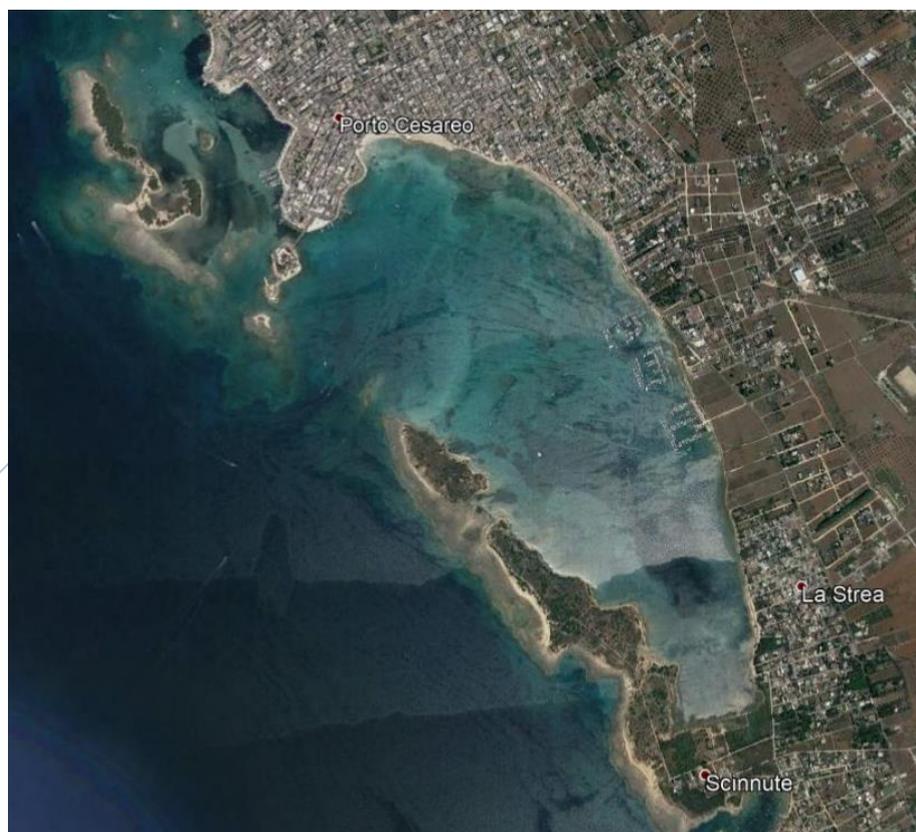




30/11/2021

Rilievo batimetrico dei fondali del Porto di Levante e di Ponente.



Dott.ssa, Biol. Luciana Muscogiuri, Ph.D.



Sommario

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	2
2. AREA STUDIO	2
3. METODOLOGIA D'INDAGINE	3
4. RISULTATI.....	10

ALLEGATI:

- Elaborato_1_DEM_Aree_Levante_Corridoio_Centrale_A1.pdf
- Elaborato_2_Batimetrica_Aree_Levante_Corridoio_Centrale_A1.pdf
- Elaborato_3_DEM_Aree_Ponente_A1.pdf
- Elaborato_4_Batimetrica_Aree_Ponente_A1.pdf

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Nel presente lavoro sono riportati i risultati di uno studio di batimetrico, attraverso rilievo acustico Multibeam di porzioni di fondale, preventivamente concordati con la Capitaneria di Port di Gallipoli, situati nelle aree di Ponente e di Levante dell'area di Approdo di Porto Cesareo. Questa indagine, commissionata dal Comune di Porto Cesareo con Determinazione n. 1203 Reg. Gen. del 16/11/2021, nasce dalla necessità di realizzare cartografie tematiche di dettaglio (Modelli di Elevazione Digitali – DEM, batimetriche) da impiegare come supporto decisionale per la definizione di apposite aree ormeggio nell'area di Approdo di Porto Cesareo.

2. AREA STUDIO

L'area di studio interessata dall'indagine batimetrica ricopre una superficie totale di circa 38 ettari ed è rappresentata da specchi acquei situati nelle aree di Ponente e di Levante dell'area di Approdo di Porto Cesareo e un Corridoio Centrale riservato all'ingresso/uscita delle imbarcazioni (Figura 2).



Figura 2: Area di studio

3. METODOLOGIA D'INDAGINE

Il rilievo *Multibeam* rappresenta una metodologia d'indagine inserita nell'ambito del Programma di monitoraggio previsto dalla Direttiva Quadro sulla strategia per l'ambiente marino 2008/56/CE (MSFD, *Marine Strategy Framework Directive*), entrata in vigore nel luglio del 2008. Lo studio tramite ecoscandaglio multifascio permette di conoscere, in modo dettagliato, la morfologia dei fondali e di ottenere il Modello di Elevazione Digitale dell'area indagata, ovvero una superficie continua in formato raster del fondale, costituita da celle (anche submetriche) che descrivono la profondità del fondo in ogni punto. Il rilievo, nell'area di lavoro, è stato condotto mediante un *Multibeam* modello *R2 Sonic 2022* con piattaforma inerziale *R2INS* (Figura 3).

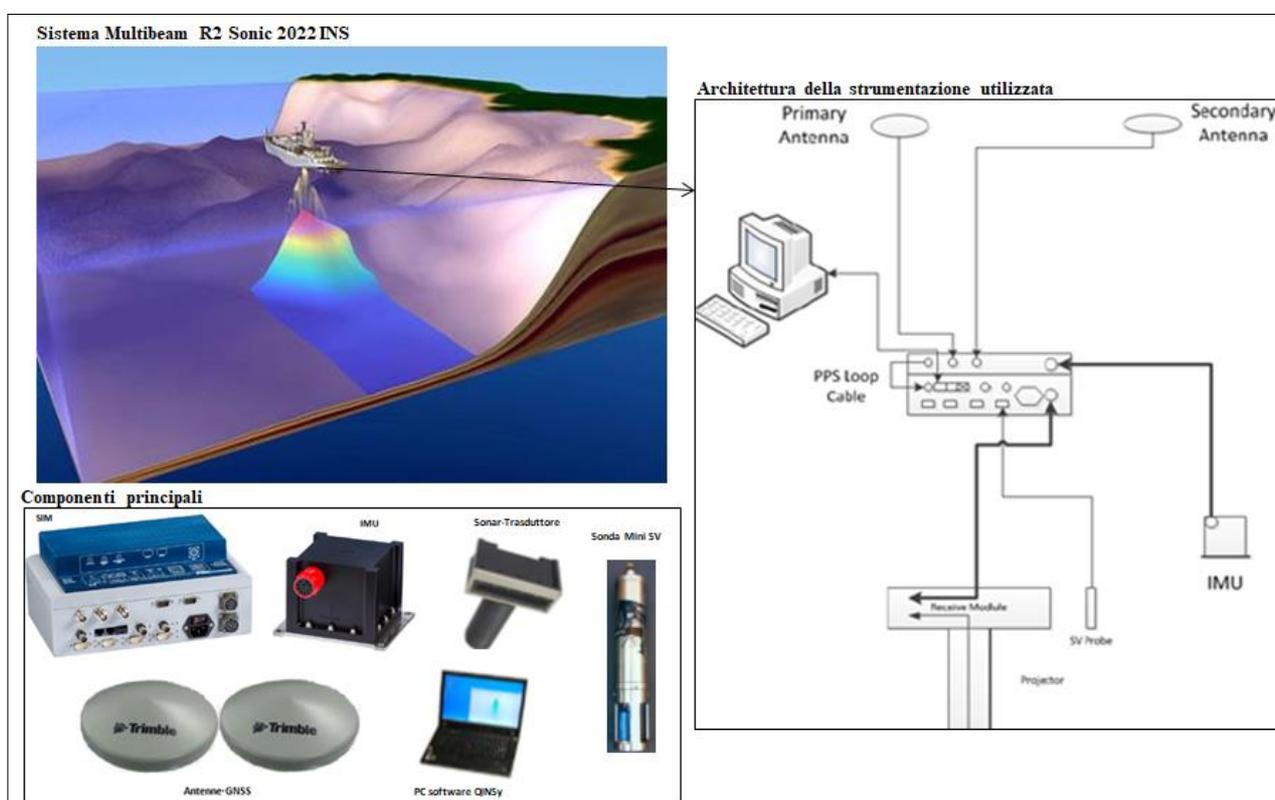


Figura 3: Sistema Multibeam R2 Sonic 2022 con piattaforma inerziale R2INS

Le componenti del sistema utilizzato e le relative specifiche tecniche sono riportate di seguito:

- Ecoscandaglio multi-fascio (MBES - MultiBeam EchoSounder) – R2 Sonic 2022 opzione SSS con sonda (Batimetria a morfologia del fondo): è un ecoscandaglio in grado di interpretare contemporaneamente gli impulsi di ritorno su diverse angolazioni piuttosto che un singolo dato di profondità zenitale, quale il normale ecoscandaglio idrografico monofascio. Uno dei principali vantaggi della tecnologia

multibeam è di indagare su una fascia di fondale che varia da 3 a 8 volte la profondità e permettere, pertanto, di rappresentare il fondale mediante modellazione tridimensionale. Il Multibeam R2 Sonic 2022 è uno strumento in grado di operare con ricezione simultanea di 256 beams (fasci) separati di 1° per un'apertura totale (swath coverage) di 160°, così da rilevare una fascia di fondale pari a circa 8 volte la profondità e così diminuire i tempi di rilievo. Lo strumento è abbinato ad un trasduttore con venti frequenze disponibili (200-400kHz) a step di 10° kHz, permettendo all'operatore di settare al meglio il sistema in funzione alla risoluzione richiesta, profondità di esercizio, caratteristiche della colonna d'acqua ed infine in termini di rumore acustico nella colonna d'acqua. Il sistema, inoltre, comprende una compatta unità di superficie di processamento SIM (Sonar Interface Module).

- Il sistema *Multibeam R2 Sonic 2022* è integrato con una piattaforma inerziale (sistema GNSS con *Motion sensor* e *Heading*) di altissime prestazioni chiamato *R2SONIC INS*.

I2NS™ Type III – 0.03°

Integrated INS	DGPS	RTK	Accuracy During GNSS Outages
Position	0.5-2m depending on quality of differential corrections	Horizontal: 1cm or better Vertical: 1.5cm or better	~6m for 30 s total outages (RTK) ~3m for 60 s total outages (IAPPK)
Roll & Pitch	0.04°	0.03°	0.05°
Heading	0.06° w/4m baseline 0.08° w/2m baseline	Same	0.2° (IAPPK, 60 s outage) 0.3° (RTK, 60 s outage)
Heave	5cm or 5% 2cm or 2% TrueHeave™	5cm or 5% 2cm or 2% TrueHeave™	5cm or 5% 2cm or 2% TrueHeave™

La tecnologia utilizzata nella piattaforma Inerziale deriva dalla piattaforma Inerziale *Applanix Wave Master* della *TRIMBLE*. Il sistema integra una piattaforma IMU (con accelerometri), in contenitore stagno che ne permette l'installazione direttamente sul trasduttore del *multibeam*, due antenne GPS e una interfaccia di superficie (SIM – *Sonar Interface Module*). La piattaforma inerziale *R2Sonic INS* è in grado di fornire al sistema *Multibeam* tutti i dati di posizionamento: coordinate, I dati di assetto (rollio, beccheggio, onda) e il dato di rotta per il calcolo del fondale e delle quote batimetriche. Esistono tre tipi di piattaforma inerziale con diversa precisione: Tipo I, Tipo II e Tipo III. La piattaforma di Tipo III è quella impiegata in questo sistema:

- Sonda *Valeport Mini SV*, installata sul trasduttore, per la misurazione in continuo della velocità del suono in acqua in grado di fornire i valori di velocità del suono in acqua con una accuratezza di ± 0.02 m/s e risoluzione 0.001 m/s;
- Sonda Profilatrice auto registrante, modello AGEOTEC IMSVP: l'esatta misurazione del dato di profondità è funzione del tempo di ritorno delle onde sonore emesse dal trasduttore dello scandaglio, la cui velocità è variabile secondo la composizione temperatura, conducibilità e profondità dell'acqua. Il dato di velocità sulla colonna in esame è stato rilevato mediante l'utilizzo della sonda AGEOTEC IMSVP, in grado di fornire i valori di velocità del suono in acqua con una accuratezza di ± 0.45 m/s ($p = 100$ bar) e risoluzione 0.001 m/s;
- Unità di controllo (PC) con software idrografico QINSy: è un software modulare, cioè costituito da un insieme di applicazioni indipendenti tra di loro in grado di svolgere tutte le funzioni richieste durante l'esecuzione del rilievo a mare (programmazione e progettazione del rilievo, navigazione ed acquisizione dati, filtraggio ed elaborazione dati). Gli applicativi che costituiscono il software possono essere utilizzati contemporaneamente durante la fase di acquisizione dati, consentendo di visualizzare tutti i dati di supporto alla navigazione (piano di navigazione con il *background* della cartografia dell'area, rotta, velocità e profondità in tempo reale, mappa di copertura *multibeam* e *side scan sonar*, ecc.), nel contempo alla verifica ed al controllo di qualità dati, quali la correzione di marea in tempo reale, la velocità del suono in acqua, lo stato degli strumenti.

Lo studio morfo-batimetrico del fondale è stato articolato nelle seguenti Azioni:

A1. Pianificazione della Campagna oceanografica e definizione del piano rotte;

A2. Acquisizione in mare;

A3. Processing ed elaborazione dati;

A4. Restituzione cartografica.

Azione 1 - Pianificazione della Campagna oceanografica e definizione del piano rotte.

L'area di indagine, in ambiente GIS, è stata suddivisa in rotte di navigazione parallele tra di loro e parallele alla costa. L'interasse delle rotte è stato stabilito in funzione alla profondità d'indagine e in modo tale da garantire una copertura totale dell'area indagata e un parziale *overlay* dei dati acquisiti lungo le differenti rotte (Figura 4).



Figura 4: Esempio di piano rotte nello specchio acqueo Levante 2.

Azione 2 - Acquisizione in mare.

Il *survey* è stato svolto in tre giornate differenti utilizzando un'imbarcazione (Idea 53) predisposta e attrezzata ad effettuare indagini sotto costa: basso pescaggio, manovriera, ed in grado di contenere e trasportare strumentazione tecnica ingombrante (Figura 5).

L'attività di rilievo e acquisizione dati ha previsto i seguenti *step*:

- Mobilitazione (MOB) e installazione a bordo del sistema MEBS (Figura 6),



Figura 5: Imbarcazione utilizzata per il rilievo

impostazione degli offset degli strumenti (distanze dell'antenna GPS, trasduttore *multibeam*, sensore di moto rispetto dal punto di riferimento scelto che in questo caso è stato stabilito il centro dell'IMU o sensore di moto) e impostazione del *Datum* (WGS 84).



Figura 6: Alcune fasi di installazione in barca della strumentazione impiegata

- Misurazione della velocità del suono lungo la colonna d'acqua e l'inserimento dei dati di velocità nel software di acquisizione. Il profilo di velocità è stato acquisito in corrispondenza del punto GPS di coordinate 40.25189 N 17.30176 E, e misurato sia ad una profondità di circa 9 metri. Il grafico del profilo ottenuto è riportato nella Figura 7:

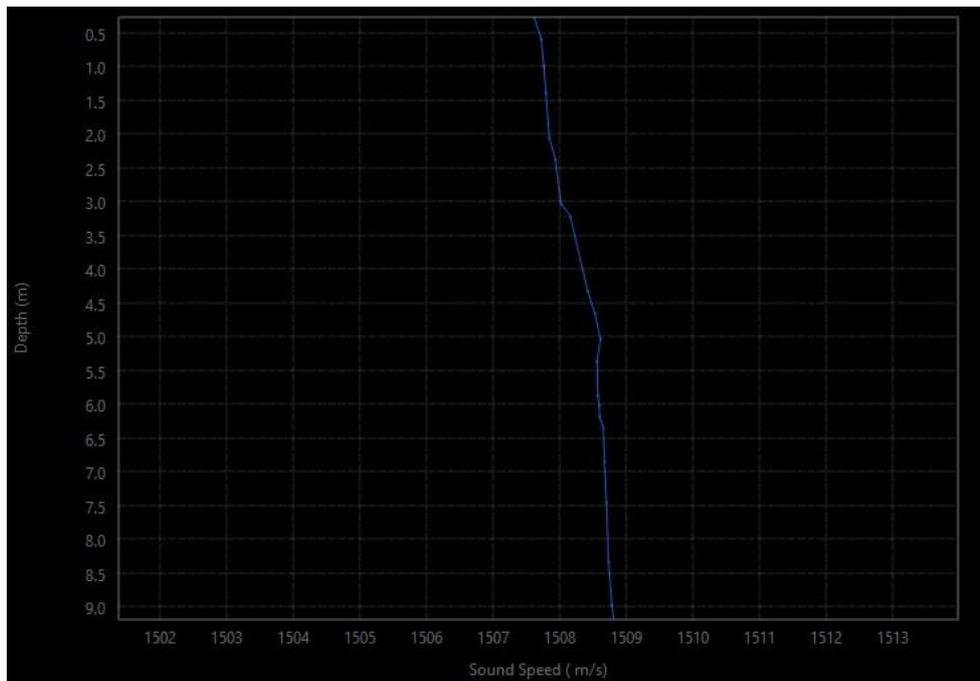


Figura 7: Grafico delle velocità del suono misurata nella colonna d'acqua

- Calibrazione dell'intero sistema mediante l'acquisizione lungo linee situate in un'area caratterizzata da un fondale pianeggiante su cui è riconoscibile un target sul fondo (scarpata);
- acquisizione e registrazione dei dati lungo le rotte prestabilite nell'Azione 1, mantenendo una velocità di navigazione 3 nodi (Figura 8).



Figura 8: Alcune fasi di acquisizione del rilievo morfo-batimetrico e biocenotico delle aree indagate

L'acquisizione del dato è avvenuta lungo le rotte prestabilite nell'azione A1, ed impostando lo strumento ad una frequenza acustica variabile di 400 KHz e con un angolo di apertura variabile (swath coverage) di 120° \ 140° . Il rilievo geoaustico è stato eseguito secondo i seguenti parametri geodetici:

- Datum: WGS 84
- Proiezione: UTM
- Meridiano Centrale: $15^{\circ}00'00''$
- Falso Est: 500000
- Fattore di scala: 0.9996
- Smobilitazione (DEMOB): smontaggio del sistema eseguito dopo ogni giornata di lavoro.

Azione 3 - Processing ed elaborazione dati.

In questa fase, i dati acquisiti sono stati elaborati, in particolare seguendo gli step di seguito elencati:

1. eliminazione dei punti anomali di profondità (spike) rispetto alla continuità del rilievo.
2. Correzione dei dati con il valore di marea. In particolare i dati di marea sono stati estrapolati dal Servizio Mareografico Nazionale (www.mareografico.it), gestito dall'ISPRA e contenente i dati provenienti dalla Rete Mareografica Nazionale (RMN) composta da 36 Stazioni di misura uniformemente distribuite sul territorio nazionale

ed ubicate prevalentemente all'interno delle strutture portuali. Nello specifico per la correzione dei dati acquisiti sono stati utilizzati i dati di marea registrati dalla Stazione della RMN che si trova nel Porto di Taranto presso il Molo San'Eligio (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).

3. Produzione del DEM (Modello di Elevazione Digitale): superficie quotata del fondale indagato con risoluzione di 0.5 m.
4. Elaborazione delle curve di livello.

A4. Restituzione cartografica

In ambiente GIS è stato predisposto un apposito *layout* cartografico contenente in scala adeguata e in forma spazialmente esplicita di tutti i risultati ottenuti nell'area d'indagine.

4. RISULTATI

Tutti i risultati ottenuti in questo lavoro sono riportati nei seguenti allegati cartografici di dettaglio (in formato pdf) che costituiscono parte integrante della presente relazione:

- Elaborato 1 – Modello di Elevazione Digitale (DEM) delle Aree di Levante e del Corridoio Centrale in formato A1 e scala di visualizzazione 1:2000;
- Elaborato 2 – Batimetria delle Aree di Levante e del Corridoio Centrale in formato A1 e scala di visualizzazione 1:2000;
- Elaborato 3 – Modello di Elevazione Digitale (DEM) delle Aree di Ponente in formato A1 e scala di visualizzazione 1:1000;
- Elaborato 4 – Batimetria (DEM) delle Aree di Ponente in formato A1 e scala di visualizzazione 1:1000.