



AMBITO 4 PROGETTO DI INTERFACCIA PORTO CITTA'
**INTERVENTI PER LA FRUIBILITA' PROTETTA DELLA PASSEGGIATA
SUL MARE IN CORRISPONDENZA DEL MOLO DI PONENTE**
PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTAZIONE:



Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI



Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Antonino SUTERA

PROGER MANAGER E RESPONSABILE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:	Dott. Ing. Carlo LISTORTI Dott. Ing. Roberto D'ORAZIO
RESPONSABILE DI PROGETTO:	Dott. Ing. Antonino SUTERA
SUPPORTO SPECIALISTICO OPERE MARITTIME:	Dott. Ing. Franco GRIMALDI
SUPPORTO SPECIALISTICO WATERFRONT:	Dott. Ing. Paolo VIOLA Dott. Arch. Giacomo GUARNERI Dott. Arch. Andrea ANGELI Dott. Arch. Francesca GANGEMI
SUPPORTO MODELLAZIONE MOTO ONDOSO:	Dott. Ing. Andrea PEDRONCINI Dott. Ing. Davide PERSI
RESPONSABILE STRUTTURE:	Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI
GEOLOGIA:	Dott. Geol. Mario MASCARUCCI
GEOTECNICA:	Dott. Ing. Ylenia MASCARUCCI
SUPPORTO SPEC. GEOLOGIA E GEOTECNICA:	Dott. Ing. Paolo MARCELLINO
RESPONSABILE AMBIENTE:	Dott. Ing. Marco SANDRUCCI Dott. Ing. Vincenzo IACOPINO
SUPPORTO SPECIALISTICO RAPPORTI ENTI:	Dott. Ing. Diego NESPOLO
COORDINATORE PER LA SICUREZZA:	Dott. Ing. Giuseppe BERNARDO

B.02a

INDAGINI TOPOGRAFICHE E BATIMETRICHE - RELAZIONE

Questo elaborato è di proprietà della Proger S.p.A. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

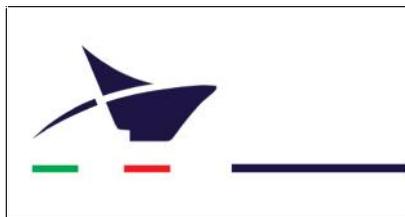
Nome File	Scala	Commessa	Codice Elaborato					
DNC113_PD_B.02a.dwg		P18062	D	00	00	G	RL	01

REVISIONI	REV. n°	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	20/06/2019				

R.U.P.:

Geom. Domenico CIAVARELLA

VISTI/APPROVAZIONI:

	AMBITO 4 PROGETTO DI INTERFACCIA PORTO CITTÀ INTERVENTI PER LA FRIUBILITÀ PROTETTA DELLA PASSEGGIATA SUL MARE IN CORRISPONDENZA DEL MOLO DI PONENTE – PROGETTO DEFINITIVO	
---	---	---



MARINA DI CARRARA

- INDAGINI PLANOALTIMETRICHE CON SISTEMA APR DEL MOLO DI PONENTE, DELLE SCOGLIERE E DELLE AREE ADIACENTI AL PORTO;
- INDAGINI BATIMETRICHE CON SISTEMA MBES DELLE STRUTTURE SOMMERSE E DEI FONDALI ADIACENTI FINO ALLA BATIMETRICA DEI -2 M;
- INDAGINI BATIMETRICHE CON SISTEMA SBES INSTALLATO SU CATAMARANO AUTONOMO (ASV) A RIDOTTO PESCAGGIO DEI FONDALI CON BATIMETRICA INFERIORE AI -2m.

RELAZIONE TECNICA

➤ **AdSP del Mar Ligure Orientale**

DOCUMENTO N.: P1437-18_Carrara_R00



Revisione	Data	Descrizione	Redatta	Controllata	Approvata	Approvazione del Cliente
Rev.00	13/03/2019	Relazione Tecnica	GCT	ARA	ARA	

Questo documento è stato realizzato nel rispetto delle regole stabilite dal sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 valutato da Bureau Veritas Italia S.p.a. e coperto dal certificato numero IT268455

Questo documento è proprietà di Geonautics Srl. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document was produced in the compliance with quality management system ISO 9001:2008 assessed by Bureau Veritas Italia S.p.a. and covered by certificate number IT268455.

This document is property of Geonautics srl. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.



INDICE DELLE REVISIONI

Rev. No.	Scopo	Descrizione della Revisione
REV00	Prima Emissione	



SOMMARIO

INDICE DELLE REVISIONI	2
INDICE DELLE FIGURE	5
1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI GENERALI	7
1.1 Lista degli Acronimi e Abbreviazioni.....	7
1.2 Introduzione e Scopo del lavoro.....	8
1.3 Periodo di Lavoro.....	9
1.4 Risorse Umane.....	9
1.5 Risorse Strumentali	10
2. METODOLOGIE.....	11
2.1 Inquadramento Aree di Indagine	11
2.2 Mobilitazione.....	12
2.3 Rilievo planoaltimetrico.....	13
2.3.1 Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR)	13
2.3.2 Pianificazione ed esecuzione del volo	13
2.4 Rilievo Batimetrico con sistema SBes.....	16
2.4.1 Sistema Autonomo di Superficie (ASV)	16
2.4.2 Sistema di Posizionamento Superficiale.....	18
2.4.3 Sistema Single Beam Echosounder (SBes).....	20
2.5 Rilievo Batimetrico con sistema MBes	21
2.5.1 Imbarcazione impiegata	21
2.5.2 Girobussola.....	22
2.5.3 Sensore di assetto (IMU)	22
2.5.4 Sistema Multibeam Echosounder (MBEs)	23
2.5.5 Acquisizione dati di posizione e navigazione.....	28
2.6 Elaborazione dati e cartografie	28
2.6.1 Elaborazione Dati fotogrammetrici, creazione modello digitale ed estrazione della nuvola di punti	28
2.6.2 Elaborazione Dati Batimetrici	28
2.6.3 Restituzione cartografica dei dati.....	29
2.7 Verifica dei Capisaldi di cantiere	30
3 RISULTATI.....	30
3.1 Rilievo aerofotogrammetrico, planoaltimetrico e batimetrico	30
ALLEGATO I – SCHEDE TECNICHE STRUMENTALI	39
Sistema SAPR – DJI Phantom 4.....	39
Sistema DGPS – Trimble R6	42
Sistema SBes – Garmin Fish Finder 400C	43
Sistema MBes – RESON Seabat 8125	44
Girobussola.....	45
Sensore di moto.....	46
Software di Navigazione.....	47
Sistema ASV	48
Software Elaborazione Dati	50
ALLEGATO II – rapporti di installazione/calibrazione	52
Report di Calibrazione Multibeam	52
Database software idrografica e gestione periferiche	53



Calibrazione Girobussola	62
Profili SVP	63
ALLEGATO III – MONOGRAFIA DEI CAPISALDI.....	71

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Porto di Marina di Carrara (MS): Ortofoto dell’area da rilevare.	11
Figura 2 – Drone DJI Phantom 4 in fase di decollo.	13
Figura 3 –Registrazione della posizione e quota dei GDP.	14
Figura 4 – Fasi del rilievo con SAPR: A) pianificazione della missione di volo; B-C) Elaborazione dati attraverso i fotogrammi acquisiti durante il volo; D) Nuvola di punti (DSM) prodotta dall’elaborazione dei dati.....	15
Figura 5 – Fasi della mobilitazione e configurazione del drone marino.....	16
Figura 6 – Sistema ASV impiegato per l’ecuzione del rilievo batimetrico Sbes: fasi del varo effettuato impiegando l’apposito carrello.....	17
Figura 7 – Schema generale di funzionamento del sistema GPS e della ricezione della correzione RTK	18
Figura 8 – Sistema ASV. Dettaglio dell’antenna del ricevitore GPS e del trasduttore SBes montati insieme sulla stessa palina topografica.	19
Figura 9 – Ecoscandaglio SBes impiegato per l’ecuzione del rilievo batimetrico con sistema ASV	20
Figura 10 – Imbarcazione ALFATUT impiegata per l’ecuzione del rilievo batimetrico Mbes al porto di Marina di Carrara.	21
Figura 11 –FOG 150CFA utilizzato per la correzione di pitch roll e Yaw dell’imbarcazione.	22
Figura 12 – Sistema MBES impiegato per i rilievi batimetrici.....	23
Figura 13 –Registrazione del profilo di velocità del suono in acqua ed inserimento dei dati nel software Idrografico Qinsy (QPS).....	23
Figura 14 – Particolare del Trasduttore MBES installato con flangia inclinata al palo in acciaio collegato successivamente alla murata dell’imbarcazione.	24
Figura 15 – Corretta misurazione degli offset di installazione per applicare la correzione rtk sulla misura verticale in modalità “accurate” di Qinsy.	25
Figura 16 -Calibrazione del sistema MBES: A sinistra “roll” non corretto e a destra dopo aver applicato i valori di calibrazione.	27
Figura 17 -Calibrazione del sistema MBES: A sinistra “pitch” non corretto e a destra dopo aver applicato i valori di calibrazione ().	27
Figura 18 -Calibrazione del sistema MBES: A sinistra “heading” non corretto e a destra dopo la correzione.	27
Figura 19 – Porto di Marina di Carrara (MS): Ortofoto georeferenziata ad alta risoluzione dello stato dell’arte nell’area di indagine ottenuta con sistema APR.	31
Figura 20 – Porto di Marina di Carrara (MS): Nuvola di punti ad alta risoluzione del molo di ponente.....	32
Figura 21 – Marina di Carrara (MS): Visione generale del DTM del rilievo planoaltimetrico eseguito con SAPR e del rilievo batimetrico effettuato con sistema mbes e sbes, uniti insieme.....	33
Figura 22 – Marina di Carrara (MS): Visione 3D del DTM del rilievo topo-batimetrico (SAPR, Mbes, Sbes) eseguito nell’area di indagine. Dettaglio del molo di ponente lato mare.	34
Figura 23 – Marina di Carrara (MS): Visione 3D del DTM del rilievo topo-batimetrico (SAPR, Mbes, Sbes) eseguito nell’area di indagine. Dettaglio del molo di ponente riccio di testata	34
Figura 24 – Marina di Carrara (MS): Visione 3D del DTM del rilievo topo-batimetrico (SAPR, Mbes, Sbes) eseguito nell’area di indagine. Dettaglio del molo di ponente radice lato mare.	35

Figura 25 – Marina di Carrara (MS): Visione 3D del DTM del rilievo topo-batimetrico (SAPR, Mbes, Sbes) eseguito nell’area di indagine sovrapposto all’ortofoto ottenuta dal rilievo aerofotogrammetrico. Dettaglio del molo di ponente area containers.....	35
Figura 26 – Marina di Carrara (MS): visione di una sezione O-E in pianta (sopra) ed in profilo planoaltimetrico (sotto).....	36
Figura 27 – Marina di Carrara (MS): visione di una sezione SO-NE in pianta (sopra) ed in profilo planoaltimetrico (sotto).....	37
Figura 28 – Marina di Carrara (MS): visione di una sezione NO-SE in pianta (sopra) ed in profilo planoaltimetrico (sotto).....	38
Figura 29 – Marina di Carrara (MS): Andamento della velocità del suono lungo la colonna d’acqua.	70

1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI GENERALI

1.1 Lista degli Acronimi e Abbreviazioni

ASV	Autonomous Surface Vehicles	Veicolo Autonomo di superficie
DGPS	Differential Global Positioning System	Sistema di Posizionamento Globale Differenziale
GIS	Geographic Informative System	Sistema informativo Geografico
GPS	Global Positioning System	Sistema di Posizionamento Globale
MBES	Multi Beam Echosounder System	Ecoscandaglio a fascio multiplo
QPS	Quality Positioning Service	
RTK	Real Time Kinematic	Sistema di Posizionamento con precisione centimetrica
SAPR		Sistema Areomobile a Pilotaggio Remoto
SBES	Single Beam Echosounder System	Ecoscandaglio a singolo fascio
UTM	Universal Transverse Mercator	Universale Trasversa di Mercatore
WGS84	World Geodetic System 1984	Sistema Geodetico mondiale istituito nel 1984

1.2 Introduzione e Scopo del lavoro

In seguito all'incarico ricevuto dalla Proger Spa, nell'ambito dell'appalto relativo al progetto "Interventi per la fruibilità protetta della passeggiata sul mare in corrispondenza del molo di ponente" del porto di Marina di Carrara", la Geonautics S.r.l. ha svolto una campagna di acquisizione di dati planoaltimetrici (SAPR) e batimetrici (SBes e Mbes) del molo di ponente, delle scogliere e delle aree adiacenti al porto, dei fondali interni ed esterni al porto e delle aree adiacenti.

Per l'esecuzione del rilievo planoaltimetrico di dettaglio, si è scelto di operare impiegando un sistema aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR) che consente l'esecuzione del rilievo in modo relativamente rapido sorvolando anche aree difficilmente raggiungibili dagli operatori.

Il rilievo batimetrico, è stato eseguito utilizzando un'imbarcazione e un sistema multibeam (MBES) a copertura totale ed alta risoluzione fino alla batimetrica dei -2m. Da tale punto in poi, fino alla batimetrica dei -0.5m è stato impiegato un sistema Autonomo di Superficie (ASV), sviluppato da Geonautics, per l'acquisizione dei dati batimetrici con sistema single beam, in basso fondale.

Le attività sono state svolte su una superficie di circa 500.000 m² (Figura 1) impiegando come sistema di posizionamento un GPS Trimble R6 con sistema di correzione RTK Italpos calibrato sui capisaldi ufficiali della rete IGM.

Il presente elaborato tecnico, nonché tutta gli elaborati tecnici allegati a corredo racchiudono le informazioni relative alle procedure operative e alla strumentazione impiegata.

I dati acquisiti sono stati impiegati per l'elaborazione di:

1. Carta topo-batimetrica;
2. Carta del Modello Digitale di Elevazione (DEM);
3. Ortofoto dell'area georeferenziata;

1.3 Periodo di Lavoro

I rilievi in campo sono stati eseguiti il 27 e 28 febbraio 2019.

Le attività di analisi ed elaborazione dati sono iniziate il 04/03/2019 e completate con l'emissione del presente documento.

1.4 Risorse Umane

Sulla base delle esigenze di progetto e tenendo conto delle procedure e delle metodologie proposte, il personale impiegato per lo svolgimento del progetto in esame è stato il seguente:

COORDINAZIONE ATTIVITÀ	
Party Chief	Dott. Geol. Alfonso R. Analfino
Project Manager	Dott. Biol. Giuseppe Catalano
RILIEVO PLANO ALTIMETRICO (SPAR)	
Party Chief	Alfonso R. Analfino
Operatore Drone (pilota brevettato ENAC)	Pietro Cefali
RILIEVO BATIMETRICO MBES	
Party Chief	Alfonso R. Analfino
Pilota Imbarcazione	Gruppo Ormeggiatori
Operatore Mbes	Giuseppe Catalano
RILIEVO BATIMETRICO SBES (ASV)	
Party Chief	Alfonso R. Analfino
Operatore ASV	Giuseppe Catalano
ELABORAZIONE DATI E CARTOGRAFIA	
Responsabile Elaborazione Dati Sbes	Alfonso R. Analfino
Responsabile Elaborazioni Cartografiche	Alfonso R. Analfino
Responsabile Reportistica	Giuseppe Catalano

1.5 Risorse Strumentali

Viene di seguito riportata una lista della strumentazione utilizzata per i rilievi in mare:

RILIEVI BATIMETRICI	
Imbarcazione	Tripesce "Alfatut" – Gruppo Ormeggiatori
Sistema ASV	Catamarano Autonomo –Geonautics
SAPR	DJI Phantom 4
Sistema MBes	Reson Seabat 8125
Girobussola	TSS Meridian
Sensore di Moto	FOG 150 CFA
Sistema SBes	Garmin Fish Finder 400C
Sistema di Posizionamento Superficiale	Trimble R6 + Correzione RTK Italpos
Sistema di acquisizione dati da aeromobile	Mission Planner
Sistema di Acquisizione Dati e Navigazione	QPS QINSy ver. 8.0
Software di elaborazione dati	QPS Qimera
Software di gestione dati spaziali	Global Mapper v.17.0
Software di cartografia	Autocad Map 3D

2. METODOLOGIE

2.1 Inquadramento Aree di Indagine

Sulla base delle specifiche tecniche fornite dalla Committenza, è stata identificata un'area di indagine rappresentate da un poligono di circa 500.000 m² centrato sull'attuale molo di ponente del porto di Marina di Carrara. **(Figura 1)**.



Figura 1 – Porto di Marina di Carrara (MS): Ortofoto dell'area da rilevare.

La difficoltà di accesso in alcune zone del molo, insieme alla necessità di eseguire un rilievo ad alta definizione, hanno indirizzato verso la scelta di effettuare il rilievo con un sistema drone a pilotaggio remoto, ed elaborazione grafiche finalizzate all'ottenimento di un modello digitale del terreno di dettaglio. Le indagini sono state eseguite avvalendosi di un sistema drone DJI Phantom 4 ed un sistema GPS/GNSS Trimble R6 in modalità RTK con correzione ITALPOS.

2.2 Mobilitazione

Le fasi delle operazioni di mobilitazione del personale e attrezzature all'interno del cantiere si possono così riassumere:

- Mobilitazione personale e attrezzature al porto di Marina di Carrara ed inizio delle operazioni di installazione a bordo dell'imbarcazione Alfatut del gruppo Ormeggiatori;
- Mobilitazione personale ed attrezzature per l'esecuzione del rilievo SAPR e ASV;
- Verifica delle installazioni, misurazione degli off-sets e test dei sistemi di Navigazione e Acquisizione Dati e collegamento con tutte le periferiche di misura in Input/output a bordo.
- Calibrazioni strumentali:
- Acquisizione dati;
- Demobilitazione e rientro in sede

Completate le fasi di installazione sono stati effettuati attenti controlli di funzionamento al fine di ottenere l'accuratezza ed l'affidabilità dei dati richieste, in accordo con le procedure indicate nel "Disciplinare Tecnico per la Standardizzazione dei Rilievi Idrografici" emanato dell'Istituto Idrografico della Marina Militare" (IHO, 2016).

2.3 Rilievo planoaltimetrico

2.3.1 Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR)

Per l'esecuzione del rilievo topografico delle aree emerse è stato impiegato un sistema drone APR multirottore (DJI Phantom 4) pilotato da operatore accreditato ENAC. L'impiego dei droni in topografia consente di creare rappresentazioni di porzioni di territorio riprese dall'alto ottenendo un'immagine (ortofoto), una nuvola di punti e un DSM (*Digital Surface Model*) con precisioni molto elevate. Il sistema proposto ed utilizzato, non ha sostituito il metodo topografico tradizionale (rilievo celerimetrico con sistema GPS RTK), ma è risultato complementare a quest'ultimo.

Il vantaggio principale nell'utilizzo del sistema APR, si traduce in un importante risparmio di tempo, ma non solo. Tale sistema sfrutta un processo fotogrammetrico, come gli aerei che storicamente sono stati impiegati per la creazione di mappe topografiche. Questi ultimi, però, volando ad alte quote, offrono una precisione relativa. Con lo stesso processo, ma su scala molto più piccola, i droni consentono di acquisire molti più particolari, dando la possibilità di ottenere misure, immagini e nel complesso dati topografici di enorme dettaglio e accuratezza di precisione.



Figura 2 – Drone DJI Phantom 4 in fase di decollo.

2.3.2 Pianificazione ed esecuzione del volo

Per eseguire rilievi fotogrammetrici con sistemi APR sono necessari vettori capaci di condurre piani di volo prestabiliti in totale autonomia, questo per ottenere rilievi omogenei in termini di velocità e quota di volo.

Il piano di volo per realizzato per l'acquisizione fotogrammetrica dell'area di indagine è stato programmato da una stazione a terra, considerando le caratteristiche focali della fotocamera installata sul drone, la quota di volo e la necessaria sovrapposizione, longitudinale e trasversale, dei fotogrammi. La stazione a terra inviava, con apposita telemetria, il piano di volo all'APR che quindi lo eseguiva, con il supporto dei suoi sistemi avionici, senza alcun intervento diretto del pilota se non in caso di necessità. A tal riguardo, va considerato come ulteriore sistema di sicurezza del drone, anche la possibilità del pilota di interrompere il piano di volo programmato e riportare l'APR in posizione di sicurezza o al suolo.

Il sistema di controllo a terra si compone di un tablet (dove è installato il software di navigazione) e due sistemi di telemetria, uno per i dati del Bios dell'APR in volo e l'altro per i fotogrammi acquisiti. In questo modo la stazione è capace di: controllare da remoto l'APR, visualizzarne la posizione e lo stato dei parametri nonché di ricevere i dati acquisiti.

La georeferenziazione del rilievo nel rispetto delle specifiche tecniche richieste, è stata garantita dal posizionamento di un certo numero di GCP o *Ground Control Point* (Figura 3), ovvero dei target posizionati al suolo e costruiti appositamente per essere visibili dall'altezza di volo del drone, ai quali mediante misurazione con GPS/GNSS in modalità RTK, sono state associate posizione e quota corrispondenti. Questi punti, successivamente, sono stati impiegati tramite il software di elaborazione dati per la calibrazione e la restituzione finale di una nuvola di punti, un DSM ed un'ortofoto a definizione e precisione spaziale.



Figura 3 – Registrazione della posizione e quota dei GDP.

Il primo passo, consiste in un'analisi dell'area da rilevare, a tal scopo i servizi come Google maps o simili permettono di avere un'idea del sito e delle complessità del rilievo, facilitando la programmazione ottimale della missione.

Una volta inseriti i punti dei vertici che delimitano l'area da rilevare si procede a preparare il piano di volo (Figura 4 - A).

Durante il volo, l'APR esegue l'acquisizione di fotografie ad alta risoluzione del suolo che, in seguito vengono opportunamente elaborate (Figura 4 – B/C) e trasformate in punti quotati (Figura 4 - D).

L'alta definizione della macchina fotografica usata (Sony EXMOR – 12,4 Mpx), l'alta stabilità e la bassa quota di volo del drone (20-40 m), hanno consentito di ricostruire piani altimetrici di altissima risoluzione (< 3cm al Pixel) e precisione spaziale.

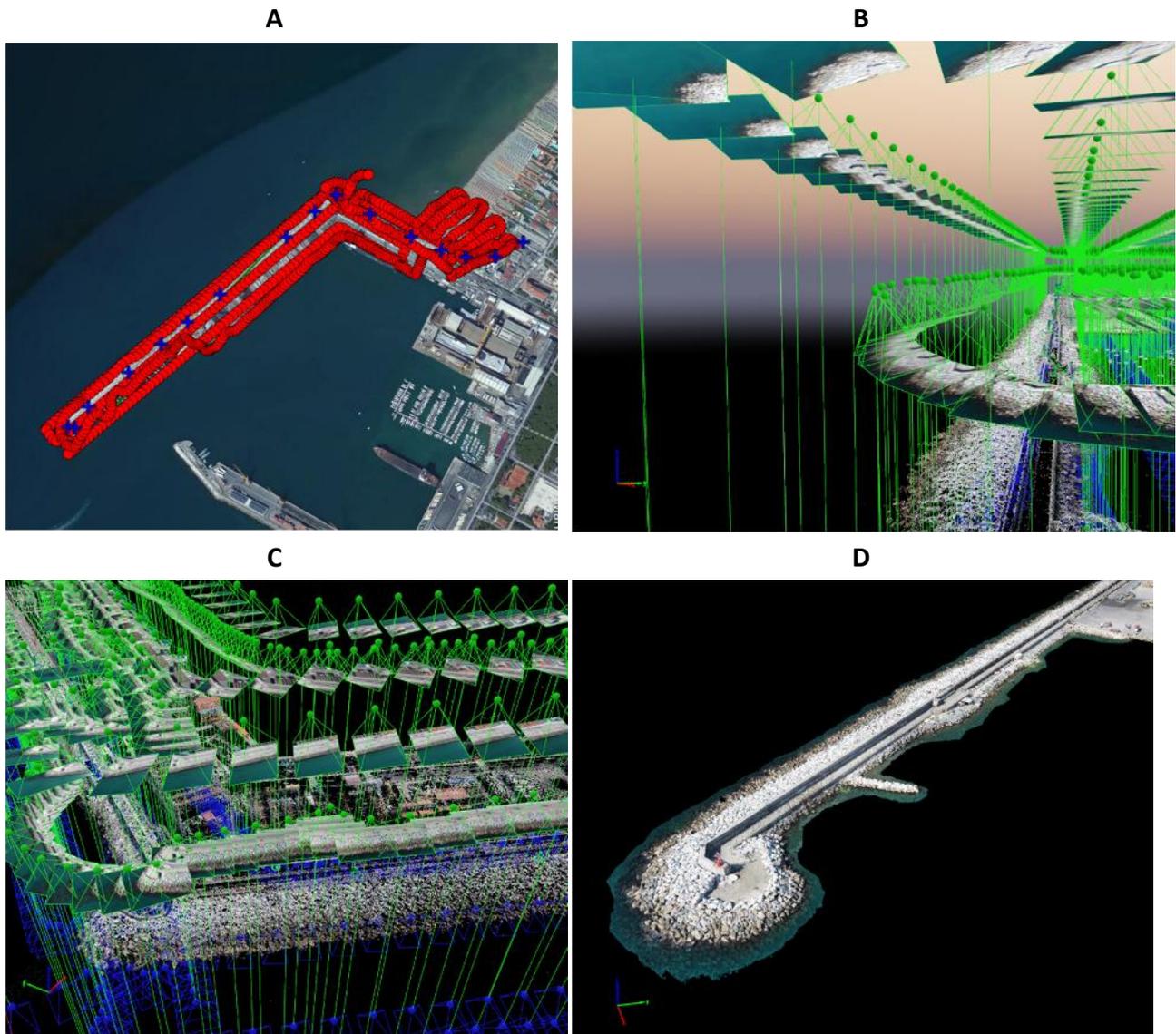


Figura 4 – Fasi del rilievo con SAPR: A) pianificazione della missione di volo; B-C) Elaborazione dati attraverso i fotogrammi acquisiti durante il volo; D) Nuvola di punti (DSM) prodotta dall’elaborazione dei dati.

2.4 Rilievo Batimetrico con sistema SBes

2.4.1 Sistema Autonomo di Superficie (ASV)

Per l'esecuzione del rilievo batimetrico, è stato impiegato un sistema di navigazione di superficie autonomo (ASV) sviluppato appositamente da Geonautics (**Figura 5**). Il sistema è costituito da due galleggianti idrodinamici montati insieme tramite un telaio in alluminio sul quale viene installata la strumentazione necessaria allo scopo. L'unità è lunga 1,50 m ed è dotata di due motori elettrici subacquei (truster) a controllo elettronico.

Questo sistema viene impiegato facilmente in condizioni "difficili", in cui è impossibile, o vietato, impiegare un'imbarcazione classica. Grazie alla leggerezza, alla rapidità di installazione e alla versatilità di configurazione, questo sistema si adatta facilmente ed è stato testato da Geonautics con successo per l'esecuzione di rilievi batimetrici Single beam e Multi beam, Rilievi stratigrafici Sub Bottom Profiler e per campionamenti di acqua e la misura dei parametri chimico-fisici con sonda multiparametrica.

Il drone configurato per l'esecuzione del rilievo batimetrico Sbes è stato varato in acqua dalla spiaggia impiegando un carrello in alluminio appositamente costruito (**Figura 6**).



Figura 5 – Fasi della mobilitazione e configurazione del drone marino.



Figura 6 – Sistema ASV impiegato per l'esecuzione del rilievo batimetrico Sbes: fasi del varo effettuato impiegando l'apposito carrello

2.4.2 Sistema di Posizionamento Superficiale

Per sistema di posizionamento globale (in inglese: *Global Positioning System* o GPS) si intende un sistema di posizionamento e navigazione satellitare civile che, attraverso una rete dedicata di satelliti artificiali in orbita, fornisce, ad un terminale mobile o ricevitore GPS, informazioni sulle coordinate geografiche ed orario in ogni condizione meteorologica ovunque sulla Terra o nelle sue immediate vicinanze ove vi sia un contatto privo di ostacoli con almeno quattro satelliti del sistema. La localizzazione avviene tramite la trasmissione di un segnale radio da parte di ciascun satellite e l'elaborazione dei segnali ricevuti da parte del ricevitore. Il sistema GPS è gestito dal governo degli Stati Uniti d'America ed è liberamente accessibile da chiunque sia dotato di un ricevitore GPS. Il suo grado attuale di accuratezza è dell'ordine dei metri.

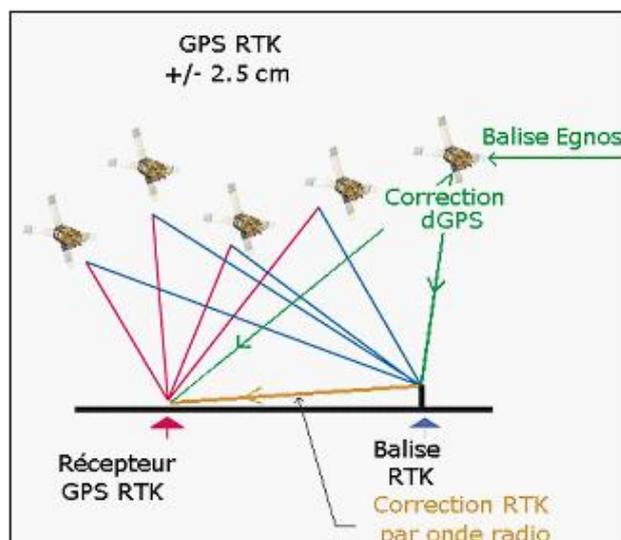


Figura 7 – Schema generale di funzionamento del sistema GPS e della ricezione della correzione RTK

Per le indagini oggetto dell'incarico il posizionamento di superficie è stato garantito da un sistema DGSP Trimble R6 con correzione RTK ITALPOS al fine di ottenere un'accuratezza dell'ordine dei centimetri.

Prima dell'inizio delle operazioni di mobilitazione, è stato eseguito un test geodetico finalizzato alla verifica del corretto funzionamento del sistema di posizionamento Gps-RTK (presso il benchmark materializzato nel nostro ufficio di Agrigento) e appurandone la corrispondenza con la misura effettuata, sia come coordinate che come valore di quota, nell'ambito della precisione strumentale attesa. Il segnale RTK ricevuto è quello fornito dalla LEICA ITALPOS Network in modalità RTK MAX, che permette rilievi RTK di precisione centimetrica con il solo sistema ROVER, il quale, inviando la propria posizione alla stazione di correzione più vicina, riceve a sua volta le relative correzioni dal network. Il risultato finale è quello di avere in *real time* i dati di posizione corretti con precisione centimetrica. La fase successiva di lavoro è consistita nell'elaborazione dei dati acquisiti e nella generazione dei documenti (elaborati cartografici e reportistica) richiesti dalla committenza.

L'antenna del GPS impiegato per la ricezione della correzione RTK, viene montata su una palina in cui è installato all'estremità opposta il trasduttore dell'ecoscandaglio Sbes (**Figura 8**).

L'acquisizione dei dati batimetrici veniva eseguita utilizzando direttamente la modalità misurazione in continuo dal controller TSC3.



Figura 8 – Sistema ASV. Dettaglio dell'antenna del ricevitore GPS e del trasduttore SBes montati insieme sulla stessa palina topografica.

2.4.3 Sistema Single Beam Echosounder (SBes)

Per l'esecuzione del rilievo batimetrico è stato utilizzato un ecoscandaglio a fascio singolo (SBES) della Garmin modello Fish Finder 400 C (Figura 9).

Il sistema SBes è costituito da un corpo esterno, che rappresenta la parte acustica dello strumento che va in acqua (installata direttamente sulla paline in cui viene montata l'antenna del ricevitore GPS) sulla quale sono presenti il trasduttore e l'idrofono, ed un'unità elettrica rappresentata dalla *power unit* (PU) che converte il segnale acustico in impulso elettrico visualizzando sul monitor il sonogramma. La PU viene a sua volta collegata via seriale con un PC sul quale è installato il software idrografico Qinsy (QPS™) che consente di gestire i dati acquisiti ed inviati interfacciandoli con i dati ricevuti dalle altre periferiche, e di effettuare la visualizzazione ed il controllo dei dati in tempo reale.

Prima di iniziare le operazioni è stato eseguito un *bar-check* finalizzato alla verifica della quota battuta dallo strumento e alla misurazione degli offset di installazione per la correzione della draft da applicare. Gli offset di installazione del trasduttore rispetto all'antenna del GPS, infatti, dopo essere stati accuratamente misurati, venivano inseriti nel software idrografico di acquisizione dati Qinsy-QPS.



Figura 9 – Ecoscandaglio SBes impiegato per l'esecuzione del rilievo batimetrico con sistema ASV

2.5 Rilievo Batimetrico con sistema MBes

2.5.1 Imbarcazione impiegata

Per il raggiungimento dell'area d'indagine e l'esecuzione della survey, è stata utilizzata un'imbarcazione cabinata modello Hippy 30 del cantiere Tripesce (**Figura 10**), dotata di motore entro bordo e di tutte le dotazioni di sicurezza e strumentali per l'esecuzione del lavoro. L'imbarcazione, denominata "ALFATUT", di proprietà del Gruppo Ormeggiatori, è regolarmente iscritta al n. 1280 dei RR.NN.MM e GG della Capitaneria di Porto di Marina di Carrara.



Figura 10 – Imbarcazione ALFATUT impiegata per l'esecuzione del rilievo batimetrico MBes al porto di Marina di Carrara..

2.5.2 Girobussola

La girobussola o bussola giroscopica è un sistema di navigazione impiegato per trovare una direzione fissata, non basato sul campo magnetico terrestre, ma sulle proprietà giroscopiche. A differenza della bussola magnetica, quella giroscopica punta verso il nord geografico, non risentendo della presenza del campo magnetico terrestre, quindi non è soggetta ad errori di deviazione né a quelli dovuti alla declinazione magnetica.

Per la determinazione della corretta direzione è stata impiegata una girobussola TSS Meridian. Durante la fase di installazione della girobussola si è provveduto ad allineare la linea di fede dello strumento con l'asse longitudinale dell'imbarcazione. L'offset di installazione finale della girobussola è stato poi misurato con l'imbarcazione ormeggiata nel Porto di Marina di Carrara.

Per la calibrazione della girobussola è stato necessario determinare l'orientamento della banchina di ormeggio dell'imbarcazione Alfatut e, contemporaneamente, con l'imbarcazione stabilmente ormeggiata in corrispondenza della banchina di riferimento, è stata effettuata la lettura della girobussola. Le operazioni di misura sono state ripetute 6 volte in 30 minuti ed è stata ricavata una media delle differenze. La differenza tra l'orientamento della banchina di ormeggio ed il valore dell'orientamento fornito dalla girobussola è stata annotata ed inserita nel software di navigazione per la compensazione dell'allineamento della girobussola.

2.5.3 Sensore di assetto (IMU)

Per la correzione dei moti di pitch, roll e yaw è stato utilizzato un giroscopio a fibra ottica FOG 150 CFA (**Figura 11**). Le caratteristiche tecniche e gli off-set di installazione sono riportati rispettivamente in allegato I e II.



Figura 11 –FOG 150CFA utilizzato per la correzione di pitch roll e Yaw dell'imbarcazione.

2.5.4 Sistema Multibeam Echosounder (MBEs)

Per l'esecuzione del rilievo batimetrico è stato utilizzato un ecoscandaglio multifascio (MBES) della RESON modello Seabat 8125 (**Figura 12**) che per le sue caratteristiche tecniche offre prestazioni tra le migliori presenti sul mercato.

Il sistema MBES è costituito da un corpo esterno in titanio che rappresenta la parte acustica dello strumento che va in acqua (installandola con l'impiego di una flangia in acciaio su un apposito palo) sulla quale sono presenti il trasduttore e l'idrofono, ed un'unità elettrica rappresentata dalla *power unit* (PU) che converte il segnale acustico in impulso elettrico visualizzando sul monitor il sonogramma. La PU viene a sua volta collegata via lan con un PC sul quale è installato il software idrografico Qinsy (QPS™) che consente di gestire i dati acquisiti ed interfacciandoli con i dati ricevuti dalle altre periferiche, e di effettuare la visualizzazione ed il controllo dei dati in tempo reale.

Prima di iniziare le operazioni è stato eseguito un *bar-chek* a bordo e un *setting* dei valori di gain, TVG e range finalizzati a rendere quanto dettagliati e "puliti" i dati acquisiti.

Il range laterale usato per le operazioni, che varia in relazione alla profondità riscontrata, è stato impostato sempre in maniera tale da consentire un *overlap* di copertura tra linee adiacenti. In tal modo è stata garantita la copertura di acquisizione dell'intera area di interesse.

Il trasduttore (testa) del sistema è stato installato, mediante flangia e palo in acciaio inox, in corrispondenza della murata sinistra dell'imbarcazione utilizzando un sostegno a T realizzato in acciaio inox ed in grado di garantire la stabilità nella posizione (**Figura 14**). Gli offset di installazione del trasduttore rispetto all'antenna del GPS sono stati accuratamente misurati ed inseriti nel software idrografico di acquisizione dati Qinsy-QPS (Allegato II).



Figura 12 – Sistema MBES impiegato per i rilievi batimetrici.

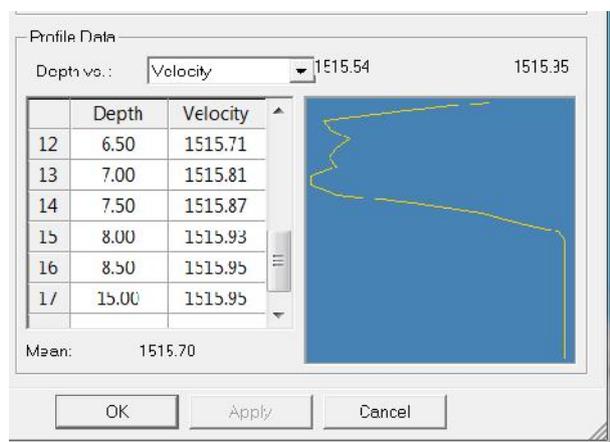


Figura 13 –Registrazione del profilo di velocità del suono in acqua ed inserimento dei dati nel software Idrografico Qinsy (QPS).

All'inizio delle operazioni di misura è stato misurato il profilo della velocità del suono in mare. La misura della velocità del suono è stata ottenuta per mezzo di un profilatore (CTD-SVP) che effettua la misura acustica diretta con intervallo di profondità pari a 0,50 m e fino alla massima profondità raggiungibile nell'area di interesse. I dati raccolti sono stati inseriti nel programma di acquisizione del sistema multibeam, come mostrato nella **Figura 13**.



Figura 14 – Particolare del Trasduttore MBES installato con flangia inclinata al palo in acciaio collegato successivamente alla murata dell'imbarcazione.

I dati batimetrici, acquisiti dal sistema Multibeam, venivano gestiti dal software Qinsy dotato di un opportuno modulo per l'acquisizione, la visualizzazione e controllo di qualità dei dati in tempo reale. Il trasduttore del sistema è stato installato in corrispondenza della murata destra dell'imbarcazione utilizzando un sostegno realizzato in acciaio inox ed in grado di garantire la stabilità nella posizione. Gli offset di installazione (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.) del trasduttore rispetto al COG sono stati accuratamente misurati ed inseriti nel software idrografico di acquisizione dati Qinsy-QPS.

L'applicazione della correzione rtk sulla misura verticale è stata calcolata automaticamente dal software idrografico di acquisizione dati, sulla base delle misurazioni degli offset preventivamente effettuate come riportato nello schema in (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.)

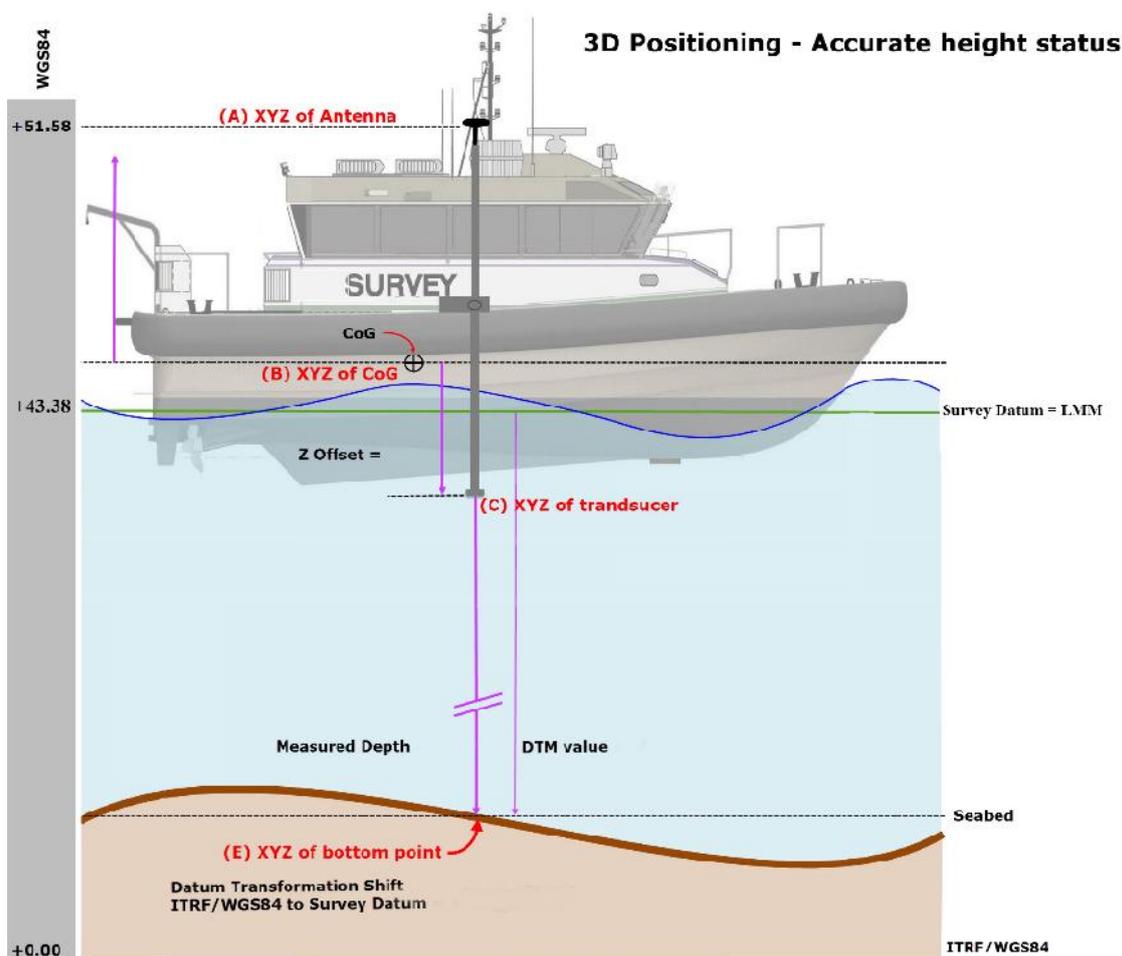


Figura 15 – Corretta misurazione degli offset di installazione per applicare la correzione rtk sulla misura verticale in modalità “accurate” di Qinsy.

Poiché l’acquisizione dei dati è stata effettuata in modalità RTK con correzione l.m.m. riferita al caposaldo VR-02 fornito dalla Committenza (vedi Allegato III), la correzione dei valori di marea è stata effettuata on line sulla base della correzione ricevuta e applicata dal software idrografico.

Procedura di Calibrazione

La calibrazione del sistema Multibeam viene eseguita per compensare il disallineamento tra il sensore di orientamento, il sensore di assetto e il trasduttore MBES.

Seguendo le specifiche del costruttore, si è proceduto ad eseguire le calibrazioni all'interno del porto nei pressi della marina, su una zona con fondale parzialmente piatto e parzialmente inclinato, e quindi la calibrazione si è svolta secondo le seguenti fasi:

- La compensazione dell'inclinazione del trasduttore MBES rispetto al piano di rollio è avvenuta percorrendo la stessa linea di navigazione in direzione opposta su un fondale piatto e quindi calcolando l'offset come inclinazione relativa tra due profili del fondo in una sezione perpendicolare alla linea (Figura 16);
- La compensazione dell'inclinazione del trasduttore MBES rispetto al piano di beccheggio è avvenuta percorrendo la stessa linea di navigazione in direzione opposta su un fondale inclinato e quindi calcolando l'offset come inclinazione relativa tra due profili del fondo in una sezione parallela alla linea (Figura 17);
- La compensazione della deviazione in azimuth tra la girobussola ed il trasduttore MBES è stata eseguita localizzando un *outcrop* e percorrendo due linee adiacenti in direzione opposta: il valore di calibrazione è stato misurato come correzione angolare per portare a combaciare l'oggetto nella visione in pianta (Figura 18).

Sia in fase di calibrazione che nel corso dei rilievi sono state eseguite profilature della velocità del suono lungo la colonna d'acqua mediante una sonda SVP, allo scopo di calcolare i profili da impostare di volta in volta nel sistema MBES; tale operazione è stata ripetuta due volte al giorno durante il corso delle operazioni in mare per consentire al sistema di generare appropriatamente i fasci e di compensare la rifrazione dei raggi acustici ("ray bending") per il posizionamento accurato dei punti di misura.

Figura 16 -Calibrazione del sistema MBES: A sinistra “roll” non corretto e a destra dopo aver applicato i valori di calibrazione.

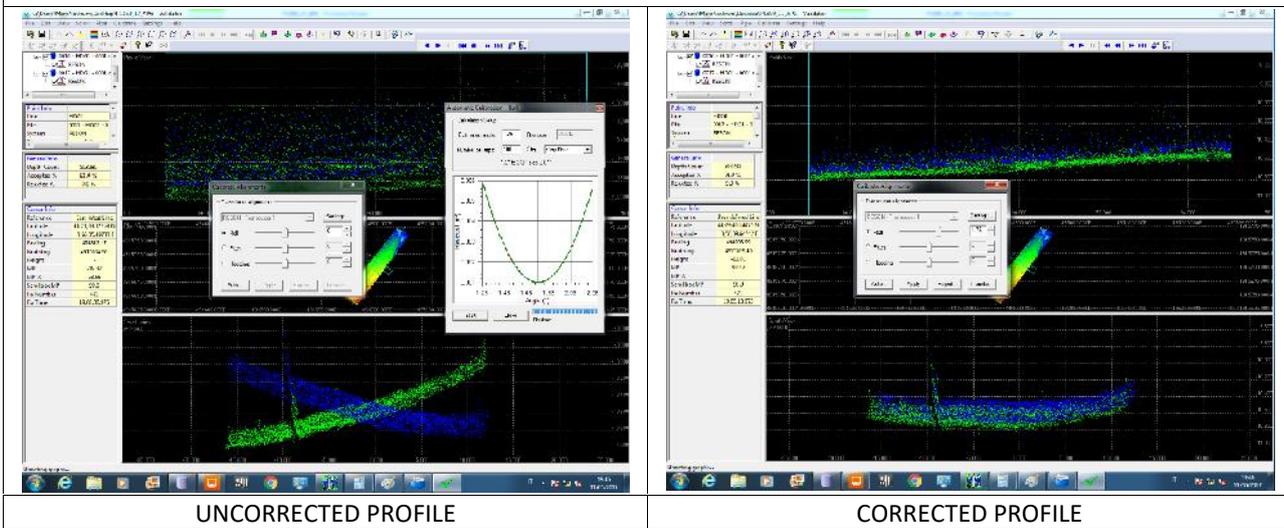


Figura 17 -Calibrazione del sistema MBES: A sinistra “pitch” non corretto e a destra dopo aver applicato i valori di calibrazione ().

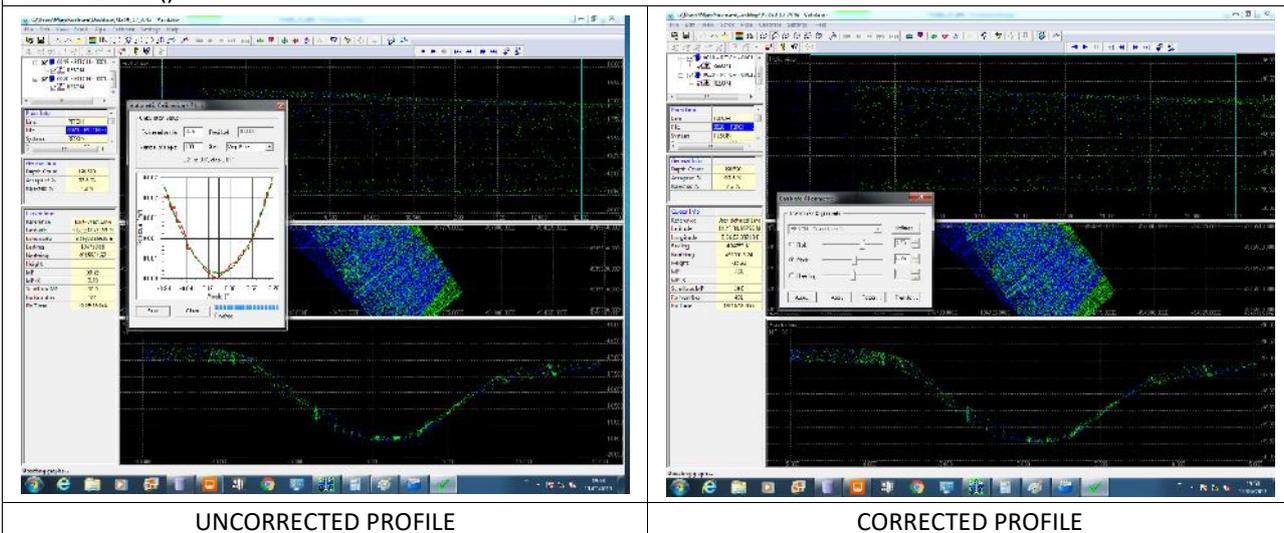
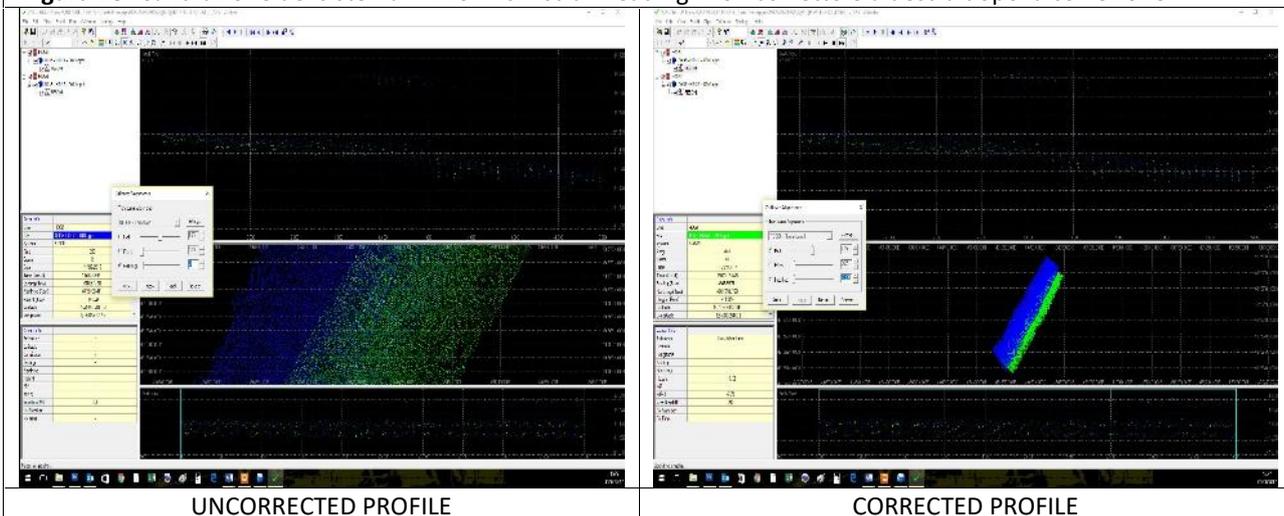


Figura 18 -Calibrazione del sistema MBES: A sinistra “heading” non corretto e a destra dopo la correzione.



2.5.5 Acquisizione dati di posizione e navigazione

L'acquisizione, la gestione e la memorizzazione dei dati di posizione e navigazione è stata eseguita dal sistema di navigazione costituito da un PC equipaggiato con il software QINSy della QPS. Il sistema è stato interfacciato con il sistema di posizionamento RTK, con la girobussola e il sensore di assetto per la gestione e l'acquisizione di tutti i dati di posizionamento e navigazione.

Il piano di navigazione da seguire nell'area di indagine è stato preventivamente inserito nel sistema di Navigazione e visualizzato durante le operazioni di acquisizione per facilitare la guida in rotta dell'imbarcazione.

Per ogni linea di navigazione è stato creato un file dati separato, contenente tutte le informazioni di posizione per ciascuno dei sensori di misura utilizzati.

2.6 Elaborazione dati e cartografie

Questa attività è stata svolta presso il Centro Elaborazione Dati della Geonautics srl al termine delle indagini in campo ed ha previsto le seguenti fasi operative principali.

2.6.1 Elaborazione Dati fotogrammetrici, creazione modello digitale ed estrazione della nuvola di punti

I fotogrammi acquisiti dal volo drone, sono stati importati e processati con il software PIX4D, che consente attraverso una serie di passaggi di processing di estrarre la nuvola di punti ed il modello digitale del terreno georeferenziati. Su questi è possibile successivamente, generare curve di livello, sezioni e quant'altro serve alla progettazione.

2.6.2 Elaborazione Dati Batimetrici

L'elaborazione dati batimetrici acquisiti con il sistema SBes e Mbes è stata eseguita utilizzando il modulo di post-processing del software Qinsy della QPS. Tale modulo consente di operare un'approfondita valutazione dei dati secondo tre passaggi fondamentali:

1. Correzione della posizione, mediante un modulo che consente di definire i criteri base per la reiezione automatica dei dati anomali (Spikes), dovuti a salti del sistema di posizionamento, e di intervenire manualmente per eliminare registrazioni non accurate;
2. Correzione della profondità, mediante un modulo che permette di applicare all'intero dataset la compensazione di marea;
3. Controllo statistico dei dati, basato sulla definizione di una serie di parametri e regole empiriche, per estrarre un dataset di misure affidabili.

I dati batimetrici così controllati e filtrati sono stati elaborati al fine di ottenere un modello digitale del fondo (DTM) consistente con la risoluzione del rilievo ed adeguato alla scala di rappresentazione cartografica richiesta, nel caso specifico è stato prodotto un grid con risoluzione di 0.5x0.5 m.

Poiché l'acquisizione dei dati è stata effettuata in modalità RTK con correzione l.m.m. riferita al caposaldo VR-02 fornito dalla Committenza (vedi Allegato III), la correzione dei valori di marea è stata effettuata on line sulla base della correzione ricevuta e applicata dal software idrografico.

2.6.3 Restituzione cartografica dei dati

I risultati del rilievo sono stati processati ed interpretati al fine di produrre un'accurata cartografia rappresentativa dell'area investigata. La cartografia è presentata in proiezione UTM con datum WGS84, i cui parametri rilevanti sono riportati nella **Tabella 1**. In dettaglio è stata generata una carta batimetrica su base CAD (georeferenziata) e una carta del modello digitale.

Datum	WGS84
Projection	UTM
Zone	32 N
Planar Units	Meters
Central Meridian Scale Factor	0.999600000
Central Meridian	9.00000000
Origin Latitude	0.00000000
False Easting (m)	500000
False Northing (m)	0
Tabella 1 – Parametri geodetici del sistema di riferimento impiegato	

In allegato al presente documento sono state prodotte le seguenti cartografie:

- 1) Carta topo-batimetrica;
- 2) Carta del modello digitale (DTM);

La gestione dei dati geografici e la loro relativa integrazione è stata trattata in sistema CAD (Autocad Map) e GIS (Global Mapper 17.0)

2.7 Verifica dei Capisaldi di cantiere

Preliminarmente ed al termine dell'esecuzione dei rilievi, è stato verificato il corretto funzionamento della strumentazione GPS mediante misurazione dei capisaldi di cantiere forniti dalla committenza (Allegato III). Le misurazioni rilevate sono riportate in Tabella 2:

Tabella 2 – test della strumentazione GPS: misurazioni effettuate nei capisaldi di cantiere

ID punto	Lat	Long	H-ellipsoid
VR01	44°01'41,22310" N	10°02'24,14862" E	51,871
VR01	44°01'54,09311"	10°02'08,50721"	52,111

3 RISULTATI

3.1 Rilievo aerofotogrammetrico, planoaltimetrico e batimetrico

L'elaborazione dei fotogrammi acquisiti a mezzo SAPR hanno consentito di elaborare un'ortofoto georeferenziata (Figura 19) ed una nuvola di punti (Figura 20) ad alta risoluzione dello stato dell'arte.

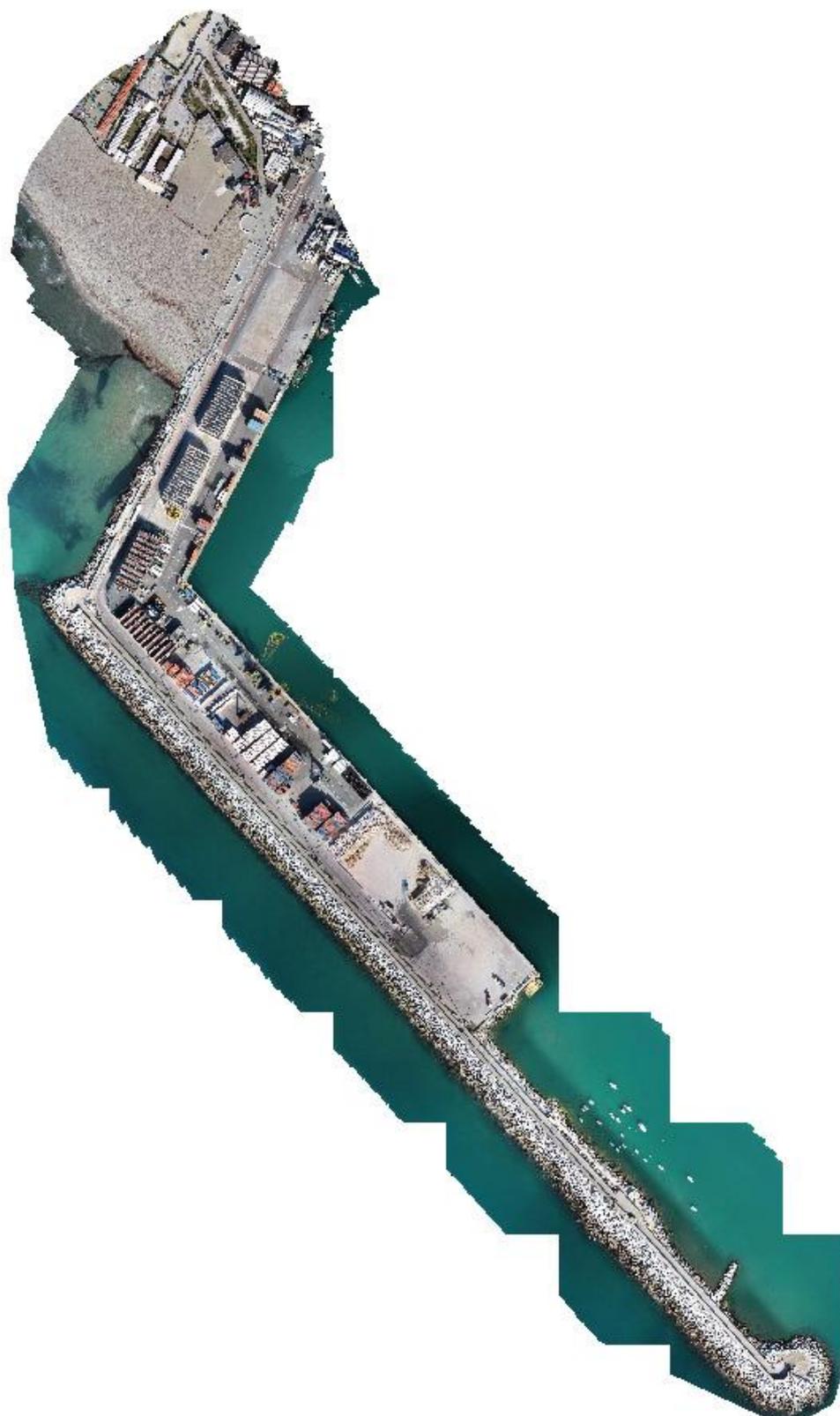


Figura 19 – Porto di Marina di Carrara (MS): Ortofoto georeferenziata ad alta risoluzione dello stato dell'arte nell'area di indagine ottenuta con sistema APR.



Figura 20 – Porto di Marina di Carrara (MS): Nuvola di punti ad alta risoluzione del molo di ponente.

I dati topografici e batimetrici acquisiti, processati ed esportati in file xyz sono stati utilizzati per la generazione di un modello digitale del terreno (DTM) dettagliato per la rappresentazione grafica della morfologia e dell'andamento del suolo e dei fondali nell'area (da Figura 22 a Figura 25).

La gestione dei dati in ambiente GIS, consente inoltre di effettuare diverse operazioni sul DEM tra le quali, l'ottenimento di profili in sezione in qualsiasi punto selezionato (Figura 26; Figura 27 e Figura 28).

Dai risultati ottenuti è stato possibile individuare una piccola scogliera soffolta, non conosciuta ai progettisti (Figura 24), dalla quale prende origine una zona di bassofondo che costeggia la radice del molo e si estende fino alla spiaggia. A causa delle condizioni meteo-marine sfavorevoli, verificatesi nelle giornate di acquisizione dei dati, non è stato possibile, per ragioni di sicurezza, navigare con l'imbarcazione in questo tratto e quindi ottenere la copertura completa del dato mbes. Tuttavia, grazie all'impiego di un sistema ASV studiato appositamente per i bassi fondali, è stato possibile integrare il dato mancante integrando i dati mbes con quelli sbes.

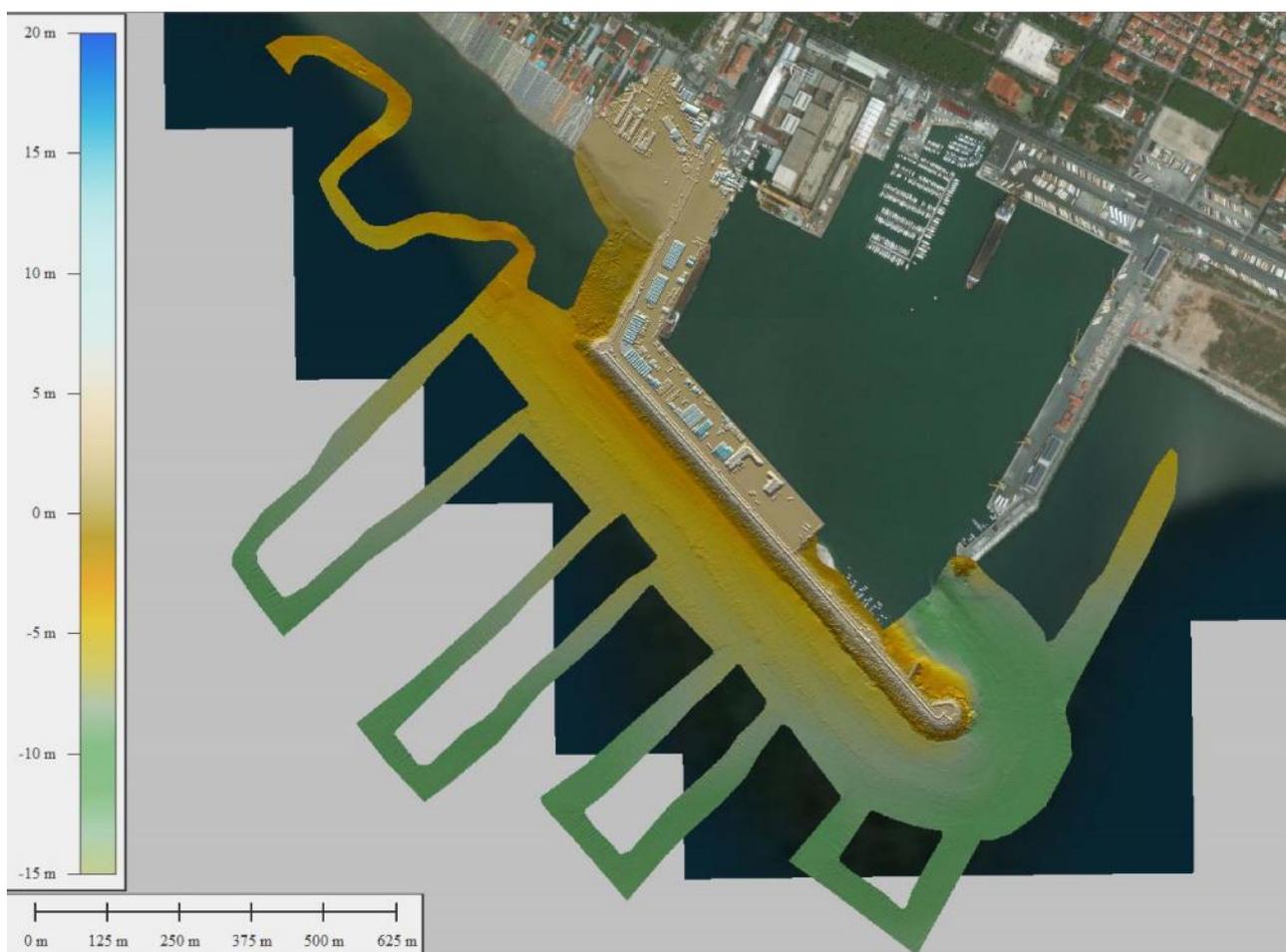


Figura 21 – Marina di Carrara (MS): Visione generale del DTM del rilievo planoaltimetrico eseguito con SAPR e del rilievo batimetrico effettuato con sistema mbes e sbes, uniti insieme.

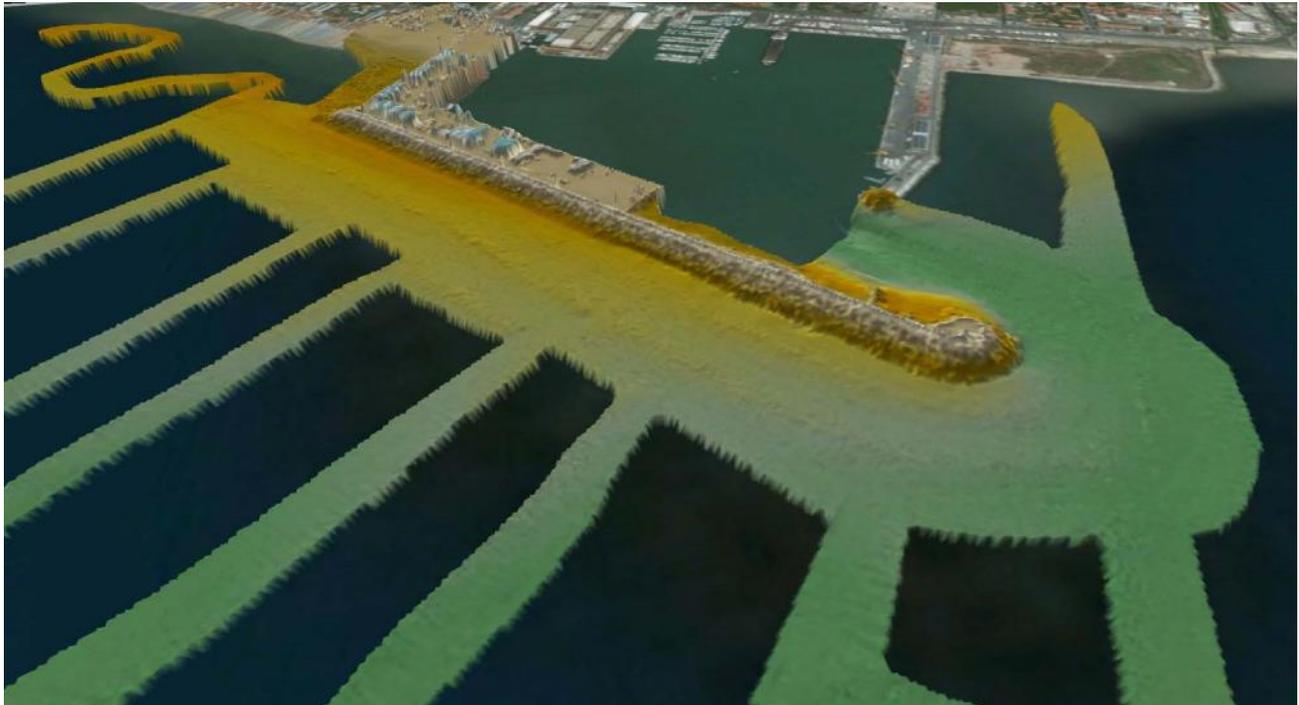


Figura 22 – Marina di Carrara (MS): Visione 3D del DTM del rilievo topo-batimetrico (SAPR, Mbes, Sbes) eseguito nell'area di indagine. Dettaglio del molo di ponente lato mare.

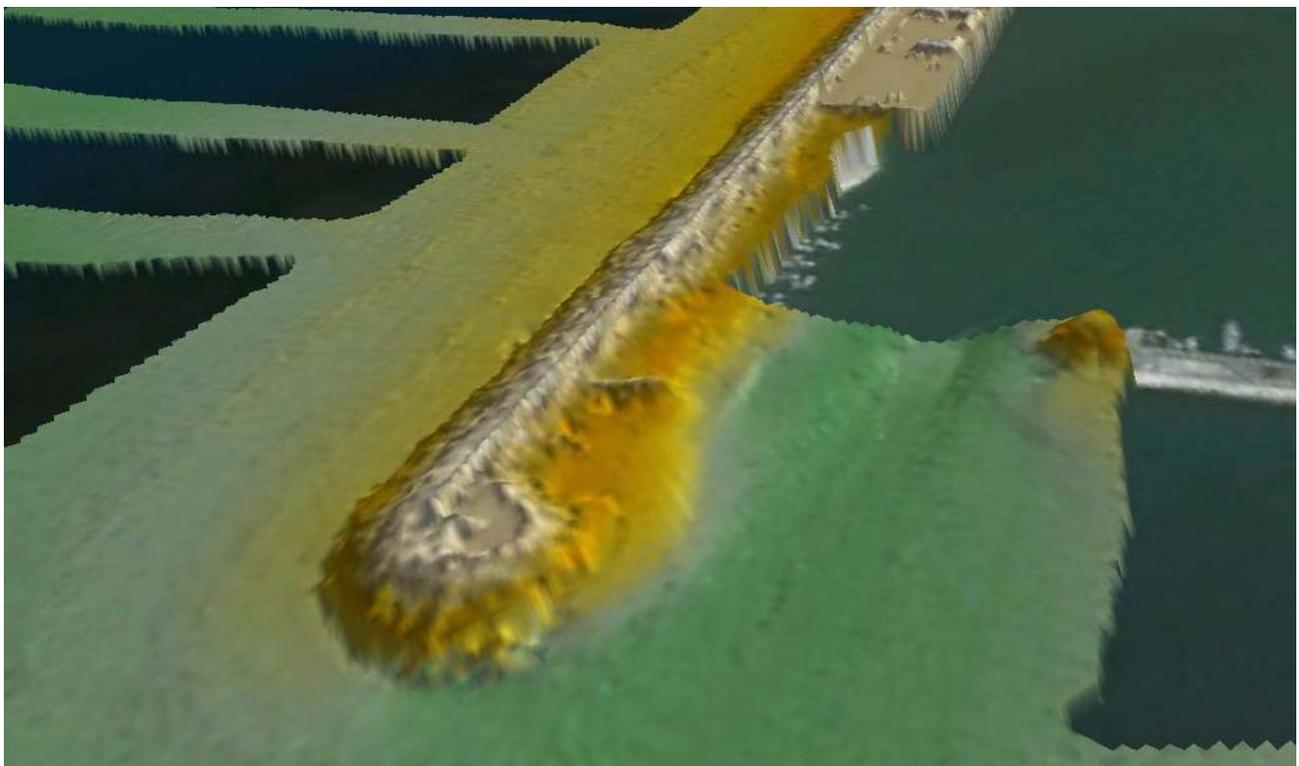


Figura 23 – Marina di Carrara (MS): Visione 3D del DTM del rilievo topo-batimetrico (SAPR, Mbes, Sbes) eseguito nell'area di indagine. Dettaglio del molo di ponente riccio di testata



Figura 24 – Marina di Carrara (MS): Visione 3D del DTM del rilievo topo-batimetrico (SAPR, Mbes, Sbes) eseguito nell'area di indagine. Dettaglio del molo di ponte radice lato mare.

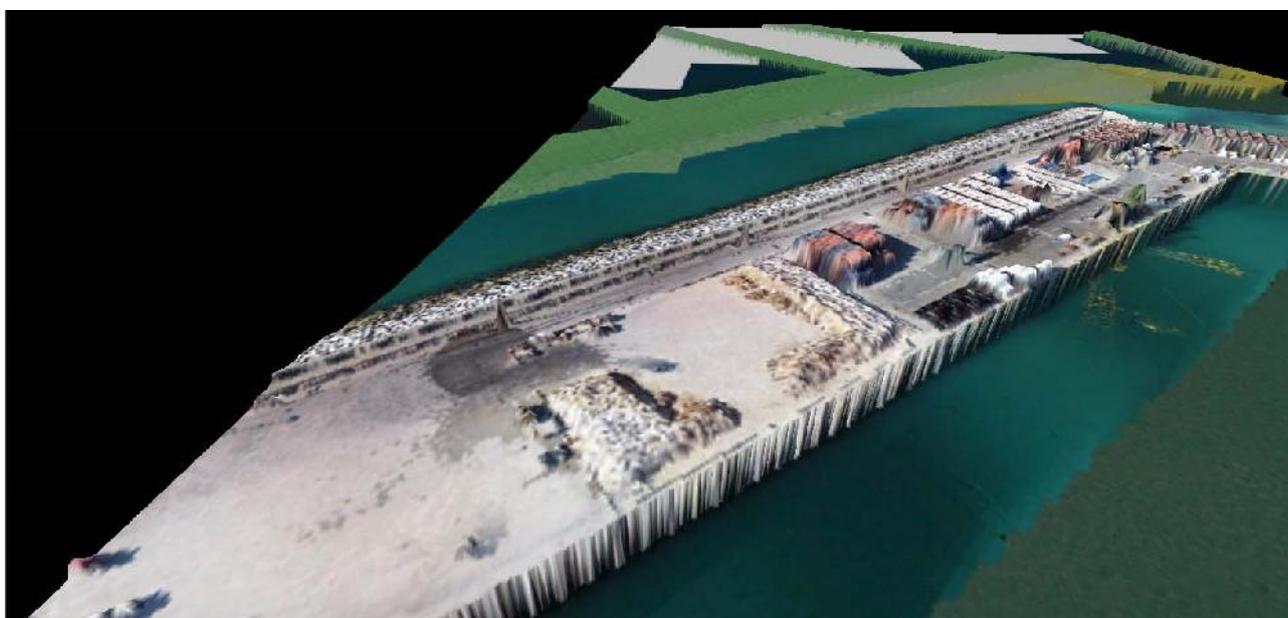


Figura 25 – Marina di Carrara (MS): Visione 3D del DTM del rilievo topo-batimetrico (SAPR, Mbes, Sbes) eseguito nell'area di indagine sovrapposto all'ortofoto ottenuta dal rilievo aerofotogrammetrico. Dettaglio del molo di ponte area containers.

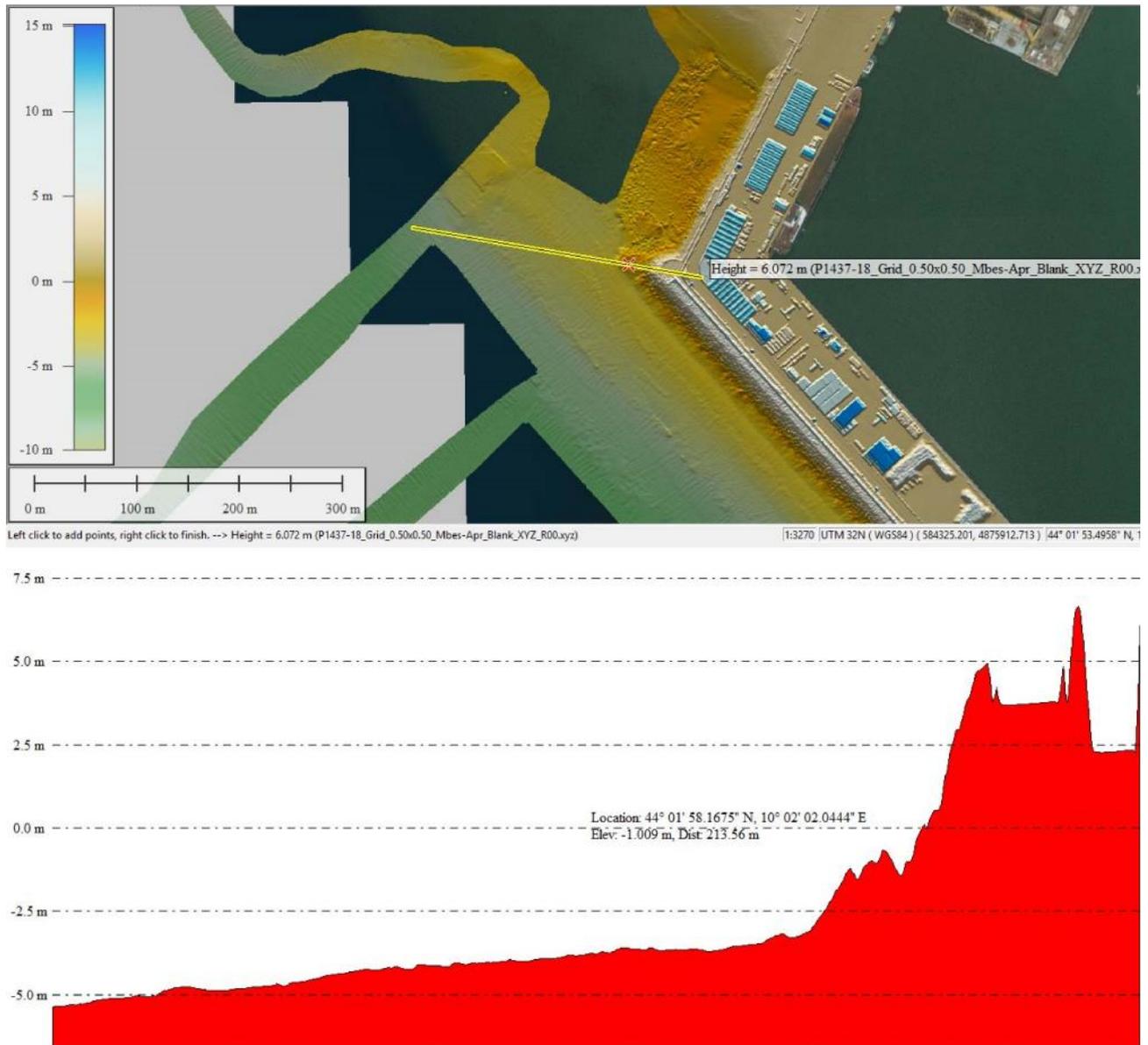


Figura 26 – Marina di Carrara (MS): visione di una sezione O-E in pianta (sopra) ed in profilo pianoaltimetrico (sotto)

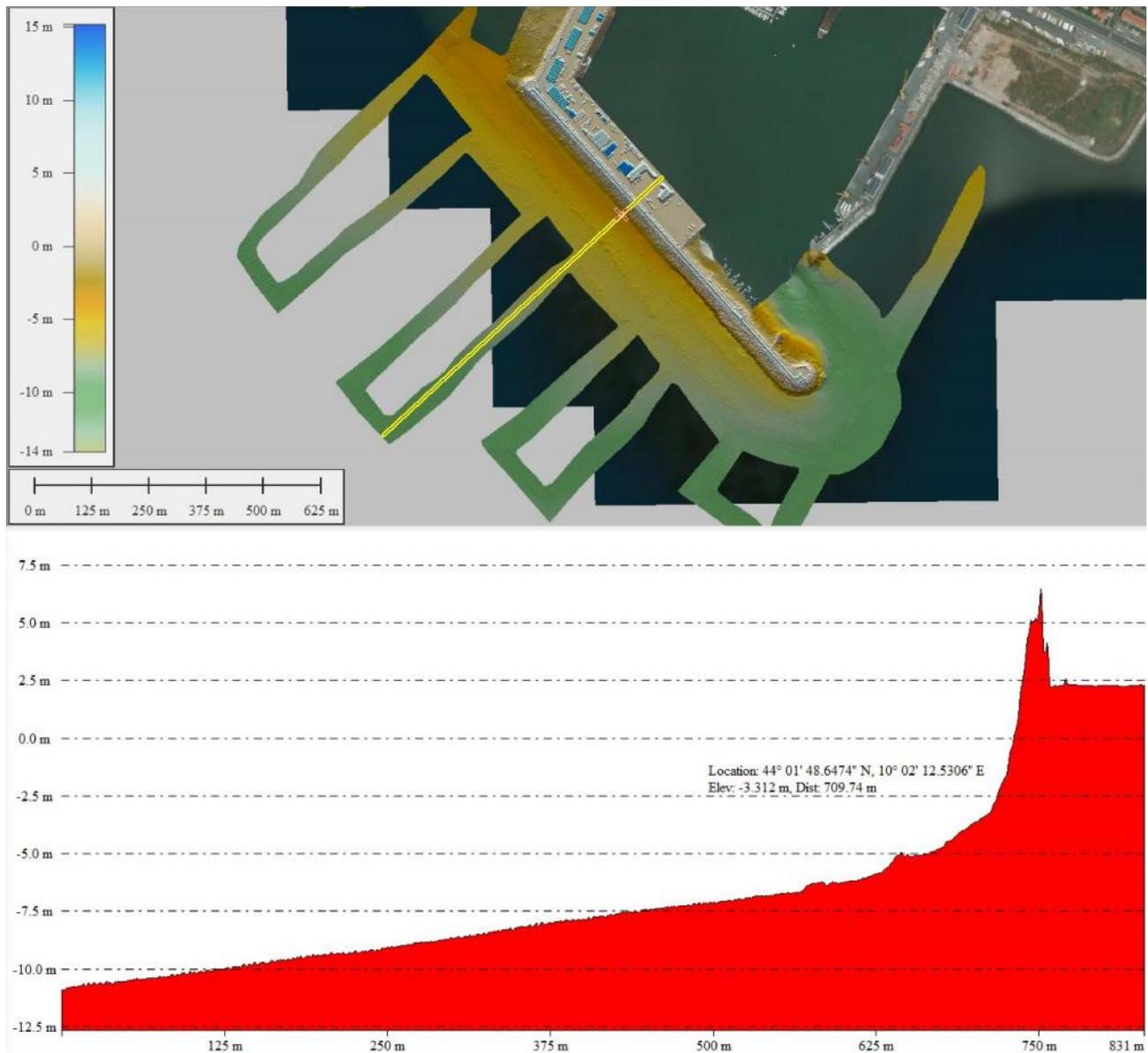


Figura 27 – Marina di Carrara (MS): visione di una sezione SO-NE in pianta (sopra) ed in profilo planoaltimetrico (sotto)

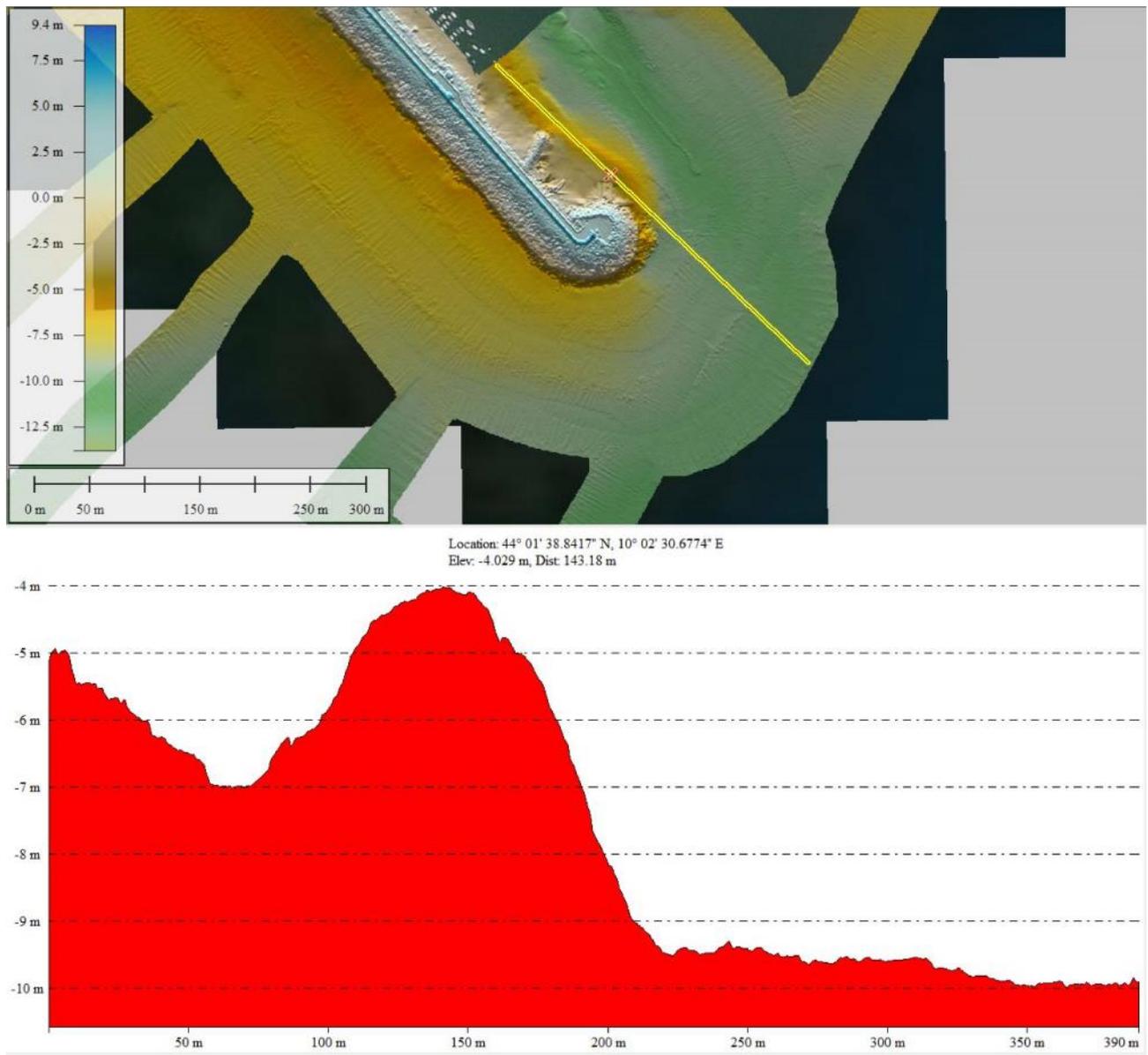


Figura 28 – Marina di Carrara (MS): visione di una sezione NO-SE in pianta (sopra) ed in profilo planoaltimetrico (sotto)

ALLEGATO I – SCHEDE TECNICHE STRUMENTALI

Sistema SAPR – DJI Phantom 4

PHANTOM 4

User Manual (PDF)

201407





Appendix

Specifications	
Aircraft	
Weight (Battery & Propellers Included)	1350 g
Max Ascend Speed	8 m/s (Sport mode)
Max Descent Speed	4 m/s (Sport mode)
Max Speed	20 m/s (Sport mode)
Max Service Ceiling Above Sea Level	10000 feet (3000 m) (Software altitude limit: 400 feet above takeoff point)
Max Flight Time	Approx. 20 minutes
Operating Temperature Range	5° to 104° F (0° to 40° C)
Satellite Systems	GPS/GLONASS
Orbital	
Controllable Range	Height: - 90° to + 30°
Obstacle Sensing System	
Obstacle Sensing Range	2 - 49 feet (0.7 - 15 m)
Operating Environment	Surface with clear pattern and adequate lighting (see p. 15)
Visual Positioning System	
Velocity Range	< 10 m/s (3 m/s above ground)
Altitude Range	0 - 33 feet (0 - 10 m)
Operating Range	0 - 33 feet (0 - 10 m)
Operating Environment	Surfaces with clear pattern and adequate lighting (see p. 15)
Camera	
Sensor	1/2.3" Effective pixels 12 M
Lens	FOV (Field Of View) 94° 30 mm (35 mm format equivalent) 1/2.3" focus at -
ISO Range	100-3200(auto); 100-1600(photo)
Electronic Shutter Speed	8 to 1/8000 s
Max Image Size	4000 x 3000 Single shot Burst shooting: 30/7 frames Auto Exposure Bracketing (AEB) 30 Bracketed frames at 0.7EV/Shot Time-lapse HDR
360 Photography Modes	
Video Recording Modes	LFP: 4096x2160 (4K) 24 / 25p
	3840x2160 (4K) 24 / 25 / 30p
	3704x2120 (2.7K) 24 / 25 / 30p
	FHD: 1920x1080 24 / 25 / 30 / 48 / 50 / 60 / 120p
HD: 1280x720 24 / 25 / 30 / 48 / 50 / 60p	
Max. Bits/s Of Video Storage	60 Mbps



Declaration of Conformity

Product: Phantom 4 Pro V2.0
Model Number: WM331S
Manufacturer's Name: SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.
Manufacturer's Address: 14th floor, West Wing, Skyworth Semiconductor Design Building
NO.18 Gaoxin South 4th Ave, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong, China

We, SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD., declare under our sole responsibility that the above referenced product is in conformity with the applicable requirements of the following directives:

RED Directive: 2014/53/EU
EMC Directive: 2014/30/EU
Low Voltage Directive: 2014/35/EU
RoHS Recast Directive: 2011/65/EU
WEEE Directive: 2012/19/EU
REACH Regulation: 2006/1907/EC

Conformity with these directives has been assessed for this product by demonstrating compliance to the following harmonized standards and/or regulations:

Safety	EN 60950-1: 2006+ A11:2009+ A1:2010+A12:2011+A2:2013
EMC	EN 301 489-1 V2.2.0 (2017-03) EN 301489-19 V2.1.0 (2017-03) EN 301 489-3 V2.1.1 (2017-03) EN 301 489-17 V3.2.0 (2017-03)
Radio	EN 300 328 V2.1.1 (2016-11) EN 303 413 V1.1.1 (2017-06) EN 300 440 V2.1.1 (2017-03)
Health	EN 62311:2008
RoHS	2011/65/EU
WEEE	2012/19/EU
REACH	2006/1907/EC

The notified body, Bay Area Compliance Laboratories Corp. (BACL), notified body number: 1313, performed the EU-type examination in according with Annex III, Module B of Council Directive 2014/53/EU, and issued the EU-type examination certificate: B1802081.

Software*: V01.00.00.00

*Note: Updated software will be released by manufacturer to fix bugs and improve the performance after the product placed on the market. All updated versions released by the manufacturer have been verified to be complied with the applicable regulations. All RF parameters (e.g., RF power, frequency) are not accessible to end users and cannot be changed by any third parties.

Signed for and on behalf of: SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.

Place: Shenzhen, China

Date: 2018-05-30

Name: Mingyu Wang

Position: VP of R&D

Signature:



Sistema DGPS – Trimble R6

CARATTERISTICHE

PRINCIPALI

Tecnologia di tracciamento satellitare **Trimble R-Track**

Include il chip Trimble Maxwell 6 con **220 canali**

Posizionamento GNSS leader nel settore con **GPS L2C, L5 e QZSS**

Scalabile per aggiungere capacità man mano che le esigenze della vostra azienda cambiano

Design di sistema **flexibile** e integrato



SCHEDA TECNICA

SISTEMA TRIMBLE R6 GNSS

ADATTABILE, SCALABILE, PRONTO A TUTTO

A volte una sola misura non è sufficiente ed è necessario disporre di una soluzione personalizzata che può crescere insieme all'attività. La risposta? Ricevitore GNSS Trimble® R6. Combina la tecnologia GNSS avanzata con l'adattabilità e la libertà di adeguarsi e crescere quando il vostro business richiede cambiamenti. Grazie alla tecnologia Trimble R-Track™, scelte di comunicazione integrate e opzioni di aggiornamento GNSS, Trimble R6 funziona come voi lo volete oggi, ma è già pensato per offrire quello che potreste desiderare domani.

DESIGN DI SISTEMA INTEGRATO

Trimble R6 unisce un ricevitore GNSS altamente integrato e avanzato, un'antenna di precisione, una batteria a lunga durata e possibilità di comunicazioni integrate in una struttura robusta e affidabile.

Le opzioni di comunicazione integrate offrono la flessibilità di scegliere il tipo di comunicazioni più adatto per il metodo di lavoro delle vostre squadre operative. Il modem cellulare integrato semplifica le operazioni in reti VRS mentre UHF RX o RX/TX integrati semplificano le applicazioni base/rover RTK.

TECNOLOGIA GNSS CHE FA LA DIFFERENZA

Dotato di un chip Trimble Maxwell™ 6 con 220 canali, il ricevitore Trimble R6 offre la precisione e l'affidabilità necessarie per un rilievo accurato, con tracciatura e prestazioni RTK superiori. Grazie al supporto dei segnali L2C GPS e al giapponese QZSS e alle opzioni di aggiornamento GLONASS, Galileo e BeiDou (COMPASS) potete tracciare più satelliti ed eseguire misurazioni in ambienti difficili con più successo. Inoltre, L2C rappresenta qualcosa di più che segnali aggiuntivi: la struttura avanzata del segnale offre una potenza maggiore, per una tracciatura satellitare più affidabile.

La terza frequenza civile GPS L5 fornisce un livello di potenza più elevato rispetto alle altre frequenze e utilizza una larghezza di banda maggiore, consentendo codici più lunghi. Di conseguenza, l'acquisizione e il tracciamento di segnali deboli è molto più semplice.

Questa tecnologia di tracciamento e posizionamento avanzata di Trimble riduce il tempo necessario per reinizializzare e il tempo di attesa.

TECNOLOGIA AVANZATA TRIMBLE R-TRACK

Integrata nel Trimble R6, la tecnologia di tracciamento satellitare Trimble R-Track fornisce prestazioni di posizionamento affidabili e precise. Trimble R-Track con Signal Prediction™ compensa i segnali di correzione RTK intermittenti o marginali, permettendo un funzionamento preciso e prolungato durante interruzioni del segnale RTK.

Il protocollo di comunicazione CMRx fornisce la compressione delle correzioni per una larghezza di banda ottimizzata e la completa utilizzazione di tutti i satelliti in vista, offrendo prestazioni di posizionamento affidabili.

SCALABILITÀ PER SODDISFARE LE ESIGENZE CHE CAMBIANO

Questo ricevitore interamente aggiornabile consente di scegliere il livello di supporto GNSS che meglio si adatta alle vostre necessità odierne, ma con la flessibilità di aggiornamento adeguata all'evoluzione delle vostre richieste.

I segnali GPS, L1, L2, L2C, L5 e il giapponese QZSS sono supportati come standard nel Trimble R6. Per il supporto costellazione aggiuntivo, aggiungere supporto opzionale GLONASS, GALILEO e BeiDou (COMPASS).

LA SOLUZIONE DA CAMPO FLESSIBILE

Se state cercando la soluzione più flessibile nel settore, associate il ricevitore Trimble R6 con un controller Trimble, come Trimble TSC3, Trimble CU o Trimble Tablet Rugged PC con software da campo Trimble Access™. Questi robusti controller portano tutta la potenza dell'ufficio sul campo, tramite un'interfaccia intuitiva basata su Windows.

Il software da campo Trimble Access offre numerose caratteristiche e funzionalità che consentono di migliorare notevolmente la vostra produttività. Flussi di lavoro semplificati come Strade, Monitoraggio, Miniere e Tunnel guidano il personale attraverso tipi di progetto comuni e consente loro di eseguire il lavoro con meno distrazioni. Selezionate il flusso di lavoro adatto alla vostra attività e iniziate a lavorare. Gli studi topografici possono inoltre implementare i loro flussi di lavoro specifici usufruendo delle capacità di personalizzazione nel kit di sviluppo Trimble Access Software Development Kit (SDK).

Avete bisogno di inviare i dati in ufficio immediatamente? Sfruttate i vantaggi della condivisione di dati in tempo reale tramite Trimble Access Services, ora disponibile con qualsiasi contratto di manutenzione Trimble Access valido.

Rientrati in ufficio, gli utenti possono trasferire perfettamente i dati rilevati sul campo con Trimble Business Center. Modificate, elaborate e regolate i dati con sicurezza.

Sistema Trimble R 6 GNSS Pronto per la vostra attività di oggi... e di domani



Sistema SBes – Garmin Fish Finder 400C



Sistema MBes – RESON Seabat 8125



SeaBat 8125

ULTRA HIGH RESOLUTION FOCUSED
MULTIBEAM ECHOSOUNDER SYSTEM

SeaBat 8125

- Focused 0.5° beams
- 240 beams
- 2.5cm near field resolution
- 6mm depth resolution
- 120° swath

The SeaBat 8125 is the first wide-sector, wide-band, focused multibeam sonar ever to be deployed. Utilizing 240 dynamically focused receive beams, the system measures a 120° swath across the seafloor, detects the bottom, and delivers the measured ranges at a depth resolution of 6mm. The backscatter intensity image is displayed in real time on the sonar display.

The 8125 can be controlled through its native graphical user interface, or through an external control data collection and navigation software package.

The system can be mounted on a survey vessel or deployed on an ROV at depths down to 1500m. The high-speed data uplink is carried on a standard SeaBat copper cable for surface installation. A fiber-optical interface is available for ROV deployment.

Girobussola



**Meridian Surveyor
Gyrocompass**

NAVIGATION SYSTEMS

Features

- IMO & Wheelmark certified
- Innovative chassis design incorporating state-of-the-art digital electronics for improved reliability
- Maintenance-free DTG element
- World's smallest & lightest marine gyro
- Dynamic heading accuracy of $\pm 0.2^\circ$
- Static heading accuracy of 0.05°
- <40 minutes settling time
- Start-up power requirement of 1.8A
- Comprehensive range of analogue and digital output options
- Gyro element design ensures low cost of ownership
- MTBF of 30,000 hours
- High turn rate of 200° per second
- User-friendly digital set-up and self-test

Seafarers the world over have relied on S.G. Brown gyrocompasses for almost 100 years and TSS continues to manufacture and support the S.G. Brown range of gyro systems.

The new Meridian has been designed to be the smallest, lightest, most flexible and accurate mechanical gyrocompass available to commercial users. The Meridian is also the first to offer IMO, Wheelmark and HSC certification.

The Meridian Surveyor boasts a wide range of interfaces to enable use on any marine vessel. The unit utilises a DTG gyro element which provides exceptional performance with an accuracy unmatched by even the latest fibre optic designs. Unlike conventional spinning mass gyrocompasses, the Meridian Surveyor uses a dry tuned element (DTG) that removes the need for routine maintenance thereby significantly reducing cost of ownership.

Hence the Meridian Surveyor provides reliable, maintenance free operation with a MTBF in excess of 30,000 hours. Calibration is likely to be the only required expenditure during this period unlike the large element replacement costs associated with most gyrocompasses.

The remarkably stable heading can be maintained for turn rates in excess of 200° per second making the system ideal for use on fast survey craft and in river/harbour environments.

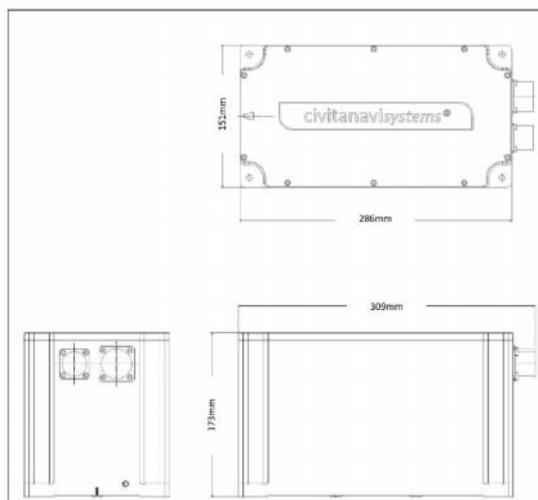
The Meridian Surveyor gyrocompass is backed by the largest global support network of any manufacturer, TSS has complete repair, test and calibration facilities in the UK and USA, aided by factory-trained service engineers on every continent.



The world's smallest digital marine gyrocompass.

www.tss-international.com

Sensore di moto



Civitanavi Systems' proprietary state-of-the-art Fiber Optic Gyro based Gyrocompass and AHRS delivers maximum performance at minimum total costs of ownership.

Thanks to innovative integration of ITAR-free inertial sensors, the CFA-150 family provides the optimum combination of accuracy and reliability with low weight and size, without compromising performance

Aimed at operations in ruggedized environment, CFA-150 is designed with embedded flexibility to allow easiness of integration for retrofit programs and new ships installations.

Accuracy

Heading	< 0.1° secant latitude
Roll/Pitch angle	< 0.01°
Heave	< 5 cm or 5%

Signal outputs

Analog ±10V
NMEA/RS422/RS232
Ethernet

Signal inputs

Position	IEC 61162-1
Speed	IEC 61162-1, 200 pulse/nm
RS422/232	
Ethernet	

Power requirements 24V DC (18V-36V)

Settling Time

Static conditions	10 minutes
Sea conditions	30 minutes

Environmental conditions

Operations	-25°C to +55°C
Operations Extended Range (optional)	-40°C to +55°C
Storage	-55°C to +70°C

Dimensions

Width	151 mm
Height	173 mm
Length	286 mm
Weight	8.5 Kg

Power Consumption
Start up and operations

15W

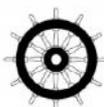
civitanavisystems®

Civitanavi Systems S.r.l.

Headquarter
via Custoza 20
62012 Civitanova Marche (MC)
ITALY

Rome office
via Pontina Vecchia Km 34
00040 Ardea (Roma)
ITALY

Phone: +39 0733 773 648
marketing@civitanavi.com
www.civitanavi.com



IMO Certified
0098/14

Software di Navigazione

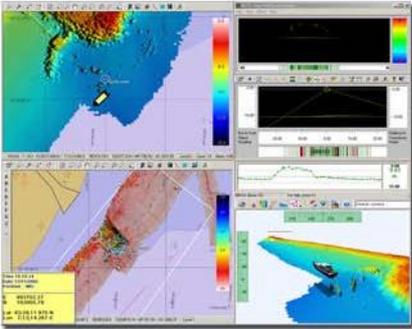
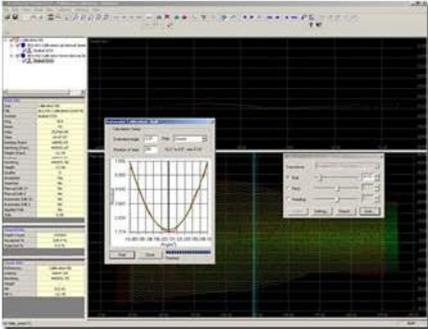
QINSy

Specialising in Hydrographic Software

Multibeam support is one of the add-on modules available within QINSy Office, QINSy Lite and QINSy Survey. The MBE add-on makes it possible to interface various types of MBE systems and record both bathymetry and backscatter data from these systems. Within QINSy it does not matter whether you have a beam-forming or an Interferometric system. For some of the supported MBE systems, it is possible to control the unit from QINSy on-line controller. This feature takes away the requirement for designated PU software. Among others, the following MBE systems are supported by QINSy:

<ul style="list-style-type: none"> • Atlas Hydrographics FanSweep 20 • Benthos C3D • GeoAcoustics GeoSwath+ • Imagenex DeltaT, 881L • Kongsberg Maritime EM series 	<ul style="list-style-type: none"> • L3-Elec Seabeam • Odom ES3, Echoscan • R2Sonic • Reson 7K series, 81xx series, 900x series • SEA SwathPlus
---	--

Doing it right first time principle makes it possible to calculate footprint positions and perform quality control in real-time. This is the dream of every surveyor. Complete insight in not only the quantity of your data set but also the quality before you even finish your survey. In QINSy all computations are performed in 3D. Employing various real-time data cleaning tools, correcting for attitude, water column refraction together with accurate RTK heights or real-time tide gauges all MBE observations are immediately available in absolute survey coordinates to output almost final results at the time of data acquisition.

Accurate timing is imperative in multibeam surveys. QINSy uses a timing routine based on the PPS Option available on most GNSS receivers. All incoming and outgoing data is accurately stamped with an UTC time label. Internally QINSy uses 'observation ring buffers' so that data values can be placed for the exact moment of an event or ping. This combination gives QINSy a proven accuracy of 1msec!

Data Storage
All raw sensor data is logged and permanently stored in fast relational database (*.db) to each of which the entire survey configuration is copied from the used template db. Raw data can be analyzed and edited using the Analyse program, making it ready for the Relay program and generation of new footprint results when required. During acquisition and Replay footprint results are primarily recorded in QPD files. The QPD files are used in the Validator and Qloud for MBE calibration, data validation, (re)apply of SVP profiles and tidal information.

MBE Calibration
Multibeam calibration is interactive providing both manual and auto calibration options. The MBE calibration tool is part of the Validator and calibrates for Roll, Pitch and Yaw offsets.

Multi Layer Sounding Grid
For MBE surveys, 'gridding' is the predominant data reduction method. However achieved reduction usually means a loss of resolution. In QINSy a regular multi level gridding method is used. Based on the minimum cell size, 5 additional grid resolution levels are generated on-the-fly. Each next level being double in size from the previous level. This method used in QINSy ensures faster update of Navigation and 3D displays since only the resolution level is shown which fits the viewing scale and screen resolution. For each sounding grid cell multiple properties are available such as mean value, minimum value, maximum value, hit count, standard deviation etc giving the operator insight into the quality of the survey in real time!

Quality Positioning Services BV
Huis ter Heideboog 66 - 3705 LZ Zeist - The Netherlands
sales@qps.nl - +31 (0) 30 699 3800 - Fax: +31 (0) 30 699 3669

QPS-US Inc.
17535 Greenbush Road - Houston, TX 77064 - USA
sales@qps-us.com - +1 281 398 8800 - Fax: +1 281 398 8807

MULTI BEAM DATA ACQUISITION
 REAL TIME ON-THE-FLY DTM PRODUCTION

Sistema ASV



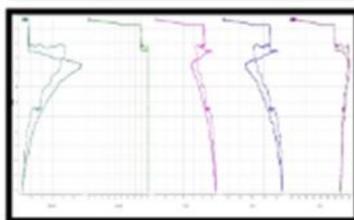
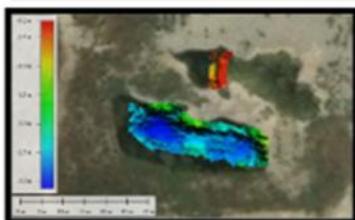
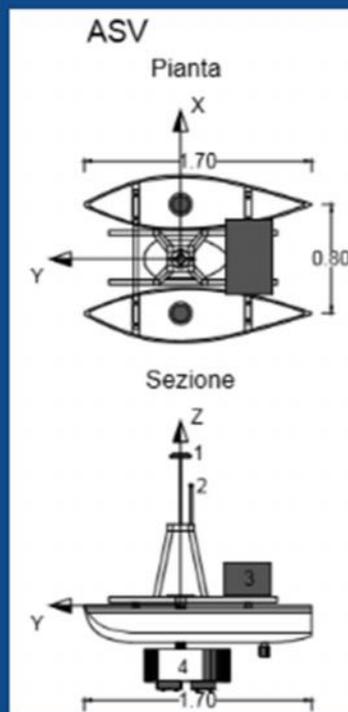
Geonautics s.r.l. ha sviluppato e testato con successo soluzioni robotizzate per l'esecuzione di rilievi e misurazioni in condizioni «estreme» e logisticamente difficili. Tra queste, il sistema ASV Sea Drone 1, sviluppato in casa Geonautics, consente, grazie all'estrema leggerezza, resistenza e versatilità di impiego, di eseguire agevolmente rilievi batimetrici single e multi beam, rilievi laser scanner, stratigrafici sub bottom profiler, monitoraggi ambientali attraverso la misurazione dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua e campionamenti di sedimenti superficiali a mezzo benna Van Veen. Il sistema è stato testato con successo sia in laghi che in mare aperto risultando, performante, economico e risolutivo in contesti difficili o onerosi da svolgere con le metodologie tradizionali.





CARATTERISTICHE TECNICHE

1. DIMENSIONI: 1.80 x 1.0 M
 2. PROPULSIONE: 2 THRUSTER CON GRIGLIE DI PROTEZIONE
 3. PESCAGGIO: MAX 0.25 M
 4. CARICO UTILE MAX 28 KG
 5. STRUTTURA SCAFI: VTR
 6. STRUTTURA SUPPORTO STRUMENTAZIONE: ALLUMINIO
 7. SISTEMA DI NAVIGAZIONE: AUTONOMO CON MISSIONE PRE-IMPOSTATA O TRAMITE CONTROLLO RC
 8. SISTEMA DI CONTROLLO ACQUISIZIONE DATI IN REMOTO TRAMITE TELEMETRIA DEDICATA A 2.4 / 5.0 GHZ
 9. INTERFACCIATO CON SUITE IDROGRAFICA QPS QINSY
 10. ELETTRONICA IN ALLOGGIAMENTO STAGNO
- STRUMENTAZIONE OPZIONALE
1. SISTEMA SINGLE BEAM ECHO SOUNDER
 2. SISTEMA MBES + PIATTAFORMA INS APPLANIX POS MV
 3. SISTEMA LASER SCANNER MERLIN
 4. SISTEMA SUB BOTTOM PROFILER
 5. SONDA CTD/SVP
 6. BENNA VAN VEEN



Rilievi Marini e Topografici

CONTATTI

Dott. Alfonso R. Analfino
e-mail: analfino@geonautics-srl.com
tel./fax +39 0922 607936
mob.: +39 328 8044843
skype: analfino.geonautics

Dott. Giuseppe Catalano
e-mail: catalano@geonautics-srl.com
tel./fax +39 0922 607936
mob.: +39 389 5341302
skype: catalano.geonautics
Facebook.com/Geonautics-SRL

WWW.GEONAUTICS-SRL.COM

GEONAUTICS S.R.L. > SERVIZI

Software Elaborazione Dati



Pix4Dmapper Pro 3.2 / FEATURE LIST

	Features	Advantages	
INPUTS	Aerial (nadir and oblique) and terrestrial imagery	Process images taken at any angle and from any aerial manned or unmanned platform as well as from the ground	
	Video (mp4 or avi format)	Automatically extracts still frames from video files to create a project	
	Any camera (compact, SLR, thermal, multispectral, GoPro, 360-degree, Tetracam, large-frame add-on, etc.)	Use images acquired by any camera, from small to large frames, from consumer-grade to highly specialized cameras	
	Multi-camera support for the same project	Create a project using images from different cameras and process them together	
	Camera rig support	Process images using known rig relatives from multiple synchronized cameras, customized or from known manufacturers for more robust, accurate and faster processing	
	Ground control point edit and import (.csv, .txt)	Import and edit ground control points to improve the absolute accuracy of your project	
	Local, global and arbitrary reference coordinate system support in imperial or metric units	Select EPSG code from known coordinate systems or define your own local system	
	Camera exterior orientation support	Optimize camera exterior orientation parameters starting from GPS and IMU input parameters	
PROCESSING	External point cloud import	Import a point cloud from different sources, such as LIDAR, and use it to create a DSM and orthomosaic	
	Processing templates	Automate processing and generation of outputs by using standard or customized templates	
	Rapid Check with Quality Report	Rapid processing template for a dataset quick check while still on site	
	Camera self-calibration	Optimize internal camera parameters, such as focal length, principal point of autocollimation and lens distortions, without the need of a lab calibration report	
	Rolling shutter effect correction	Correct the warp of images taken with rolling shutter cameras (like GoPro, DJI Phantoms, etc.) to maintain good accuracy, especially useful when flying fast and low.	
	Automatic Aerial Triangulation (AAT) and Bundle Block Adjustment (BBA)	Process automatically with or without known camera exterior orientations: (x, y, z, u, v, i, k)	
	Automatic point cloud densification	Produce a dense and detailed 3D point cloud, which can be used as a basis for DSM and 3D mesh	
	Automatic point cloud filtering & smoothing	Use presets for point cloud filtering and smoothing options	
	Automatic DTM/DEM extraction	Remove above-ground objects from DSM and create a bare-Earth model. For additional control, select and delete points manually in the rayCloud to improve DTM/DEM generation	
	Automatic brightness and color correction	Compensate automatically for change of brightness, luminosity and color balancing of images	
	Quality Report	Assess the accuracy and quality of projects	
	Project merging	Combine individually-processed projects into one	
Project splitting	Split large projects into sub-projects for more efficient processing		
Project area definition	Import (.shp) or draw specific areas to faster generate results inside specific boundaries		
Targeted Feature Extraction	Give the number of features to find, getting more features in low-texture images to assist the reconstruction or less features for large-frame images to speed up processing		
Multiprocessor CPU + GPU support	Increase the processing speed by leveraging the power of CPU cores and threads, as well as GPUs		
RAYCLOUD EDITOR	Project visualization	Assess quality of optimized camera positions, 3D point cloud and mesh	
	Navigation modes	View 3D point cloud and mesh in standard, trackball, or first person viewing modes	
	Scale Constraint	Accurately scale projects with no or imprecise geolocation by defining one/multiple distances	
	Orientation Constraint	Orientate projects with no or imprecise geolocation by defining directions of one/multiple axes	
	Manual tie point editing	Annotate and edit 2D and 3D ground control points (GCPs), check points and manual tie points with the highest accuracy, using both original images and 3D information at the same time	
	Project reoptimization	Reoptimize camera positions and/or rematch images based on GCPs and manual tie points to improve reconstruction of difficult areas	
	Image masking	Carve: Remove points from 3D point cloud and create filters based on image content.	
		Mask: Clear the unwanted background in orthoplane results.	
	Point cloud editing	Select, classify or delete points from the point cloud using various selection tools	
	Orthoplane creation	Define a plane to generate a DSM and orthomosaic from building facades, bridge piles, etc.	
	Polyline and surface object creation	Annotate and measure polylines and surfaces in the point cloud.	
	3D mesh and DSM editing	Accurately refine vertices in multiple original images.	
Annotate and create surfaces in the point cloud to flatten an area, or to fill up holes in the mesh and DSM caused by insufficient image content.			
Fly-through animation	Create a virtual camera trajectory in 3D rayCloud viewer, play the animation in real-time, export the animation as a video (in mp4 and avi format) and the editable flightpath waypoints in .csv format		



VOLUME MANAGER	Volume object creation		Annotate and measure volumes based on the DSM
	Volume object management		Import and export selected volume bases in .shp files to enable easy monitoring of stockpiles on site.
	Base adjustment		Adjust the reference base to fit different terrain and obtain accurate measurement.
MOSAIC EDITOR	Region editing		Create and edit regions on the orthomosaic, choose the best content from multiple underlying images and projection type to remove moving objects or artifacts
	Local blending		Edit only the desired portion of the orthomosaic, blend it in real-time and get the improved orthomosaic within minutes
	Planar or ortho projection selection		Select planar or ortho projection for each created region to remove artifacts
INDEX CALCULATOR	Radiometric adjustment interface		Make the indices more reliable and accurate by correcting illumination effects using a radiometric target
	Reflectance map		Generate an accurate Reflectance map at the preferred resolution as a basis of index maps
	Multiple region management		Improve your analysis by managing and visualizing index values per region
	Automatic NDVI map		Generate singleband and NDVI maps based on pre-defined formulas without user intervention
	Index formula editing		Create and save your own formulas choosing among each available input band and generate custom index maps
	Class management		Create a basis of your annotated vector map by segmenting the data into classes using statistical algorithms (equal spacing, equal area, Jenks)
	Prescription annotation		Match on-site scouts and observations by assigning annotations based on your decisions
	Prescription map export		Put your data into action and export the prescription map in .shp format
	OUTPUT RESULTS	2D output results:	
2.5D output results:			<ul style="list-style-type: none"> Nadir orthomosaics in GeoTIFF output format Nadir DSMs and DTMs in GeoTIFF format DSMs from user-defined orthoplane in GeoTIFF output format
3D output results:			<ul style="list-style-type: none"> Nadir DSMs in GeoTIFF format 3D PDF for easy sharing of 3D mesh Full 3D textured mesh in .obj, .ply, .dxf, and .fbx format Tiled Level-of-detail (LOD) mesh in osgb and slpk (Esri) format Point cloud in .las, .laz, .xyz and .ply output format Contour lines in .shp, .dxf, .pdf format User-defined vector objects in .dxf, .shp, .stn and .kml format
Generate fly-through animations and flightpaths			<ul style="list-style-type: none"> Full 3D textured mesh in .obj and .fbx format Point cloud in .las output format rayCloud view fly-through animation in .mp4 and .avi formats Fly-through waypoints and path in .csv format
Optimized camera position, external orientation and internal parameters, undistorted images			Export Aerial Triangulation results into traditional photogrammetry software solutions (e.g. INPHO, Leica LPS, DAT/EM Summit Evolution)
COLLABORATION		Web share and visualization	
			Instant measurement of distances and surfaces
			Share Projects with annotations via a simple link
			Embed project output in a webpage
			Real-time shading for digital surface model (DSM) visualization
MULTI-LINGUAL	Language Options		English, Spanish, Chinese (traditional and simplified), Russian, German, French, Japanese and Italian

2 | 2

**HARDWARE
SPECS**



CPU: (quad-core or hexa-core Intel i7/
Xeon recommended)



HD: (SSD recommended)



GPU: Compatible with OpenGL 3.2 (Ge-
Force 2 GB RAM recommended)



OS: Windows 7, 8, 10 64 bits, Mac OS (Beta),
Linux (Enterprise only)



Pix4D SA
EPFL Innovation Park, Building F
1015 Lausanne, Switzerland
+41 21 552 0590

General inquiries: info@pix4d.com
Sales inquiries: sales@pix4d.com
Support inquiries: support@pix4d.com

www.pix4d.com





ALLEGATO II – RAPPORTI DI INSTALLAZIONE/CALIBRAZIONE

Report di Calibrazione Multibeam

Validator

28/02/2019 11:33:25

Page 1 of 1

TRANSDUCER ALIGNMENT CALIBRATION

Calibration Performed by

Project Folder : C:\Users\geomarine\Documents\GEONAUTICS_MarinaDiCarrara

Number of DTM files : 3

CALIBRATION RESULTS

Calibrated Transducer : 01_MBES_8125 - Transducer 1

Roll : -43.40°
Roll Correction : -3.40°
Roll Calib. Quality : Manually calibrated

Pitch : -1.75°
Pitch Correction : -1.75°
Pitch Calib. Quality : Manually calibrated

Heading : 5.00°
Heading Correction : 5.00°
Heading Calib. Quality : Manually calibrated

DTM FILE LIST

0006 - CAL_02 - 0001.qpd
0007 - CAL_02 - 0001.qpd
0009 - OFFSET_10 - 0001.qpd



Database software idrografica e gestione periferiche

DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_IPage 1 of 9

SURVEY DEFINITIONS

General Definitions

Line name	: No line name
Line sequence number	: 1
Line description	:
UTC to GPS time correction	: 18.000 s
Survey unit name	: Meters
Conversion factor to metres	: 1.0000000000000000

Geodetic Definitions

Magnetic Variation Information

Undefined

Datum Definitions

Survey Datum	: WGS84
Spheroid name	: WGS 1984
Prime meridian	: Greenwich
Conversion factor to metres	: 1.0000000000000000
Semi-major axis (a)	: 6378137.000 m
Semi-minor axis (b)	: 6356752.314 m
Inverse flattening (1/f)	: 298.25722356300
First eccentricity squared (e**2)	: 0.0066943799901
Second eccentricity squared (e'**2)	: 0.0067394967422

Datum Shift Definitions

Undefined

Chart Datum / Vertical Datum Definition

Chart datum	: Manual Offset
Height file	: N/A
Height level	: No Level Correction
Height file	: N/A
Height offset	: 45.524 m
MWL model	: Manual Offset
MWL file	: N/A
MWL level	: No Level Correction
MWL file	: N/A
MWL offset	: 45.524 m
MWL st.dev.	: 0.025 m
DTM mode	: Absolute DTM's
DTM datum	: Manual Offset
DTM file	: N/A
DTM level	: No Level Correction
DTM file	: N/A
DTM offset	: 45.524 m



DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_IPage 2 of 9

Projection Definition

Projection type	: 0001
Projection name	: Universal Transverse Mercator (North Hemisphere)
Conversion factor to metres	: 1.000000000000
UTM zone number	: 32
UTM central meridian	: 9;00;00.00000 E
Latitude of grid origin	: 0;00;00.00000 N
Longitude of grid origin	: 9;00;00.00000 E
Grid Easting at grid origin	: 500000.000 m
Grid Northing at grid origin	: 0.000 m
Scale factor at longitude of origin	: 0.999600000000

Local Construction Grid Definition

Not Applicable

Offset Convention

Offset mode	: Rectangular
Offset distances units	: Meters
Offset angles units	: Degrees

OBJECT DEFINITIONS

General Summary Information

Number of survey vessels or objects	: 1
Number of relay vessels or buoys	: 0
Number of external network nodes	: 0
Number of datums/ellipsoids defined	: 1



DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_MPage 3 of 9

Vessel Definitions

AlfaTut
 Streamers : 0 Gun arrays : 0
 Buoys : 0 Echosounders : 0
 Satellite receivers : 0 USBL systems : 0
 Network nodes : 4 Pitch/Roll/Heave sensors : Yes
 Correction to GMT (UTC) : 0.000 h
 Correction to master vessel's time : 0.000 s
 Height above draft reference : 0.000 m
 Description of reference point : AlfaTut CoG

Point	X	Y	Z	Pen	Fill	Style
1	-0.040	-3.156	0.000	Up	Off	Solid
2	-1.360	-3.156	0.000	Down	Off	Solid
3	-0.040	-3.156	0.000	Up	Off	Solid
4	0.020	1.884	0.000	Down	Off	Solid
5	0.020	1.884	0.000	Up	Off	Solid
6	-0.304	3.384	0.000	Down	Off	Solid
7	-0.304	3.384	0.000	Up	Off	Solid
8	-1.360	4.644	0.000	Down	Off	Solid
9	-2.680	-3.156	0.000	Up	Off	Solid
10	-1.360	-3.156	0.000	Down	Off	Solid
11	-2.680	-3.156	0.000	Up	Off	Solid
12	-2.740	1.884	0.000	Down	Off	Solid
13	-2.740	1.884	0.000	Up	Off	Solid
14	-2.416	3.384	0.000	Down	Off	Solid
15	-2.416	3.384	0.000	Up	Off	Solid
16	-1.360	4.644	0.000	Down	Off	Solid
17	0.000	-0.040	-3.156	Up	Off	Solid
18	0.000	-1.360	-3.156	Down	Off	Solid
19	0.000	-0.040	-3.156	Up	Off	Solid
20	0.000	0.020	1.884	Down	Off	Solid
21	0.000	0.020	1.884	Up	Off	Solid
22	0.000	-0.304	3.384	Down	Off	Solid
23	0.000	-0.304	3.384	Up	Off	Solid
24	0.000	-1.360	4.644	Down	Off	Solid
25	0.000	-2.680	-3.156	Up	Off	Solid
26	0.000	-1.360	-3.156	Down	Off	Solid
27	0.000	-2.680	-3.156	Up	Off	Solid
28	0.000	-2.740	1.884	Down	Off	Solid
29	0.000	-2.740	1.884	Up	Off	Solid
30	0.000	-2.416	3.384	Down	Off	Solid
31	0.000	-2.416	3.384	Up	Off	Solid
32	0.000	-1.360	4.644	Down	Off	Solid
33	-0.040	0.000	-3.156	Up	Off	Solid
34	-1.360	0.000	-3.156	Down	Off	Solid
35	-0.040	0.000	-3.156	Up	Off	Solid
36	0.020	0.000	1.884	Down	Off	Solid
37	0.020	0.000	1.884	Up	Off	Solid
38	-0.304	0.000	3.384	Down	Off	Solid
39	-0.304	0.000	3.384	Up	Off	Solid
40	-1.360	0.000	4.644	Down	Off	Solid
41	-2.680	0.000	-3.156	Up	Off	Solid
42	-1.360	0.000	-3.156	Down	Off	Solid
43	-2.680	0.000	-3.156	Up	Off	Solid
44	-2.740	0.000	1.884	Down	Off	Solid
45	-2.740	0.000	1.884	Up	Off	Solid
46	-2.416	0.000	3.384	Down	Off	Solid
47	-2.416	0.000	3.384	Up	Off	Solid
48	-1.360	0.000	4.644	Down	Off	Solid



DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_MPage 4 of 9

Gun Array Definitions

NETWORK DEFINITIONS

Fixed Node Definitions

Variable Node Definitions

AlfaTut CoG

Object location	:	AlfaTut	
X (Stbd = Positive):	:		0.000 m
Y (Bow = Positive):	:		0.000 m
Z (Up = Positive):	:		0.000 m
A-priori SD	:		0.000 m

MBES

Object location	:	AlfaTut	
X (Stbd = Positive):	:		0.905 m
Y (Bow = Positive):	:		-0.105 m
Z (Up = Positive):	:		-0.570 m
A-priori SD	:		0.010 m

MRU

Object location	:	AlfaTut	
X (Stbd = Positive):	:		0.000 m
Y (Bow = Positive):	:		0.000 m
Z (Up = Positive):	:		0.440 m
A-priori SD	:		0.010 m

RTK

Object location	:	AlfaTut	
X (Stbd = Positive):	:		0.550 m
Y (Bow = Positive):	:		-0.105 m
Z (Up = Positive):	:		2.250 m
A-priori SD	:		0.010 m

Observation Definitions

09_CFA_HDT	:	Bearing (True)
'At' node	:	AlfaTut CoG
'To' node 1	:	Ship's axis
Measurement unit code	:	Degrees
System description	:	09_CFA_HDT
Propagation speed	:	0.0000000000 m/s
Lanewidth on baseline	:	0.0000000000 m/s
Scale factor	:	1.0000000000
Fixed system (C-O)	:	0.00000000 °
Variable (C-O)	:	0.000000 °
A-priori SD	:	0.50 °
Quality indicator	:	No quality info recorded



DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_MPage 5 of 9

Reference Station Definitions

ATT Node Definitions

SYSTEM DEFINITIONS

Multibeam Echosounder

01_MBES_8101

Interfacing

Type	:	Multibeam Echosounder		
Driver	:	Reson Seabat 81xx/900x (Serial)		
Executable and Cmdlir	:	DrvSeabatSerial.exe		
Port	:	1		
Baud rate	:	115200	Data bits	: 8
Parity	:	None	Stop bits	: 1
Update rate	:	0.000 s	Latency	: 0.000 s

Acquired by : [Directly into QINSy] (No additional time tags)
Observation time from : N/A

Number of slots : 0

System Parameters

Node name	:	MBES
X (Stbd = Positive):	:	0.905 m
Y (Bow = Positive):	:	-0.105 m
Z (Up = Positive):	:	-0.570 m
A-priori SD	:	0.010 m

Description	:	01_MBES_8125
Object	:	AlfaTut
Number of transducers	:	Single
Transducer node TX	:	MBES
Heading offset	:	5.000 °
Roll offset	:	-43.400 °
Pitch offset	:	-1.750 °

Unit is roll stabilized	:	No
Unit is pitch stabilized	:	No
Unit is heave compensated	:	No
Beam steering (flat transducer)	:	No
Beam angle width along	:	1.500 °
Beam angle width across	:	1.500 °
Maximum number of beams per ping	:	101
Use sound velocity from unit	:	Yes

Slot : 1

SD type	:	Pulse, Sampling
SD pulse length	:	0.150 ms
SD sampling length	:	0.050 m
SD roll offset	:	0.050 °
SD pitch offset	:	0.050 °
SD heading offset	:	0.500 °
SD roll stabilization	:	0.000 °
SD pitch stabilization	:	0.000 °
SD heave compensation	:	0.000 m
SD sound velocity	:	0.050 m/s



DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_IPage 6 of 9

Gyro Compass

09_CFA_HDT

Interfacing

Type	:	Gyro Compass			
Driver	:	NMEA Compass (\$--HDT)			
Executable and Cmdlir	:	DrvGyroNMEA.exe 8			
Port	:	9			
Baud rate	:	115200	Data bits	:	8
Parity	:	None	Stop bits	:	1
Update rate	:	0.000 s	Latency	:	0.000 s

Acquired by : [Directly into QINSy] (No additional time tags)
Observation time from : N/A

Number of slots : 0

Connected Observations

09_CFA_HDT : Bearing (True)

Connected Nodes

AlfaTut CoG : AlfaTut



DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_MPage 7 of 9

Pitch Roll Heave Sensor

07_CFA_MRU

Interfacing

Type	:	Pitch Roll Heave Sensor			
Driver	:	TSS 320 R-P-H			
Executable and Cmdlir	:	DrvTSSNew.exe			
Port	:	7			
Baud rate	:	115200	Data bits	:	8
Parity	:	None	Stop bits	:	1
Update rate	:	0.000 s	Latency	:	0.000 s

Acquired by : [Directly into QINSy] (No additional time tags)
Observation time from : N/A

Number of slots : 0

System Parameters

07_CFA_MRU

Object	:	AlfaTut
Location on object (Lever arm)	:	MRU
PRH sensor reference number	:	1
Rotation convention pitch	:	Positive bow up
Rotation convention roll	:	Positive heeling to starboard
Angular variable measured	:	HPR (roll first)
Angular measurement units	:	Degrees
Sign convention heave	:	Positive upwards
Measurement units heave	:	Meters
Conversion factor to degrees decimal	:	1.00000000000000
Conversion factor to metres	:	1.00000000000000
Quality indicator type pitch and roll	:	No quality info recorded
Quality indicator type heave	:	No quality info recorded
Description of quality indicator type	:	
X (Stbd = Positive):	:	0.000 m
Y (Bow = Positive):	:	0.000 m
Z (Up = Positive):	:	0.440 m
A-priori SD	:	0.010 m
(C-O) pitch offset	:	0.000 °
(C-O) roll offset	:	0.000 °
(C-O) heave offset	:	0.000 m
Heave time delay	:	0.003 s
Heave filter length	:	20.000 s
SD roll and pitch	:	0.050 °
SD heave (fixed)	:	0.050 m
SD heave (variable)	:	5.000 %
SD roll offset	:	0.050 °
SD pitch offset	:	0.050 °
SD heave offset	:	0.050 m

Description of pitch, roll and heave system

07_CFA_MRU



DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_MPage 8 of 9

Position Navigation System

12_OMNISTAR_GGA

Interfacing

Type	: Position Navigation System		
Driver	: NMEA Position (GPGGA)		
Executable and Cmdlir	: DrvNMEA0183.exe MSL		
Port	: 12		
Baud rate	: 57600	Data bits	: 8
Parity	: None	Stop bits	: 1
Update rate	: 0.000 s	Latency	: 0.000 s

Acquired by : [Directly into QINSy] (No additional time tags)
Observation time from : N/A

Number of slots : 0

Satellite System Definition

Position datum : WGS84
Satellite system name : WGS84

Satellite Receiver Definition

Receiver number : 0
Receiver description : 12_OMNISTAR_GGA
Node identifier : RTK
Object location : AlfaTut
X (Stbd = Positive): : 0.550 m
Y (Bow = Positive): : -0.105 m
Z (Up = Positive): : 2.250 m
A-priori SD : 0.010 m

SD latitude : 0.500 m
SD longitude : 0.500 m
SD height : 1.000 m

Horizontal datum : WGS84
Vertical datum : WGS84 N/A
Height level : No Level Correction N/A
Height offset : 0.000 m

Connected Observations

Connected Nodes

Time Synchronization System

02_13_ZDA_PPS

Interfacing

Type	: Time Synchronization System		
Driver	: NMEA ZDA		
Executable and Cmdlir	: DrvPositionNMEA.exe		
Port	: 13		
Baud rate	: 57600	Data bits	: 8
Parity	: None	Stop bits	: 1
Update rate	: 0.000 s	Latency	: 0.000 s

Acquired by : [Directly into QINSy] (No additional time tags)
Observation time from : N/A

Number of slots : 0



DbSetup: \\192.168.1.251\lavori\2019\P1437-18_Carrara\DATABASE\RAW DATA\Qinsy\GEONAUTICS_MPage 9 of 9

PPS Pulse System

PPS Pulse System

Interfacing

Type	:	PPS Pulse System	
Driver	:	QPS PPS Adaptor	
Executable and Cmdlir	:	DrvPpsPulse.exe	
Port	:	2	
Baud rate	:	1200	Data bits : 8
Parity	:	None	Stop bits : 1
Update rate	:	0.000 s	Latency : 0.000 s

Acquired by : [Directly into QINSy] (No additional time tags)

Observation time from : N/A

Number of slots : 0

Output System

14_ZDA_MBES

Interfacing

Type	:	Output System	
Driver	:	NMEA	
Executable and Cmdlir	:	DrvOutMultiNMEAUI.exe	
Port	:	14	
Baud rate	:	9600	Data bits : 8
Parity	:	None	Stop bits : 1
Update rate	:	1.000 s	Latency : 0.000 s

Acquired by : [Directly into QINSy] (No additional time tags)

Observation time from : N/A

Number of slots : 0

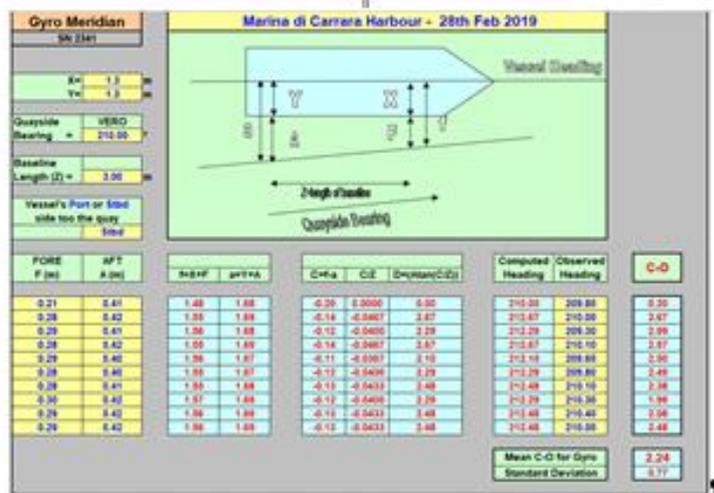


Calibrazione Girobussola

		Gyrocompass - Misalignment calibration form	
Project	P1437-18_Carrara	Report-No.	1
		Date	28/02/2019
Description	Survey-Service	Page	1 of 1
		Attachments	NONE
Client	Proger Spa		
Vessel	Alfabeto		
Working-Area	Porto di Marina di Carrara	Geonautics-Project-No.	P1437
Ops-Mode	Survey-12-hrs		
Distribution	analino@geonautics-srl.com;		

Gyrocompass calibrated			
Model	Meridian Gyro		
Serial number	2341		
Location (where calibrated)	Survey room		
Reference heading	210.0	Port	Starboard X
Calibration file record reference	Gyro-Cal-meridian-2341_28032019.xls		

Calibration Result			
Mean HDG	209.94	Transitory duration (minutes)	10
		Calibration duration (hours)	1
Offset to be applied (according true direction)	2.24		



Comments: Gyro Meridian calibration made with the misalignment method in Porto Ferrando Harbour. The quayside bearing is corrected by the sea wall that the Neptune-1 is moored to.

Geonautics	Alfonso R. Analino	Date	Contractor-Witness
Name & Signature		28/03/2019	Name & Signature



Profili SVP

SV Profile Id: 3

Date Time (UTC): 2019-Feb-28 13:58:52

Latitude: 44;01;22N

Longitude: 10;02;26E

Depth, Velocity, Temperature, Salinity, Conductivity, Density, Pressure

0.00,	1506.74,	15.53,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.00,	1506.70,	14.48,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.00,	1506.69,	14.51,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.01,	1506.71,	14.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.01,	1506.71,	14.66,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.02,	1506.78,	15.49,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.04,	1506.69,	14.45,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.05,	1506.68,	14.80,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.07,	1506.69,	14.99,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.08,	1506.72,	15.37,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.08,	1506.69,	15.20,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.11,	1506.67,	14.43,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.13,	1506.66,	14.39,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.15,	1506.66,	14.35,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.19,	1506.66,	14.30,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.25,	1506.63,	14.27,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.27,	1506.63,	14.24,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.27,	1506.65,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.28,	1506.64,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.28,	1506.68,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.28,	1506.62,	14.21,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.29,	1506.62,	14.19,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.29,	1506.63,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.30,	1506.67,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.30,	1506.63,	14.18,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.31,	1506.67,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.34,	1506.62,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.35,	1506.62,	14.16,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.36,	1506.66,	14.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.38,	1506.61,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.39,	1506.63,	14.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.40,	1506.62,	14.15,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.40,	1506.62,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.40,	1506.63,	14.14,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.41,	1506.62,	14.15,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.41,	1506.62,	14.14,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.41,	1506.62,	14.15,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.45,	1506.62,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.50,	1506.61,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.54,	1506.61,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00



0.56,	1506.61,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.56,	1506.62,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.56,	1506.61,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.57,	1506.61,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.59,	1506.61,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.63,	1506.60,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.64,	1506.61,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.66,	1506.61,	14.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.67,	1506.61,	14.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.68,	1506.61,	14.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.71,	1506.61,	14.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.76,	1506.61,	14.14,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.80,	1506.61,	14.14,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.83,	1506.61,	14.15,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.90,	1506.61,	14.15,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
0.96,	1506.61,	14.15,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.04,	1506.61,	14.15,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.11,	1506.61,	14.14,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.14,	1506.63,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.14,	1506.62,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.15,	1506.62,	14.14,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.15,	1506.62,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.15,	1506.62,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.15,	1506.61,	14.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.16,	1506.61,	14.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.16,	1506.61,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.17,	1506.62,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.17,	1506.62,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.18,	1506.62,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.25,	1506.62,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.30,	1506.62,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.33,	1506.63,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.36,	1506.65,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.39,	1506.65,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.48,	1506.65,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.53,	1506.65,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.62,	1506.66,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.65,	1506.65,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.68,	1506.66,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.75,	1506.70,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.78,	1506.74,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.86,	1506.76,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.89,	1506.79,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.95,	1506.83,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.96,	1506.86,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
1.99,	1506.90,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.02,	1506.89,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00



2.05,	1506.88,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.06,	1506.90,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.11,	1506.91,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.17,	1506.93,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.27,	1506.93,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.34,	1506.96,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.43,	1506.99,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.53,	1507.02,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.60,	1507.05,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.62,	1507.12,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.72,	1507.15,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.76,	1507.17,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.80,	1507.19,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.80,	1507.21,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.81,	1507.22,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.81,	1507.20,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.81,	1507.19,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.82,	1507.20,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.82,	1507.22,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.88,	1507.22,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
2.93,	1507.28,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.02,	1507.35,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.08,	1507.44,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.16,	1507.44,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.21,	1507.37,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.26,	1507.32,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.29,	1507.32,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.32,	1507.30,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.37,	1507.31,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.40,	1507.25,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.41,	1507.23,	14.12,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.43,	1507.23,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.43,	1507.24,	14.11,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.44,	1507.25,	14.10,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.49,	1507.21,	14.09,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.58,	1507.15,	14.09,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.63,	1507.07,	14.08,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.74,	1506.87,	14.07,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.84,	1506.81,	14.06,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
3.95,	1506.58,	14.04,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.03,	1506.31,	14.02,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.11,	1506.22,	13.99,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.12,	1505.98,	13.89,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.12,	1505.94,	13.86,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.12,	1505.98,	13.96,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.13,	1505.95,	13.92,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.13,	1505.88,	13.84,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00



4.14,	1505.85,	13.77,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.14,	1505.90,	13.79,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.14,	1505.87,	13.81,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.16,	1505.83,	13.75,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.23,	1505.83,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.30,	1505.81,	13.73,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.41,	1505.80,	13.72,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.48,	1505.74,	13.71,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.59,	1505.72,	13.70,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.62,	1505.73,	13.69,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.65,	1505.73,	13.67,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.69,	1505.73,	13.66,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.75,	1505.75,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.75,	1505.74,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.76,	1505.74,	13.62,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.77,	1505.79,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.78,	1505.75,	13.63,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.78,	1505.75,	13.65,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.82,	1505.78,	13.64,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.82,	1505.76,	13.63,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.86,	1505.82,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
4.93,	1505.83,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.02,	1505.83,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.09,	1505.82,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.24,	1505.81,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.32,	1505.80,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.45,	1505.77,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.48,	1505.76,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.55,	1505.75,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.56,	1505.74,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.56,	1505.74,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.58,	1505.74,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.62,	1505.74,	13.58,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.64,	1505.73,	13.58,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.65,	1505.73,	13.58,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.67,	1505.73,	13.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.76,	1505.72,	13.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.80,	1505.71,	13.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.88,	1505.70,	13.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
5.92,	1505.70,	13.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.01,	1505.70,	13.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.15,	1505.70,	13.56,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.22,	1505.71,	13.56,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.30,	1505.71,	13.56,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.38,	1505.71,	13.56,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.45,	1505.71,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.55,	1505.71,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00



6.60,	1505.70,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.67,	1505.70,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.69,	1505.69,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.72,	1505.69,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.80,	1505.69,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.84,	1505.69,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
6.94,	1505.69,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.01,	1505.70,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.11,	1505.70,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.19,	1505.71,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.29,	1505.72,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.38,	1505.77,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.50,	1505.80,	13.54,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.60,	1505.85,	13.54,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.70,	1505.85,	13.54,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.76,	1505.86,	13.54,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.87,	1505.91,	13.54,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
7.95,	1505.95,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.07,	1505.96,	13.55,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.12,	1505.97,	13.56,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.16,	1505.98,	13.56,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.20,	1505.98,	13.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.22,	1505.99,	13.57,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.22,	1505.99,	13.58,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.24,	1505.99,	13.58,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.30,	1505.99,	13.58,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.35,	1505.99,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.42,	1505.99,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.52,	1505.99,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.57,	1506.00,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.69,	1506.00,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.74,	1506.01,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.86,	1506.01,	13.59,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
8.91,	1506.01,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.00,	1506.03,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.10,	1506.04,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.19,	1506.06,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.30,	1506.07,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.39,	1506.08,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.45,	1506.08,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.50,	1506.09,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.50,	1506.09,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.51,	1506.09,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.53,	1506.09,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.63,	1506.09,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.69,	1506.09,	13.60,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.75,	1506.10,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00



9.81,	1506.10,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.85,	1506.10,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
9.98,	1506.12,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.04,	1506.13,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.14,	1506.13,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.15,	1506.14,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.16,	1506.16,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.17,	1506.17,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.20,	1506.18,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.26,	1506.21,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.28,	1506.26,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.34,	1506.30,	13.61,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.38,	1506.38,	13.62,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.49,	1506.45,	13.62,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.56,	1506.50,	13.62,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.66,	1506.53,	13.63,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.70,	1506.55,	13.63,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.77,	1506.57,	13.65,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.84,	1506.58,	13.66,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.84,	1506.56,	13.70,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.85,	1506.59,	13.70,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.86,	1506.55,	13.70,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.87,	1506.59,	13.70,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.88,	1506.57,	13.67,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.93,	1506.58,	13.70,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.94,	1506.58,	13.68,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.94,	1506.59,	13.70,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.96,	1506.59,	13.69,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
10.97,	1506.59,	13.70,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.09,	1506.60,	13.71,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.16,	1506.61,	13.71,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.25,	1506.62,	13.72,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.34,	1506.63,	13.72,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.43,	1506.64,	13.72,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.44,	1506.67,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.44,	1506.67,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.44,	1506.68,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.44,	1506.66,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.44,	1506.66,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.46,	1506.68,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.48,	1506.66,	13.72,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.48,	1506.66,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.49,	1506.67,	13.73,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.50,	1506.68,	13.73,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.51,	1506.68,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.53,	1506.67,	13.73,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.55,	1506.68,	13.73,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00



11.55,	1506.68,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.56,	1506.68,	13.73,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.61,	1506.68,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.67,	1506.68,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.68,	1506.68,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.69,	1506.69,	13.74,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.70,	1506.69,	13.75,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.71,	1506.70,	13.75,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.72,	1506.70,	13.75,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.74,	1506.70,	13.75,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.76,	1506.70,	13.75,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.77,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.78,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.82,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.89,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.92,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
11.96,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.00,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.04,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.05,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.08,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.10,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.12,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.12,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.14,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.14,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.15,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.16,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.16,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.17,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.17,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.18,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.18,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.18,	1506.70,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.18,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.18,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.19,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.21,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.25,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.26,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.26,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.26,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.27,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.27,	1506.71,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.28,	1506.72,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.28,	1506.72,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00
12.29,	1506.72,	13.76,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00

12.29, 1506.72, 13.76, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00



Figura 29 – Marina di Carrara (MS): Andamento della velocità del suono lungo la colonna d'acqua.

ALLEGATO III – MONOGRAFIA DEI CAPISALDI

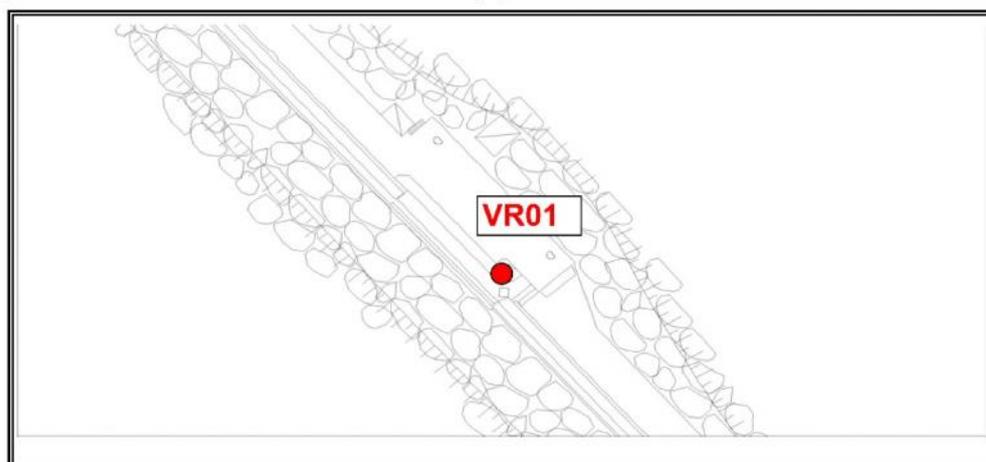
AUTORITA' PORTUALE MARINA DI CARRARA	FEBBRAIO 2005
---	----------------------

APPOGGIO FOTOGRAFICO	VR01
-----------------------------	-------------

DESCRIZIONE

CENTRINO SULLA DIGA FORANEA AL CENTRO DEL BASAMENTO DEL VECCHIO FANALE.

COORDINATE WGS84	
WGS84 LAT	44°01'41.2230"
WGS84 LON	10°02'24.1486"
UTM WGS84 NORD (F.32)	4875521.552
UTM WGS84 EST (F.32)	583345.159
QUOTA Ellissoidica	51.864
COORDINATE GAUSS BOAGA	
NORD (F.32)	4875538.599
EST (F.32)	1583373.182
COORDINATE ROMA 1940	
LAT	44° 1' 38.8713'
LON	-2° 24' 43.2067"
QTUOTA s.l.m.	6.340



A.T.I.

GEOSIGMA s.r.l. - RILMAR s.n.c.

AUTORITA' PORTUALE MARINA DI CARRARA **FEBBRAIO 2005**

APPOGGIO FOTOGRAFICO

VR02

DESCRIZIONE

BORCHIA INFISSA SULLA SECONDA PIAZZOLA LUNGO LA DIGA FORANEA.

COORDINATE WGS84

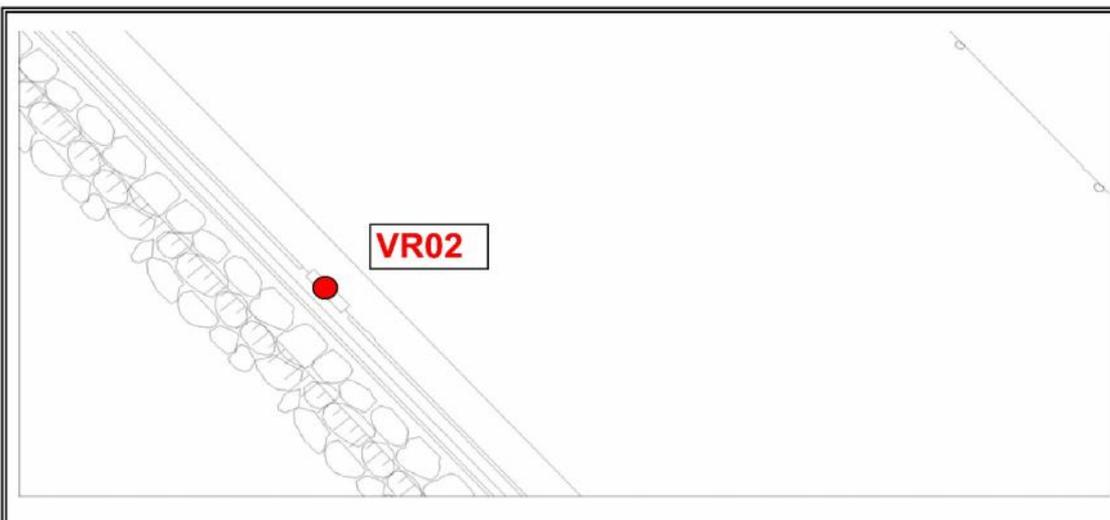
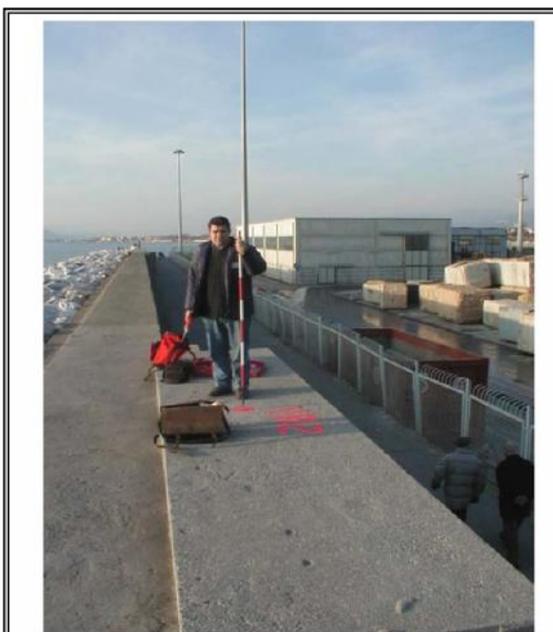
WGS84 LAT	44°01'54.0929"
WGS84 LON	10°02'08.5069"
UTM WGS84 NORD (F.32)	4875914.237
UTM WGS84 EST (F.32)	582991.982
QUOTA Ellissoidica	52.120

COORDINATE GAUSS BOAGA

NORD (F.32)	4875931.297
EST (F.32)	1583019.996

COORDINATE ROMA 1940

LAT	44° 1' 51.7412"
LON	-2° 24' 58.8479"
QTUOTA s.l.m.	6.595



A.T.I.

GEOSIGMA s.r.l. - RILMAR s.n.c.