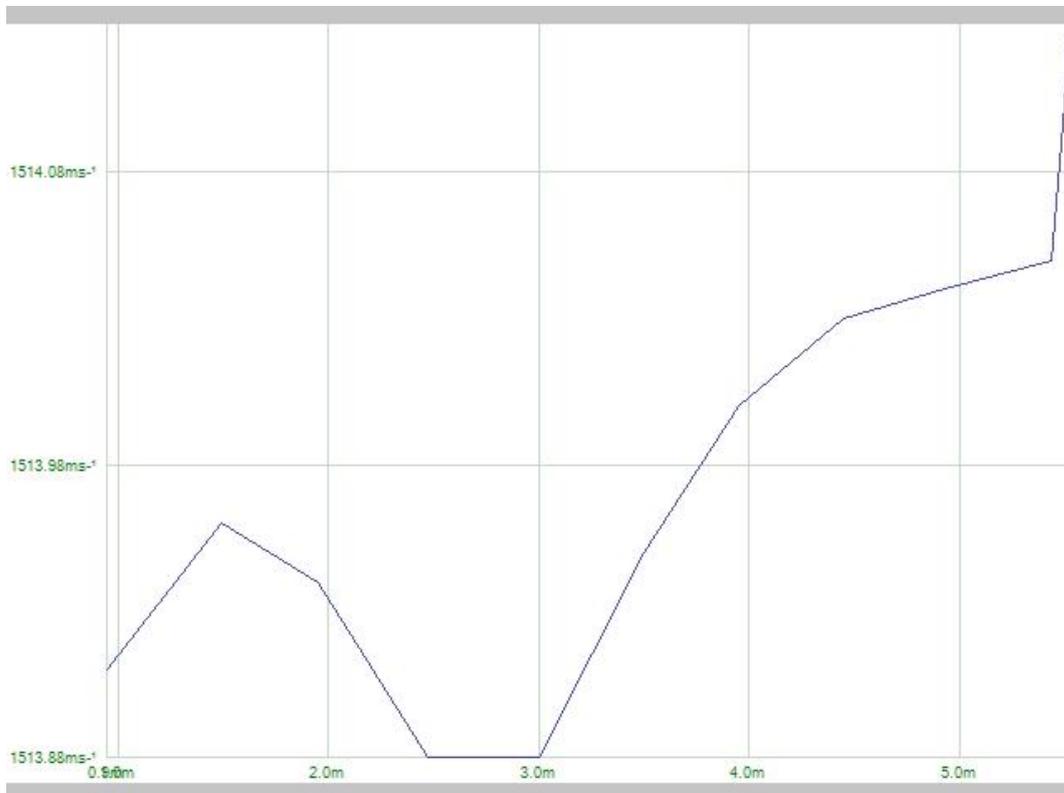
**Figura 8a - Grafico SVP**



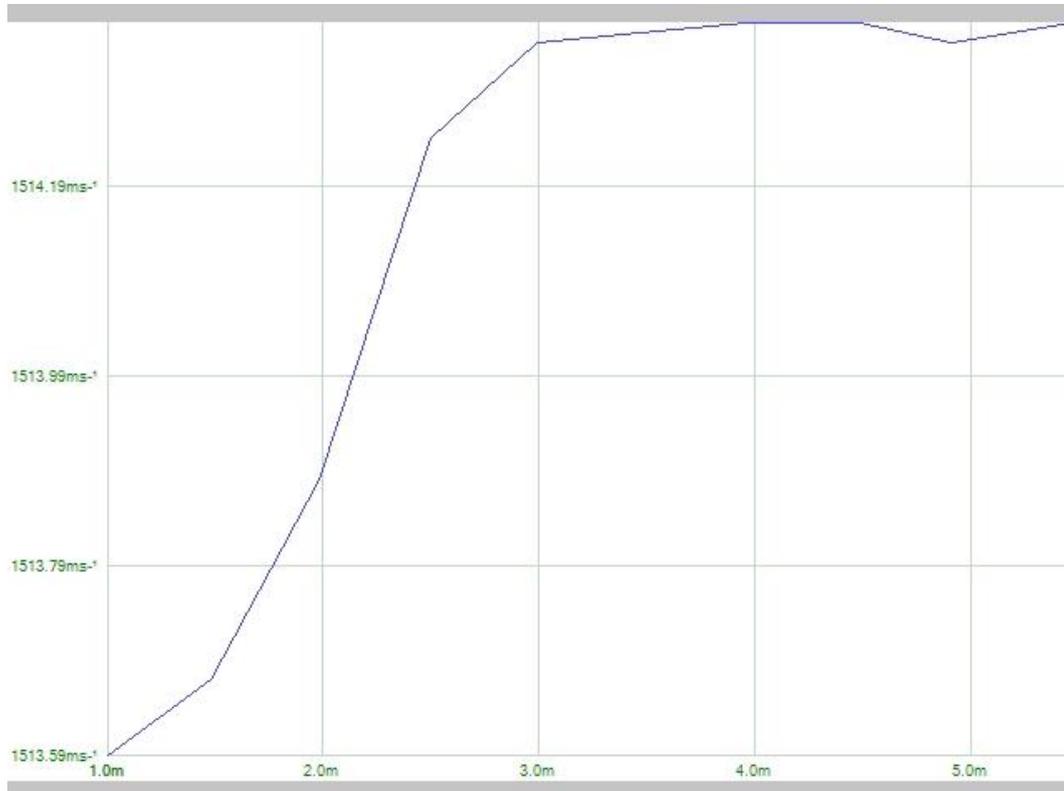
**Figura 8b - Grafico SVP**



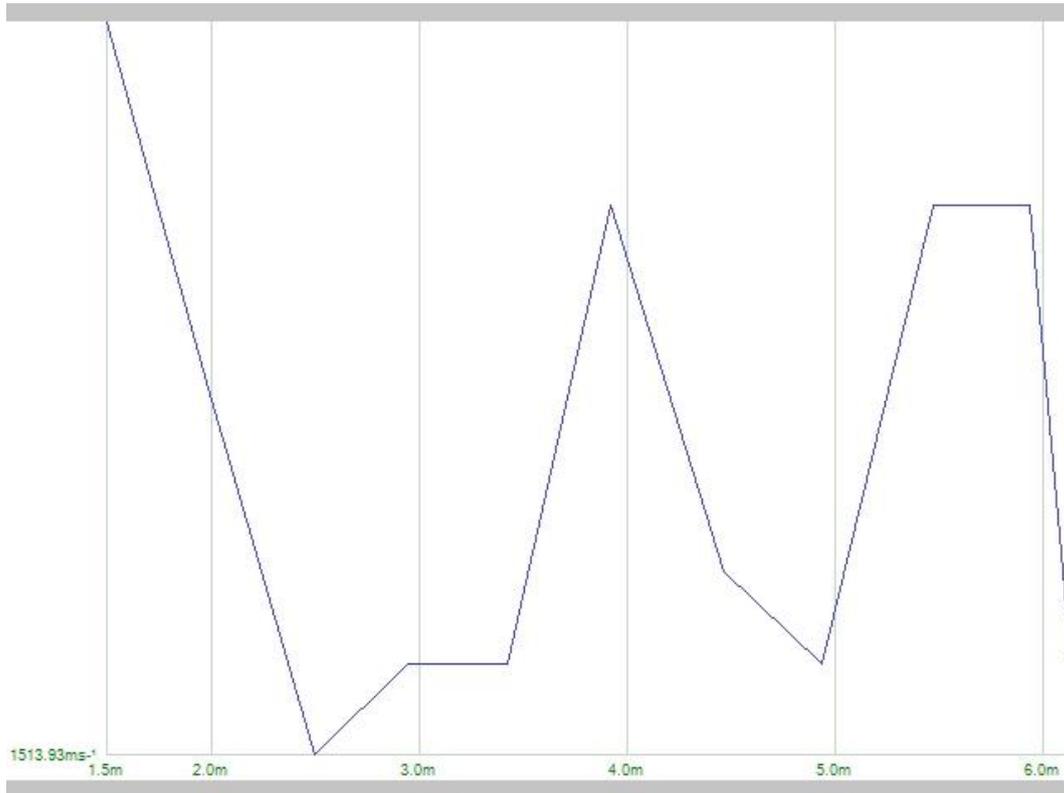
**Figura 8c - Grafico SVP**



**Figura 8d - Grafico SVP**



**Figura 8e - Grafico SVP**



**Figura 8f - Grafico SVP**

### **3.6. Quota di riferimento**

Il sistema di navigazione ha fornito, grazie alla correzione RTK, la quota delle misure con una estrema precisione. L'altezza ricavata, però, è quella relativa all'ellissoide WGS84.

Per tradurre le quote del rilievo allo zero topografico i dati raccolti sono stati processati in relazione al grigliato appositamente fornito dall'IGMI utilizzando è stato utilizzato il software CartLab3.

Le quote ortometriche fornite sono pertanto quelle relative al geoide ETRF2000.

Qui sotto si riportano le coordinate e le quote di due caposaldi misurati nell'area oggetto di rilievo topografico.

### **3.7. Software di navigazione e gestione GeoAcoustic GS+**

Tutti i sistemi sopra elencati sono stati interfacciati con il software di navigazione/gestione GeoAcousticGS+ (Fig. 12) che permette in tempo reale la visualizzazione, la georeferenziazione e la correzione dei dati acquisiti.

Si tratta di un software idrografico, sviluppato dalla Kongsberg, integrato nella Top Unit, che

raccoglie in un unico pacchetto tutte le funzioni attinenti al ciclo di produzione dei rilievi idrografici, quali:

- programmazione e progettazione del rilievo;
- navigazione ed acquisizione dati MBES;
- filtraggio ed elaborazione dati;

### **3.8. Software di elaborazione e restituzione**

I dati esportati dal GeoAcoustic GS+ sono stati elaborati con altre piattaforme software come CAD per:

- plot dei dati;
- elaborazione punti quotati;

#### 4 - OPERAZIONI IN CAMPO

Di seguito elencato un diario di bordo schematico delle operazioni svolte:

Tabella 3 - Diario delle operazioni.

DATA E ORA		OPERAZIONE
15/05/2020 ore 7:30		Start MOB
"	ore 12:30	Fine MOB
16/05/2020 ore 7:30		Start Survey
"	Ore 12:30	Fine Survey: rientro in porto e inizio DEMOB
	Ore 15:00	Fine DEMOB

##### 4.1. Installazione calibrazione MBES

Il sistema MBES interferometrico è stato installato "a palo" sul lato sinistro dell'imbarcazione.

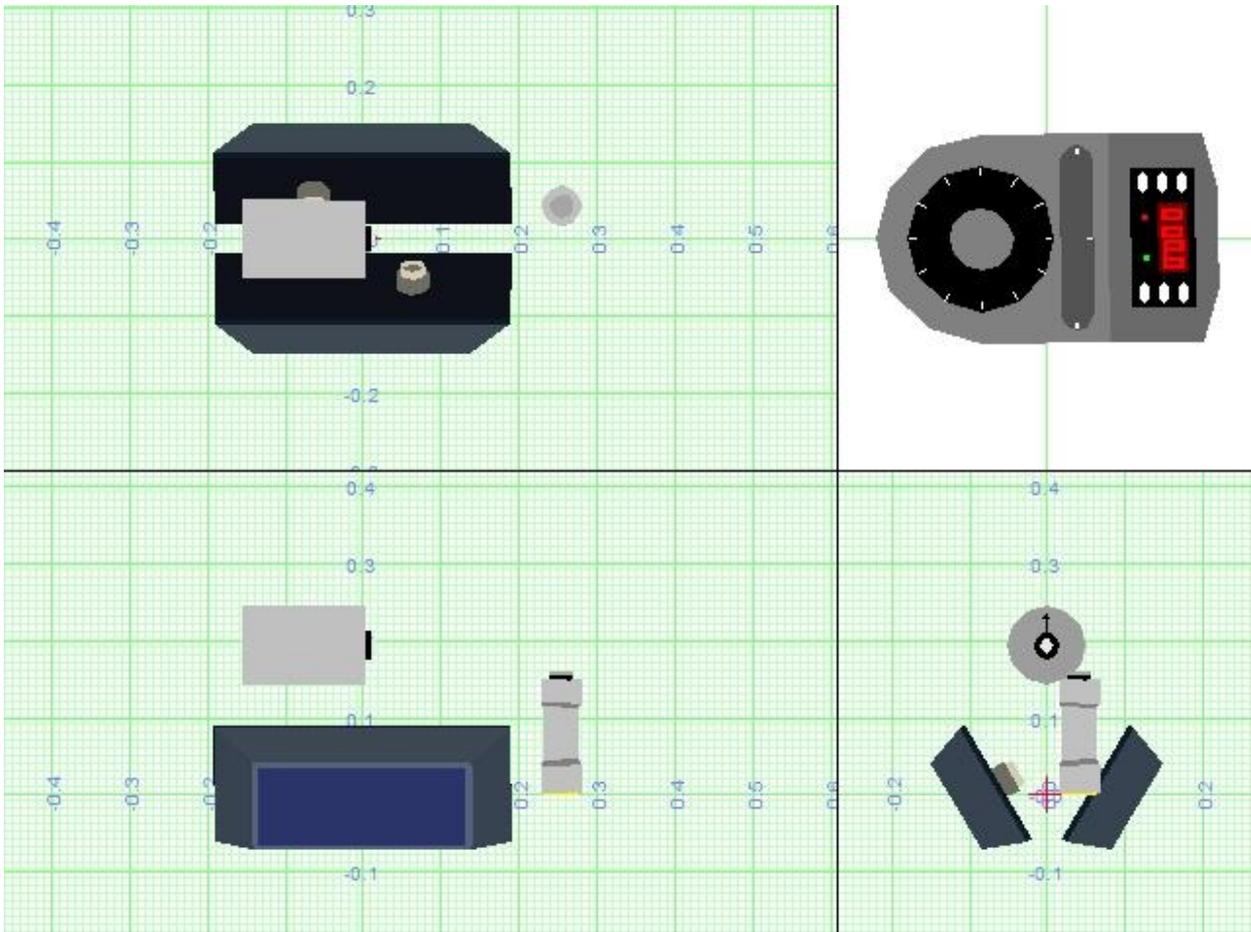
La particolarità del GeoSwath Plus è che il sensore di rollio/beccheggio/onda (MRU) è ospitato in maniera fissa all'interno di una V-Plate in alluminio: la sua posizione rispetto ai trasduttori è perciò costante e nota istallazione dopo installazione (Fig. 11).

Ulteriore semplificazione alle operazioni di calibrazione si è ottenuta fissando l'antenna del GPS in asse con il trasduttore: in tal modo si elimina la necessità di misurare l'offset tra i due elementi con conseguente riduzione di possibili errori sistematici.

Quello che rimane da definire è l'allineamento tra i trasduttori e la girobussola, ottenuto con procedura semiautomatica direttamente dal software GS+, e eventuali ritardi (latency) nella comunicazione tra i vari sensori e l'unità di acquisizione.

Il software di acquisizione è in grado di calcolare ed inserire il ritardo di acquisizione del dato di navigazione (GPS Latency), e di usare in fase di elaborazione direttamente il dato corretto.

Il ritardo del sensore di moto inerziale (MRU) è caratteristico del sistema installato e noto da precedenti operazioni di calibrazione.



**Figura 9 – Diagramma MBES e sensori ancillari**

Di seguito si riportano i valori ottenuti e poi utilizzati nell'elaborazione dei dati:

Per quanto riguarda la calibrazione sono state acquisite quattro linee dalle quali, successivamente attraverso l'elaborazione effettuata tramite il software GS+, sono stati ricavati in ordine i valori di:

- Latency: per la verifica del corretto funzionamento del PPS, con valore: 0.25 sec;
- Roll: per la correzione del rollio, con valori 0.40° Port e -0.40° Starboard;
- Pitch: per la correzione del beccheggio, con valori -0.00° Port e -0.00° Starboard;
- Yaw: per la correzione della direzione, con valori 0.10° Port e 0.10° Starboard.

In tabella vengono riportati gli offset riferiti alla strumentazione installata a bordo dell'imbarcazione.

SISTEMA	Asse X (m)	Asse Y (m)	Asse Z (m) (Rispetto superficie marina)
MBES	000	0,0	-1.01
Antenna GPS (Sistema Principale)	000	0,0	+2.37

Tabella 4 - Offset.

#### 4.2. Demobilitazione

Una volta concluse le operazioni di rilievo ed acquisizione dei dati si è provveduto alla disinstallazione immediata della strumentazione installata sul mezzo e al backup dei dati per la successiva elaborazione in ufficio.

### 5 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI BATIMETRICI MB

Dopo la fase di installazione, configurazione e controllo dei sistemi utilizzati è iniziata la fase di acquisizione dei dati nell'area d'indagine (Fig.12).

I dati di navigazione sono stati acquisiti mediante la workstation del GeoAcoustics GeoSwath Plus dotata di software proprietario Geoacoustics (GS+).

Con il programma GS+ si è provveduto sia all'acquisizione dei dati che al controllo della navigazione, verificando in tempo reale l'avvenuta copertura totale dell'area di rilievo nel rispetto delle specifiche richieste dalla Committenza.

Il GS+ è in grado di acquisire dati di elevata qualità fino lungo un fascio laterale (swath) pari circa a 6-8 volte la profondità (Fig.13). A un fascio più esteso corrisponde ovviamente una frequenza di campionamento minore, e quindi una densità dei dati meno elevata.

Al fine di ottimizzare la densità di acquisizione across track, si è scelto in questo caso di limitare lo swath. La copertura del fondale è risultata maggiore del 100%.

L'area indagata è stata estesa oltre i limiti indicati dalla Committenza.

La navigazione è stata effettuata ad una velocità di circa 2,5 nodi.

Al termine delle operazioni di rilevamento i dati acquisiti sono stati controllati e visionati a bordo, prima della disinstallazione degli strumenti, e poi salvati su supporto digitale per le successive fasi di elaborazione da svolgere in ufficio.

Il software di elaborazione e gestione GeoAcoustic GS+ ha permesso di interfacciare tutti i sistemi salvando, così, i dati morfo-batimetrici in un unico *data file*, il quale successivamente è stato sottoposto alle elaborazioni previste.

Una volta inseriti nel software i valori ottenuti in fase di calibrazione, i profili della velocità del suono in acqua, è stato possibile filtrare i dati originali allo scopo di eliminare tutte le componenti di rumore isolando al contempo il dato valido già corretto per posizione, orientamento, velocità del suono in acqua.

La procedura di *processing* dei dati è consistita nelle seguenti fasi:

- Upload file con profilo di velocità eseguito con SVP;
- Processing del dato con applicazione di filtri e despiking finalizzato alla creazione degli elaborati.

I file così ottenuti contengono tutti i dati ritenuti validi in coordinate xy associati alla profondità misurata z. Tali dati sono stati integrati con quelli provenienti dal rilievo topografico per l'elaborazione dei risultati finali.

## 6 - RILIEVO TOPOGRAFICO

### 6.1. Aree

Le aree interessate dal rilievo topografico sono due. La prima, chiamata per semplicità Area 1, è il naturale proseguimento a terra dell'area rilevata in mare con la strumentazione multibeam. Comprende un lungo tratto di scogliera artificiale e una vasca di sedimentazione collegata al mare attraverso un'apertura navigabile con piccoli mezzi nautici.

L'Area 2, invece, è posta immediatamente a Nord della prima e comprende una parte di scogliera, una vasca di sedimentazione impermeabilizzata – la cui quota idrometrica è indipendente e maggiore di quella marina – e una parte interrata interessata parte da vegetazione erbacea e arbustiva, parte da terreno inconsistente.

Gli elaborati relativi alle due aree sono presentati separatamente.

### 6.2. Strumentazione e metodi

Per il rilievo topografico, così come per il rilievo delle due vasche di sedimentazione, è stato utilizzato un GNSS Receiver SOKKIA GRX1/U, assistito dal software di acquisizione Mercurio.

Per i rilievi topografici il ricevitore è stato sistemato su un'asta telescopica di altezza variabile dai 1.45 ai 2.35 metri. Per il rilievo delle vasche, invece, è stata utilizzata un'asta di lunghezza fissa pari a 3.54 metri, il cui puntale è stato occultato da un disco metallico per limitare il suo affondamento nei sedimenti poco o per nulla consolidati presenti sul fondo.

Il rilievo topografico è stato effettuato dai tecnici INTEC, coadiuvato nella gestione dei mezzi nautici, per la parte in acqua, dal personale MTM.



Figura 10 – Rilievo vasca di sedimentazione Area 1



**Figura 11 – Rilievo vasca di sedimentazione Area 2**



**Figura 12 – Rilievo topografico**

### **6.3. Elaborazione dei dati**

I dati raccolti sono stati controllati e portati in quota ortometrica utilizzando i grigliati IGMI dell'area. Sono poi stati integrati con quelli provenienti dal rilievo Multibeam per dare origine a un DTM comune.

## **7 - ELENCO ELABORATI**

In data 30 aprile sono stati anticipati in via digitale i dati puntuali (GPS e MB) e le isoipse/isobate relative al DTM elaborato per l'Area1

La stessa consegna è stata ripetuta per l'Area2 in data 8 maggio

Sono stati poi preparati per la consegna, sia digitale che cartacea, i seguenti elaborati

1. La presente Relazione tecnica
2. Carta topobatimetrica dell'Area 1 e del relativo specchio di mare
3. Carta topografica dell'Area 2

**Allegati: caposaldi topografici**

Caposaldo 1



Coordinate Geografiche ETRF2000: 41°46'29.1997 ,12°13'23.7084

Coordinate Geografiche Roma40: 41°46'26.8622 ,12°13'24.4654

Quota ellissoidica: 49.545 m

Quota ortometrica (geoide ETRF2000): 1.595 m



Coordinate piane ETRF2000 UTM33N: 269216.934, 4628497.684

Coordinate piane GBE: 2289221.549, 4628506.822

Coordinate piane ED50 33N: 269285.752, 4628689.773

**Caposaldo 2**



Coordinate Geografiche ETRF2000: 41°46'18.0487 ,12°13'12.4548

Coordinate piane ETRF2000 UTM33N: 268945.976, 4628162.142

Coordinate Geografiche Roma40: 41°46'15.7113 ,12°13'13.2121

Coordinate piane GBE: 2288950.583, 4628171.270

Quota ellissoidica: 49.411 m

Coordinate piane ED50 33N: 269014.791, 4628354.229

Quota ortometrica (geoide ETRF2000): 1.462 m