

# REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'  
DIPARTIMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DELLA MOBILITA' E DEI TRASPORTI

## ISOLA DI SALINA (MESSINA)

### COMUNE DI MALFA

LAVORI DI RIQUALIFICA E DI ADEGUAMENTO  
DELLE OPERE FORANEE, DELLE BANCHINE, DELLO SCALO DI  
ALAGGIO E DEI FONDALI DELL' APPRODO DI SCALO GALERA

Progetto Definitivo:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi Ufficio del Genio Civile di Messina in data 21.07.2004

Progetto Esecutivo 1° stralcio funzionale:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 20.12.2006 dell'importo complessivo di € 4.800.000,00

Progetto Esecutivo 1° stralcio di completamento:

A seguito di rescissione contrattuale ed approvazione Perizia di riparazione danni di forza maggiore di variante in diminuzione in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 07 marzo-26 marzo 2013 dell'importo complessivo di € 1.612.247,45

Progetto Esecutivo stralcio di completamento:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 19.07.2017 dell'importo complessivo di € 13.700.000,00



## PROGETTO ESECUTIVO DI RIUNIONE ED AGGIORNAMENTO DEI LAVORI DEL 1° STRALCIO E DI QUELLO DI COMPLETAMENTO

REV.	DATA	EMISSIONE	RED.	VER.	APPR.
0	270619	PRIMA EMISSIONE	F.D'ADDELFIO	F.GIORDANO	F.GIORDANO
1					
2					
CODICE PROGETTO 1 9 0 1		ELABORATO: All. 1.7	REV. A	SCALA:	-

Studio dell'ecosistema marino

(Dott. Biologo F. D'Addelfio)

**DINAMICA s.r.l.**  
PROGETTO VERIFICATO

IL R.U.P.:

Geom. Arturo Ciampi

4° Settore Tecnico Lavori Pubblici



IL SUPPORTO ESTERNO AL R.U.P.:

Ing. Salvatore Perillo

IL PROGETTISTA:

Ing. Francesco Giordano

ingfrancescogiordano@gmail.com

COLLABORAZIONE:

Sigma Ingegneria S.r.l.

sigmaingsrl@gmail.com

IL SINDACO:

Dott.ssa Clara Rametta

Regione Siciliana  
 Assessorato delle Infrastrutture e della Mobilità  
 Dipartimento Regionale Tecnico  
**COMMISSIONE REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI**  
 Legge regionale 12 luglio 2011, n. 12 art.5, comma 12  
 Copia conforme all'elaborato esaminato nelle sedute  
 del 04 Dicembre 2019 e 17 Dicembre 2019

Parere n° 128  
 Il Relatore: Ing. Antonino Platania  
 (Ing. Capo Ufficio del Genio Civile di Messina)



REGIONE SICILIANA  
 UFFICIO DEL GENIO CIVILE - MESSINA  
 Visto: Si esprime parere favorevole in linea tecnica  
 ai sensi dell'art 12 del R. C. N. e con riferimento alla  
 nota di pari data e numero di protocollo.



UFFICIO DEL GENIO CIVILE

...progetta  
 ...sismica,  
 ...subordi-  
 ...dell'Art 12



ING. ANTONINO PLATANIA

# Sommario

1.1 INTRODUZIONE .....	2
1.2 PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO .....	3
2.1 RILIEVO MORFO-BATIMETRICO .....	4
2.2 ELABORAZIONE DEI DATI MORFO-BATIMETRICI .....	8
3.1 RILIEVO MORFOLOGICO .....	8
3.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL RILIEVO .....	10
3.3 ELABORAZIONE DEI DATI MORFOLOGICI .....	11
4 CONCLUSIONE .....	12
ALLEGATO 1: CARTA DELLE BIOCENOSI MARINE .....	17
ALLEGATO A: SCHEDA TECNICA MULTIBEAM NORBIT iWBMS <sub>e</sub> .....	18
ALLEGATO B: SCHEDA TECNICA SIDE SCAN SONAR .....	20
ALLEGATO C: SISTEMA GNSS DI POSIZIONAMENTO TRIMBLE R8s .....	22

## 1.1 INTRODUZIONE

L'arcipelago delle Eolie, situato a circa 90 km dalla costa della Sicilia nordorientale, e ricadente nella provincia di Messina, è costituito da sette isole di origine vulcanica: Lipari, Vulcano, Salina, Stromboli, Filicudi, Alicudi e Panarea (**Fig. 1**).



**Figura 1: Arcipelago eoliano a largo della Sicilia orientale**

Da un punto di vista amministrativo l'arcipelago eoliano appartiene alla provincia di Messina, ed è suddiviso in quattro comuni: Lipari, Santa Marina Salina, Leni e Malfa.

Il territorio del comune di Lipari si estende su sei delle sette isole dell'arcipelago (Lipari, Alicudi, Filicudi, Vulcano, Panarea e Stromboli) mentre, l'isola di Salina (**Fig. 2**), che si trova a nord-ovest di Lipari, ed è la seconda isola per estensione nell'arcipelago eoliano (2.600 ha), è suddivisa amministrativamente in tre comuni: Santa Marina Salina, Leni e Malfa.

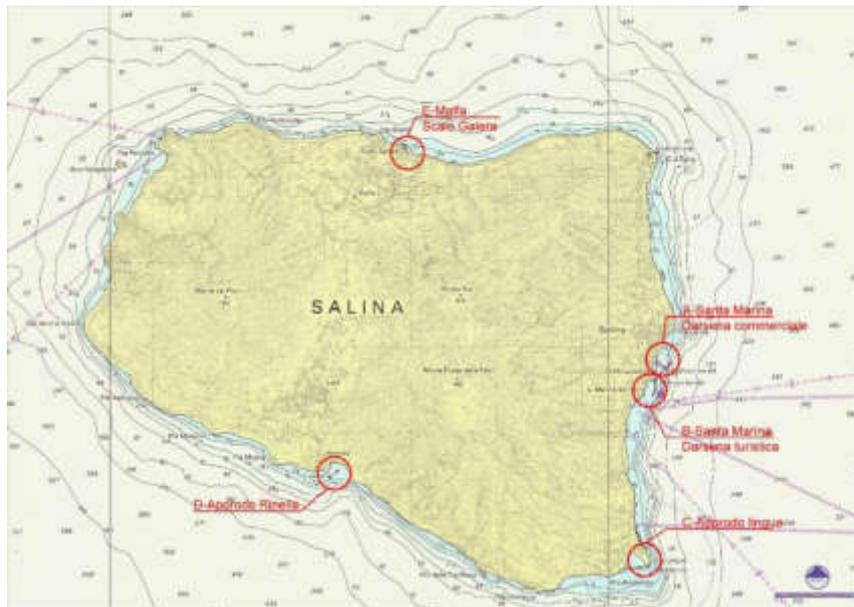


**Figura 2: Isola di Salina**

## 1.2 PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Le opere previste nel progetto esecutivo sono localizzate a Nord dell'Isola di Salina all'interno del territorio comunale di Malfa.

Il progetto prevede la riqualifica e l'adeguamento dell'approdo di Scalo Galera, una delle infrastrutture marittime presenti sull'isola, nonché l'unica presente nel Comune di Malfa (**Fig. 3**)



**Figura 3: infrastrutture marittime presenti nell'Isola di Salina**

Per la caratterizzazione dei fondali antistanti l'approdo di Scalo Galera e dell'area che interesserà l'opera foranea in progetto, sono state eseguite delle indagini morfo-batimetriche e morfologiche.

Tali indagini hanno permesso, non solo di verificare lo stato di fatto dei fondali interessati dalle opere in progetto, ma sono stati eseguiti al fine di mappare la prateria della fanerogama marina *Posidonia oceanica* nel tratto di mare indagato, per evidenziare e rilevare il limite superiore della prateria stessa, nell'area indagata.

Per le indagini morfo-batimetriche è stato utilizzato un ecoscandaglio multifascio (Multibeam Echosounder - MBES), mentre per le indagini morfologiche un sonar a scansione laterale (Side Scan Sonar), inoltre, contestualmente a tali indagini sono state anche scattate delle fotografie subacquee nello specchio acqueo all'interno dell'approdo di Scalo Galera.

Di seguito sono descritte le attrezzature e le metodologie utilizzate per l'espletamento dell'indagine che ha interessato l'area in oggetto.

## 2.1 RILIEVO MORFO-BATIMETRICO

Il rilievo morfo-batimetrico è stato eseguito nello specchio acqueo antistante l'approdo di Scalo Galera nel territorio comunale di Malfa nell'isola di Salina (**Fig. 4**).



**Figura 4: Area oggetto dell'indagine**

Per eseguire il rilievo morfo-batimetrico è stato utilizzato un ecoscandaglio multifascio (Multibeam Echosounder – MBES) adatto per indagini a bassa profondità e caratterizzato da un'accuratezza che rispecchia gli standard del "*Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici*" pubblicato nel 2016 dall'Istituto Idrografico della Marina Militare e redatto sulla base della 5° edizione della IHO S-44 "Standards for Hydrographic Surveys".

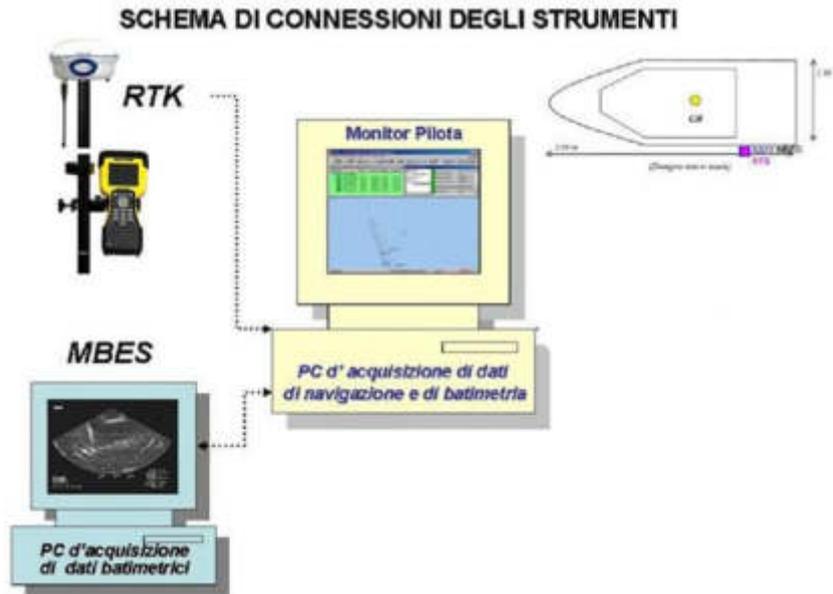
Tale strumentazione sfruttando la tecnologia sonar mappa in modo dettagliato i fondali, per questo motivo viene impiegata per eseguire questo tipo di indagini. Per le caratteristiche e la tecnologia utilizzata, tale strumentazione risulta essere la migliore in quanto permette risoluzioni centimetriche dei fondali indagati.

Le caratteristiche tecniche del Multibeam Norbit iWBMS<sub>e</sub> che è stato utilizzato per eseguire l'indagine sono riportate nell'**Allegato A**. Per l'espletamento dell'indagine morfo-batimetrica durante la campagna è stata utilizzata la strumentazione di seguito elencata:

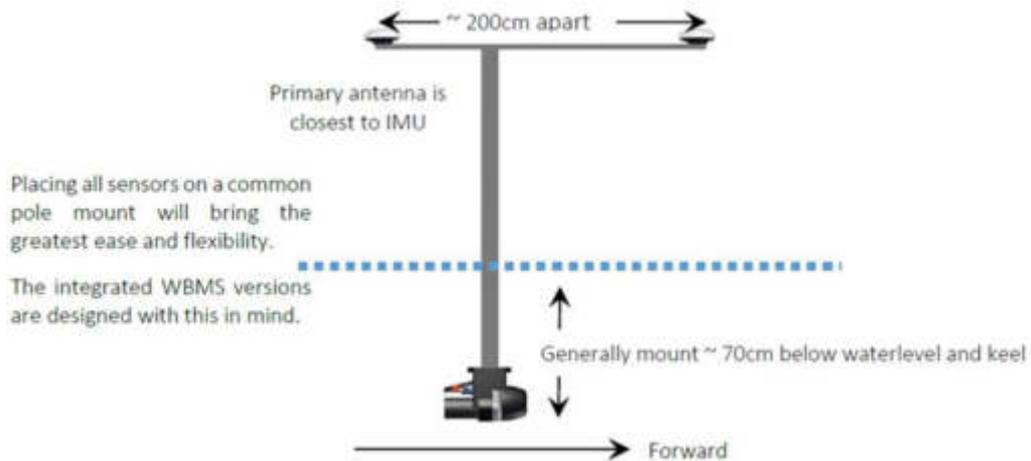
- Sistema Multibeam NORBIT iWBMS<sub>e</sub>, operante alla frequenza di 400 kHz fino a 700 kHz;
- Sistema di Navigazione Inerziale Applanix SurfMaster con girobussola e sensore di moto tridimensionale (IMU) integrati;
- Sistema di posizionamento e orientamento GNSS RTK (Real Time Kinematic) con doppia antenna Trimble;

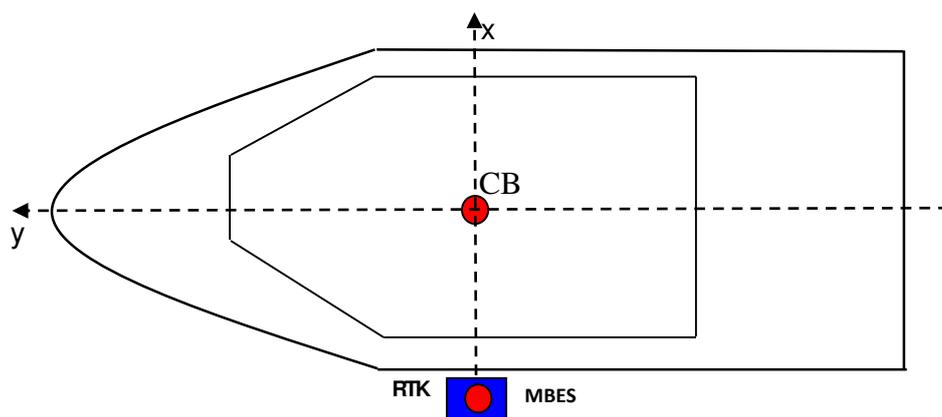
- Software per la navigazione e per l'acquisizione di dati batimetrici Teledyne PDS 2000.

Nelle **Figg. 5 e 6** sono rappresentati: lo schema generale delle interfacce degli strumenti utilizzati e la pianta d'installazione della strumentazione a bordo del natante utilizzato.



**Figura 5: Schema di connessioni degli strumenti**





**Figura 6: Posizione degli strumenti a bordo dell'imbarcazione utilizzata per i rilievi di MBES**

La georeferenziazione dei dati è stata eseguita avvalendosi della tecnologia GPS con l'utilizzo, per il posizionamento planimetrico, della modalità RTK (Real Time Kinematic), mediante acquisizione dei dati integrati con la strumentazione a bordo.

Mediante tale tecnica RTK il calcolo delle coordinate avviene in tempo reale, mentre si esegue il rilievo, con le caratteristiche di seguito elencate:

- Un errore di posizionamento medio di 2 cm;
- Dati con RTK/OTF in tempo reale;
- Fino a 10 posizioni acquisite ad ogni Hz;
- Latenza fino a 20 ms circa.

Il ricevitore GPS RTK a bordo dell'imbarcazione viene interfacciato con il software di navigazione ed elaborazione PDS 2000 in questo modo tutto il rilievo viene georeferenziato durante l'acquisizione, secondo il sistema di riferimento WGS84 UTM 33 N e le quote riferite s.l.m.m.

Lo schema riassuntivo dei parametri geodetici adoperati è rappresentato di seguito nella **Tabella 1**.

Datum	WGS84
Proiezione	UTM 33 N
Meridiano Centrale	15°00.000' Est
Falso Est	500000
Fattore di scala	0.9996

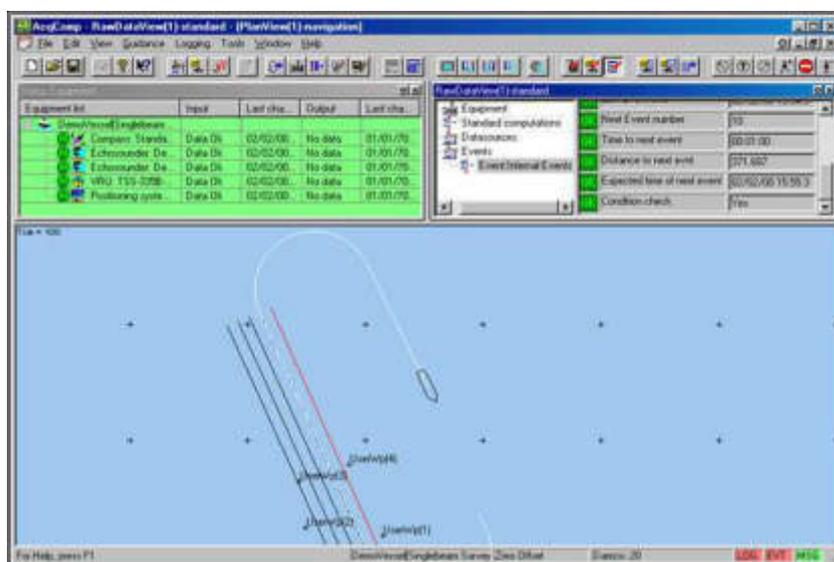
**Tabella 1: Dati geodetici utilizzati per la georeferenziazione dei dati**

Il sistema Multibeam Norbit iWBMSe permette di raccogliere informazioni sulle batimetrie e sulle opere sommerse di dettaglio attraverso l'emissione di un fascio di impulsi ultrasonori. Il suddetto sistema può essere descritto come un sonar acustico che rileva le distanze (noti il tempo di ritorno e la velocità del suono in acqua) tra la sorgente e il fondale o qualsiasi altro bersaglio presente sopra il fondale stesso. Il sistema si basa su un trasduttore composto da una serie di ricevitori che rilevano l'eco di ritorno del suono emesso dal trasmettitore dopo che è stato riflesso dal fondale.

Preliminarmente alle fasi di acquisizione, dopo aver montato a bordo del natante lo strumento, si esegue un check di funzionamento, e successivamente viene condotta la fase di calibrazione dello strumento stesso. La calibrazione dello strumento viene svolta eseguendo con il natante delle manovre specifiche che permettono al processore di calcolare gli offset necessari al fine di aumentare la precisione dello strumento ed abbassare l'errore strumentale.

Durante la fase di acquisizione è stata usata una sonda di velocità che registra la velocità del suono nella colonna d'acqua, che varia in relazione alle variazioni di densità che dipende da temperatura e salinità.

Tutti i dati raccolti vengono registrati durante la fase di acquisizione (**Fig. 7**) e gestiti da un unico software, il Teledyne PDS 2000, che genera un singolo data file il quale successivamente viene sottoposto all'elaborazioni successive.



**Figura 7: Esempio di schermata in fase di acquisizione del PDS 2000**

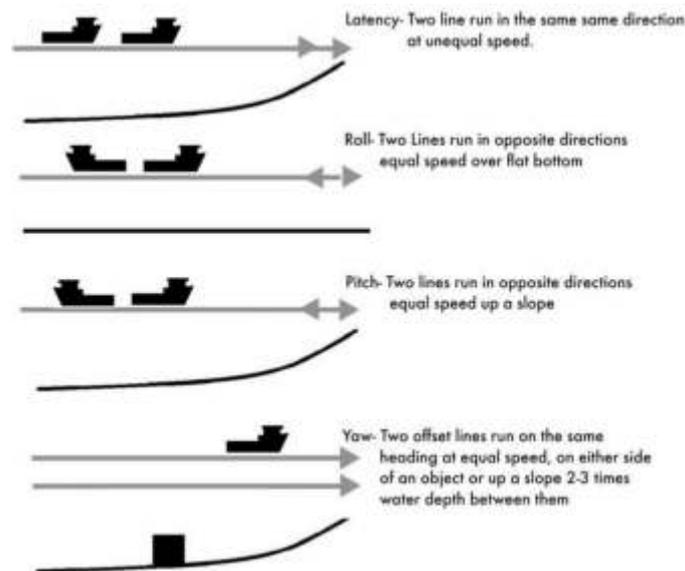
Il programma PDS 2000 è un software idrografico specialistico che in un singolo pacchetto contiene tutte le funzioni per eseguire i rilievi idrografici quali: programmazione e progettazione del rilievo, navigazione ed acquisizione dati Multibeam Echosounder, rilievo delle geometrie, filtraggio ed elaborazione dati, presentazione 3D e plot dei dati, interfaccia con altre piattaforme software.

In generale, per l'acquisizione, l'elaborazione e la restituzione dei dati batimetrici e di dettaglio sono stati utilizzati i seguenti software:

- Teledyne PDS 2000;
- Surfer, Golden Software.

## 2.2 ELABORAZIONE DEI DATI MORFO-BATIMETRICI

Il processing dei dati MBES avviene inizialmente controllando le strisciate di calibrazione. Le strisciate di calibrazione (**Fig. 8**) definite come Patch test, eseguite durante il survey, servono principalmente per calcolare quanti gradi di roll (rollio), pitch (beccheggio) e yaw (imbardata) devono essere applicati per correggere i piccoli disallineamenti che eventualmente possono verificarsi tra le singole strisciate.



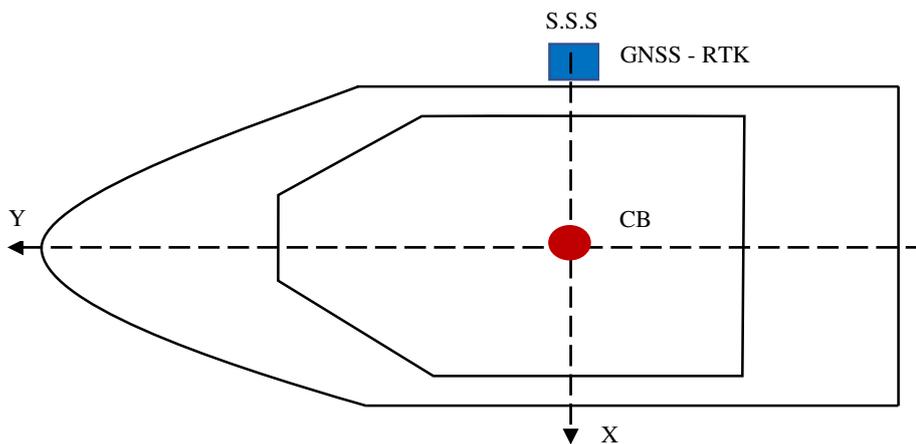
**Figura 8: Strisciate di calibrazione**

Si prosegue con l'*editing* dei dati e con l'applicazione dei filtri se necessario, la correzione delle singole strisciate da eventuali "spike", cioè singoli beam o impulsi non corretti.

Una volta finita la fase di *editing* è possibile creare tramite il Grid Model un modello DTM (Digital Model Terrain) che rappresenta una superficie raster in cui ogni cella, di dimensione 0.1 x 0.1 cm, è caratterizzata dai valori di coordinate piane del fuso di appartenenza e un valore di profondità.

## 3.1 RILIEVO MORFOLOGICO

Il rilievo morfologico permette di realizzare delle cartografie biocenotiche di dettaglio dei fondali indagati. Per eseguire questo tipo di rilievo si utilizza un Side Scan Sonar, che è un particolare strumento acustico composto da un dispositivo sonar costituito da un trasmettitore ed un trasduttore. Tale dispositivo, definito come towfish, viene trainato da un natante sul quale sono posizionati un processore, un pc ed un'antenna GNSS per georeferenziare i dati raccolti (**Fig. 9**).



**Figura 9: Schema di posizionamento della strumentazione Side Scan Sonar a bordo del natante**

Il natante segue delle rotte preimpostate rettilinee e parallele tra di loro mentre il trasmettitore emette dei segnali acustici che viaggiano lungo la colonna d'acqua. Le onde acustiche di elevata frequenza emesse su due fasci laterali formano insieme un ventaglio di onde molto ampio nel piano trasversale della rotta. Gli impulsi ad alta frequenza che si propagano nell'acqua arrivando sul fondale generano onde riflesse e difratte che, di conseguenza, saranno ricevute dai trasduttori. In base all'intensità del backscatter che il trasduttore riceve si ottiene un'immagine sonar (sonogramma) composta da una quantità di micro-punti rappresentati in toni di grigio o di colori. Dall'intensità del backscatter, e quindi dal tipo di risposta del segnale, è possibile anche determinare la morfologia e la rugosità del sedimento. Un alto backscatter corrisponde ad un tratto di fondale più omogeneo e pianeggiante e risulterà in un'immagine chiara, al contrario un basso backscatter si avrà in presenza di morfologie che sporgono dal fondale (ad esempio rocce, praterie di fanerogame marine o altri oggetti) e di conseguenza l'immagine risulterà più scura, mentre le zone "d'ombra" saranno visualizzate in nero. Le zone "d'ombra" sono causate dagli ostacoli che il segnale acustico trova e quindi delle morfologie rilevate rispetto al fondale circostante. L'ombra aumenta con l'altezza del rilievo e la distanza dal trasduttore.

Per eseguire il rilievo morfologico è stato utilizzato un Side Scan Sonar Edgetech 4125 le cui caratteristiche sono riportate nell'**Allegato B**.

Il Side Scan Sonar Edgetech 4125 per le sue caratteristiche tecniche è utilizzato molto per indagini di questo tipo, infatti lavorando a frequenze di 400/900 kHz permette di avere risoluzioni elevate quando si lavora a basse profondità.

La suddetta strumentazione si compone di (**Fig. 10**):

- Un dispositivo sonar (towfish) all'interno del quale si trovano i trasduttori e la parte elettronica necessaria per trasmettere e ricevere i segnali acustici;
- Un PC dove è installato un software per l'acquisizione Discover – Edgetech;
- Un processore Edgetech 4125 Topside portatile;
- Un cavo di traino di 50 m;



**Figura 10: Elementi che compongono la strumentazione Side Scan Sonar**

### 3.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL RILIEVO

Per l'elaborazione dei dati e quindi successivamente per la restituzione di un mosaico di immagini, vengono registrati i dati seguendo delle rotte lineari parallele tra loro. In particolare, per il survey in oggetto le rotte di navigazione sono state eseguite parallelamente alla linea di costa e lungo il tratto dello specchio acqueo davanti l'approdo di Scalo Galera.

Per ogni immagine vengono registrati i dati sia in alta sia in bassa frequenza, e ogni file immagine (sonogramma) è georeferenziato in quanto vi sono contenute tutte le informazioni di posizionamento sottoforma di stringhe NMEA come GGA, VTG ecc... che vengono registrate dal sistema GNSS Trimble R8s (**Allegato C**) collegato tramite un cavo direttamente al PC di acquisizione.

L'immagine tipica di un tracciato Side Scan Sonar è costituita nella parte centrale da una zona non rilevata (*slant-range*) dal trasduttore. Mettendo insieme i dati raccolti ed elaborando i sonogrammi è possibile mettere insieme un mosaico di immagini che andranno a costituire un'unica immagine in alta qualità georeferenziata.

### 3.3 ELABORAZIONE DEI DATI MORFOLOGICI

I dati acquisiti con il Side Scan Sonar sono stati successivamente elaborati (**Fig. 11**) con l'ausilio di software specifici. Le principali fasi di elaborazione sono qui di seguito riportate:

- Caricamento dei file in formato JSF;
- Filtraggio dei dati in caso di salti di navigazione;
- *Editing* dei dati del Side Scan Sonar;
- Correzione di *slant-range*;
- Produzione delle immagini acustiche georeferenziate;
- Esportazione del mosaico di immagini per l'interpretazione e restituzione cartografica.



Figura 11: Elaborazione dati Side Scan Sonar

## 4 CONCLUSIONE

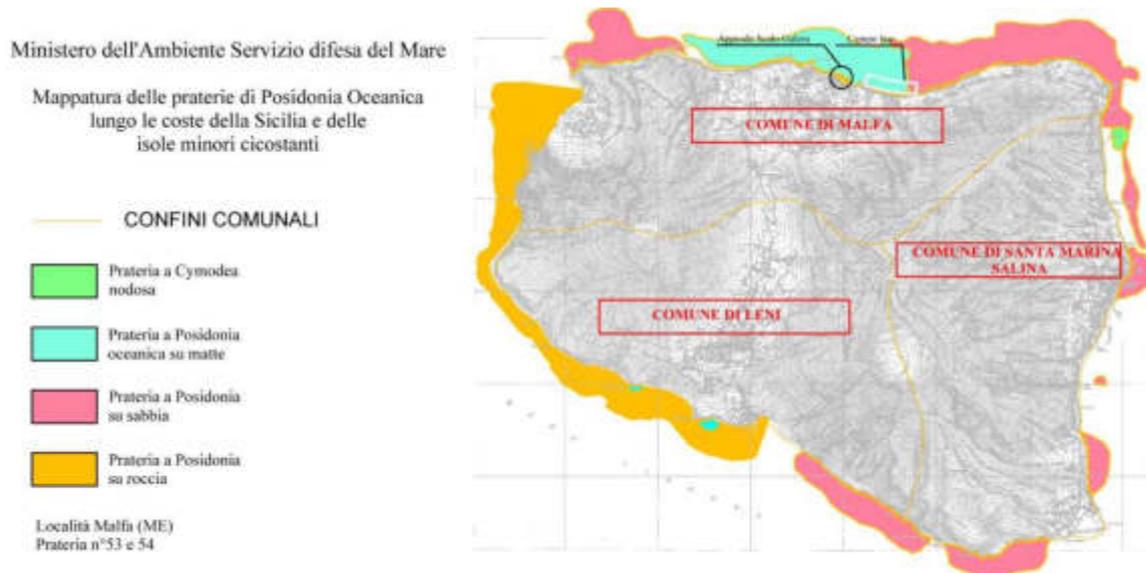
La caratterizzazione dei fondali è un'attività che viene svolta al fine di produrre delle mappe delle biocenosi, unità biotica fondamentale dell'ecosistema, dove vengono riportate le popolazioni di specie presenti nei fondali dei tratti di mare indagati.

Eeguire rilievi morfo-batimetrici e morfologici è di fondamentale importanza quando devono essere realizzate delle opere a mare, soprattutto perché si va a verificare se l'impronta delle opere in progetto interferisce sulle biocenosi presenti nei tratti di costa indagati. Particolare importanza e attenzione è rivolta soprattutto alle biocenosi con alto valore ecologico come per esempio le praterie di *Posidonia oceanica*, fanerogama marina endemica del Mar Mediterraneo, nonché comunità climax, ossia che rappresenta il livello massimo che un ecosistema può raggiungere in termini di complessità e sviluppo.

Nell'Unione europea (UE), le fanerogame marine sono state riconosciute nella Direttiva Quadro sulle Acque (WFD, Direttiva 2000/60/CE) come ecosistemi costieri chiave. Inoltre, sono state identificate come bioindicatori ed Elementi di Qualità Biologica (BQE). *P. oceanica* è inserita nella Lista Rossa delle specie marine minacciate del Mar Mediterraneo e le praterie che forma sono definite come habitat "prioritari" nell'allegato I della Direttiva "Habitat" CE 92/43/CEE sulla Conservazione degli habitat naturali e della fauna e della flora selvatica.

Le indagini che si svolgono per mappare queste comunità sottomarine e l'utilizzo di particolari strumenti acustici come ad esempio il Side Scan Sonar ed il Multibeam risultano necessari in virtù delle loro caratteristiche, perché permettono di produrre e realizzare cartografie biocenotiche e caratterizzare i paesaggi sottomarini.

Nell'isola di Salina è presente lungo la costa una prateria di *Posidonia oceanica* che ha una distribuzione differente a seconda del versante considerato. Studi eseguiti nel corso degli anni hanno permesso di mappare la prateria lungo la costa dell'isola, evidenziando come a sud la distribuzione sia continua mentre a nord si osservano ampie chiazze. In generale, è stato osservato come la pianta ricopra più del 40 % dell'area di mare che va dalla linea di costa alla batimetrica di - 50 m e si impianta su *matte* o su roccia (**Fig. 12**).



**Figura 12: Distribuzione della *Posidonia oceanica* nell'Isola di Salina**

I fondali dell'Isola sono costituiti da substrati duri di natura lavica in prossimità della costa, mentre, oltre l'isobata di -14/-15 m i fondali sono costituiti da substrati molli ed in particolare sabbia nera grossolana.

I fondali procedendo dalla linea di costa verso largo nei primi metri di profondità sono caratterizzati da massi di lava franati con scarsa copertura vegetale, le specie maggiormente presenti sono soprattutto l'alga rossa *Liagora viscida*, *Ceramium rubrum v. robustum* ed *Herposiphonia secunda*.

Andando in profondità alla batimetrica di circa -6 m si riscontrano specie caratteristiche dell'associazione della biocenosi dell'alga infralitorale *Cystoseira crinita*, *Lithophyllum incrustans*, *Acetabularia acetabulum* e *Padina pavonica*. Più in profondità, a - 12 m, la specie dominante viene sostituita da *Cystoseira sauvageauana*, anche le specie caratteristiche cambiano nella rispettiva associazione biocenotica, per cui si riscontrano maggiormente specie come *Amphiora rigida*, *Halimeda tuna* ed *Anadyomene stellata*. Mentre è da segnalare negli anfratti e nelle grotte la presenza del cosiddetto "falso corallo" *Myriozoom truncatum* ed altre spugne sciafile.

Dai rilievi eseguiti in data 12.04.2019 nei fondali dello specchio acqueo antistante l'approdo di Scalo Galera nel comune di Malfa, risulta che la prateria di *Posidonia oceanica* si sviluppa sia su matte sia su roccia ed è presente in modo diffuso a partire dalla isobata di - 16 m, inoltre si evidenzia un tratto nel quale la densa ed estesa prateria di *Posidonia oceanica* risulta essere attraversata da un canale di sabbia.

Dalle foto subacquee scattate nello specchio acqueo all'interno dell'approdo di Scalo Galera sono ben visibili i ciottoli e massi artificiali e si nota come i fondali siano caratterizzati da scarsa vegetazione (**Fig. 13**).





**Figura 13: Foto subacquee scattate nei fondali di Scalo Galera**

I numerosi studi eseguiti nel corso degli anni nel comune di Malfa, in particolare nello specchio acqueo antistante l'area che interesserà le opere foranee in progetto, hanno mostrato come la prateria di *P. oceanica* presente, si trovi in una buona condizione in termini di stabilità.

Per classificare la prateria i suddetti studi si sono basati soprattutto sui valori di densità della vegetazione intesa come numero di fasci fogliari per m<sup>2</sup>. Questo valore, che è una misura di abbondanza che descrive la copertura della prateria, è definito come un descrittore sintetico strutturale. L'analisi temporale di questa variabile permette di valutare la dinamica della prateria nel tempo, permettendo così di definire le principali forzanti che la governano. Uno dei metodi più utilizzati per la classificazione della prateria sulla base dei valori di densità assoluta dei fasci fogliari è quello proposto da Giraud (1977) che classifica le praterie in base al numero di fasci fogliari al metro quadro, suddividendole in 5 classi di densità di seguito riportate:

<b>Classificazione prateria (Giraud, 1977)</b>		
<b>Classe</b>	<b>Numero fasci al m<sup>2</sup></b>	<b>Grado di densità</b>
I	>700 fasci m <sup>2</sup>	Molto densa
II	da 400 a 700 fasci m <sup>2</sup>	Densa
III	da 300 a 400 fasci m <sup>2</sup>	Rada
IV	da 150 a 300 fasci m <sup>2</sup>	Molto rada
V	da 50 a 150 fasci m <sup>2</sup>	Semiprateria

Uno studio condotto nel 2005 redatto dalla Sogesid S.p.a. dal titolo “Classificazione dello stato ecologico e dello stato ambientale dei corpi idrici superficiali – Acque marino costiere” riporta valori di copertura percentuale, analisi delle variabili fenologiche e variabili lepidocronologiche, ed inoltre valori di densità dei fasci fogliari che variano da 248 a 904 n. fasci/m<sup>2</sup>.

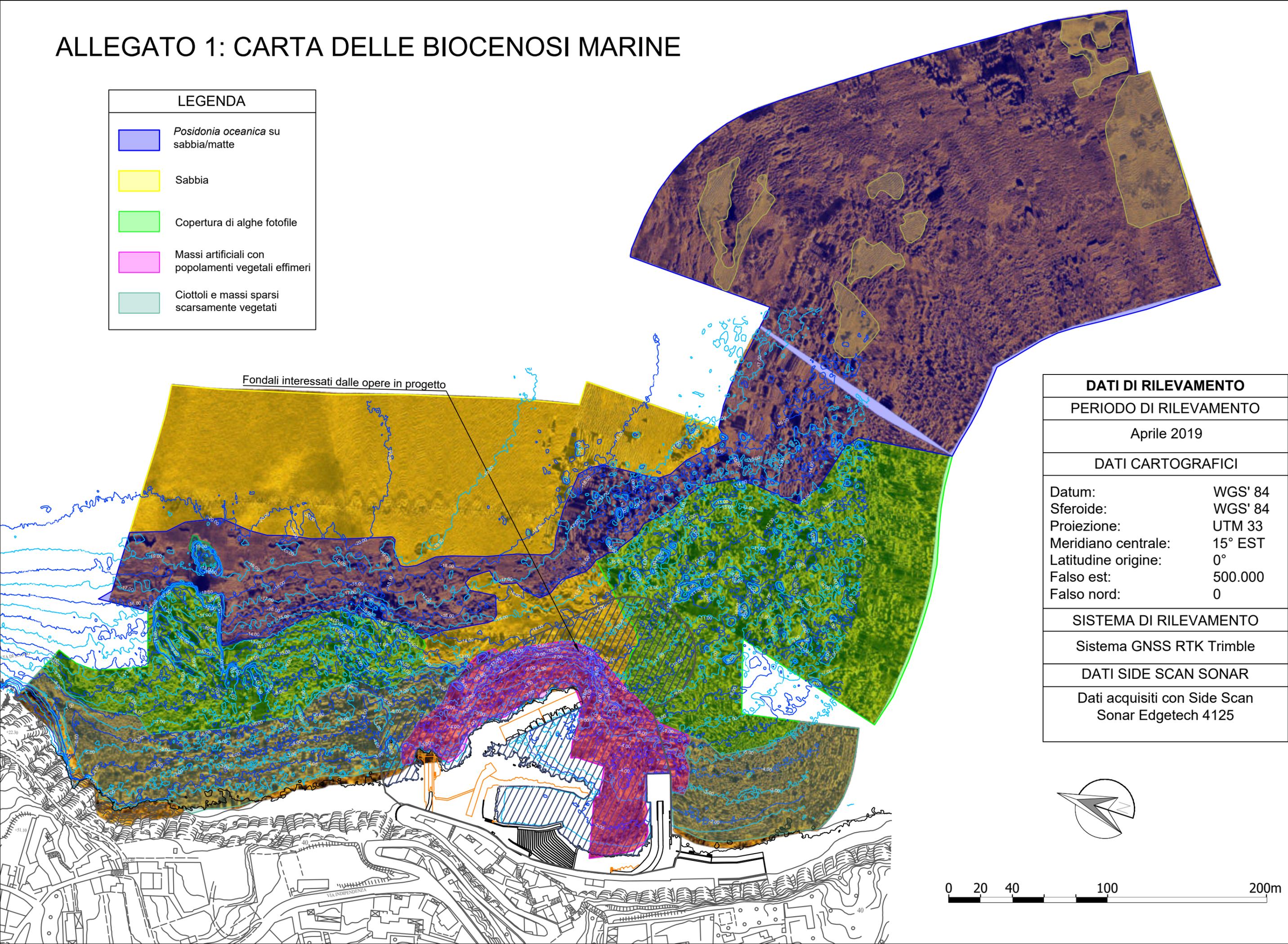
Uno studio più recente pubblicato a giugno del 2018 e condotto nell'Isola di Salina dalla Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli dal titolo “Characterization of *Posidonia oceanica* meadows in the Island of Salina: Establishment of a long term monitoring network” riporta valori di copertura fogliare nelle stazioni di campionamento individuate. Due di queste si trovano nel comune di Malfa dove è presente una prateria di *Posidonia oceanica* e localizzate tutte e due ad una profondità di 17 m. Nella prima stazione di campionamento, che si trova a largo della spiaggia di Malfa, si registrano valori di densità che variano da 481 a 697 n. fasci/m<sup>2</sup> con un valore medio di 606 ± 90 n. fasci/m<sup>2</sup>. La seconda stazione di campionamento, denominata Malfa Torricella, è localizzata a circa 1,5 km a est del porto di Malfa Scalo Galera e nella cui prateria sono stati registrati valori di densità fogliare che vanno da 531 a 722 pari a n. fasci/m<sup>2</sup> con un valore medio di 609 ± 85 n. fasci/m<sup>2</sup>.

Questi studi mostrano che la prateria di Malfa ha valori di densità dei fasci fogliari che rientrano, secondo la classificazione di Giraud (1977), nella Classe II, che corrisponde quindi ad una prateria densa tendente progressivamente ad una crescita nel solo piano verticale.

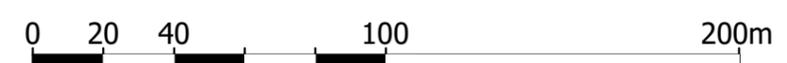
Ciò che risulta dalle elaborazioni delle indagini eseguite, sia del rilievo morfologico sia del rilievo morfo-batimetrico, è che il limite della prateria di *Posidonia oceanica*, che si trova stabilmente sulla batimetrica dei - 16 m, non va ad interferire con l'impronta delle opere in progetto riguardanti l'adeguamento e la riqualificazione delle opere foranee dello scalo di alaggio e dei fondali dell'approdo di Scalo Galera, questi risultati riconfermano quanto è stato già descritto ed ampiamente osservato negli studi precedenti (**Allegato 1**).

# ALLEGATO 1: CARTA DELLE BIOCENOSI MARINE

LEGENDA	
	<i>Posidonia oceanica</i> su sabbia/matte
	Sabbia
	Copertura di alghe fotofile
	Massi artificiali con popolamenti vegetali effimeri
	Ciottoli e massi sparsi scarsamente vegetati



<b>DATI DI RILEVAMENTO</b>	
PERIODO DI RILEVAMENTO	
Aprile 2019	
DATI CARTOGRAFICI	
Datum:	WGS' 84
Sferoide:	WGS' 84
Proiezione:	UTM 33
Meridiano centrale:	15° EST
Latitudine origine:	0°
Falso est:	500.000
Falso nord:	0
SISTEMA DI RILEVAMENTO	
Sistema GNSS RTK Trimble	
DATI SIDE SCAN SONAR	
Dati acquisiti con Side Scan Sonar Edgetech 4125	



# ALLEGATO A: SCHEDA TECNICA MULTIBEAM NORBIT iWBMS<sub>e</sub>



DATA SHEET - PS-150006-11

## NORBIT - iWBMS<sub>e</sub> ENTRY-LEVEL TURNKEY MULTIBEAM SONAR SYSTEM

For Rapid Bathymetric Surveying in Protected Waters

Introducing the all-new entry-level high-resolution curved-array bathymetric mapping system from NORBIT.

This all-in-one tightly integrated broadband multibeam turnkey solution offers high resolution bathymetry over a wide swath. The high-end sonar with globally leading GNSS/Inertial Navigation System (Applanix SurfMaster) embedded into the unit ensures fast and reliable mobilization and highest quality sounding for most conditions.

The iWBMS<sub>e</sub> is an ideal choice for protected waterway bathymetric surveys; it may be mobilized on any vessel of opportunity and offers streamlined operability and good performance to match budget and project requirements. Additionally, the kit provides industry's highest resolution multibeam side-scan and snippets for wide swath shallow water applications. The WBMS sonars are based on a state of the art analog and digital platform featuring powerful signal processing capabilities, offering roll stabilized bathymetry and several imagery and backscatter output. With broad R&D expertise NORBIT has developed, from the ground-up, exciting new technology that allows existing and new applications to benefit from the advantages offered by a compact wideband curved-array multibeam sonar.



### Features

- ✓ Multibeam Sonar Tightly Integrated with State of the Art GNSS-aided Inertial Navigation System (Applanix SurfMaster)
- ✓ 80kHz Bandwidth
- ✓ Roll-stabilisation, Side-scan, Water Column, Backscatter, Snippets
- ✓ Simple Ethernet Interface
- ✓ Integrated Sound Velocity Probe
- ✓ Hydrodynamic Fairing
- ✓ Mounting Bracket Included
- ✓ FM & CW Processing
- ✓ Flexible Power Option
- ✓ Exceeds IHO *Special Order*, CHS *Exclusive Order* & USACE *New Work*

### Applications

- ✓ Shallow Water Bathymetry
- ✓ Pipeline Surveys
- ✓ Pond, River and Estuary Surveys
- ✓ Harbor and Lake Surveys
- ✓ USV & UUV Ready
- ✓ High Resolution Multibeam-Sidescan

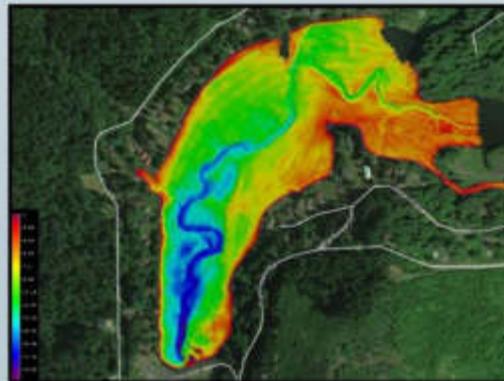
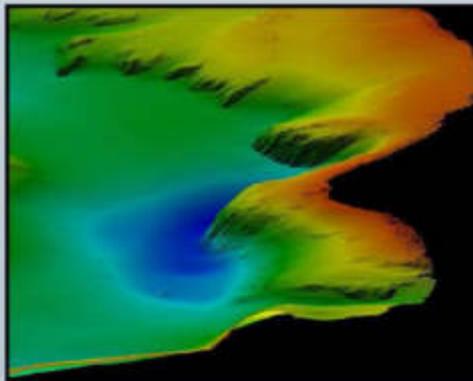
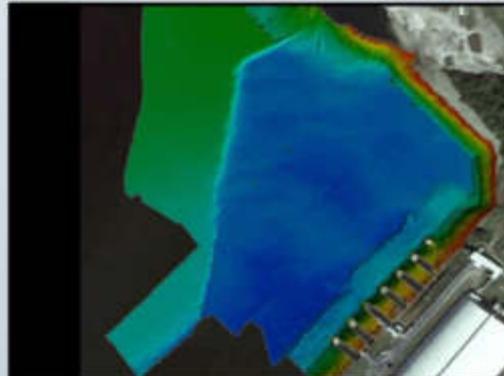
### Options

- ✓ Senior Hydrographer for Support and Training
- ✓ Sound Velocity Profiler
- ✓ Recommended option: RTK or PPK software (also avail. as a service)
- ✓ 200kHz Version
- ✓ Turnkey Survey Solutions
- ✓ Hull and Pole Mount Options
- ✓ Narrow Beam Option
- ✓ Field Upgradeable IMU
- ✓ Acquisition, Navigation and Post Processing Software
- ✓ Can Be Delivered with e.g. HYPACK, QINSy, EIVA, CARIS and others

EXPERTS in sensor equipment providing telemetry and communication solutions for harsh environments.  
NORBIT develops and delivers innovative products - allowing you to explore more.

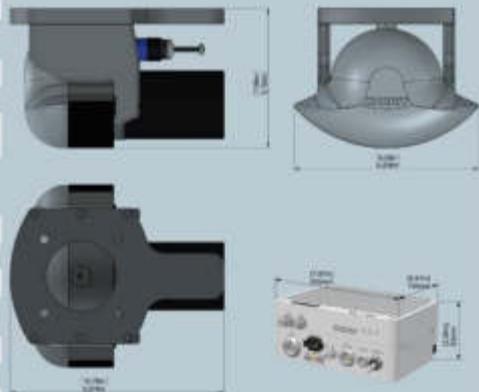
[www.norbit.com](http://www.norbit.com)

# NORBIT iWBMS<sub>e</sub> Wideband Multibeam Sonar For Turnkey High Resolution Bathymetry



## TECHNICAL SPECIFICATION

SWATH COVERAGE	5-210° FLEXIBLE SECTOR (SHALLOW WATER IHO SPECIAL ORDER >155°)
RANGE RESOLUTION	<10mm (ACOUSTIC w. 80kHz BANDWIDTH)
NUMBER OF BEAMS	256-512 EA & ED
OPERATING FREQUENCY	NOMINAL FREQUENCY 400kHz (FREQUENCY AGILITY 200-700kHz)
DEPTH RANGE	0.2-275m (160m TYPICAL @ 400kHz)
PING RATE	UP TO 60Hz, ADAPTIVE
RESOLUTION (ACROSS X ALONG)	STANDARD: 0.9° X 1.9° @400kHz AND 0.5° X 1.0° @700kHz, NARROW OPTION: 0.9° X 0.9° @400kHz AND 0.5° X 0.5° @700kHz
POSITION	HCB: ±18mm +1ppm X DISTANCE FROM RTK STATION VER: ±115mm +1ppm X DISTANCE FROM RTK STATION (ASSUMES 1m GNSS SEPARATION)
HEADING ACCURACY	0.08° (RTK) WITH 2m ANTENNA SEPARATION
PITCH/ROLL ACCURACY	0.03° INDEPENDENT OF ANTENNA SEPARATION
HEAVE ACCURACY	5cm or 5% (2cm RTK)
WEIGHT	6.5kg (AIR), 2.4kg (WATER) WITH BRACKET (LESS THAN 1KG WHEN PACKED IN PELICAN CASE)
INTERFACE	ETHERNET
CABLE LENGTH	STD. 8m, OPTIONS: 25m, PIGTAIL, CUSTOM UP TO 50m
POWER CONSUMPTION	60W (75W MAX) (10-28VDC, 110-240VAC)
OPERATING TEMP	-4°C TO +40°C (TOPSIDE -20°C TO +55°C)
STORAGE TEMP	-20°C to +60°C
ENVIRONMENTAL	TOPSIDE: IP67; DUST TIGHT, PROTECTED AGAINST THE EFFECT OF IMMERSION UP TO 1m/WET-END: 100m



Part #12006

NORBIT SUBSEA | STRIKLESTADVEIEN 11 | N-7041 TRONDHEIM | NORWAY | PHONE +47 73 98 25 90 | [sales@norbit.com](mailto:sales@norbit.com)  
 COPYRIGHT © 2026 NORBIT. ALL RIGHTS RESERVED. WHILE EVERY EFFORT IS MADE TO ENSURE THE INFORMATION GIVEN IS ACCURATE, NORBIT DOES NOT ACCEPT LIABILITY FOR ANY ERRORS OR OMISSIONS. ALL WEIGHTS AND MEASURES ARE APPROXIMATE AND OTHER INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE.

# ALLEGATO B: SCHEDA TECNICA SIDE SCAN SONAR



## 4125

### SIDE SCAN SONAR SYSTEM

#### FEATURES

- Ultra high resolution images
- Lightweight for one person deployment
- Standard heading, pitch, roll & pressure sensors
- Choice of dual simultaneous frequencies
- Runs on AC or DC
- Pole mount option for shallow water use

#### APPLICATIONS

- Hydrographic Surveys
- Geological Surveys
- Search & Recovery
- Channel/Clearance Surveys
- Bridge/Pier/Harbor Wall Inspection
- Hull Inspections



EdgeTech's 4125 Side Scan Sonar System was designed with both the Search & Recovery (SAR) and shallow water survey communities in mind. The 4125 utilizes EdgeTech's Full Spectrum® CHIRP technology, which provides higher resolution imagery at ranges up to 50% greater than non-CHIRP systems operating at the same frequency. This translates into more accurate results and faster surveys, thus cutting down on costs.

Two dual simultaneous frequency sets are available for the 4125 depending on the application. The 400/900 kHz set is the perfect tool for shallow water survey applications, providing an ideal combination of range and resolution. The 600/1600 kHz set is ideally suited for customers that require ultra high resolution imagery in order to detect very small targets (SAR).

The 4125 system can be powered by both AC and DC for added versatility and is delivered in portable rugged cases for ease of transport from site-to-site. As is standard with all of EdgeTech's towed side scan systems, the 4125 comes with a safety recovery system which will prevent the loss of a towfish if it becomes snagged on an obstacle during a survey.

A standard 4125 System comes with a rugged stainless steel towfish and a portable water resistant topside processor including a laptop computer (Optional: Splash Proof/Ruggedized Laptop). A 50 meter Kevlar tow cable is included as standard with customer-specified lengths also available. Multiple options are available such as a v-fin depressor, keel weight, pole mount and hull scan bracket for added versatility.



For more information please visit [EdgeTech.com](http://EdgeTech.com)

[info@EdgeTech.com](mailto:info@EdgeTech.com) | USA 1.508.291.0057

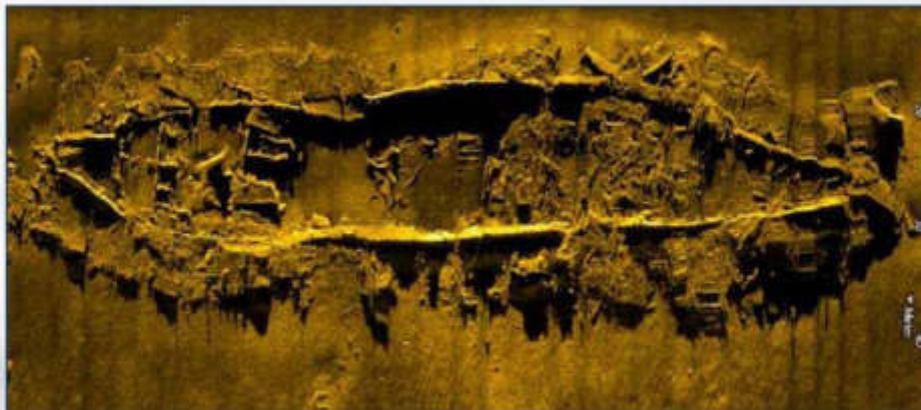


# 4125

## SIDE SCAN SONAR SYSTEM

### KEY SPECIFICATIONS

SONAR	
Frequencies (Dual Simultaneous)	Choice of either a 400/900 kHz or 600/1600 kHz towfish
Pulse Type	EdgeTech's Full Spectrum® ChRP
Operating Range	150m @ 400 kHz, 75m @ 900 kHz, 120m @ 600 kHz, 35m @ 1600 kHz
Horizontal Beam Width	0.46° @ 400 kHz, 0.28° @ 900 kHz, 0.33° @ 600 kHz, 0.20° @ 1600 kHz
Vertical Beam Width	50°
Resolution Across Track	400 kHz: 2.3 cm, 900 kHz: 1.0 cm, 600 kHz: 1.5 cm, 1600 kHz: 0.6 cm
TOWFISH	
Diameter	9.5 cm (3.75 inches)
Length	112 cm (44 inches)
Weight in Air	20 kg (44 pounds)
Tow Cable Type	Coaxial up to 600m max length (will provide a typical operational depth down to 200m)
Max Depth Rating of Towfish	200m
Material	Stainless Steel
Standard Sensors	Heading, Pitch, Roll, Pressure (Depth)
TOPSIDE PROCESSOR	
Power Input	12-24 VDC or 115/230 VAC, 50/60 Hz
Connections	AC, DC, Ethernet (to laptop), Towfish
Hardware	Laptop Computer (Optional: Splash Proof/Ruggedized Laptop)
Operating System	Windows® 7
Acquisition Software	EdgeTech DISCOVER
SYSTEM OPTIONS	
	Keel weight, v-fin depressor wing, pole mount, quick change hull scan bracket

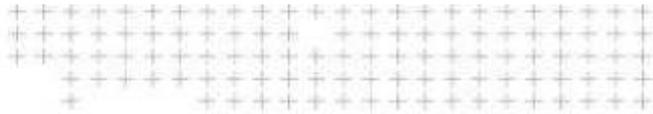


For more information please visit [EdgeTech.com](http://EdgeTech.com)

[info@EdgeTech.com](mailto:info@EdgeTech.com) | USA 1.508.291.0057

# ALLEGATO C: SISTEMA GNSS DI POSIZIONAMENTO TRIMBLE R8s

DATASHEET



## Trimble R8s GNSS SYSTEM

### One Receiver Configured for Today Scalable for Tomorrow

Rather than a pre-configured system, the Trimble® R8s GNSS system gives you just the features and benefits you need, in one flexible, scalable system. It's never been easier to build a system tailored to your job.

The Trimble R8s easily integrates with Trimble S-Series total stations and the innovative Trimble V10 imaging rover. Create a complete solution by combining the Trimble R8s receiver with a Trimble controller running Trimble Access® field software, and Trimble Business Center office software.

### Configure and Scale With Ease

With the Trimble R8s, it's easy and simple to build a receiver that is right for the job. Choose the configuration level that suits your needs best, whether it's post-processing, base, rover, or a combination of base and rover functionality. After you've selected a configuration level, additional individual options can be added to further extend the receiver functionality.

The Trimble R8s offers the ultimate in scalability. As your requirements change, the Trimble R8s can adapt. Simply add functionality whenever you need it.

### Trimble 360 Technology

Each Trimble R8s comes integrated with powerful Trimble 360 tracking technology that supports signals from all existing and planned constellations, and augmentation systems. Trimble 360 technology can expand the reach of your GNSS rover to sites that were previously inaccessible due to moderate vegetation or other obstructions by taking advantage of the availability of additional satellite signals.

The Trimble R8s includes two integrated Maxwell™ 6 chips and 440 GNSS channels. Capable of tracking a full range of satellite systems, including GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou and QZSS.

### Communication Options and Remote Access Via Web UI

The Trimble R8s GNSS receiver provides data communication options including an integrated wide-band UHF radio or 3G cellular modem.

Trimble's exclusive Web UI eliminates the need to travel for routine monitoring of base station receivers.

### The Complete Solution

Create an industry-leading field solution by pairing the Trimble R8s GNSS receiver with a powerful Trimble controller loaded with our easy-to-use Trimble Access field software.

Trimble Access field software offers the features and capabilities to simplify everyday work. Our streamlined workflow modules such as Roads, Monitoring, Mines, and Tunnels guide crews through common project types, enabling them to get the job done faster. Survey companies can also implement their unique workflows by taking advantage of the customization capabilities available in the Trimble Access Software Development Kit (SDK).

Once you're back in the office, Trimble Business Center enables you to check, process and adjust your data with confidence. No matter what Trimble solution you use in the field, you can trust that Trimble Business Center office software will help you generate industry leading deliverables.

### Trimble Mobile App—A New Way to Quickly Collect GNSS Raw Data

The Trimble DL Android app provides a simple and easy to use mobile interface for collecting static GNSS raw data for post-processing purposes without the need of using a Trimble controller or Trimble Access field software. This free of charge app is available through the Google Play Store and operates on Android smart phones and tablets.

## Key Features

- ▶ One configurable receiver that is scalable for future needs
- ▶ Available in post-processing, base only, rover only, or base & rover configurations
- ▶ Advanced satellite tracking with Trimble 360 receiver technology
- ▶ Includes Trimble Maxwell 6 chips with 440 channels
- ▶ Simple integration with Trimble S-Series Total Stations and the V10 Imaging Rover
- ▶ Intuitive Trimble Access Field Software and Trimble Business Center Office Software



TRANSFORMING THE WAY THE WORLD WORKS

 Trimble

DATASHEET

# Trimble R8s GNSS SYSTEM

**PERFORMANCE SPECIFICATIONS<sup>1</sup>**

**Measurements**

- Advanced Trimble Mairwell 6 Custom Survey GNSS chips with 440 channels
- Future-proof your investment with Trimble 360 tracking
- High precision multiple correlator for GNSS pseudorange measurements
- Unfiltered, un-smoothed pseudorange measurements data for low noise, low multipath error, low time domain correlation and high dynamic response
- Very low noise GNSS carrier phase measurements with <1 mm precision in a 1-Hz bandwidth
- Signal-to-Noise ratios reported in dB-Hz
- Proven Trimble low elevation tracking technology
- Satellite signals tracked simultaneously:
  - GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5
  - GLONASS: L1C/A, L1P, L1C/A, L2P, L3
  - SBAS: L1C/A, L5 (for SBAS satellites that support L5)
  - Galileo: E1, E5A, E5B
  - BeiDou (COMPASS): B1, B2
  - SBAS: QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN
- Positioning rates: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, 10 Hz, and 20 Hz

**POSITIONING PERFORMANCE<sup>2</sup>**

<b>Code differential GNSS positioning</b>	
Horizontal	0.25 m + 1 ppm RMS
Vertical	0.50 m + 1 ppm RMS
SBAS differential positioning accuracy <sup>3</sup>	typically <5 m 3DRMS
<b>Static GNSS surveying</b>	
<b>High-Precision Static</b>	
Horizontal	3 mm + 0.1 ppm RMS
Vertical	3.5 mm + 0.4 ppm RMS
<b>Static and Fast Static</b>	
Horizontal	3 mm + 0.5 ppm RMS
Vertical	5 mm + 0.5 ppm RMS
<b>Postprocessed Kinematic (PPK) GNSS surveying</b>	
Horizontal	8 mm + 1 ppm RMS
Vertical	35 mm + 1 ppm RMS
<b>Real Time Kinematic surveying</b>	
<b>Single Baseline &lt;30 km</b>	
Horizontal	8 mm + 1 ppm RMS
Vertical	35 mm + 1 ppm RMS
<b>Network RTK<sup>4</sup></b>	
Horizontal	8 mm + 0.5 ppm RMS
Vertical	15 mm + 0.5 ppm RMS
Initialization time <sup>5</sup>	typically <8 seconds
Initialization reliability <sup>6</sup>	typically >99.9%

**HARDWARE**

<b>Physical</b>	
Dimensions	39 cm x 30.4 cm (75 in x 4.1 in), including connectors
Weight	152 kg (335 lb) with internal battery, internal radio and antenna 3.81 kg (8.40 lb) items above plus range pole, controller & internal radio
Operating Temperature <sup>7</sup>	-40 °C to +65 °C (-40 °F to +149 °F)
Storage Temperature	-40 °C to +75 °C (-40 °F to +167 °F)
Humidity	100%, condensing
Ingress Protection	IP67 dustproof, protected from temporary immersion to depth of 1 m (3.28 ft)
<b>Shock and vibration</b>	
Tested and meets the following environmental standards:	
Shock	Non-operating: Designed to survive a 2 m (6.6 ft) pole drop onto concrete. Operating: to 40 G, 10 msec, sawtooth
Vibration	MIL-STD-883C, FIG.514.5C-1

**ELECTRICAL**

- Power 10.5 V DC to 28 V DC external power input with over-voltage protection on Port 1 (7-pin Lemo)
- Rechargeable, removable 7.4 V, 2.8 Ah Lithium-ion smart battery
- Power consumption is <3.2 W in RTK rover mode with internal radio and Bluetooth<sup>®</sup> in use<sup>8</sup>
- Operating times on internal battery<sup>9</sup>:
  - 450 MHz receive only option ..... 5.0 hours
  - 450 MHz receive/transmit option (0.5 W) ..... 2.5 hours
  - Cellular receive option ..... 4.0 hours

**COMMUNICATIONS AND DATA STORAGE**

- Serial: 3-wire serial (7-pin Lemo) on Port 1; full RS-232 serial (Dsub 9 pin) on Port 2
- Radio Modem<sup>10</sup>: fully integrated, sealed 450 MHz wide band receiver/transmitter with frequency range of 405 MHz to 473 MHz, support of Trimble, Pacific Crest, and SAFE radio protocols:
  - Transmit power: 0.5 W
  - Range: 3-5 km typical / 10 km optimal<sup>11</sup>
- Cellular<sup>12</sup>: fully integrated, sealed internal GSM/GPRS/EDGE/UMTS/HSPA+ modem option, CSD (Circuit-Switched Data) and PSD (Packet-Switched Data) supported. Global Operation:
  - Pentaband UMTS/HSPA+ (850/900, 900, 1900, and 2100 MHz)
  - Quad-Band GSM/CSD & GPRS/EDGE (850, 900, 1800, and 1900 MHz)
- Bluetooth: fully integrated, fully sealed 2.4 GHz communications port (Bluetooth)<sup>®</sup>
- External communication devices for corrections supported on Serial and Bluetooth ports
- Data storage: 56 MB internal memory, 960 hours of raw observables (approx. 1.4 MB/day), based on recording every 35 sec from an average of 34 satellites

**Data Formats**

- CMR, CMR+, CMR+, RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1, RTCM 3.2 inputs and outputs
- 23 NMEA outputs, GDSF, RT17 and RT27 outputs, supports BINEX and smoothed carrier

**WebUI**

- Offers simple configuration, operation, status, and data transfer
- Accessible via Serial and Bluetooth

**Supported Trimble Controllers<sup>13</sup>**

- Trimble TSC3, Trimble Slate, Trimble CU, Trimble Tablet Rugged PC

**CERTIFICATIONS**

IEC 60950-1 (Electrical Safety); FCC OET Bulletin 65 (RF Exposure Safety); FCC Part 15.805 (Class B), Part 15.247, Part 90; PTCRB (AT&T); Bluetooth SIG; IC ES-003 (Class B); Radio Equipment Directive 2014/53/EU, RoHS, WEEE; Australia & New Zealand RCM; Japan Radio and Telecom MIC

1. Based on Trimble R8s GNSS receiver configuration. Radio frequency settings are country specific.  
 2. Precision and reliability may be subject to interference due to multipath, obstructions, satellite geometry, and atmospheric conditions. The specifications stated recommend the use of stable mounts in an open sky view, tall and multipath clear environment, optimal GNSS constellation configurations, along with the use of survey practices that are generally accepted for performing the highest order surveys for the applicable application including occupation time appropriate for baseline length. Baselines longer than 30 km require precise alignment and occupations up to 24 hours may be required to achieve the high-precision static specification.  
 3. Dependent on SBAS system performance.  
 4. Network RTK PPM values are referenced to the closest physical reference station.  
 5. May be affected by atmospheric conditions, signal multipath, obstructions, and satellite geometry. Initialization reliability is continuously monitored to ensure highest quality.  
 6. Receiver will operate normally to -40 °C, internal batteries are used to -20 °C, optional internal cellular modem operates to -40 °C.  
 7. Testing GPS, GLONASS and SBAS satellites.  
 8. Varies with temperature and wireless data rate. When using a receiver and internal radio in the transmit mode, it is recommended that an external SA or higher battery is used. The specified operating time is over internal battery for the cellular receive option or GSM CSD (Circuit-Switched Data) or GPRS PSD (Packet-Switched Data) mode.  
 9. Varies with format and operating conditions.  
 10. Bluetooth type approvals are country specific.  
 11. Specifications subject to change without notice.



**NORTH AMERICA**  
 Trimble Inc.  
 10368 Westmoor Drive  
 Westminster CO 80021  
 USA

**EUROPE**  
 Trimble Germany GmbH  
 Am Prime Parc II  
 65479 Raunheim  
 GERMANY

**ASIA-PACIFIC**  
 Trimble Navigation  
 Singapore Pty Limited  
 80 Marine Parade Road  
 #22-06, Parkway Parade  
 Singapore 449269  
 SINGAPORE

© 2015 Trimble Inc. All rights reserved. Trimble and the Globe & Triangle logo are trademarks of Trimble Inc., registered in the United States and in other countries. Access and Move! are trademarks of Trimble Inc. The Bluetooth word mark and logo are owned by the Bluetooth SIG, Inc. and any use of such marks by Trimble Inc. is under license. Android and Google Play are trademarks of Google Inc. All other trademarks are the property of their respective owners. PN 002553-000 (05/15)

TRANSFORMING THE WAY THE WORLD WORKS

