



**Consorzio per il coordinamento delle ricerche
inerenti al sistema lagunare di Venezia**

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/12**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto CVN-CORILA n. 11808 UPE/MGA/cer

Documento **MACROATTIVITÀ: RILIEVI DI DETTAGLIO IN
PRATERIE PARTICOLARMENTE ESPOSTE AGLI
INTERVENTI DI CANTIERE**

RAPPORTO DI CAMPO

**PERIODO DI RIFERIMENTO: DA SETTEMBRE A
DICEMBRE 2016**

Versione **1.0**

Emissione **15 Dicembre 2016**

Redazione

Approvazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Ing. Pierpaolo Campostrini

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Indice

1 PREMESSA.....	3
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Obiettivi	4
2 ATTIVITA'ESEGUITE	5
2.1 Generalità dell'attività e fasi di campo.....	5
2.1.1 Rilievi in immersione sul limite della prateria antistante la nuova isola	5
2.1.2 Rilievi di precisione mediante metodiche acustiche	7
2.1.3 Mappatura di precisione del bassofondo del "Bacan"	11
BIBLIOGRAFIA.....	13

Al presente documento hanno contribuito:

Dott. Andrea Rismondo

Dott.ssa Chiara Miotti

Dott. Daniele Curiel

Elmar s.r.l. – Società di rilievi idrografici

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Il presente rapporto espone i risultati delle attività di campo che si sono svolte, con una sola campagna, tra ottobre e novembre 2016, nella bocca di porto di Lido, per la linea di monitoraggio "Rilievi di dettaglio dei margini ad elevata dinamicità". Tale attività è inserita nel dodicesimo anno del Piano di Monitoraggio degli effetti prodotti dai cantieri per le opere da realizzare alle bocche lagunari nei confronti delle praterie a fanerogame marine presenti sui bassi fondali circostanti, elemento del biota che costituisce uno dei componenti degli ecosistemi di pregio oggetto dello Studio B.6.72 B/12: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 12ª fase".

Le attività di monitoraggio delle praterie a fanerogame del presente studio sono la prosecuzione, per ulteriori 12 mesi (maggio 2016 - aprile 2017), dei monitoraggi:

- dello Studio B.6.72 B/1 (maggio 2005 - aprile 2006) per la sola bocca di porto di Lido;
- dello studio B.6.72 B/2 (maggio 2006 - aprile 2007) per la bocca di porto di Lido, e dello Studio B.6.72 B/2 Variante (novembre 2006 - aprile 2007) per le bocche di Malamocco e Chioggia;
- degli studi B.6.72 B/3-B/11 (tra maggio 2007 e aprile 2016) per le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

A partire dallo Studio B.6.72 B/4, nel piano di monitoraggio sono stati inseriti rilievi di dettaglio in due praterie della bocca di porto di Lido potenzialmente esposte a possibili effetti degli interventi di cantiere per la realizzazione delle opere mobili: una era situata ai margini del bassofondo del "Bacan" nei pressi della Isola Nuova ed una situata nel tratto di mare antistante il termine della pista dell'aeroporto Nicelli. Queste praterie, per la collocazione specifica che hanno nelle aree di bocca, svolgono una funzione di raccordo e stabilizzazione tra il bassofondo e il margine del canale sino ad una profondità di 3-4 m, con la funzione fondamentale di stabilizzazione del piano sedimentario, di contrasto dei processi erosivi, soprattutto del margine del canale; va infatti considerato il fatto che, per alcuni tratti, il limite della prateria è prossimo o coincidente con il cambio di pendenza del fondale che diventa il canale stesso. Si tratta di praterie a fanerogame marine di particolare interesse "storico" e in prossimità delle quali, oltre alle opere direttamente connesse alle dighe mobili, sono stati realizzati, negli anni, anche interventi localizzati di ripristino della funzionalità di infrastrutture (diga sud Aeroporto Nicelli) o di ripristino di canali già in parte esistenti (tratto di canale a nord della Isola Nuova a supporto delle paratoie). In queste specifiche due aree di margine della prateria prossima ai canali in questi anni sono stati quindi eseguiti:

- rilievi di dettaglio in immersione con autorespiratore con assunzione di *markers* lungo il margine della prateria nei tratti di possibile impatto;
- rilievi lungo transetti diretti dal margine della prateria nel bordo canale sino al bassofondo;
- analisi di immagini fotografiche satellitari.

Non avendo osservato tra il 2004 e il 2008 (studi B.6.72 B/4-B/9), durante i lavori, variazioni significative alla prateria posta al termine della pista dell'aeroporto Nicelli e sul relativo margine del canale, i monitoraggi di dettaglio sono proseguiti solamente nell'area del "Bacan", retrostante alla nuova isola artificiale.

Dopo circa un decennio di monitoraggi, le principali evidenze raccolte alla bocca di porto di Lido riportano una sostanziale assenza di segnali riconducibili causalmente all'attività dei cantieri; attualmente, le lavorazioni suscettibili di produzione di torbide sono nel complesso terminate o comunque notevolmente rarefatte. I controlli di dettaglio degli ultimi anni hanno evidenziato,

come il nuovo assetto morfologico risultante dai lavori alla bocca di Lido sia verosimilmente responsabile, in alcune aree più suscettibili alle variazioni morfologiche ed idrodinamiche, di modificazioni significative, sia positive (espansione) che negative (arretramento), delle coperture delle praterie: ci si riferisce in particolare ai limiti delle praterie retrostanti la nuova isola artificiale, lungo i margini del canale di S. Nicolò, e alle praterie interne del basso fondo del "Bacan". Le prime hanno evidenziato moderati ma netti arretramenti corrispondenti ad altrettanti fenomeni erosivi a carico della scarpata del canale; le seconde hanno evidenziato, per contro, importanti dinamiche proliferative che hanno portato ad un netto aumento delle superfici colonizzate, prevalentemente da parte di *Cymodocea nodosa* (in modo diffuso) e di *Zostera noltei* (attuale denominazione della fanerogama marina citata nei precedenti rapporti come *Nanozostera noltii*) in particolare nelle aree antistanti S. Erasmo, dove la specie era presente nella mappatura del 1990.

1.2 Obiettivi

Tenuto conto delle modifiche morfologiche che sono state apportate dalle opere alla bocca di porto di Lido, i principali interventi che possono aver avuto effetti sulle dinamiche delle praterie a fanerogame possono essere indicati in:

- realizzazione dell'Isola Nuova e del suo canale di by-pass;
- rimodulazione delle sezioni del canale di S. Nicolò, con conseguente aumento dei flussi.

Le attività riguardanti i rilievi di dettaglio dei margini ad elevata dinamicità, in connessione con quelli di mappatura delle praterie condotti nei bassifondi della bocca, hanno lo scopo di:

- proseguire le verifiche ai margini della prateria del "Bacan", soprattutto nel tratto di influenza idrodinamica della nuova isola;
- verificare la collocazione e lo stato dei limiti delle praterie che potenzialmente potrebbero incorrere in fenomeni di erosione/arretramento o progressione in corrispondenza di alcuni margini di canale della bocca di porto;
- valutare, nei tre tratti considerati, le diverse tipologie di margine delle praterie in relazione alla profondità (su basso o alto fondale) ed inclinazione del bordo canale (canale debolmente inclinato, canale fortemente inclinato), includendo se possibile nella valutazione anche la velocità della corrente (da modello).

2 ATTIVITA'ESEGUITE

2.1 Generalità dell'attività e fasi di campo

Il programma di monitoraggio prevede l'esecuzione di una campagna finalizzata all'individuazione del limite della prateria in coincidenza con il margine di alcuni canali che negli ultimi anni, anche in seguito alle modifiche morfologiche apportate dalle opere, hanno evidenziato elevati dinamismi. Le indagini in campo, eseguite tra ottobre e novembre 2016, con tecniche classiche (verifiche dirette in immersione con rilievi GPS) e tecniche di elevata precisione (Multibeam), hanno incluso tre fasi operative:

- rilievi in immersione sul limite della prateria antistante la nuova isola,
- rilievi di precisione mediante metodiche acustiche,
- mappatura di precisione del bassofondo del "Bacan".

2.1.1 Rilievi in immersione sul limite della prateria antistante la nuova isola

Si tratta della prosecuzione di rilievi avviati a partire dallo Studio B.6.72 B/4 sul limite della prateria localizzata sul bordo canale antistante la nuova isola (Figura 2.1).

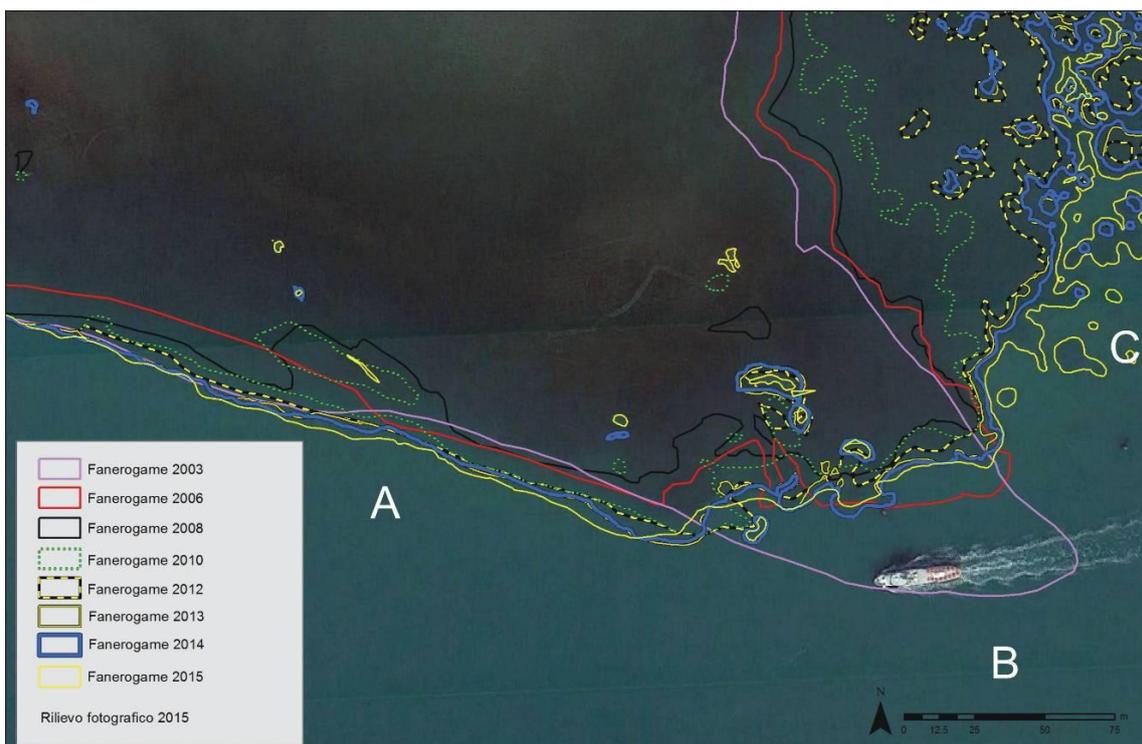


Figura 2.1. Dettaglio dei margini della prateria del Bacan tra gli anni 2003 e 2015 nel tratto ritenuto esposto ai possibili impatti delle opere.

Le attività in campo sono state eseguite da una coppia di operatori, uno dei quali in immersione con equipaggiamento standard FIPSAS (una bombola, jacket, due erogatori e un manometro) che ha percorso il limite della prateria sul margine del canale munito di veicolo elettrico per il trascinamento (Figura 2.2). Durante il tragitto l'operatore subacqueo ha trascinato una boa galleggiante munita di GPS che ha registrato la traccia/markers del percorso. Nei punti di maggiore interesse (erosione, arretramento o avanzamento del margine, cambi di pendenza, ecc.),

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

l'operatore ha eseguito riprese fotografiche e video riconducibili al tratto di margine sulla base della sincronizzazione dell'orario del sistema fotografico e del GPS di superficie (Figura 2.3). In fase di analisi, i dati relativi al tracciato saranno utilizzati ed incrociati con quelli dei rilievi di precisione eseguiti con metodiche acustiche (di seguito indicati) e quelli relativi alle immagini fotografiche satellitari dell'area, utilizzati per la mappatura dell'intera bocca di porto.



Figura 2.2. Attrezzatura subacquea impiegata nei rilievi del margine della prateria: a sinistra, equipaggiamento standard FIPAS composto da una bombola, jacket, due erogatori e un manometro. Al centro e a destra, veicolo elettrico per il trascinamento dei subacquei.



Figura 2.3. Scatti fotografici relativi al margine della prateria sul bordo canale (profondità circa 3 m).

2.1.2 Rilievi di precisione mediante metodiche acustiche

La prima parte di questa attività, inserita per la prima volta quest'anno nel piano di monitoraggio, ha compreso una fase di desk iniziale per individuare i settori e la lunghezza dei margini delle praterie più significativi da verificare in campo. Tali settori sono stati individuati lungo 3 praterie di margine canale, potenzialmente sensibili alle variazioni morfologiche e idrodinamiche, per una lunghezza di circa 1 km ciascuno, riferibili ai canali S. Nicolò, S. Erasmo e di Treporti.

Nella Figura 2.4 è indicativamente riportato il tracciato teorico lungo il quale sono stati eseguiti i controlli per la verifica di dettaglio delle dinamiche del limite delle praterie. La precisa definizione della posizione e l'estensione dei tracciati saranno riportate, dopo aver analizzato e verificato i dati di campo, nel Rapporto Finale.



Figura 2.4. Limiti delle praterie a fanerogame sul margine di canali, verificati con metodiche acustiche.

Successivamente si è passati alla fase operativa di campo utilizzando strumentazioni acustiche di precisione montate su un'imbarcazione predisposta. Nello specifico è stata usata una strumentazione idrografica Multibeam-Echosounder e Side Scan Sonar che ha permesso di identificare, su una fascia di larghezza di circa 10 m, la reale profondità del fondale sul bordo del canale e contemporaneamente identificare anche il limite e la quota batimetrica della prateria. Contestualmente è stato registrato anche il valore di *Backscatter* (onda riflessa dalla superficie investigata) per le successive elaborazioni.

Sistema Multibeam-Echosounder

Il sistema Multibeam-Echosounder (MBES) scelto per l'acquisizione dei dati batimetrici è Reson 8125 in grado di operare con frequenze di 455 Hz, le più alte in commercio, che garantiscono un dato ad altissima definizione. Il sistema MBES è costituito dai seguenti sotto sistemi componenti:

- Trasduttore multibeam;
- PC dedicato alla gestione del trasduttore multibeam;
- Motion sensor;

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

- Sonda profilatrice della velocità del suono;
- PC dedicato alla navigazione;
- Sistema di posizionamento satellitare.

Istallato sull'imbarcazione, il MBES scandaglia il fondale restituendo una nuvola di punti con densità di un punto ogni c.a. 10 cm², garantendo quindi una copertura totale del fondale sottostante.

Il rilievo in oggetto è stato condotto nel rispetto degli standard internazionali (IHO/S-44 5th Edition February 2008, recepiti in lingua italiana ed elaborati sotto la competenza dell'Istituto Idrografico della Marina (IIM) ed entrati a far parte della normativa dell'IMM del 2016) sia per quanto attiene alla velocità della barca, sia per l'accuratezza nella determinazione della posizione. Il rilievo è stato eseguito ad una velocità non superiore ai 2 nodi ed ha rispettato le seguenti fasi operative:

1. calibrazione sistema idrografico;
2. pianificazione rilievo;
3. acquisizione dati;
4. elaborazione e restituzione dati.

La fase di acquisizione è stata sempre preceduta dalla fase di calibrazione al fine di accertare l'efficienza della strumentazione impiegata e la rispondenza alle specifiche tecniche. Tale operazione è stata condotta con accuratezza al fine di eliminare ambiguità di fondo; in particolare:

- Ship's layout, ovvero il calcolo degli offset degli strumenti rispetto al punto (0,0) del Motion sensor;
- Accuratezza della posizione determinata su punti di coordinate note dell'area;
- MBES: calibrazione effettuata su bersagli di profondità e coordinate note;
- Misura del valore di velocità del suono in acqua, previa verifica con sonda SPV.

Il rilievo idrografico MBES viene condotto utilizzando un'integrazione di sistema costituita da apparati per la determinazione della posizione da satelliti GPS Navstar e Glonass, da apparati e strumenti per la acquisizione di dati idrografici, da piattaforme inerziali di navigazione gestite dal software dedicato. I dati batimetrici acquisiti sono stati prima validati mediante software specifici al fine di consentire:

- la pulizia dei dati di navigazione (in particolare salti di navigazione);
- la pulizia dei dati di profondità basata sull'applicazione di filtri statistici;
- l'applicazione delle correzioni di marea per riferire i dati alla superficie di riferimento richiesta;
- la produzione del Modello Digitale del Terreno (DTM);
- l'estrazione dal DTM del file .xyz;

e successivamente elaborati con il software Hypack-Max (Figura 2.5 e Figura 2.6).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

consente la mosaicazione e georeferenziazione dei sonogrammi registrati in fase di acquisizione. In figura 2.7 è riportata la planimetria del rilievo Side Scan Sonar.

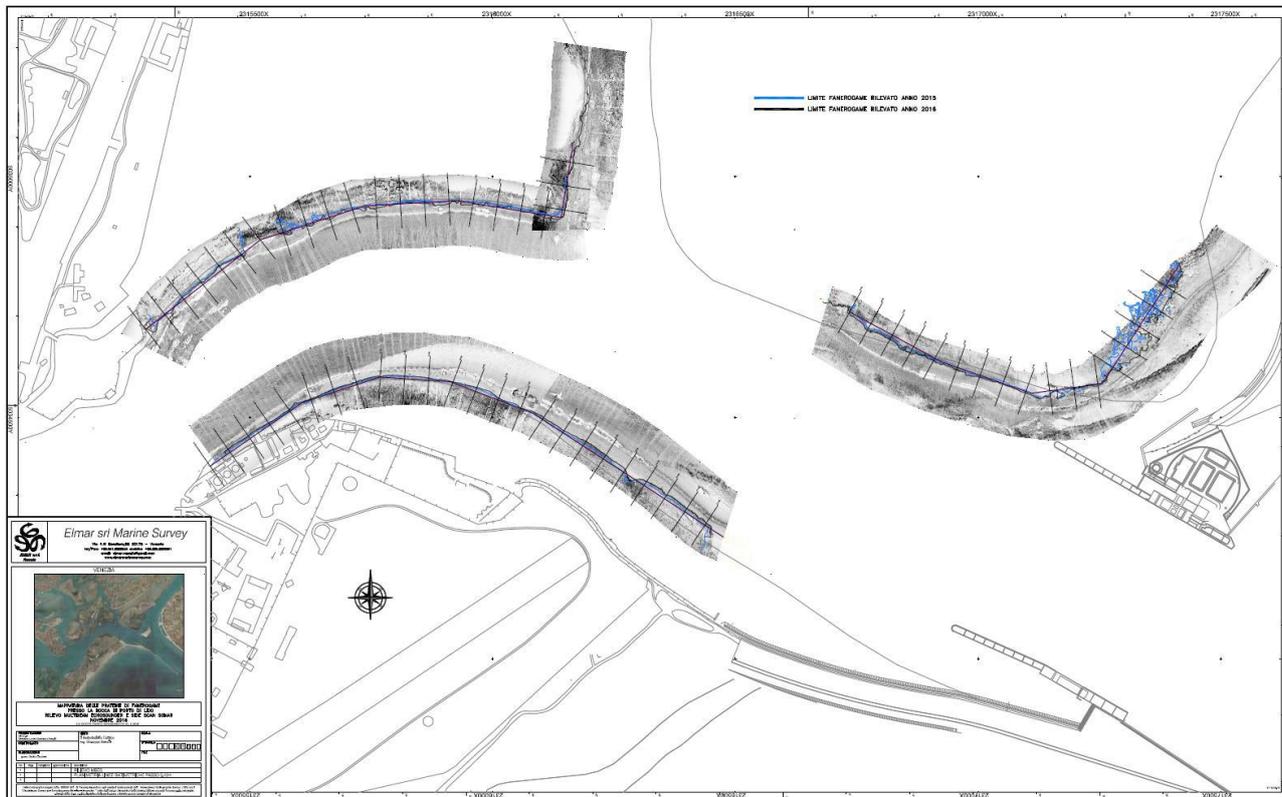


Figura 2.7. Planimetria Side Scan Sonar (SSS).

Per quanto riguarda la fase di elaborazione dei dati, i dati acquisiti in campo (Figura 2.8 e Figura 2.9), dopo una opportuna validazione ed elaborazione, permetteranno la realizzazione di tavole in formato digitale quali:

- planimetria del piano quotato;
- planimetria con curve di livello;
- mappatura del limite della prateria sul canale;
- profilo in sezione trasversale della prateria nei punti più significativi.

Dopo un'analisi dei dati acustici, nei punti di maggiore interesse scelti sulla base della tipologia della prateria, inclinazione del fondale, stabilità/erosione, ecc., sono stati eseguiti sopralluoghi per una verifica diretta da parte di un operatore e rilevare alcuni parametri di dettaglio della prateria e del fondale (tipologia del limite, tendenze in atto, sedimenti, specie presenti) con associate riprese fotografiche e video. Se necessario, in fase di ultimazione dell'analisi dei dati, potrebbero venir condotti dei sopralluoghi speditivi per ulteriori accertamenti.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



Figura 2.8. A sinistra è riportata una immagine del sistema Multibeam- Echosounder mentre, a destra, quella del Side Scan Sonar.

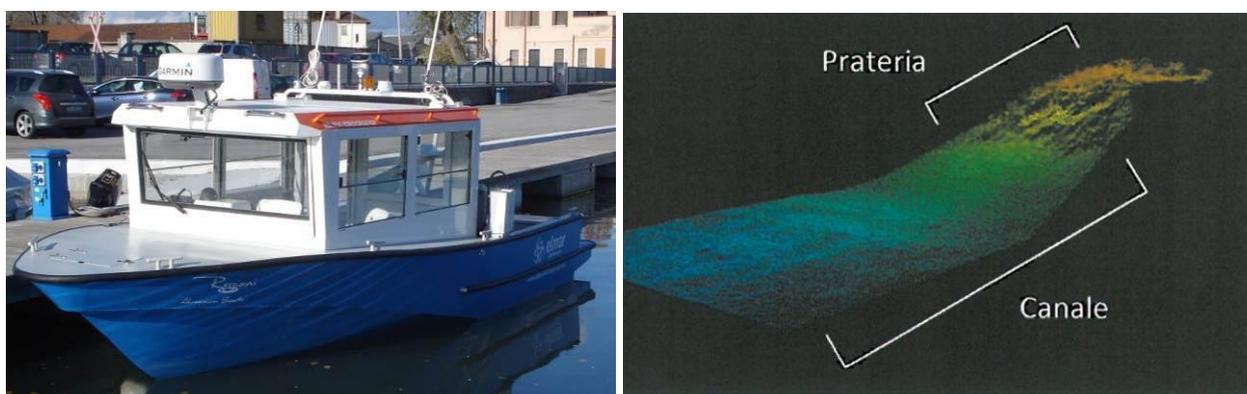


Figura 2.9. A sinistra, l'imbarcazione che ha operato per i rilievi in campo munita della strumentazione acustica mentre, a destra, esempio di immagine relativa un test eseguito sul limite di una prateria posta sul bordo canale.

2.1.3 Mappatura di precisione del bassofondo del "Bacan"

In continuità con quanto eseguito a partire dallo studio B.6.72 B/4, nell'area più estesa del "Bacan", posta tra la nuova isola e l'isola di S. Erasmo, sono stati eseguiti rilievi di dettaglio per verificare con maggior precisione le dinamiche delle specie di questa zona. Tali attività sono state realizzate sia con rilievi diretti da imbarcazione in media-alta marea, sia con rilievi specifici in bassa marea, percorrendo a piedi i fondali prossimi all'isola di S. Erasmo, in parte colonizzati dalla fanerogama *Zostera noltei* (Figura 2.10).

In ambedue le modalità operative, in barca o a piedi, gli operatori erano muniti di strumentazione di localizzazione GPS collegata ad un PC da campo con cartografia, oppure di tablet cartografico anch'esso dotato di sistema di localizzazione per la registrazione di markers.

I dati di campo riconducibili a markers con coordinate, codici di identificazione della specie e del grado di copertura del sito saranno successivamente analizzati e verificati, confrontandoli con quelli della più estesa mappatura in corso di realizzazione nell'area della bocca di Lido e con quelli desumibili delle immagini satellitari.

L'attività, che si è svolta in campo tra ottobre e novembre 2016, dopo la fase di analisi dei dati, potrebbe richiedere, come avvenuto nei precedenti anni, alcune uscite speditive in campo per verifiche puntuali o risoluzione di limitate problematiche legate alle specie presenti.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Figura 2.10. Immagini prese nel corso dei rilievi di dettaglio, effettuati con imbarcazione o mediante operatore a piedi, nel settore lagunare del bassofondo del "Bacan". Le foto si riferiscono ad un operatore che, dopo aver terminato i rilievi da barca, ha iniziato una fase di perlustrazione delle praterie a piedi nel settore lagunare del bassofondo del "Bacan" (area antistante l'isola di S. Erasmo).

BIBLIOGRAFIA

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA, 2006-13. Studio B.6.72 B/1-B/8. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex-Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA, 2014-16. Studio B.6.72 B/9-B/11. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.