



INDAGINE BATIMETRICA
MORFOLOGICA E GEOFISICA SEALINE
E CAMPO BOE ECOFOX VASTO(CH)



Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Committente: Ecofox srl
Commissa: 025/2018	File: doc_eco_2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

ECOFOX SRL

INDAGINE GEOFISICA PRELIMINARE ALLA PROGETTAZIONE DI UNA SEALINE E DI UN CAMPO BOE A SUD DEL PORTO DI VASTO(CH)”



RELAZIONE TECNICA

PREPARATO DA : DOTT.GEOL.RENATO TEDESCHI

PREPARATO PER : ECOFOX SRL - VASTO

Marzo 2019

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
1.1 Area di studio	4
1.2 Personale e calendario operazioni.....	6
2. MATERIALI E METODI.....	7
2.1 Indagine Batimetrica.....	8
2.2 Indagine Morfologica	13
2.3 Indagine Geofisica.....	19
3. RISULTATI.....	23
4.1 Batimetria	23
4.2 Morfologia.....	25
4.3 Geologia.....	33
4. CONCLUSIONI.....	39

ALLEGATI ALLA RELAZIONE

TAVOLA N.1 - CARTA BATIMETRICA (S.B.E.S.)

TAVOLA N.2 - CARTA MORFOLOGICA (S.S.S.)

TAVOLA N.3 - SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE (S.B.P.)

ALL.04 – RIPRESE FILMATE (R.O.V.)

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.2
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

1. INTRODUZIONE

La ECOFOX srl, ha affidato alla società METIS S.r.l. di Senigallia (AN) l'incarico di eseguire alcuni rilievi marini geofisici a supporto della caratterizzazione ambientale, preliminarmente alla progettazione di una condotta di collegamento dallo stabilimento ECOFOX ad un campo boe, posto in mare a circa 1,4km dalla costa per attracco di navi cisterna.

Lo scopo del lavoro è stato quello di avere un preliminare inquadramento sull'assetto batimetrico, morfologico e stratigrafico dei fondali dell'area marina su cui ricadrà l'intervento di prossima progettazione.

A seguito di queste attività è stata svolta anche una caratterizzazione ambientale del sito interessato dal progetto, in collaborazione con ARTA Abruzzo.

In questa relazione vengono descritte la strumentazione, le metodologie utilizzate, discussi i risultati e restituite planimetrie cartografiche con rappresentazione dei risultati ottenuti.

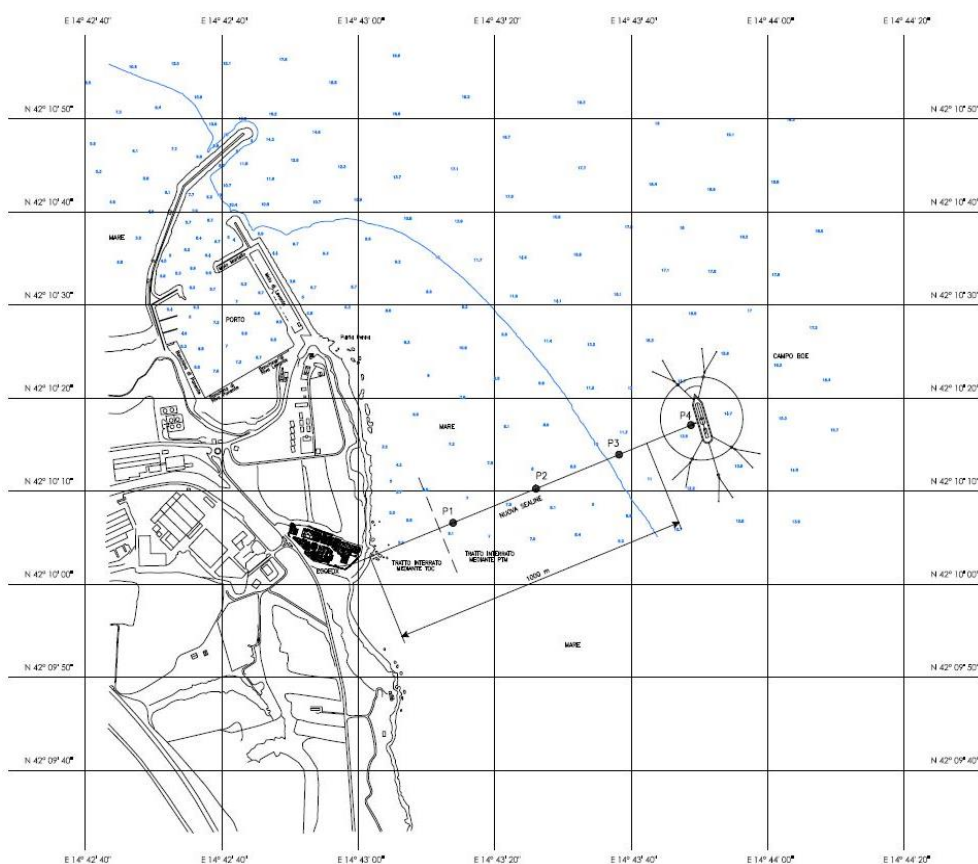


Fig.01 – Planimetria con posizionamento condotta e campo boe

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.3
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

1.1 Area di studio

L'area marina interessata alle indagini si trova nel Adriatico centrale lungo un tratto della fascia costiera Abruzzese, più specificatamente nello specchio acqueo antistante lo stabilimento industriale della società ECOFOX, posto circa 1 Km a sud del Porto di Vasto.

La superficie di indagine è stata di circa 1,5Km² (1,5 Km X 1,0Km) con asse centrale sulla futura rotta della pipeline in progettazione.

Le attività eseguite in mare, hanno riguardato l'acquisizione di dati batimetrici morfologici e geofisici dei fondali.



Fig.02 - Area di inquadramento evidenziato in rosso stabilimento Ecofox

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.4
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019



Fig.03 - Area di inquadramento dell'intervento stabilimento Ecofox



Fig.04 - Area di inquadramento dell'intervento (Faro - Punta Penna)

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.5
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

1.2 Personale e calendario delle operazioni

Nella tabella seguente viene elencato il personale che preso parte al progetto, sia nella fase organizzativa, sia nella fase operativa che nella fase di processamento ed elaborazione dei dati acquisiti.

TABELLA I – Elenco personale partecipante

Project Manager	Dott. Geol. Renato Tedeschi
Capo Missione	Dott. Geol. Renato Tedeschi
Navigazione/Posizionamento	Dott. Geol. Fabio Sberlati
Tecnico Senior SBES/SSS/	Dott. Geol. Fabio Sberlati
Tecnico Senior SBP	Dott. Geol. Renato Tedeschi
Processing dati	Dott. Ing. Silvia Malaspina
Elaborazioni cartografiche	Dott. Geol. Fabio Sberlati
Controllo Qualità	Dott. Geol. Renato Tedeschi

Il calendario delle operazioni eseguite in mare viene sintetizzato nella tabella II.

TABELLA II – Calendario operazioni in mare

Data	Ora / Inizio	Ora / Fine	Descrizione
02.11.2018	16.00	20.00	Mobilizzazione attrezzature e tecnici Senigallia - Vasto
03.11.2018	06.30	08.30	Installazione equipaggiamenti a bordo imbarcazione Ecofox e calibrazione
03.11.2018	09.00	12.30	Acquisizione dei dati batimetrici SBES
04.11.2018	13.00	18.00	Acquisizione dati morfologici SSS
04.11.2018	07.00	14.00	Acquisizione dati geofisici SBP
21.02.2019	07.00	14.00	Acquisizione riprese filmate ROV

2.0 MATERIALI E METODI

Di seguito vengono esposte le principali strumentazioni e metodiche utilizzate per l'indagine batimetrica, morfologica e geofisica dei fondali dell'area marina interessata dal progetto.

L'imbarcazione utilizzata per i rilievi marini è stata messa a disposizione dal nostro cliente (ECOFOX).



Fig.05 – Imbarcazione utilizzata per i rilievi marini

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.7
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

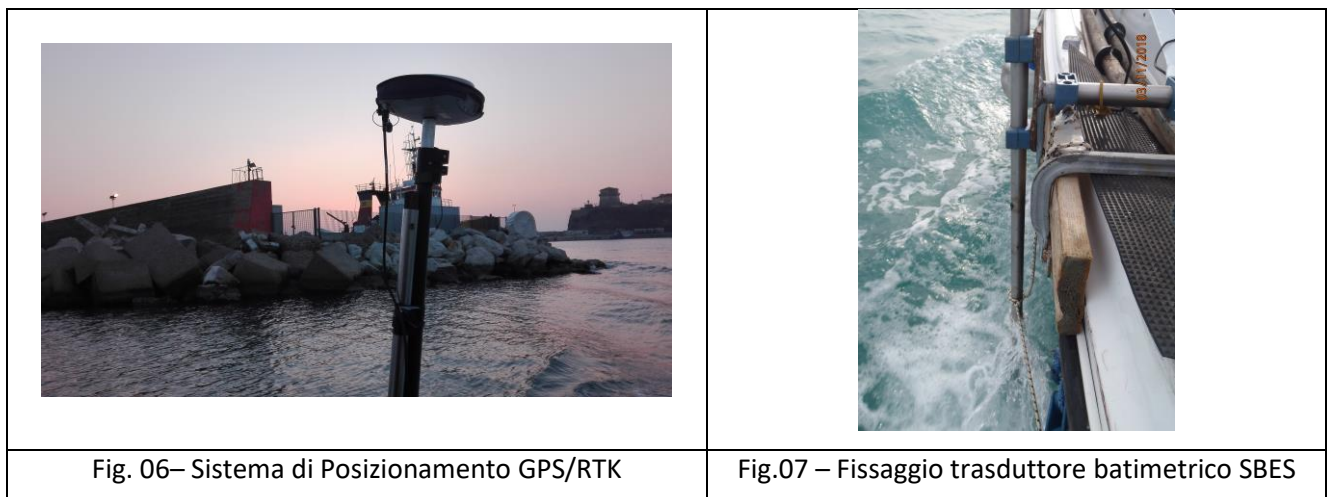
2.1 Indagine Batimetrica

Per quanto riguarda il rilievo batimetrico della parte sommersa dei fondali, è stato effettuato con utilizzo di tecnologia acustica single-beam (S.B.E.S) che si avvale di diversi sistemi e strumentazioni opportunamente interfacciate tra di loro, e principalmente:

- Sistema di Posizionamento;
- Sistema di Navigazione;
- Ecoscandaglio SBES;
- Sistema di Calibrazione.

Il sistema di posizionamento qui utilizzato è il modello Promark 500, della società anglo-francese Ashtech, comprensivo di una vasta gamma di applicazioni che rivoluziona gli orizzonti nel campo delle misurazioni. L'unione tra l'applicazione FAST Survey Software e del Mobile Mapper CX data controller, con in più l'accuratezza del GNSS Solutions office software, porta il sistema a rappresentare ad oggi il più innovativo risultato da parte di ASHTECH unendo al meglio il sistema satellitare GPS e GLONASS. Il sistema esprime tutta la potenza e l'affidabilità di un sistema con perfette caratteristiche RTK, leggero, senza cavi, restituendo massima mobilità e flessibilità sul campo. Soprattutto l'integrazione del sistema BLADE™ assicura un forte segnale di ricerca garantendo una veloce attivazione e affidabilità durante l'utilizzo. L'accuratezza della posizione planimetrica (X,Y), quando il sistema riceve la correzione RTK è inferiore al centimetro.

In particolare in questo progetto, l'antenna è stata collocata direttamente sul palo che tiene il trasduttore acustico SBES, in modo di non avere alcun off-set da applicare ai punti rilevati.



Un'altra componente importante del sistema batimetrico è il software di navigazione che soddisfa le richieste di comunicazione, sia con i sensori di fix sia con le periferiche del computer. L'interfaccia modulare è adattabile a qualsiasi combinazione di input dai sensori esterni per permettere un'elaborazione in tempo reale. Il software di navigazione utilizzato è il "Navpro (VERS.6.30)"; questo software permette di eseguire rilievi su linee di indagine progettate e con fix predefiniti, il cui numero può essere incrementato o diminuito di qualsiasi valore. Il software può gestire due sistemi di posizionamento, inclusi GPS, DGPS/RTK, sistemi range/range e range/bearing.

Le opzioni del software facilitano la registrazione dei dati GPS grezzi per una successiva elaborazione ottenendo un'accurata posizione finale. Il sistema permette anche di trasferire in uno schermo remoto le informazioni da trasmettere al comandante e al pilota. E' possibile inoltre, definire l'immagine grafica della nave e creare file archivio delle linee di rilievo, delle linee di costa e altre caratteristiche. Il monitor del pilota può mostrare tre diversi tipi di schermo: un testo base con indicatore di rotta, una mappa grafica o uno schermo head-up.

Per il controllo di qualità, alla fine di ogni linea possono essere stampati istogrammi di deviazione dalla rotta, di distanze tra i fix, di intervallo tra i fix o di qualità dei dati di navigazione. Il PC di navigazione utilizza una multiporta seriale che viene collegata agli slot di espansione per facilitare l'interfacciamento di strumenti addizionali, quali ecoscandagli, girobussola, Side Scan Sonar, Sub Bottom Profiler, plotter e stampanti, consentendo un rilievo idrografico e geofisico integrato.

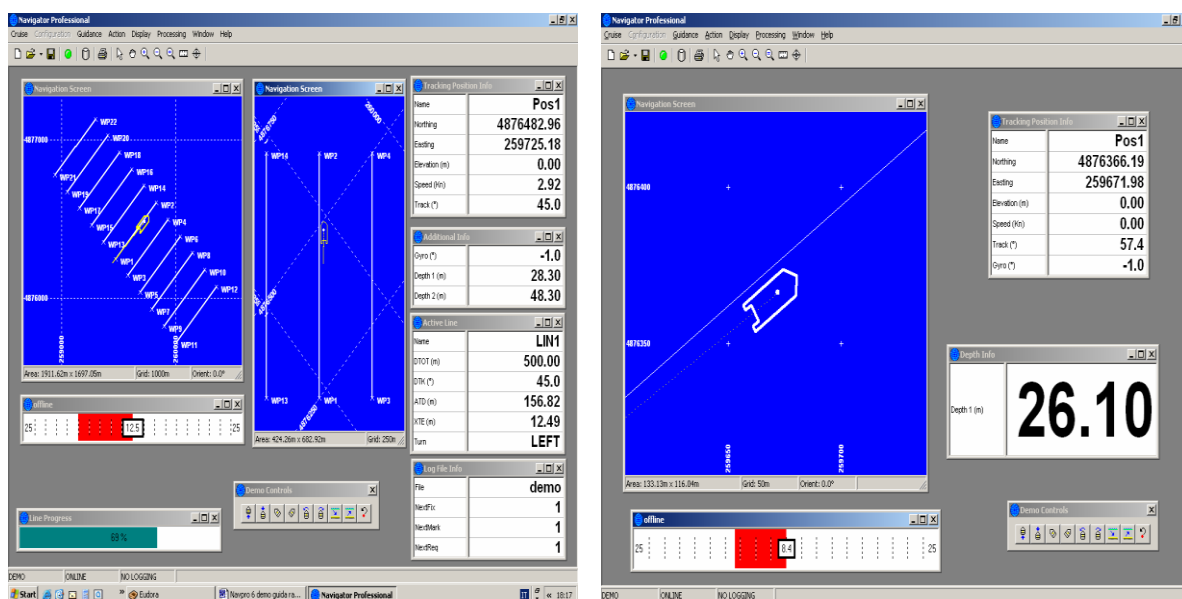


Fig. 8 e 9– Esempi di schermata del software di navigazione utilizzato

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.9
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

L'acquisizione dei dati di posizionamento (GPS/RTK), dei dati batimetrici e il progetto di navigazione è stato gestito tramite i seguenti componenti :

- n. 1 Unità P.C. "GETAC rugged serie 4000";
- n. 1 Interfaccia Periferica (n. 4 seriali);
- n.1 GPS/RTK " ProMark 500";
- n. 1 Software di Navigazione ("NavPro 6.30");
- n. 1 Ecoscandaglio Chirp Airmar SS510

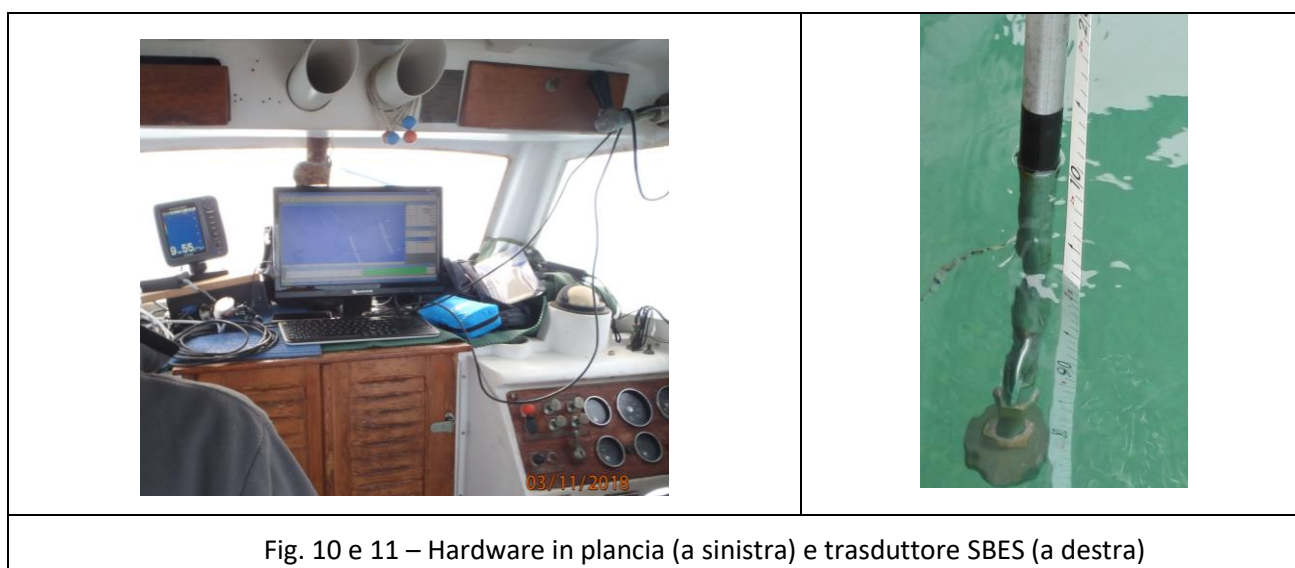


Fig. 10 e 11 – Hardware in plancia (a sinistra) e trasduttore SBES (a destra)

Tabella III- Offset strumentali

STRUMENTAZIONE	X	Y	Z/H
GPS/RTK	0.00	0.00	+2,00 m
S.B.E.S.	0,00	0,00	-0,30 m.
CALIBRAZIONE	4668600N	476800E	-6,80 m.

Il rilievo batimetrico è stato eseguito tramite ecoscandaglio SBES con trasduttore Airmar SS510, 1kw di potenza e cono di trasmissione a 9°, frequenza a 200 kHz.

Questo trasduttore si avvale di tecnologia chirp di trasmissione con campionamento del fondale (sample rate) fino a 5 volte al secondo, con risoluzione centimetrica.

Di seguito (fig.12) si evidenzia lo schema della navigazione realizzata per ottenere i dati batimetrici.

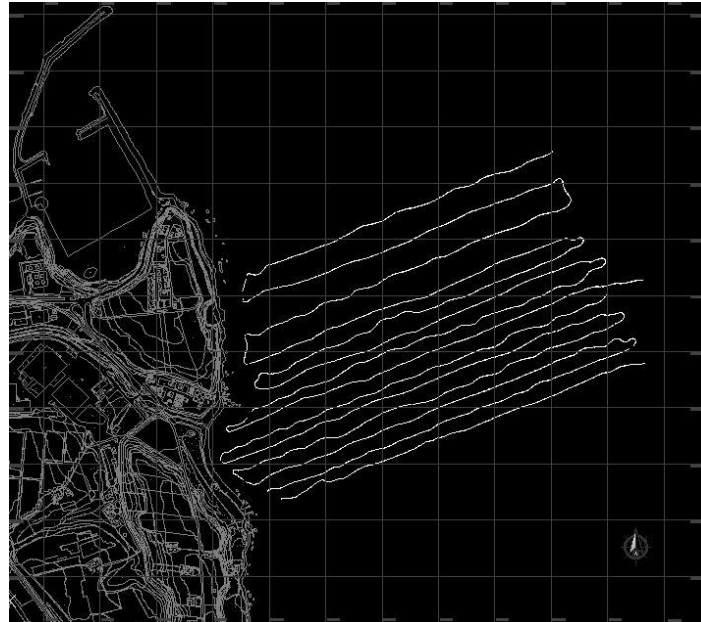


Fig.12 – Carta della navigazione eseguita per rilievo batimetrico.

Le principali metodiche di elaborazione e processamento dei dati acquisiti sono state effettuate poi presso i nostri uffici di Senigallia, mediante il software HIPS&SIPS della casa canadese CARIS, che permette di eseguire una pulizia del dato intervenendo sull’editing della navigazione e sullo smoothing della superficie, eliminando, attraverso appositi filtri, eventuali disturbi acustici che potrebbero alterare il corretto andamento del fondale e conseguentemente delle curve batimetriche che ne derivano.

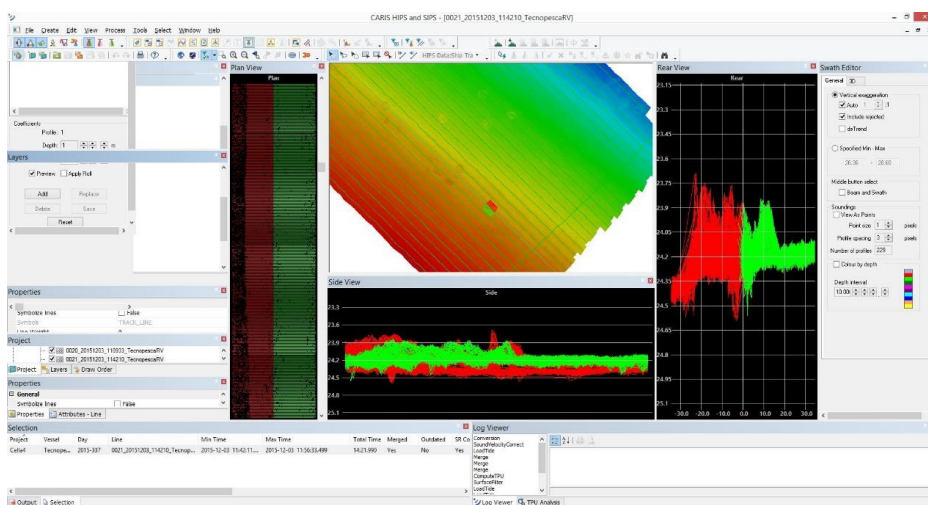


Fig. 13– Interfaccia del Software Caris Hips & Sips.

La correzione di marea applicata è stata determinata, confrontando i dati di livello e pressione acquisiti dalla stazione localizzata nel porto di Ortona, della Rete Mareografica Nazionale pubblicati nel sito dell'ISPRA.



Fig. 14– Rete Idrografica e mareografica Nazionale Stazione di Ortona (CH)

Nella Tavola N.1 allegata alla presente relazione sono rappresentati i risultati dei rilievi batimetrici acquisiti.

2.2 Rilievo Morfologico

Il rilievo morfologico dei fondali è stato eseguito, tramite due tecnologie differenti:

- Tecnologia Acustica/Sonar a Scansione Laterale;
- Tecnologia Ottica con riprese filmate tramite ROV (Remote Operative Veicle)

Il Sonar a Scansione laterale (S.S.S.) è un sistema di rilevamento del fondale marino che permette di produrre immagini sonar (sonogrammi) ad alta risoluzione, avvalendosi della tecnologia digitale “Chirp”, identificando le diverse morfologie sulla base della risposta acustica prodotta dalle diverse litologie presenti sul fondale (es: sabbie, ghiaia, roccia, praterie di *Posidonia*, ecc.).

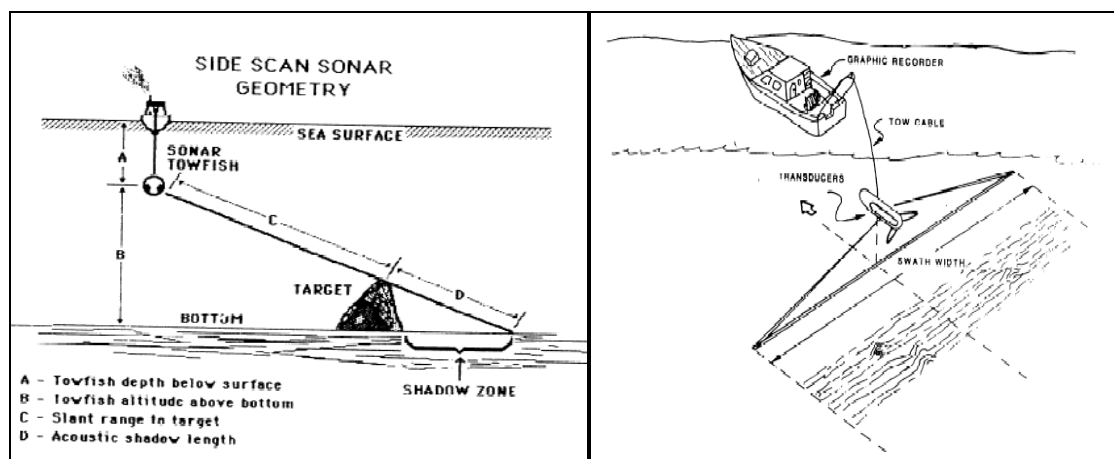


Fig. 15– Esempio di funzionamento del sistema SSS

Il sistema SSS si avvale di due componenti principali:

- n. 1 Unità Hardware “Workstation” di acquisizione e registrazione dati;
- n. 1 Unità Sonar a forma di pesce “Towfish” in immersione a mare, composta da n. 2 trasduttori laterali a doppia frequenza HF 400-1250 kHz (alta ed altissima frequenza).

La posizione dell’imbarcazione e del sistema interfacciato SSS viene determinata mediante la ricezione di segnali GPS ai quali vengono successivamente applicate le correzioni differenziali (RTK) ricevute tramite una costellazione multipla di satelliti e da apposite stazioni terrestri; la posizione viene infine inviata al computer di navigazione attraverso una porta seriale.

Il sistema di posizionamento GPS/RTK è stato opportunamente interfacciato a un software di navigazione per permettere una corretta progettazione delle linee di navigazione da eseguire con il

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.13
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

sistema acustico SSS.

L'acquisizione dei dati di posizionamento (GPS/RTK) viene gestita dal PC di navigazione tramite:

- n. 1 Unità P.C. "mod. GETAC serie 4000";
- n. 1 Interfaccia Periferica *Eight Port* (n. 4 seriali);
- n. 1 Software di Navigazione "NavPro vers.6.30".



Fig. 16 – Workstation per acquisizione e registrazione dati SSS



Fig. 17 - Towfish del sistema SSS ad alta frequenza

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.14
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

Le coordinate geografiche ellissoidiche sono state riferite al sistema WGS84 e trasformate in coordinate metriche UTM fuso 33.

Il lavoro ha compreso l'acquisizione simultanea dei seguenti dati:

- dati di posizionamento dinamico in GPS/RTK (X, Y);
- rilievo morfologico del fondale con identificazione dei principali target morfologici, corrispondenti ai punti di scarico di materiale.

Il piano di navigazione per la copertura dell'intera area è stato organizzato, per il campo boe, con esecuzione in n. 5 transetti paralleli a costa equi distanziati circa 75 metri uno dall'altro e copertura di un area di circa 500 metri x 800 metri(fig.18).; n.1 transetto costiero sempre parallelo a costa a ridosso degli affioramenti rocciosi di lunghezza di circa 1 km; ed infine n.2 transetti uno a 50metri destra ed uno a 50 sinistra della rotta futura della condotta.

Il rilievo è stato eseguito ad alta frequenza (400 KHz) mantenendo una apertura dei due canali di acquisizione (range laterale) di 75 m e una copertura (swath) di 150 metri per ogni transetto eseguito.

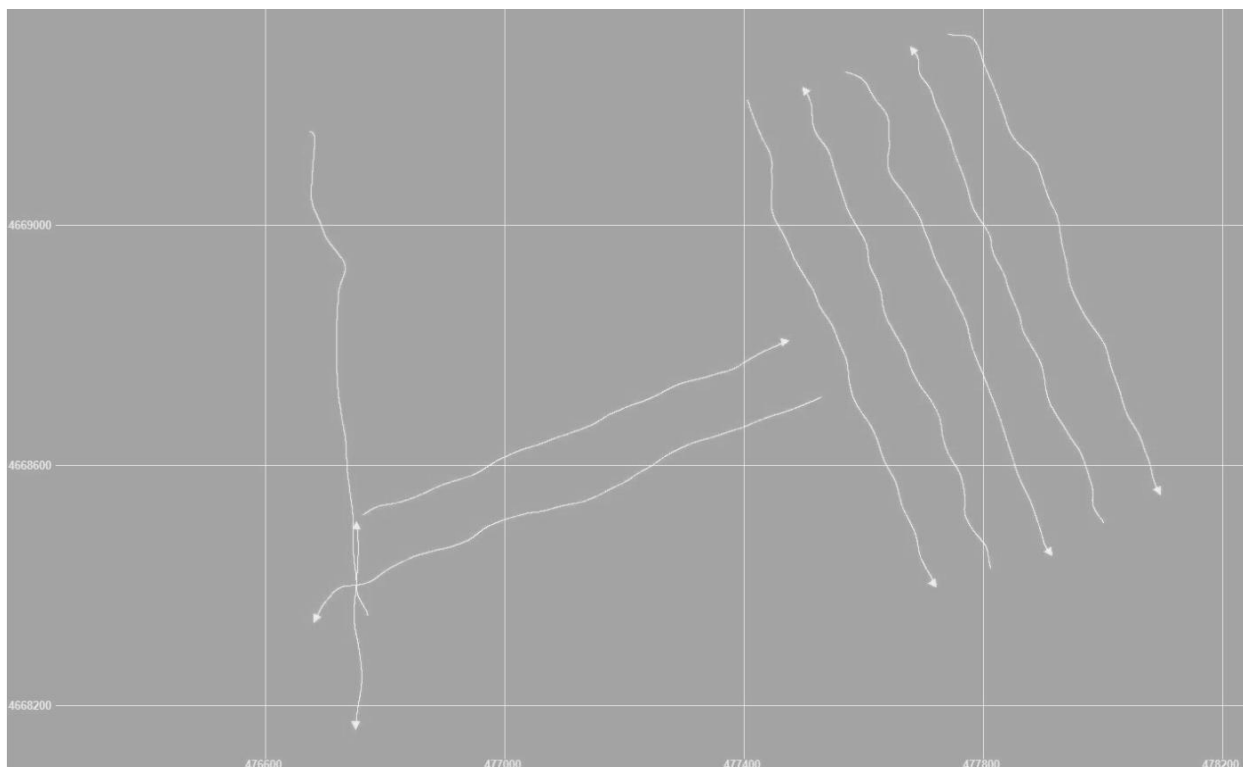


Fig. 18 – Schema di navigazione adottato per il rilievo morfologico SSS

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.15
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

L'elaborazione e processing dei dati digitali del Side Scan Sonar sono stati effettuati mediante il software della casa americana "TRITON" con modulo dedicato "Perspective 7.6.version" (fig. 19).

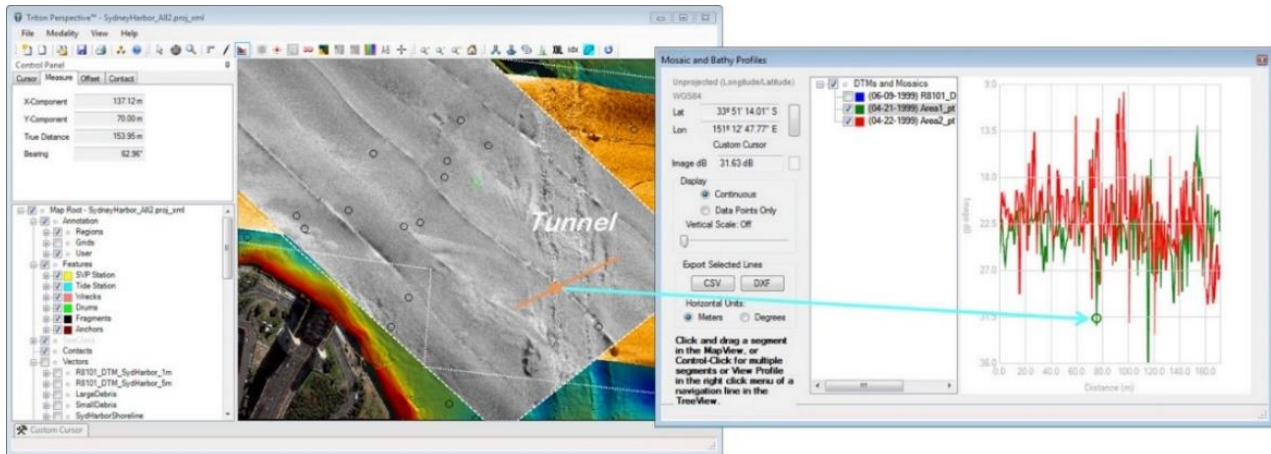


Fig.19 – Interfaccia di elaborazione dati sonar del Software Triton.

Le principali operazioni di processing dei dati SSS sono state eseguite, dopo aver archiviato una copia di backup in modo da conservare il dato "grezzo", procedendo secondo i seguenti step:

1. **controllo** della navigazione con raddrizzamento delle rotte di navigazione e offset towfish;
2. **applicazione** della correzione dello "Slante Range", rimozione della colonna d'acqua e impostazioni di precisi valori di Bottom Track;
3. **impostazione** di un valore ottimale del "Time Variant Gain", impostato manualmente sulle singole linee acquisite, per migliorare la risposta acustica del fondale.

La georeferenziazione pixel per pixel dei sonogrammi è stata ottenuta grazie alla possibilità di interfacciare la registrazione con una "stringa" contenente i dati di navigazione (x,y); ciò ha consentito l'esportazione dei transetti SSS corretti e georeferenziati in formato GeoTiff .

Le diverse immagini acquisite e georeferenziate sono state processate ed elaborate per creare un fotomosaico dell'intera area di indagine.

Nella tavola N.2 in allegato alla presente relazione sono rappresentati cartograficamente i risultati del rilievo morfologico.

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.16
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

Il rilievo morfologico dei fondali è stato infine implementato con sistema ottico robotizzato Remote Operative Vehicle (R.O.V.) .

Il sistema R.O.V. utilizzato per indagare direttamente i fondali con riprese filmate ad alta definizione (HD) è il BLUE/ROV2 della società americana Blue Robotics.



Fig. 20– Specifiche Tecniche Blue/ROV2

Il sistema si avvale di una unità di controllo e comando a bordo della imbarcazione e di un veicolo robotizzato per ispezione visiva dei fondali, la comunicazione tra i due sistemi avviene attraverso un cavo ombelicale di 200 metri di lunghezza.

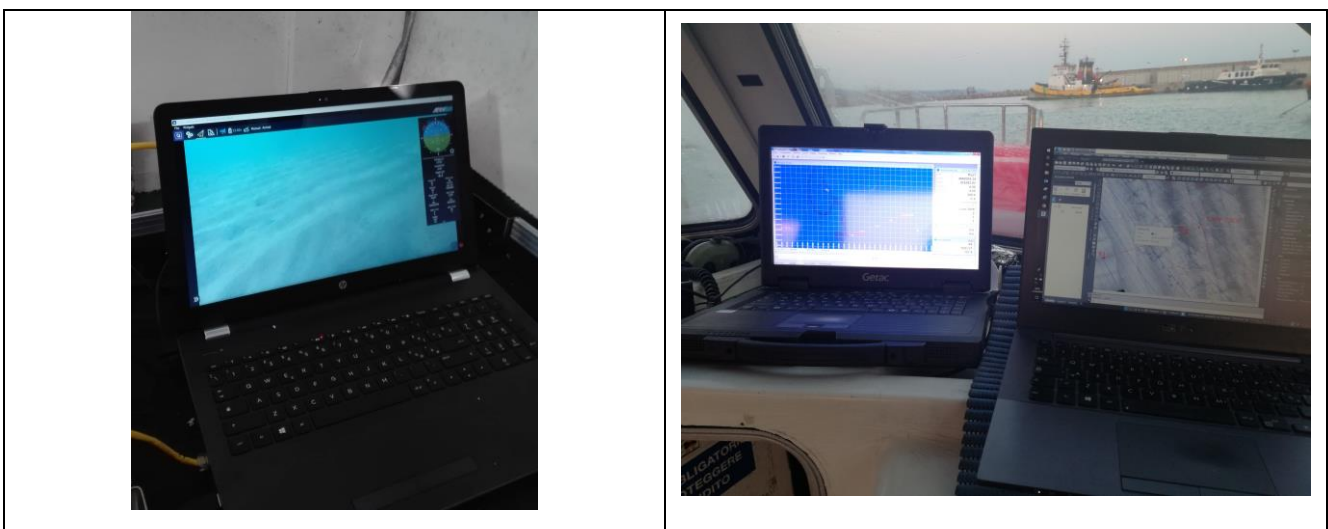


Fig. 21– Hardware di controllo unità ROV a bordo della imbarcazione

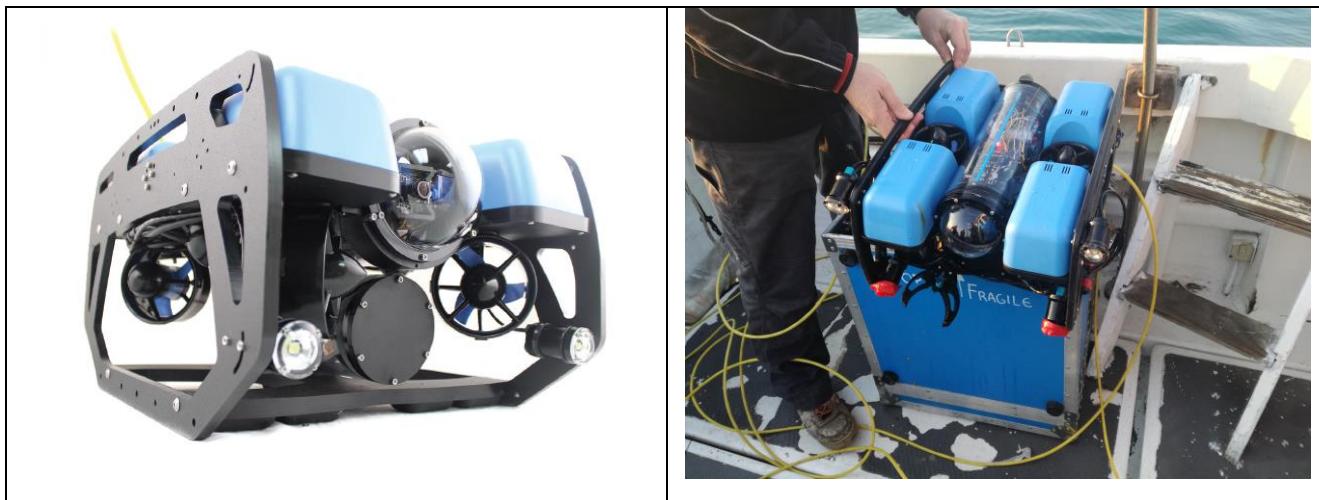


Fig. 22– Unità robotizzata per video ispezione dei fondali

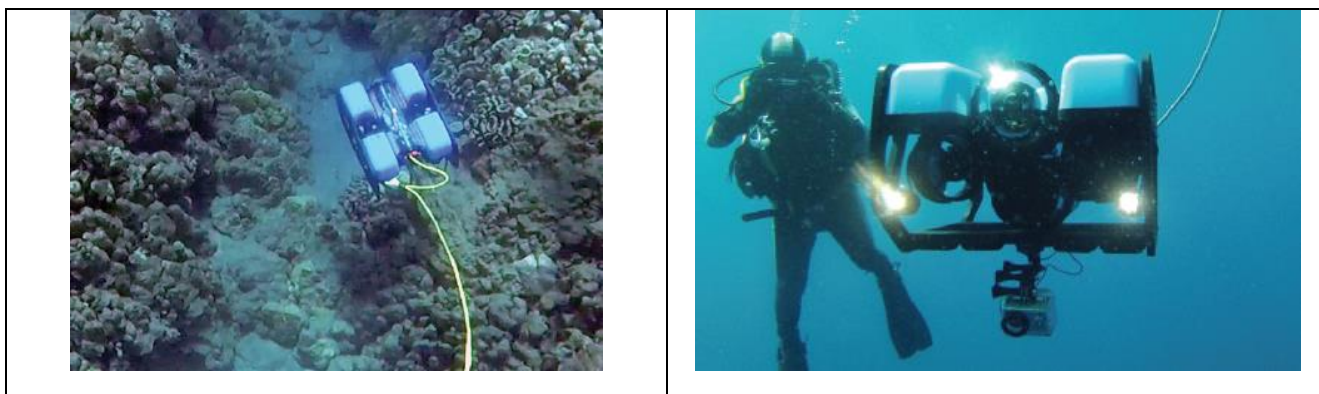


Fig. 23– Unità di video ispezione dei fondali in operazione subacquea

In particolare per questo progetto, sono state realizzate riprese video dei fondali lungo la futura rotta della pipeline e sull'area dove sarà realizzato il campo boe per ormeggio delle navi cisterna.

In particolare il sistema è stato immerso sui seguenti n:5 punti di indagine, eseguendo su ciascuno di esso un transetto di circa 150/200 metri sia verso costa e sia verso il largo.

Stazione	X	Y	Profondità
P0	4668450N	476800E	-6,30
P1	4668550N	476900E	-7,30
P2	4668650N	477190E	-8,30
P3	4668750N	477470E	-11,10
P4	4668850N	477670E	-14,50

3.3 Indagine Geofisica dei fondali

La stratigrafia dei fondali dell'area è stata investigata per mezzo di un profilatore di sedimenti (Sub Bottom Profiler) ad alta definizione "Edge Tech 3100P" a tecnologia "Chirp".

Tale strumentazione si è resa necessaria al fine di determinare la sismo-stratigrafia dei fondali interessati dal progetto della sealine + campo boe.

Il sistema SBP si compone di:

- n. 1 Unità Hardware di superficie per acquisizione e registrazione dei dati;(fig.24);
- n. 1 Unità Sonar di profondità a forma di pesce "Towfish" portato a traino della imbarcazione mediante cavo per alimentazione e trasmissione dati (fig. 25).

Questo sistema consente di identificare, tramite la produzione di immagini ad alta risoluzione (accuratezza <10 cm), sia le sequenze litostratigrafiche al di sotto del fondale, sia l'eventuale presenza di oggetti sepolti.



Fig. 24– Unità Hardware per acquisizione e registrazione dati

Il funzionamento del sistema SBP è basato sui principi fisici dell'acustica ed in particolare, sulla diversa velocità di propagazione del suono all'interno dei materiali quando vengono attraversati da un evento acustico ad una determinata frequenza. (es.: acqua, sedimenti, rocce, ecc.)

La penetrazione del segnale nel fondale e la sua riflessione dipende sia dalle loro proprietà fisiche dei materiali attraversati, sia dalla potenza e frequenza del segnale emesso.

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.19
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

Lo strumento permette di selezionare diversi *range* di frequenza (tra 4-24 kHz / 4-20 kHz / 4-16 kHz), potenza (tra 1 e 2 kW), velocità di sparo in millisecondi e guadagno in decibel.

Gli impulsi acustici vengono trasmessi e ricevuti dallo stesso trasduttore e il segnale elettrico risultante viene evidenziato sul monitor e registrato su carta hardware di acquisizione.



Fig.25 –Towfish SBP in immersione e trainato dall'imbarcazione

Per meglio definire l'assetto lito-sismo-stratigrafico dell'area indagata, in questa indagine SBP è stata utilizzata una frequenza variabile da 4 kHz a 24 kHz, velocità di sparo ogni 10 m/sec, velocità di acquisizione della imbarcazione inferiore a 3 nodi, che ha permesso di ottenere penetrazioni al di sotto del fondale variabili da circa 5 a 15,00 m ed una risoluzione molto elevata e pari a circa 0,20/0,30 m.

In Tab.IV sono riportati gli offset strumentali utilizzati durante l'acquisizione.

Tab. IV - Offset strumentali durante l'acquisizione.

Posizione strumenti	X (trasversale)	Y (longitudinale)	Z (altezza/profondità)
DGPS/RTK	0.00	0.00	+ 2.00
SBP	0.00	- 5.00	- 2.50

Il rilievo geofisico superficiale SBP è stato eseguito secondo un piano di navigazione che ha previsto l'esecuzione di n. 8 transetti di cui: n.1 sulla rotta centrale di posizionamento della sealine in direzione costa–largo (W-E) e altri n. 7 transetti parallele al primo, sempre con medesimi andamento, sia a sud che a nord della linea in progettazione.

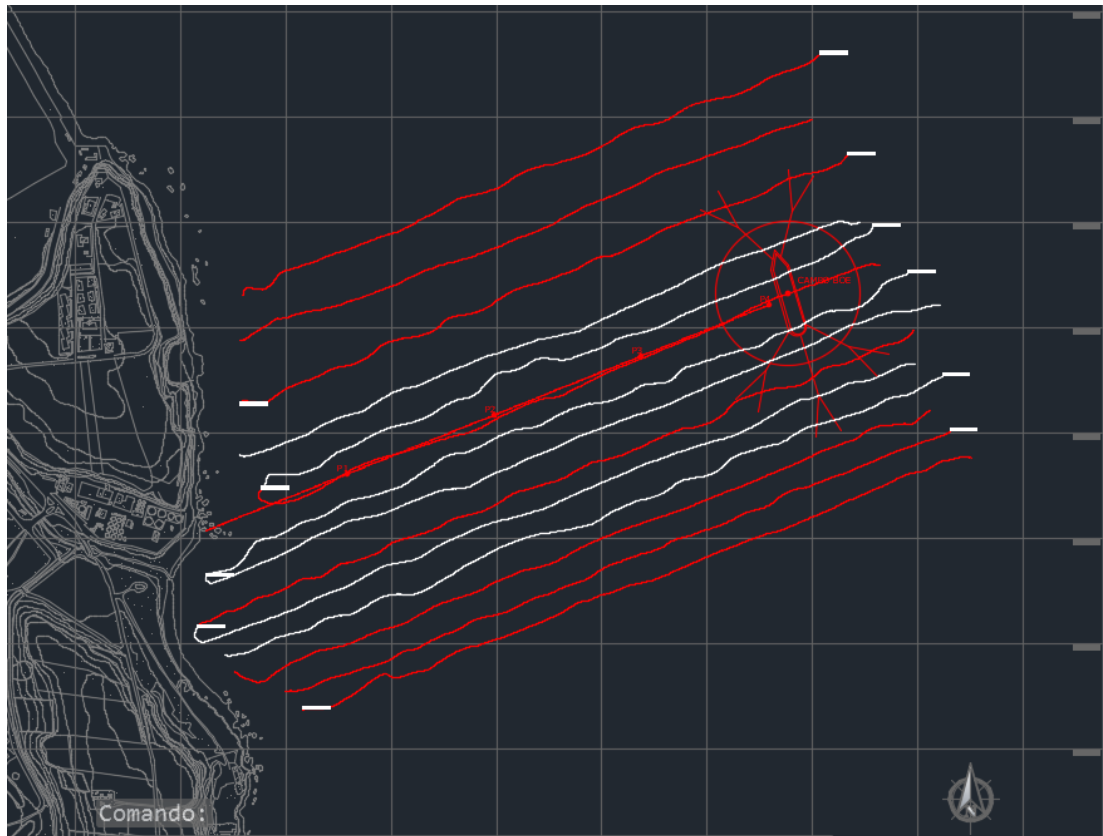


Fig. 26– Schema di navigazione adottato per il rilievo geofisico con SBP(linee in rosso)

Per l'elaborazione dei dati acquisiti mediante S.B.P., è stato utilizzato il software della casa olandese "Geo-Suite All-Works" (Fig. 27) che permette di:

- caricare digitalmente i dati memorizzati per ogni linea acquisita;
- applicare differenti algoritmi di elaborazione/processing ai dati acquisiti;
- applicare correzioni di marea;
- digitalizzare i riflettori, effettuare correlazioni con eventuali carotaggi;
- stampare profili;
- estrarre i dati in diversi formati.

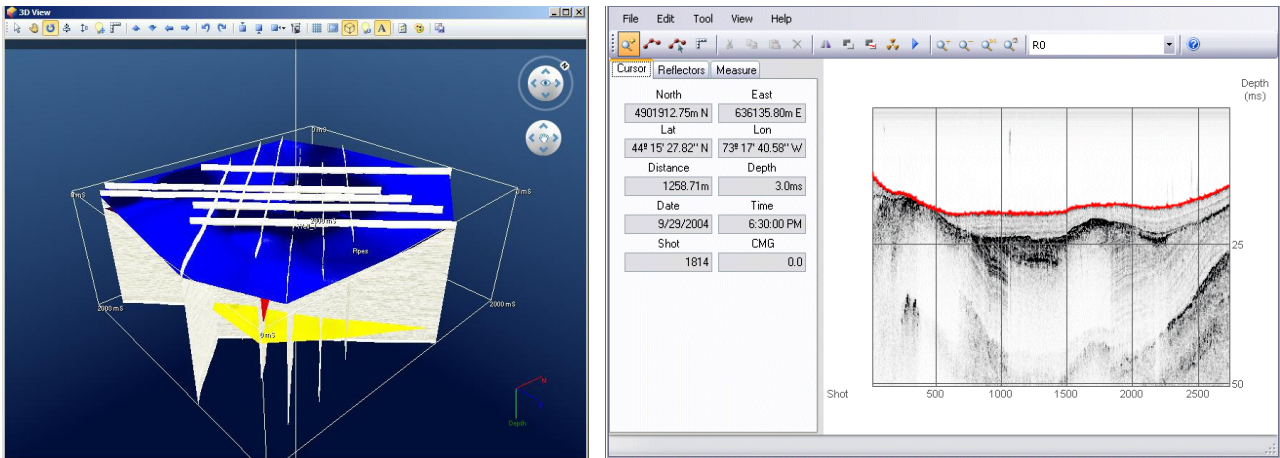


Fig. 27– Esempio di alcune finestre utilizzate nel software di elaborazione.

Il software permette inoltre di individuare, stampare e memorizzare immagini dei singoli target ed evidenziare i principali riflettori acustici, digitalizzarli con differenti colori, al fine di creare diverse tipologie di carte tematiche, come ad esempio, carte di profondità, carte degli spessori delle unità sismiche.

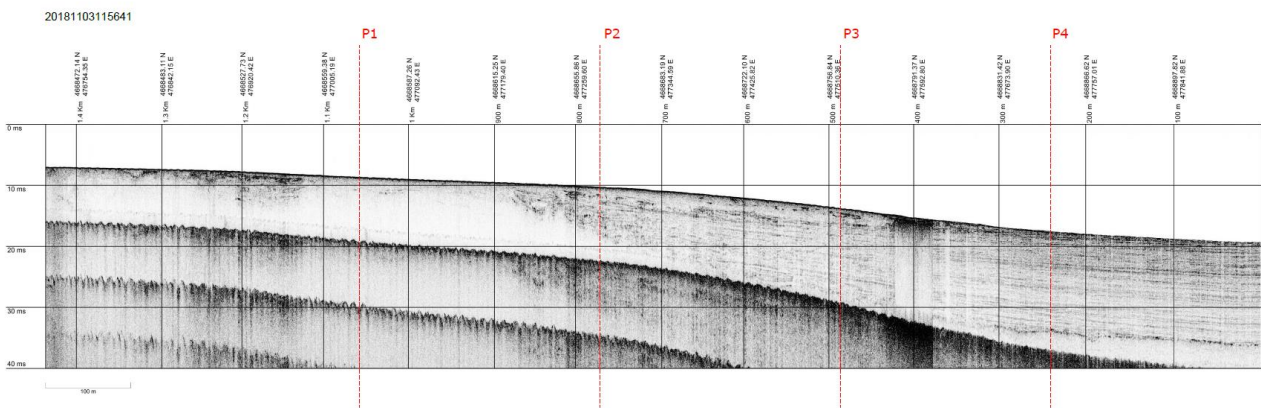


Fig. 28– Esempio di profilo sismico-stratigrafico S.B.P. elaborato con software

3 RISULTATI

I rilievi eseguiti hanno avuto lo scopo di:

- 1) ricostruire in dettaglio la batimetria e la morfologia del fondale marino;
- 2) compiere un'indagine sismo-stratigrafica dell'area.

3.1 Caratteristiche Batimetriche dei fondali (SBES)

La batimetria del Mare Adriatico è caratterizzata da forti asimmetrie trasversali e longitudinali. Viene suddiviso in tre bacini lungo il suo asse principale NO-SE: Adriatico Settentrionale (Zadar-Ancona), Adriatico Centrale (Ancona-Vieste) e quello Meridionale (Vieste-S.M.Leuca).

L'area in progetto è inserita nel sottobacino centrale, che ha una batimetria media che si aggira intorno ai 140 m., ed è caratterizzato dalla presenza di due depressioni, le fosse del Pomo (-270m.), e dalla presenza di una montagna sottomarina (monte Dauno) al largo di Bari. (fig.29)

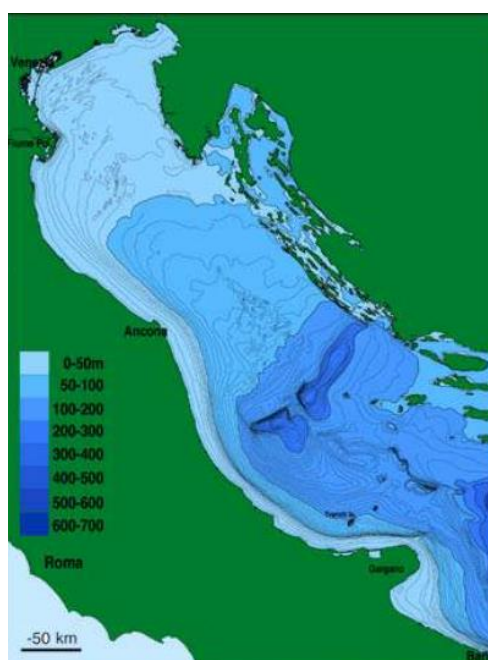


Fig. 29– Carta Batimetrica Mare Adriatico.

Di seguito vengono brevemente illustrati i risultati del rilievo eseguiti nella giornata del 3 Novembre 2018. In allegato alla presente relazione (TAV.01) è rappresentata la cartografia con la rappresentazione dei dati batimetrici dei fondali.

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.23
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

Le isobate dei fondali sono state estratte dal software di elaborazione ogni 0,25 metri e successivamente definite con Auto CAD Map 3D.

La superficie coperta dai rilievi è stata di circa 1.500 metri da costa verso largo e di circa 600 metri parallelamente alla costa con asse centrale sulla futura rotta della sealine.

Le profondità misurate sono risultate comprese tra la -3,00 metri slmm e la -17,25 metri slmm.

La pendenza nel primo tratto costiero fino a circa la batimetrica della -10,00metri slmm, rimane costante (circa 1,0%) per poi aumentare leggermente al 1,5% nel tratto finale fino al -17,25 metri slmm.

L'andamento generale delle isobate segue piuttosto fedelmente l'orientamento della costa (NW-SE), con articolazioni più complesse sotto costa, per la presenza degli affioramenti rocciosi in continuità con la morfologia della falesia emersa.

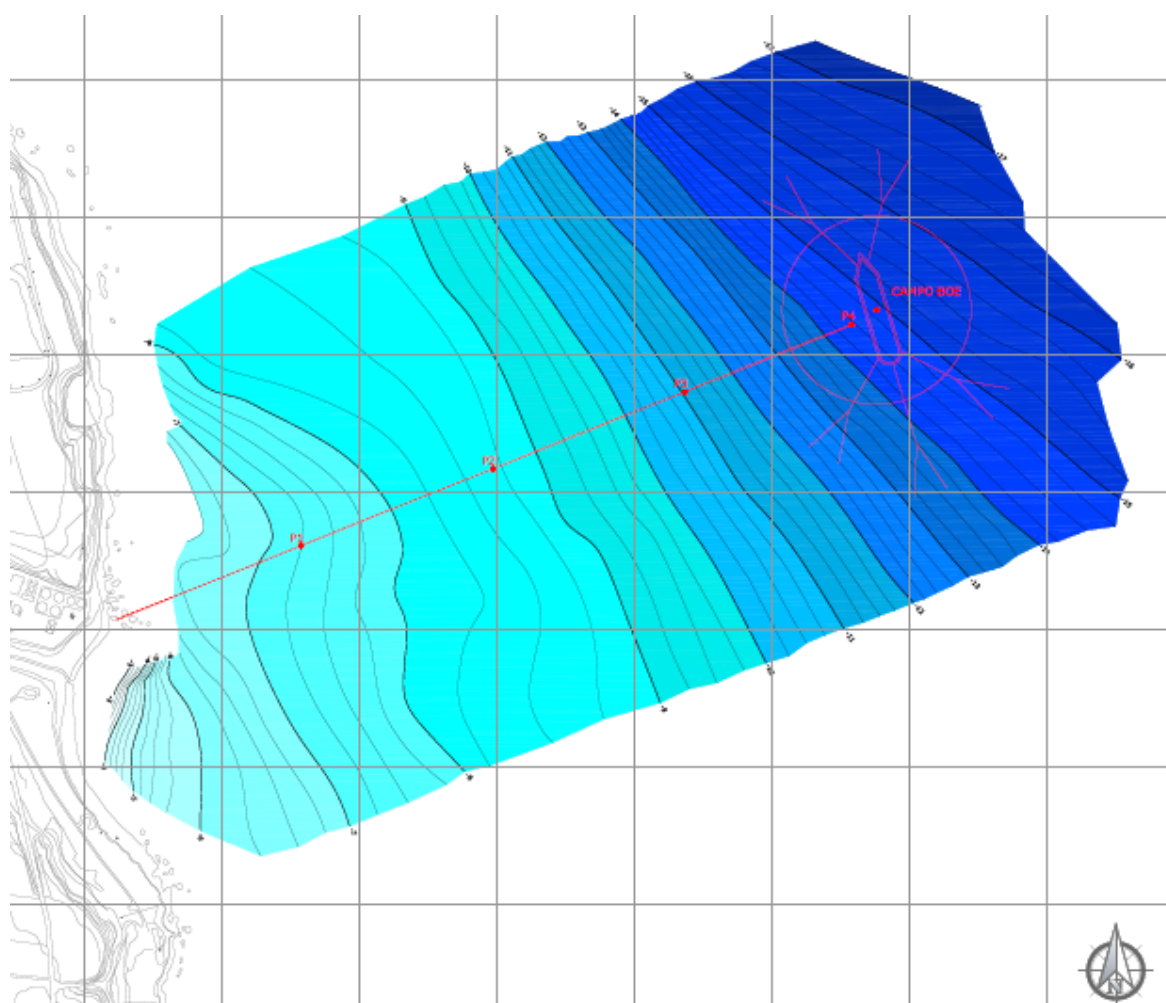


Fig. 30– Carta Batimetrica dell'area interessata da progetto (TAV.1 allegata)

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.24
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

3.2 Caratteristiche Morfologiche dei fondali

La morfologia dei fondali dell'area marina antistante lo stabilimento Ecofox di Vasto, indagati tramite tecnologie acustiche (Side Scan Sonar) e con riprese filmate (Remote Operative Veicle) ha messo in evidenza i seguenti risultati.

Morfologicamente l'area è stata suddivisa in tre settori :

- Settore I "Costiero": da batimetrica 0.00 metri alla -6,50 metri slmm;
- Settore II "Intermedio": da batimetrica -6,50 metri a circa -12,50 metri slmm;
- Settore III "Campo Boe": da batimetrica -12,50 metri alla 17,50 metri slmm.

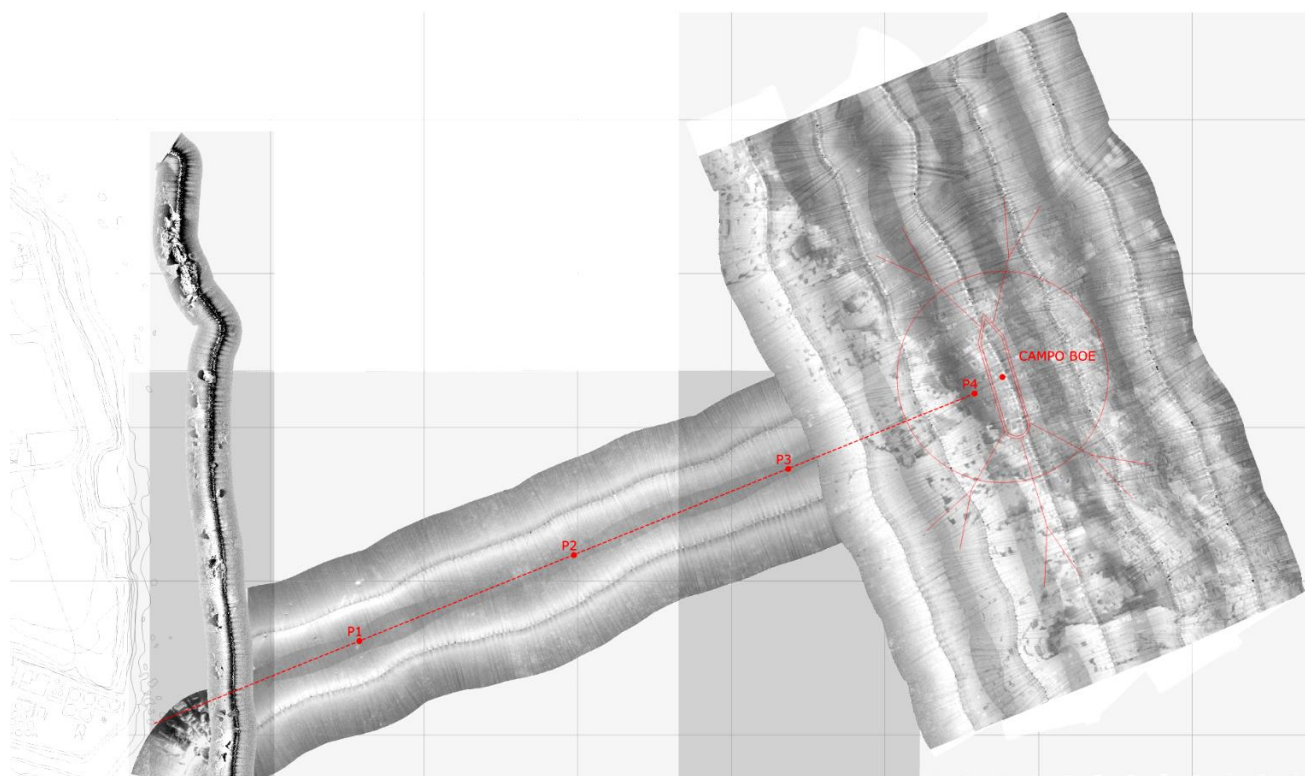


Fig. 31 – Fotomosaico immagini S.S.S. dell'area indagata (Tav.2 allegata)

Nel settore I "Costiero" (fig.32), che va dalla linea di costa, fino alla batimetrica di circa -6,50 metri, (circa 150-200 metri) abbiamo una morfologia articolata con abbondanti affioramenti rocciosi su fondale con caratteristiche tessiturali prevalentemente sabbiose (medio-grossolane) e sabbiose-ghiaiose che formano sul fondo le classiche strutture increspate (ripple).

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.25
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

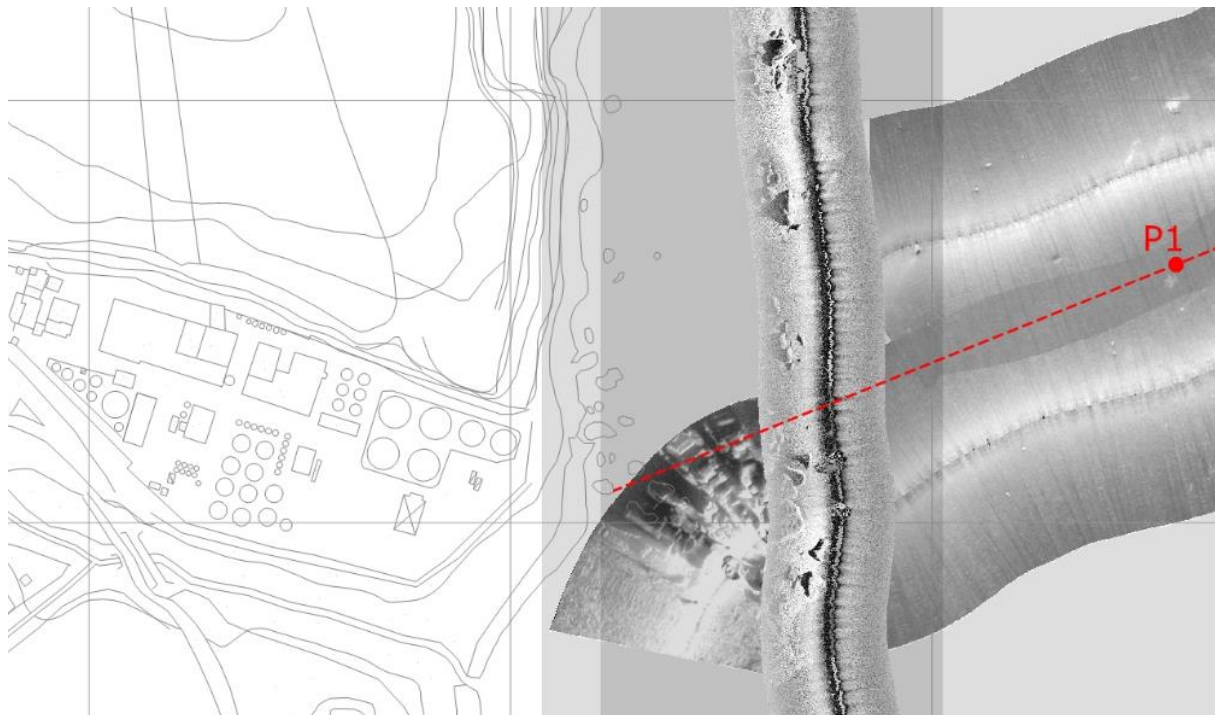


Fig. 32– Settore I “Costiero”: particolare del fotomosaico delle immagini

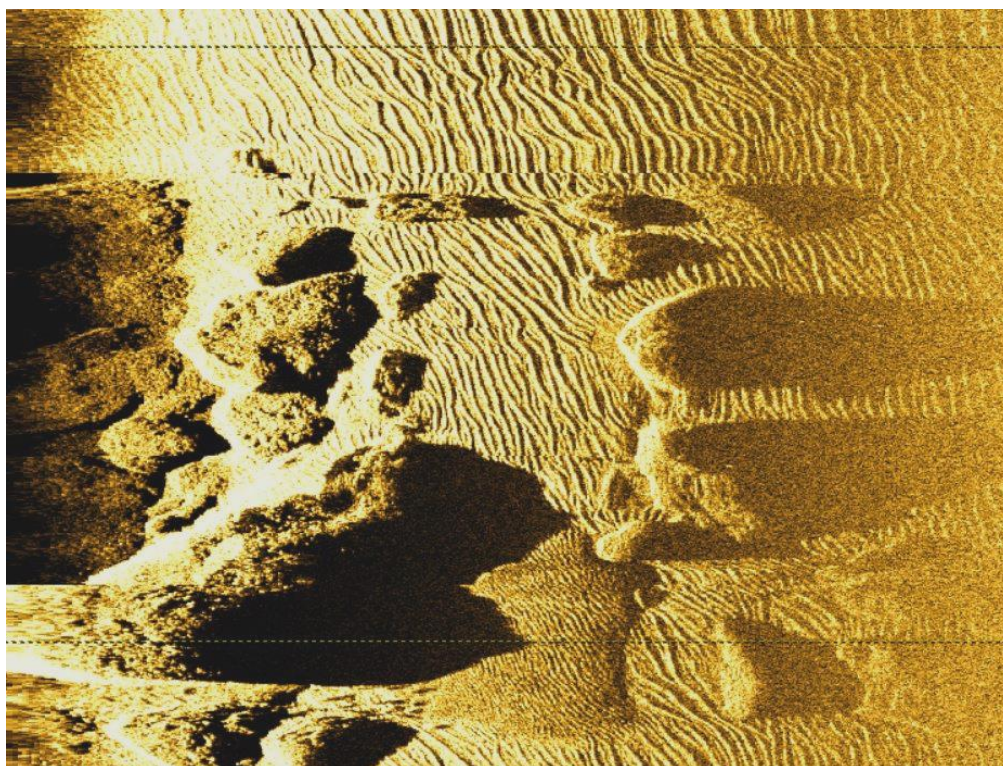


Fig. 33 – Settore I : Immagine S.S.S.; affioramento di rocce su fondale prevalentemente sabbioso

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.26
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

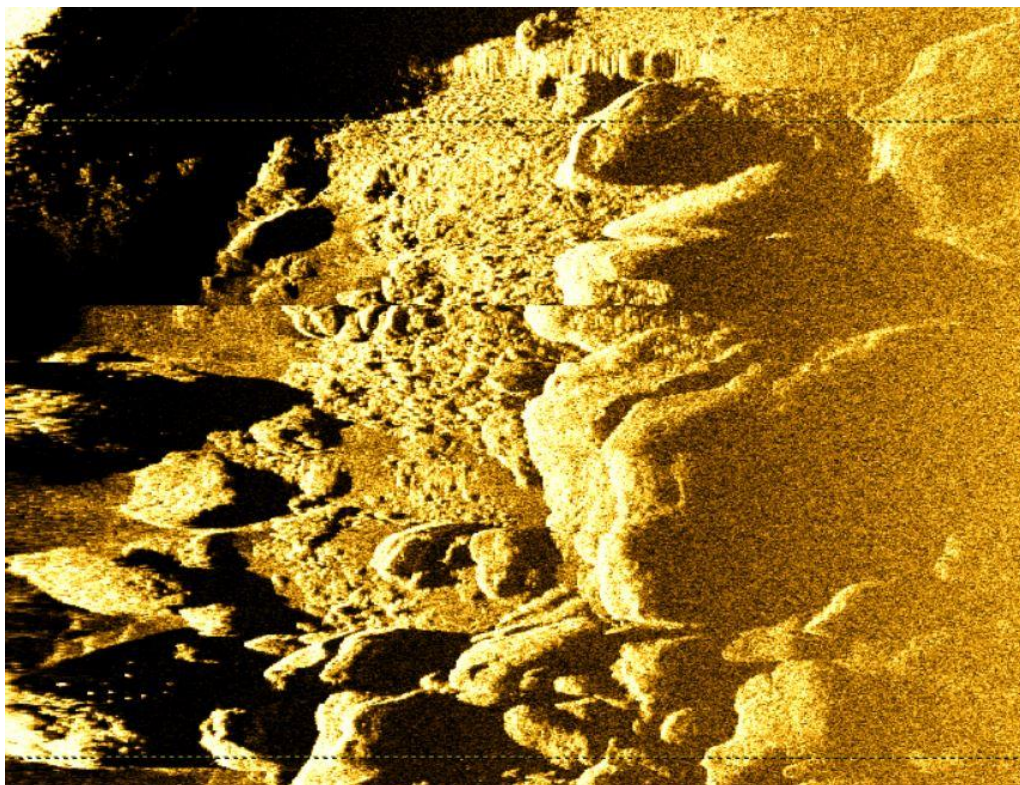


Fig. 34 – Settore I: Immagine S.S. ; affioramento di rocce sabbie grossolane e sabbie ghiaiose



Fig. 35 – Settore I : Immagine R.O.V.; affioramenti rocciosi su fondali sabbiosi

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.27
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019



Fig.36– Settore I: Immagine ROV; affioramenti rocciosi

Nel settore II “Intermedio”, la morfologia dei fondali a tessitura sabbiosa (medio-fine) si mantiene con andamento regolare senza alcun tipo di affioramento roccioso sulla rotta della sealine, ma solo alcune rocce isolate e sparse(fig.37); nel tratto non si evidenzia presenza di alcuna Fanerogama marina.

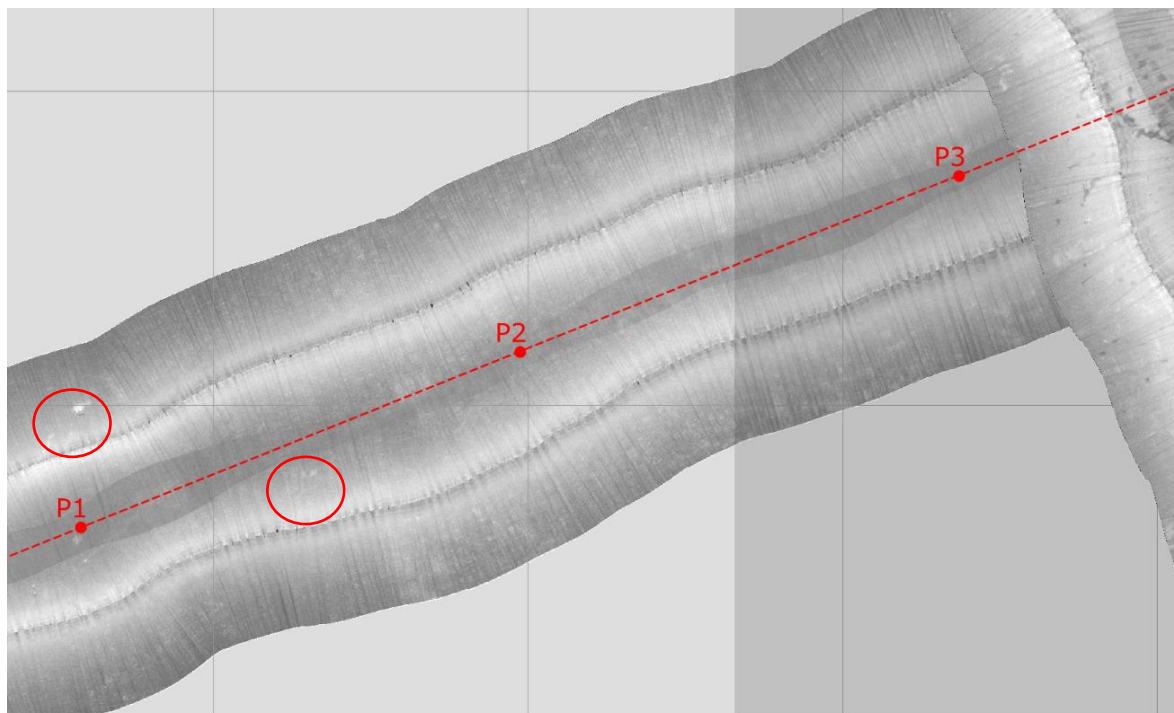


Fig. 37 – Settore II “Intermedio”: particolare del fotomosaico immagini S.S.S.

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.28
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

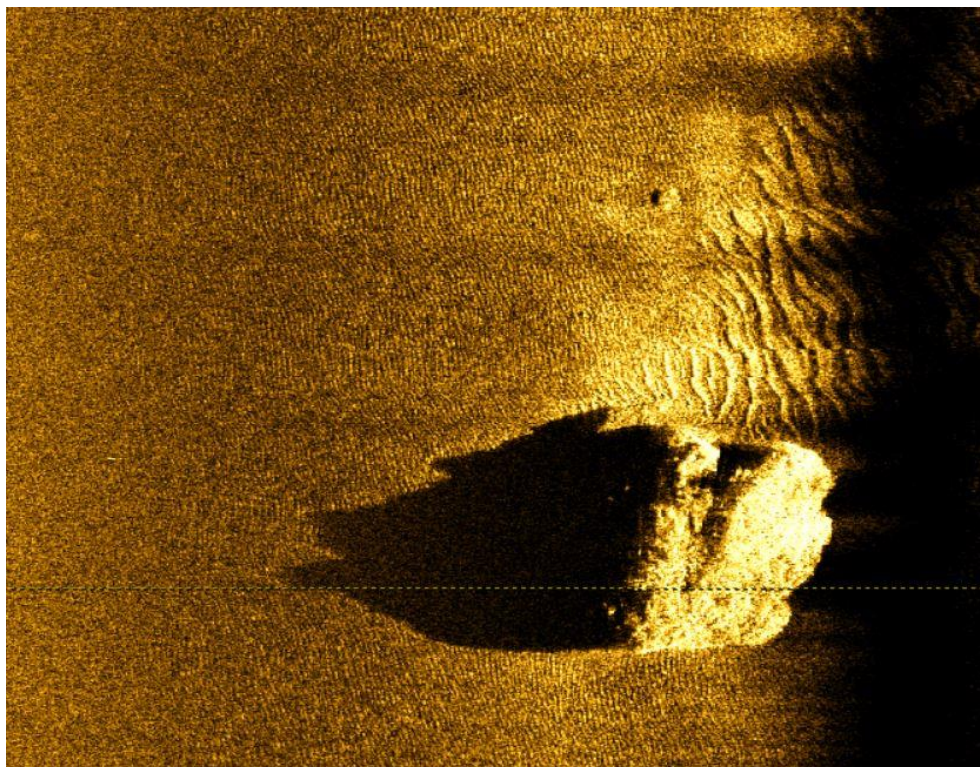


Fig. 38– Settore II: Affioramento di rocce isolata su fondale sabbioso (vicino P1)



Fig. 39 – Settore II: Fondali sabbiosi con stella marina (in rosso)

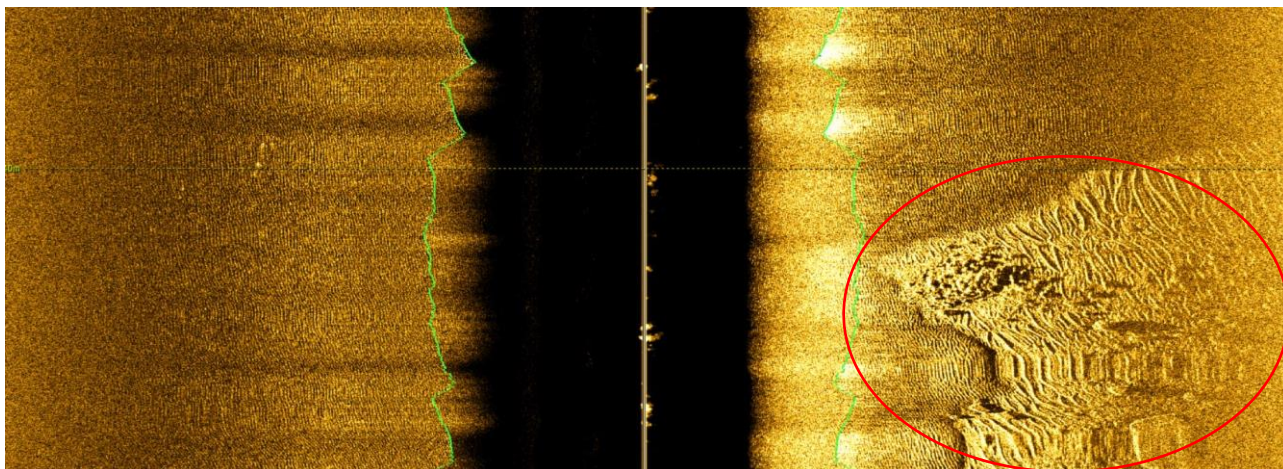


Fig. 40– Limite morfologico Settore I (sabbie medie grossolane) con sabbie medio-fini del Settore II

Nell'ultimo settore III "Campo Boe" si ha un passaggio litologico abbastanza netto che coincide circa con la stazione di campionamento N.4, sulla batimetria del -13,50 m.s.l.m.m.; si passa infatti, da fondali generalmente sabbiosi (fini) a fondali sabbioso-siltosi con frazione limosa >25% .(fig.41)

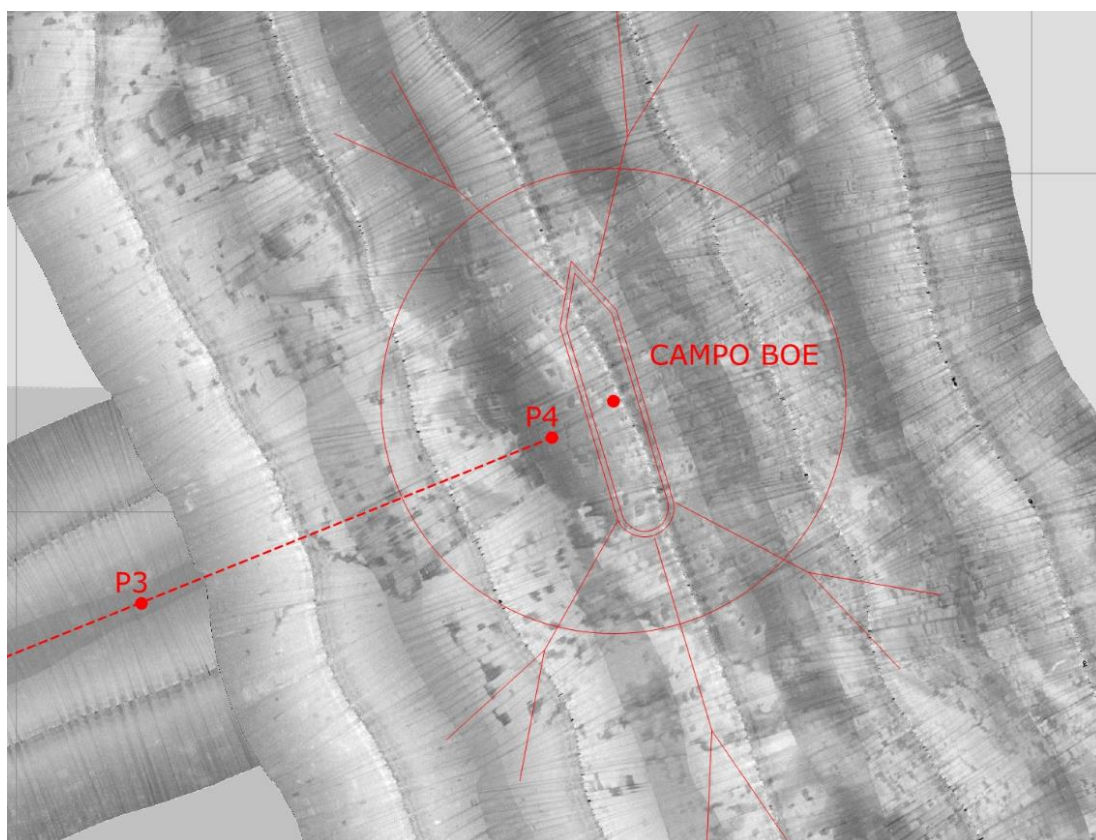


Fig. 41 – Settore III "Campo Boe"; particolare del fotomosaico immagini S.S.S.

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.30
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019



Fig. 42 – Settore III” Campo Boe”: Fondali sabbioso-limosi



Fig. 43 – Settore III” Campo Boe”: Fondali sabbiosi-limosi

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.31
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019



Questa distribuzione granulometrica è dovuta all'interazione tra correnti costiere con andamento dominante NW-SE e morfologia della costa; infatti il deposito più fine si trova a sud di Punta Penna in concomitanza del brusco cambiamento della linea di costa dove le correnti perdono energia. Anche in questo tratto, come nell'area del campo boe non si è evidenziata presenza di fanerogame marine.

Nella tavola N.02 sono rappresentati i risultati della indagine morfologica (fotomosaico immagini SSS), mentre nell'allegato N.4 sono incluse le riprese filmate effettuate lungo la rotta della futura sealine, con R.O.V.

<i>Preparato: R.T.</i>	<i>Verificato: F.S.</i>	<i>Approvato: R.T.</i>	Pag.32
<i>Commessa: 025/2018</i>	<i>File: doc_eco-2019</i>	<i>Data: 04/03/2019</i>	<i>Revisione: 03/2019</i>

3.3 Caratteristiche Geologiche dei fondali

Il bacino Adriatico comprende la più estesa piattaforma epicontinentale del Mediterraneo.

La piattaforma presenta la massima estensione a nord della Depressione Medio Adriatica (MAD), un piccolo bacino di scarpata profondo circa 250 m e localizzato a nord di Vasto.

Questo bacino è stato progressivamente riempito da depositi progradazionali durante il Plio-Quaternario; infatti il volume più ingente di sedimenti è di origine padana e dà luogo alla formazione di corpi clino-stratificati di grande spessore (100 m) alternati a depositi turbiditici piano-paralleli; le altre direzioni di riempimento della MAD, da SO e da SE, danno luogo a depositi meno spessi e registrano una ciclicità eustatica a scala di 100.000 anni.

L'attuale posizionamento del livello del mare è stato raggiunto circa 5.500 anni fa.(fig.44)



Fig. 44 – Linea di costa attuale e durante il massimo glaciale(20.000 anni fa)

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.33
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

Durante questo intervallo un prisma sedimentario clinostratificato fangoso (denominato “hs2”) si è accumulato parallelamente alla costa.(fig.45)

Questo deposito raggiunge uno spessore di oltre 30 metri con pendenza poco inclinata verso mare fino al ciglio deposizionale che coincide all’incirca con la batimetrica dei -20/30metri.

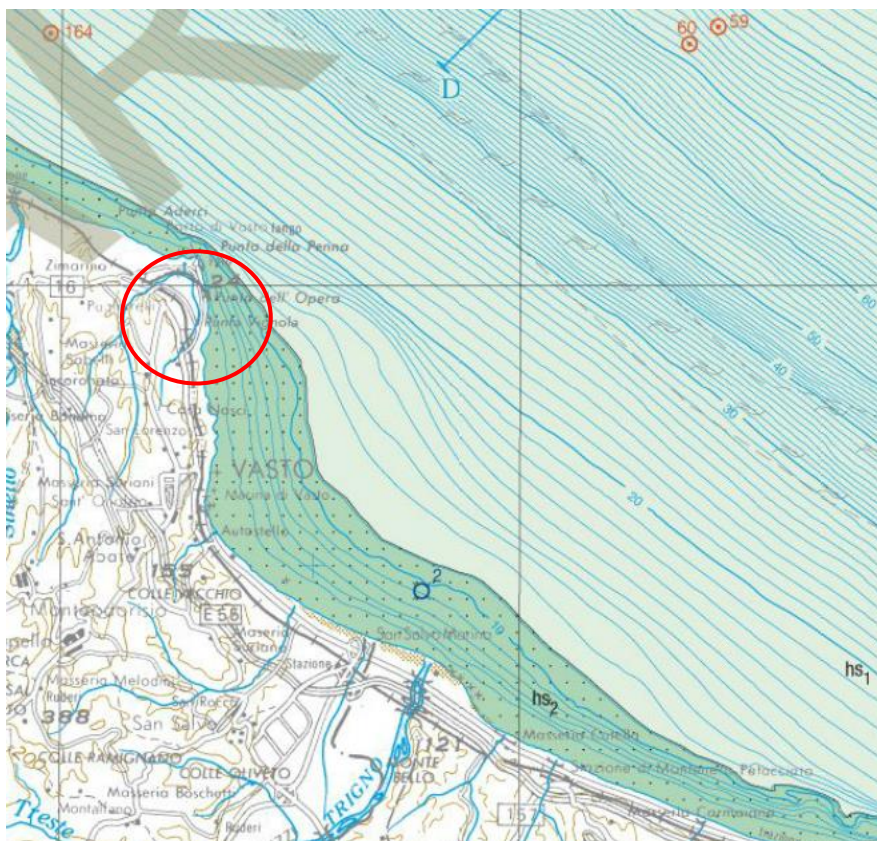


Fig.45- Carta Geologica Marina Foglio 372 Vasto

SISMO-STRATIGRAFIA

Nella porzione marina antistante il porto di Vasto affiora unicamente il sistema deposizionale di stazionamento alto olocenico (*HST*). I depositi dell’*HST* hanno geometria progradazionale e sono costituiti da un complesso pelitico di scarpata di prodelta/piattaforma interna ad argille e silt argillosi che passa gradualmente, attraverso una zona di transizione, a un complesso sabbioso di spiaggia sommersa.

La sequenza deposizionale tardo-quadernaria presente nell’area composta da “*systems tract*” delimitati da superfici facilmente individuabili attraverso la sismica a riflessione, è compresa nei piani Tirreniano e Versiliano.

Preparato: R.T.	Verificato: F.S.	Approvato: R.T.	Pag.34
Commessa: 025/2018	File: doc_eco-2019	Data: 04/03/2019	Revisione: 03/2019

Il piano Tirreniano comprende, la fase di stazionamento alto dello stadio isotopico 5 (periodo interglaciale iniziato ca. 125.000 anni fa), tutta la fase di caduta del l.m. fino all'acme glaciale (stadi isotopici 5, 4, 3, 2) e la prima parte dell'ultima risalita del l.m. (stadio isotopico 2 e 1); mentre il piano Versiliano comprende la parte finale della risalita e lo stazionamento alto (stadio isotopico 1). I depositi di stazionamento alto e parte di quelli trasgressivi sono compresi nello stadio isotopico 1; il limite Pleistocene-Olocene (11,5 ka) cade circa a metà della fase di risalita del livello del mare e approssima la parte finale dell'evento freddo dello "Younger Dryas".

Nello schema sismo-stratigrafico (figura 46) vengono rappresentati i depositi più antichi del pre-tirreniano (in grigio), mentre i depositi di stazionamento basso (LST) sono lateralmente discontinui e caratterizzati da ridotti spessori.

I depositi trasgressivi (TST) sono caratterizzati da un progressivo spostamento verso terra del depocentro e da geometrie tabulari nella parte più antica e progradazionali a basso angolo nella porzione più prossimale e recente.

I depositi di stazionamento alto (HST) sono organizzati in un cuneo progradazionale subacqueo con ciglio deposizionale posto a circa 20 m di profondità e presentano ondulazioni del sottofondo e rilievi di fango, attribuiti a espulsione di fluidi.

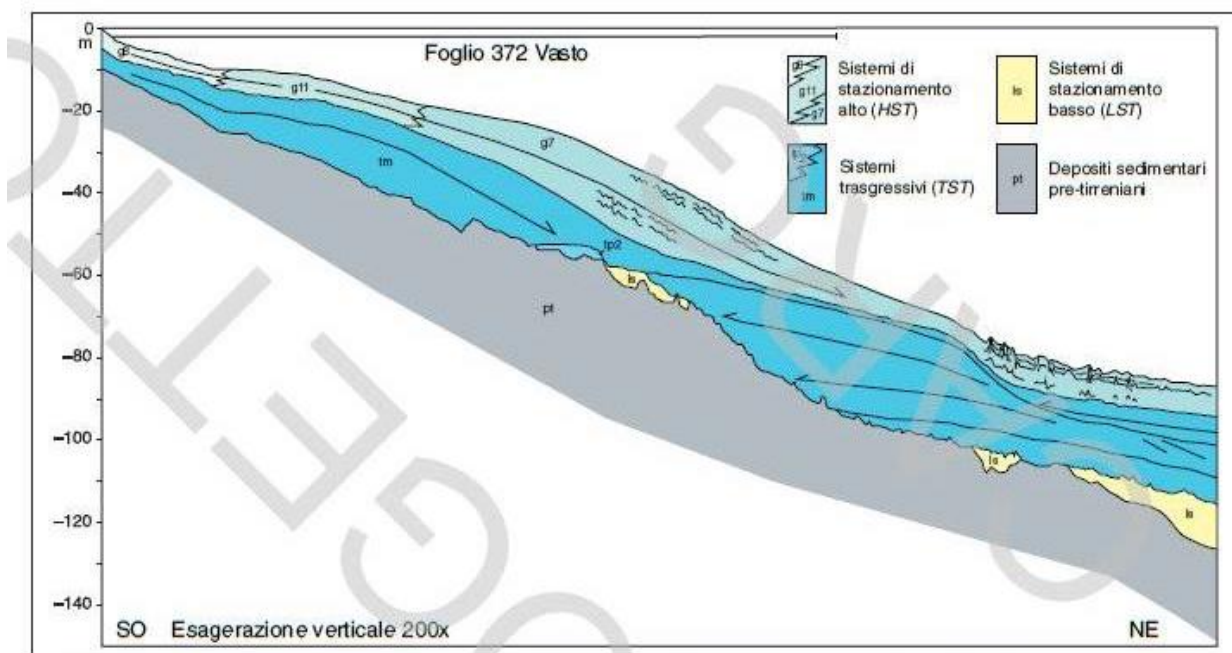


Fig.46 - Schema dei rapporti sismo-stratigrafici.

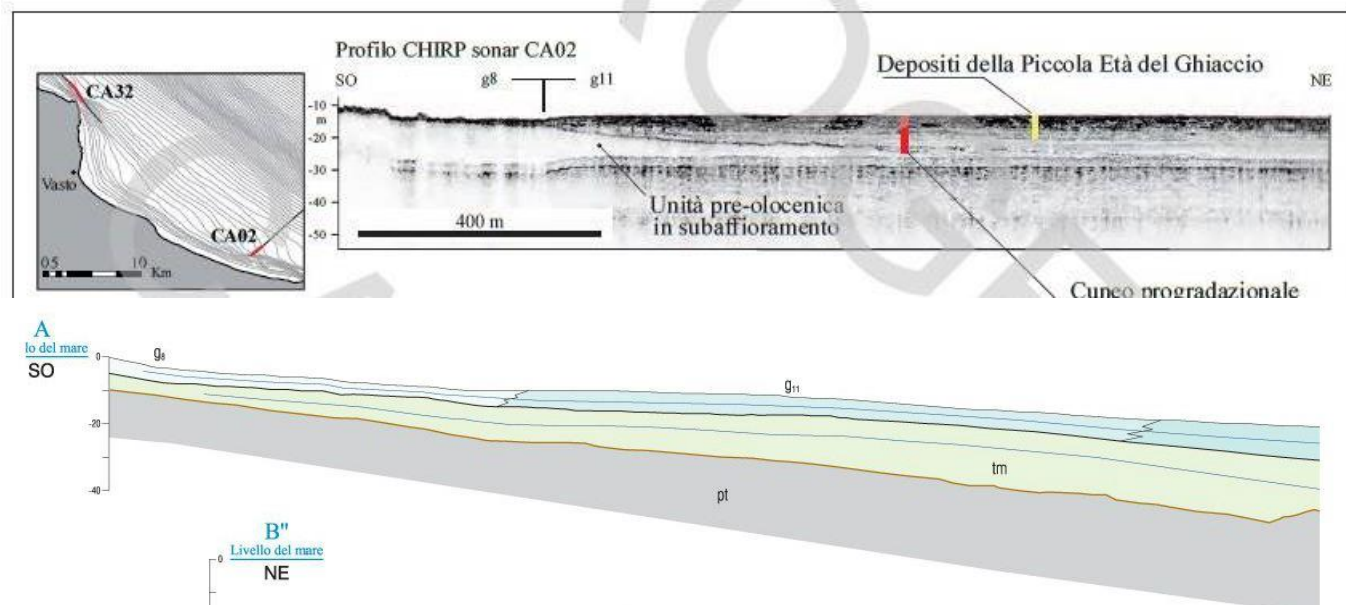


Fig.47– Profilo sismico SBP (sopra) mostra il passaggio tra i depositi di spiaggia sommersa(g8) e la zona di piattaforma di transizione alla scarpata di prodelta (g11).

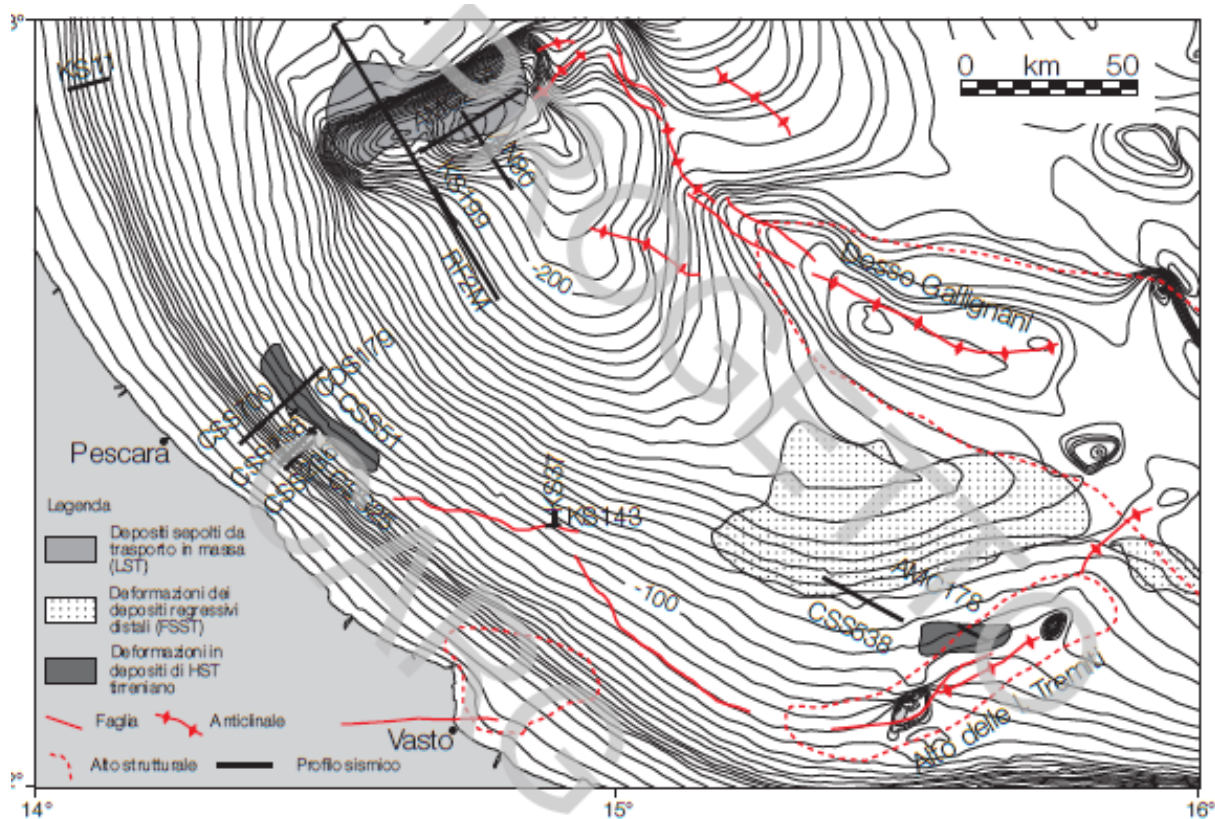
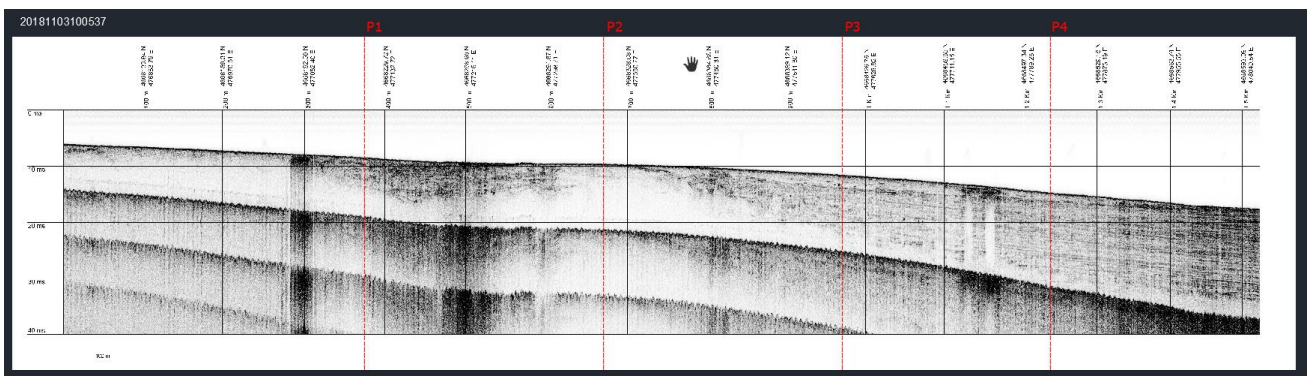
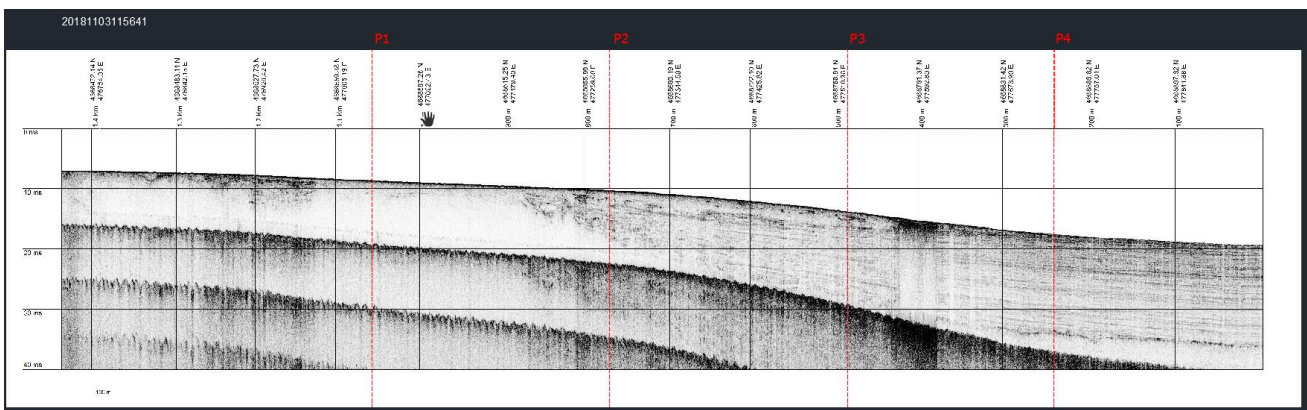


Fig.48 – Schema delle strutture deformative recenti dall'ultimo glaciale fino a 130Ka.

STRATIGRAFIA SISMICA LOCALE

Dai profili sismici Sub Bottom Profiler eseguiti nel novembre 2018, sui fondali dell'area marina antistante lo stabilimento ECOFOX di Vasto, si evince in dettaglio, il passaggio tra i depositi della spiaggia sommersa, con classiche strutture formanti cordoni dunari costituite da sabbie medio-grossolane anche particolarmente addensate e/o litificate, (unità g8 più trasparente con andamento ondulato) e piccoli bacini retrostanti di età pre-olocenica, che vanno dalla attuale linea di costa fino a circa il punto P2, con la zona di piattaforma di transizione alla scarpata di prodelta (g11) che invece riguarda tutta la restante area di posizionamento della futura condotta (tratto da P2 – P4 e campo boe), costituita probabilmente da sedimenti sciolti a granulometria sabbioso-limosa.



La fascia prossima alla costa è caratterizzata da una sostanziale uniformità morfologica, fino alla profondità di circa 20 m, e dalla presenza di diffuse impregnazioni di gas biogenico nell'unità più superficiale che limita notevolmente la penetrazione del segnale sismico.

I depocentri non sono definiti verso terra, dove il mare basso e la presenza di impregnazioni di gas nei primi metri di sedimento rendono massima la riverberazione del segnale acustico e impediscono di tracciare al meglio i riflettori sismici.

Le sezioni geofisiche, hanno messo in evidenza:

- 1) la natura irregolare del limite di sequenza che coincide quasi sempre con la superficie di trasgressione versiliana;
- 2) la presenza di corpi deposizionali, di dimensioni ridotte, attribuibili a facies di transizione o di mare basso depositati durante l'ultimo massimo glaciale,
- 3) i depositi trasgressivi (*TST*) composti da tre unità distinte, separate da superfici di annegamento;
- 4) i corpi discontinui, al di sopra del limite di sequenza, con rilievo irregolare, costituiti da materiali più grossolani (sabbie) attribuibili a depositi di spiaggia (*TST*);
- 5) i depositi di stazionamento alto (*HST*) che riflettono gli apporti appenninici e la dispersione lungo costa dei sedimenti fini ad opera della circolazione prevalente durante gli ultimi 5,5 ka.

I risultati dell'indagine geofisica con identificazione della stratigrafia sismica locale è illustrata nella Tavola n.3 in allegato alla presente relazione tecnica.

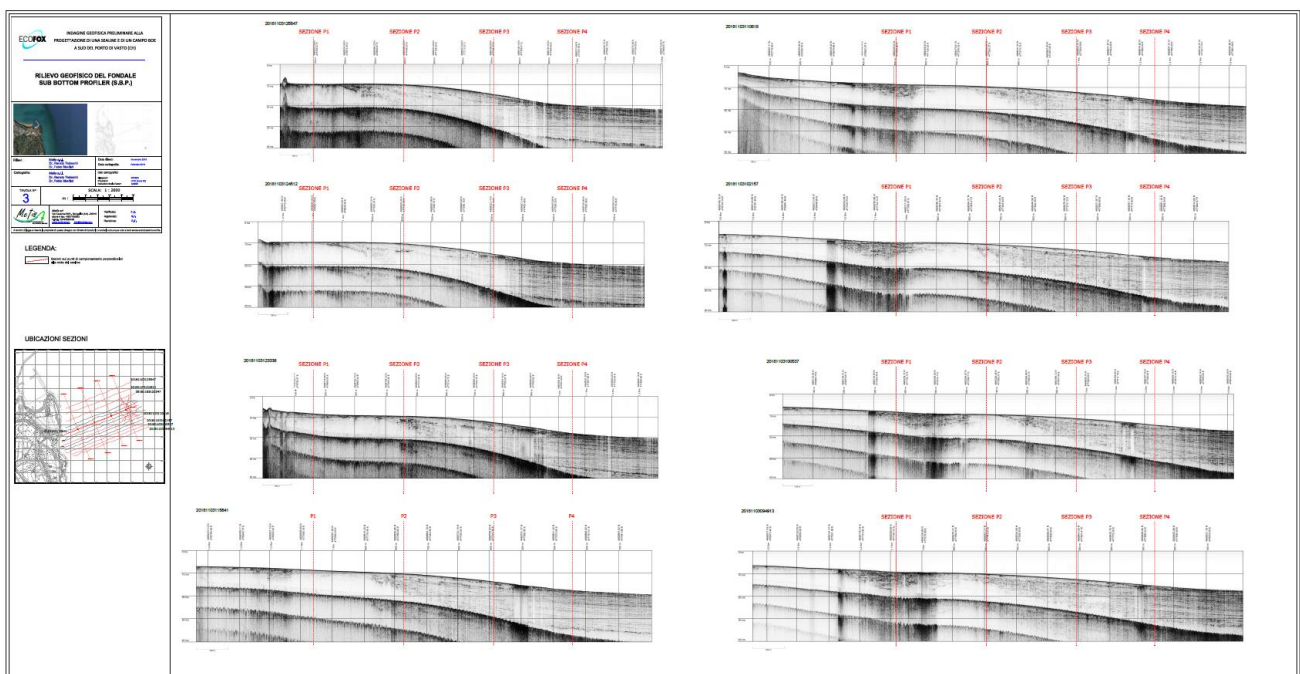


Fig.51– Carta Sismo-Stratigrafica SBP dell' area interessata da progetto (TAV.3 allegata)

4.0 CONCLUSIONI

La società ECOFOX srl, ha affidato alla società METIS S.r.l. di Senigallia (AN) l'incarico di eseguire alcuni rilievi marini geofisici a supporto della caratterizzazione ambientale, preliminarmente alla progettazione di una condotta di collegamento dallo stabilimento ECOFOX ad un campo boe posto in mare a circa 1,4km dalla costa per attracco di navi cisterna.

Lo scopo del lavoro è stato quello di avere un preliminare inquadramento sull'assetto batimetrico, morfologico e sismo-stratigrafico dei fondali dell'area marina su cui ricadrà l'intervento di prossima progettazione.

La superficie coperta dai rilievi batimetrici è stata di circa 1.500 metri da costa verso largo e di circa 600 metri parallelamente alla costa con asse centrale sulla probabile rotta della sealine.

Le profondità misurate sono risultate comprese tra la -3,00 metri slmm e la 17,25 metri slmm.

La pendenza nel primo tratto costiero fino a circa la batimetrica della -10,00metri slmm, rimane costante (circa 1,0%) per poi aumentare leggermente al 1,5% nel tratto finale fino al -17,25 metri slmm.

L'andamento generale delle isobate segue piuttosto fedelmente l'orientamento della costa (NW-SE), con articolazioni più complesse sotto costa, per la presenza degli affioramenti rocciosi in continuità con la morfologia della falesia emersa.

Nella tavola N.1 allegata sono rappresentati i risultati dei rilievi batimetrici

La morfologia dei fondali dell'area marina antistante lo stabilimento Ecofox di Vasto, è stata suddivisa in tre settori :

- Settore I "Costiero": da batimetrica 0.00 metri alla 6,50 metri slmm;
- Settore II "Intermedio": da batimetrica -6,50 metri a circa -12,50 metri slmm;
- Settore III "Campo Boe": da batimetrica -12,50 metri alla 17,50 metri slmm.

Nel settore I "Costiero", che va dalla linea di costa fino alla batimetrica di circa -6,50 metri, (circa 200 metri) abbiamo una morfologia articolata con abbondanti affioramenti rocciosi su fondale con caratteristiche tessiturali prevalentemente sabbiose (medio-grossolane) e sabbiose-ghiaiose che formano sul fondo la classica struttura increspata (ripple).

Nel settore II *“Intermedio”*, la morfologia dei fondali a tessitura sabbiosa (medio-fine) si mantiene con andamento regolare senza alcun tipo di affioramento roccioso sulla rotta della sealine, ma solo alcune rocce isolate e sparse; nel tratto non si evidenzia presenza di alcuna Fanerogama marina.

Nell’ultimo settore III *“Campo Boe”* si evidenzia un passaggio litologico abbastanza netto che coincide circa con la stazione di campionamento N.4, sulla batimetrica della -13,50 m.s.l.m.m.; si passa infatti da fondali generalmente costituiti da sabbiosi medio-fini (tenori>90%) a fondali sabbioso-siltosi con frazione limosa >25% .

Questa differente distribuzione granulometrica è dovuta principalmente all’interazione tra correnti costiere con andamento dominante NW-SE e morfologia della costa; infatti il deposito più fine si trova a sud di Punta Penna in concomitanza del brusco cambiamento della linea di costa dove le correnti perdono energia. Anche in questo tratto, come nell’area del campo boe non si è evidenziata presenza di fanerogame marine.

Dai profili sismo-stratigrafici (Sub Bottom Profiler) eseguiti sui fondali dell’area marina antistante lo stabilimento ECOFOX di Vasto, si evince che la fascia prossima alla costa è caratterizzata da una sostanziale uniformità morfologica, almeno fino alla profondità di circa 20 m, e dalla presenza di diffuse impregnazioni di gas biogenico nell’unità più superficiale che limita notevolmente la penetrazione del segnale sismico.

In dettaglio si evidenzia:

- il passaggio litologico tra i depositi della spiaggia sommersa, con classiche strutture formanti cordoni dunari, costituite da sabbie medio-grossolane anche particolarmente addensate e/o litificate, (unità sismica g8, trasparente con andamento ondulato) e piccoli bacini retrostanti di età pre-olocenica, che vanno dalla attuale linea di costa fino a circa il punto P2,
- la zona di piattaforma di transizione alla scarpata di prodelta (unità sismica g11) che invece riguarda tutta la restante area di posizionamento della futura condotta (tratto da P2 – P4 e campo boe), costituita da sedimenti sciolti a granulometria sabbioso-limosa.