

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D. Lgs 152/2006

PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

HUB ENERGETICO **AGNES ROMAGNA 1&2** UBICATO NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA COSTA EMILIANO-ROMAGNOLA E NEL COMUNE DI RAVENNA

Titolo:

REPORT DELLE INDAGINI GEOFISICHE A MARE

Codice identificativo:

AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO

Proponente:



Agnes S.r.l.
P. IVA: 02637320397



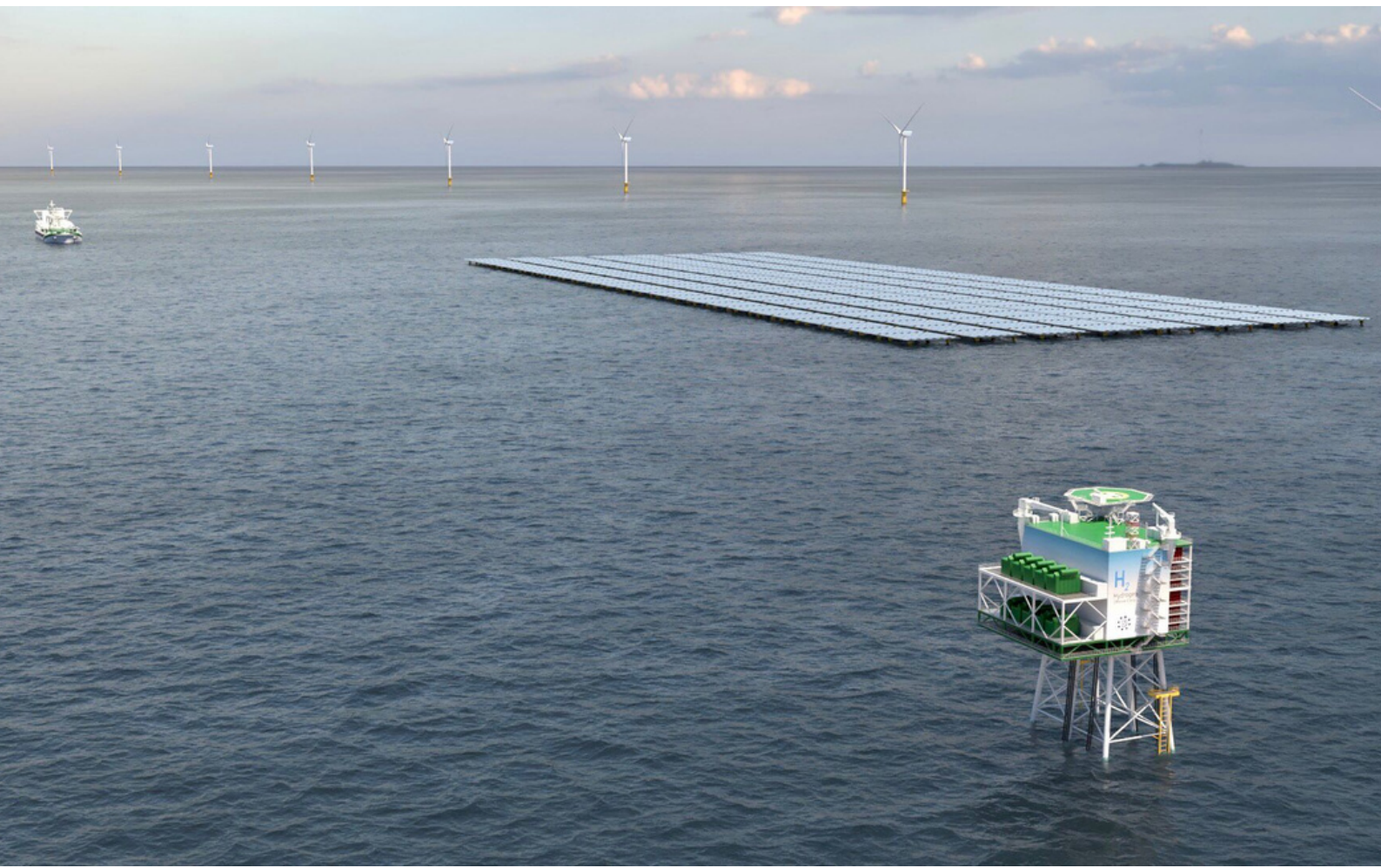
Autori del documento:



WSP Italia S.r.l.
P. IVA: 03674811009



Ubica S.r.l.
P. IVA: 01882970997



DETTAGLI DEL DOCUMENTO

Titolo documento	Report delle indagini geofisiche a mare
Codice documento	AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO
Titolo progetto	Hub energetico Agnes Romagna 1&2
Codice progetto	AGNROM
Data	01/02/2023
Versione	1.0
Autore/i	U. Pantaleo
Tipologia elaborato	Relazione
Cartella	VIA_2
Sezione	Elaborati di progetto
Formato	A4

VERSIONI

1.0	00	U. Pantaleo	G. Torchia	AGNES	Emissione finale
Ver.	Rev.	Redazione	Controllo	Emissione	Commenti

FIRME DIGITALI



Sommario

1. INTRODUZIONE	6
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO.....	7
2. ABBREVIAZIONI & ACRONIMI.....	8
3. DESCRIZIONE DEL SERVIZIO.....	9
3.1 AREA DI LAVORO.....	10
3.2 MEZZO NAVALE.....	11
4. ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO	14
4.1 PERSONALE	14
4.2 LISTA DELLE STRUMENTAZIONI E SOFTWARE	14
5. PARAMETRI GEODETICI E MAREOGRAFICI	18
5.1 VERTICAL DATUM.....	18
5.2 DATI MAREOGRAFICI	18
6. METODOLOGIE DI LAVORO	19
6.1 MOBILITAZIONE.....	19
6.2 POSIZIONAMENTO DI SUPERFICIE	20
6.3 SISTEMA DI NAVIGAZIONE.....	21
6.4 SENSORI DI MOTO E GIROBUSSOLA	22
6.5 SINGLEBEAM.....	24
6.6 MULTIBEAM	25
6.7 SOUND VELOCITY PROFILER (SVP).....	29
6.8 SIDE-SCAN SONAR	30
6.9 SUB-BOTTOM PROFILER	31
6.10 MAGNETOMETRO	34
6.11 USBL – SISTEMA DI POSIZIONAMENTO SUBACQUEO.....	36
6.12 REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)	37
7. METODOLOGIE DI RILIEVO	40
7.1 RILIEVO SIDE-SCAN SONAR.....	41
7.2 RILIEVO SINGLEBEAM.....	43
7.3 RILIEVO MULTIBEAM.....	44
7.4 RILIEVO SUB BOTTOM PROFILER	46
7.5 RILIEVO MAGNETOMETRICO.....	47
7.6 ISPEZIONE ROV.....	49
8. ELABORAZIONE DEI DATI	52
8.1 RILIEVO BATIMETRICO SINGLEBEAM	52
8.2 RILIEVO MORFOLOGICO SIDE-SCAN SONAR.....	54



8.3	RILIEVO BATIMETRICO MULTIBEAM.....	57
8.4	RILIEVO STRATIGRAFICO SUB-BOTTOM PROFILER.....	61
8.5	RILIEVO MAGNETOMETRICO.....	65
8.6	ISPEZIONE ROV.....	68
9.	CALIBRAZIONE STRUMENTALE	70
9.1	STRUMENTAZIONE GPS.....	70
9.2	GIROBUSSOLA E SENSORI DI MOTO.....	71
9.3	CALIBRAZIONE MULTIBEAM.....	72
9.4	CALIBRAZIONE SUB BOTTOM PROFILER.....	78
9.5	CALIBRAZIONE DEL SISTEMA USBL.....	80
10.	CONCLUSIONI.....	86
11.	ELENCO ALLEGATI E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	88
12.	ALLEGATO 1 – SCHEDE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE	89
13.	ALLEGATO 2 – REPORT CALIBRAZIONI.....	103



Indice delle figure

FIGURA 1– LINEE DI RILIEVO SSS E SBES.	10
FIGURA 2– LINEE DI RILIEVO MBES-SBP-MAG.	11
FIGURA 3– M/B MARIANNA IMPIEGATA PER I RILIEVI.	12
FIGURA 4– PLANIMETRIA DELLA M/B MARIANNA.	13
FIGURA 5– FASE DI MOBILITAZIONE SULLA M/B MARIANNA.	19
FIGURA 6– SISTEMA DI POSIZIONAMENTO GPS.....	20
FIGURA 7– NAVIGAZIONE GESTITA DIRETTAMENTE DAI SOFTWARE DI ACQUISIZIONE DURANTE I RILIEVI.....	21
FIGURA 8– GIROBUSSOLA TELEDYNE TSS MAHRS.....	22
FIGURA 9– OFFSET E MONTAGGIO HEADING APPLANIX CON MBES NORBIT.	24
FIGURA 10– STRUMENTAZIONE SINGLEBEAM UTILIZZATA.	25
FIGURA 11– TRASDUTTORE DEL MBES.	25
FIGURA 12– SCHEMA STRUMENTALE DEL RILIEVO MBES.	26
FIGURA 13– RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL CRP UTILIZZATO DURANTE IL RILIEVO MULTIBEAM.	27
FIGURA 14– RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEGLI OFFSET MBES UTILIZZATI.....	28
FIGURA 15– SWIFT SVP VALEPORT UTILIZZATA PER LA PROFILAZIONE DELLA VELOCITÀ DEL SUONO.	29
FIGURA 16– FASE DI INSTALLAZIONE DEL SIDE SCAN SONAR.	30
FIGURA 17– TRANSPONDER USBL INSTALLATO SUL CAVO ARMATO DEL SIDE SCAN SONAR.....	31
FIGURA 18– TRASDUTTORE DEL SBP.	32
FIGURA 19– OFFSET DEL SISTEMA SBP.....	33
FIGURA 20– ANDAMENTO DELL’INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE.	34
FIGURA 21– INTERAZIONE TRA MAGNETIZZAZIONE DI UN OGGETTO ED IL CAMPO MAGNETICO.....	35
FIGURA 22– FORMA DEI SEGNALE IN FUNZIONE DELLA FORMA E POSIZIONE DEGLI OGGETTI.	35
FIGURA 23– TRASDUTTORE DEL SISTEMA USBL MONTATO SU PALO E FLANGIA.	36
FIGURA 24– SCHERMATA DEL SOFTWARE APOS DEL SISTEMA USBL.	37
FIGURA 25- BLUEROV2 DELLA BLUEROBOTICS IN FASE DI PREPARAZIONE.....	38
FIGURA 26- ANTENNA DEL SISTEMA DI POSIZIONAMENTO SEANAV (A SINISTRA); BEACON USBL MONTATO SUL ROV (A DESTRA).	39
FIGURA 27- APPROCCIO "QUATTRO PUNTI CARDINALI E QUATTRO TESTE SOPRA IL TRANSPONDER".....	39
FIGURA 28– PIANO LINEE (SPAZIATURA 200 M) ACQUISITE NELLA PRIMA FASE CON STRUMENTAZIONE SSS E SBES.....	40
FIGURA 29– LINEE DI ACQUISIZIONE SBP, MAG E MBES.....	41
FIGURA 30– LINEE DI RILIEVO ACQUISITE LUNGO GLI ELETTRODOTTI.....	42
FIGURA 31– BEACON USBL POSIZIONATO SUL CAVO DEL SIDE SCAN SONAR A CIRCA 1 M DAL TOWFISH.	42
FIGURA 32– ESEMPIO DI INTERFACCIA SOFTWARE NETTUNO 2.0.	44
FIGURA 33– CORRIDOIO DI 60 M CENTRATO SULL’ASSE DELL’ELETTRODOTTO.....	45
FIGURA 34– ESEMPIO DI SCHERMATA DI ACQUISIZIONE SBP.	47
FIGURA 35– FASI DI PREPARAZIONE DEL MAGNETOMETRO PRIMA DEL RILIEVO.....	47
FIGURA 36– ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEL CAMPO MAGNETICO IN RELAZIONE ALLE QUATTRO DIREZIONI DI RILIEVO CARDINALI.	48
FIGURA 37- ROV ADOPERATO CON BEACON USBL ASSICURATO ALL’OMBELICALE.....	49
FIGURA 38- MAPPA DELL’AREA DI PROGETTO E DEI TARGET ISPEZIONATI MEDIANTE ROV.	50
FIGURA 39- FOTOGRAMMA ESTRATTO DA VIDEO ROV.....	51
FIGURA 40- CARTA BATIMETRICA TOTALE IN FORMATO GEOTIFF	52
FIGURA 41: ESTRATTO DELLA CARTA DELLE ISOBATE.....	53
FIGURA 42– INTERFACCIA GRAFICA DEL SOFTWARE SEAVIEW.....	54
FIGURA 43– SLANT RANGE CORRECTION TOOL.	55
FIGURA 44– SETTORI IN CUI SONO STATI SUDDIVISI I MOSAICI DELLE DUE AREE DI INDAGINE OFFSHORE.	55
FIGURA 45– CONDOTTA POGGIATA SUL FONDO RILEVATA NEL PARCO “ROMAGNA 2” ED ESEMPIO DI SOLCHI RICONDUCEBILI ALL’ATTIVITÀ DI PESCA A STRASCICO.	56
FIGURA 46– RELITTI INDIVIDUATI.	56



FIGURA 47—ALTRI TARGET INDIVIDUATI A VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE E TIPOLOGIA DEL FONDALE E PARTICOLARE DELLA CONDOTTA CHE ATTRAVERSA IL CAMPO “ROMAGNA 2”	57
FIGURA 48— INTERFACCIA DEL SOFTWARE DI ELABORAZIONE DATI MULTIBEAM QIMERA	58
FIGURA 49— PARAMETRI UTILIZZATI PER IL CALCOLO DELLA SURFACE CON L’ALGORITMO CUBE E INTERFACCIA PER I FILTRI SULLA SUPERFICIE.	59
FIGURA 50- VISIONE D’INSIEME DEL RILIEVO MBES (IN ALTO); DETTAGLIO DEL RILIEVO MBES A DIVERSE PROFONDITÀ (IN BASSO) MINORE A SINISTRA, MAGGIORE A DESTRA IN CUI SONO CHIARAMENTE VISIBILI SOLCHI SUL FONDALE, CON BUONA PROBABILITÀ ASCRIVIBILI AD ATTIVITÀ DI PESCA A STRASCICO.	60
FIGURA 51- DETTAGLIO DEI DUE TARGET PROBABILMENTE IDENTIFICATI COME RELITTI.....	61
FIGURA 52— ESEMPIO DI RIFLETTORE A CIRCA 10 METRI DI PROFONDITÀ.	62
FIGURA 53— ESEMPIO DI RIFLETTORE A CIRCA 4 METRI DI PROFONDITÀ E DI AREA CON LA PRESENZA DI RIFLETTORI MULTIPLI.	63
FIGURA 54— ESEMPIO DI PRESENZA DI GAS CHE DEGRADA LE IMMAGINI.	63
FIGURA 55— PARTICOLARE DI FORMA AD IPERBOLE DOVUTA PROBABILMENTE AD UN TARGET SOMMERSO A CIRCA 1 M.	64
FIGURA 56— LOCALIZZAZIONE DEI TARGET INDIVIDUATI RICONDUCIBILI A TUBAZIONI.	65
FIGURA 57— INTERFACCIA DI ELABORAZIONI DATI MAGNETOMETRICI CON IL SOFTWARE MAGPICK.....	66
FIGURA 58— SEGNALI RILEVATI DALLO STRUMENTO IN CORRISPONDENZA DEI 12 TARGET INDIVIDUATI.	67
FIGURA 59— LOCALIZZAZIONE DEI PRINCIPALI TARGET INDIVIDUATI DURANTE L’INDAGINE MAGNETOMETRICA.....	67
FIGURA 60- SNAPSHOTS DA VIDEO ROV IN CORRISPONDENZA DEL TARGET REL2: LE IMMAGINI IN ALTO MOSTRANO STRUTTURA DEL RELITTO E FUNI IMPIGLIATE, LE IMMAGINI IN BASSO MOSTRANO LA RICCA FAUNA SESSILE ASSOCIATA.	68
FIGURA 61- SNAPSHOTS DA VIDEO ROV IN CORRISPONDENZA DEL TARGET REL1.	69
FIGURA 62- SNAPSHOTS DA VIDEO ROV IN CORRISPONDENZA DELLA CONDOTTA SUL TARGET R2.	69
FIGURA 63- FONDALI INCOERENTI DI NATURA SILTOSA E SEGNI DI BIOTURBAZIONE SUI TARGET ISPEZIONATI.....	69
FIGURA 64— MONOGRAFIA CAPOSALDO ISPRA.....	70
FIGURA 65— CALIBRAZIONE DELLA GIROBUSSOLA TSS MAHRS.	72
FIGURA 66— RISULTATO DELLA CALIBRAZIONE DELLA GIROBUSSOLA PER I RILIEVI MBES.	72
FIGURA 67— BAR-CHECK ESTRATTO DA QIMERA.....	74
FIGURA 68— FINESTRA DI QIMERA RELATIVA AGLI STEP DI CALIBRAZIONE DEL ROLLIO (ROLL).	75
FIGURA 69— FINESTRA DI QIMERA RELATIVA AGLI STEP DI CALIBRAZIONE DEL BECCHEGGIO (PITCH).	76
FIGURA 70— FINESTRA DI QIMERA RELATIVA AGLI STEP DI CALIBRAZIONE DELL’ORIENTAMENTO DELLA SONAR HEAD (YAW).	77
FIGURA 71— ESEMPIO DI INTERFACCIA SVP EDITOR SUL SOFTWARE QIMERA.....	78
FIGURA 72— TAP TEST SUB BOTTOM PROFILER.	79
FIGURA 73— PROFILO SVP DEL 25/05/2022.....	80
FIGURA 74— PROFILO SVP DEL 30/05/2022.....	81
FIGURA 75— PROFILO SVP DEL 04/07/2022.....	81
FIGURA 76— RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELL’APPROCCIO UTILIZZATO PER LA CALIBRAZIONE DEL SISTEMA USBL.	82
FIGURA 77— REPORT DI CALIBRAZIONE DEL SISTEMA USBL ESEGUITO IL 25-05-2022.	85



Indice delle tabelle

TABELLA 1: CRONOLOGIA DEGLI EVENTI PRINCIPALI.....	9
TABELLA 2: OPERATORI COINVOLTI NELLE CAMPAGNE DI RILIEVO ED ELABORAZIONE DATI.	14
TABELLA 3: STRUMENTI PRINCIPALI IMPIEGATI.	14
TABELLA 4: STRUMENTI DI SUPPORTO.....	16
TABELLA 5: SOFTWARE DI ACQUISIZIONE E GESTIONE DELLE PERIFERICHE.....	16
TABELLA 6: SOFTWARE DI ELABORAZIONE DEI DATI.	17
TABELLA 7: PRINCIPALI SPECIFICHE TECNICHE DELLA GIROBUSSOLA TELEDYNE TSS MAHRS.....	23
TABELLA 8: OFFSET MISURATI RELATIVI AL MULTIBEAM.	27
TABELLA 9: SPECIFICHE TECNICHE DELLA SONDA SWIFT SVP VALEPORT.....	29
TABELLA 10: OFFSET MISURATI PER IL SBP.....	33
TABELLA 11: ERRORI DI DISALLINEAMENTO DEL TRASDUTTORE MBES.	45
TABELLA 12- TARGET ISPEZIONATI MEDIANTE ROV (COORDINATE ESPRESSE IN WGS84/UTM 33).....	49
TABELLA 13: POSIZIONE DELLE PROBABILI CONDOTTE INTERRATE.	64
TABELLA 14: COORDINATE ED AMPLITUDE (NT) DEI SEGNALI RILEVATI.	66
TABELLA 15: PRECISIONE DEL RILIEVO GPS IN MODALITÀ RTK E ATLAS.....	71
TABELLA 16: PARAMETRI DI CONFIGURAZIONE SELEZIONATI.....	79



1. INTRODUZIONE

Il Progetto Romagna 1&2 è relativo alla installazione e messa in esercizio di un hub energetico localizzato in parte nel tratto di mare antistante la costa emiliano-romagnola e in parte nell'area del Comune di Ravenna. Agnes S.r.l. è la società ideatrice e proponente del progetto, con sede a Ravenna (RA).

L'hub presenta caratteristiche altamente innovative, in primis l'integrazione di impianti a mare di produzione di energia da fonte solare ed eolica, la cui elettricità viene trasmessa a terra per tre diverse finalità tra loro non mutualmente esclusive:

1. immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale;
2. stoccaggio in sistemi di immagazzinamento con batterie agli ioni di litio;
3. produzione di idrogeno verde per mezzo del processo di elettrolisi.

Agnes S.r.l., nell'espletamento dei servizi sopra indicati, intende perseguire i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e delle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Le opere del Progetto sono nello specifico:

- un impianto eolico off-shore composto da 25 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 200 MWp ("Romagna 1");
- un impianto eolico off-shore composto da 50 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 400 MWp ("Romagna 2");
- un impianto fotovoltaico da 100 MWp di tipologia galleggiante;

ed opere di connessione costituite da:

- due stazioni elettriche di trasformazione 66/220 kV off-shore;
- una stazione elettrica di trasformazione 380/220/30/0,4 kV on-shore (SSE Agnes Ravenna Porto) con opere connesse tra cui un impianto di accumulo di energia di potenza fino a 50 MWp ed un impianto di produzione idrogeno per mezzo di elettrolizzatori;
- elettrodotti marini di inter-array da 66 kV ed export da 220kV, una buca giunti terra-mare per cavi export da 220 kV, cavi export terrestri a 220 kV per la trasmissione dell'energia generata dagli impianti eolici e fotovoltaico alla SSE Agnes Ravenna Porto e da questa, mediante cavi export terrestri a 380 kV alla Stazione Elettrica Terna "La Canala", individuata come punto di connessione alla RTN.



La società proponente ha iniziato a svolgere analisi di fattibilità tecnico-economiche dal 2017 e da allora sono stati compiuti notevoli sforzi di progettazione per gestire le complessità dettate dalle innovazioni tecnologiche proprie degli impianti e maturare le scelte tecniche in base alle esigenze e gli input degli stakeholder.

Nel gennaio del 2021 Agnes ha avviato ufficialmente l'iter di autorizzazione del Progetto, ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/2003 e secondo quanto disposto dalla circolare n. 40/2012 del MIT (ora MIMS). È stato superato con esito positivo la prima fase del complesso iter, ovvero l'istruttoria di Concessione Demaniale Marittima ai sensi dell'art. 36 del Codice Della Navigazione, in cui hanno espresso parere circa 30 enti, nessuno dei quali è risultato negativo o ostativo.

La società ha quindi proceduto con l'avanzamento dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (D. Lgs 152/2006), basata sullo Studio d'Impatto Ambientale e del Progetto con livello di approfondimento Definitivo, dei quali questo documento risulta parte.

1.1 Scopo del documento

La U.Bi.Ca. S.r.l. ha ricevuto incarico da Golder di eseguire una campagna di rilievi geofisici previsti dal Piano di Caratterizzazione Ambientale (PdCA) nell'ambito dei servizi di permitting ambientale (SIA e VIA) per il progetto Agnes Romagna 1&2.

Le attività di campo, condotte tra il 24 maggio e il 6 luglio 2022, comprendono:

- rilievo batimetrico Singlebeam Echosounder (SBES);
- rilievo geomorfologico Side Scan Sonar (SSS);
- rilievo batimetrico Multibeam Echo Sounder (MBES);
- rilievo stratigrafico Sub Bottom Profiler (SBP);
- rilievo magnetometrico (MAG).

Sono state inoltre effettuate le ispezioni video dei target mediante ROV nelle date 30 e 31 agosto 2022. Gli obiettivi della campagna di rilievo sono molteplici e consistono nel definire la geomorfologia dei fondali in corrispondenza delle aree identificate come idonee alla messa in opera del progetto, individuare i target sensibili all'interno dell'area di indagine, acquisire informazioni utili a definire la distribuzione degli habitat bentonici, acquisire i profili sismici e magnetometrici utili ad evidenziare gli orizzonti stratigrafici e le eventuali anomalie magnetiche riscontrate in corrispondenza degli aerogeneratori e lungo le linee di posa degli elettrodotti.

Il presente Report ha lo scopo di presentare la strumentazione, il personale, le procedure, le metodologie, le relative calibrazioni e test impiegati per l'esecuzione dei rilievi e la loro elaborazione.

Nelle seguenti sezioni vengono forniti i dettagli dei piani di rilievo, insieme con le procedure di calibrazione della strumentazione, di acquisizione ed elaborazione dei dati e di restituzione dei risultati.



2. ABBREVIAZIONI & ACRONIMI

CPU	Central Processing Unit
CRP	Center Reference Point
DGPS	Differential Global Positioning System
DTM	Digital Terrain Model
HSE	Health, Safety and Environment
DGNSS	Differential Global Navigation Satellite System
DPI	Dispositivi di Protezione Individuale
DPR	Daily Progress Report
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HF	High frequency
IHO	International Hydrographic Organization
IMU	Inertial Measurement Unit
LF	Low frequency
MAG	Magnetometro
MBES	Multibeam Echosounder
MRU	Motion Reference Unit
NMEA	National Marine Electronics Association
QA / QC	Quality Assurance / Quality Control
ROV	Remotely Operated Vehicle
RTK	Real-time kinematic
SBES	Singlebeam
SBP	Sub Bottom Profiler
SOW	Scope of Work
SSS	Side Scan Sonar
SVP	Sound Velocity Profile
USBL	Ultra Short Base Line
W.D.	Water depth
WGS84	World Geodetic System 1984



3. DESCRIZIONE DEL SERVIZIO

Le attività di campo sono state condotte tra il 24 maggio e il 31 agosto 2022.

La cronologia dei principali eventi in situ è riportata nella seguente tabella.

Tabella 1: Cronologia degli eventi principali.

Data	Attività
24/05/2022-25/05/2022	<ul style="list-style-type: none">• Mobilitazione SB, SSS, USBL• Safety induction• Test funzionali strumentazione• Calibrazioni strumentali (GPS, SB-bar-check, SSS e USBL)
26/05/2022-13/06/2022	<ul style="list-style-type: none">• Rilievi SB e SSS
13/06/2022-14/06/2022	<ul style="list-style-type: none">• Back up e demobilitazione SB e SSS• Mobilitazione MBES, SBP, MAG• Patch test MBES• Test funzionali SBP• Test funzionali MAG
15/06/2022-17/06/2022	<ul style="list-style-type: none">• Misurazione profili SVP• Rilievi MBES, SBP, MAG
18/06/2022	<ul style="list-style-type: none">• Back up e demobilitazione MBES, SBP, MAG
03/07/2022	<ul style="list-style-type: none">• Mobilitazione SB, SSS, USBL
04/07/2022-05/07/2022	<ul style="list-style-type: none">• Test funzionali strumentazione• Bar check Singlebeam• Calibrazione USBL• Rilievi SB e SSS
06/07/2022	<ul style="list-style-type: none">• Back up e demobilitazione strumentazione
29/08/2022-01/09/2022	<ul style="list-style-type: none">• Mobilitazione ROV• Test funzionali strumentazione• Calibrazione USBL• Ispezioni vivide ROV• Back up e demobilitazione ROV



3.1 Area di lavoro

L'area di indagine è costituita dai due parchi offshore di Ravenna denominati "Romagna 1" e "Romagna 2", dall'intera lunghezza dell'elettrodotto marino di connessione tra i due parchi (anch'esso localizzato offshore) per un'ampiezza di 250 m per lato intorno all'elettrodotto, dall'elettrodotto marino che collega il parco "Romagna 2" al punto di sbarco a terra (spiaggia di Punta Marina) e da una sua variante sempre per un'ampiezza di 250 m per lato intorno al tracciato, con una superficie complessiva stimata di 390 km² (Figura 1). In Figura 1 e Figura 2 sono rispettivamente riportate le rotte di indagine dei rilievi SSS e SBES e quelle dei rilievi MBES, SBP e MAG.

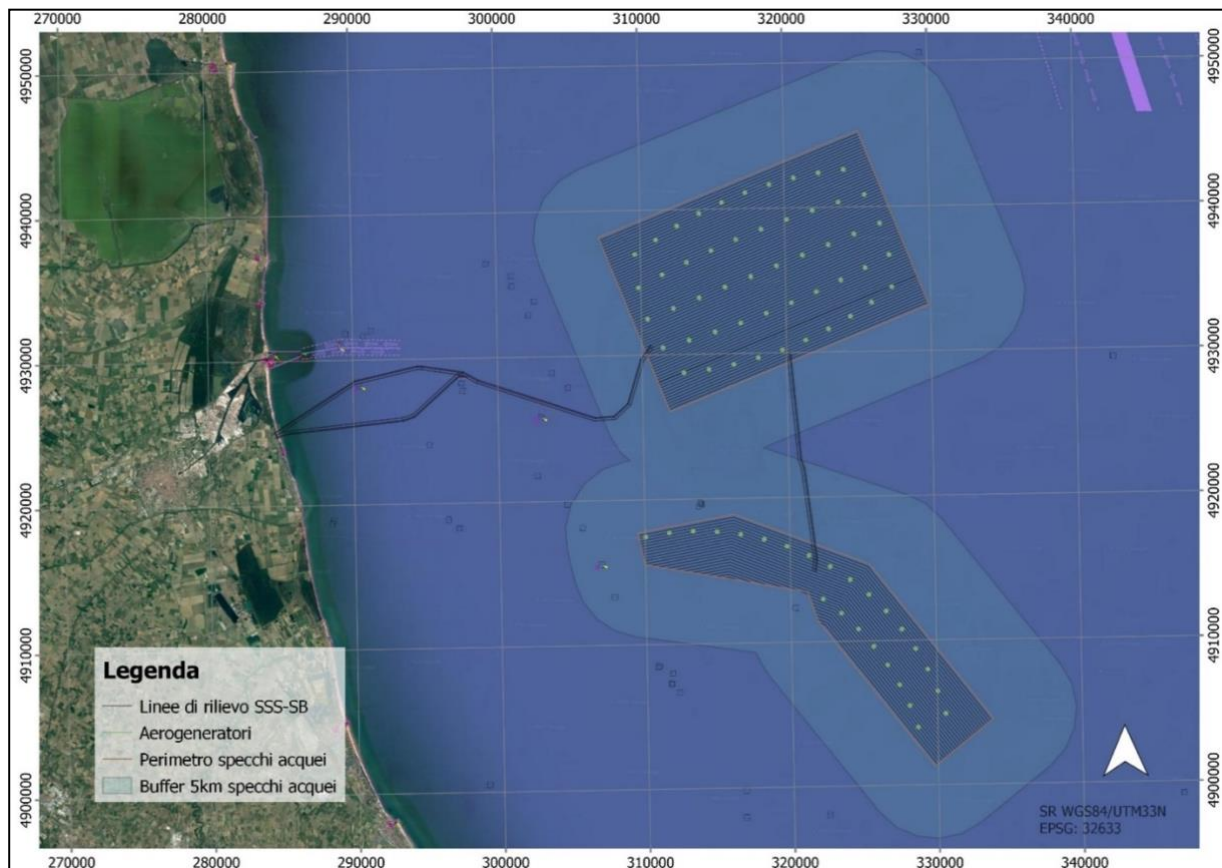


Figura 1– Linee di rilievo SSS e SBES.

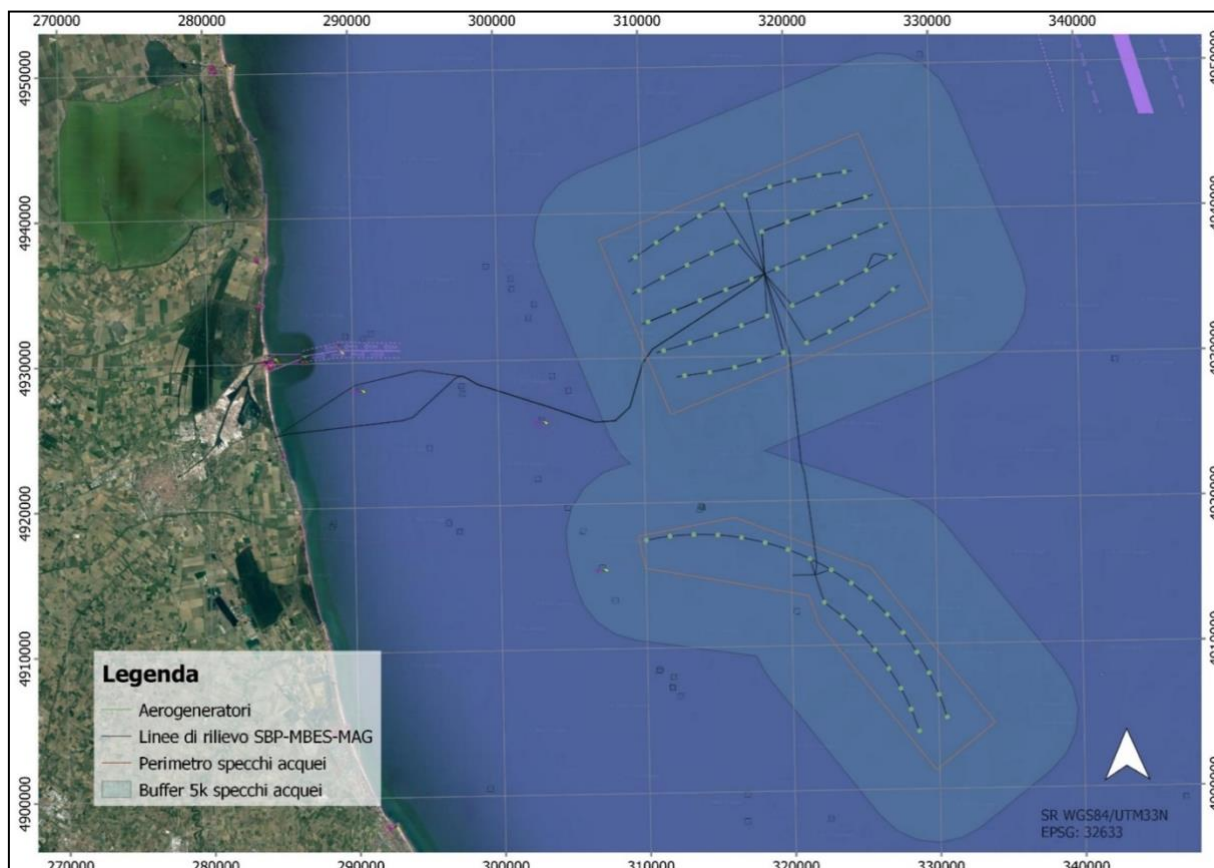


Figura 2– Linee di rilievo MBES-SBP-MAG.

3.2 Mezzo navale

La campagna di rilievi geofisici è stata condotta operando in continuo 24 ore su 24 a bordo della M/B “Marianna” iscritta al n. OR255 del Registro delle Navi Minori della Capitaneria di Ortona e attualmente temporaneamente trasferita all’esercizio del traffico.

L’imbarcazione ha una lunghezza di 17,98 e una larghezza di 5,55 m per una stazza lorda di 9,95 tonnellate, ed è in grado di ospitare, oltre all’equipaggio, 6 ricercatori (in 3 distinte cabine da 2 posti ciascuna).



Figura 3– M/B Marianna impiegata per i rilievi.

L'imbarcazione è fornita delle seguenti dotazioni:

- 2 cabine doppie e 1 quadrupla (tot. 8 persone)
- 1 cabina di riserva (tot. 2 persone)
- 1 bagno per uomini completo di doccia e acqua calda
- 1 bagno per donne completo di doccia e acqua calda
- Cucina e mensa per 10/12 persone
- Pavimento antiscivolo
- 3 Banchi da lavoro in acciaio
- Megafono per comunicare dal ponte di comando verso il locale mensa, ponte di coperta (spazi di lavoro), locale apparato motore;
- Strumentazione certificata: GPS, RADAR, Cartografia elettronica, 2 VHF, 1 radio HF, Ecoscandaglio, pilota automatico
- Cella refrigerante, cella congelatore
- Navigazione fino a 40 miglia dalla costa



- Dotazioni di sicurezza per 12 persone con relative annotazioni di sicurezza certificate RINA
- 1 zattera da 12 persone e giubbotti di salvataggio individuali
- 1 EPIRB, AIS, BLUEBOX
- Verricello avvolgi cavi e salpa reti
- Motore principale 219 kW
- Motore ausiliare per le emergenze con alternatore 220V-380V
- Poppa apribile
- Pompa di esaurimento sentina ed emergenza motore e alternatore 24 V
- Archetto per tirare su attrezzi di ogni genere (divergenti, pulegge)
- Archetto abbattibile, bigli per distanziamento della strumentazione dallo scafo (opzione)
- Assicurazione per personale e imbarcazione (RC)
- Piano di sicurezza conforme alla 271/99 inerente alle attività da svolgere

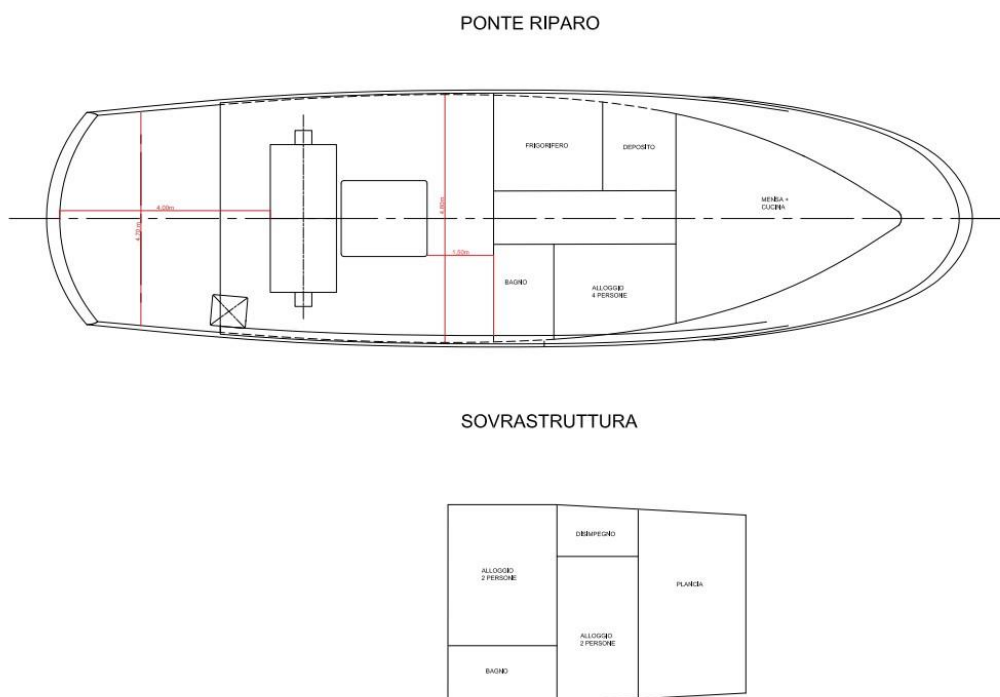


Figura 4– Planimetria della M/B Marianna.

L'unità navale è stata preventivamente attrezzata con n.3 pali e flange ruotabili (n.2 sul bordo sinistro e n.1 sul bordo di dritta) per installare contemporaneamente il trasduttore USBL, il trasduttore MBES e il SBP.



4. ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

4.1 Personale

Le indagini marine a bordo dell'imbarcazione sono state svolte da diversi tecnici e *party chief* che si sono alternati in funzione delle attività da eseguire.

Gli operatori coinvolti nelle campagne di rilievo sono elencati nella seguente tabella.

Tabella 2: Operatori coinvolti nelle campagne di rilievo ed elaborazione dati.

Personale	Ruolo	N° certificazione BOSIET-OPITO
Ubaldo Pantaleo	Senior surveyor	n. 99045700040522014
Carlo Del Grande	Senior surveyor	n. 99045700040522013
Luca Sardi	Senior surveyor	n. 99045700200618001
Alberto Bindi	Junior surveyor	n. 99045700040522009
Monica Previati	Senior surveyor	n. 99045700210422005
Marco Palma	Senior surveyor	n. 1357000711181153093
Andrea Roman	Junior surveyor	n. 99045700280421009
Andrea Niccolò Scuteri	Junior surveyor	n. 99045700130422009
Alice Premici	Junior surveyor	n. 99045700210422004
Filippo Pelliccia	Senior surveyor e Data Processor	n. 99045858150422007
Alessandra Pisanti	Data Processor	-
Lorenzo Rossi	Data Processor	-

4.2 Lista delle strumentazioni e software

Di seguito sono elencate le strumentazioni impiegate.

Tabella 3: Strumenti principali impiegati.

Indagine	Strumentazione	Specifiche tecniche
Posizionamento satellitare & Heading	STONEX S990A	Ricevitore integrato GPS + GLONASS in modalità RTK e Statica ed L_Band ATLAS Accuratezza SBAS positioning: 0.60 m RMS Accuratezza in modalità RTK: Orizzontale = 5 mm + 0.5 ppm Verticale = 10 mm + 0.5 ppm



Indagine	Strumentazione	Specifiche tecniche
	APPLANIX POS-MV WAVEMASTER II	Ricevitore integrato GPS + GLONASS TRIMBLE in modalità RTK e Statica ed L_Band STARFIX Accuratezza Heading: 0.03° con base di 2 m
Rilievo batimetrico SBES	Ecoscandaglio G-Echo	Cono acustico 9° Frequenza 200 Khz Range batimetrico 0.3 m - 100 m Risoluzione 2 cm Output rate 5Hz.
Rilievo geomorfologico SSS	SONARBEAM 150P	Singola frequenza: 400, 1,250 kHz Doppia frequenza: 400/1,250 kHz Massima profondità: 100 m Beam Tilt: 20° down fixed
Rilievo batimetrico MBES	NORBIT iWBMS	Frequenza: 200 – 700 KHz Range batimetrico: 0.2-275 m (>300 m con 0.9° X 0.9° option) Accuratezza Heading: 0.03° (RTK) separazione antenna 2 m Accuratezza Pitch/Roll: 0.02° indipendente da separazione antenna Accuratezza Heave: 2 cm o 2% (TRUEHEAVETM), 5 cm o 5% (REAL TIME)
Rilievo stratigrafico SBP	INNOMAR SES 2000 SMART	Range batimetrico: 0.5 – 100 m Penetrazione: fino a 20 m (dipendente dal tipo di sedimento e rumore) Range/Layer Resolution: approx. 1 cm / fino a 8 cm Larghezza fascio di trasmissione (-3dB): approx. ± 2.5° / footprint < 9% della profondità Frequenza primaria (PF): approx. 100 kHz (banda di frequenza 90 – 110 kHz) PF Source Level/Acoustic Power: >235 dB//μPa re 1m/~2 kW Bassa frequenza secondaria (SLF): centre freq. 10 KHz (banda di frequenza totale 5 – 15 kHz) Durata dell'impulso: selezionabile dall'utente 0.1 – 0.5 ms Tipo di impulso: Ricker, CW Ping Rate: fino a 40 pings/s
Rilievo magnetometrico MAG	GEOMETRICS G882	Range operativo: 20,000 to 100,000 nT Rumore: <0.02 nT/Hzrms Frequenza di campionamento massima: 20 Hz Errore di Heading: < 1 nT (over entire 360° spin) Output: RS-232 da 1,200 a 19,200 Baud
Sistema di posizionamento subacqueo (USBL)	KONGSBERG μPAP 200 + transponder cNODE Micro 31-180	Accuratezza Motion Sensor: R/P: 0.08°, Range ±180° Accuratezza Sistema di Posizionamento: 0.39°/068%, Range: ±0.02 m



Oltre ai principali equipaggiamenti sopra dettagliati sono state utilizzate le strumentazioni elencate in Tabella 4.

Tabella 4: Strumenti di supporto.

Tipologia	Strumentazione	Specifiche tecniche
Sensore inerziale	SVS e APPLANIX POS-MV WAVEMASTER integrati in NORBIT iWBMS	Accuratezza Roll & Pitch: 0.03° Accuratezza Heave: 5 cm o 5%
Sensore di moto e girobussola	TELEDYNE TSS-MAHRS	Heading: Settle point error $\pm 0.1^\circ$ RMS secant latitude, Static error $\pm 0.05^\circ$ RMS secant latitude, Settle point repeatability $\pm 0.1^\circ$ RMS secant latitude, Follow-up speed 200° / second Limiti Gimbal: 45° pitch & roll Risoluzione Pitch & roll: 0.01° Pitch & roll range: $\pm 90^\circ$ Accuratezza Pitch & roll: 0.03° (per ampiezza di 5°), 0.05° (per ampiezza di 45°) Heave: 5 cm o 5%
Sonda profilatrice Velocità del Suono	VALEPORT SWIFT	Range: 1375 - 1900m/s Risoluzione: 0.001m Accuratezza: ± 0.02 m/s Frequenza acustica: 2.5MHz Frequenza di campionamento: Selezionabile

I software utilizzati per l'acquisizione dei dati e la gestione delle singole periferiche sono di seguito elencati in tabella 5.

Tabella 5: Software di acquisizione e gestione delle periferiche.

Indagine	Software
Rilievo batimetrico SBES	NETTUNO 2.0 Geocoste
Rilievo geomorfologico SSS	SONARBEAM
Rilievo batimetrico MBES	QINSY QPS
Rilievo stratigrafico SBP	SESWIN Innomar
Rilievo magnetometrico MAG	MAGLOG Geometrics
Navigazione SBP - MAG	QINSY QPS
Posizionamento subacqueo USBL	APOS Station Kongsberg



L'elaborazione dei dati è stata successivamente eseguita utilizzando i seguenti software:

Tabella 6: Software di elaborazione dei dati.

Indagine	Software
Rilievo batimetrico SBES	SURFER 13
Rilievo geomorfologico SSS	SEAVIEW Moga Software
Rilievo batimetrico MBES	QIMERA QPS
Rilievo stratigrafico SBP	ISE Innomar
Rilievo magnetometrico MAG	MAGLOG e MAGPICK Geometrics

Le schede tecniche della strumentazione utilizzata sono riportate in calce a questa relazione come allegati.



5. PARAMETRI GEODETICI E MAREOGRAFICI

I parametri geodetici utilizzati nel presente progetto sono i seguenti:

Geodetic Parameters	
Datum	WGS84
Spheroid	WGS 1984
Semi-Major Axis	6378137.000 metres
Semi-Minor Axis	6356752.314 metres
Inverse Flattering (1/f)	298.25722356300
Projection Parameters	
Projection	Universal Transverse Mercator (UTM)
Central Meridian (CM)	15° East (Zone 33 N)
Origin Latitude	0°
False Easting	500,000 metres
False Northing	0 metres
Scale Factor on CM	0.9996
Units	metre

5.1 Vertical datum

Il riferimento verticale adottato è stato Genova 1942.

5.2 Dati mareografici

Per quanto riguarda i dati mareografici è stata utilizzata l'RTK tide dedotta dalla misurazione della quota del GPS. Dove non era possibile ottenere la correzione differenziale è stata fatta una post elaborazione dei dati con il software POSTAC di Applanix, utilizzando dei file rinex generati su una stazione virtuale in prossimità della zona di lavoro.



6. METODOLOGIE DI LAVORO

6.1 Mobilitazione

Le operazioni di mobilitazione si sono svolte secondo le seguenti principali fasi:

- Controllo dei documenti di progetto e scopo del lavoro;
- Consegna al personale degli appositi DPI, adeguata formazione in merito al COVID-19 e comportamenti da tenere a bordo;
- Istruzione dei tecnici e del personale alle attività di rilievo;
- Ispezione della barca;
- Controllo e verifica di tutta la strumentazione;
- Installazione dei PC, cablaggi e test dei software;
- Preparazione delle rotte e visione del materiale informatico disponibile;
- Misurazione degli offset di tutti gli strumenti;
- Calibrazione degli strumenti;
- Controllo e test finale on-line;
- Preparazione e validazione dei "Daily report".

Al fine di realizzare l'intero rilievo secondo le specifiche richieste dallo SOW sono state pianificate tutte le attività propedeutiche al rilievo stesso in maniera da raggiungere gli standard di accuratezza desiderati.

I sensori sono stati interfacciati via porta seriale o di rete ai PC di navigazione ed acquisizione per la conseguente registrazione di dati in formato RAW.



Figura 5– Fase di mobilitazione sulla M/B Marianna.



6.2 Posizionamento di superficie

La posizione dell'imbarcazione e del sistema batimetrico viene determinata mediante la ricezione di segnali GPS, in coordinate geografiche formato WGS84 e contemporaneamente in formato metrico UTM, alle quali vengono successivamente applicate le correzioni differenziali/RTK, ricevute tramite un segnale GSM da stazioni fisse a terra della rete geodetica ITALPOS o da una correzione satellitare a pagamento come quella di ATLAS. La posizione, così corretta, viene infine inviata al computer di navigazione attraverso una porta seriale.

Il sistema di posizionamento GPS/RTK qui utilizzato è lo Stonex S900A. Tale sistema è stato utilizzato per tutte le acquisizioni geofisiche tranne per il Multibeam, in cui la posizione è stata rilevata direttamente dal sistema integrato Applanix Wave Master e dalla sua antenna Trimble con correzione differenziale o RTK. L'accuratezza della posizione planimetrica (X, Y), quando il sistema riceve la correzione ATLAS è di circa 8 cm, mentre risulta di circa 3 cm con il collegamento RTK. Oltre una certa distanza da costa è stato utilizzato il posizionamento differenziale da correzione satellitare. La correzione ATLAS è stata utilizzata nelle aree più a largo dove il segnale GSM veniva a mancare. Come strumento di "spare" è stato utilizzato un Leica mod 1250.

In modalità RTK è stato possibile avere una precisione centimetrica e riferire anche in quota tutti i rilievi in tempo reale al DATUM utilizzato. Questo ha permesso la registrazione durante i rilievi anche delle oscillazioni della superficie marina come la marea, onde, *storm-surge*, ecc. Questi dati vengono confrontati con quelli acquisiti dal mareografo di riferimento ed utilizzati per il controllo di qualità.

Il ricevitore GPS di bordo è stato interfacciato con il computer di navigazione attraverso un cavo seriale RS232 che trasmette una stringa dati di posizione in formato NMEA.

Al fine quindi di eliminare eventuali errori sistematici nei dati acquisiti, sono state accuratamente misurate la posizione orizzontale e la quota di tutti i sensori installati a bordo dell'imbarcazione mediante stazione totale. Tutte le posizioni misurate sono state poi inserite nel sistema di navigazione.

Per il rilievo Multibeam è stato utilizzato come posizionamento il GPS primario Trimble della Applanix POS MV. Anch'esso, sia in modalità RTK dove possibile, sia in post elaborazione rinex o L-Band.

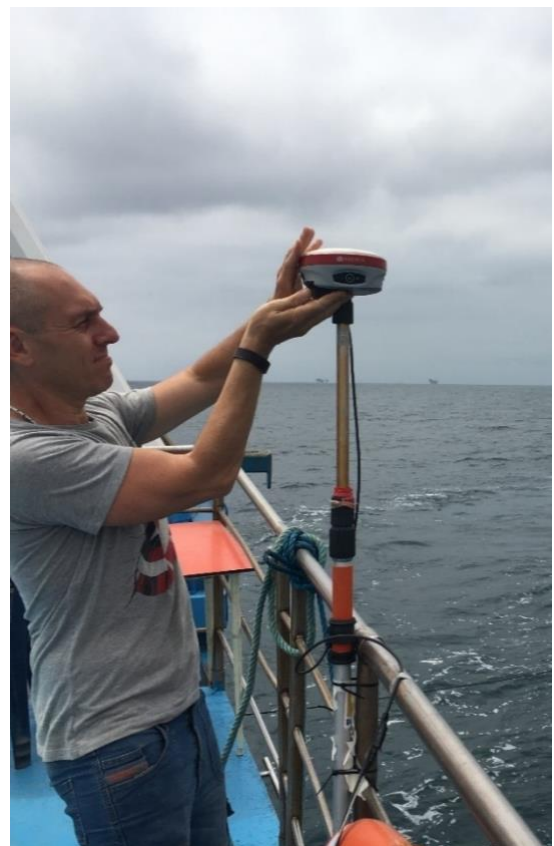


Figura 6– Sistema di Posizionamento GPS.



La posizione di tutti gli strumenti è stata quindi misurata e riferita al CRP (Common Reference Point) e i valori sono stati inseriti nel software di acquisizione Qinsy per le dovute correzioni in tempo reale.

6.3 Sistema di navigazione

L'acquisizione e l'elaborazione dei dati relativi alla posizione dell'imbarcazione e degli strumenti è stata gestita da software diversi a seconda del tipo di rilievo eseguito.

Nel rilievo MultiBeam la navigazione è stata gestita direttamente dal software di acquisizione Qinsy mentre nel caso dell'ispezione SSS, SBP, SBES e MAG è stata gestita dal software APOS di controllo dell'USBL e/o Qinsy e da Nettuno 2.0 per il SBES.

I software di navigazione e acquisizione utilizzati permettono 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 assicurando l'accuratezza della posizione finale. Il sistema permette anche di trasferire in uno schermo remoto le informazioni da trasmettere al comandante e al pilota.

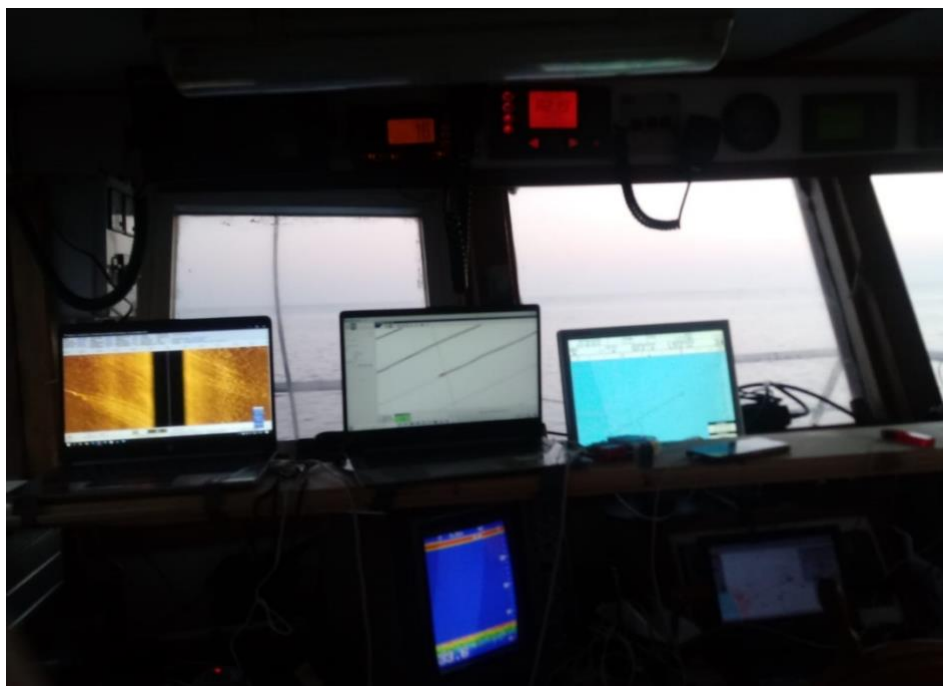


Figura 7– Navigazione gestita direttamente dai software di acquisizione durante i rilievi.

È 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 di rilievo 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 aggiuntivi, quali ecoscandagli Singlebeam e Multibeam, sensori di moto, Side Scan Sonar, Sub Bottom Profiler, plotter e stampanti, consentendo un rilievo idrografico e geofisico integrato.

Tutti i dati di navigazione sono stati trasformati in formato ASCII ed importati in Autocad o GIS per la redazione delle carte di navigazione digitali.

6.4 Sensori di moto e girobussola

Per la corretta determinazione della direzione ("true heading") secondaria e per la correzione heave del SBP è stata usata una girobussola Teledyne TSS MAHRS (Figura 8). Questo strumento fornisce il dato relativo alla direzione, con precisione di "static error" pari $\pm 0.05^\circ$ RMS "secant latitude".

La velocità di aggiornamento del dato è pari a 200° al secondo. Anche per la correzione del rollio, del beccheggio e dei movimenti verticali dell'imbarcazione è stata utilizzata la stessa sensoristica.



Figura 8– Girobussola Teledyne TSS MAHRS.

Le principali caratteristiche dello strumento sono di seguito elencate in tabella 7.



Tabella 7: Principali specifiche tecniche della girobussola Teledyne TSS MAHRS.

Sollevamento (Heave)	
Range	+/- 10m
Risoluzione	1 cm
Frequenza	Da 0.05 a 10 Hz
Accuratezza	5 cm
Beccheggio (Pitch) & Rollio (Roll)	
Range	+/- 90°
Risoluzione	0.01°
Frequenza	Da 0 a 10 Hz
Accuratezza	+/-0.03°

Lo strumento è stato fissato a bordo dell'imbarcazione per garantire la solidità del sistema barca-girobussola. Dopo l'installazione del sensore, avvenuta durante la mobilitazione, è stata eseguita la calibrazione dello stesso all'interno del porto prima dell'inizio delle attività di rilievo. I risultati della calibrazione sono riportati nello specifico capitolo.

Nel rilievo MBES è stato, come precedentemente detto, utilizzato il sensore integrato APPLANIX POS MV Wave Master, sia per la correzione dei movimenti, sia come girobussola. Il sistema ha una heading dual GPS antenna Trimble. Lo strumento garantisce un'ottima accuratezza:

- Accuratezza Roll & Pitch: 0.03°
- Accuratezza Heading (2 m di base): 0.03°
- Accuratezza Heave: 5 cm o 5%

La configurazione dell'imbarcazione per i rilievi batimetrici prevede l'installazione del trasduttore MBES a palo sulla murata destra. Trattandosi di un sistema integrato con le due antenne installate in asse con il palo, tutti gli offset sono stati riportati a 0 inserendoli nel software della Norbit riferendoli alla flangia superiore dello strumento (la stella gialla in Figura 9). È stata poi misurata l'immersione della flangia di riferimento rispetto al livello dell'acqua ed è stato inserito come Draft nel vessel file.

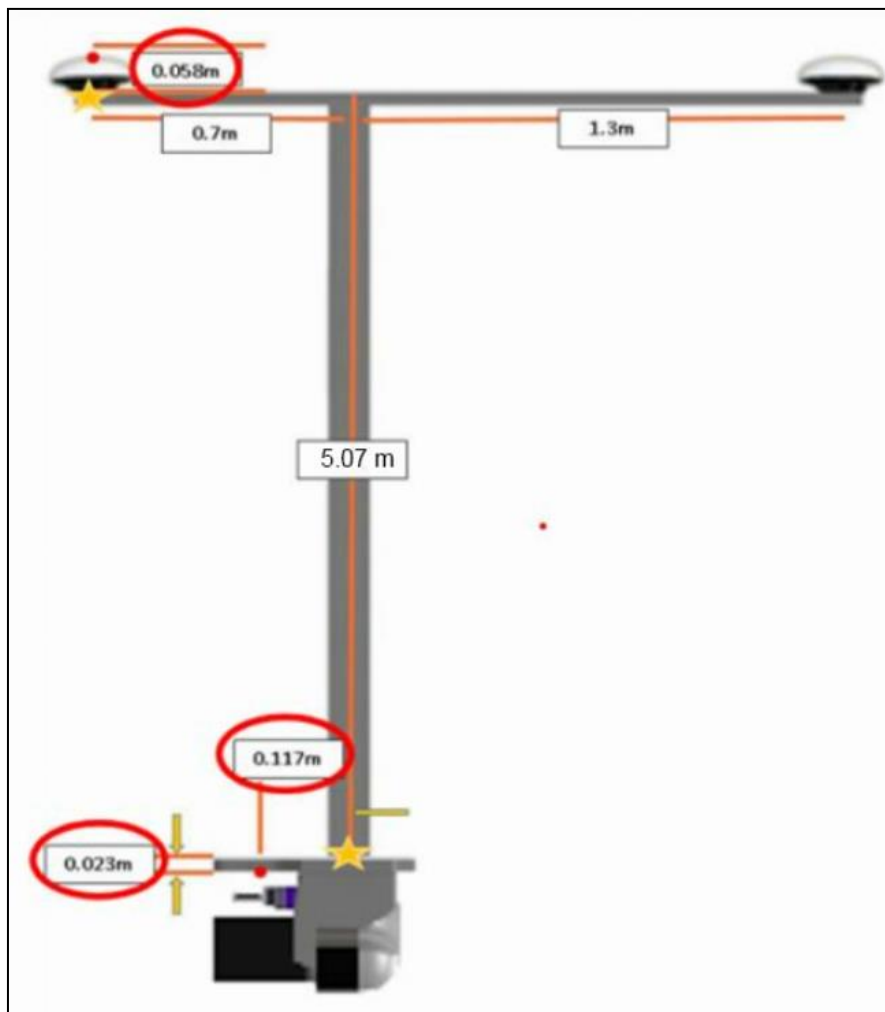


Figura 9– Offset e montaggio Heading Applanix con MBES Norbit.

6.5 Singlebeam

Per il rilievo è stato utilizzato un ecoscandaglio di precisione (modello G-ECO) (Figura 10). L'ecoscandaglio utilizzato è di tipo idrografico con una precisione di 1-2 cm. Il trasduttore scelto ha una frequenza di 200KHz ed un cono di 9°, tali da permettere di ottenere le accuratezze ed i risultati richiesti. Il trasduttore è stato montato su palo nella stessa configurazione precedentemente schematizzata per il Multibeam. Per garantire la congruenza tra misure di profondità e planimetriche, l'ecoscandaglio, posizionato in asse con il palo di sostegno dell'USBL, è stato "traslato" in asse al trasduttore inserendo i relativi offset all'interno del software di acquisizione Nettuno 2. Al sistema SBES utilizzato è stato accoppiato un sistema di posizionamento GPS in grado di rilevare dati in modalità RTK o con correzione differenziale ATLAS offshore dove non disponibile la correzione RTK.

I dati sono stati registrati dal software Nettuno 2. Per lo schema degli offset si vedano i riferimenti assunti per le indagini MBES in quanto installato nella medesima posizione.



ECOSCANDAGLIO G-ECO



Ecoscandaglio portatile digitale di elevata precisione per rilievi batimetrici

Caratteristiche:

- Compatibilità software batimetrico Nettuno
- 1 ingresso trasduttore profondità
- 1 porta Output per collegamento a PC.
- RS-232: 38400,n,8,1
- Output NMEA 0183: DBT – rate: 5Hz
- Contenitore impermeabile
- Cavo alimentazione e cavo seriale RS232
- Alimentazione 12V, assorbimento 70 mA
- Temperatura operativa da -20°C a +70°C

Trasduttore base:

- Cono acustico 9°
- Frequenza 200 KHz
- Range 0.3/100m
- Risoluzione 2 cm
- Output rate 5Hz Dim: L cm7 x H cm8

Figura 10– Strumentazione Singlebeam utilizzata.

6.6 Multibeam

Il rilievo batimetrico è stato eseguito con un sistema Idrografico multi-fascio a doppia frequenza 400÷700 kHz MBES modello NORBIT IWBMS (figura 11). Le principali caratteristiche dello strumento sono le seguenti:

- Range batimetrico: 0.2-275 m (>300 m con 0.9° X 0.9° option);
- Accuratezza Heading: 0.03° (RTK) separazione antenna 2 m;
- Accuratezza Pitch/Roll: 0.02° indipendente da separazione antenna;
- Accuratezza Heave: 2 cm o 2% (TRUEHEAVETM), 5 cm o 5% (REAL TIME).

Il sistema è stato montato a palo sul lato sinistro della barca e opportunamente fissato.

La prima operazione eseguita in entrambe le zone di rilievo per determinare il corretto funzionamento dal trasduttore Multi beam è stato il “bar check”. Tale operazione si esegue posizionando una piastra metallica ad una profondità nota al di sotto del trasduttore; in questa maniera è possibile, leggendo il dato acquisito, verificare il corretto funzionamento dello strumento.



Figura 11– Trasduttore del Mbes.



Si è quindi proceduto ad effettuare alcune linee di calibrazione, acquisite con l'imbarcazione che si spostava in direzioni opposte ed a velocità diverse, per mettere a punto le procedure di calibrazione della latenza (time delay), del beccheggio (pitch) e del rollio (roll).

I risultati della calibrazione sono riportati nello specifico paragrafo.

Lo schema seguente mostra la configurazione strumentale adottata per il Rilievo MBES.

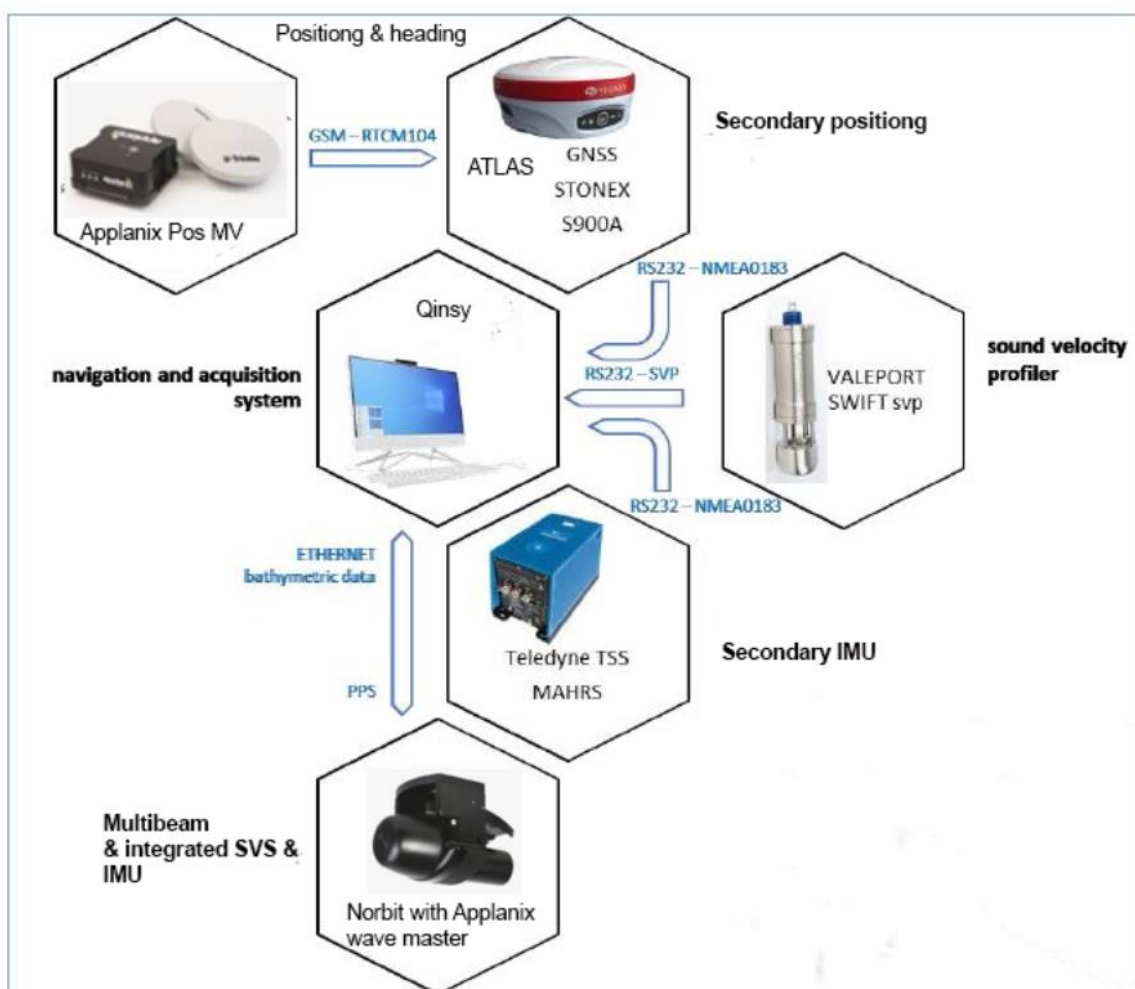


Figura 12– Schema Strumentale del Rilievo MBES.

Il centro della flangia del Norbit MBES è stato usato come “Centre Reference Point” (CRP) durante il rilievo multibeam. Uno schema è riportato nella figura 13.

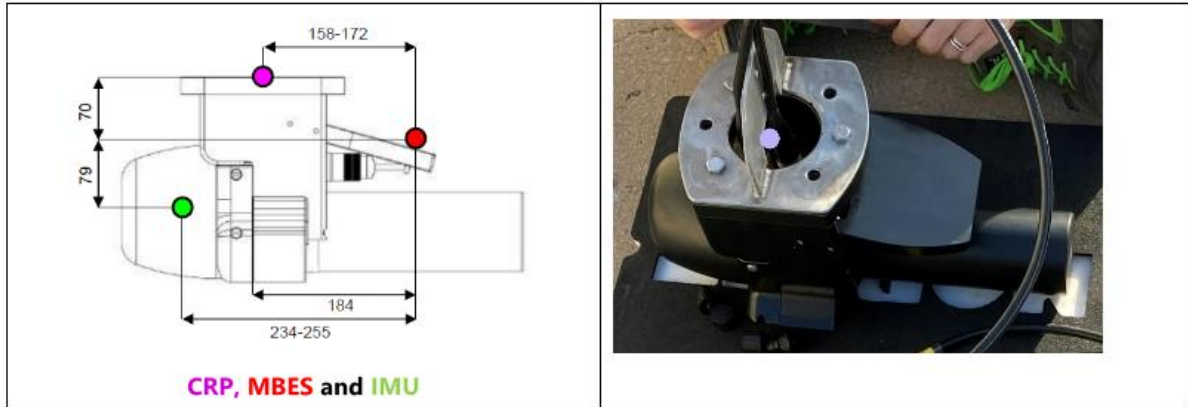


Figura 13– Rappresentazione grafica del CRP utilizzato durante il rilievo Multibeam.

Di seguito sono riportati gli offset misurati e relativi al Multibeam, va sottolineato come il norbit nel software di acquisizione viene considerato come uno strumento unico dove i vari componenti integrati (Trasduttore, IMU e SVS) sono azzerati in un unico punto al netto degli offset mostrati in Figura 14.

Tabella 8: Offset misurati relativi al Multibeam.

EQUIPMENT	OFFSET (m)			COMMON REFERENCE POINT
	X (m)	Y (m)	Z (m)	
CRP	0.000	0.000	0.000	CRP
Applanix POS Master	-2.450	-4.700	+3.470	CRP
Applanix POS Slave	-2.450	-2.700	+3.470	CRP
Stonex -secondary	-2.450	+1.300	+3.600	CRP
Mahrs- secondary	-0.550	+0.980	+2.500	CRP
MBES Transducer	-2.450	-4.000	-1.600	CRP
IMU Transducer	-2.450	-4.000	-1.600	CRP
Mini SVS	-2.450	-4.000	-1.600	CRP

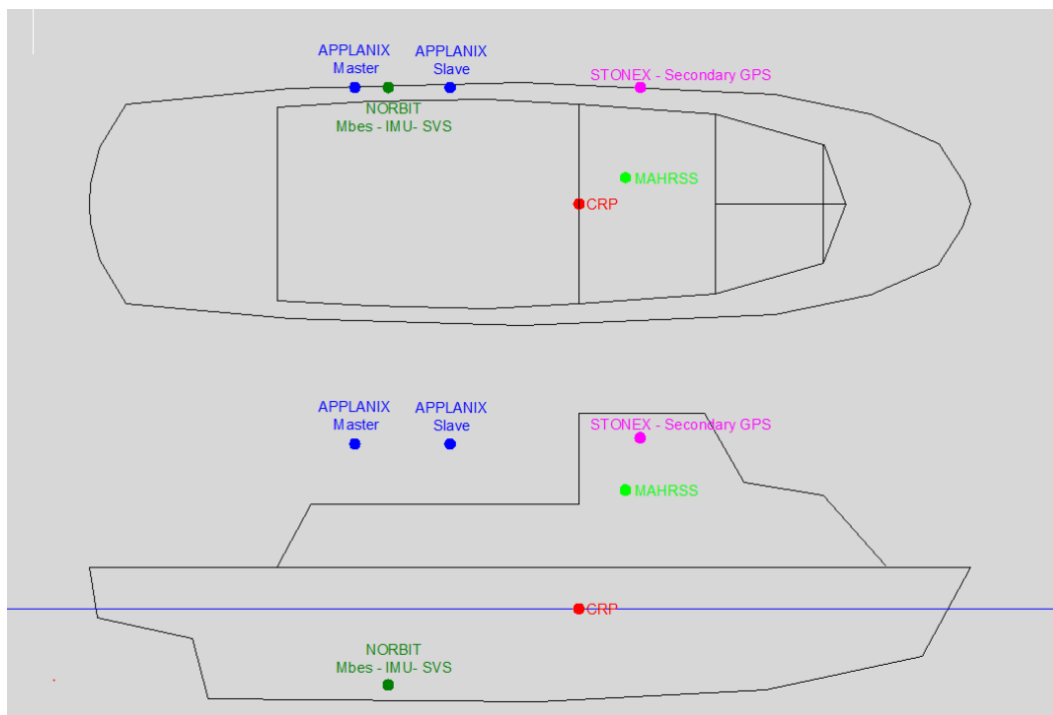


Figura 14– Rappresentazione grafica degli offset MBES utilizzati.

Note:

Offset diagram of the Marianna MBES layout.

Top side flange of the MBES system used as CRP (Point 0,0,0);

The Y axis = with the vessel longitudinal axis, the X axis = with transversal axis.

Starboard = (+X), Port = (-X),

Bow = (+Y), Stern = (-Y),

Above water level = (+Z) and below water level = (-Z).



6.7 Sound Velocity Profiler (svp)

Il profilo di velocità del suono in acqua è stato acquisito per mezzo di una sonda della Valeport “modello “SWIFT SVP” (figura 15).

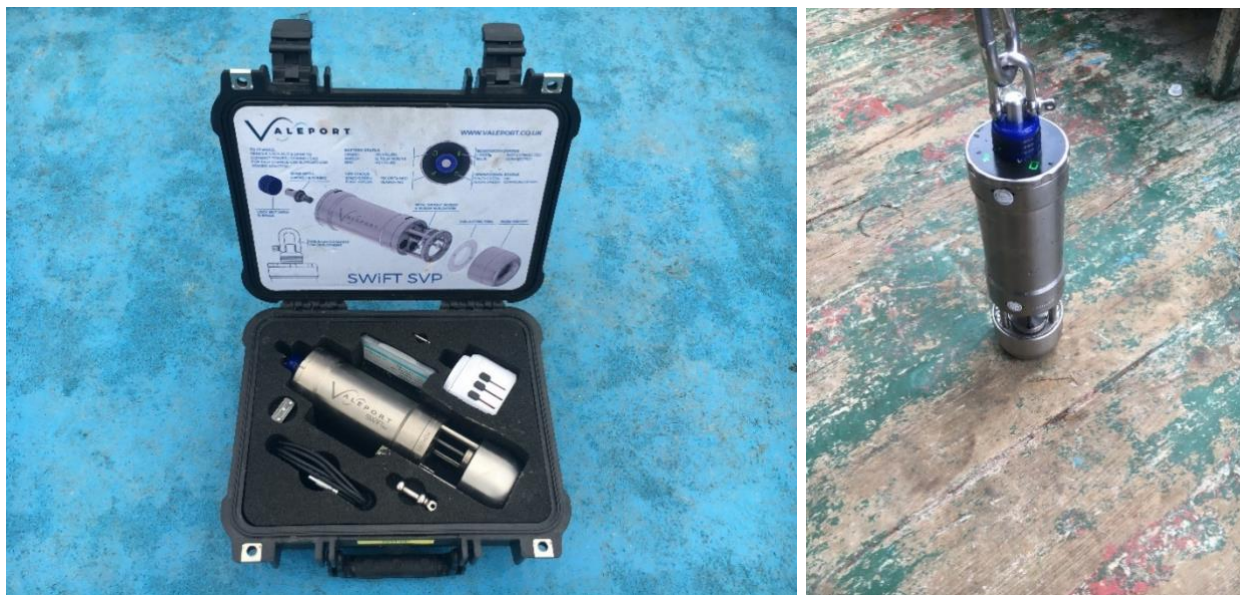


Figura 15– SWIFT SVP Valeport utilizzata per la profilazione della velocità del suono.

Lo strumento, alimentato autonomamente da batterie stilo, può essere immerso liberamente senza alcun cavo di collegamento. Le misure di SVP sono state ripetute durante i rilievi ed immesse direttamente nel software di acquisizione.

Le caratteristiche principali dello strumento sono le seguenti:

Tabella 9: Specifiche tecniche della sonda SWIFT SVP Valeport.

Velocità del Suono	Range	1375-1900 m/s
	Risoluzione	0.001 m/s
	Accuratezza	+/- 0.02 m/s
Temperatura	Range	- 5° - +35° m/s
	Risoluzione	0.001 °C
	Accuratezza	+/- 0.01 °C
Pressione	Range	50 Bar
	Risoluzione	0.001% range
	Accuratezza	+/- 0.01 % range



6.8 Side-scan Sonar

Il rilievo è stato eseguito facendo uso di strumentazione SSS a doppia frequenza settabile (400/1250 kHz) CHIRP Sonarbeam S 150 P opportunamente verificata anche in accuratezza prima dell'inizio del medesimo. Lo strumento è stato utilizzato con un verricello e cavo armato di circa 300 m di lunghezza.

Prima di eseguire il rilievo sono stati condotti i seguenti test:

- **“Tap test”**, che consiste nello sfregamento alternato per mezzo di un panno dei due trasduttori, verificando entrambe le frequenze.
- **“Serial port test”**, che consiste nella verifica della corretta trasmissione dei dati tra il computer di navigazione ed il software di acquisizione Sonarbeam.

Per garantire il migliore posizionamento è stato utilizzato un GPS in modalità RTK o con correzione differenziale ATLAS offshore.



Figura 16– Fase di installazione del Side Scan Sonar.

Il posizionamento subacqueo con USBL ha consentito la corretta ubicazione del Side Scan Sonar con un errore inferiore al metro (figura 17).



Figura 17– Transponder USBL installato sul cavo armato del Side Scan Sonar.

I dati sono stati quindi salvati su supporto magnetico per la successiva fase di mosaicatura.

I rilievi sono stati eseguiti in situazioni di mare calmo e buona visibilità; durante tutta la fase del rilievo l'imbarcazione è stata condotta ad una velocità variabile compresa tra circa 3 e 4 nodi.

Durante l'acquisizione il trasduttore è stato tenuto ad un'altezza dal fondo di circa il 10% della profondità dell'acqua.

Il range laterale di acquisizione è stato sempre impostato a 150 m, anche durante l'acquisizione delle linee di raffittimento. Si è cercato di limitare al massimo la deviazione dalle linee di progetto mantenendo il trasduttore trainato il più allineato possibile con la rotta percorsa.

6.9 Sub-bottom Profiler

In considerazione delle caratteristiche dell'area da rilevare e della complessità del cantiere, per la corretta esecuzione dello scopo del lavoro i rilievi stratigrafici richiesti sono stati eseguiti mediante tecnologia Sub Bottom Profiler. Il sistema utilizzato è un SBP Innomar Compact SES 2021 installato a palo lungo la murata dell'imbarcazione.

Il SBP utilizzato è un sistema multiparametrico innovativo e modulare capace di acquisire contemporaneamente fino a 4 canali di dati, 1 in alta frequenza e tre diversi in bassa frequenza selezionabili all'interno della gamma dei canali utilizzabili che partono da 5KHz fino a 15KHz. Il sistema è in grado di garantire una risoluzione verticale del dato stratigrafico acquisito inferiore al centimetro e di penetrare



all'interno dei sedimenti fino 50 m. Al sistema SBP è stato accoppiato, oltre che una sonda per il calcolo della velocità del suono (SVP), un sistema di posizionamento INS (sistema di posizionamento inerziale) in grado di rilevare dati in modalità RTK o con correzione differenziale ATLAS offshore, ed un sistema integrato MRU-GYRO, il tutto gestito e controllato dal software di acquisizione di proprietà della Innomar, che, in tempo reale, oltre ad associare le coordinate della posizione del trasduttore e correggere il segnale con i dati del sensore di moto, visualizzava ed acquisiva i dati geofisici.

Tutta la strumentazione utilizzata per questa fase operativa è stata installata durante le operazioni di MOB. Per garantire l'accuratezza e l'affidabilità delle misurazioni di profondità, tutti gli offset di installazione sono stati accuratamente misurati e calcolati. In fase di settaggio prima dell'inizio delle fasi di acquisizione, tali offset sono stati opportunamente inseriti all'interno del software di navigazione utilizzato.

Come nelle versioni precedenti, il sistema è in grado di acquisire contemporaneamente i dati sia in HF che in LF (Multiparametrico), ma la nuova versione impiegata in queste indagini, oltre a permettere di scegliere la frequenza del segnale in HF (100kHz o 200 kHz), adotta una nuova tecnologia che garantisce la possibilità di acquisire dati stratigrafici multicanale, generando e registrando contemporaneamente impulsi a doppia bassa frequenza. Oltre a poter gestire e modulare tutti i parametri e le modalità standard di acquisizione, mediante il nuovo software di acquisizione SESWIN, la Versione 2021 del SBP SES2000 Compact permette di scegliere di lavorare contemporaneamente con due delle basse frequenze selezionabili nello spettro disponibile (da 5kHz a 12 kHz).

Durante le fasi di acquisizione con SBP, il COG della barca è stato usato come punto di riferimento. Di seguito sono riportati gli offset misurati e schematizzati in tabella.

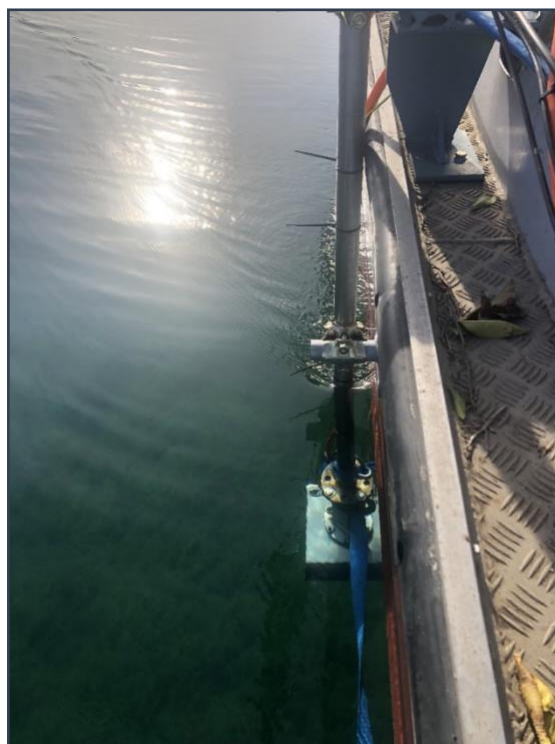


Figura 18– Trasduttore del SBP.



Tabella 10: Offset misurati per il SBP.

EQUIPMENT	OFFSET (m)			COMMON REFERENCE POINT
	X (m)	Y (m)	Z (m)	
CRP	0.000	0.000	0.000	CRP
Applanix POS Master	-2.450	-4.700	+3.470	CRP
Applanix POS Slave	-2.450	-2.700	+3.470	CRP
Stonex -secondary	-2.450	+1.300	+3.600	CRP
Mahrs- secondary	-0.550	+0.980	+2.500	CRP
SBP	2.328	-6.962	-1.550	CRP

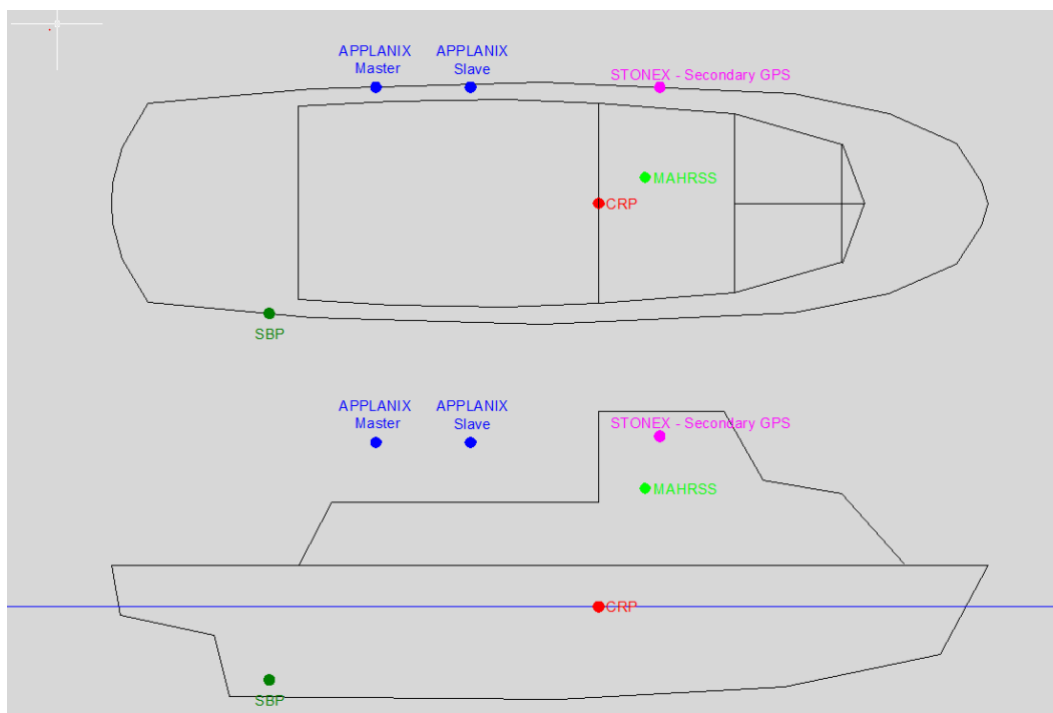


Figura 19– Offset del sistema SBP.



6.10 Magnetometro

Per l'indagine magnetometrica è stato utilizzato un magnetometro della Geometrics modello G-882, uno strumento passivo con sensore al cesio ad alta risoluzione in grado di registrare le più piccole (dell'ordine di 0.01 nT) variazioni di intensità del campo magnetico terrestre.

Come si osserva in figura 20, il campo magnetico terrestre varia in intensità e direzione nelle varie zone della terra. Inoltre, ogni oggetto con proprietà ferromagnetiche determina una alterazione dell'intensità del campo magnetico che viene registrata dallo strumento, l'anomalia netta misurata rappresenta l'effetto della magnetizzazione indotta e residua che ha differenti direzioni e intensità di magnetizzazione in funzione del tipo di oggetto (figura 21). Infine, la forma e la distanza della sorgente ferromagnetica viene rilevata con un differente segnale (figura 22).

Per riuscire a dare delle risposte circa dimensioni e forme degli oggetti sarebbe necessario avere più letture dello stesso oggetto da varie distanze e direzioni in modo che i software possano incrociare i dati, ancora meglio sarebbe avere delle letture simultanee da più magnetometri a distanze fisse tra di loro (gradiometri) per poter calcolare i gradienti ed avere maggiore precisione.

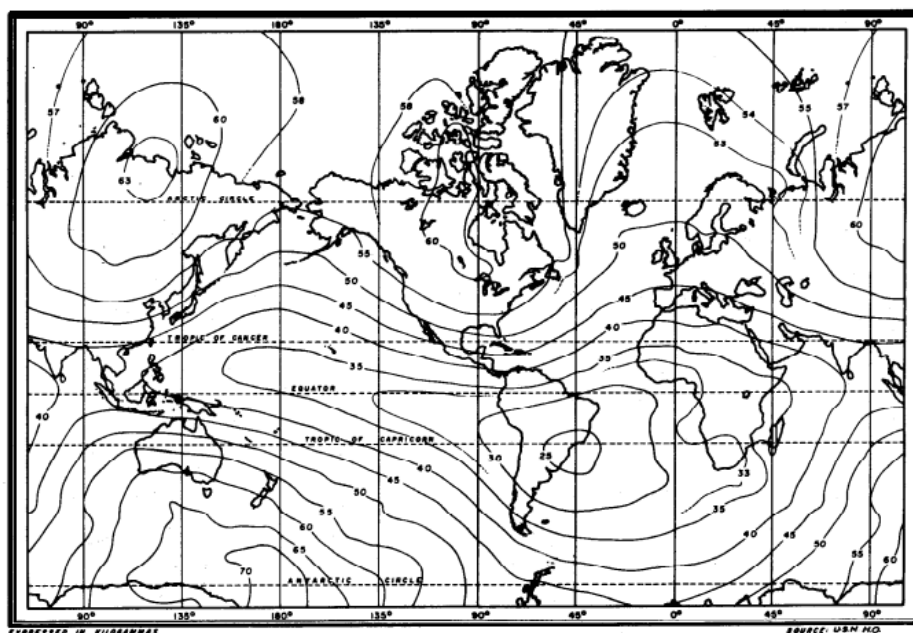


Figura 20– Andamento dell'intensità del campo magnetico terrestre.

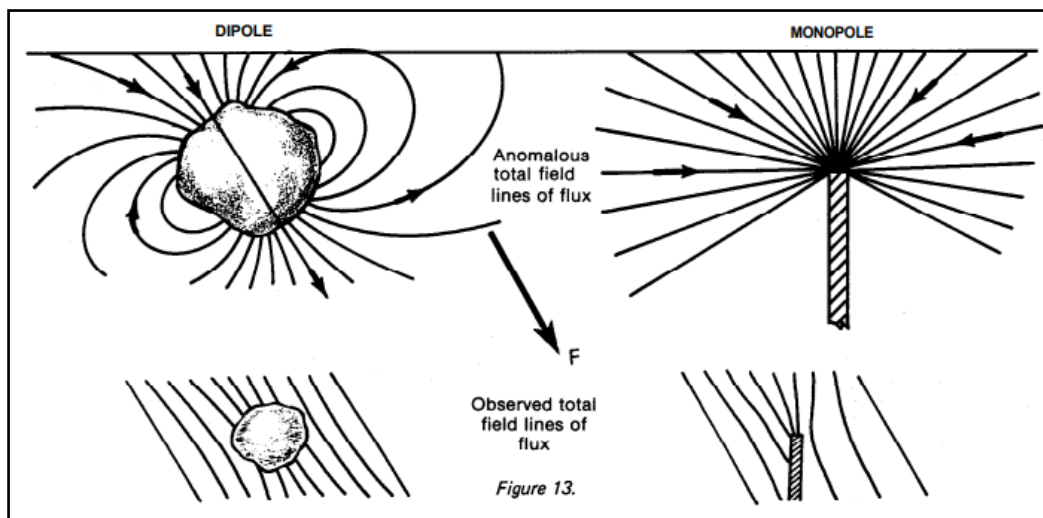


Figura 21– Interazione tra magnetizzazione di un oggetto ed il campo magnetico.

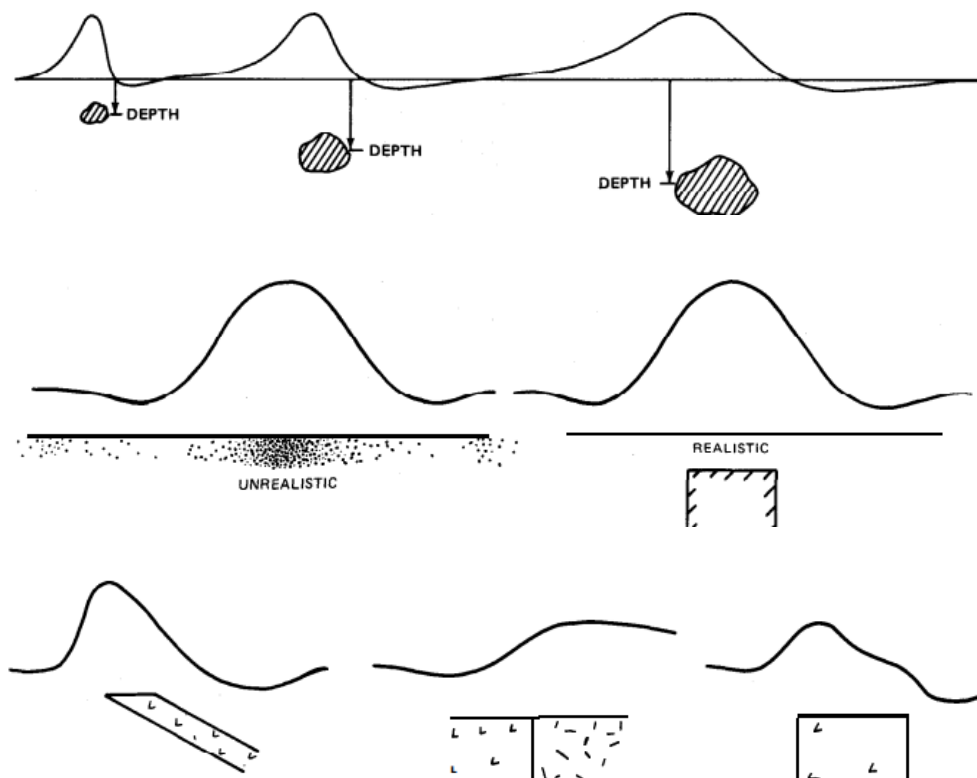


Figura 22– Forma dei segnali in funzione della forma e posizione degli oggetti.

Questo rilievo ha la funzione di dare una prima informazione sull'andamento dell'intensità del campo magnetico terrestre e sulla presenza di eventuali anomalie.



Lo strumento viene trainato dalla poppa dell'imbarcazione ad una distanza tale da non subire il disturbo delle masse ferromagnetiche presenti a bordo.

Attraverso il software di acquisizione viene inserita la distanza tra il GPS e la poppa dell'imbarcazione e viene inserito il layback del cavo. In questo modo, basandosi sulla velocità dell'imbarcazione e sul sensore di profondità, il sistema è in grado di stabilire la posizione dello strumento.

6.11 USBL – Sistema di posizionamento subacqueo

Il sistema USBL KONGSBERG μ PAP 200 è stato mobilitato sulla M/B Marianna il 24 maggio 2022 e il trasduttore è stato montato sulla flangia sul bordo sinistro dell'imbarcazione (figura 23) e posizionato in asse al ricevitore GPS.

Tutti gli offset di installazione sono stati accuratamente misurati e calcolati. In fase di settaggio prima dell'inizio delle fasi di acquisizione, tali offset sono stati opportunamente inseriti all'interno del software APOS utilizzato (figura 24).



Figura 23– Trasduttore del sistema USBL montato su palo e flangia.

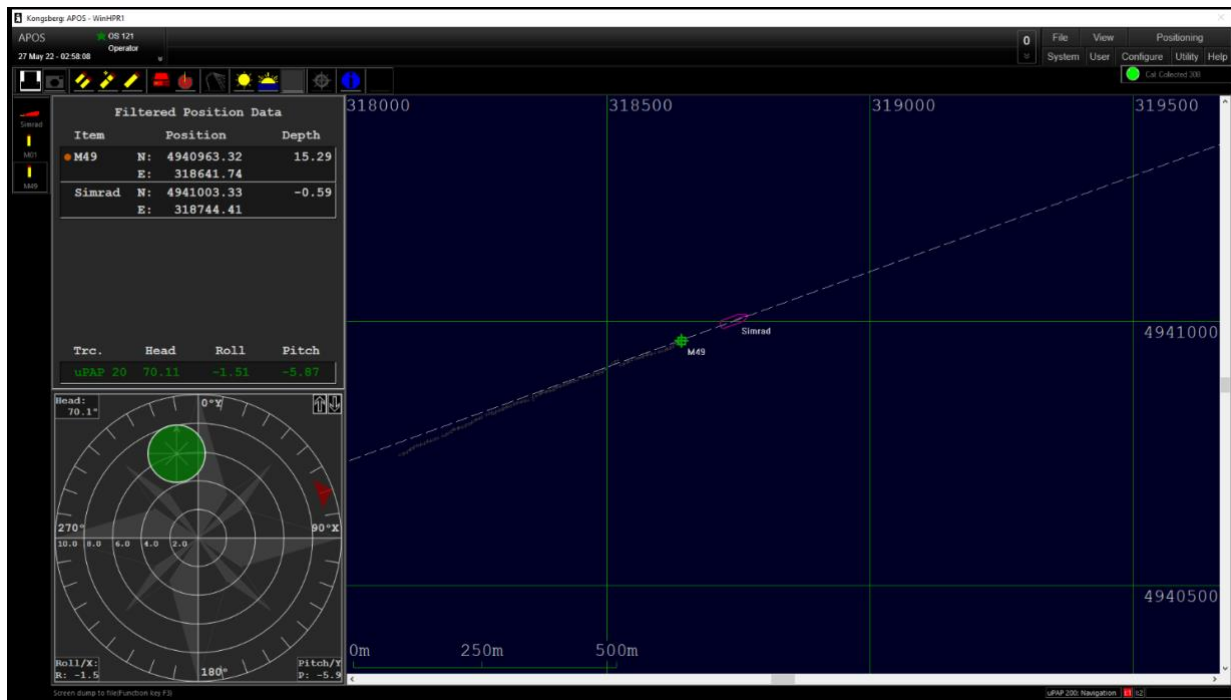


Figura 24– Schermata del software APOS del sistema USBL.

6.12 Remotely operated vehicle (ROV)

Per effettuare le ispezioni visive con veicolo a comando remoto (ROV) è stato adoperato il BlueROV2 della BlueRobotics (Figura 25) modificato per migliorarne le caratteristiche di manovrabilità, stabilità e autonomia. Il veicolo è dotato di otto propulsori, un telaio robusto e batterie sostituibili rapidamente. Luci potenti e dimmerabili forniscono un'illuminazione adeguata alla registrazione video Full-HD in tempo reale.

Si riportano alcune caratteristiche principali del veicolo:

- Peso: 24 kg;
- Profondità max -250 m;
- Ombelicale: 300 m tenuta massima 160 kg (Kevlar waterblock);
- Illuminazione: 8 x 30 w super led, ampiezza fascio 135°, intensità 12000 lumen, temperatura 6.200 kelvin;
- Thruster: 8 totali di cui 4 verticali e 4 orizzontali;
- Velocità max 3 nodi 1,5 m/s;
- Autonomia 8h;
- Sensori: profondità, temperatura, bussola, giroscopio, sonar-ecoscandaglio;
- Telecamera ROV: definizione 1080p, angolo visione: 80° orizzontali, 64° verticali;
- Telecamera full hd aggiuntiva per riprese posteriori e laterali;
- Laser scaler 100 mm;
- Unità controllo di superficie:
 - Centralina di controllo 12/24V;
 - Professional Hand Control Unit a 64 canali;



- 1° Monitor : 17" full HD;
- 2° Monitor : 13" full HD;
- Overlay telemetria.



Figura 25- BlueROV2 della BlueRobotics in fase di preparazione.

Per quanto concerne il posizionamento dell'imbarcazione è stato utilizzato il sistema GNSS a doppia antenna SeaNav 300 di KONGSBERG, il quale fornisce anche informazioni in tempo reale anche su *heading* e velocità risultando particolarmente adeguato ad operazioni di questo tipo. Ai fini del posizionamento del ROV è stato adoperato il sistema di posizionamento subacqueo Ultra-Short Base Line (USBL) modello μ PAP 200 di KONGSBERG (Figura 23). L'antenna del sistema di posizionamento SeaNav e il trasduttore del sistema di posizionamento USBL sono stati montati sulla stessa verticale azzerando così l'*offset* tra i due strumenti, il *beacon* dell'USBL è stato invece assicurato all'ombelicale del ROV, a distanza inferiore al metro in maniera tale da non inficiare i dati di posizionamento e al contempo non subire disturbi da parte dei thrusters (figura 26).



Figura 26- Antenna del sistema di posizionamento SeaNav (a sinistra); Beacon USBL montato sul ROV (a destra).

Prima di iniziare l'effettiva raccolta dati è stata effettuata la calibrazione del sistema di posizionamento seguendo l'approccio definito "quattro punti cardinali e quattro intestazioni sopra il transponder" (figura 27).

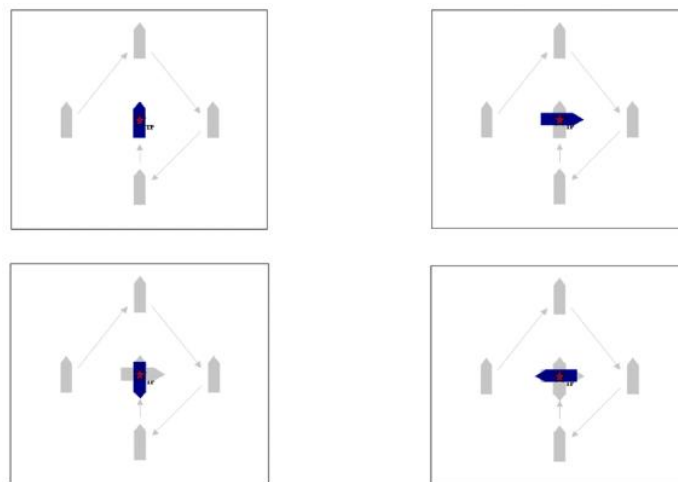


Figura 27- Approccio "quattro punti cardinali e quattro teste sopra il transponder"

La posizione del ROV in tempo reale, determinata dal software di gestione dell'USBL Apos e fornita simultaneamente al software di controllo del ROV ArduSub, hanno consentito il corretto posizionamento dei punti di interesse rilevati dal ROV.



7. METODOLOGIE DI RILIEVO

L'attività è stata condotta secondo le specifiche tecniche, attraverso l'esecuzione di varie tipologie di rilievo ed in particolare: MBES, SSS, SBP, SBES, MAG e ROV.

Partendo dalle coordinate dei vertici delle aree, sono state progettate le linee navigazione per tutte le tipologie di rilievo nel sistema di coordinate di progetto.

Tali informazioni, oltre a garantire una copertura completa delle informazioni rilevate, sono state utili al comandante per mantenere il mezzo navale in rotta e quindi garantire i parametri di acquisizione corretti.

È stata eseguita una prima fase di acquisizione dati utilizzando il SSS ed il SBES sulle due aree seguendo un piano di linee parallele spaziate 200 m (figura 28).

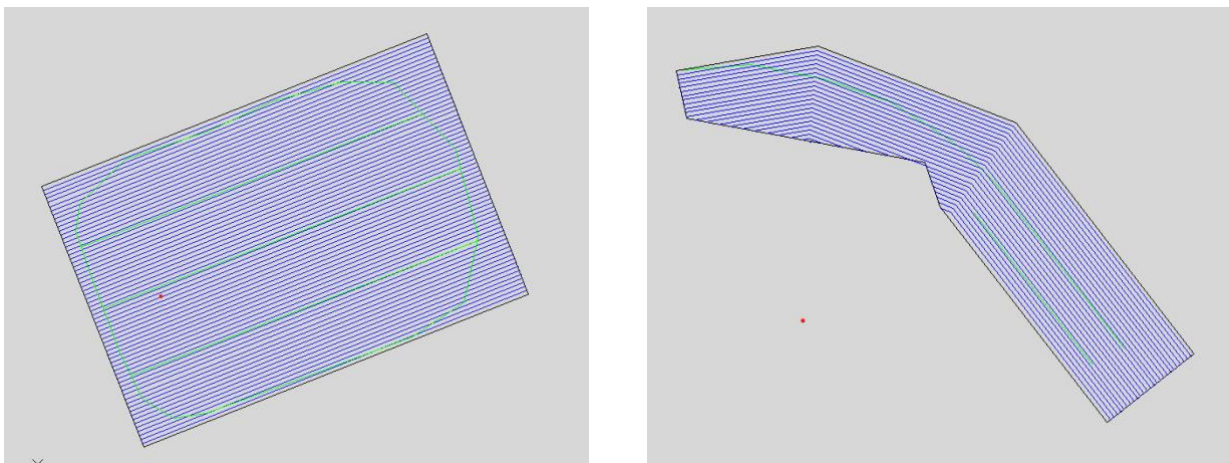


Figura 28– Piano linee (spaziatura 200 m) acquisite nella prima fase con strumentazione SSS e SBES.

In una seconda fase di rilievi sono stati acquisiti i tracciati degli elettrodotti (figura 29) con strumentazione Sub Bottom Profiler, Magnetometro e Multibeam contemporaneamente.

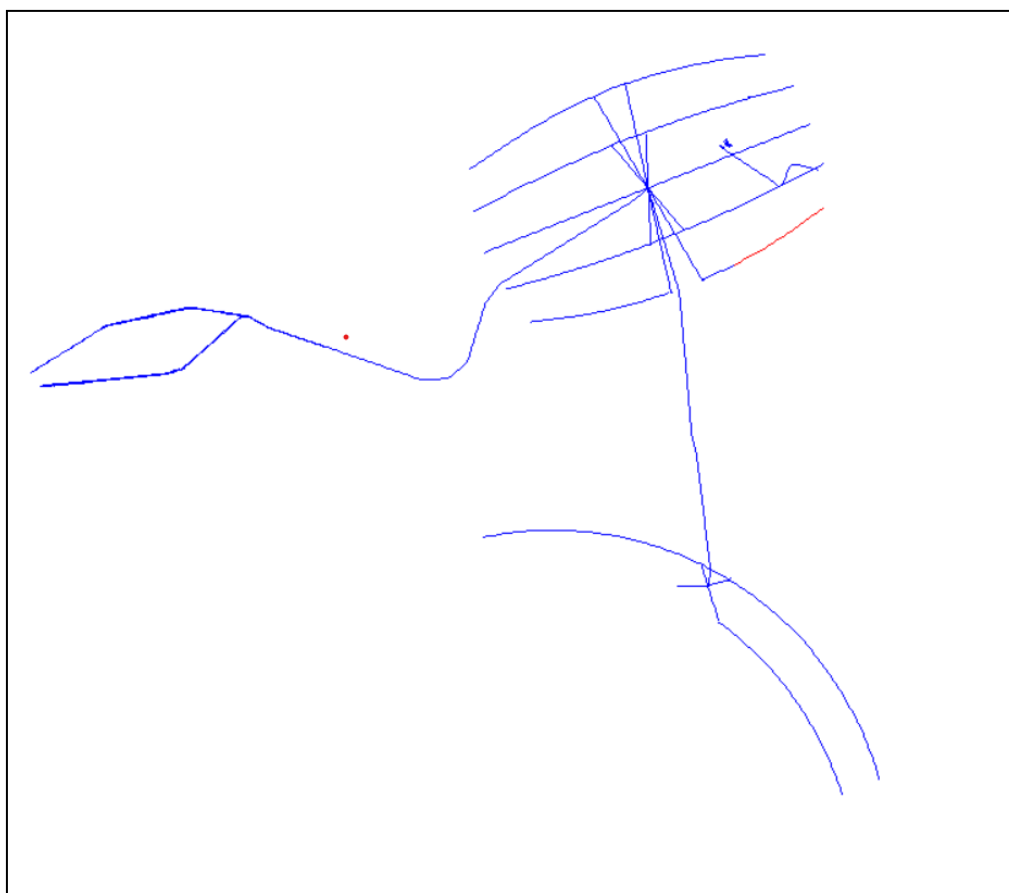


Figura 29– Linee di acquisizione SBP, MAG e MBES.

In una terza fase sono stati acquisiti gli elettrodotti al di fuori dei due parchi con strumentazione SSS e SBES.

7.1 Rilievo side-scan sonar

Il rilievo è stato condotto utilizzando un Side-scan Sonar a doppia frequenza $400 \div 1.250$ kHz (vedi paragrafo relativo). Complessivamente l'acquisizione e la successiva restituzione sono state effettuate con la bassa frequenza (400 kHz) in quanto rappresenta un buon compromesso tra risoluzione del dato e copertura di acquisizione.

Le linee di navigazione progettate nei due campi offshore sono equidistanti 200 m in modo che spazzando 150 metri per canale risulti garantita la copertura totale delle aree.

Per gli elettrodotti al di fuori dei parchi offshore sono state rilevate due linee laterali distanti 100 metri dall'asse dell'elettrodotto per garantire il corridoio di 500 m ed una terza linea "asimmetrica" distante 50 metri dall'asse dell'elettrodotto per far sì che in corrispondenza del tracciato sia presente un dato più pulito rispetto a quello rilevato dai beam laterali. Per ciascun elettrodotto comprese le varianti sono state quindi rilevate un totale di 3 linee (figura 30).

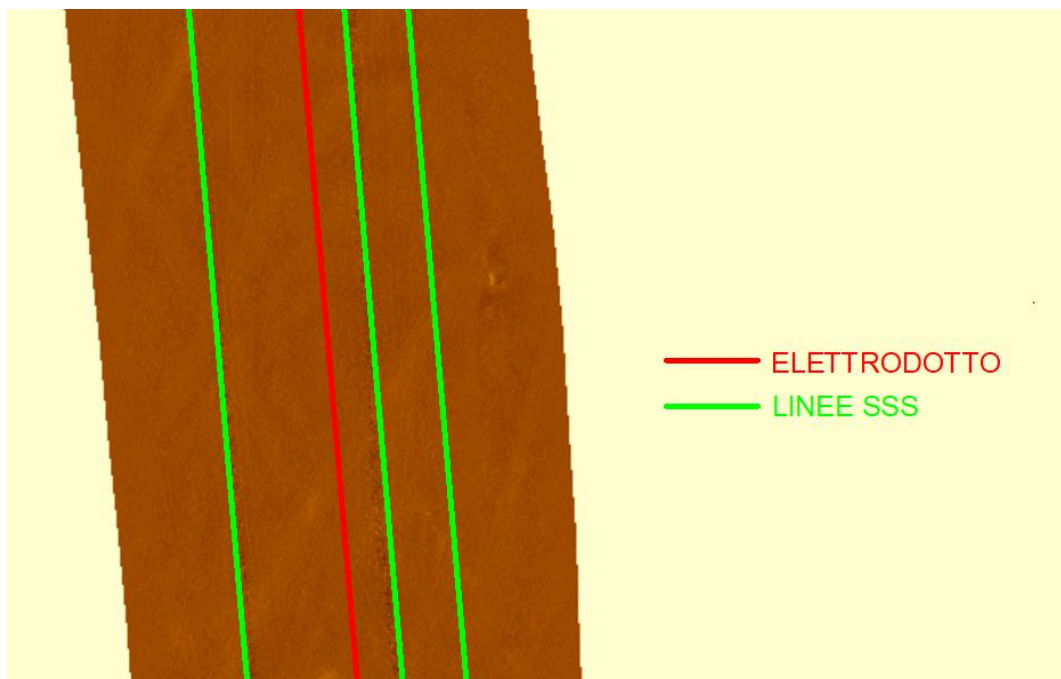


Figura 30– Linee di rilievo acquisite lungo gli elettrodotto.

Ai fini del posizionamento subacqueo è stata utilizzata l'USBL posizionando il beacon sul cavo a circa 1 m dal Towfish (figura 31).



Figura 31– Beacon USBL posizionato sul cavo del Side Scan Sonar a circa 1 m dal towfish.



La gestione dell'acquisizione dati è stata eseguita con il software Real Scan che permette di visualizzare il dato in tempo reale e di gestire i principali parametri di configurazione. Si è comunque preferito acquisire un dato grezzo per procedere al processing all'interno del software SeaView.

7.2 Rilievo singlebeam

In fase di acquisizione dei dati è stato utilizzato un software Nettuno 2 di produzione di Geocoste (figura 32), che gestisce l'acquisizione contemporanea dei dati provenienti dall'ecoscandaglio e dal sistema di posizionamento (in questo caso il GPS) secondo le frequenze di arrivo prestabilite. Con questo software la navigazione può avvenire in modo libero oppure vincolato a percorsi predefiniti (sezioni) come in questo caso, e l'acquisizione dei punti automaticamente assoggettata ai filtri scelti: acquisizione a tempo, a distanza, con controllo dell'operatore e, nel caso di sezioni, entro una fascia definita nell'intorno della sezione stessa. Ad inizio e fine rilievo si è proceduto alla taratura dell'ecoscandaglio. La regolazione della velocità strumentale in base alla velocità degli ultrasuoni in acqua è stata effettuata tramite il metodo del "Bar Check" (misurazione della profondità di immersione di una barra o disco metallico calato al di sotto del trasduttore e sospeso ad un cavo graduato in decimetri).

Le misurazioni sono state effettuate alla profondità di 2 metri. Una volta posizionata la piastra metallica alla profondità di 2 metri si è proceduto ad inserire l'immersione strumentale rispetto al centro di riferimento del trasduttore ed a inserire la velocità del suono misurata con la sonda SVP. Si è dunque proceduto all'acquisizione di un set di dati ed alla verifica della congruità dei risultati ottenuti.

Il GPS di bordo trasmette in tempo reale, con frequenza di acquisizione di 0.2 secondi, le coordinate (Est, Nord e quota IGM) al software di navigazione.

Una volta portata l'imbarcazione in allineamento con la sezione da rilevare l'operatore segue con maggior precisione possibile la linea di progetto visualizzata iniziando l'acquisizione dei dati. Sono inoltre visibili il fuori-rota, la velocità in nodi, l'angolo di governo, la distanza dall'inizio e dal fine rotta, il numero di evento e altri valori utili per il rilievo.

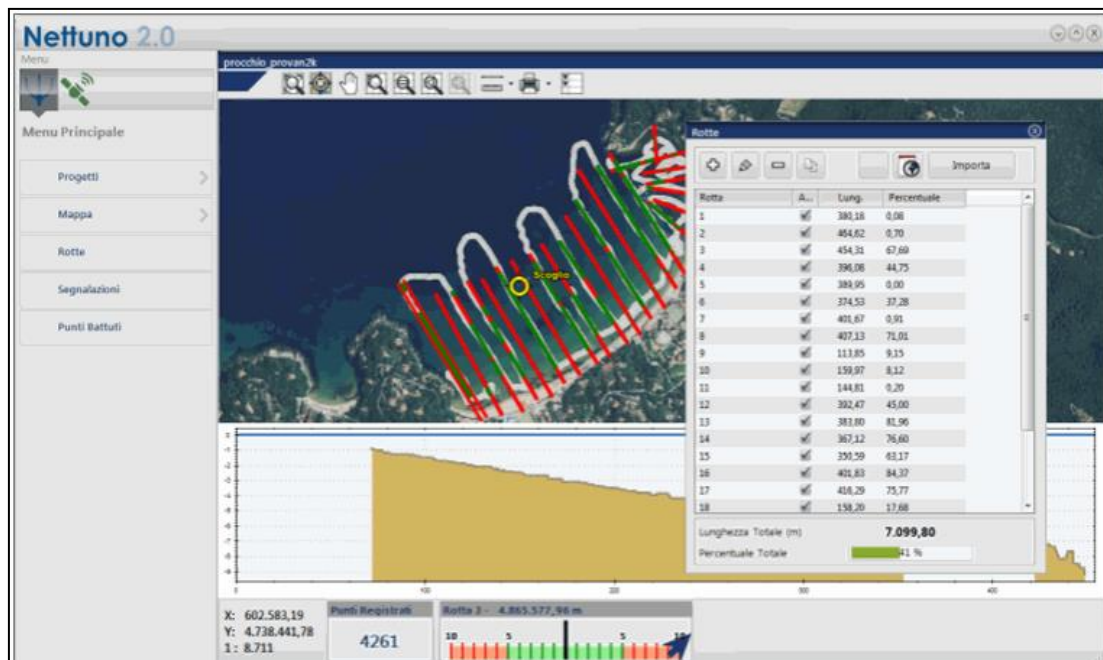


Figura 32– Esempio di interfaccia Software Nettuno 2.0.

7.3 Rilievo multibeam

Per il rilievo batimetrico MBES il progetto prevedeva la copertura di un corridoio di 60 m centrato sull'asse dell'elettrodotto (figura 33). L'effettiva copertura delle aree di rilievo, in dipendenza della profondità dell'acqua, è stata verificata in tempo reale durante l'acquisizione tramite il software Qinsky e successivamente controllata in fase di post-processing.

La prima attività svolta è stata la calibrazione della girobussola doppia antenna che viene eseguita con una procedura guidata all'interno del software della Norbit; è sufficiente eseguire delle figure ad "8" finché non viene raggiunta l'accuratezza richiesta ($<0.5^\circ$). Terminata la procedura, il software suggerisce i valori di calibrazione ricavati che possono essere inviati allo strumento in automatico.

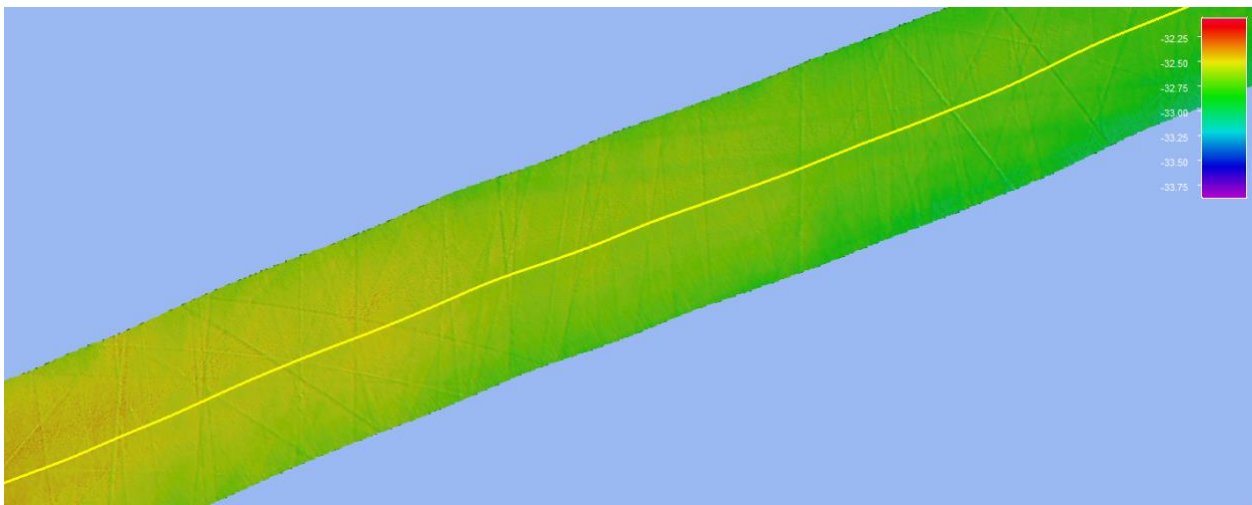


Figura 33– Corridoio di 60 m centrato sull’asse dell’elettrodotto.

Successivamente ci si è portati nell’area di calibrazione ed è stato acquisito un profilo di velocità del suono che è stato registrato nel software Qinsky prima di procedere all’acquisizione delle linee di calibrazione.

Le calibrazioni metodologiche si ottengono dal confronto di profili batimetrici acquisiti in direzioni opposte o a velocità variabili sulla stessa rotta, soprattutto laddove siano presenti variazioni repentine di pendenza del fondale.

I valori di calibrazione sono stati calcolati con il relativo tool in Qimera ed inseriti nel vessel di Qinsky prima dell’inizio dei rilievi.

Per ottenere la copertura desiderata sui fondali a maggiore profondità è stata sufficiente una sola linea per raggiungere i 60 m di corridoio richiesti, mentre in corrispondenza degli elettrodotti costieri è stato necessario infittire il dato arrivando all’acquisizione di 4 linee nelle aree più prossime a costa.

Tabella 11: Errori di disallineamento del trasduttore MBES.

Tipo di Calibrazione	Tipo di Misurazione	Cause d’errore	Effetto relativo sulla profondità
Roll	Offset angolare di Roll tra Trasduttori ed MRU	Non allineamento tra trasduttori ed MRU	Forte
Pitch	Offset angolare di Pitch tra Trasduttori ed MRU	Non allineamento tra trasduttori ed MRU	Debole
Heading (Yaw)	Offset angolare tra Girobussola ed asse dell’imbarcazione (Trasduttori)	Non allineamento tra trasduttori MRU e bussola.	Medio



7.4 Rilievo sub bottom profiler

L'hardware ed il software di acquisizione utilizzati, hanno consentito la gestione dei diversi flussi di dati in modo totalmente sincronizzato, oltre che permettere un doppio Quality Control dei dati sia on-line, durante le attività di acquisizione, sia off-line, una volta terminata l'acquisizione di tutti i dati. Il controllo di qualità e l'analisi dei dati stratigrafici è stato eseguito in contemporanea ed in Real-time sia dal tecnico navigatore, che dal tecnico geofisico secondo le seguenti modalità:

- Controllo qualità dei dati SBP;
- Controllo qualità del segnale RTK-ATLAS ;
- Monitoraggio delle condizioni meteo;
- Verifica della sincronizzazione dei dati;
- Corretta copertura dell'area da indagare;
- Conformità dell'archiviazione dei dati;

La strumentazione e l'imbarcazione utilizzata sono state gestite dai tecnici esecutori al fine di garantirne la sicurezza ed al contempo verificarne il corretto funzionamento. I dati rilevati sono stati monitorati in Real-time direttamente a bordo dell'imbarcazione utilizzata ed appositamente configurata.

L'acquisizione è stata effettuata lungo le rotte di progetto riportate in Figura 29.

Per la gestione e l'acquisizione dei dati stratigrafici è stato utilizzato il software online Innomar "SES for Windows" (SESWIN). Questo software fornisce un'interfaccia intuitiva per configurare e controllare il sistema durante le varie fasi di acquisizione. Mediante la sua interfaccia grafica il software permette di visualizzare i risultati ecografici acquisiti per ogni frequenza utilizzata direttamente online, oltre che altri parametri telemetrici del sistema che permettono al geofisico di monitorare costantemente la qualità del dato ottenuto e di agire sui parametri di setting del sistema al fine di poter garantire lo scopo del lavoro.

La posizione è stata ricavata dal GPS Stonex, mentre le correzioni di variazione del livello marino dal sensore TSS MAHRS.

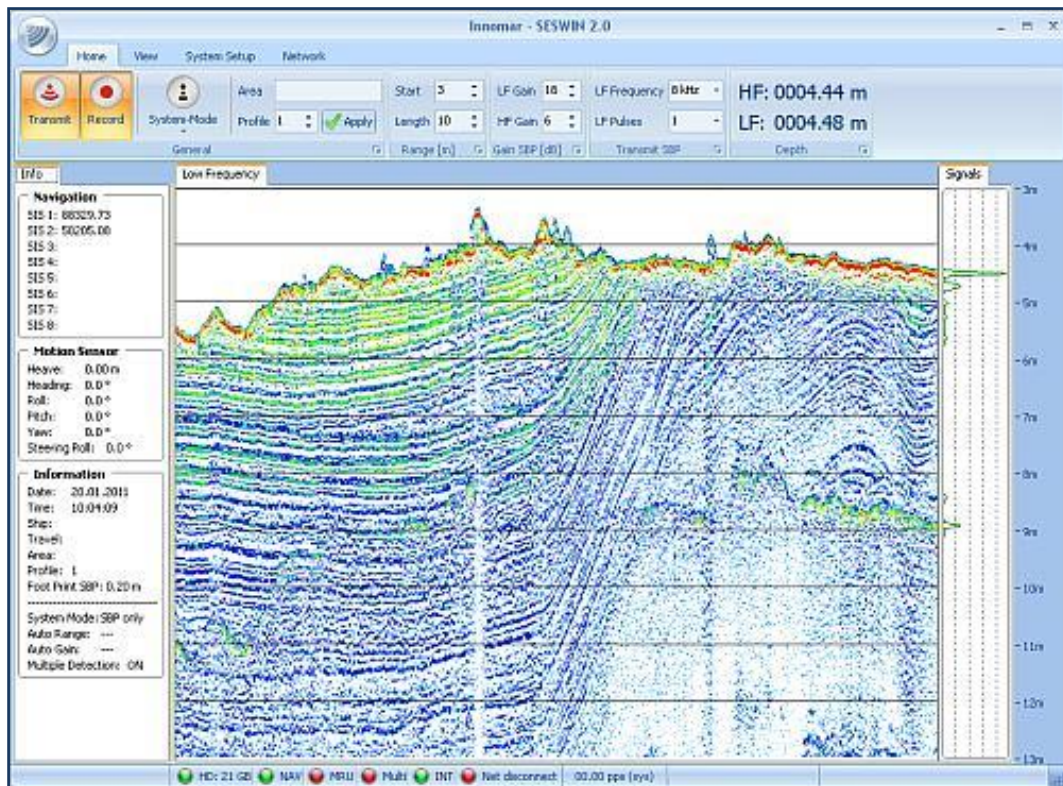


Figura 34– Esempio di schermata di acquisizione SBP.

7.5 Rilievo magnetometrico

Il rilievo è stato eseguito sulle rotte in corrispondenza degli elettrodotti (Figura 29) contemporaneamente all'acquisizione SBP e MBES.



Figura 35– Fasi di preparazione del magnetometro prima del rilievo.



Lo strumento è stato trainato dall'imbarcazione ad una distanza tale da impedire che il segnale venisse influenzato dalla presenza degli oggetti ferromagnetici presenti a bordo. Attraverso il software di acquisizione è stato impostato l'offset strumentale (layback) che ha permesso di derivare l'esatta posizione dello strumento in tempo reale.

Prima di procedere all'acquisizione dati si è proceduto all'analisi del segnale nell'area di rilievo inserendo le coordinate di riferimento nel software CSAZ della Geometrics (figura 36).

Essendo il piano di linee molto variegato con andamenti curvi e continui cambi di direzione, si è proceduto ad analizzare le caratteristiche del campo magnetico in relazione alle quattro direzioni di rilievo cardinali per ottenere l'orientamento consigliato del sensore al cesio per ognuna di queste. Dai grafici riportati in figura vediamo come nella zona non è necessario inclinare il sensore ed è stato quindi possibile eseguire tutto il rilievo con il sensore in posizione verticale.

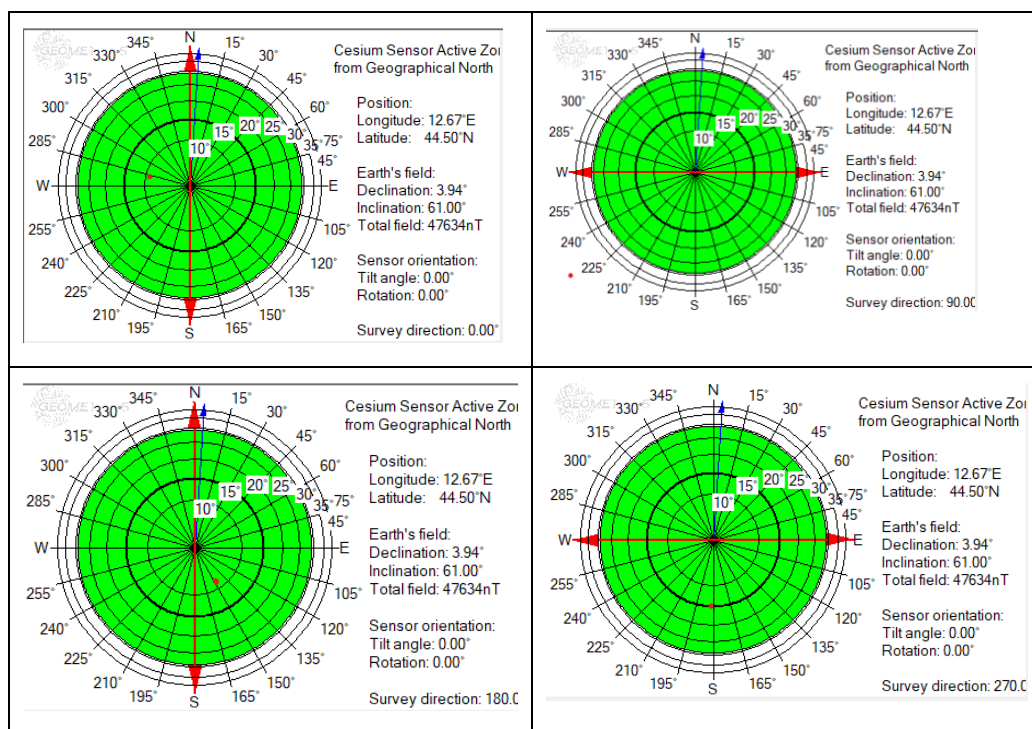


Figura 36– Analisi delle caratteristiche del campo magnetico in relazione alle quattro direzioni di rilievo cardinali.

Si è dunque proceduto all'acquisizione dati utilizzando il software di acquisizione della Geometrics MagLog, che permette di seguire in tempo reale l'andamento dell'intensità del campo magnetico terrestre rilevata, unitamente all'intensità del segnale, e alla posizione sia dell'imbarcazione, che dello strumento.

Lo stesso software sarebbe in grado di gestire anche la navigazione ma, avendo eseguito il rilievo unitamente al MBES e SBP, è stato utilizzato il software Qinsy ai fini della navigazione.



7.6 Ispezione ROV

Al fine di acquisire materiale fotografico e video dei punti di interesse (*target*) si è proceduto ad ispezione in loco mediante l'utilizzo di ROV (figura 37).



Figura 37- ROV adoperato con beacon USBL assicurato all'ombelicale.

Considerando il risultato preliminare dei rilievi geofisici, le ispezioni visive ROV sono state pianificate su otto target, le cui coordinate sono elencate in tabella 12. Le ispezioni ROV sono state effettuate durante due giornate di rilievo, rispettivamente il 30 e 31 agosto 2022.

Tabella 12- Target ispezionati mediante ROV (coordinate espresse in WGS84/UTM 33).

Target	Easting	Northing
R1	308592,91	4938673,56
R2	313289,16	4940097,94
R3	308322,08	4937669,27
R4	316620,31	4938839,27
R5	317713,72	4939192,56
R6	303347,70	4926594,67
REL1	322710,22	4937988,39
REL2	325474,20	4938417,03



In particolare, le attività hanno riguardato l'ispezione di due relitti (REL1 e REL2), una condotta che attraversa il campo nord "Romagna 2" (R2) e diversi target ambientali (R1, R3, ed R6). È stata inoltre verificata la presenza di una condotta interrata (condotta internazionale che collega il cluster "Garibaldi" con il cluster "Ivana"), rilevata dalle carte nautiche ma non durante i rilievi geofisici, che potrebbe interferire con il tracciato degli elettrodotti (R4 ed R5). La posizione dei target individuati è rappresentata in figura 38.



Figura 38- Mappa dell'area di progetto e dei target ispezionati mediante ROV.

Durante le riprese video, il ROV ha proceduto quanto più possibile ad un'altezza inferiore a 1,5 m dal fondale, a velocità costante e ad un massimo di 2 nodi soffermandosi sui punti di interesse.

I file video sono stati acquisiti in formato full-HD (risoluzione di 1920x1080 pixel) .mkv con *overlay* e impiego di illuminazione artificiale e puntatori laser distanziati tra loro di 10 cm per l'eventuale stima delle dimensioni oggetti ripresi. La profondità del sistema di ispezione è stata registrata in continuo dal sensore di pressione del ROV con una accuratezza di una cifra decimale. Sull'*overlay* del video ROV sono riportati i parametri di assetto del veicolo, data e ora, direzione di avanzamento, tilt della camera, temperatura, profondità, longitudine e latitudine (figura 39).



Figura 39- Fotogramma estratto da video ROV.



8. ELABORAZIONE DEI DATI

8.1 Rilievo batimetrico singlebeam

I dati, acquisiti in formato CSV, sono stati successivamente processati tramite software GIS e CAD di modo da mosaicare in un'unica griglia tutte le linee di rilievo. Una volta generata questa griglia, i dati ottenuti sono stati interpolati con l'obiettivo di generare la griglia densa di punti, a ciascuno dei quali sono attribuite le informazioni di Longitudine, Latitudine e Profondità, che costituisce il DTM. Un ulteriore successivo processamento dei dati ha permesso di esportare una Carta Batimetrica Totale in formato GeoTIFF (figura 40), la griglia totale sia in formato raster che come file di testo, e la carta delle isobate, sia in formato PDF (figura 41) che DWG.

Il rilievo si è esteso da una profondità minima di poco meno di 8 m verso costa, ad una profondità massima di poco inferiore a 44 m nella porzione sudorientale (e quindi più al largo) dell'area di rilievo, corrispondente all'angolo sud-est del campo Romagna 1. Dall'analisi dei dati si evince come il fondale sia caratterizzato da valori batimetrici degradanti in maniera regolare e con scarsa pendenza in direzione costa-largo, con una inclinazione media di $0,05^\circ$ (minima $0,01^\circ$, massima $2,29^\circ$). Unica difformità si rileva in corrispondenza dell'angolo sud-est del campo Romagna 2, dove la batimetria tende ad aumentare, oltre che secondo il succitato andamento costa-largo anche seguendo un andamento nord-sud.

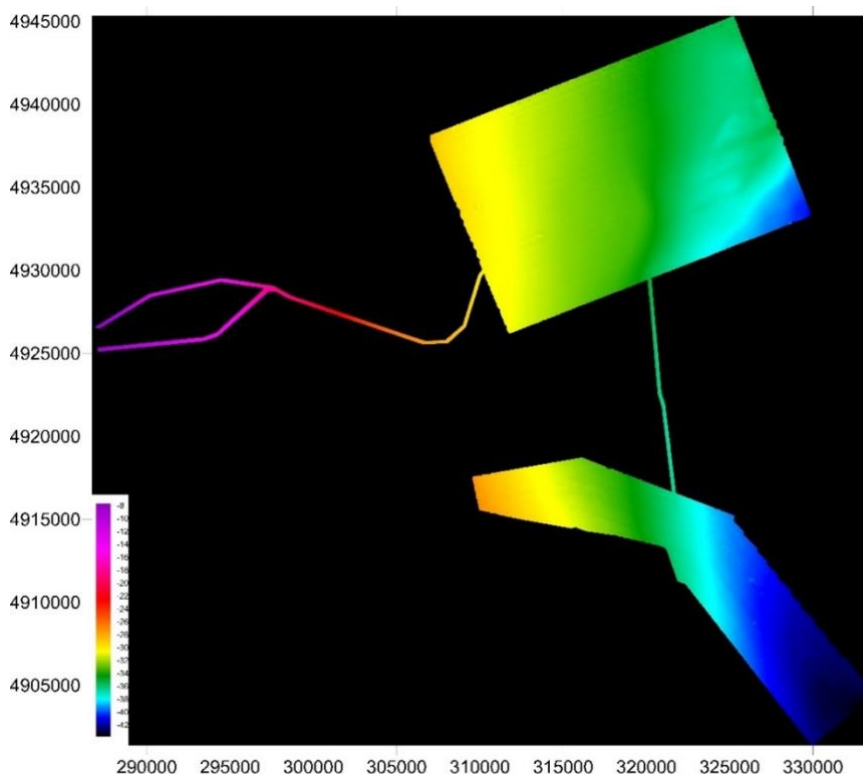


Figura 40- Carta Batimetrica Totale in formato GeoTiff

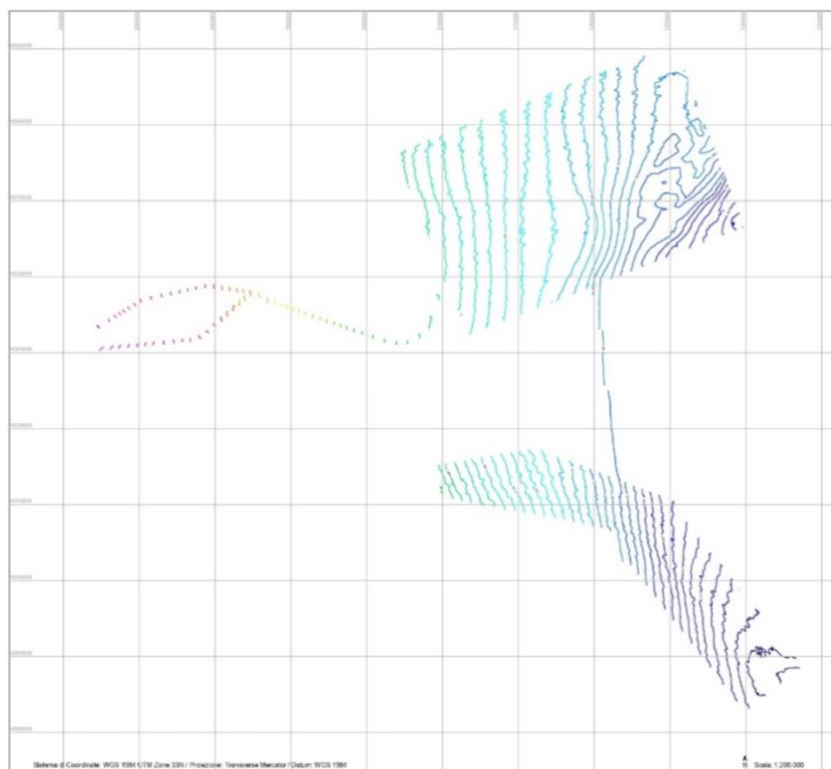


Figura 41: Estratto della carta delle isobate



8.2 Rilievo morfologico side-scan sonar

I file XTF acquisiti sono stati importati nel software Seaview (figura 42) per il processing. Il software consente di lavorare sulle linee mosaiccate in tempo reale apprezzando ogni modifica che viene apportata alle linee in questione.

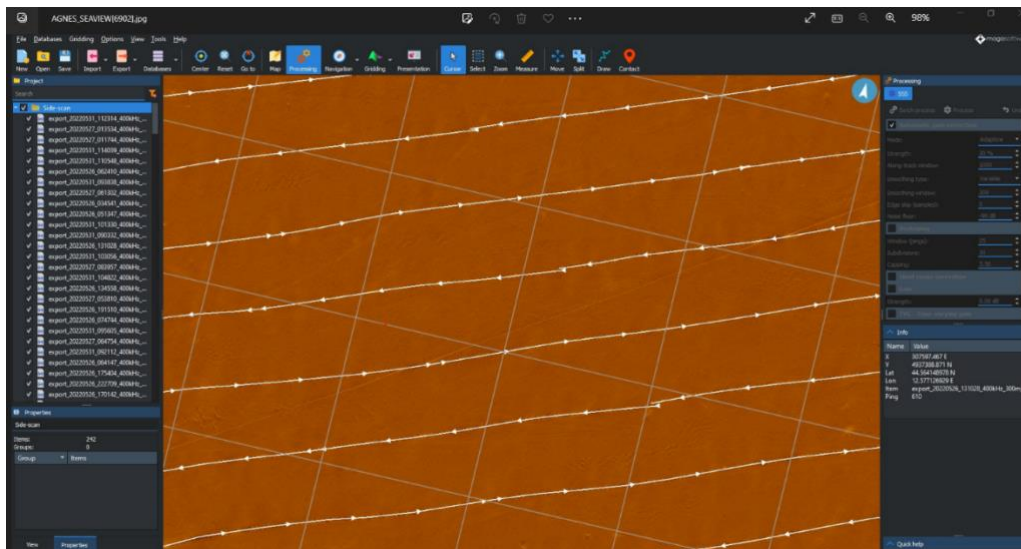


Figura 42– Interfaccia grafica del software Seaview.

Il processing dei dati avviene tramite le seguenti fasi operative:

- Creazione del progetto con impostazione dei relativi parametri geodetici;
- Importazione delle linee XTF;
- Verifica della navigazione con rimozione di eventuali spikes e verifica del corretto posizionamento USBL;
- Correzione della colonna d'acqua per mezzo del tool Slant Range Correction;
- Scelta dell'ordine di visualizzazione delle linee;
- Export del Mosaico Side Scan Sonar.

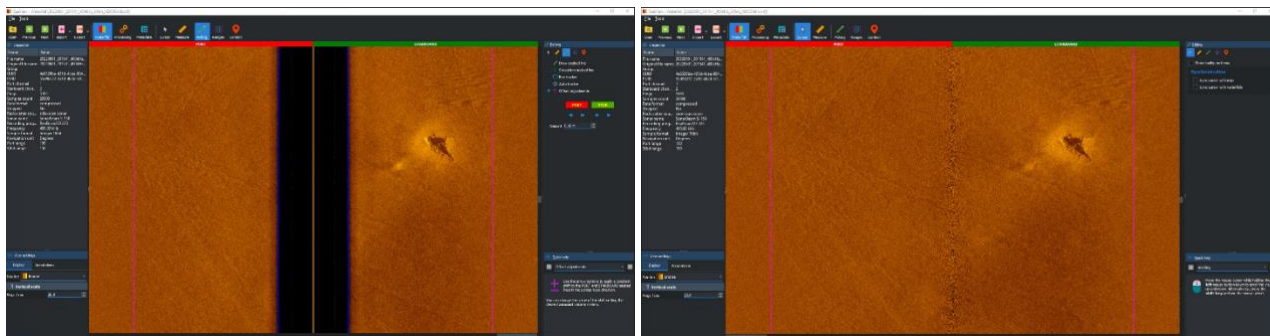


Figura 43– Slant Range correction tool.

Data la grande mole dei dati è stato necessario dividere il mosaico in più settori (figura 44) che sono stati esportati con risoluzione 25 cm e 50 cm.

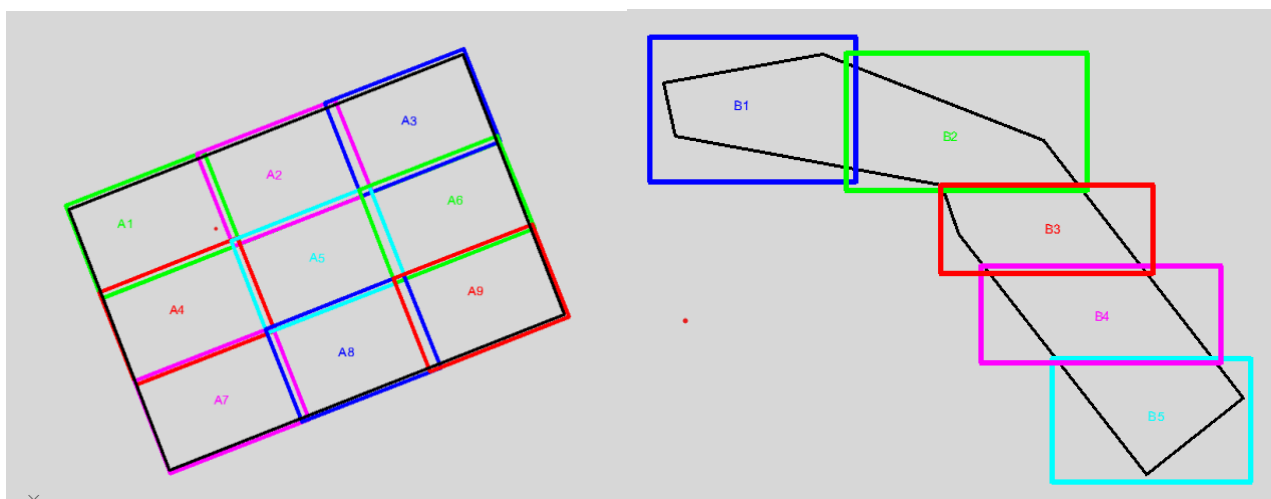


Figura 44– Settori in cui sono stati suddivisi i mosaici delle due aree di indagine offshore.

Si è dunque proceduto a ricercare ed individuare eventuali target da approfondire.

Oltre alla presenza di una condotta e di innumerevoli lineazioni connesse con la attività di pesca a strascico (figura 45), sono stati individuati 7 principali target da approfondire (figure 46 e 47), due dei quali sono probabilmente riconducibili alla presenza di relitti. I restanti target sono stati individuati ai fini della verifica della tipologia e caratteristiche del fondale.

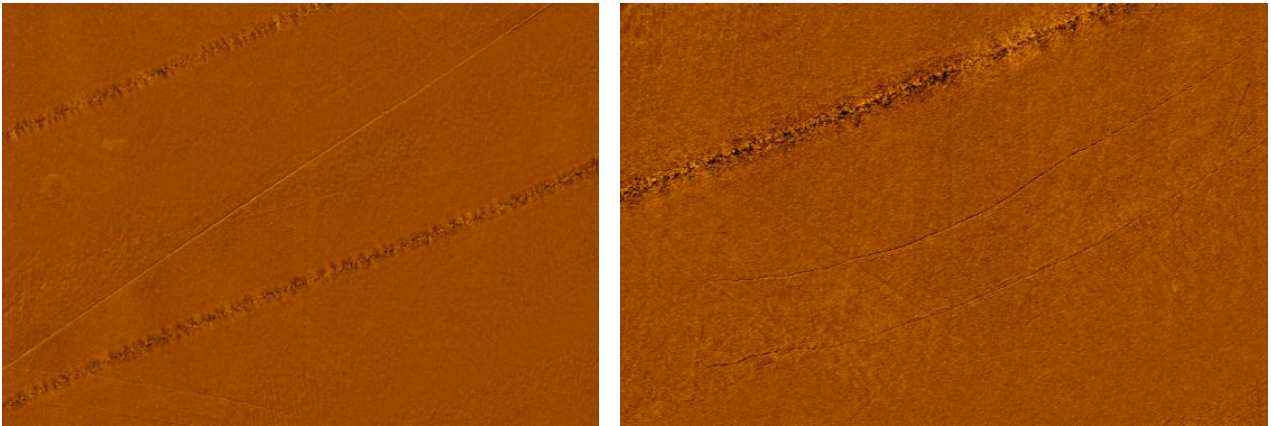


Figura 45– Condotta poggiata sul fondo rilevata nel parco “Romagna 2” ed esempio di solchi riconducibili all’attività di pesca a strascico.

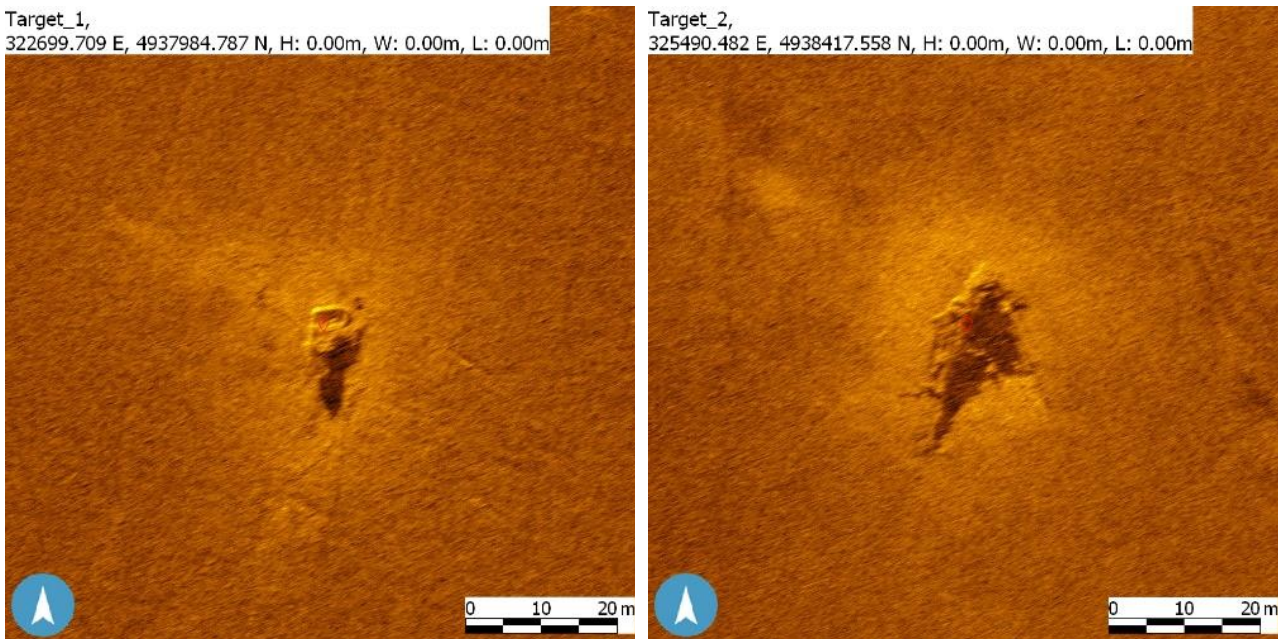


Figura 46– Relitti individuati.

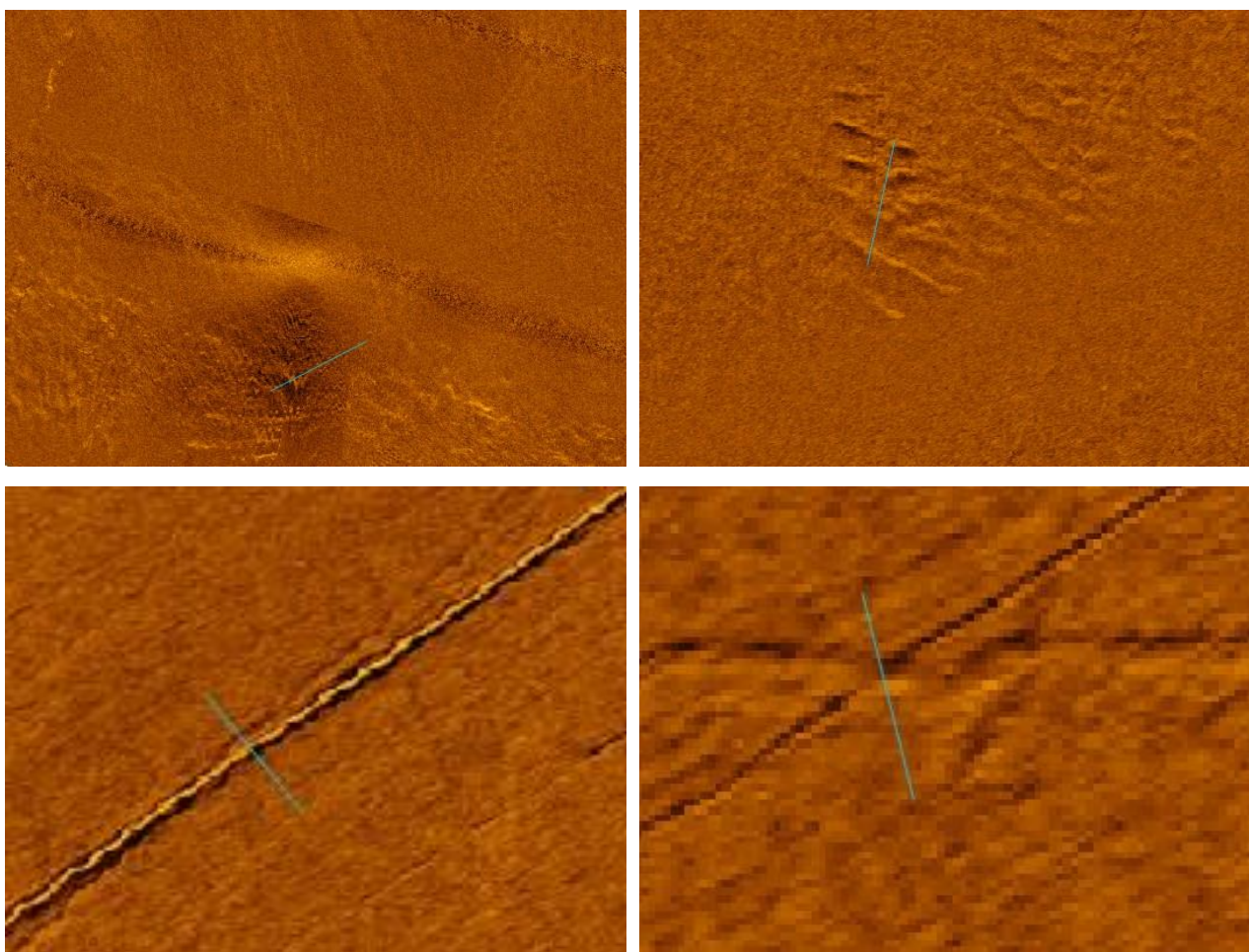


Figura 47–Altri target individuati a verifica delle caratteristiche e tipologia del fondale e particolare della condotta che attraversa il campo “Romagna 2”.

8.3 Rilievo batimetrico multibeam

I dati acquisiti sono stati importati nel software Qimera (Figura 48) che permette di verificare la calibrazione, pulire le linee acquisite dalla presenza di spikes, eseguire il controllo qualità sui dati ed esportare i DTM e le immagini Multibeam con la risoluzione richiesta.

Per quanto riguarda la “dynamic surface”, questa è stata calcolata per mezzo dell’algoritmo CUBE, che sull’interfaccia Qimera può essere impostato secondo vari parametri. Per l’elaborazione dei dati acquisiti si è scelto di utilizzare i parametri reimpostati NOAA_1m.



Report delle indagini geofisiche a mare
AGNRUM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO

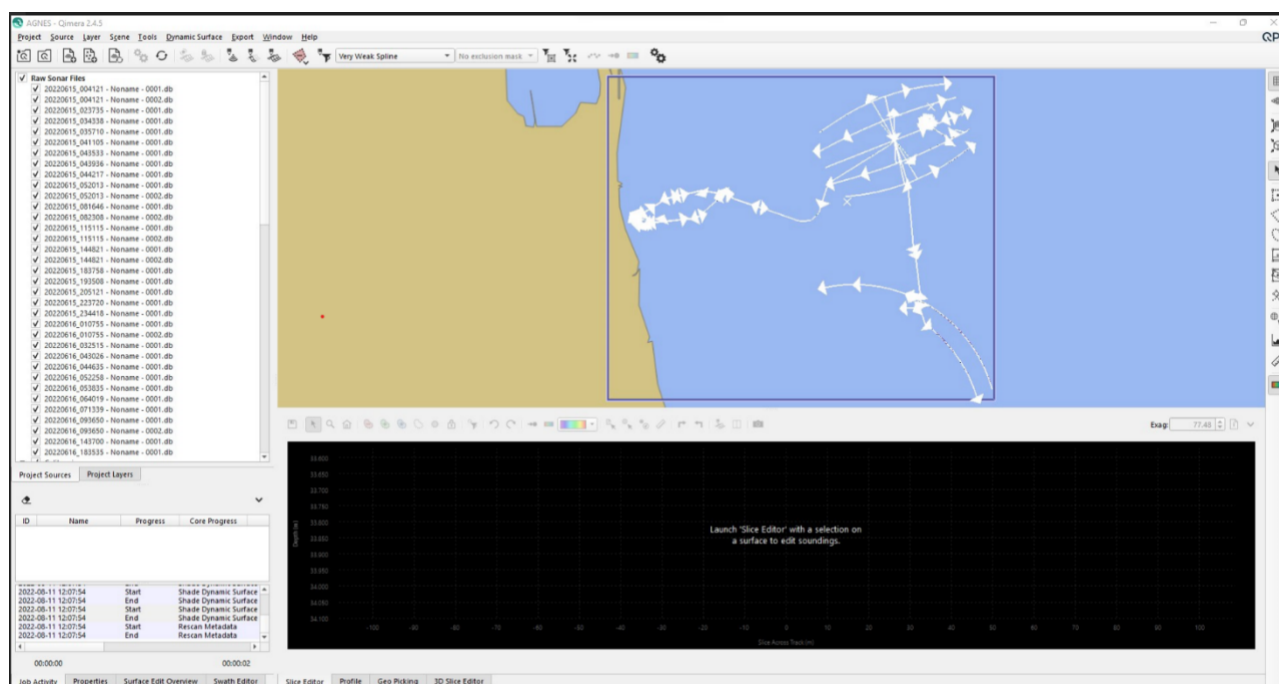


Figura 48– Interfaccia del software di elaborazione dati Multibeam Qimera.

Qui di seguito è descritta brevemente la procedura seguita per l'elaborazione dei dati batimetrici:

- Creazione del file di configurazione per il mezzo nautico utilizzato;
- Creazione di un nuovo progetto;
- Importazione di tutti i dati grezzi dal formato .db nel nuovo progetto;
- Calibrazione dei dati attraverso il modulo di calibrazione (Calibration tool) e inserimento dei valori di calibrazione nel file di configurazione del mezzo nautico;
- Applicazione del profilo SVP;
- Pulizia interattiva dei dati batimetrici di ogni singola linea di rilevamento (Swath Editor);
- Calcolo della TPU (Total Propagated Uncertainty) attraverso il modulo CUBE;
- Creazione di un modello digitale preliminare sulla base dei dati batimetrici alla risoluzione di 0.5 metri;
- QC dati e filtraggio;
- Creazione dei modelli digitali finali ed esportazione per le successive fasi di elaborazione e restituzione alla risoluzione di 1 metro;
- Analisi morfologica e statistica dei fondali;
- Definizione di un modello ausiliario funzionale alla produzione delle curve di livello;
- Elaborazione curve di livello e plottato cartografico.

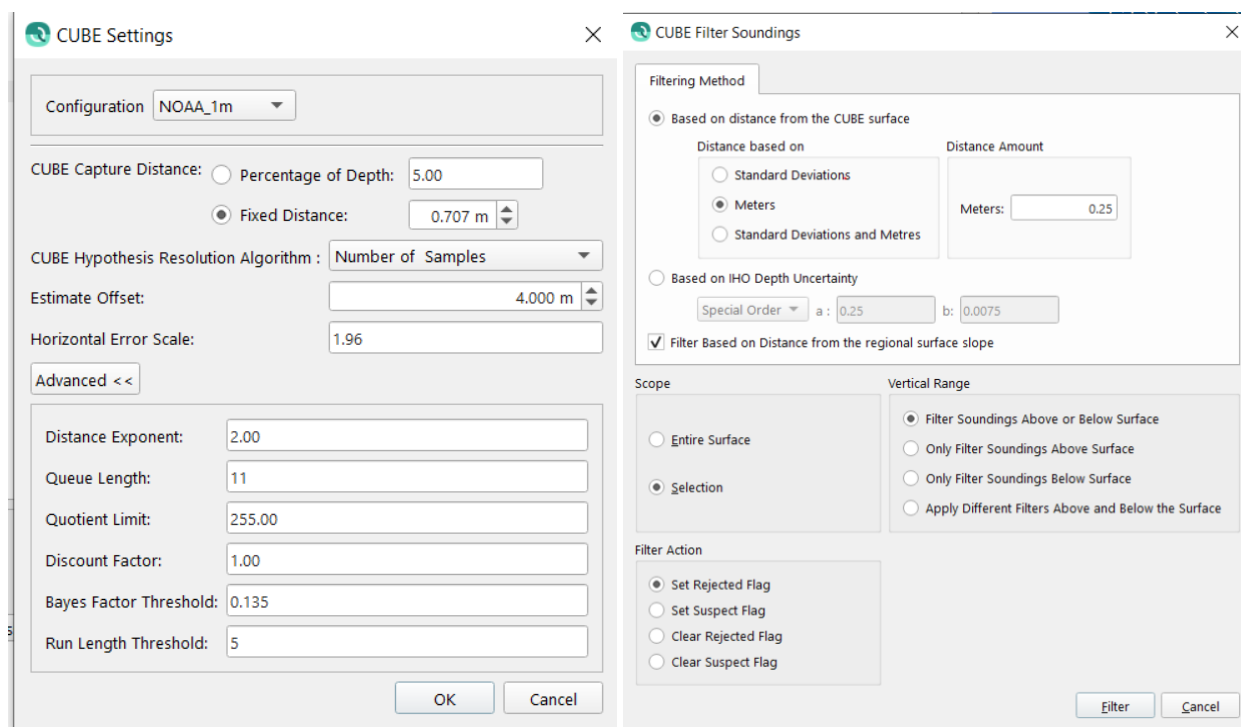


Figura 49 – Parametri utilizzati per il calcolo della Surface con l’algoritmo CUBE e interfaccia per i filtri sulla superficie.

Dopo aver generato la superficie è stato applicato un filtro sulla base dei parametri I.H.O. relativi all’ordine speciale, alla Standard Deviation ed alla distanza della nuvola di punti dalla superficie di riferimento. Dopo questa prima fase di pulizia automatica si è proceduto alla pulizia di eventuali spike residui utilizzando manualmente i tools Swath editor e Slice editor. Terminata quest’ultima fase di controllo si è proceduto ad esportare il DTM finale in formato XYZ, è stata inoltre esportata un’immagine in formato GeoTIFF del mosaico finale. (figura 50). Per la correzione di marea si è utilizzato le quote ellissoidiche post processate rispetto ad una base permanente generata sui primi fondali attraverso l’interfaccia di Italpos (www.italpos.it)

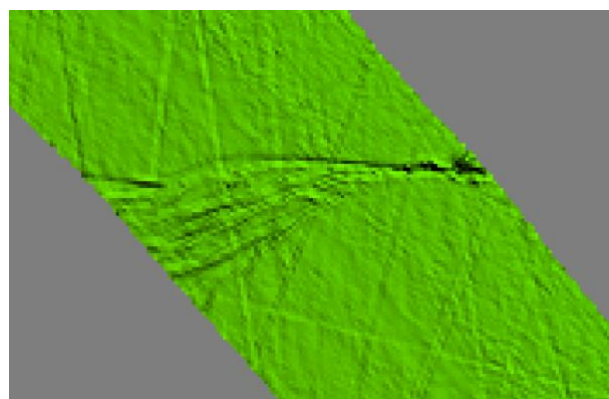
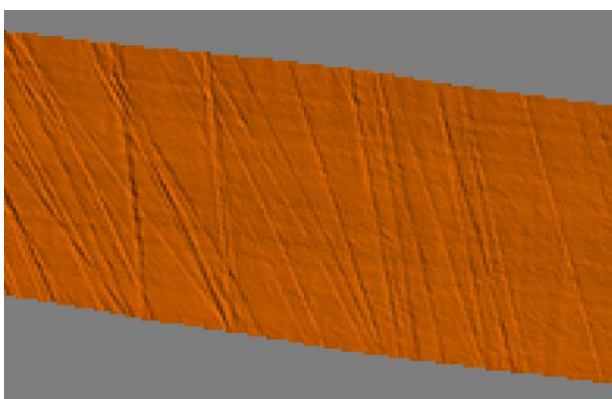


Figura 50- Visione d'insieme del rilievo MBES (in alto); Dettaglio del rilievo MBES a diverse profondità (in basso) minore a sinistra, maggiore a destra in cui sono chiaramente visibili solchi sul fondale, con buona probabilità ascrivibili ad attività di pesca a strascico.

Nel corso del rilievo MBES sono stati inoltre indagati in particolare due dei target segnalati durante il rilievo SSS, in quanto probabilmente identificabili come relitti (figura 51).

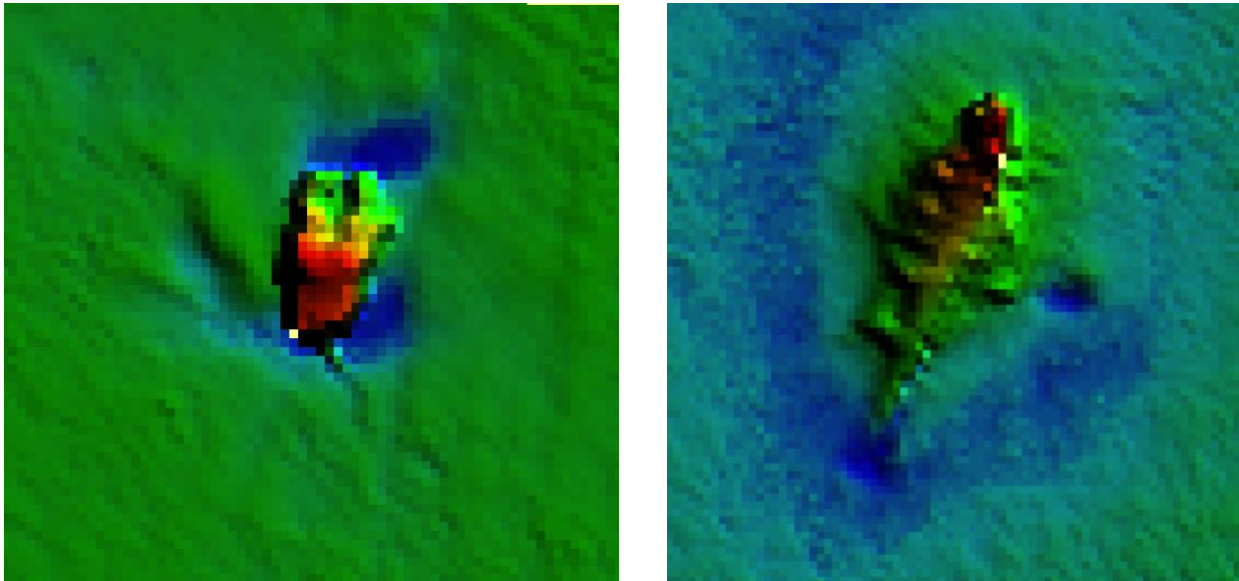


Figura 51- Dettaglio dei due target probabilmente identificati come relitti.

8.4 Rilievo stratigrafico sub-bottom profiler

Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, il QA-QC dei dati stratigrafici è stato effettuato direttamente sul campo durante le fasi di acquisizione del dato originale dal geofisico in sito, mentre l'elaborazione finale è stata svolta presso gli uffici di Ubica srl. da tecnici esperti e debitamente formati a tale scopo.

I record SBP sono stati processati ed analizzati mediante l'utilizzo del software Innomar ISE 3.0, specificatamente progettato e scritto per ottenere il massimo delle potenzialità dai dati acquisiti con i sistemi SBP Innomar. L'utilizzo di questo applicativo ha permesso di effettuare i controlli di qualità, coerenza e la relativa convalida dei dati in relazione all'affidabilità ed accuratezza riscontrabile per ogni singolo tracciato registrato.

Per l'attività di indagine SBP l'elaborazione dei dati acquisiti è stata eseguita seguendo le normali procedure standard indicate dal produttore del software e degli hardware utilizzati oltre che le procedure consigliate dall'IHO.

Qui di seguito vengono indicati i principali passaggi adottati per l'esecuzione del processing per questo particolare scopo del lavoro:

- Upload di tutti i dati di archivio disponibili che possono contribuire alla corretta interpretazione dei record (raster, linea di costa, tavole di progetto, rotte teoriche, DTM, curve di livello) all'interno del Browser "GIS" presente nel pacchetto software ISE;
- Upload dei record stratigrafici registrati all'interno del Browser "GIS" presente nel pacchetto software ISE;
- Analisi di tutte le frequenze acquisite per i singoli tracciati per la verifica dei parametri di acquisizione;



- Determinazione ed applicazione per ogni singolo record degli appropriati parametri di GAIN & TVG da utilizzare;
- Determinazione ed applicazione per ogni singolo record della scala cromatica opportuna da utilizzare;
- Determinazione ed applicazione per ogni singolo record dell'algoritmo e del metodo di rappresentazione dei dati acustici;
- Applicazione della correzione della velocità del suono in acqua e nel suolo;
- Applicazione della correzione di marea ai singoli profili sia in HF che LF.

Tutti i tracciati acquisiti e così processati sono stati sequenziati. Sulla base di questo processo sarebbe successivamente possibile interpretare i dati stratigrafici e riportarli all'interno di un file detto metadati e contestualmente in formato vettoriale mediante la procedura detta di Picking, che consiste nel digitalizzare i principali riflettori acustici in evidenza sotto al profilo del fondo ed interpretabili dai profili sismici.

Sono state elaborate le immagini di tutte le linee acquisite e riportate sulle medesime le coordinate e la profondità. Le immagini sono state interpretate e ricavate le principali informazioni e target. Vengono fornite in formato digitale con la carta della navigazione e posizione.

La penetrazione massima ottenuta è stata di circa 10 m.

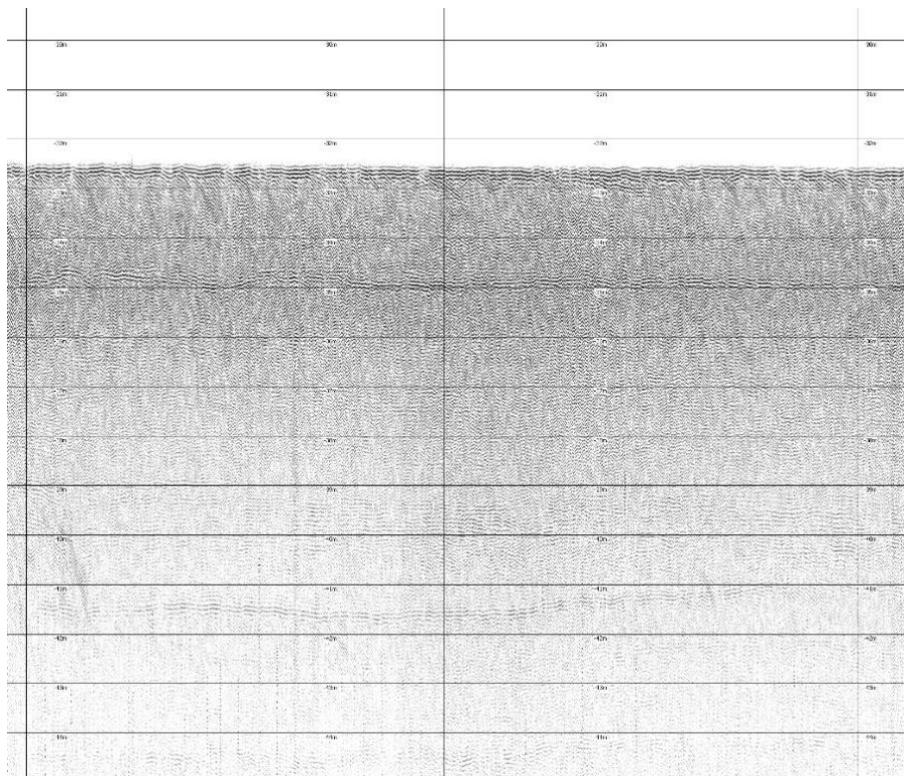


Figura 52– Esempio di riflettore a circa 10 metri di profondità.



Sulla maggior parte dell'area rilevata si evidenzia una forte omogeneità dei materiali con un primo riflettore alla profondità variabile dai 2 ai 5 metri sotto il fondale (Figura 53). Probabilmente trattasi di uno o due orizzonti a granulometria più grossolana sottostante uno strato più limoso superficiale. Caratterizzare con precisione la natura delle stratificazioni richiederebbe informazioni aggiuntive come campionamenti o carotaggi.

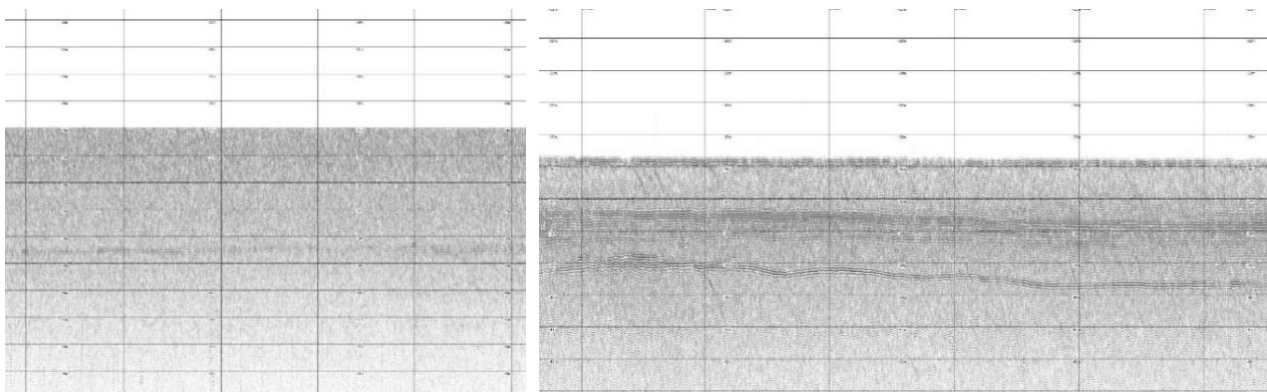


Figura 53– Esempio di riflettore a circa 4 metri di profondità e di area con la presenza di riflettori multipli.

I dati sismici in molte aree sono degradati probabilmente per la presenza di risalite gassose. Ipotesi confermabile anche dal fatto che gli orizzonti si interrompono o mostrano curvature verso il basso (Figura 54).

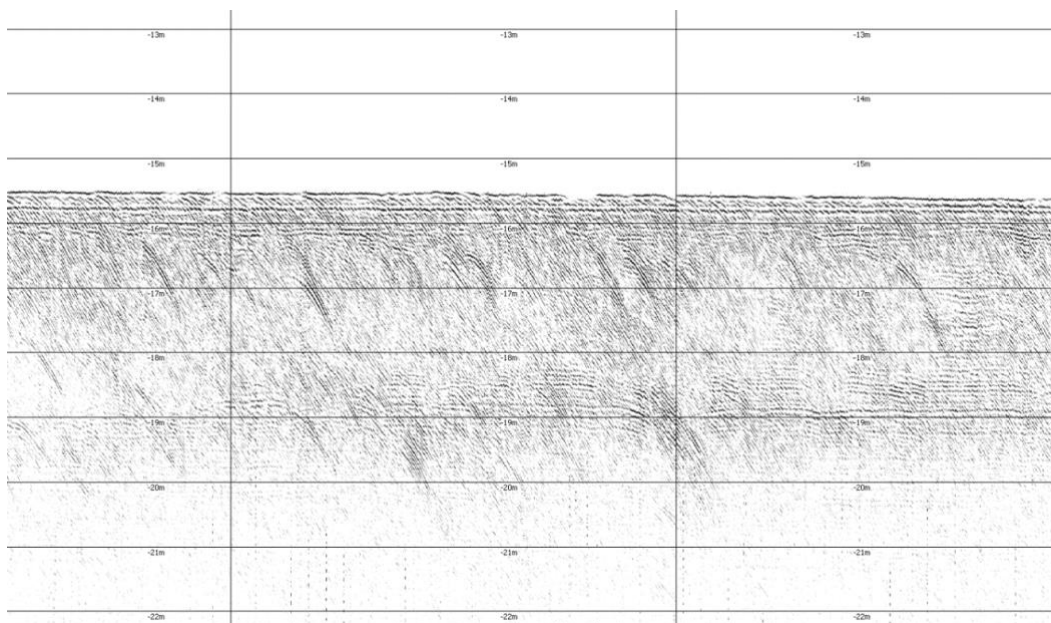


Figura 54– Esempio di presenza di gas che degrada le immagini.



Inoltre, su alcune immagini sono state riscontrate delle figure ad iperbole che probabilmente identificano dei target sommersi come ad esempio tubazioni (Figura 55).

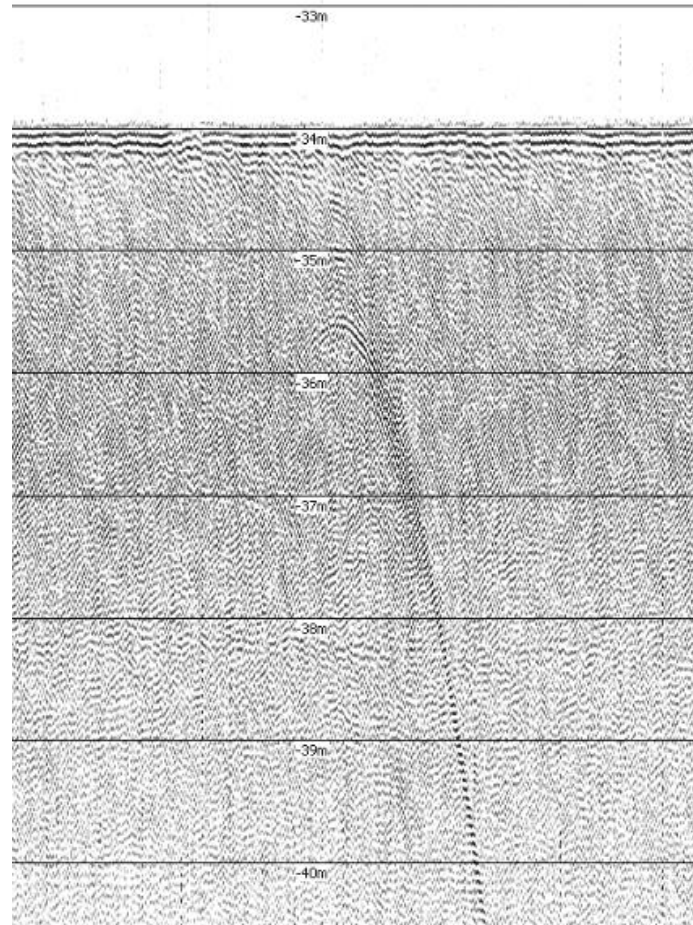


Figura 55– Particolare di forma ad iperbole dovuta probabilmente ad un target sommerso a circa 1 m.

La localizzazione dei tre principali target assimilabili a tubazioni è riportata in Figura 56. Nella seguente tabella (Tabella 13) si riportano le coordinate degli stessi target insieme con il nome della relativa linea SBP acquisita e la profondità di interramento:

Tabella 13: Posizione delle probabili condotte interrato.

East (WGS84/UTM33N)	Norh (WGS84/UTM33N)	Linea	Prof. (m)
320920	4922130	16_030056	1
316632	4938822	15_214851	1
317706	4939169	15_183826	1

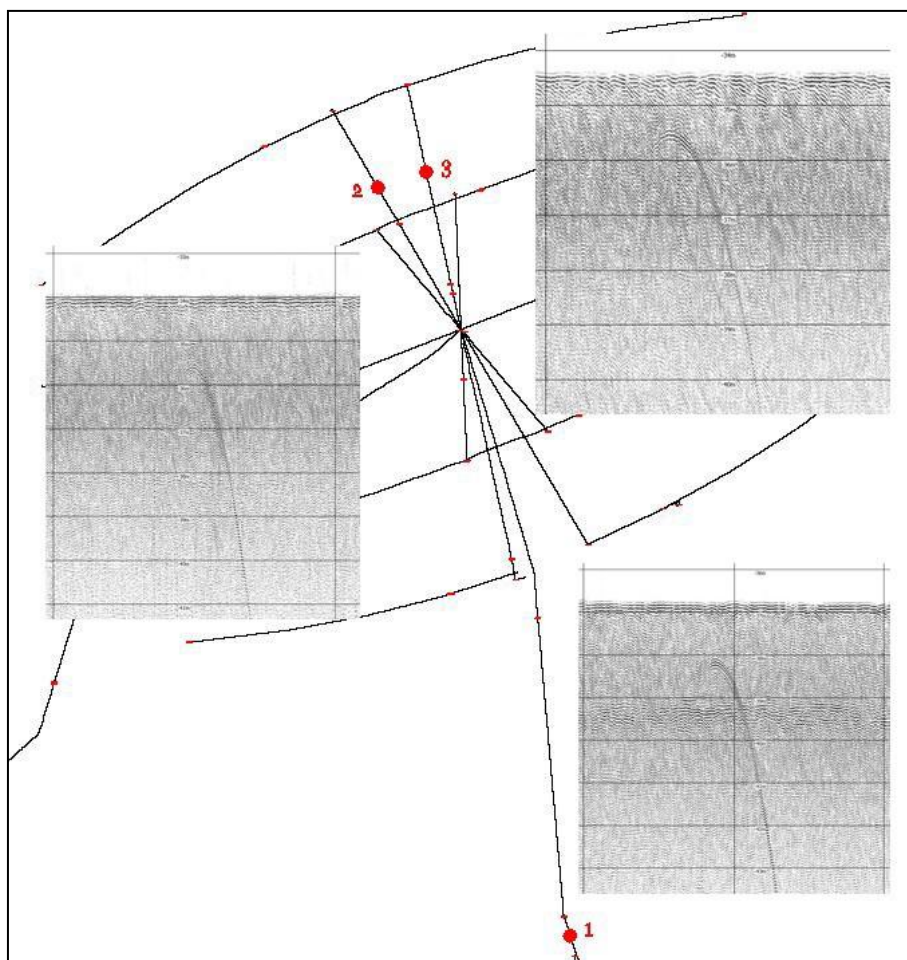


Figura 56– Localizzazione dei target individuati riconducibili a tubazioni.

8.5 Rilievo magnetometrico

Per l'elaborazione dei dati acquisiti è stato usato il software Magpick che permette di mappare le anomalie registrate e di interpretare i segnali acquisiti.

I profili acquisiti sono stati dapprima ripuliti da spikes e da errori di posizionamento e sono state eliminate piccole linee abortite e i tratti di linea acquisiti in curva. A questo punto sono stati individuati i segnali anomali da mettere in relazione con la presenza di target.



Report delle indagini geofisiche a mare
 AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO

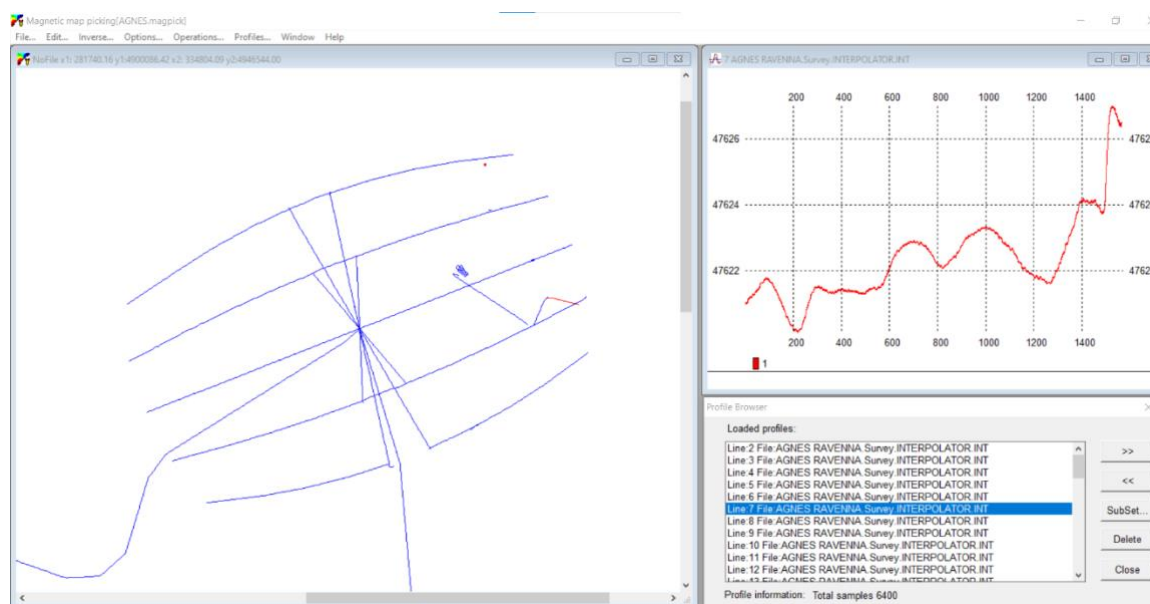


Figura 57– Interfaccia di elaborazioni dati magnetometrici con il software MagPick.

Dall’analisi delle risposte ricevute dal magnetometro è stato possibile individuare un totale di 12 target (Figura 59

) le cui coordinate ed ampiezza del segnale rilevato sono riportate in tabella 14.

Tabella 14: Coordinate ed Ampitude (nT) dei segnali rilevati.

Id	Est	Nord	Ampitude (nT)
1	325498.22	4938416.5	3811.2
2	298424.91	4928457	385.7
3	294130.22	4929347.5	200.8
4	293401.09	4929151.5	46
5	296368.34	4929117.5	261.2
6	289044.38	4925532	53741
7	287774.66	4926949	1966.1
8	305884.38	4925928	6377.5
9	296876.16	4928614	1181.5
10	317731.43	4939173.20	25558
11	316615.00	4938830.77	14788
12	320940.04	4922158.38	4631.07



Report delle indagini geofisiche a mare
 AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO

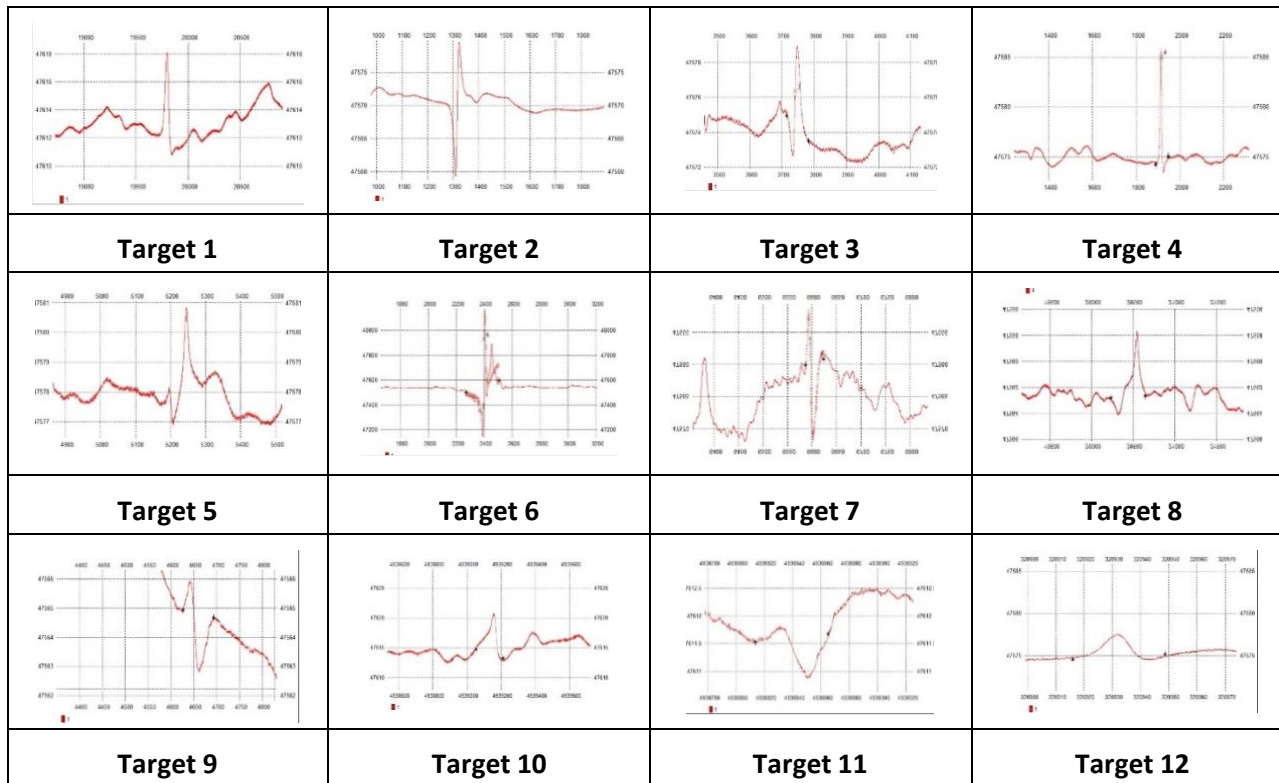


Figura 58– Segnali rilevati dallo strumento in corrispondenza dei 12 target individuati.

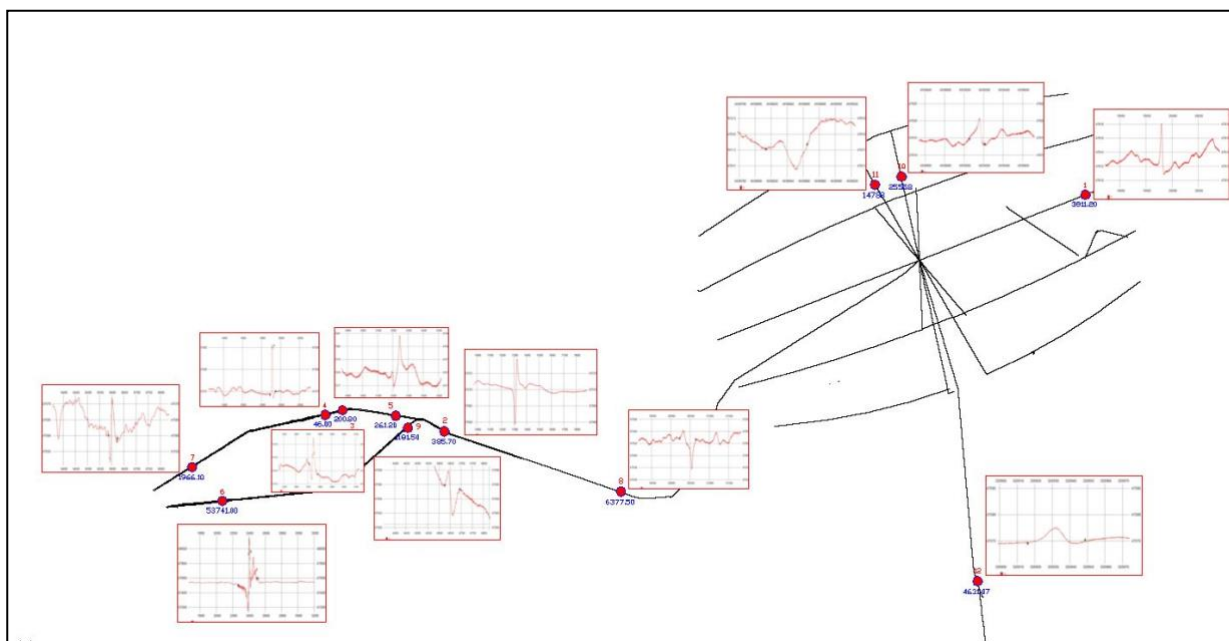


Figura 59– Localizzazione dei principali target individuati durante l'indagine magnetometrica.



8.6 Ispezione ROV

L'ispezione dei target individuati ha confermato la presenza preponderante di substrati incoerenti prevalentemente siltosi con segni di bioturbazione. Le immagini video mostrano sempre condizioni di elevata torbidità e scarsissima visibilità.

È stata verificata la presenza dei due relitti individuati tramite i rilievi geomorfologici nel parco "Romagna 2", uno dei quali (REL2) è densamente colonizzato da diverse specie massive di Poriferi (Figura 60).

È stata inoltre verificata la presenza della condotta che attraversa il campo "Romagna 2" in corrispondenza del target R2. In corrispondenza dei target R4 e R5, è stato infine verificato che la condotta internazionale che collega il cluster "Garibaldi" con il cluster "Ivana" sia realmente interrata così che si possano escludere interferenze con il tracciato degli elettrodotti AGNES che andranno a incrociarla.

Non è stata rilevata la presenza di affioramenti rocciosi.

Di seguito vengono riportati (da Figura 60a Figura 63) alcuni fotogrammi estratti dalle riprese subacquee relativi ai diversi target.

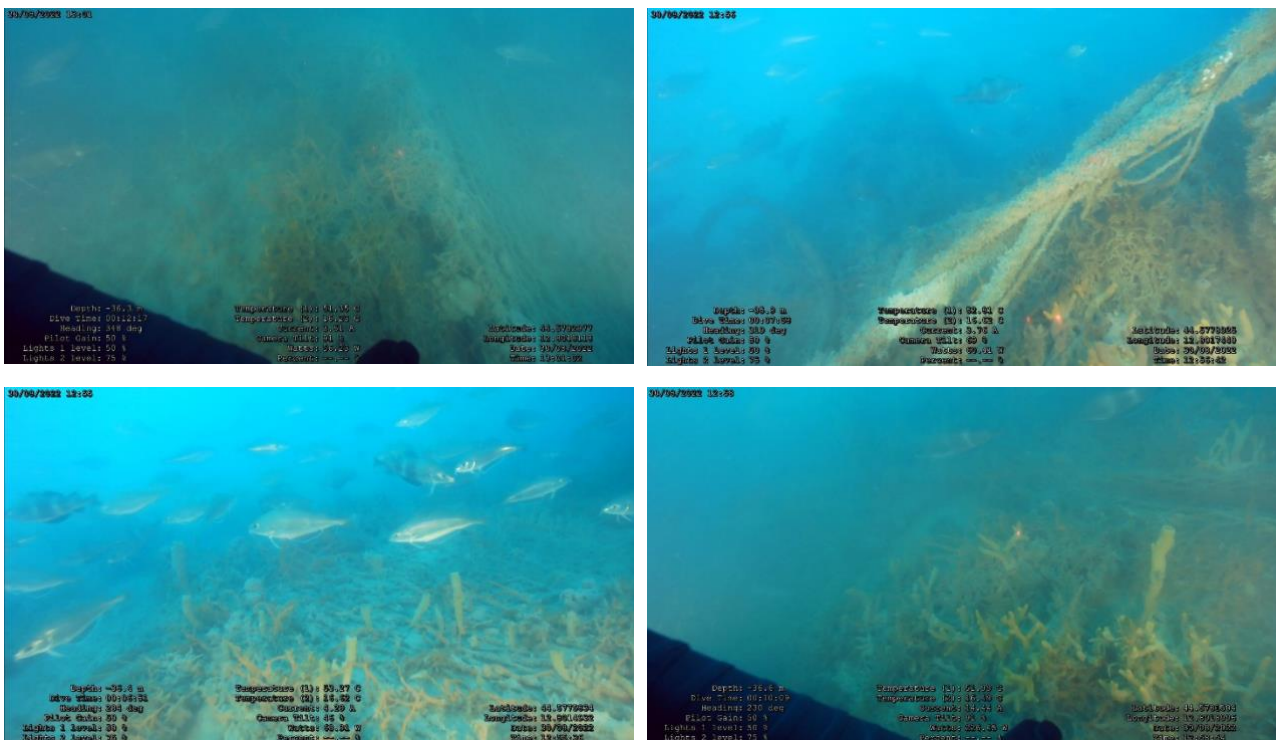


Figura 60- Snapshots da video ROV in corrispondenza del target REL2: le immagini in alto mostrano struttura del relitto e funi impigliate, le immagini in basso mostrano la ricca fauna sessile associata.



Report delle indagini geofisiche a mare
 AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO

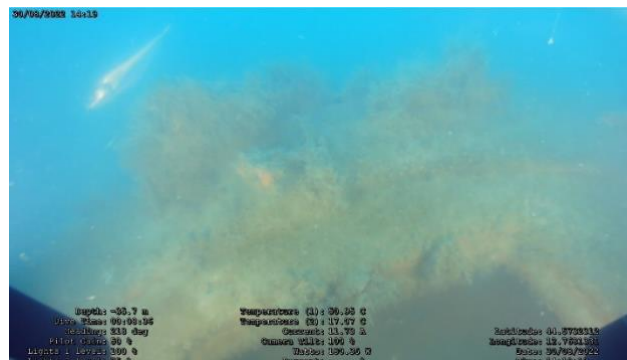
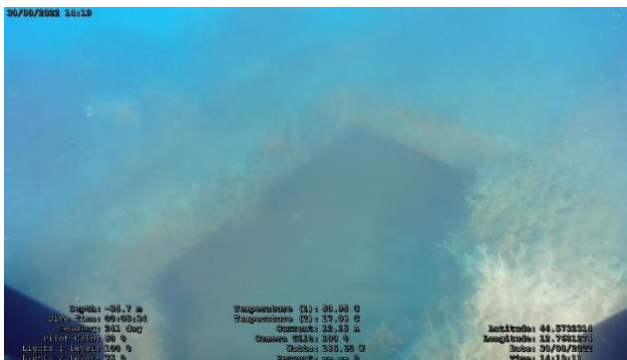


Figura 61- Snapshots da video ROV in corrispondenza del target REL1.



Figura 62- Snapshots da video ROV in corrispondenza della condotta sul target R2.

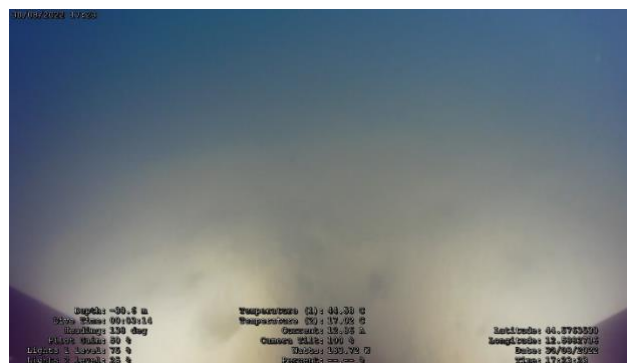
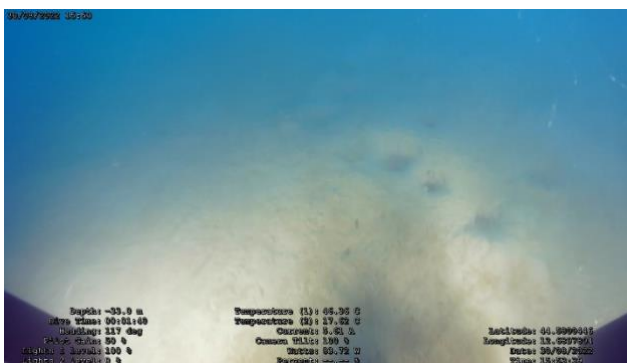


Figura 63- Fondali incoerenti di natura siltosa e segni di bioturbazione sui target ispezionati.



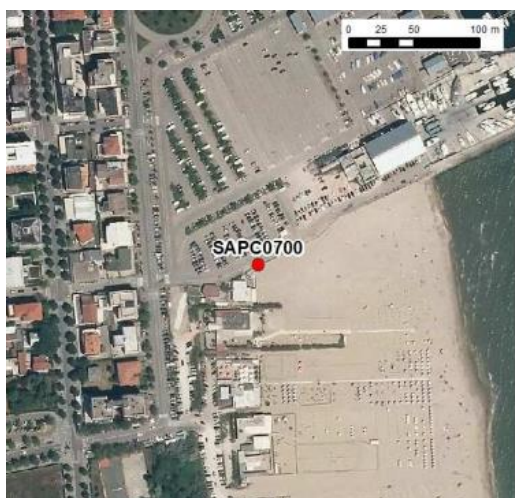
9. CALIBRAZIONE STRUMENTALE

9.1 Strumentazione GPS

Il posizionamento dei rilievi idrografici è stato eseguito utilizzando il GPS doppia frequenza Stonex mod. 900A in modalità “NRTK” e DGPS con correzione ATLAS per le zone più a largo dove veniva a mancare il segnale GSM.

L’utilizzo di questa strumentazione permette di raggiungere precisioni centimetriche. Le coordinate vengono misurate in coordinate geografiche e vengono trasformate dal software in coordinate metriche. Per verificare l’effettiva validità e precisione dello strumento e delle correzioni differenziali è necessario eseguire una “calibrazione”.

La calibrazione del sistema GPS, sia RTK che ATLAS, è stata effettuata il giorno 25 maggio posizionando il ricevitore sul caposaldo della rete geodetica costiera regionale ed ISPRA numero SAPC0700.



Coordinate geografiche		Coordinate piane	
ETRS89-ETRF 2000 (2008.0)		ETRS89-ETRF 2000-UTM 32N (2008.0)	
EPSG: 6706		EPSG: 7791	
Lat (°):	<input type="text" value="44,48583553"/>	Long (°):	<input type="text" value="12,28415144"/>
		Est (m):	<input type="text" value="761148,6"/>
		Nord (m):	<input type="text" value="4931083,33"/>
Quota ellissoidica	h (m): <input type="text" value="41,37"/>	Data di acquisizione:	<input type="text" value="03/05/2017"/>
Quota ortometrica	H (m): <input type="text" value="2,09"/>	Data di riferimento:	<input type="text" value="05/2011"/>

Figura 64– Monografia caposaldo ISPRA.



La misurazione è stata eseguita per mezzo di due sessioni di acquisizione di circa 15 minuti cadauna sul caposaldo e confrontando quindi la media dei dati registrati con quelli della monografia.

Il controllo delle coordinate ha evidenziato una precisione di circa 2.2 cm per il sistema in modalità RTK e di circa 7.8 cm per la modalità ATLAS, i risultati sono riportati di seguito.

Tabella 15: Precisione del rilievo GPS in modalità RTK e ATLAS.

Verifiche GPS		
Modalità	Geografiche WGS 84	UTM32 – ETRF2000
<u>RTK</u>	Lon. 12.28415172	761148.62 E
	Lat. 44.48583566	4931083.34 N
<u>ATLAS</u>	Lon.12.28415068	761148.54 E
	Lat. 44.48583506	4931083.27 N
<u>Caposaldo</u>	Lon. 12.28415144	761148.60 E
	Lat. 44.48583553	4931083.33 N
Differenza RTK		2.2 cm
Differenza ATLAS		7.8 cm

9.2 Girobussola e sensori di moto

La calibrazione della girobussola TSS MAHRS è stata eseguita sulla banchina del porto dove era ormeggiata l'imbarcazione.

Ad intervalli cadenzati di un secondo, per circa 30 minuti di tempo, sono state misurate le coordinate delle posizioni di due punti, uno in prossimità della prua e l'altro della poppa, dove erano stati collocati due GPS. Parallelamente il software di acquisizione, opportunamente sincronizzato con il tempo dei GPS, ha registrato i valori della girobussola. La ripetizione della misura e l'uso del GPS "RTK" hanno garantito una accuratezza tale da non ritenere necessario ripetere le misurazioni con l'inversione a 180° dell'imbarcazione. La differenza, di cui si riporta un esempio di seguito, fra la media dei valori di Azimut misurati con i GPS,



sommato il valore della “Grid Conv” (Angolo fra Nord vero e Nord reticolo ad una data posizione), con l’angolo fornito dalla girobussola ha indicato quindi il valore di correzione finale da apportare nel software di acquisizione.

	Mean computed heading	Mean observed heading	C-O	StDev
TSS Mahrs	103.05°	97.8°	+5.25°	±0.56

Figura 65– Calibrazione della Girobussola TSS MAHRS.

La calibrazione della girobussola doppia antenna GNSS della Applanix POS MV, invece, è stata eseguita con il suo software dedicato per la calibrazione, in cui viene seguito un wizard. Una volta partita la calibrazione, la barca deve eseguire delle traiettorie a forma di “8” fino a quando il software non decreta la fine dell’operazione. L’IMU è integrata con la testa del Multibeam. Il risultato della calibrazione è riportato in Figura 66.

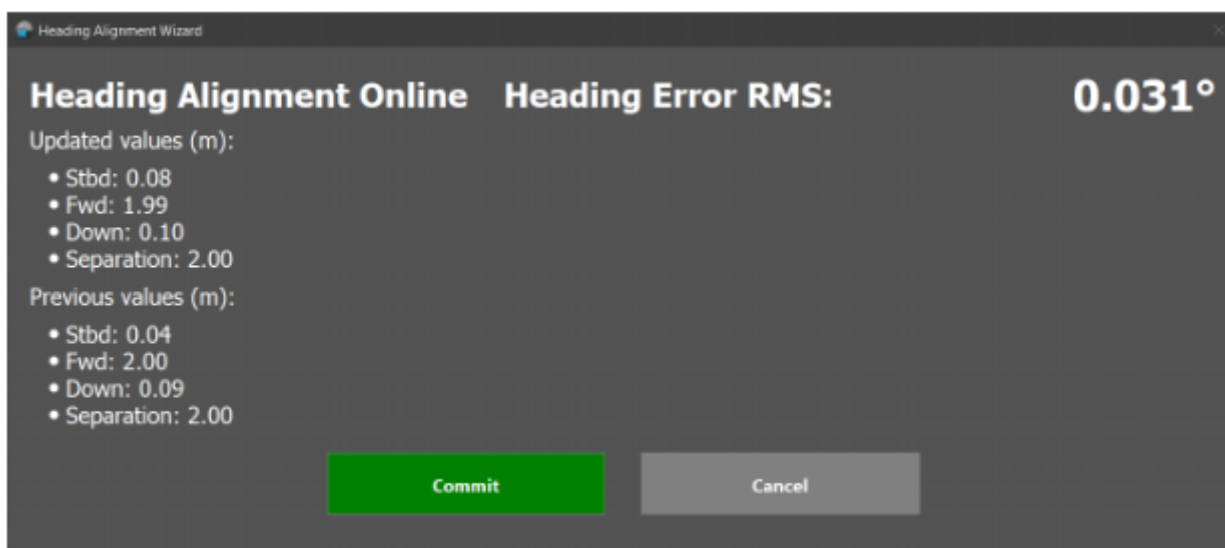


Figura 66– Risultato della calibrazione della girobussola per i rilievi MBES.

9.3 Calibrazione multibeam

La procedura di calibrazione (Patch Test) è stata eseguita con la finalità di verificare la presenza di eventuali offset dovuti alla configurazione di montaggio della strumentazione, prima delle operazioni di calibrazione è stato acquisito un profilo di sonda SVP.

Tali calibrazioni vengono in genere facilmente valutate dal confronto tra profili batimetrici acquisiti in direzioni opposte o a velocità variabili, soprattutto laddove siano presenti variazioni repentine di pendenza del fondale.

Calibrazione del beccheggio (pitch) – L’offset da applicare per la calibrazione del beccheggio viene calcolato dal confronto di due linee acquisite in senso opposto trasversalmente ad una scarpata in modo che in caso



di presenza di offset risulteranno traslati longitudinalmente. Per una buona determinazione dell'offset è consigliabile che tali linee vengano rilevate in una zona caratterizzata da elevata acclività del fondale o presenza di rotture del pendio.

Calibrazione del rollio (roll) – Per la calibrazione del rollio vengono acquisite due linee in senso opposto in un'area piatta, in questo caso la determinazione dell'offset avviene tramite il confronto dei due profili trasversali acquisiti nello stesso punto. Dall'angolo tra i due profili si ricaverà l'offset da applicare.

Calibrazione Yaw – Per la calibrazione dello Yaw vengono acquisite due linee nella stessa direzione lateralmente ad un ostacolo in modo che questo venga acquisito con due lati diversi dello swath. Facendo combaciare la posizione dell'oggetto sulle due spazzate si ricava l'angolo di disallineamento dello Yaw.

Vengono qui di seguito riportati i valori di correzione apportati al software risultanti dalle calibrazioni, il Bar-Check Report e i patch Test Report eseguiti con software Qimera.



Report delle indagini geofisiche a mare
 AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO

Bar Depth = 2.00
 Measured Depth = 2.03
 Draft = 1.00

Beam	Samples	Min	Max	Ave	Diff	253	10	1.99	2.03	2.01	-0.01
193	6	2.03	2.05	2.04	-0.04	253	10	1.99	2.03	2.01	-0.01
194	9	2.03	2.06	2.05	-0.05	254	11	1.99	2.03	2.01	-0.01
195	9	2.03	2.06	2.05	-0.05	255	11	1.99	2.02	2.00	-0.00
196	8	2.03	2.07	2.05	-0.05	256	13	1.99	2.03	2.00	-0.00
197	6	2.02	2.05	2.04	-0.04	257	10	1.99	2.02	2.01	-0.01
198	6	1.99	2.05	2.03	-0.03	258	9	2.00	2.02	2.01	-0.01
199	8	1.99	2.07	2.03	-0.03	259	7	1.99	2.03	2.01	-0.01
200	9	1.99	2.04	2.03	-0.03	260	8	1.99	2.03	2.01	-0.01
201	12	2.00	2.06	2.03	-0.03	261	8	1.99	2.03	2.01	-0.01
202	11	2.01	2.08	2.04	-0.04	262	9	1.99	2.03	2.01	-0.01
203	10	2.01	2.07	2.03	-0.03	263	9	1.99	2.03	2.02	-0.02
204	8	2.01	2.07	2.03	-0.03	264	5	2.01	2.02	2.01	-0.01
205	9	2.01	2.07	2.04	-0.04	265	8	2.00	2.03	2.01	-0.01
206	8	2.02	2.04	2.03	-0.03	266	4	1.99	2.02	2.00	-0.00
207	9	2.02	2.04	2.03	-0.03	267	2	1.99	2.03	2.01	-0.01
208	10	2.01	2.05	2.03	-0.03	268	2	2.00	2.06	2.03	-0.03
209	10	2.01	2.06	2.03	-0.03	269	3	2.02	2.05	2.03	-0.03
210	11	2.01	2.05	2.03	-0.03	270	1	2.02	2.02	2.02	-0.02
211	11	2.01	2.05	2.03	-0.03	271	2	2.01	2.03	2.02	-0.02
212	10	2.01	2.06	2.03	-0.03	272	3	2.02	2.02	2.02	-0.02
213	9	2.01	2.04	2.03	-0.03	273	2	2.03	2.04	2.04	-0.04
214	9	2.01	2.05	2.03	-0.03	274	3	2.02	2.04	2.03	-0.03
215	9	2.02	2.04	2.03	-0.03	275	5	2.02	2.04	2.03	-0.03
216	5	2.02	2.04	2.03	-0.03	276	6	2.01	2.04	2.02	-0.02
217	10	2.01	2.06	2.04	-0.04	277	7	2.02	2.04	2.02	-0.02
218	8	2.01	2.06	2.03	-0.03	278	8	2.01	2.04	2.02	-0.02
219	7	2.02	2.07	2.03	-0.03	279	9	2.02	2.04	2.03	-0.03
220	8	2.02	2.05	2.04	-0.04	280	10	2.01	2.05	2.03	-0.03
221	3	2.01	2.04	2.02	-0.02	281	11	2.00	2.05	2.03	-0.03
222	6	2.00	2.05	2.02	-0.02	282	10	2.02	2.05	2.04	-0.04
223	4	2.03	2.04	2.04	-0.04	283	12	2.02	2.06	2.04	-0.04
224	3	2.04	2.05	2.04	-0.04	284	12	2.03	2.08	2.04	-0.04
225	5	2.00	2.06	2.03	-0.03	285	13	2.03	2.08	2.04	-0.04
226	6	1.99	2.07	2.02	-0.02	286	12	2.03	2.07	2.04	-0.04
227	6	2.00	2.08	2.03	-0.03	287	11	2.03	2.06	2.04	-0.04
228	7	1.99	2.08	2.03	-0.03	288	11	2.03	2.06	2.05	-0.05
229	9	1.99	2.03	2.01	-0.01	289	11	2.02	2.06	2.04	-0.04
230	7	1.99	2.03	2.02	-0.02	290	11	2.02	2.06	2.04	-0.04
231	7	1.99	2.03	2.01	-0.01	291	12	2.03	2.07	2.05	-0.05
232	7	1.99	2.03	2.01	-0.01	292	13	2.04	2.08	2.05	-0.05
233	12	1.99	2.04	2.01	-0.01	293	13	2.04	2.07	2.05	-0.05
234	13	1.99	2.04	2.01	-0.01	294	13	2.03	2.06	2.04	-0.04
235	14	1.99	2.02	2.01	-0.01	295	11	2.02	2.06	2.04	-0.04
236	15	1.99	2.03	2.01	-0.01	296	10	2.02	2.06	2.04	-0.04
237	14	1.99	2.02	2.01	-0.01	297	10	2.02	2.06	2.04	-0.04
238	14	1.99	2.03	2.01	-0.01	298	10	2.02	2.05	2.04	-0.04
239	15	1.99	2.02	2.01	-0.01	299	8	2.03	2.07	2.05	-0.05
240	15	1.99	2.03	2.01	-0.01	300	8	2.04	2.07	2.05	-0.05
241	16	1.99	2.03	2.01	-0.01	301	11	2.00	2.07	2.04	-0.04
242	16	1.99	2.04	2.01	-0.01	302	1	2.03	2.03	2.03	-0.03
243	16	1.99	2.04	2.01	-0.01						
244	16	1.99	2.04	2.01	-0.01						
245	16	1.99	2.03	2.01	-0.01						
246	14	2.00	2.02	2.01	-0.01						
247	14	1.99	2.02	2.01	-0.01						
248	10	1.99	2.03	2.01	-0.01						
249	9	1.99	2.03	2.01	-0.01						
250	9	1.99	2.04	2.01	-0.01						
251	9	1.99	2.03	2.01	-0.01						
252	9	1.99	2.02	2.01	-0.01						

Figura 67– Bar-Check estratto da Qimera.



Patch Test

Patch Test Information

Project:	D:/PROGETTI QIMERA/AGNES
Software:	Qimera v2.4.5
Time of Report:	2022-08-09 16:12:49
Username:	geoco
Vessel Name:	marianna
Lines In Patch Test:	01: 20220616_184312 - Noname - 0001 (305°, 3.9 kts) 02: 20220616_185731 - Noname - 0001 (119°, 3.3 kts)

Summary of Calibration Results

System	Parameter	Original	Offset	New
NORBIT	Roll	0.000	-0.079	-0.079

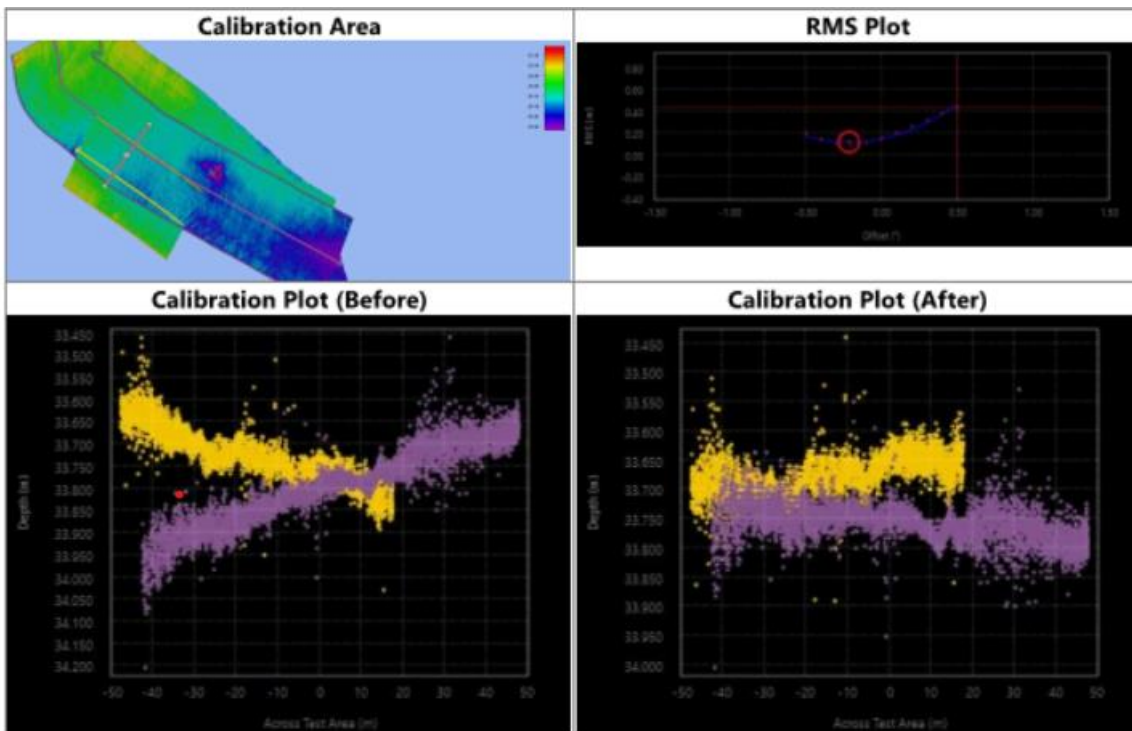


Figura 68– Finestra di Qimera relativa agli step di calibrazione del Rollio (Roll).



Patch Test Information

Project:	D:/PROGETTI QIMERA/AGNES
Software:	Qimera v2.4.5
Time of Report:	2022-08-09 17:33:55
Username:	geoco
Vessel Name:	marianna
Lines In Patch Test:	01: 20220616_193538 - Noname - 0001 (066°, 3.5 kts) 02: 20220616_194110 - Noname - 0001 (250°, 3.7 kts)

Summary of Calibration Results

System	Parameter	Original	Offset	New
NORBIT	Pitch	0.000	-0.033	-0.033

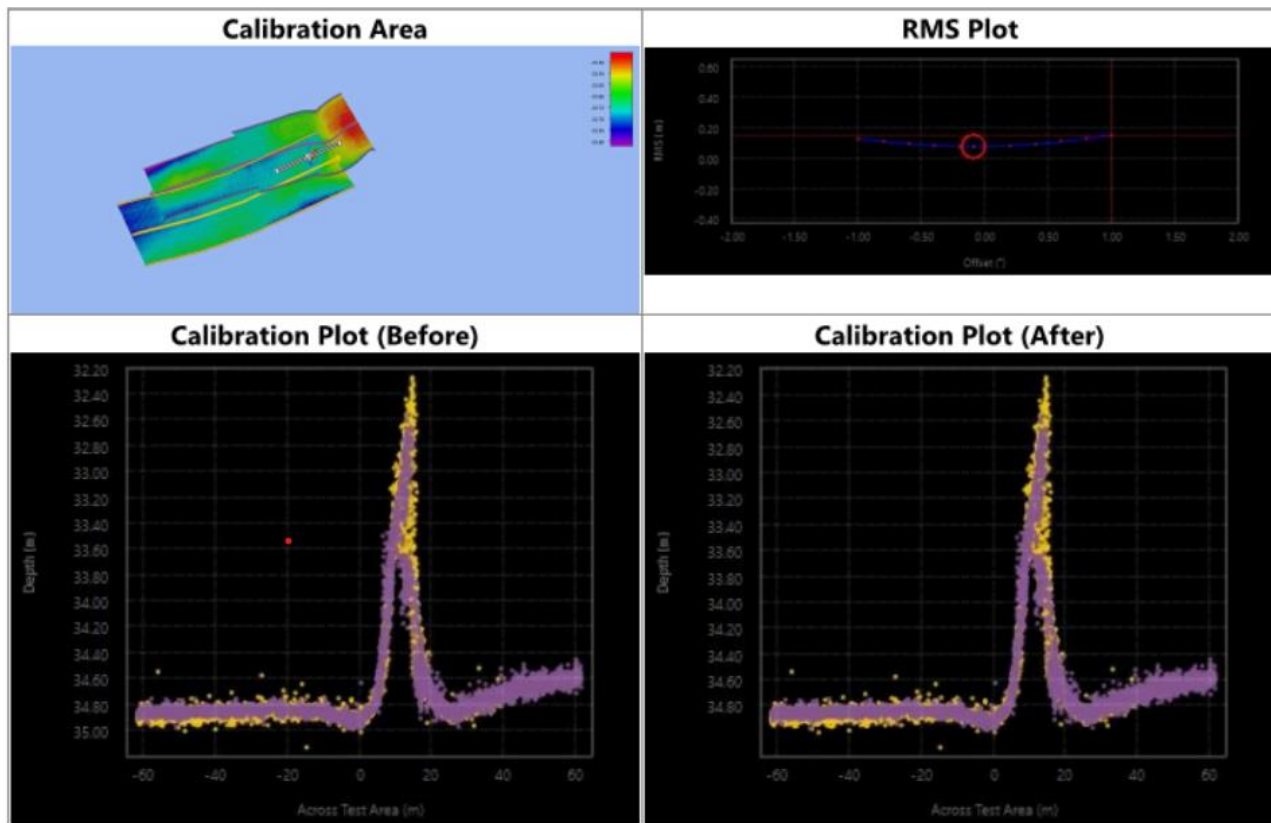


Figura 69– Finestra di Qimera relativa agli step di calibrazione del Beccheggio (Pitch).



Patch Test Information

Project:	D:/PROGETTI QIMERA/AGNES
Software:	Qimera v2.4.5
Time of Report:	2022-08-09 18:57:44
Username:	geoco
Vessel Name:	marianna
Lines In Patch Test:	01: 20220616_191100 - Noname - 0001 (132°, 3.3 kts) 02: 20220616_185731 - Noname - 0001 (119°, 3.3 kts)

Summary of Calibration Results

System	Parameter	Original	Offset	New
NORBIT	Heading	0.000	0.670	0.670

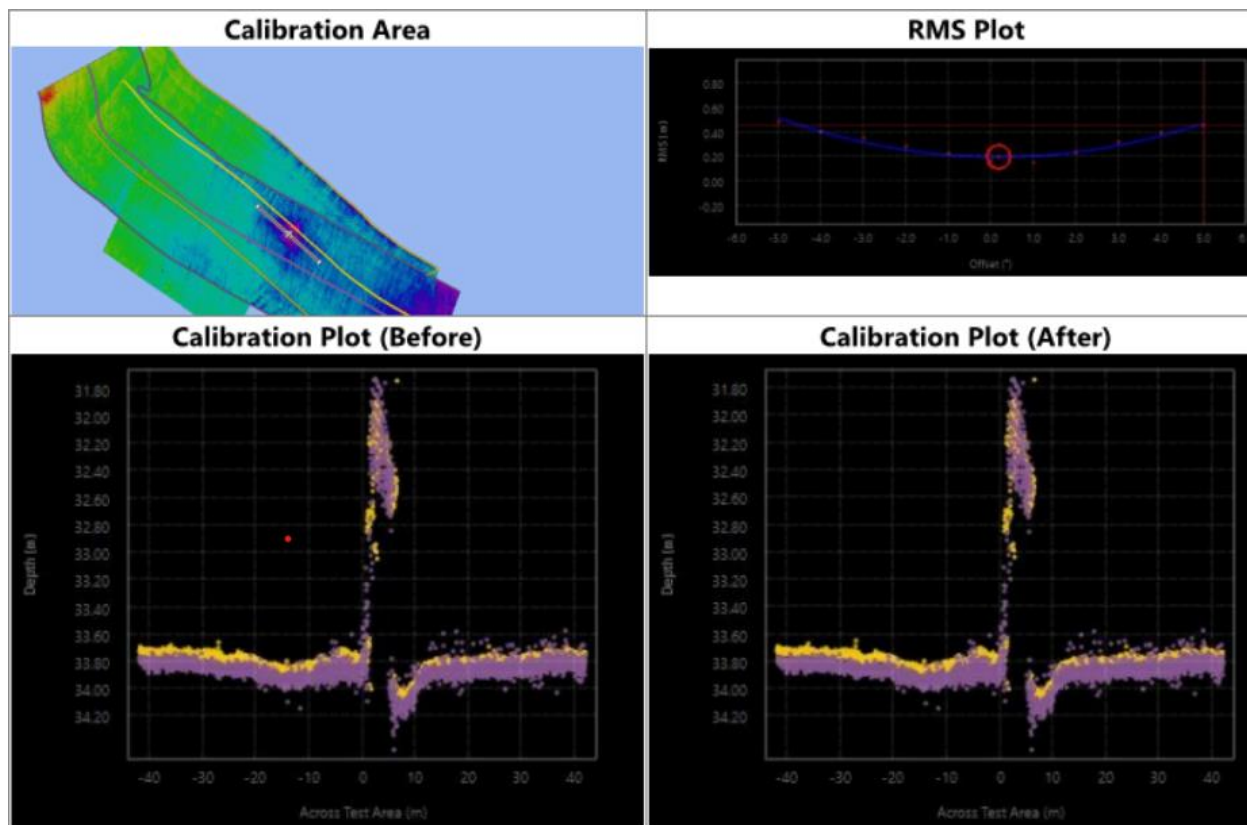


Figura 70– Finestra di Qimera relativa agli step di calibrazione dell’orientamento della Sonar Head (Yaw).

Il profilo di velocità del suono in acqua è stato acquisito per mezzo di una sonda Valeport “modello “Swift”. Per eseguire i profili di velocità lo strumento è stato calato con una cima alla massima profondità raggiungibile per le varie aree. Una volta riportata in superficie, la sonda è stata collegata al computer via porta seriale per



scaricare il profilo acquisito. Tale file, in formato txt, è stato quindi importato nel Sistema MBES e nel software di acquisizione Qinsy per permettere le relative correzioni.

Sono state eseguite due calate per ogni giornata di rilievo ad inizio e fine attività. Si riporta di seguito l'esempio di un profilo misurato e computato con Qimera.

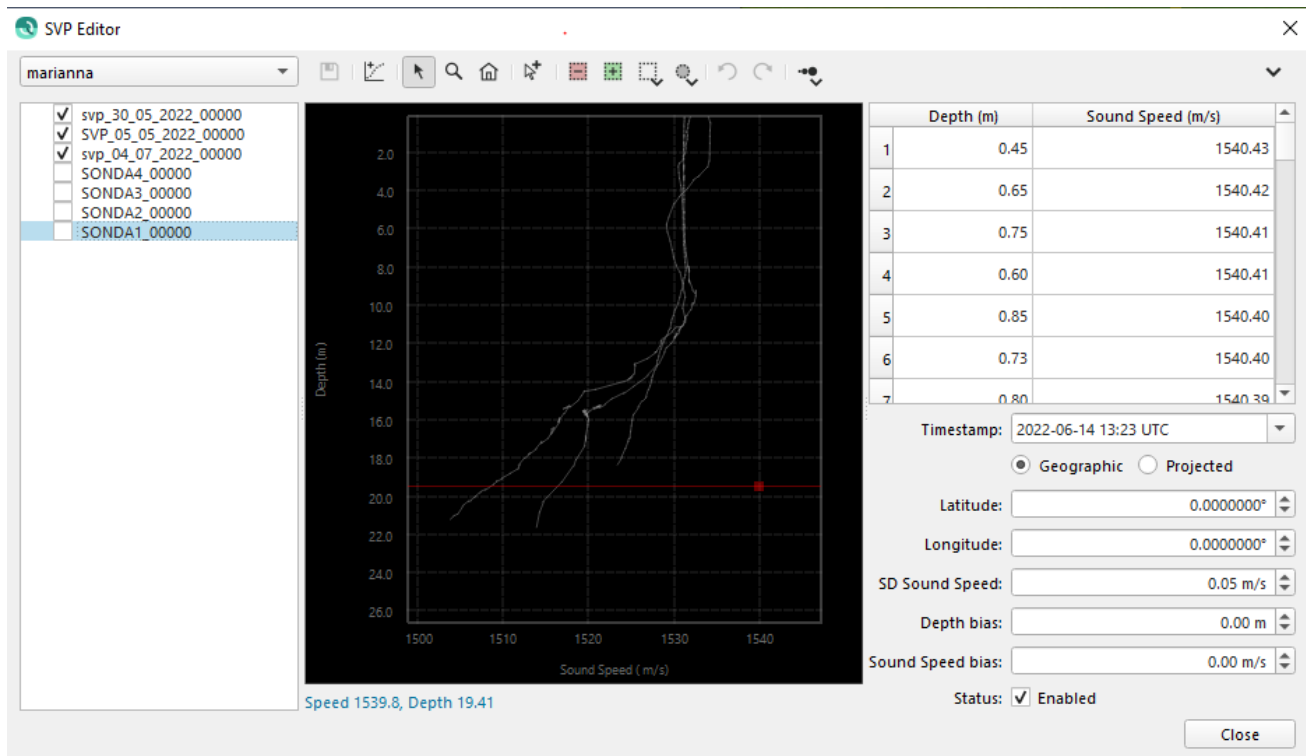


Figura 71– Esempio di interfaccia SVP Editor sul software QIMERA.

9.4 Calibrazione Sub Bottom Profiler

Innomar SES 2000 Compact SBP è stato installato sull'imbarcazione il 13 Giugno 2022. il tap test è stato eseguito il giorno seguente, prima dell'inizio dei rilievi.

La figura seguente mostra il setting configuration alle varie frequenze.



Report delle indagini geofisiche a mare
 AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO

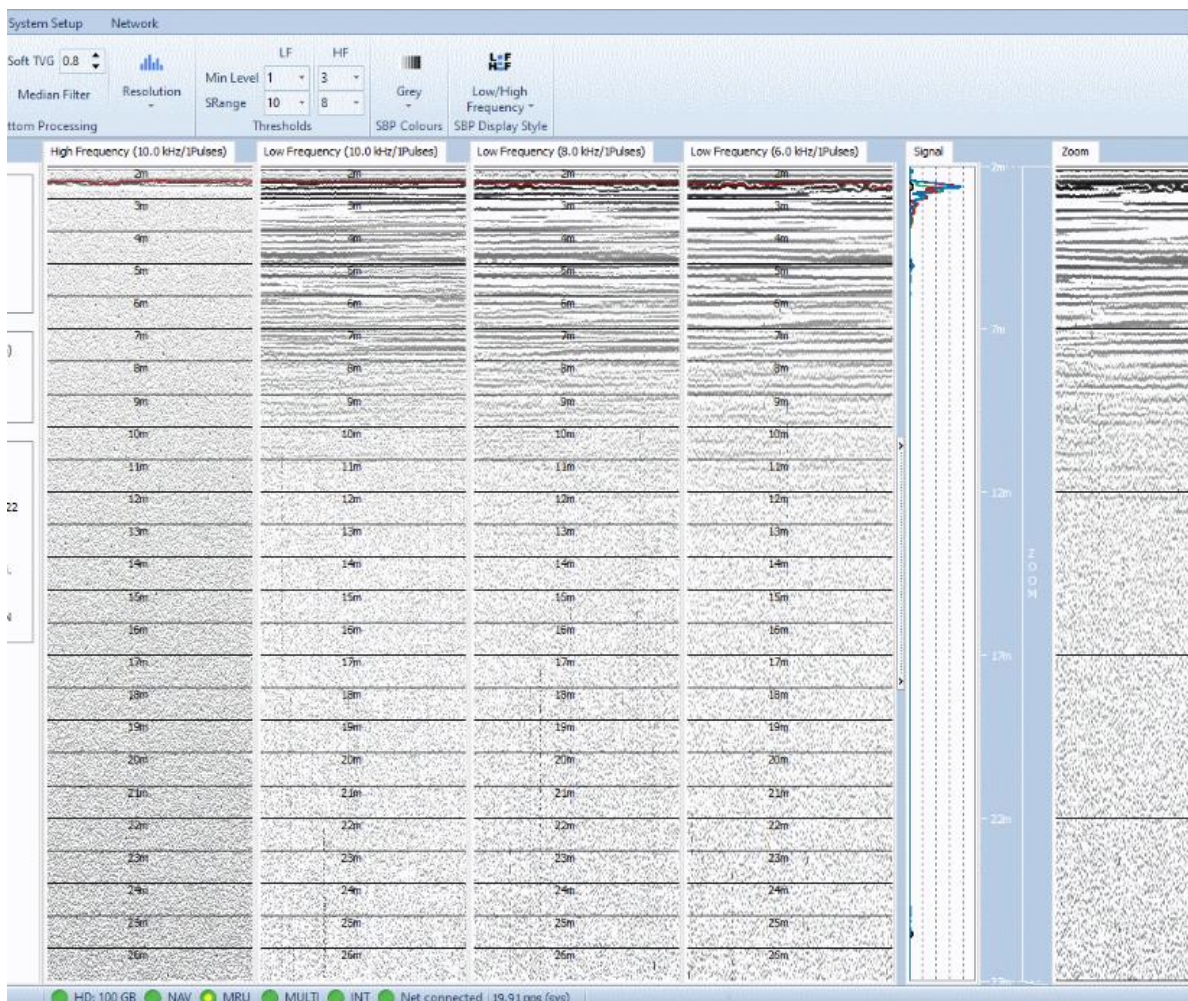


Figura 72– Tap test Sub Bottom Profiler.

Prima dell’inizio delle attività, diversi parametri di configurazione sono stati testati per trovare l’impostazione corretta per le caratteristiche dell’area di lavoro. I risultati finali sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 16: Parametri di configurazione selezionati.

Frequency	8 kHz
Pulse n.	2
Ping Rate	Max
Acquisition window	25 m



9.5 Calibrazione del sistema USBL

Prima di iniziare i rilievi sono state completate le operazioni di misurazione della velocità del suono in acqua mediante la sonda SVP e di calibrazione a bordo dell'imbarcazione. La profilazione della colonna d'acqua e la calibrazione USBL sono stati effettuati ogni qual volta il trasduttore è stato rimosso dalla flangia di montaggio e, in particolare durante tre giornate: il 25/05/2022, il 30/05/2022 e il 04/07/2022.

I risultati dei profili SVP sono stati inseriti nel software APOS del KONGSBERG μ PAP 200. Di seguito riportiamo alcuni dei profili SVP acquisiti durante i rilievi (figura 73, 74, 75).

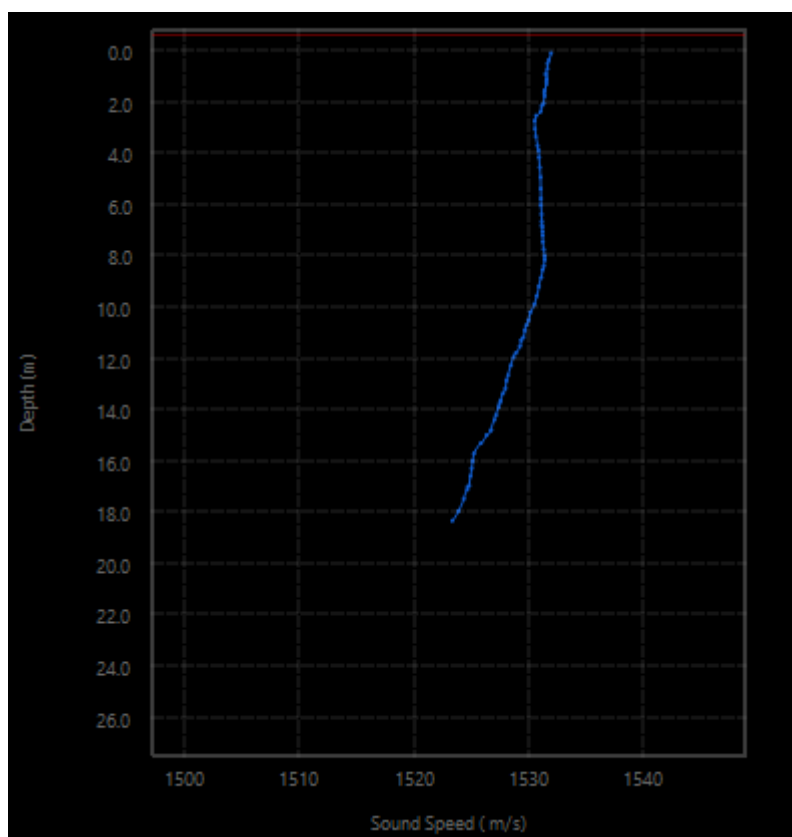


Figura 73– Profilo SVP del 25/05/2022.

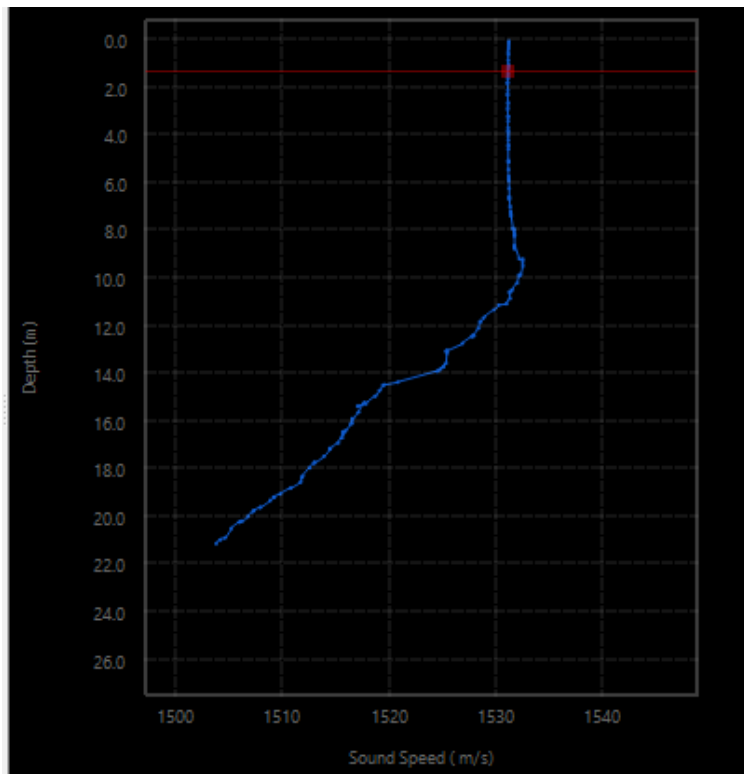


Figura 74– Profilo SVP del 30/05/2022.

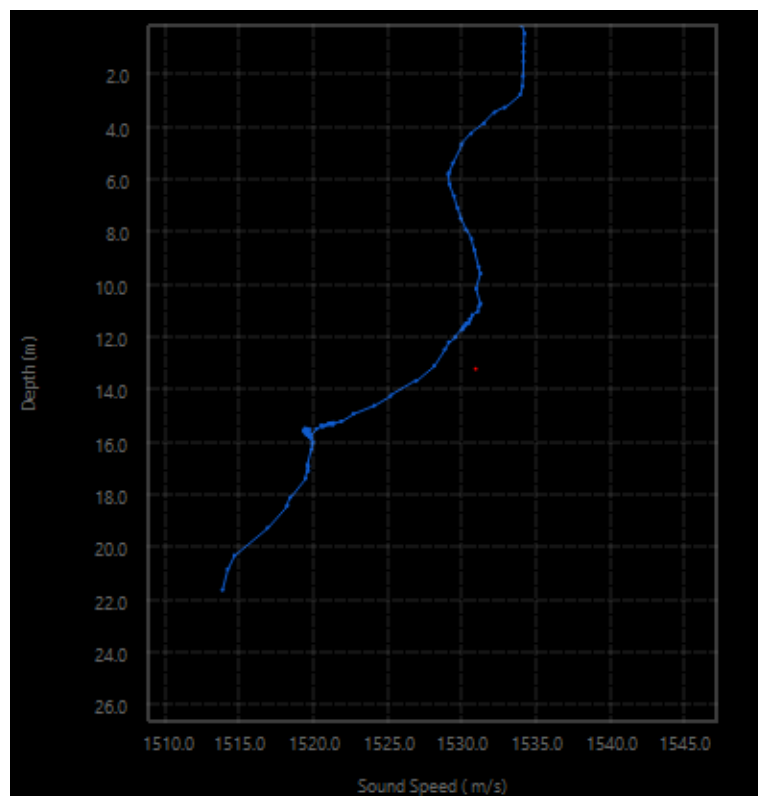


Figura 75– Profilo SVP del 04/07/2022.



La comunicazione del trasduttore con il transponder USBL è stata testata prima di posizionarlo sul fondale ad una profondità approssimativa di 20 m (profondità media approssimativa alla quale si prevedeva di utilizzare il sistema USBL). L'altezza del transponder dal fondale era di circa 0.5 m.

La calibrazione è stata effettuata utilizzando l'approccio "Quattro punti cardinali e quattro intestazioni sopra il transponder". Secondo tale approccio, l'imbarcazione effettua le misurazioni in quattro posizioni rispetto al transponder: a sinistra, a poppa, a dritta e a prua. In queste prime quattro posizioni la prua è costante e la distanza orizzontale dal transponder all'unità navale è compresa tra il 50% e il 200% della profondità della colonna d'acqua. Successivamente l'imbarcazione si posiziona sopra il transponder e le misurazioni vengono effettuate in quattro ulteriori posizioni ruotando la prua dell'imbarcazione con una differenza di circa 90 gradi tra ciascuna posizione (Figura 76).

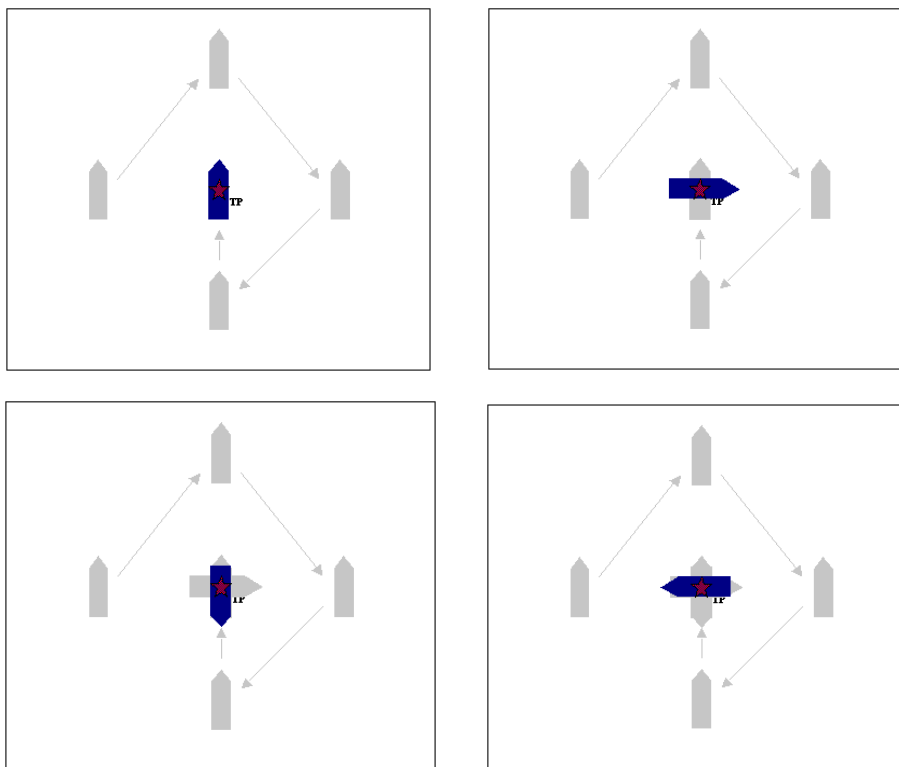


Figura 76– Rappresentazione grafica dell'approccio utilizzato per la calibrazione del sistema USBL.

Durante la calibrazione, i dati di posizione dell'unità navale e del transponder sono registrati dal software APOS Kongsberg per il calcolo dei seguenti parametri:

- Posizione e profondità del transponder;
- Velocità media del suono attraverso la colonna d'acqua (ricavata dal profilo SVP eseguito prima della calibrazione);



- Correzioni di inclinazione, rollio e allineamento per correggere il disallineamento dei sensori rispetto al trasduttore USBL.

I risultati sono contenuti nel Report di calibrazione dell'USBL che viene generato in automatico dal software. A titolo esemplificativo si riporta di seguito il report di calibrazione eseguito il 25-05-2022.



Transducer alignment report Marianna



REPORT INFORMATION	
Vessel name	Marianna
Vessel info	MB
Vessel type and size	General Vessel
Area	Ravenna
Weather condition	Cloudy
Wave direction and speed	East
Wind direction and speed	East
Encountered problems	
Report date	2022-05-25
Report generated by	Ubaldo Pantaleo
Additional information	

LOGGED DATA	
Time first sample	2022-05-25 19:01:35
Time last sample	2022-05-25 19:54:43
Total number of samples	247
Used samples	247 (100%)
Excluded samples	0 (0%)

TRANSPONDER	
Type	cNODE Micro
Channel	M01
Serial number	40652
Transducer type	No ID

SOUND VELOCITY	
Mean velocity	1529.34 m/s

SYSTEM DATA	
Aligned system	uPAP 200
HiPAP type	uPAP
APOS version	6.8.3.10
HiPAP version	H 4.4.0.12

GPS/ATTITUDE SENSOR USED	
GPS used	2
VRS used	1
Gyro used	1



Transducer alignment report Marianna



GEODESY		
	Input	Output
Datum name		
Projection name	WGS84_coordinate_system	WGS84_coordinate_system
Transformation name	UTM-33N	UTM-33N
Transformation details		

	BEFORE CORRECTION	Std.dev	AFTER CORRECTION [3]	Std.dev
Transponder position				
Northing	4940847.49 m	1.19 m	4940847.17 m	0.44 m
Easting	296616.11 m	1.00 m	296615.81 m	0.49 m
Depth	18.95 m	1.05 m	18.58 m	0.64 m
Position DRMS	1.56 m		0.66 m	
Position 2DRMS	3.12 m		1.32 m	
Average range	38.38 m		39.11 m	
Estimated angle accuracy [1]	2.32 °		0.97 °	
Estimated accuracy [2]	4.90 %		2.36 %	
Transducer offset				1-sigma [4]
Forward	0.00 m		-0.24	0.16
Starboard	0.00 m		-0.26	0.17
Down (CG)	0.00 m		-	
Below (waterline)	1.93 m		-	
Roll	0.00 °		0.54 °	0.30 °
Pitch	0.00 °		0.94 °	0.28 °
Gear	0.00 °		359.15 °	0.18 °
Transducer acoustic center offset				
Down	0.0 mm			
GPS antenna offset				
Forward	0.00 m			
Starboard	0.00 m			
Height	0.00 m			
Roll/pitch compensated	NO			
Tide compensated			NO	
Sound velocity				
Mean [5]	1529.34 m/s			
Attitude sensors				
Gyro rotation	0.00 °			
VRS heading misalignment	0.00 °			

Report generated by APOS
 KONGSBERG MARITIME AS
 Marianna / 2022-05-25 08:08
 Page 2 of 9

Figura 77– Report di calibrazione del sistema USBL eseguito il 25-05-2022.



10. CONCLUSIONI

I rilievi geofisici sono stati eseguiti tra il maggio e il luglio 2022. Le ispezioni ROV sono state eseguite il 30 e 31 agosto 2022 a seguito dei risultati preliminari emersi dall'analisi dei rilievi geofisici.

I rilievi, eseguiti in condizioni meteo ottimali, hanno consentito l'acquisizione di dati batimetrici di elevata qualità. Le operazioni in situ e le successive elaborazioni hanno consentito di definire la batimetria, la morfologia e la stratigrafia del fondale dell'area con elevato dettaglio, oltre che le eventuali anomalie magnetiche.

Dall'analisi dei dati SBES si evince come l'area sia caratterizzata da una morfologia piuttosto regolare tipica dei fondali del Nord-Adriatico. In linea generale, la batimetria aumenta regolarmente e con scarsa pendenza in direzione costa-largo, con una inclinazione media di $0,05^\circ$ (minima $0,01^\circ$, massima $2,29^\circ$). In corrispondenza del settore sud-est del campo Romagna 2 la batimetria tende ad aumentare, oltre che secondo il succitato andamento costa-largo, anche seguendo un andamento nord-sud. Non si osservano rotture di pendenza o strutture morfologiche che interrompano la monotonia dei fondali compresi all'interno dell'area di indagine.

L'interpretazione dei dati SSS mette in evidenza l'assenza di strutture morfologiche evidenti e/o meritevoli di particolare attenzione. In linea generale, l'area di interesse risulta caratterizzata da un "backscatter" acustico di fondo a bassa riflettività e tessitura fine ed omogenea riconducibile a un substrato incoerente a granulometria medio - fine. Alcune zone relativamente poco estese sembrano caratterizzate dalla presenza di sandwaves probabilmente costituite da sedimenti sabbiosi con granulometria più grossolana se paragonati alla maggior parte dei fondali circostanti. Oltre alla presenza di una condotta e di innumerevoli lineazioni connesse con la attività di pesca a strascico, sono stati individuati due principali target riconducibili a relitti di piccole dimensioni.

I rilievi MBES eseguiti lungo gli elettrodotti di futura installazione hanno confermato ulteriormente quando già osservato durante i rilievi SBES estesi all'area di indagine. Nessuna struttura morfologica di particolare interesse è stata rilevata. Le uniche forme di fondo visibili sono ascrivibili ad attività di pesca a strascico. Nel corso del rilievo MBES sono stati inoltre indagati in dettaglio due dei target segnalati durante il rilievo SSS in quanto identificabili come relitti.

L'interpretazione del dato SBP mostra come la maggior parte dell'area rilevata è caratterizzata da una forte omogeneità dei materiali con un primo riflettore alla profondità variabile dai 2 ai 5 metri sotto il fondale. Trattasi di uno o due orizzonti a granulometria più grossolana sottostante uno strato più limoso superficiale. I dati sismici in molte aree sono degradati probabilmente per la presenza di risalite gassose. Tali risalite gassose sembrano estese lungo la maggior parte dei profili indagati. Inoltre, su alcune immagini sono state riscontrate delle figure ad iperbole che probabilmente identificano tubazioni soffolte. Questa ipotesi è stata verificata a seguito dello studio delle carte regionali che riportano la giacitura delle "sealines" sui fondali dell'area di interesse.

Dall'analisi delle risposte ricevute dal magnetometro è stato possibile individuare un totale di 12 target, tre dei quali sembrano riconducibili alle tubazioni soffolte individuate dal SBP.



L'ispezione visiva mediante ROV ha confermato la presenza preponderante di substrati incoerenti prevalentemente siltosi con segni di bioturbazione. Le immagini video mostrano sempre condizioni di elevata torbidità e scarsissima visibilità. Non è stata rilevata la presenza di affioramenti rocciosi. È stata verificata la presenza dei due relitti individuati tramite i rilievi geomorfologici nel parco "Romagna 2", uno dei quali è densamente colonizzato da diverse specie massive di Poriferi. È stata inoltre verificata la presenza della condotta che attraversa il campo "Romagna 2". È stato infine verificato che la condotta internazionale che collega il cluster "Garibaldi" con il cluster "Ivana" sia realmente interrata così che si possano escludere interferenze con il tracciato degli elettrodotti che andranno a incrociarla.

Per maggiori informazioni sui risultati dei survey descritti in questa relazione si rimanda ai seguenti documenti:

- "Relazione geologica e sismica delle opere a mare" – AGNROM_EP-R_REL-GEOSISM-MARE
- "Studio di Impatto Ambientale – Volume 2" – AGNROM_SIA-R_SIA-VOLUME2



11. ELENCO ALLEGATI E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nome elaborato e formato	Descrizione/Tipologia	Riferimento
Allegato A_Schede Tecniche della Strumentazione_PDF	Schede tecniche delle strumentazioni utilizzate.	Disponibile in appendice al presente documento
Allegato B_Report di Calibrazione USBL	Report di calibrazione USBL generati durante la campagna di rilievo.	Disponibile in appendice al presente documento
Rilievi Side Scan Sonar (SSS)	Elaborazione dei sonogrammi <i>Side Scan Sonar</i> con costruzione del fotomosaico a risoluzione di 25 cm/pixel e di 50 cm/pixel.	Disponibile tavola in formato PDF identificata da codice: AGNROM_EP-D_INQ-SSS. Altri formati disponibili su richiesta
Rilievi Batimetrici (SBES-MBES)	Elaborazione dei dati batimetrici (formati .TIF e .XYZ): DTM SBES 5x5 m, DTM MBES 1x1 m.	Disponibili tavole in formato PDF identificate dai codici: AGNROM_EP-D_INQ-DEM e AGNROM_EP-D_INQ-ISOBATE Altri formati disponibili su richiesta
Rilievi Stratigrafici (SBP)	Linee SBP acquisite in formato TIF.	Disponibile tavola in formato PDF identificata dal codice: AGNROM_EP-D_INQ-STRATIGRAFIA Altri formati disponibili su richiesta
Rilievi Magnetometrici (MAG)	Segnali rilevati dal magnetometro in corrispondenza dei 12 target individuati (formato JPG) e linee di navigazione MBES-SBP-MAG (formato DWG).	Disponibile tavola in formato PDF identificata dal codice: AGNROM_EP-D_INQ-MAGN Altri formati disponibili su richiesta
Rilievi Visivi (ROV)	Documentazione video ROV in formato MKV e relative tracce USBL in formato TXT.	Disponibile su richiesta



12. ALLEGATO 1 – SCHEDE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

S900A^{NEW} SPECIFICHE TECNICHE

RICEVITORE		MODEM INTERNO	
Satelliti Tracciati	GPS: L1 C/A, L1C, L1P, L2C, L2P, L5 GLONASS: G1, G2, G3 BEIDOU: B1, B2, B3, ACEBOC GALILEO: E1, E5a, E5b, ALTBOC, E6 QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5, LEX IRNSS: L5 SBAS: L1, L5	Banda	LTE FDD: B1/B2/B3/B4/B5/B7/B8/B12/ B13/B18/B19/B20/B25/B26/B28 LTE TDD: B38/B39/B40/B41 UMTS: B1/B2/B4/B5/B6/B8/B19 GSM: B2/B3/B5/E8 Nano SIM
L-Band	Atlas H10 / H30 / Basic (opzionale) ⁵	COMUNICAZIONI	
Copertura in assenza di RTK	aRTK - fino a 20 minuti	Connettori	Interfacce 7-pins Lemo and 5-pins Lemo. Cavo multifunzione con interfaccia USB per la connessione al PC
Canali	800	Bluetooth	2.1 + EDR, V4.1
Aggiornamento posizione	10 Hz (opzionale 20-50Hz) ⁵	Wi-Fi	802.11 b/g/n
Riacquisizione segnale	< 1 sec	Web UI	Per aggiornare il software, gestire lo stato e le impostazioni, scaricare i dati, ecc. Utilizzabile con smartphone, tablet o altri dispositivi elettronici abilitati a Internet
Inizializzazione RTK	< 10 sec	Protocolli di rete	RTCM 2.3, 3.2 CMR, CMR+, ROX
Inizializzazione standard	< 15 sec	Dati di navigazione	NMEA 0183
Affidabilità inizializzazione	> 99,9 %	ALIMENTAZIONE	
Memoria interna	8 GB	Batteria	2 ricaricabili e sost. tuibili 7.2 V - 3.400 mAh Batterie al litio intelligenti
Micro SD Card	Espandibile fino a 32 GB	Voltaggio	9 to 28 V DC - ingresso esterno con protezione di sovratensione (5 pins Lemo)
Sensore Tilt	E-Bubble IMU (opzionale) ⁵	Durata batteria	Fino a 12 ore (2 batterie hot swap)
POSIZIONAMENTO¹		Tempo di ricarica	4 ore
STATICO DI PRECISIONE		SPECIFICHE FISICHE	
Orizzontale	2.5 mm + 0.1 ppm RMS	Dimensioni	φ 157 mm x 76 mm
Verticale	3.5 mm + 0.4 ppm RMS	Peso	1.19 Kg (con una batteria) 1.30 Kg (con due batterie)
DIFFERENZIALE SOLO CODICE		Temperatura di esercizio	-40°C a 65°C (-40°F a 149°F)
Orizzontale	0.25 m RMS	Temperatura di stoccaggio	-40°C a 80°C (-40°F a 176°F)
Verticale	0.45 m RMS	Protezione acqua e polvere	IP67
SBAS²		MIL-STD	MIL-STD-810F
Orizzontale	0.30 m RMS	Resistenza agli urti	Progettato per resistere a cadute da palina di 2m su superfici in cemento
Verticale	0.60 m RMS	Vibrazioni	Resistente alle vibrazioni
RTK (< 30 Km) - COLLEGAMENTO NETWORK³			
Fixed RTK Orizzontale	5 mm + 1 ppm RMS		
Fixed RTK Verticale	10 mm + 1 ppm RMS		
ANTENNA GNSS INTEGRATA			
Antenna interna con quattro costellazioni ad alta precisione, centro di fase zero, scheda interna per riduzione del multipath			
RADIO INTERNA (opzionale)⁵			
Tipo	Tx - Rx		
Frequenze	410 - 470 MHz 902.4 - 928 MHz		
Larghezza banda	12.5 KHz / 25 KHz		
Campo massimo	3-4 Km in ambiente urbano Fino a 10 Km con condizioni ottimali ⁴		

Immagini, descrizioni e specifiche tecniche sono soggette a modifiche senza preavviso

1. Precisione e affidabilità sono generalmente soggette alla geometria del satellite (DOP), al multipath, alle condizioni atmosferiche e agli ostacoli. In modalità statica sono soggetti anche ai tempi di occupazione: più è distante la base, più tempo deve essere il tempo di occupazione.
2. Dipende dalle prestazioni del sistema SBAS.
3. La precisione della rete RTK dipende dalle prestazioni della rete e si riferisce alla stazione base fisica più vicina.
4. Varia in base all'ambiente operativo e all'inquinamento elettromagnetico.
5. Opzionale, può essere attivato tramite firmware.



STONEX®
 Part of UniStrong

Viale dell'Industria 53 - 20037 Paderno Cugnano (MI) - Italy
 Phone +39 02 78619201
 www.stonex.it | info@stonex.it

UNI EN ISO 9001:2015 - S900A NEW - FEBBRAIO 2020 - VER01 - REV-02



FEATURES

- True heading anywhere on earth
- Better than 0.5° heading accuracy
- Heading accuracy unaffected by the latitude
- Heading available in periods of GNSS drop-outs
- Compliant to WAAS, EGNOS and MSAS Satellite Based Augmentation Systems
- Replaces several instruments with one robust, integrated product
- Only paired cable (no coax) between the mast unit and the equipment on the bridge
- Configurable update rate with default 20 ms (50 Hz)
- Output of data on Ethernet
- 1PPS out synchronization signal
- Display connected via LAN
- Supported GNSS: GPS, GLONASS



- RS-422 (5-pin), navigation equipment
- Network (RJ45, 4-pin) navigation equipment
- Alarm relay (2-pin), external equipment
- 1PPS out (3-pin), external equipment
- Power/24 VDC (2-pin)
- Whip antenna, external equipment (320)¹

TECHNICAL SPECIFICATIONS

SEANAV 300 SERIES

PERFORMANCE DATA¹

Heading acc., dynamic	0.5° RMS
Heading resolution	0.01° RMS
Rate of turn accuracy	0.5°/s +5%
Position accuracy	
DGNSS/SBAS	1.2 m RMS
Velocity accuracy	0.07 m/s 95 % CEP
Max turn rate	80°/s

INTERFACES

Serial ports	1 RS-232 (service) ² , 1 RS-422
Ethernet	1
USB	1 (service) ²
1PPS out	1

DATA OUTPUTS

Message formats	NMEA 0183, Proprietary, NTP
Message types	DTM, GBS, GGA, GLL, GFA, GNS, GSV, GSA, GST, HDT, RMC, ROT, THS, VBW, VLW, VTG, ZDA, ALF, ALR, ALC, ACK BLM/BLS/BLT (SeaNav 320)

DATA INPUTS

DGNSS corrections	RTCM 104 v. 2.3
-------------------	-----------------

DATA OUTPUTS (SeaNav 320)

DGNSS corrections	RTCM 104 v. 2.3
-------------------	-----------------

WEIGHTS AND DIMENSIONS

Dimensions	780 x 180 x 100 mm
Weight with bracket	3.7 kg (300) / 3.8 kg (320)
IALA antenna	1.0 kg, 1000 mm

POWER SPECIFICATIONS

Input power	12 to 24 V DC
Consumption	<5 W

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating temperature range	-25 to +55 °C
Operating humidity	100 % max.
Storage temperature range	-30 to +70 °C
Storage humidity	100 % max.
Enclosure material sensor housing	Polyethylene
Enclosure material bracket	Anodised aluminium
Enclosure protection	IP-66
Compass safe distance	0.3 m

STANDARDS AND REGULATIONS

Product safety low voltage	IEC 60945/EN 60945
Electromagnetic compatibility, immunity/radiation	IEC 60945/EN 60945
Vibration	IEC 60945/EN 60945
Wheelmark	THD (4.41), GPS (4.14), Glonass (4.15), SDME (4.7), DGPS (4.50), SeaNav 320
MTBF (hours)	45.000

¹ The performance figures are valid with a minimum of four visible satellites, HDOP less than 4, PDOP less than 6, high quality DGPS corrections and otherwise normal conditions. Excessive multipath, GNSS signal obstructions may reduce the performance.

² Service ports are only available locally on the unit.

³ SeaNav 320 is delivered with a whip antenna (AR10 short and a 3m coax cable. Connection on the rear side of the SeaNav unit)

Specifications subject to change without any further notice.



ECOSCANDAGLIO G-ECO



Ecoscandaglio portatile digitale di elevata precisione per rilievi batimetrici

Caratteristiche:

- Compatibilità software batimetrico Nettuno
- 1 ingresso trasduttore profondità
- 1 porta Output per collegamento a PC.
- RS-232: 38400,n,8,1
- Output NMEA 0183: DBT – rate: 5Hz
- Contenitore impermeabile
- Cavo alimentazione e cavo seriale RS232
- Alimentazione 12V, assorbimento 70 mA
- Temperatura operativa da -20°C a +70°C

Trasduttore base:

- Cono acustico 9°
- Frequenza 200 Khz
- Range 0.3/100m
- Risoluzione 2 cm
- Output rate 5Hz. Dim: L cm7 x H cm8



✦
A Teledyne Marine Product Datasheet

MAHRS

Meridian Attitude & Heading Reference System

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Performance	Heading	Settle point error	±0.1° secant latitude	
		Static error	±0.05° RMS secant latitude	
		Dynamic accuracy	0.2° RMS secant latitude	
		Settle point repeatability	±0.1° secant latitude	
		Follow-up speed	~200°/s	
	Roll & pitch	Alignment time	<45 minutes to within 0.7° from +/- 30° initial heading offset	
		Resolution	0.01°	
		Range	±45°	
	Heave	Dynamic accuracy	0.03° RMS (for a 5° amplitude), 0.05° RMS (for a 45° amplitude)	
		5cm or 5% whichever is greater (period 0 to 20s)		
Compensation	Latitude	80N to 80S		
	Speed	0- 90 knots		
Power	Power supply	24Vdc (18 - 36Vdc)		
	Power consumption	5A at power on/ 2.5A operating		
Interface	Digital outputs	2 serial ports, RS232 and RS422, baud rates 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400		
	Data output rate	Digital - Up to 100Hz		
	Digital data output formats	TSS HRP; TSS1 +NMEA HDT; TSS1 default: TSS1 with remote heave; TSS3; Simrad EM1000; Simrad EM1000 with remote heave; Simrad EM3000; Simrad EM3000 with remote heave; NMEA PRDID; DMT1; Polled, user configurable; NMEA HDT; NMEA ROT; S G Brown (1/10th); Robertson		
Physical Characteristics	Dimensions	242mm (h) x 232mm (w) x 429mm (d)		
	Weight in air	18.5kg		
	Weight in water	N/A		
	Rating	IP65		
Environmental and EMC	Operating temperature	-10°C to +55°C		
	Storage temperature	-20°C to +70°C		
	Environmental	IEC 60945		
	EMC	IEC 60945		
	MTBF	>30,000 hours		
	Shock (survival)	>10g		
Options	N/A			
Compliance	Standards	N/A		
	Export	UK	ECCN 7A003.d1	
		USA	ECCN 7A003.d1	
Warranty	12 months international warranty including parts and labour			

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEMS
CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001 =
= ISO 14001 =
= OHSAS 18001 =

CE

Specifications subject to change without notice.
© 2017 Teledyne Ltd. All rights reserved.

TELEDYNE TSS

Everywhere you look

www.teledynemarine.com/tss
 Email: tsssales@teledyne.com

Head Office

1 Blackmoor Lane,
Croxley Park,
Watford, Hertfordshire
WD18 8GA, UK
Tel: +44 (0)1923 216020
Fax: +44 (0)1923 216061

Aberdeen

ABZ Business Park,
International Avenue,
Dyce, Aberdeen
AB21 0BH, UK
Tel: +44 (0)1224 772345
Fax: +44 (0)1224 772900



SWiFT SVP

Sound Velocity Profiler

Designed from the outset with the intention of a seamless workflow, the SWiFT profiler provides survey-grade sensor technology coupled with the convenience of Bluetooth connectivity and rechargeable batteries. An integral GPS module, to geo-locate each profile, completes the package. Data can be easily and quickly downloaded and reviewed wirelessly, via Bluetooth, using the SWiFT App on iOS devices and instantly shared, in industry standard data formats through email and cloud services. Using the provided USB adapter or cable.

In addition to the directly measured sound speed, temperature and pressure observations, Conductivity, Salinity and Density are calculated using Valeport's proprietary algorithm developed from extensive laboratory and field work.

With an operational battery life of up to 5 days and the convenience of charging via USB, SWiFT is intended for coastal, harbour and inland hydrographic survey use and offers the highest quality sound velocity profiles in a compact, robust and portable package. Optionally, the supplied deployment weight is available to bolt onto the sensor protection cage to help get the SWiFT to depth in fast-flowing currents.

DATA SHEET

Product Details



SOUND SPEED



MULTI-PARAMETER CTD



CONNECT SOFTWARE



Bluetooth



USB



Rechargeable Battery



GPS

Valeport Limited
 St. Peter's Quay, Totnes,
 Devon TQ9 5EW United Kingdom

Telephone: +44 (0) 1803 869292
 Email: sales@valeport.co.uk
 www.valeport.co.uk





Report delle indagini geofisiche a mare
 AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO



Sensor Specifications
 The SWIFT SVP is fitted with Valeport's digital time of flight sound velocity sensor, temperature compensated piezo-resistive pressure transducer and a PRT temperature sensor.

Sound Velocity	
Range	1,375-1,900 m/s
Resolution	0.001 m/s
Accuracy	±0.02 m/s

Pressure	
Range	50 Bar
Resolution	0.001% FS
Accuracy	±0.01% FS

Temperature	
Range	-5°C – +35°C
Resolution	0.001°C
Accuracy	±0.01°C

Calculated Parameters and Accuracy
 Calculations based on Valeport's proprietary DASH formula

Conductivity	±0.05 mS/cm
Salinity	±0.05 PSU
Density	±0.05 kg/m ³

Physical	
Materials	Titanium Stainless Steel deployment weight
Depth Rating	500m
Dimensions	ø78mm x Length 264mm
Weight	2.0kg (In air) / 0.9kg (In water) 3.0kg (In air) / 1.8kg (In water) with deployment weight

Communications (set up and data offload)	
USB Serial	
Bluetooth v4 - low energy	

Electrical	
Battery	Internal rechargeable Li-Ion battery pack
Battery life	Up to 5 days operations
Charging	USB Typically, 1 hour fast charge will give 12 hours operation

Software
 IOS App for Bluetooth compatible mobile devices - instrument set up, data offload, display and translation to common data formats, Android to follow. Valeport's Connect PC software, with both USB cable and Bluetooth connectivity, for instrument setup, data extraction, display and translation to common data formats. Instrument and data time is synchronised to GPS, UTC.

Ordering	
0660047-50	SWIFT SVP Profiler Titanium housing rated to 500m
Supplied with	Deployment weight PC Bluetooth adapter USB interface and charging cable 1.5 A charger Valeport Connect software Operating manual System transit case





Side Scan Sonar Towfish Series



S-150P

- Ultra-Light Weight Towfish
- Size : 900×ø89 (mm)
- Weight : 12 kg (in air) / 8.5 kg (in water)
- Single Frequency : 400, 900, 1,250 kHz
- Dual Frequency : 400/900, 400/1,250 kHz
- Maximum Depth : 100 m
- Beam Tilt : 20 degree down fixed



S-150A

- Light Weight Towfish
- Size : 1,026×ø89 (mm)
- Weight: 16 kg (in air) /10.5 kg (in water)
- Single Frequency: 400, 900, 1,250 kHz
- Dual Frequency: 400/900, 400/1,250kHz
- Maximum Depth: 300 m
- Beam Tilt : 10, 20, 30 degree down adjustable
- Altimeter Sensor : 200 kHz, 20 deg



S-150D

- Deep Water Towfish
- Size : 1,360×ø112 (mm)
- Weight: 32 kg (in air) /25.5 kg (in water)
- Single Frequency: 100 , 400 , 900 , 1250 kHz
- Dual Frequency: 100/400, 400/900, 400/1250kHz
- Maximum Depth: 300 m
- Beam Tilt : 5, 10, 15, 20, 25 degree down adjustable
- Altimeter Sensor : 200 kHz, 20 deg

- Material : Stainless Steel
- Beam Angle
100kHz: 1.2deg(H), 40deg(V) 400&900kHz: 0.3deg(H), 40deg(V) 1,250kHz: 0.3deg(H), 30deg(V)
- Transmission Pulse
100 kHz: 50 ~200 μ s, 400 kHz: 25~150 μ s, 900 kHz: 15~50 μ s, 1,250 kHz: 10~25 μ s
- Swath (Max.)
100 kHz: 1,000 m, 400 kHz: 300 m, 900 kHz: 100 m, 1,250 kHz: 60 m
- Depth Sensor: 0.5% Full Scale
- Motion Sensor: Heading, Pitch, Roll

[Safety Recovery System]

- Safety Pin: Up to 200 kg Shear Strength, Tail Fins, Underwater Location System - Transmitters



SonarTech

Web: www.sonarbeam.co.kr Tel: +82-51-403-7797 E-mail: johny.yang@sonartech.com



DATASHEET - PS-120006-22

NORBIT - iWBMS TURNKEY MULTIBEAM SONAR SYSTEM

For High Resolution Bathymetry

Compact and high-resolution curved array bathymetric mapping system by NORBIT.

This all-in-one tightly integrated broadband multibeam turnkey solution offers high resolution bathymetry over a wide swath. The high-end sonar with Applanix WaveMaster II (globally leading GNSS/INS system) embedded into the unit ensures fast and reliable mobilisation and highest quality sounding for surveys in all conditions.

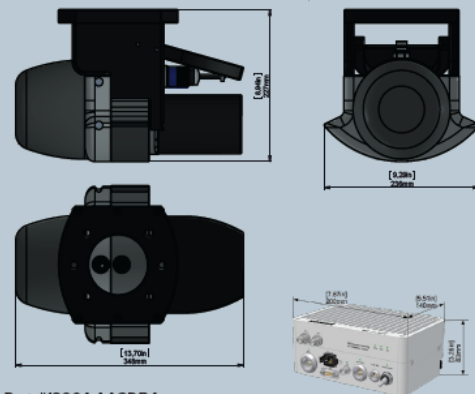
The WBMS-series are based on a flexible sonar platform that utilizes the latest in analogue and digital signal processing. With broad R&D expertise, NORBIT has developed, from the ground-up, exciting new technology that allows existing and new applications to benefit from the advantages offered by a compact wideband curved-array multibeam sonar.

Supported by DCT (Data collection Tool) for data acquisition.



TECHNICAL SPECIFICATION

SWATH COVERAGE	5-210° FLEXIBLE SECTOR (SHALLOW WATER IHO SPECIAL ORDER >155°)
RANGE RESOLUTION	<10mm ACOUSTIC w. 80kHz BANDWIDTH
NUMBER OF BEAMS	256-512 EA & ED
OPERATING FREQUENCY	NOMINAL FREQUENCY 400kHz (FREQUENCY AGILITY 200-700kHz)
DEPTH RANGE	0.2-275m (>300m WITH 0.9° X 0.9° OPTION)
PING RATE	UP TO 60Hz, ADAPTIVE
RESOLUTION (ACROSS X ALONG)	STANDARD: 0.9° X 1.9° @400kHz AND 0.5° X 1.0° @700kHz. NARROW OPTION: 0.9° X 0.9° @400kHz AND 0.5° X 0.5° @700kHz
POSITION	HOR: ±(8mm +1ppm X DISTANCE FROM RTK STATION) VER: ±(15mm +1ppm X DISTANCE FROM RTK STATION) (ASSUMES 1m GNSS SEPARATION)
HEADING ACCURACY	0.03° (RTK) WITH 2m ANTENNA SEPARATION
PITCH/ROLL ACCURACY	0.02° INDEPENDENT OF ANTENNA SEPARATION
HEAVE ACCURACY	2 cm OR 2% (TRUEHEAVE™), 5 cm OR 5% (REAL TIME)
WEIGHT	8.5kg (AIR) 3.5kg (WATER)
INTERFACE	ETHERNET
CABLE LENGTH	STD 8m, OPT: 2m, 25m AND 50m
POWER CONSUMPTION	60W (10-28VDC, 110-240VAC)
OPERATING TEMP.	-4°C to +40°C (TOPSIDE -20°C to +55°C)
STORAGE TEMP.	-20°C to +60°C
ENVIRONMENTAL	TOPSIDE: IP67: DUST TIGHT, PROTECTED AGAINST THE EFFECT OF IMMERSION UP TO 1m/WET-END (SONAR): 100m



Part #12004-AACDB4

NORBIT SUBSEA | STIKLESTADVEIEN 11 | N-7041 TRONDHEIM | NORWAY | PHONE +47 73 98 25 50 | subsea@norbit.com

COPYRIGHT©2020 NORBIT, ALL RIGHTS RESERVED. WHILE EVERY EFFORT IS MADE TO ENSURE THE INFORMATION GIVEN IS ACCURATE, NORBIT DOES NOT ACCEPT LIABILITY FOR ANY ERRORS OR OMISSIONS, ALL WEIGHTS AND MEASURES ARE APPROXIMATE AND OTHER INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE



Report delle indagini geofisiche a mare
 AGNROM_EP-R_REP-INDAGINI-GEO

DATASHEET



PERFORMANCE SUMMARY

POS MV WAVEMASTER II ACCURACY¹

	DGPS	Fugro MarineStar [®]	IARTK	POSpac MMS PPP	POSpac MMS IAPPK	Accuracy During GNSS Outage
Position	0.5 - 2 m ²	Horizontal: 10 cm 95% Vertical: 15 cm 95%	Horizontal: +/- (8 mm + 1 ppm x baseline length) ³ Vertical: +/- (15 mm + 1 ppm x baseline length) ³	Horizontal: < 0.1 m Vertical: < 0.2 m	Horizontal: +/- (8 mm + 1 ppm x baseline length) ³ Vertical: +/- (15 mm + 1 ppm x baseline length) ³	~ 9 m for 60 s outage (RTK) ~ 3 m for 30 s outages (RTK) ~ 2 m for 60 s outages (IAPPK)
Roll & Pitch ⁴	0.03°	0.02°	0.02°	< 0.02°	0.015°	0.04°
Heading ⁴	0.015° with 4 m baseline 0.03° with 2 m baseline	-	-	-	-	< 2° per hour degradation (negligible for outages < 60 s)
Heave TrueHeave™	5 cm or 5% ⁵ 2 cm or 2% ⁶	-	-	-	-	5 cm or 5% ⁵ 2 cm or 2% ⁶

PCS OPTIONS

COMPONENT	DIMENSIONS	WEIGHT	TEMPERATURE	HUMIDITY	POWER
Rack Mount PCS	L = 442 mm, W = 356 mm, H = 46 mm	3.9 kg	-20 °C to +70 °C	10 - 80% RH	AC 120/230 V, 50/60 Hz, auto-switching 40 W
Small Form Factor PCS	L = 167 mm, W = 185 mm, H = 68 mm	2.5 kg	-20 °C to +60 °C	0 - 100% RH	DC 10-34 V, 35 W (peak)

INERTIAL MEASUREMENT UNIT (IMU)

ENCLOSURE	DIMENSIONS	WEIGHT	TEMPERATURE	IP RATING
Between Decks	L = 158 mm, W = 158 mm, H = 124 mm	2.5 kg	-40 °C to +60 °C	IP65
Submersible	Ø100 mm (base plate Ø132 mm) X 104 mm ⁷	2.7 kg	-40 °C to +60 °C	IP68

GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM (GNSS)

COMPONENT	DIMENSIONS	WEIGHT	TEMPERATURE	HUMIDITY
GNSS antenna	Ø178 mm, W = 73 mm	0.45 kg	-50 °C to +70 °C	0 - 100% RH

ETHERNET INPUT/OUTPUT

Ethernet (10/100 base-T)
 Parameters Time tag, status, position, attitude, velocity, track and speed, dynamics, performance metrics, raw IMU data
 Display Port Low rate (1 Hz) UDP protocol output
 Control Port TCP/IP input for system commands
 Primary Port Real-time (up to 200 Hz) TCP/IP protocol output
 Secondary Port Buffered TCP/IP protocol output for data logging to external device

SERIAL RS232 INPUT OUTPUT

5 COM Ports User assignable to: NMEA output (0-5), Binary output (0-5), Auxiliary GNSS input (0-2), Base GNSS correction input (0-2)

NMEA ASCII OUTPUT

Parameters NMEA Standard ASCII messages: Position (\$GGA), Heading (\$HDT), Track and Speed (\$SPEED), Statistics (\$GPRMC), Attitude (\$PASHR, \$PRDID), Time and Date (\$ZDA, \$UTC)
 Rate Up to 50 Hz (user selectable)
 Configuration Output selections and rate individually configurable on each assigned com port

HIGH RATE ATTITUDE OUTPUT

Parameter User selectable binary messages: attitude, heading, speed
 Rate Up to 200 Hz (user selectable)
 Configuration Output selections and rate individually configurable on each assigned com port

AUXILIARY GNSS INPUTS

Parameter NMEA Standard ASCII messages: \$GPGGA, \$GPGST, \$GPGSA, \$GPGSV
 Uses Aux input with best quality
 Rate 1 Hz

BASE GNSS CORRECTION INPUTS

Parameter RTCM V2.x, RTCM V3.x, CMR and CMR+
 CMRx input formats accepted. Combined with raw GNSS observables in navigation solution
 Rate 1 Hz

DIGITAL I/O

1PPS 1 pulse-per-second Time Sync output, normally high, active low pulse
 Event Input (2) Time mark of external events. TTL pulses > 1 msec width, rising or falling edge, max rate 200 Hz

USER SUPPLIED EQUIPMENT

- PC for POSView Software (Required for configuration): Pentium 90 processor (minimum), 256 MB RAM, 2 GB free disk space, Ethernet adapter (10/100 Base-T Ethernet; IEEE 802.3 standard), Windows 7 SP1, Windows 7 Embedded, Windows 8, and Windows 10
- PC for POSpac MMS Post-processing Software: Intel Pentium series 1GHz or faster 64-bit processor (minimum), 2GB RAM, 2.6 GB free disk space, USB Port (For Security Key), Windows 7 SP1, Windows 8.1, Windows 10

¹ Sigma unless otherwise stated
² Depending on quality of differential corrections
³ Assumes 1 m IMU-GNSS antenna offset
⁴ No range limit
⁵ Whichever is greater, for periods of 20 seconds or less
⁶ Whichever is greater, for periods of 35 seconds or less
⁷ Height excludes connector

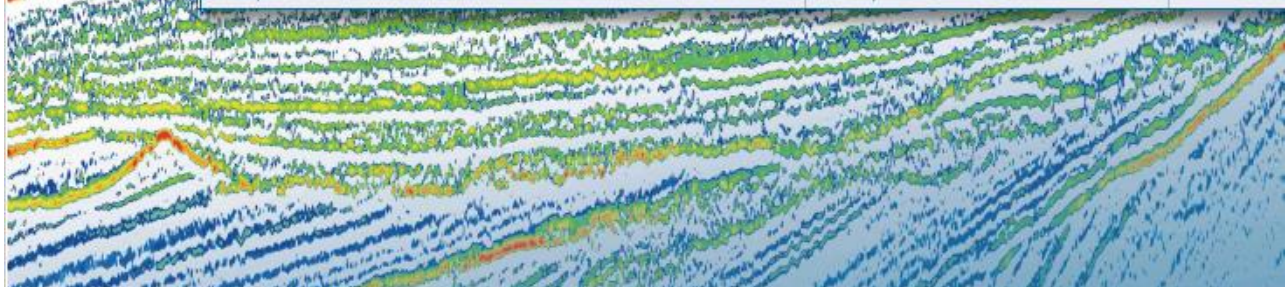


Shallow-Water Solutions

- ▶ when portability matters
- ▶ usable from less than one meter down to 500 meters



	smart	
Depth Below Transducer	0.5 – 100 m	
Seabed Penetration	up to 20 m	
Resolution: Range / Layer	~ 1 cm / up to 8 cm	
Primary Frequencies	~ 100 (90 – 110) kHz	
Primary Source Level / Power	> 235 dB / ~ 2 kW	
Transmit Beam Width	± 2.5°	
SBP Centre Frequencies / Band	10 kHz / 5 – 15 kHz	
Pulse Type: CW / Ricker / Chirp	• / • / –	
Pulse Width	0.1 – 0.5 ms	
Pulse Rate	up to 40 Hz	
Heave / Roll / Pitch Comp.	• / – / –	
Data Sample Rate	70 kHz @ 16bit	
Transceiver Size / Weight	[43 × 33 × 23] cm ³ / 9 kg (plastic case IP65)	
Transducer Size / Weight (excl. cable)	[27 × 21 × 6] cm ³ / 4 kg	
Depth Rating	surface	
Control PC	external / Ethernet	
Power Supply / Consumption	20 – 30 V DC / < 100 W	
Software SESWIN / SES Convert / ISE	• / • / optional	
First / Latest Product Generation	2017 / 2020	





G-882 MARINE MAGNETOMETER

- **CESIUM VAPOR HIGH PERFORMANCE** – Highest detection range and probability of detecting all sized ferrous targets
- **NEW STREAMLINED DESIGN FOR TOW SAFETY** – Low probability of fouling in fishing lines or rocks
- **NEW QUICK CONVERSION FROM NOSE TOW TO CG TOW** – Simply remove an aluminum locking pin, move tow point and reinsert. Now with built in easy carry handle!
- **NEW INTERNAL HIGH PERFORMANCE CM-221 COUNTER MODULE** – UP TO 40 HZ – Provides Flash Memory for storage of default parameters set by user
- **NEW ECHOSOUNDER / ALTIMETER OPTION**
- **DEPTH RATING** – 4,000 psi (2,700M)!
- **HIGHEST SENSITIVITY IN THE INDUSTRY** – 0.004 nT/Hz RMS with the internal CM-221 Mini-Counter
- **EASY PORTABILITY & HANDLING** – no winch required, single man operation, only 44 lbs with 200 ft cable (without weights)
- **COMBINE TWO SYSTEMS FOR INCREASED COVERAGE** – Internal CM-221 Mini-Counter provides multi-sensor sync and data concatenation allowing side by side coverage which maximizes detection of small targets and reduces noise

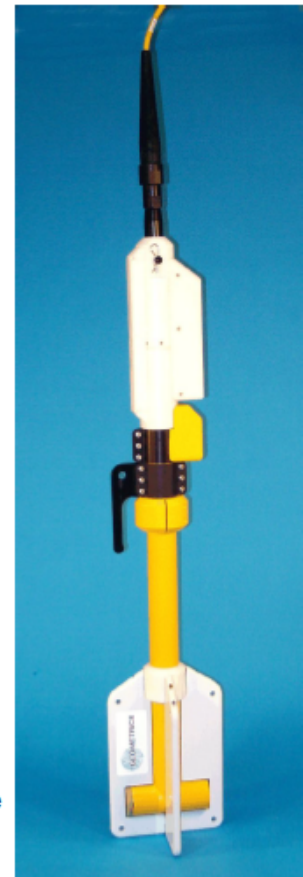
Very high resolution Cesium Vapor performance is now available in a low cost, small size system for professional surveys in shallow or deep water. High sensitivity and sample rates are maintained for all applications. The well proven Cesium sensor is combined with a unique and new CM-221 Larmor counter and ruggedly packaged for small or large boat operation. Use your computer and standard printer with our MagLogLite™ software to log, display and print GPS position and magnetic field data. The G-882 is the lowest priced, high performance, full range marine magnetometer system ever offered.

The G-882 offers flexibility for operation from small boat, shallow water surveys as well as deep tow applications (4,000 psi rating, telemetry over steel coax available to 10 km). The G-882 also directly interfaces to all major Side Scan manufacturers for tandem tow configurations. Being small and lightweight (44 lbs net, without weights) it is easily deployed and operated by one person. But add several streamlined weight collars and the system can quickly weigh more than 100 lbs. for deep tow applications. Power may be supplied from a 24 to 30 VDC battery power or the included 110/220 VAC power supply. The tow cable employs high strength Kevlar strain member with a standard length of 200 ft. (61 m).

The maximum useable cable length with the standard power supply is 300 m; 800 m with a Mini-Xantrex voltage sense power supply, and up to 6000 m with telemetry over coax.

A rugged fiber-wound fiberglass housing is designed for operation in all parts of the world allowing sensor rotation for work in equatorial regions. The shipboard end of the tow cable is attached to an included junction box or optional on-board cable for quick and simple hookup to power and output of data into any Windows 98, ME, NT, 2000 or XP computer equipped with RS-232 serial ports.

The G-882 Cesium magnetometer provides the same operating sensitivity and sample rates as the larger deep tow model G-880. MagLogLite™ Logging Software is offered with each magnetometer and allows recording and display of data and position with Automatic Anomaly Detection and automatic anomaly printing on Windows™ printer! Additional options include: MagMap2000 plotting and contouring software and post acquisition processing software MagPick™ (free from our website.)



G-882 with Weight Collar
Depth Option & Altimeter



The G-882 system is particularly well suited for the detection and mapping of all sizes of ferrous objects. This includes anchors, chains, cables, pipelines, ballast stone and other scattered shipwreck debris, munitions of all sizes (UXO), aircraft, engines and any other object with magnetic expression. Objects as small as a 5 inch screwdriver are readily detected provided that the sensor is close to the seafloor and within practical detection range. (Refer to table at right).

The design of this high sensitivity G-882 marine unit is directed toward the largest number of user needs. It is intended to meet all marine requirements such as shallow survey, deep tow through long cables, integration with Side Scan Sonar systems and monitoring of fish depth and altitude.

Typical Detection Range For Common Objects

1.	Ship 1000 tons	0.5 to 1 nT at 800 ft (244 m)
2.	Anchor 20 tons	0.8 to 1.25 nT at 400 ft (120 m)
3.	Automobile	1 to 2 nT at 100 ft (30 m)
4.	Light Aircraft	0.5 to 2 nT at 40 ft (12 m)
5.	Pipeline (12 inch)	1 to 2 nT at 200 ft (60 m)
6.	Pipeline (6 inch)	1 to 2 nT at 100 ft (30 m)
7.	100 KG of iron	1 to 2 nT at 50 ft (15 m)
8.	100 lbs of iron	0.5 to 1 nT at 30 ft (9 m)
9.	10 lbs of iron	0.5 to 1 nT at 20 ft (6 m)
10.	1 lb of iron	0.5 to 1 nT at 10 ft (3 m)
11.	Screwdriver 5 inch	0.5 to 2 nT at 12 ft (4 m)
12.	1000 lb bomb	1 to 5 nT at 100 ft (30 m)
13.	500 lb bomb	0.5 to 5 nT at 50 ft (16 m)
14.	Grenade	0.5 to 2 nT at 10 ft (3 m)
15.	20 mm shell	0.5 to 2 nT at 5 ft (1.8 m)

MODEL G-882 CESIUM MARINE MAGNETOMETER SYSTEM SPECIFICATIONS

OPERATING PRINCIPLE:	Self-oscillating split-beam Cesium Vapor (non-radioactive)
OPERATING RANGE:	20,000 to 100,000 nT
OPERATING ZONES:	The earth's field vector should be at an angle greater than 10° from the sensor's equator and greater than 60° away from the sensor's long axis. Automatic hemisphere switching.
CM-221 COUNTER SENSITIVITY:	<0.004 nT/ μ Hz rms. Up to 20 samples per second
HEADING ERROR:	< 1 nT (over entire 360° spin)
ABSOLUTE ACCURACY:	<2 nT throughout range
OUTPUT:	RS-232 at 1,200 to 19,200 Baud
MECHANICAL:	
Sensor Fish:	Body 2.75 in. (7 cm) dia., 4.5 ft (1.37 m) long with fin assembly (11 in. cross width), 40 lbs. (18 kg) Includes Sensor and Electronics and 1 main weight. Additional collar weights are 14lbs (6.4kg) each, total of 5 capable
Tow Cable:	Kevlar Reinforced multiconductor tow cable. Breaking strength 3,600 lbs, 0.48 in OD, 200 ft maximum. Weighs 17 lbs (7.7 kg) with terminations.
OPERATING TEMPERATURE:	-30°F to +122°F (-35°C to +50°C)
STORAGE TEMPERATURE:	-48°F to +158°F (-45°C to +70°C)
ALTITUDE:	Up to 30,000 ft (9,000 m)
WATER TIGHT:	O-Ring sealed for up to 4,000 psi (8000 ft or 2750 m) depth operation
POWER:	24 to 32 VDC, 0.75 amp at turn-on and 0.5 amp thereafter
ACCESSORIES:	
Standard:	Operation manual, shipping storage container and ship kit with tools and hardware
Optional:	Telemetry to 6Km coax, gradiometer (longitudinal or transverse TVG), aluminum reusable shipping case
MagLog Lite™ Software:	Logs, displays and prints Mag and GPS data at full sample rate. Automatic anomaly detection and single sheet Windows printer support

SPECIFICATIONS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

4/11



GEOMETRICS INC. 2190 Fortune Drive, San Jose, California 95131, USA
 Tel: 408-954-0522 – Fax: 408-954-0902 – Email: sales@geometrics.com
 Web: www.Geometrics.com

GEOMATRIX UK 20 Eden Way, Pages Industrial Park, Leighton Buzzard LU7 4TZ, UK
 Tel: 44-1525-383438 – Fax: 44-1525-382200 – Email: chris@georentals.co.uk
sales@georentals.co.uk - Web: www.Geomatrix.co.uk

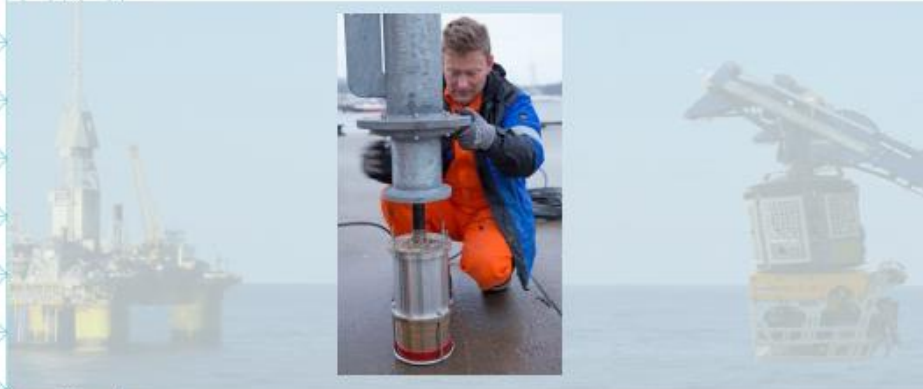


μPAP

- 560 Cymbal Wideband channels
- Modem capability
- SSBL and LBL positioning
- Fast Track mode
- Responder mode
- Integrated motion sensor
- Easy setup
- Electronic beam control
- Compatible to cNODE



KONGSBERG

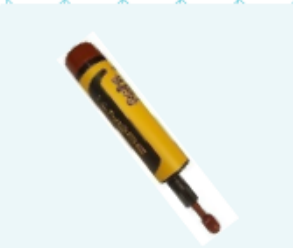
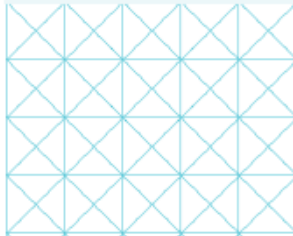


μPAP PORTABLE ACOUSTIC POSITIONING

The μPAP is a portable system designed for tracking ROV's, tow fish, divers and other subsea objects.

μPAP is a small and compact acoustic positioning system designed for operation from a surface vessel to track ROV's, tow fish, divers and any other subsea object at several thousand metres range. The system operates in SSBL mode where it measures the distance and direction to subsea transponders and computes a 3D position in local coordinates or in geographical coordinates.





TECHNICAL DATA

Model	Motion Sensor Accuracy	System Position Accuracy ⁽¹⁾
201-MGC-r3 Part no.: 337766	R/P: 0.01 ° H: 0.1 ° Range ± 180 °	0.25 °/0.44 %, Range: ± 0.02 m
201-MGC-r2 Part no.:400606	R/P: 0.02 ° H: 0.2 ° Range ± 180 °	0.25 °/0.44 %, Range: ± 0.02 m
201-H Part no.:332288	R/P: 0.05 ° Range ± 180 °	0.26 °/0.45 %, Range: ± 0.02 m
202-m30 Part no.:462804	R/P: 0.08 ° Range ± 45 °	0.26 °/0.45 %, Range: ± 0.02 m
200 Part no.:337711	R/P: 0.2 ° Range ± 180 °	0.32 °/0.56 %, Range: ± 0.02 m

TECHNICAL DATA – All models

Frequency	20-30 kHz (MF)
Operational coverage ⁽³⁾	±90 °
Main coverage	±80 °
Receiver beam	22 °
Source level (re 1µPa)	190 dB
Range capability (m) ⁽²⁾	4000+
Navigation Channels	560 Cymbal, 56 FSK, cNODE Compatible
Operation mode	SSBL, LBL, acoustic modem
Transducer cable length	25, 50 or 70 m
Transducer deployment depth	< 100 m
Temp. operating/Storage	0 °C to +35 °C/-20 °C to +70 °C
Storage humidity	95 % relative, non-condensing
Vibration	5-100 Hz, 5-13.2 Hz ±1.5 mm, 13.2-100 Hz 1 g
Housing Weight	Bronze/Stainless Steel 201-MGC-r2/r3: 22.6 kg 201-H: 16.8 kg 202-m30: 200-: 11.7 kg

1) Accuracy is in X and Y direction

2) Range capability is depending on line of sight, transponder's transmit power setting, vessel's acoustic system and influence of ambient noise and ray bending.

3) Operational coverage defines the sector where acoustic positioning and communications are operational. Main Coverage is the sector where maximum range and angular accuracy can be achieved. Outside the main coverage range and elevation angular accuracy are reduced, therefore a depth input for aiding is recommended

Specifications subject to change without any further notice.

Doc no: 393495 RevL

Kongsberg Maritime
 P.O.Box 483
 NO-3601 Kongsberg
 Norway

Switchboard: +47 815 73 700
 Global support 24/7: +47 33 03 24 07
 E-mail sales: km.sales@km.kongsberg.com
 E-mail support:
km.support.hpr@kongsberg.com



13. ALLEGATO 2 – REPORT CALIBRAZIONI

REPORT INFORMATION	
Vessel name	Marianna
Vessel info	MB
Vessel type and size	General Vessel
Area	Ravenna
Weather condition	Cloudy
Wave direction and speed	East
Wind direction and speed	East
Encountered problems	
Report date	2022-05-25
Report generated by	Ubaldo Pantaleo
Additional information	

LOGGED DATA	
Time first sample	2022-05-25 19:01:35
Time last sample	2022-05-25 19:54:43
Total number of samples	247
Used samples	247 (100%)
Excluded samples	0 (0%)

TRANSPONDER	
Type	cNODE Micro
Channel	M01
Serial number	40652
Transducer type	No ID

SOUND VELOCITY	
Mean velocity	1529.34 m/s

GPS/ATTITUDE SENSOR USED	
GPS used	2
VRS used	1
Gyro used	1

SYSTEM DATA	
Aligned system	uPAP 200
HiPAP type	uPAP
APOS version	6.8.3.10
HiPAP version	H 4.4.0.12



Transducer alignment report Marianna

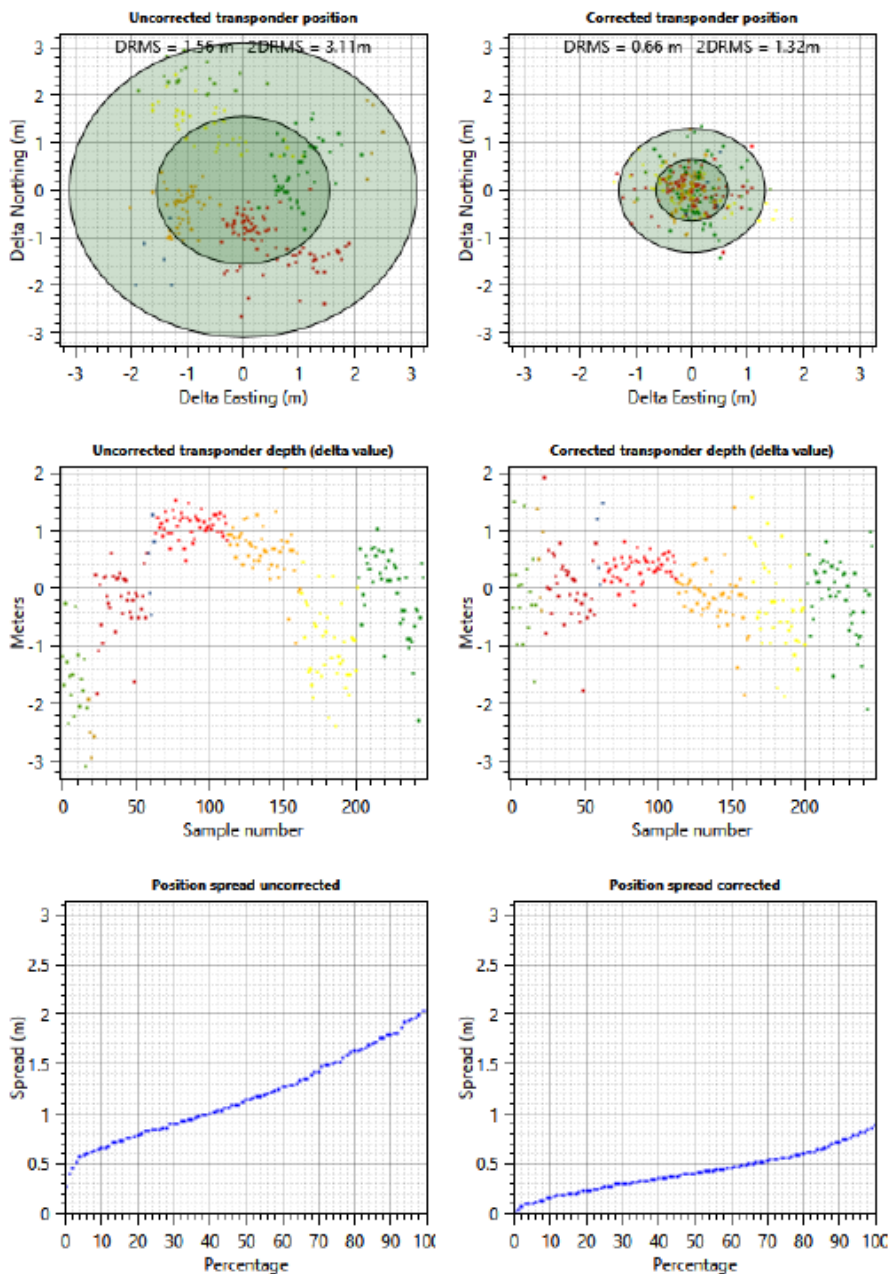


GEODESY		
	Input	Output
Datum name		
Projection name	WGS84_coordinate_system	WGS84_coordinate_system
Transformation name	UTM-33N	UTM-33N
Transformation details		

	BEFORE CORRECTION	Std.dev	AFTER CORRECTION [3]	Std.dev
Transponder position				
Northing	4940847.49 m	1.19 m	4940847.17 m	0.44 m
Easting	296616.11 m	1.00 m	296615.81 m	0.49 m
Depth	18.95 m	1.05 m	18.58 m	0.64 m
Position DRMS	1.56 m		0.66 m	
Position 2DRMS	3.12 m		1.32 m	
Average range	38.38 m		39.11 m	
Estimated angle accuracy [1]	2.32 °		0.97 °	
Estimated accuracy [2]	4.90 %		2.36 %	
Transducer offset				
Forward	0.00 m		-0.24	1-sigma [4] 0.16
Starboard	0.00 m		-0.26	0.17
Down (CG)	0.00 m		-	
Below (waterline)	1.93 m		-	
Roll	0.00 °		0.54 °	0.30 °
Pitch	0.00 °		0.94 °	0.28 °
Gear	0.00 °		359.15 °	0.18 °
Transducer acoustic center offset				
Down	0.0 mm			
CPS antenna offset				
Forward	0.00 m			
Starboard	0.00 m			
Height	0.00 m			
Roll/pitch compensated	NO			
Tide compensated			NO	
Sound velocity				
Mean [5]	1529.34 m/s			
Attitude sensors				
Gyro rotation	0.00 °			
VRS heading misalignment	0.00 °			

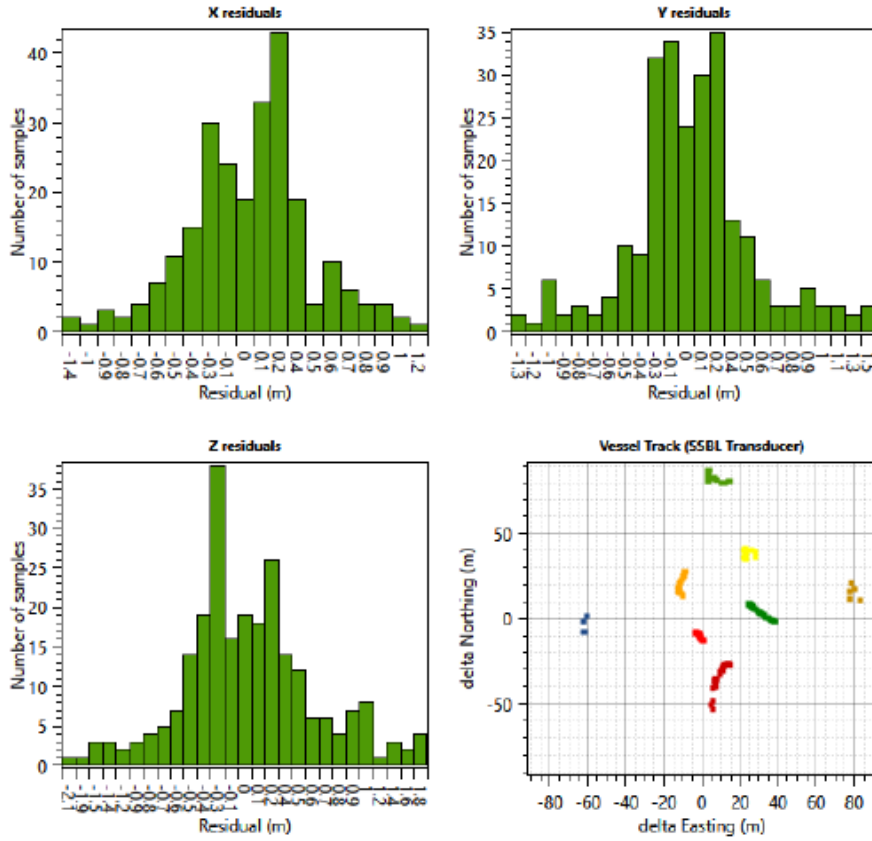


Transducer alignment report Marianna





Transducer alignment report Marianna





Transducer alignment report Marianna



QC

Acoustic

Logged series	Time start	Time stop	Avg. vessel hdg	Horizontal range to TP	Bearing to TP	Measured in series	Measurements used	# excluded (%)
1	19-01:35	19-03:09	343 °	83 m	343 °	17	17	0 (0.0)
2	19-13:33	19-14:51	349 °	81 m	349 °	5	5	0 (0.0)
3	19-27:29	19-28:22	97 °	33 m	97 °	36	36	0 (0.0)
4	19-33:20	19-35:35	78 °	61 m	78 °	5	5	0 (0.0)
5	19-44:04	19-44:55	12 °	10 m	12 °	50	50	0 (0.0)
6	19-47:22	19-48:14	78 °	23 m	78 °	50	50	0 (0.0)
7	19-49:47	19-51:33	202 °	46 m	202 °	39	39	0 (0.0)
8	19-53:54	19-54:43	323 °	29 m	323 °	45	45	0 (0.0)
					Total samples	247	247 (100%)	0 (0%)

Sensor summary

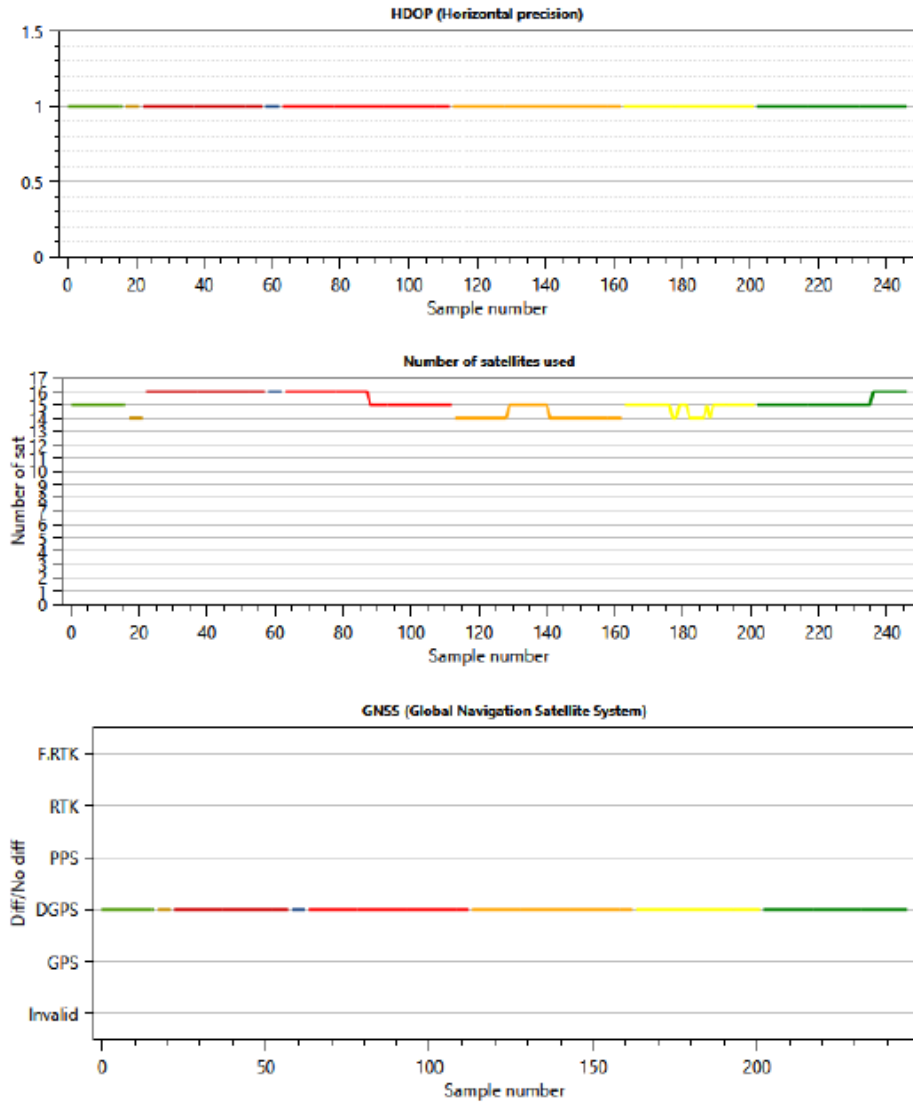
Sensor	Parameter	Min	Average	Max
GPS	HDOP	1.00	1.00	1.00
	Satellite used	14	15	16
	Antenna delta height	-0.79 m	0.00 m	0.61 m
Attitude	Roll	-9.31 °	-2.00 °	4.91 °
	Pitch	-4.47 °	-1.55 °	2.11 °
	Heave	0.00 m	0.00 m	0.00 m
	Heading	0.14 °	155.93 °	359.94 °
Calculated tide	Tide	0.00 m	0.00 m	0.00 m



Transducer alignment report Marianna

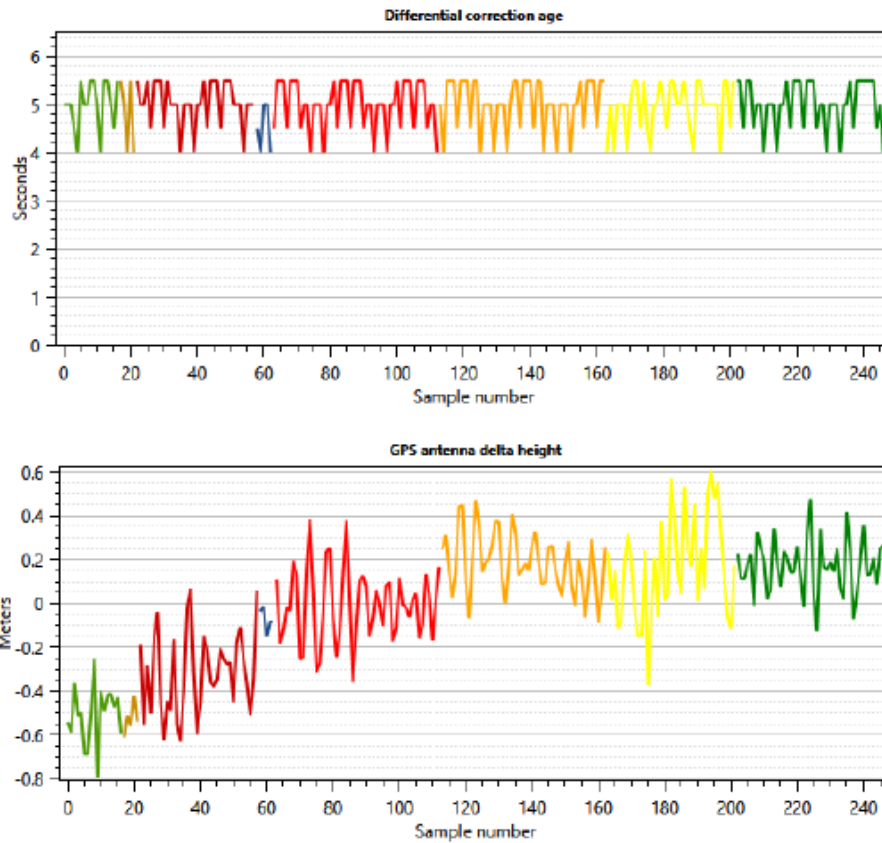


GPS





Transducer alignment report Marianna

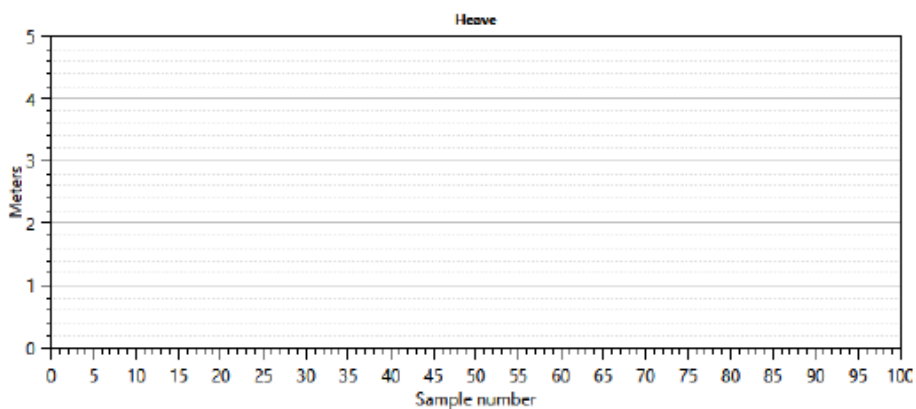
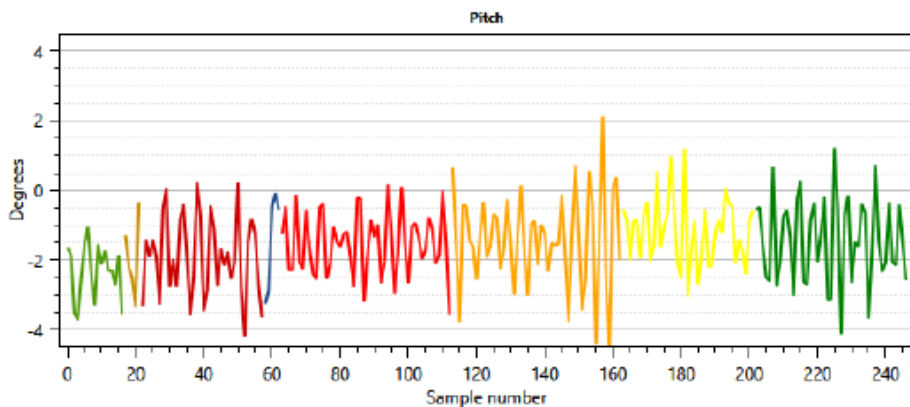
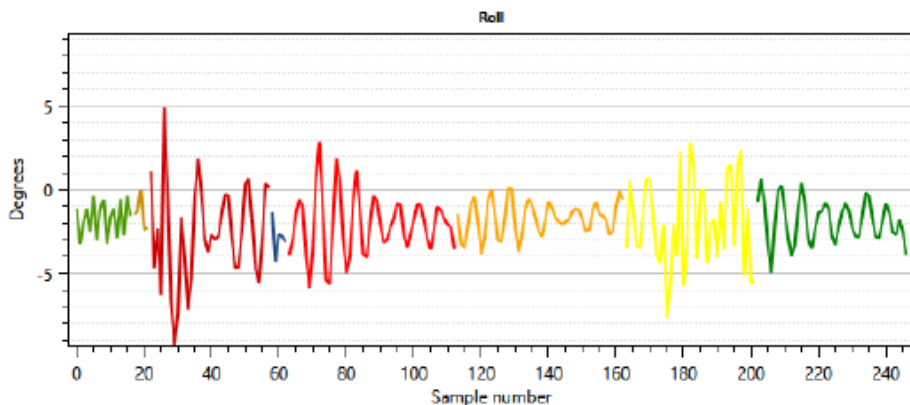




Transducer alignment report Marianna



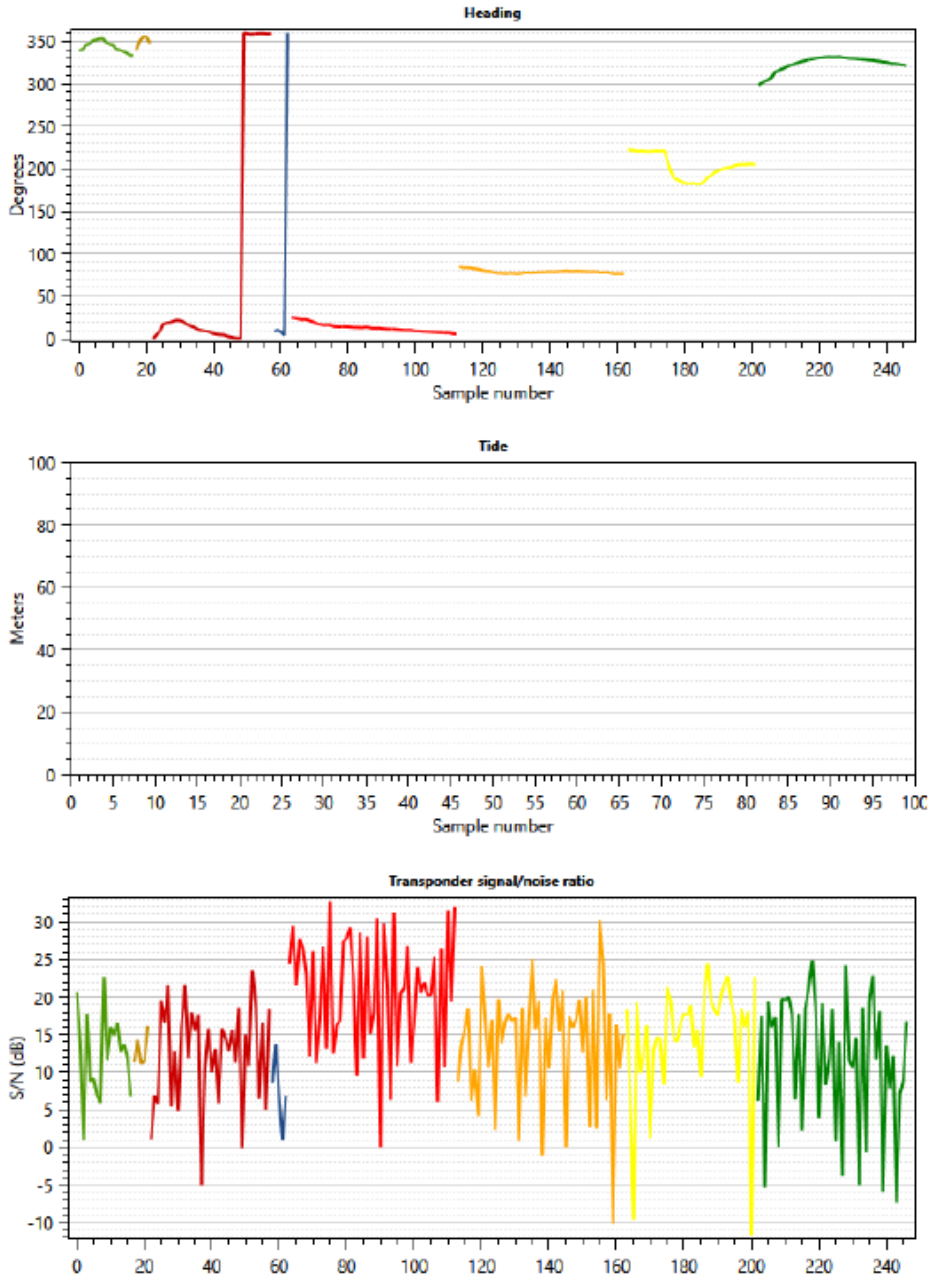
Attitude



Report generated by APOS
KONGSBERG-MARITIME AS
Marianna / 2022-05-25 08:08
Page 8 of 9



Transducer alignment report Marianna





Transducer alignment report Marianna



Appendix

Explanation to page 1:

- [1] Estimated angle accuracy
The angle accuracy is calculated based on the DRMS value for the horizontal transponder position and the average slant range to the transponder.

$$\text{Angle accuracy } (^{\circ}) = \text{ArcTan}(\text{DRMS}/(\text{average slant range}))$$

- [2] Estimated accuracy
The estimated angle accuracy presented as % of average slant range.

$$\text{Calculated accuracy } (\%) = \text{DRMS}/(\text{average slant range}) * 100$$

NOTE:

The estimated accuracies above includes error contribution from all sources (GPS, gyro, motion sensor, all lever arms, sound velocity, signal/noise, reflections). The accuracy specification for Kongsberg acoustic systems in technical documents are without error contribution from any of the above factors.

- [3] Values "After correction"
APOS calculates these values for the various parameters based on a best-fit for the transponder position using the least squares method.

- [4] 1-sigma values
This indicates what certainty the calculated values have. The values are one time the standard deviation of the measurements.

- [5] Mean sound velocity
The mean value from the sound profile used. (Value calculated between the HiPAP Transducer depth and Transponder depth)

Company logo in the report header:

The Kongsberg logo can be replaced by a user-defined logo. The logo file must be in JPG or PNG format.

The logo file must be named "customer_logo.jpg" or "customer_logo.png" and copied to the \APOS\DATA folder.



Transducer alignment report Marianna



KONGSBERG

REPORT INFORMATION	
Vessel name	Marianna
Vessel info	MB
Vessel type and size	
Area	Ravenna
Weather condition	good
Wave direction and speed	SO
Wind direction and speed	No wind
Encountered problems	None
Report date	2022-05-30
Report generated by	Andrea Scuteri
Additional information	AGNES Project

LOGGED DATA	
Time first sample	2022-05-30 13:11:54
Time last sample	2022-05-30 13:56:45
Total number of samples	699
Used samples	677 (96.9%)
Excluded samples	22 (3.1%)

TRANSPONDER	
Type	cNODE Micro
Channel	M01
Serial number	40652
Transducer type	No ID

SOUND VELOCITY	
Mean velocity	1524.58m/s

GPS/ATTITUDE SENSOR USED	
GPS used	2
VRS used	1
Gyro used	1

SYSTEM DATA	
Aligned system	uPAP 200
HiPAP type	uPAP
APOS version	6.8.3.10
HiPAP version	H 4.4.0.12



Transducer alignment report Marianna

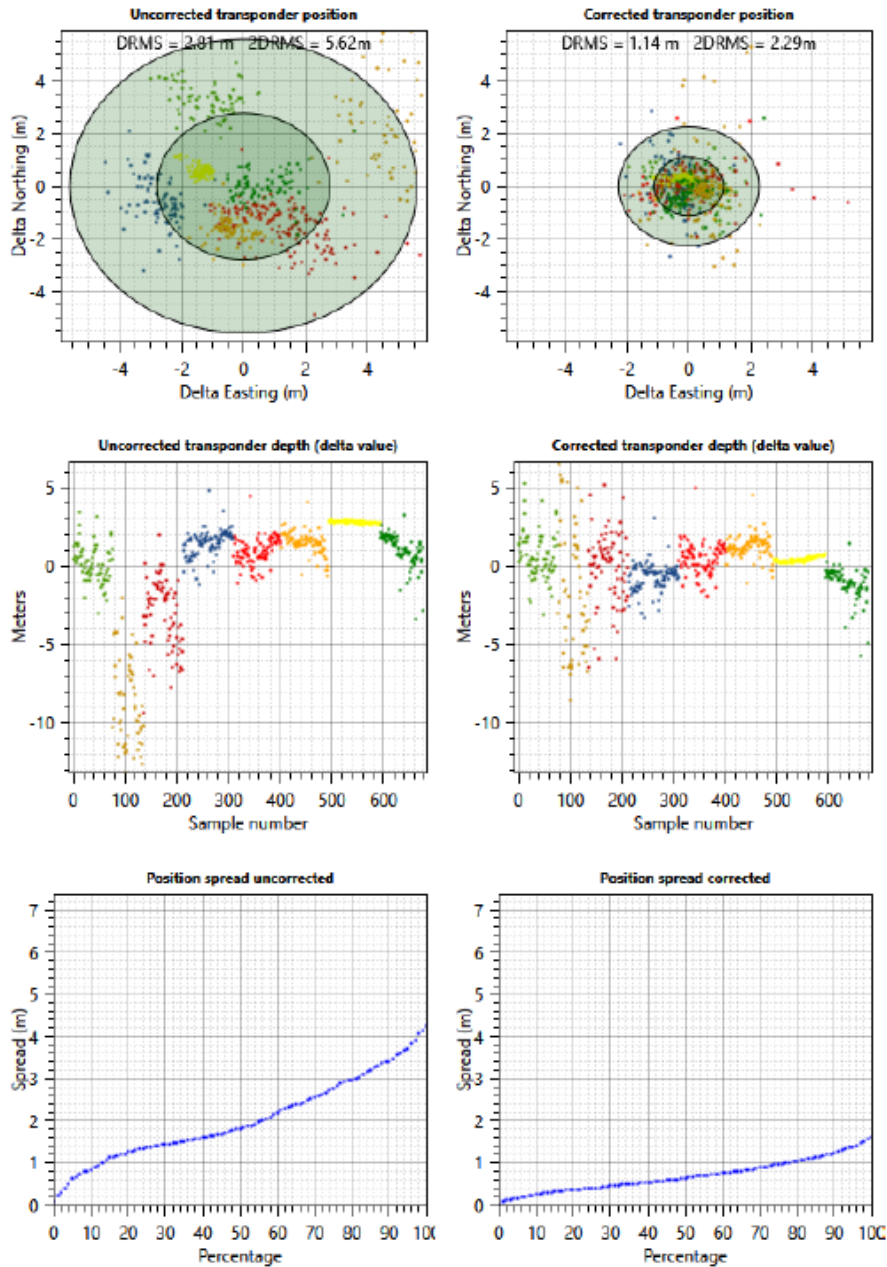


GEODESY		
	Input	Output
Datum name		
Projection name	WGS84_coordinate_system	WGS84_coordinate_system
Transformation name	UTM-33N	UTM-33N
Transformation details		

	BEFORE CORRECTION		AFTER CORRECTION [3]	
Transponder position		Std.dev		Std.dev
Northing	4938339.67 m	1.85 m	4938340.46 m	0.83 m
Easting	299508.99 m	2.12 m	299508.53 m	0.78 m
Depth	23.54 m	3.41 m	21.87 m	1.90 m
Position DRMS	2.81 m		1.14 m	
Position 2DRMS	5.62 m		2.28 m	
Average range	52.79 m		54.04 m	
Estimated angle accuracy [1]	3.05 °		1.21 °	
Estimated accuracy [2]	8.37 %		4.10 %	
Transducer offset				1-sigma [4]
Forward	0.00 m		-0.33	0.08
Starboard	0.00 m		0.50	0.09
Down (CG)	0.00 m		-	
Below (waterline)	1.93 m		-	
Roll	0.00 °		1.56 °	0.15 °
Pitch	0.00 °		0.29 °	0.12 °
Gear	0.00 °		358.66 °	0.07 °
Transducer acoustic center offset				
Down	0.0 mm			
GPS antenna offset				
Forward	0.00 m			
Starboard	0.00 m			
Height	0.00 m			
Roll/pitch compensated	NO			
Tide compensated			NO	
Sound velocity				
Mean [5]	1524.58 m/s			
Attitude sensors				
Gyro rotation	0.00 °			
VRS heading misalignment	0.00 °			

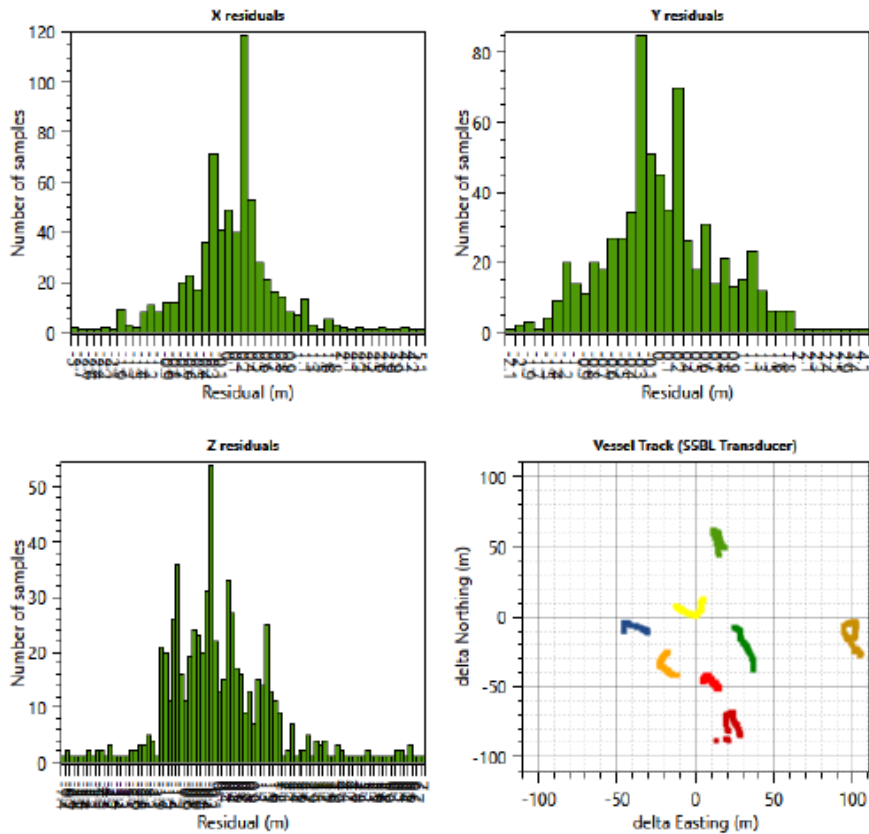


Transducer alignment report Marianna





Transducer alignment report Marianna





Transducer alignment report Marianna



QC

Acoustic

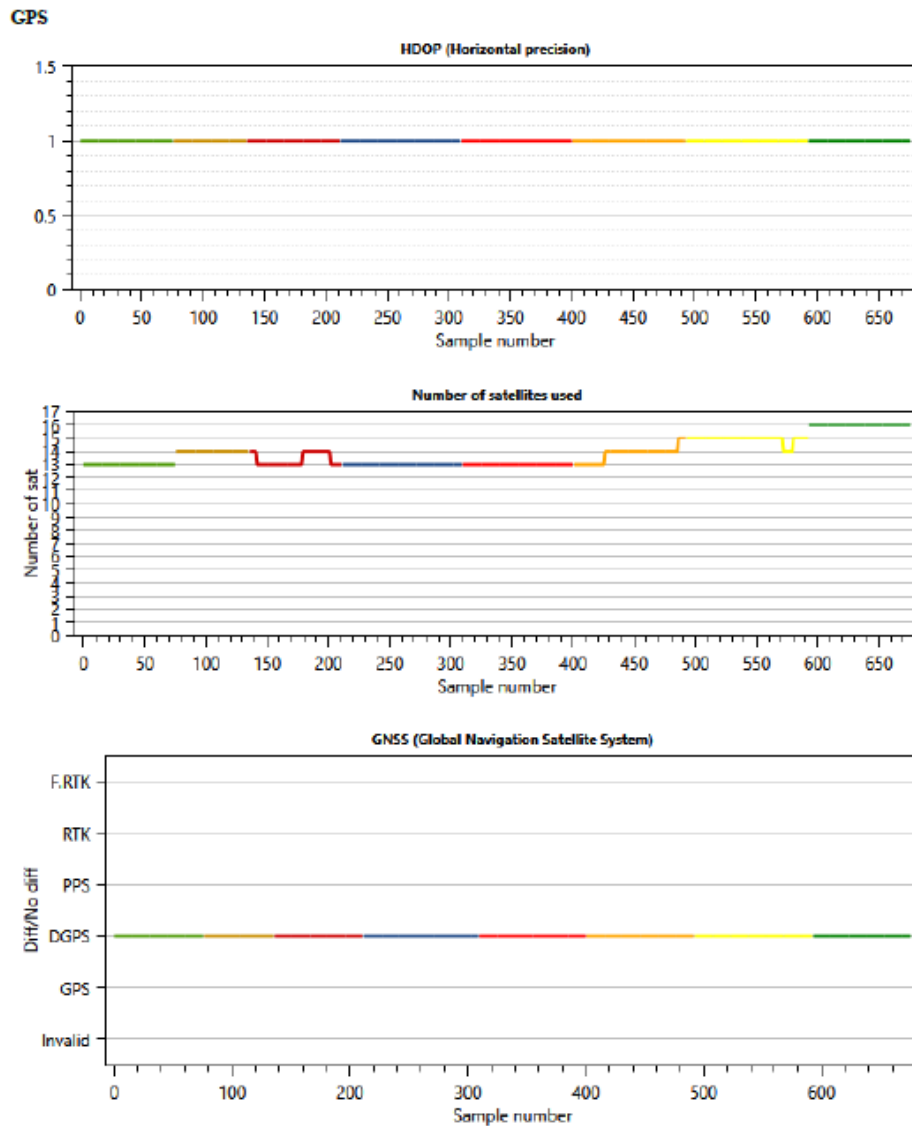
Logged series	Time start	Time stop	Avg. vessel hdg	Horizontal range to TP	Bearing to TP	Measured in series	Measurements used	# excluded (%)
1	13:11:54	13:15:19	220 °	57 m	220 °	76	76	0 (0.0)
2	13:19:20	13:23:38	302 °	101 m	302 °	74	60	14 (18.9)
3	13:28:46	13:34:46	221 °	78 m	221 °	78	76	2 (2.6)
4	13:37:35	13:39:24	76 °	38 m	76 °	100	98	2 (2.0)
5	13:42:51	13:45:37	343 °	48 m	343 °	91	91	0 (0.0)
6	13:47:22	13:49:07	74 °	39 m	74 °	95	92	3 (3.2)
7	13:50:54	13:52:39	149 °	7 m	149 °	100	100	0 (0.0)
8	13:55:01	13:56:45	240 °	40 m	240 °	85	84	1 (1.2)
					Total samples	699	677 (96.9%)	22 (3.1%)

Sensor summary

Sensor	Parameter	Min	Average	Max
GPS	HDOP	1.00	1.00	1.00
	Satellite used	13	14	16
	Antenna delta height	-1.44 m	0.00 m	1.21 m
Attitude	Roll	-6.91 °	-4.80 °	-3.25 °
	Pitch	-4.31 °	-0.90 °	2.29 °
	Heave	0.00 m	0.00 m	0.00 m
	Heading	0.04 °	195.64 °	359.89 °
Calculated tide	Tide	0.00 m	0.00 m	0.00 m



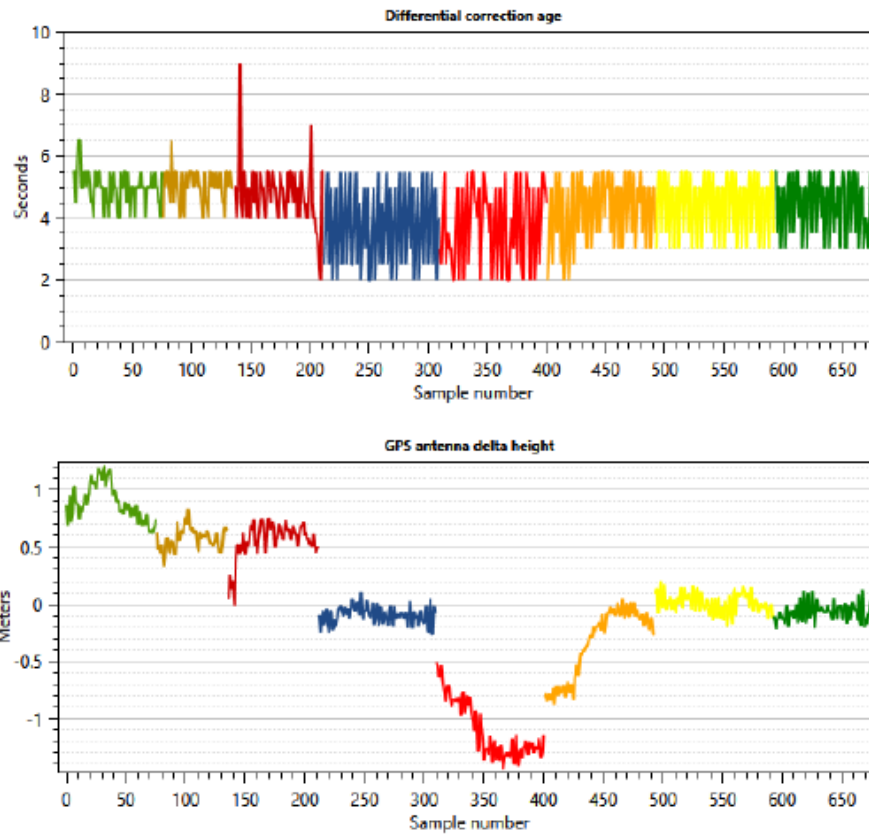
Transducer alignment report Marianna



Report generated by APOS
KONGSBERG MARITIME AS
Marianna / 2022-05-30 02:01
Page 6 of 9



Transducer alignment report Marianna

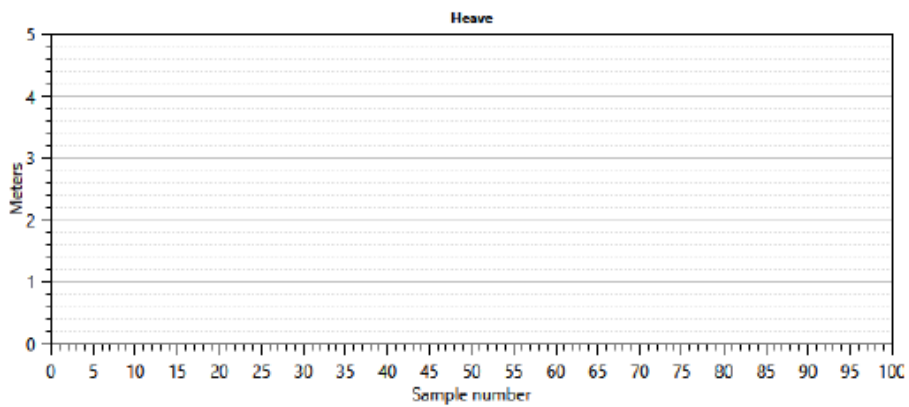
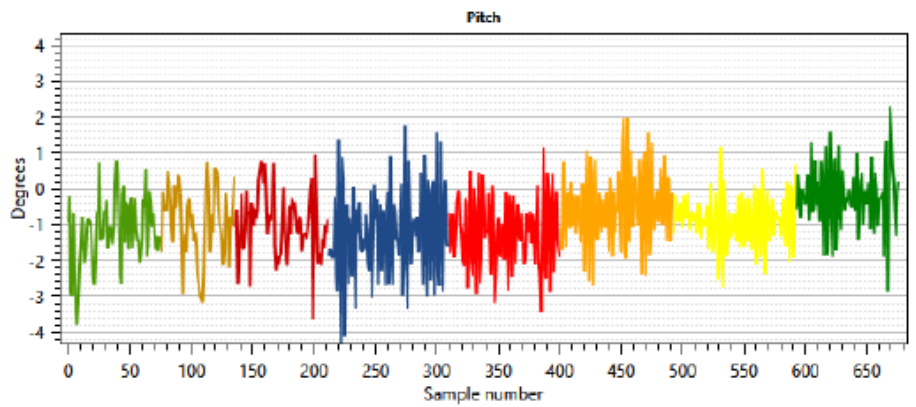
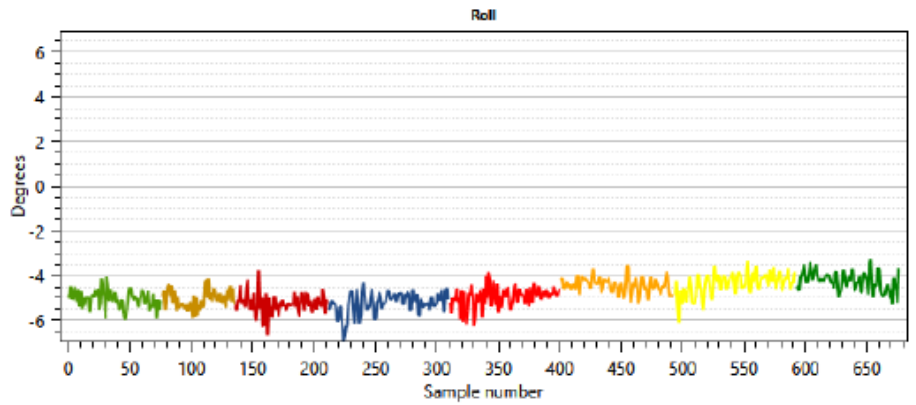




Transducer alignment report Marianna



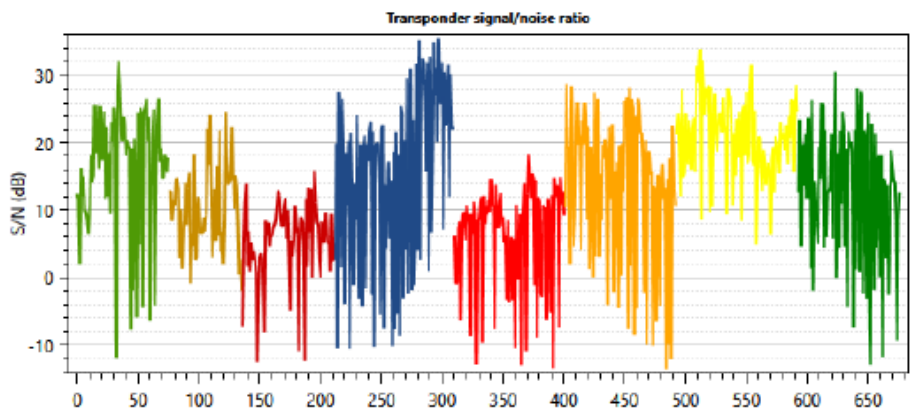
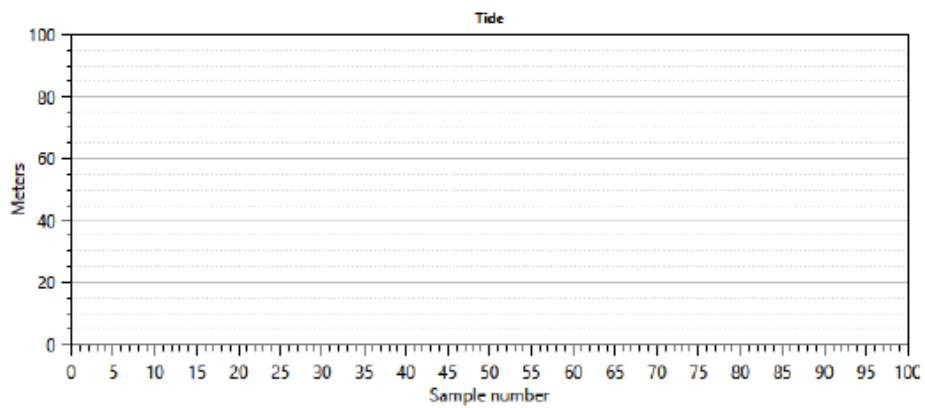
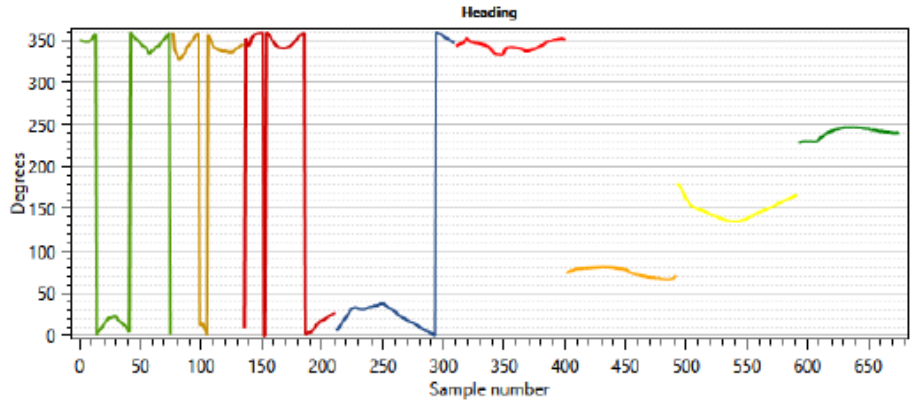
Attitude



Report generated by APOS
KONGSBERG MARITIME AS
Marianna / 2022-05-30 02:01
Page 8 of 9



Transducer alignment report Marianna





Transducer alignment report Marianna



Appendix

Explanation to page 1:

- [1] **Estimated angle accuracy**
The angle accuracy is calculated based on the DRMS value for the horizontal transponder position and the average slant range to the transponder.

Angle accuracy (°) = $\text{ArcTan}(\text{DRMS}/(\text{average slant range}))$
- [2] **Estimated accuracy**
The estimated angle accuracy presented as % of average slant range.

Calculated accuracy (%) = $\text{DRMS}/(\text{average slant range}) * 100$

NOTE:
The estimated accuracies above includes error contribution from all sources (GPS, gyro, motion sensor, all lever arms, sound velocity, signal/noise, reflections). The accuracy specification for Kongsberg acoustic systems in technical documents are without error contribution from any of the above factors.
- [3] **Values "After correction"**
APOS calculates these values for the various parameters based on a best-fit for the transponder position using the least squares method.
- [4] **1-sigma values**
This indicates what certainty the calculated values have. The values are one time the standard deviation of the measurements.
- [5] **Mean sound velocity**
The mean value from the sound profile used. (Value calculated between the HiPAP Transducer depth and Transponder depth)

Company logo in the report header:

The Kongsberg logo can be replaced by a user-defined logo. The logo file must be in JPG or PNG format.

The logo file must be named "customer_logo.jpg" or "customer_logo.png" and copied to the \APOS\DATA folder.



Transducer alignment report Marianna



KONGSBERG

REPORT INFORMATION	
Vessel name	Marianna
Vessel info	MB
Vessel type and size	
Area	Ravenna
Weather condition	Good
Wave direction and speed	SO
Wind direction and speed	No wind
Encountered problems	None
Report date	2022-07-04
Report generated by	Andrea Scuteri
Additional information	AGNES Project

LOGGED DATA	
Time first sample	2022-07-04 09:09:31
Time last sample	2022-07-04 09:51:48
Total number of samples	672
Used samples	647 (96.3%)
Excluded samples	25 (3.7%)

TRANSPONDER	
Type	cNODE Micro
Channel	M49
Serial number	40560
Transducer type	TD180

SOUND VELOCITY	
Mean velocity	1525.06 m/s

SYSTEM DATA	
Aligned system	uPAP 200
HiPAP type	uPAP
APOS version	6.8.3.10
HiPAP version	H 4.4.0.12

GPS/ATTITUDE SENSOR USED	
GPS used	2
VRS used	1
Gyro used	1



Transducer alignment report Marianna

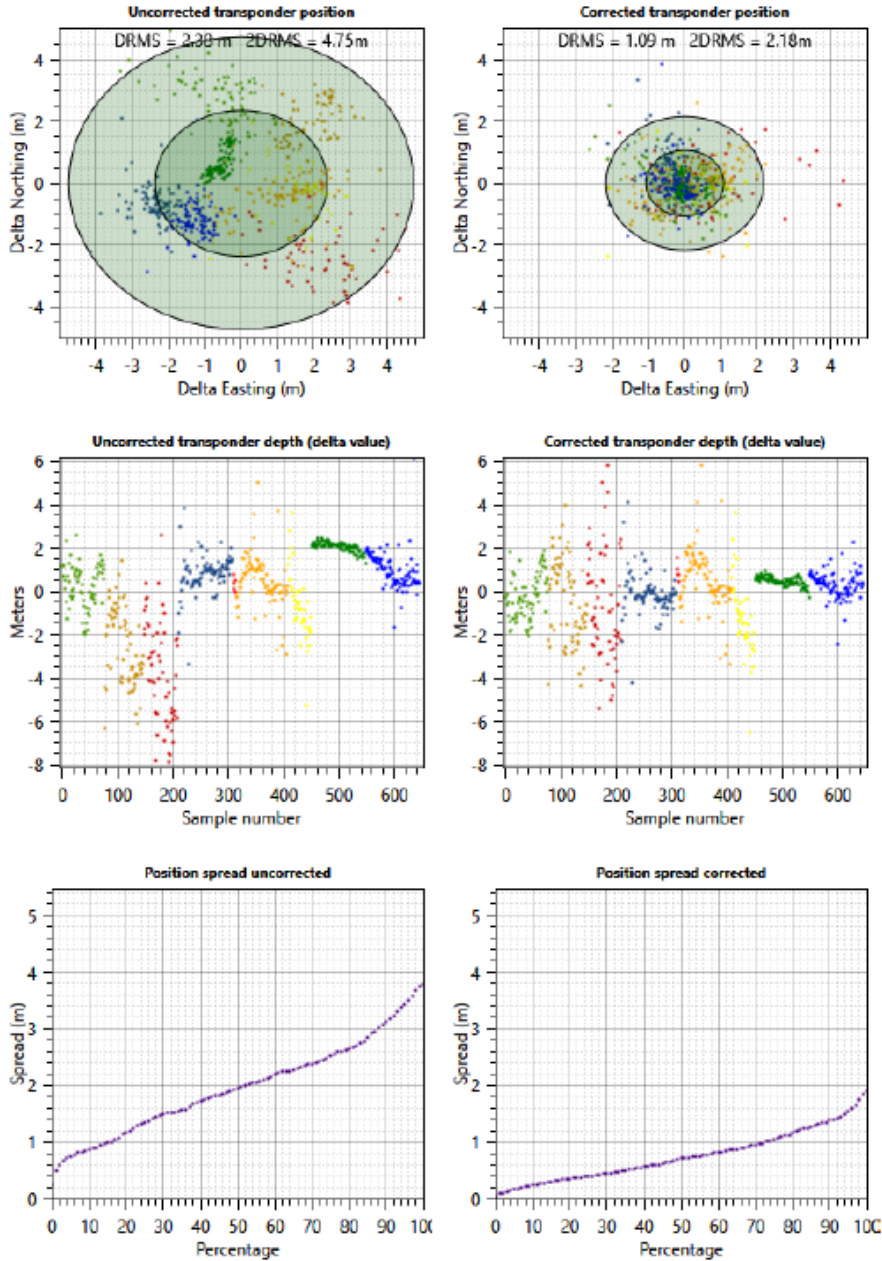


GEODESY		
	Input	Output
Datum name		
Projection name	WGS84_coordinate_system	WGS84_coordinate_system
Transformation name	UTM-33N	UTM-33N
Transformation details		

	BEFORE CORRECTION	Std.dev	AFTER CORRECTION [3]	Std.dev
Transponder position				
Northing	4938339.78 m	1.61 m	4938340.48 m	0.72 m
Easting	299508.89 m	1.75 m	299508.44 m	0.82 m
Depth	22.51 m	2.13 m	21.97 m	1.52 m
Position DRMS	2.38 m		1.09 m	
Position 2DRMS	4.76 m		2.18 m	
Average range	46.87 m		47.99 m	
Estimated angle accuracy [1]	2.90 °		1.30 °	
Estimated accuracy [2]	6.81 %		3.89 %	
Transducer offset				1-sigma [4]
Forward	0.00 m		-0.65	0.11
Starboard	0.00 m		0.37	0.09
Down (CG)	0.00 m		-	
Below (waterline)	1.93 m		-	
Roll	0.00 °		0.92 °	0.15 °
Pitch	0.00 °		1.23 °	0.23 °
Gear	0.00 °		358.61 °	0.09 °
Transducer acoustic center offset				
Down	0.0 mm			
CPS antenna offset				
Forward	0.00 m			
Starboard	0.00 m			
Height	0.00 m			
Roll/pitch compensated	NO			
Tide compensated			NO	
Sound velocity				
Mean [5]	1525.06 m/s			
Attitude sensors				
Gyro rotation	0.00 °			
VRS heading misalignment	0.00 °			

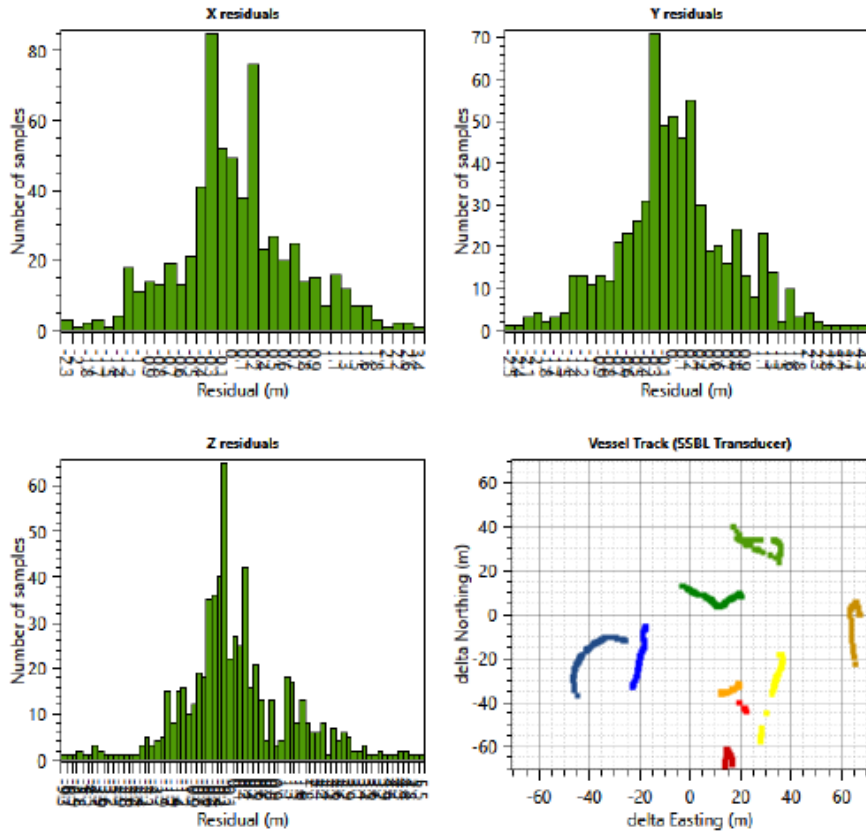


Transducer alignment report Marianna





Transducer alignment report Marianna





Transducer alignment report Marianna



QC

Acoustic

Logged series	Time start	Time stop	Avg. vessel hdg	Horizontal range to TP	Bearing to TP	Measured in series	Measurements used	# excluded (%)
1	09:09:31	09:14:06	253 °	43 m	253 °	77	76	1 (1.3)
2	09:18:27	09:22:39	341 °	66 m	341 °	73	71	2 (2.7)
3	09:25:05	09:30:26	140 °	78 m	140 °	62	62	0 (0.0)
4	09:32:42	09:34:36	57 °	38 m	57 °	100	100	0 (0.0)
5	09:37:12	09:37:21	328 °	48 m	328 °	7	5	2 (28.6)
6	09:37:31	09:39:34	181 °	38 m	181 °	100	94	6 (6.0)
7	09:41:14	09:43:59	259 °	48 m	259 °	53	42	11 (20.8)
8	09:45:56	09:47:41	186 °	15 m	186 °	100	99	1 (1.0)
9	09:49:59	09:51:48	111 °	28 m	111 °	100	98	2 (2.0)
Total samples						672	647 (96.3%)	25 (3.7%)

Sensor summary

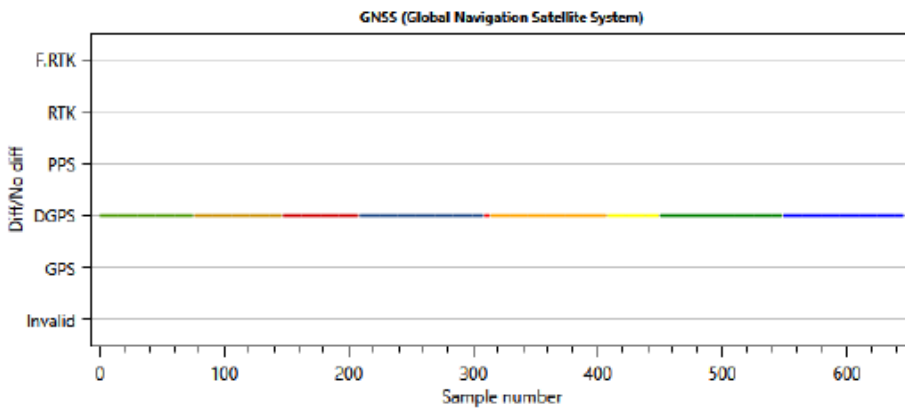
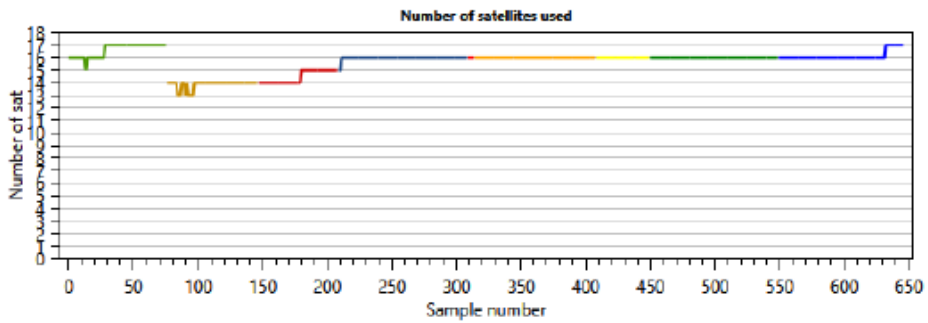
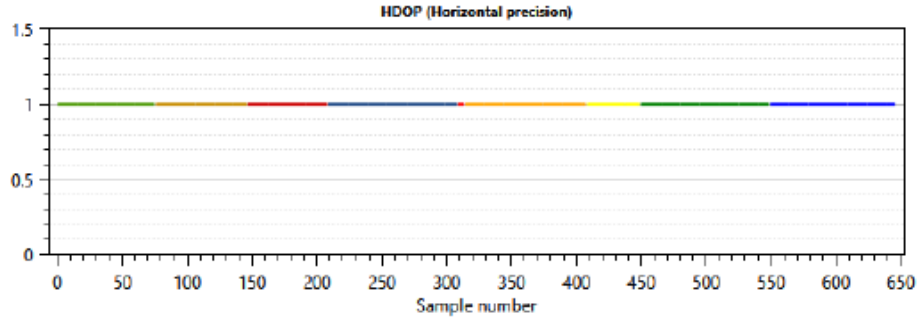
Sensor	Parameter	Min	Average	Max
GPS	HDOP	1.00	1.00	1.00
	Satellite used	13	16	17
	Antenna delta height	-0.73 m	0.00 m	0.37 m
Attitude	Roll	-6.91 °	-4.86 °	-2.82 °
	Pitch	-3.22 °	-0.69 °	1.85 °
	Heave	0.00 m	0.00 m	0.00 m
	Heading	0.21 °	180.92 °	359.86 °
Calculated tide	Tide	0.00 m	0.00 m	0.00 m



Transducer alignment report Marianna

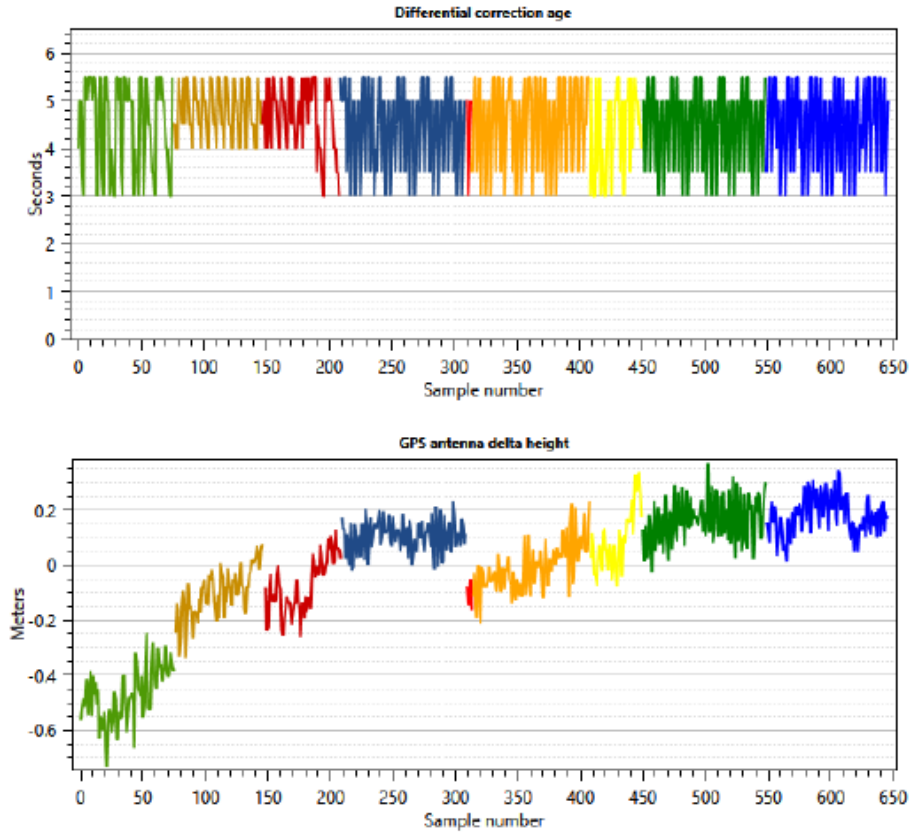


GPS





Transducer alignment report Marianna

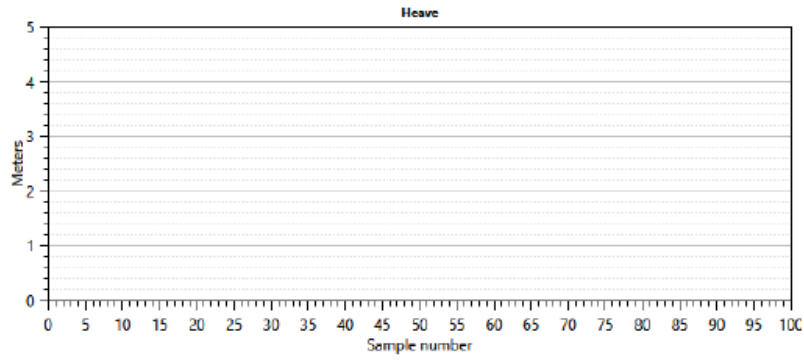
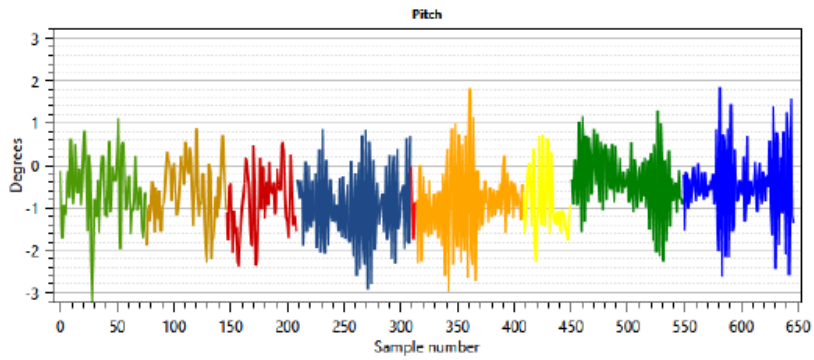
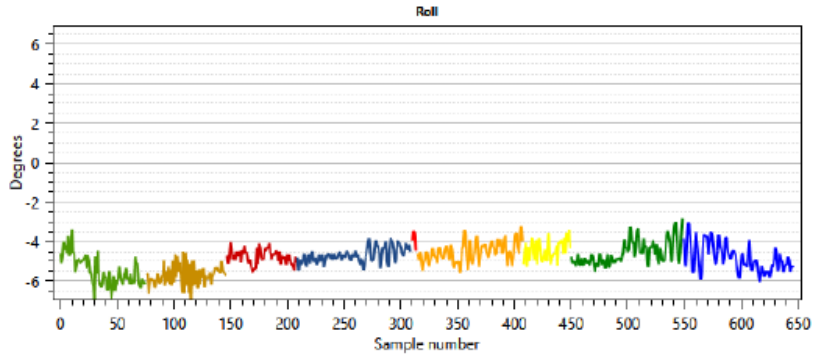




Transducer alignment report Marianna



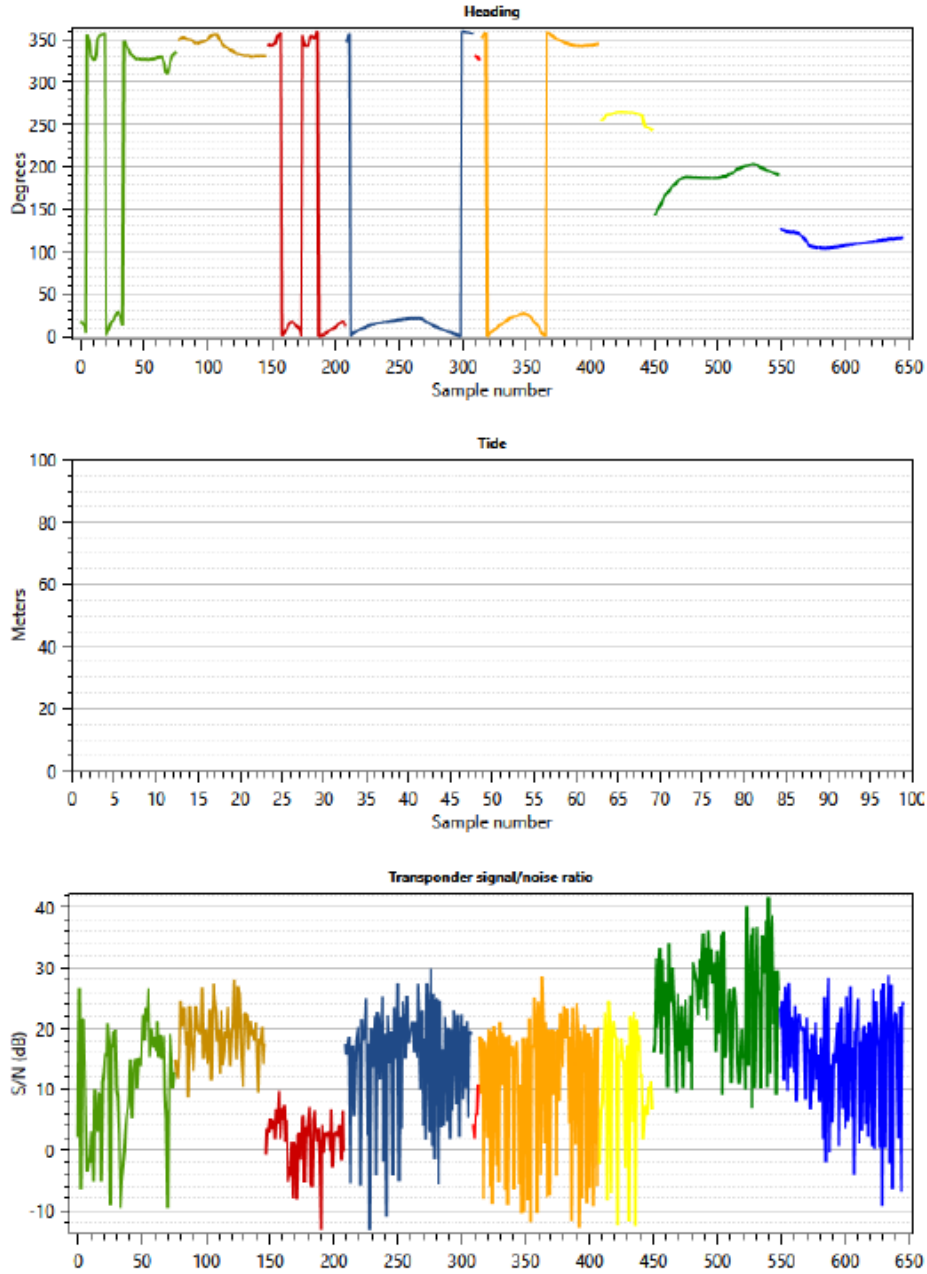
Attitude



Report generated by APOS
KONGSBERG MARITIME AS
Marianna / 2022-05-30 02:58
Page 8 of 9



Transducer alignment report Marianna



Report generated by APOS
KONGSBERG MARITIME AS
Marianna / 2022-05-30 02:58
Page 9 of 9



Transducer alignment report Marianna



Appendix

Explanation to page 1:

- [1] Estimated angle accuracy
The angle accuracy is calculated based on the DRMS value for the horizontal transponder position and the average slant range to the transponder.
$$\text{Angle accuracy (}^\circ\text{)} = \text{ArcTan}(\text{DRMS}/(\text{average slant range}))$$
- [2] Estimated accuracy
The estimated angle accuracy presented as % of average slant range.
$$\text{Calculated accuracy (\%)} = \text{DRMS}/(\text{average slant range}) * 100$$

NOTE:
The estimated accuracies above includes error contribution from all sources (GPS, gyro, motion sensor, all lever arms, sound velocity, signal/noise, reflections). The accuracy specification for Kongsberg acoustic systems in technical documents are without error contribution from any of the above factors.
- [3] Values "After correction"
APOS calculates these values for the various parameters based on a best-fit for the transponder position using the least squares method.
- [4] 1-sigma values
This indicates what certainty the calculated values have. The values are one time the standard deviation of the measurements.
- [5] Mean sound velocity
The mean value from the sound profile used. (Value calculated between the HiPAP Transducer depth and Transponder depth)

Company logo in the report header:

The Kongsberg logo can be replaced by a user-defined logo. The logo file must be in JPG or PNG format.

The logo file must be named "customer_logo.jpg" or "customer_logo.png" and copied to the \APOS\DATA folder.



Transducer alignment report Joshua



KONGSBERG

REPORT INFORMATION	
Vessel name	Joshua
Vessel info	
Vessel type and size	Sail Boat
Area	Ravenna-AGNES
Weather condition	Sunny
Wave direction and speed	North-West
Wind direction and speed	North-West
Encountered problems	
Report date	2022-08-30
Report generated by	Ubaldo Pantaleo
Additional information	

LOGGED DATA	
Time first sample	2022-08-30 10:53:58
Time last sample	2022-08-30 11:43:14
Total number of samples	499
Used samples	496 (99.4%)
Excluded samples	3 (0.6%)

TRANSPONDER	
Type	cNODE Micro
Channel	M49
Serial number	40560
Transducer type	TD180

SOUND VELOCITY	
Mean velocity	1483.0 m/s

GPS/ATTITUDE SENSOR USED	
GPS used	1
VRS used	1
Gyro used	1

SYSTEM DATA	
Aligned system	uPAP 200
HiPAP type	uPAP
APOS version	6.8.3.10
HiPAP version	H 4.4.0.12



Transducer alignment report Joshua

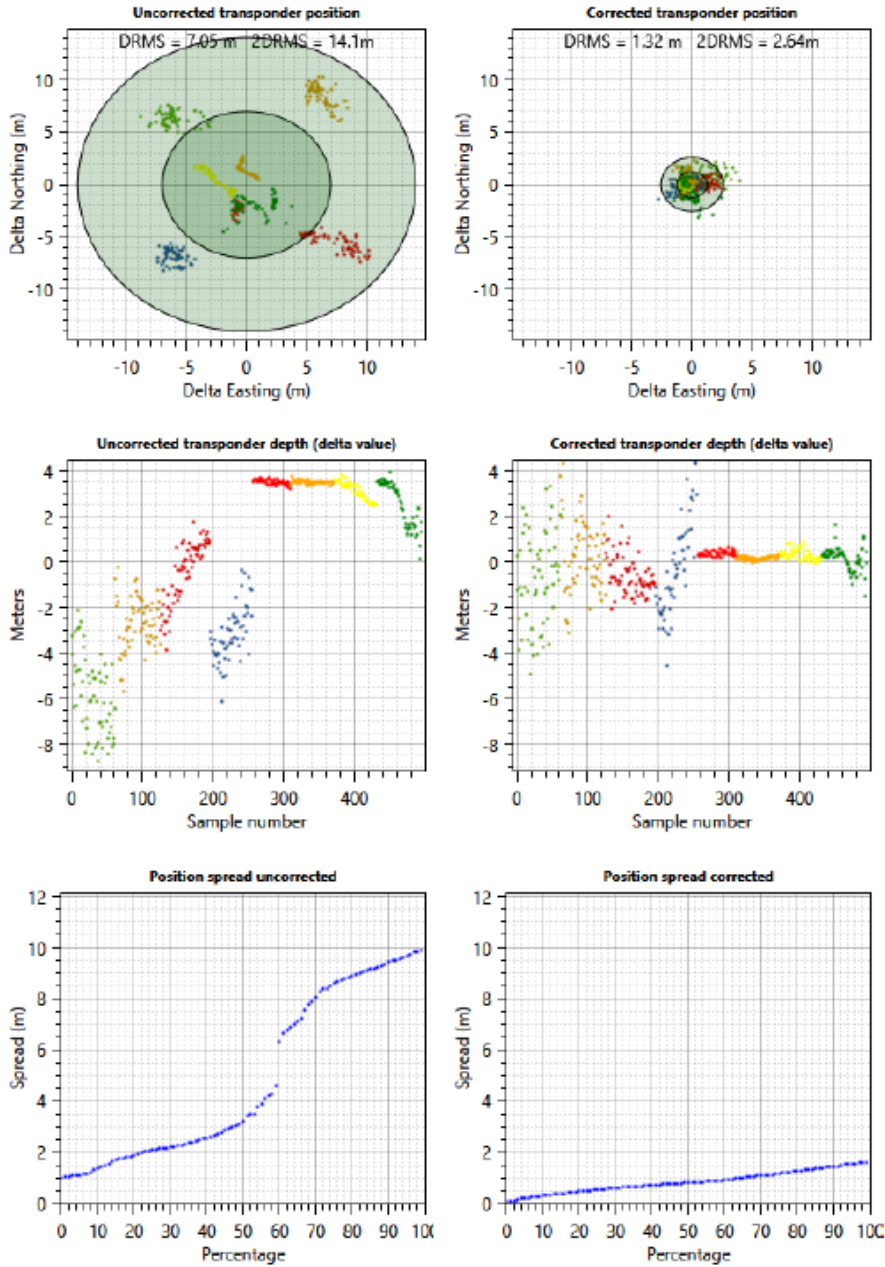


GEODESY	Input	Output
Datum name	WGS84_coordinate_system	WGS84_coordinate_system
Projection name	UTM-33N	UTM-33N
Transformation name	UTM-33N	UTM-33N
Transformation details		

	BEFORE CORRECTION	Std.dev	AFTER CORRECTION [3]	Std.dev
Transponder position				
Northing	4938718.13 m	5.14 m	4938717.50 m	0.82 m
Easting	324723.80 m	4.82 m	324724.26 m	1.03 m
Depth	38.99 m	3.55 m	36.87 m	1.34 m
Position DRMS	7.05 m		1.32 m	
Position 2DRMS	14.10 m		2.64 m	
Average range	71.19 m		73.33 m	
Estimated angle accuracy [1]	5.66 °		1.03 °	
Estimated accuracy [2]	11.09 %		2.56 %	
Transducer offset				
				1-sigma [4]
Forward	0.00 m		1.25	0.27
Starboard	0.00 m		-0.97	0.27
Down (CG)	0.00 m		-	
Below (waterline)	0.60 m		-	
Roll	0.00 °		-0.09 °	0.09 °
Pitch	0.00 °		-0.28 °	0.10 °
Gear	0.00 °		355.42 °	0.19 °
Transducer acoustic center offset				
Down	0.0 mm			
GPS antenna offset				
Forward	0.00 m			
Starboard	0.00 m			
Height	0.00 m			
Roll/pitch compensated	NO			
Tide compensated			NO	
Sound velocity				
Mean [5]	1483.0 m/s			
Attitude sensors				
Gyro rotation	0.00 °			
VRS heading misalignment	0.00 °			

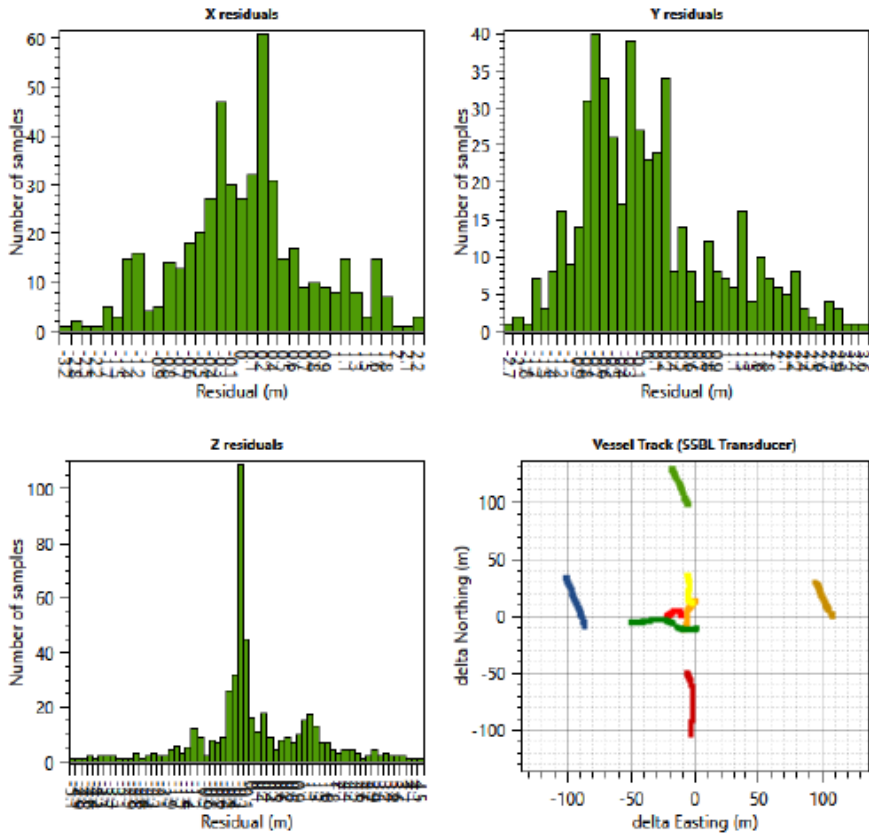


Transducer alignment report Joshua





Transducer alignment report Joshua





Transducer alignment report Joshua



QC

Acoustic

Logged series	Time start	Time stop	Avg. vessel hdg	Horizontal range to TP	Bearing to TP	Measured in series	Measurements used	# excluded (%)
1	10:53:58	10:55:02	13 °	113 m	13 °	62	62	0 (0.0)
2	11:03:30	11:04:41	8 °	100 m	8 °	65	64	1 (1.5)
3	11:13:46	11:14:59	13 °	71 m	13 °	70	70	0 (0.0)
4	11:23:47	11:24:49	355 °	95 m	355 °	60	60	0 (0.0)
5	11:33:19	11:34:14	19 °	15 m	19 °	54	54	0 (0.0)
6	11:36:48	11:37:52	179 °	9 m	179 °	62	62	0 (0.0)
7	11:39:43	11:40:45	72 °	24 m	72 °	60	60	0 (0.0)
8	11:42:05	11:43:14	273 °	30 m	273 °	66	64	2 (3.0)
					Total samples	499	496 (99.4%)	3 (0.6%)

Sensor summary

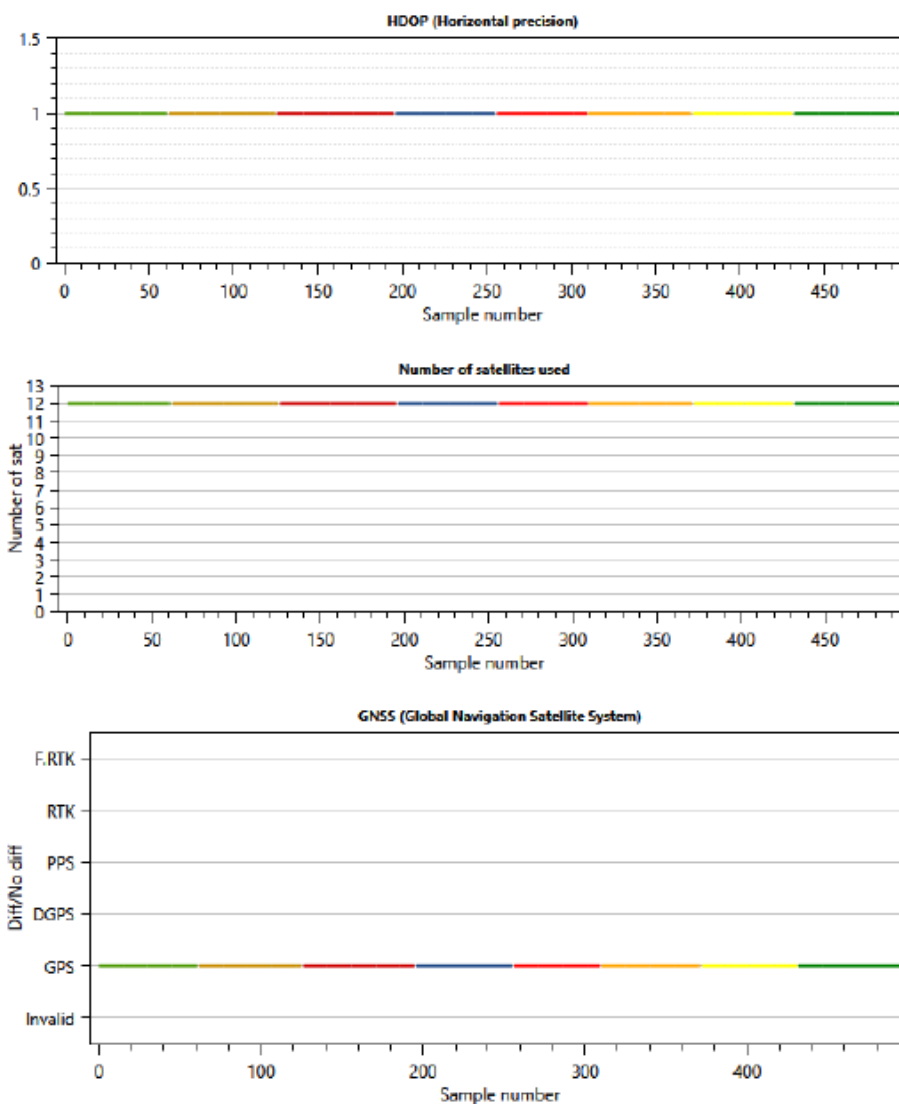
Sensor	Parameter	Min	Average	Max
GPS	HDOP	1.00	1.00	1.00
	Satellite used	12	12	12
	Antenna delta height	-3.85 m	0.00 m	3.53 m
Attitude	Roll	-0.84 °	1.50 °	3.99 °
	Pitch	-1.22 °	1.65 °	4.31 °
	Heave	0.00 m	0.00 m	0.00 m
	Heading	0.30 °	116.11 °	359.76 °
Calculated tide	Tide	0.00 m	0.00 m	0.00 m



Transducer alignment report Joshua

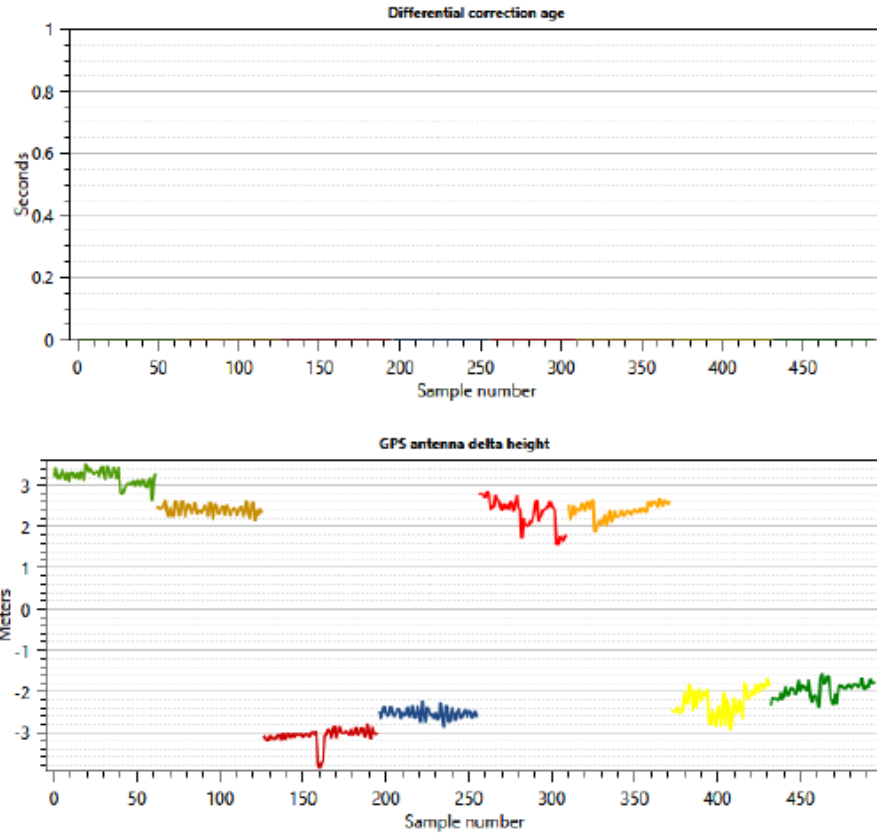


GPS





Transducer alignment report Joshua

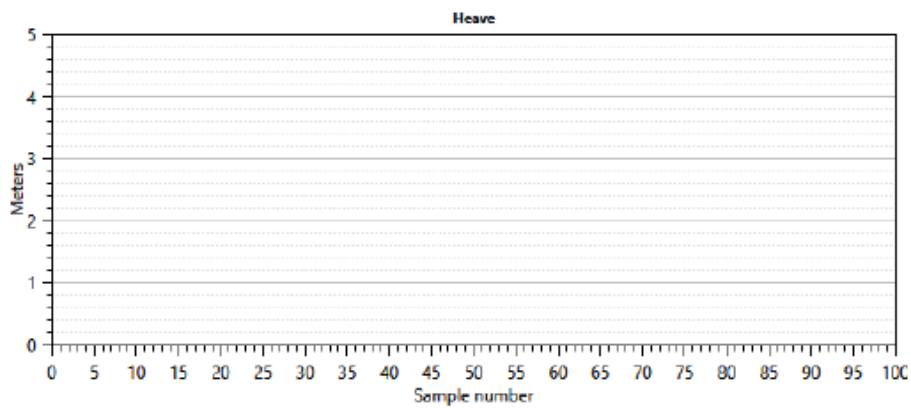
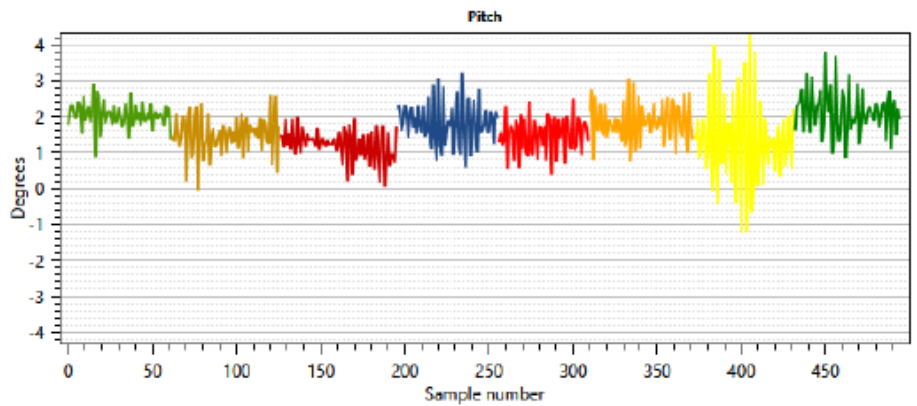
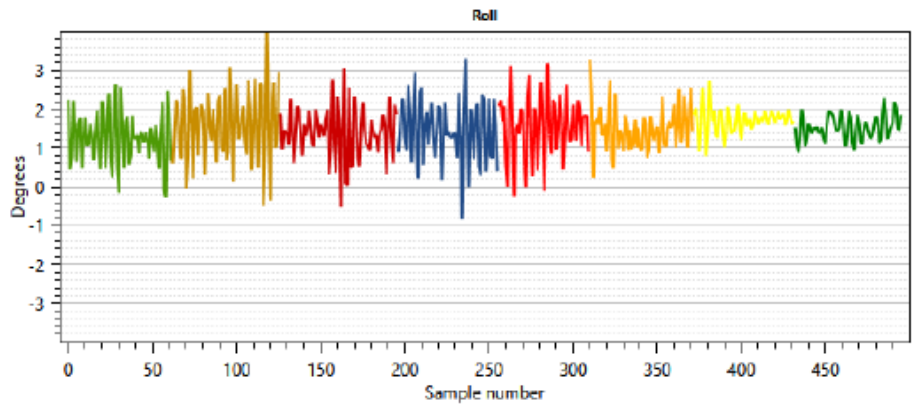




Transducer alignment report Joshua



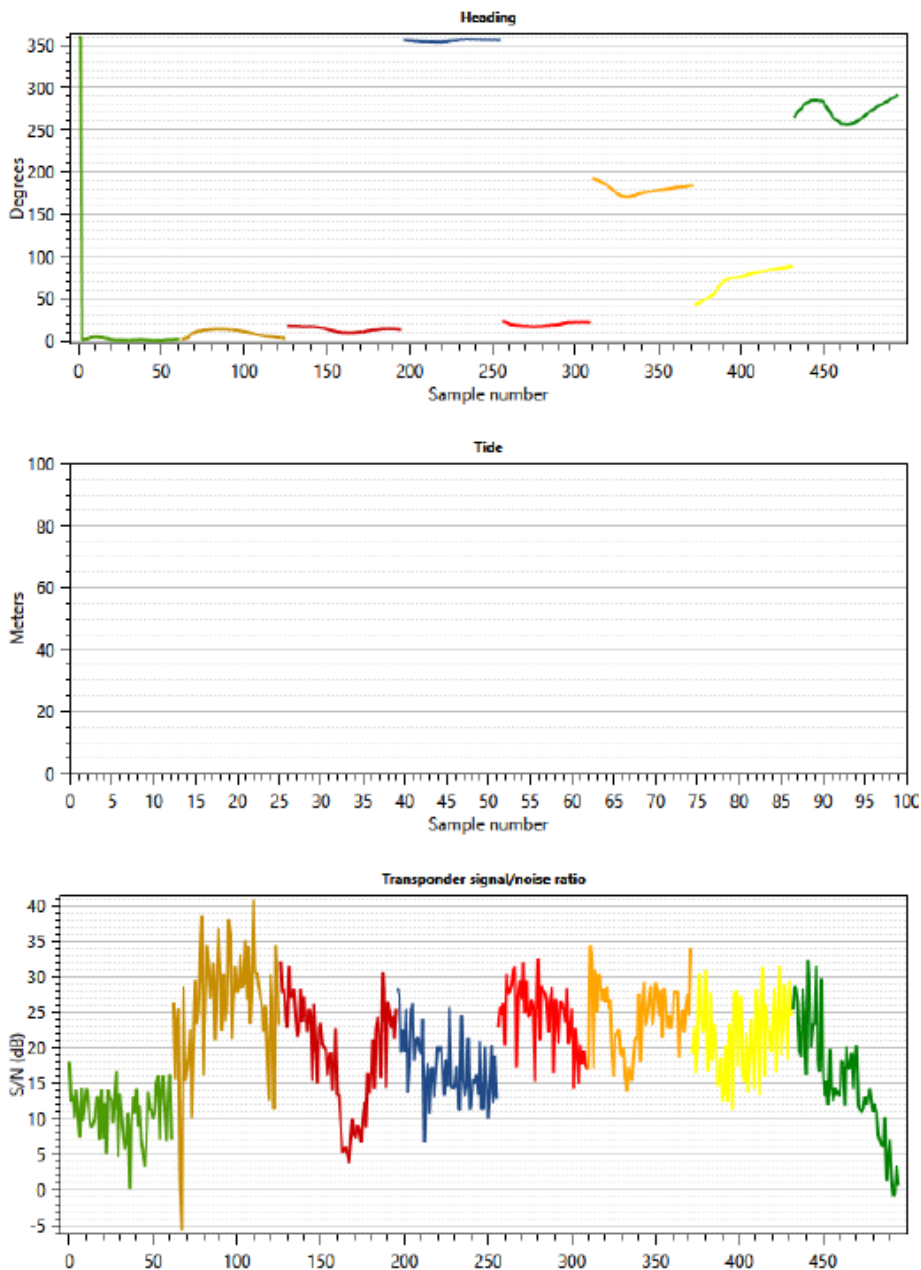
Attitude



Report generated by APOS
KONGSBERG MARITIME AS
Joshma / 2022-08-30 11:47
Page 8 of 9



Transducer alignment report Joshua



Report generated by APOS
KONGSBERG MARITIME AS
Joshua / 2022-08-30 11:47
Page 9 of 9