

COMMITTENTE:

**MOLO DI SOPRAFLUTTO SC.R.L.**

OGGETTO:

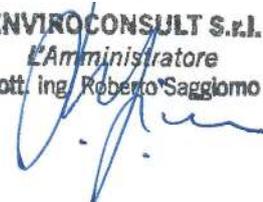
*Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001*

**PIANO DI MONITORAGGIO LINEA DI COSTA  
"A UN ANNO DALL'ULTIMAZIONE LAVORI"  
FASE IV**

Revisione	Data	Descrizione	Redatta	Controllata	Approvata
Rev.00	05/07/2023	Report Tecnico	S. Marulo	R. Saggiomo	R. Saggiomo

*Questo documento è stato realizzato nel rispetto delle regole stabilite dal sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 valutato da ACCREDIA e coperto dal certificato numero GITI-178-QC*

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



<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di  prolungamento del molo di sopraflutto e di  salpamento del tratto terminale del molo di  sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> FASE IV	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

## INDICE DELLE REVISIONI

Rev. No.	Scopo	Descrizione della Revisione
REV00	Prima Emissione	/

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di  prolungamento del molo di sopraflutto e di  salpamento del tratto terminale del molo di  sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
--	--	--

## Sommario

INDICE DELLE REVISIONI	1
1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI GENERALI	3
1.1 Lista degli Acronimi e Abbreviazioni.....	3
1.2 Premessa.....	3
1.3 Introduzione e Scopo del lavoro .....	4
1.4 Risorse Umane.....	7
1.5 Risorse Strumentali.....	7
2. METODOLOGIE	9
2.1 Mobilitazione.....	9
2.2 Mezzo nautico impiegato .....	9
2.3 Strumentazione impiegata .....	10
3. ACQUISIZIONI MULTIBEAM	10
3.1 Sistema di Posizionamento Superficiale .....	10
3.2 Sistema di assetto (Applanix POS-MV) .....	10
3.3 Sistema Multibeam.....	11
3.4 Misura della velocità del suono .....	14
4. DATI TOPOGRAFICI	15
4.1 Introduzione .....	15
4.2 Sistema di riferimento .....	15
4.3 Rete di riferimento .....	16
4.4 Rilievo litorali sabbiosi .....	16
5. ANALISI DINAMICO MODALI	17
5.1 Premessa.....	17
5.2 Indagini sedimentologiche .....	18
5.3 Analisi dinamico-modale .....	27
5.4 Breve descrizione dell'approccio teorico.....	28
ALLEGATO I –Brochure Strumentazione:	34

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

## 1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI GENERALI

### 1.1 Lista degli Acronimi e Abbreviazioni

<b>SVP</b>	Sound Velocity Depth	Sonda di velocità del suono
<b>DGPS</b>	Differential Global Positioning System	Sistema di Posizionamento Globale Differenziale
<b>GIS</b>	Geographic Informative System	Sistema informativo Geografico
<b>GPS</b>	Global Positioning System	Sistema di Posizionamento Globale
<b>INS</b>	InertialNavigation System	Sistema di Navigazione Inerziale
<b>IMU</b>	InertialMeasurement Unit	Sistema di misura inerziale
<b>MBES</b>	Multi BeamEchosounder System	Ecoscandaglio Multi Beam
<b>MRU</b>	Motion Reference Unit	Unità di riferimento del movimento
<b>QPS</b>	Quality Positioning Service	
<b>RTK</b>	Real Time Kinematic	Sistema di Posizionamento con precisione centimetrica
<b>UTM</b>	Universal Transverse Mercator	Universale Trasversa di Mercatore
<b>WGS84</b>	World Geodetic System 1984	Sistema Geodetico mondiale istituito nel 1984
<b>Chart Datum</b>	Chart Datum	<b>zero idrografico</b> anche “livello di riferimento degli scandagli” è la rappresentazione della profondità dei fondali ottenuto dalla media del livello più piccolo delle basse maree sizigiali misurato in un lungo periodo di tempo nel luogo rappresentato

### 1.2 Premessa

Come noto e già riportato nella precedente relazione, in data 27/05/2014 il MATTM con Decreto V.I.A. n. 150 del 27/05/2014, prorogato con D.M. 123 del 11/06/2020, ha emanato il “*Giudizio di compatibilità ambientale del progetto di adeguamento tecnico-funzionale delle opere previste dal Piano Regolatore Portuale del porto di Salerno: allargamento dell'imboccatura portuale, prolungamento del molo trapezio ed approfondimento dei fondali portuali*”.

Al punto 12 del sopra citato decreto si prescrive che “*allo scopo di poter verificare eventuali incidenze del prolungamento del molo di sopraflutto sul litorale adiacente, ed in particolare sulla spiaggia della Baia, occorre effettuare un monitoraggio, ante operam, in corso d'opera e per almeno 5 anni consecutivi dal completamento delle opere, sull'evoluzione delle dinamiche idromarine, il trasporto solido, le caratteristiche topografiche, batimetriche e sedimentologiche, secondo i tempi e*

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

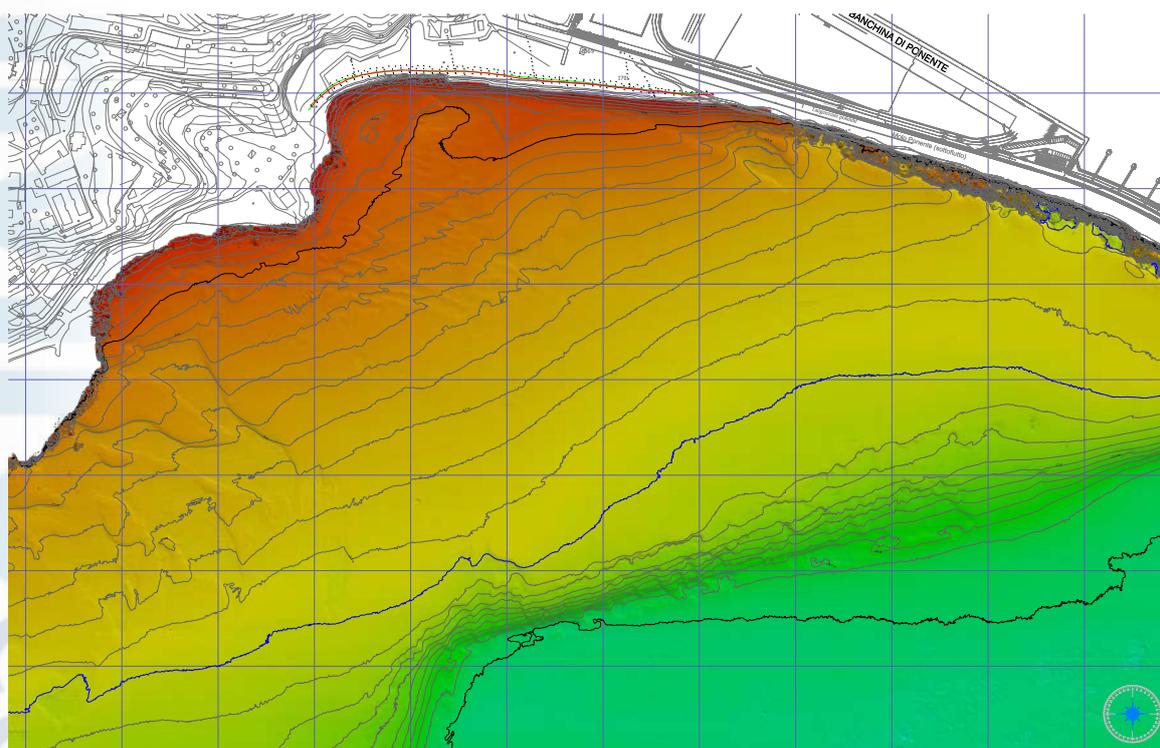
00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES

la localizzazione delle stazioni da individuare in accordo con l'ARPA Campania. Gli esiti del monitoraggio, come validati dall'ARPAC, dovranno essere verificati annualmente da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare”.

Il piano di monitoraggio della linea di costa predisposto rappresenta la **FASE IV** del monitoraggio, ovvero ad **un anno dall'ultimazione dei lavori**. Il Piano di Monitoraggio eseguito, è stato trasmesso dall'AdSP MTC con nota Prot. 7915 del 16/03/2020 (Prot. ARPAC 16228 del 16/03/2020) all'ARPAC che, con nota acquisita al Prot. AdSP 10072 del 30/04/2020, ha trasmesso la propria presa d'atto.



**Fig. 1** Area oggetto di studio

Si riporta, di seguito, le risultanze del piano di monitoraggio nella fase **1 ANNO DALLA FINE LAVORI**

### 1.3 Introduzione e Scopo del lavoro

Per l'area oggetto di studio sono stati eseguiti, nelle date del 12 e 13 aprile 2023 rilievi batimetrici e il 18 aprile il prelievo di campioni (spiaggia emersa e sommersa per un totale di 25 campioni) e nella stessa data i rilievi topografici della linea di costa; in particolare è stata rilevata la line di costa e la parte emersa fino alla prima struttura.

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

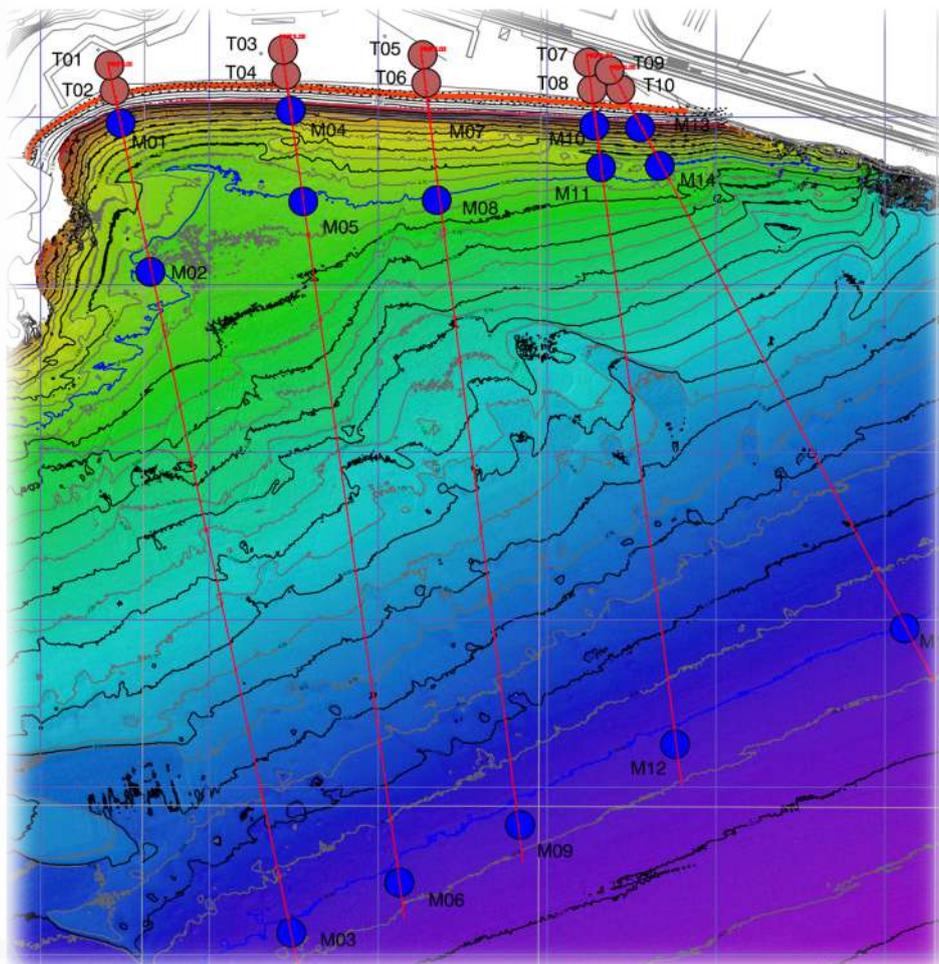
**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES

Lo scopo del lavoro è il continuo monitoraggio, effettuato già a fine lavori nel 2022 ed in corso d'opera 2020 e 2021 con la possibile l'evoluzione dei fondali con particolare riferimento alla spiaggia della Baia e della Crestarella a seguito dei lavori di prolungamento del Molo di sopraflutto e resecazione del Molo di sottoflutto del Porto Commerciale di Salerno.

Il piano di campionamento, invariato rispetto ai precedenti monitoraggi, come dettagliato nella figura che segue e nell'elaborato grafico allegato, ha previsto transetti ortogonali alla costa e distanti tra loro circa 100 mt. Su ciascun transetto sono stati prelevati 3 campioni della spiaggia sommersa, sulla batimetrica di -10, -5 e -2, e 2 campioni sulla spiaggia emersa (a 0,5 e 1,5 mt).

Tutti i campioni prelevati sono stati identificati e georeferenziati. Per ogni campione prelevato sono state eseguite le analisi sedimentologiche (analisi granulometriche e dinamico-modali i cui certificati sono allegati alla presente relazione) per la determinazione delle caratteristiche tessiturali e dei vettori di transito.



<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

**Fig. 2** Piano di Monitoraggio con indicazione delle stazioni di campionamento

La rappresentazione dei dati granulometrici è stata svolta analogamente alla Campagna ANTE OPERAM, e CORSO D'OPERA in forma consueta (tabelle, istogrammi e curve cumulate; calcolo dei parametri statistici) e mediante carte tematiche georeferenziate (carta della ubicazione dei campioni, della distribuzione areale dei sedimenti, della deviazione standard, della densità modale e vettori di transito) in scala appropriata. Vedere cartografia allegata (Tav. 07, Tav 08, Tav. 09, Tav. 10, Tav. 11).

L'analisi modale è stata eseguita con le metodologie ricorrenti nella letteratura scientifica: sono stati determinati le formule modali di ciascun campione, quindi la formula modale media al fine di individuare le sub-popolazioni granulometriche che partecipano alla dinamica litorale.

L'elaborazione delle curve di isodensità modale, riferite ad ogni sub-popolazione riscontrata, infine, ha consentito di individuare gli assi di transito lungo i quali è mobilizzato il sedimento di fondo. (Tav. 11).

L'esecuzione del Piano di monitoraggio ha prodotto gli elaborati di seguito riportati:

- Relazione tecnica sulle attività di monitoraggio (Esecuzione rilievo batimetrico, rilievo topografico, prelievo campioni e analisi dinamico modali).
- Carte batimetriche di inquadramento e di dettaglio dell'area oggetto di monitoraggio
  - Tav. 01 – Rilievo topo-batimetrico Curve di livello Scala 1:1000 – 1 di 2;
  - Tav. 02 – Rilievo topo-batimetrico Curve di livello Scala 1:1000 – 2 di 2;
  - Tav. 03 – Rilievo topo-batimetrico 3D Scala 1:1000 – 1 di 2;
  - Tav. 04 – Rilievo topo-batimetrico 3D Scala 1:1000 – 2 di 2;
  - Tav. 05 – Piano di monitoraggio Analisi dinamico modali Scala 1:1000;
  - Tav. 06 – Profili topo-batimetrici;
  - Tav. 07 – Analisi Modale Valore Medio Scala 1:750;
  - Tav. 08 – Analisi Modale Sorting Scala 1:750;
  - Tav. 09 – Analisi Modale Skewness Scala 1:750;
  - Tav. 10 – Analisi Modale Curtosi Scala 1:750;
  - Tav. 11 – Analisi Modale Vettori di transito Scala 1:750;
- Risultati delle analisi sedimentologiche certificati del laboratorio ISOGEA (Allegati alla relazione).

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

## 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. ing. Roberto Saggiomo
Project Manager	dott. ing. Roberto Saggiomo
ATTIVITÀ IN CAMPO	
Party Chief	dott. ing. Roberto Saggiomo
Operatore Mbes	dott. Stefano Marulo
Topografo	dott. Stefano Marulo
Pilota Imbarcazione	dott. Francesco Feo
ELABORAZIONE DATI E CARTOGRAFIA	
Responsabile Elaborazione Dati Mbes	dott. Stefano Marulo
Responsabile Cartografia	dott. ing. Roberto Saggiomo
Responsabile reportistica	dott. Stefano Marulo

## 1.5 Risorse Strumentali

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

RILIEVI TOPO-BATIMETRICI	
Imbarcazione per rilievi Mbes	M/B Enviroconsult
Sistema di Posizionamento Superficiale	APPLANIX POS MV "WAVE Master" + due antenne TRIMBLE GNSS + correzione del segnale DGPS con NTRIP (TRK).
Sistema di Acquisizione Dati e Navigazione	QPS QINSy ver. 8.18.3
Sensore Gyro-MRU	Applanix POS-MV
Sonda CTD/SVP	Valeport Swift SVP
Sistema MBES	Norbit iWbms
Sistema Posizionamento (Topografia)	Sistema di posizionamento DGPS –RTK 900 T
Software di elaborazione dati MBES	QPS Qimera
Software di gestione dati spaziali	Global Mapper v.20.0 – Surfer 21
Software di cartografia	Autocad Map 3D
Prelievo campioni	Benna Vann Veen

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
prolungamento del molo di sopraflutto e di  
salpamento del tratto terminale del molo di  
sottoflutto - CUP F59F11000100001  
FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:** **enviroconsult**  
ENGINEERING SERVICES

enviroconsult  
ENGINEERING SERVICES



Sistema di Gestione Qualità  
UNI EN ISO 9001:2015  
N° GITI-178-QC



enviroconsult Srl  
Via A. D'Isernia, 28 - 80122 Napoli  
tel/fax 081.3355268 - P. IVA 06334181218  
info@enviroconsult.it - www.enviroconsult.it

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

## 2. METODOLOGIE

### 2.1 Mobilitazione

Le fasi delle operazioni di mobilitazione del personale, attrezzature e imbarcazione si possono così riassumere:

- Mobilitazione della strumentazione e del personale presso l'imbarcazione M/B Enviroconsult ormeggiata direttamente nell'area di cantiere (Testata Molo Manfredi).
- Installazione e test del sistema MBES, con sensori di assetto integrati, a bordo dell'imbarcazione M/B Enviroconsult;
- Installazione e test del Sistema di Navigazione e Acquisizione Dati e collegamento con tutte le periferiche di misura in Input/output a bordo.
- Completate le fasi di installazione sono stati effettuati attenti controlli di funzionamento al fine di ottenere l'accuratezza ed affidabilità dei dati.
- Le operazioni di rilievo in mare sono state eseguite solo nelle ore diurne e con condizioni meteo-marine adeguate. In tal modo si è potuto operare entro i limiti di sicurezza garantendo nel contempo un'elevata qualità dei dati.
- Le attività di topografia sono state eseguite subito dopo a quelle multibeam.
- I campioni sono stati recapitati nello stesso giorno al laboratorio certificato ISOGEA.

### 2.2 Mezzo nautico impiegato

Per l'acquisizione dei dati è stata utilizzata un'imbarcazione da lavoro opportunamente equipaggiata. La M/B ENVIROCONSULT è un'imbarcazione da ricerca a ridotto pescaggio, dotata di attrezzature di bordo adatte all'esecuzione di monitoraggi ambientali, indagini batimetriche, morfologiche e stratigrafiche del fondo marino. È un mezzo concepito per permettere anche l'utilizzo di ROV e di tutti i sistemi di campionamento e analisi della colonna d'acqua.



**Fig. 3** Mezzo nautico impiegato

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

## 2.3 Strumentazione impiegata

Tutta la strumentazione impiegata è stata testata e sottoposta alle verifiche di corretto funzionamento prima della cantierizzazione. Tutta la strumentazione impiegata è stata calibrata successivamente all'installazione a bordo.

## 3. ACQUISIZIONI MULTIBEAM

### 3.1 Sistema di Posizionamento Superficiale

Per il posizionamento di superficie è stato impiegato un sistema di navigazione inerziale APPLANIX POS MV "WAVE Master" accoppiato a due antenne TRIMBLE GNSS che hanno consentito una correzione del segnale DGPS tramite collegamento Internet, denominato Ntrip al fine di avere una precisione centimetrica (RTK).

L'acquisizione, la gestione e la memorizzazione dei dati di posizione e navigazione è stata eseguita dal software di navigazione costituito da un PC equipaggiato con il software QINSy (QPS TM), il quale a sua volta, è stato interfacciato con il sensore di assetto che ha la funzione di fornire i dati relativi all'heading e alle variazioni di assetto (pitch, roll e heave).

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

I dati di posizione registrati durante i rilievi sono stati analizzati impiegando i moduli di processing dei softwares idrografici QINSy e Qimera (QPSTM).

### 3.2 Sistema di assetto (Applanix POS-MV)

Per la correzione dei movimenti di roll, pich e heave dell'imbarcazione e per il corretto heading è stato impiegato un sistema integrato Applanix POS-MV "Wave master".

Tale sistema, dispone di una funzione di auto-calibrazione interna del motion reference unit (MRU). Mentre per la calibrazione dell'heading, si è proceduto con l'effettuare una serie di percorsi ad otto, che hanno la funzione di agevolare la triangolazione con i sistemi di misura Azimutali o GAMS (GPS Azimuth Measurement System).

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES

### 3.3 Sistema Multibeam

La tecnica di rilievo acustico multifascio (“multibeam bathymetry” o “swath bathymetry”, (Figura 4) utilizza l’energia acustica per acquisire misure della profondità del fondale marino. Di seguito un’immagine, a titolo di esempio, di un’acquisizione multibeam.

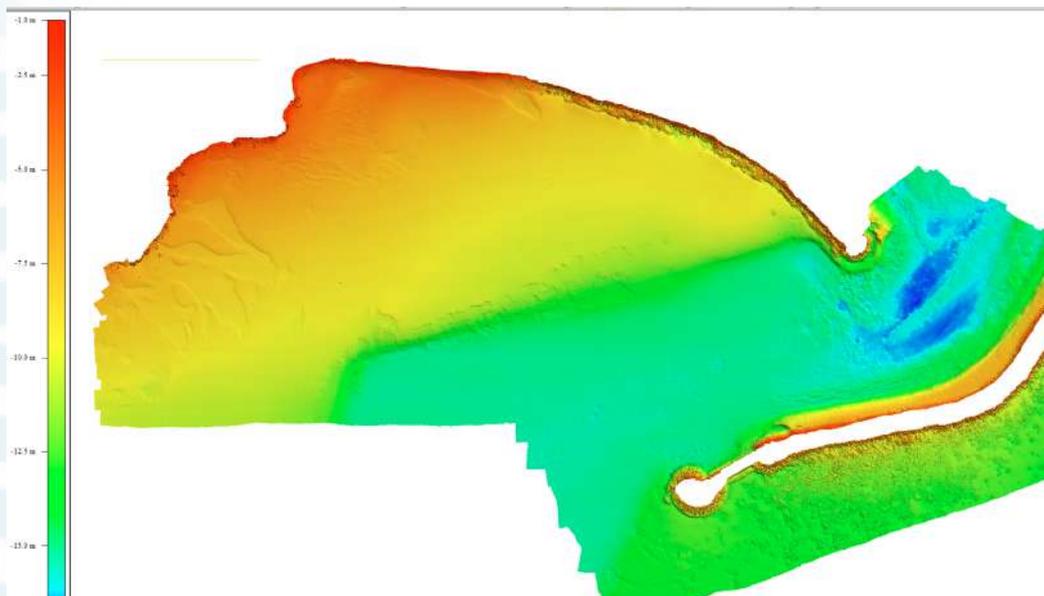


Fig. 4.1 Rilievo Multibeam



Fig. 4.2 Rilievo Multibeam

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di  prolungamento del molo di sopraflutto e di  salpamento del tratto terminale del molo di  sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
--	--	--

Esso rappresenta uno fra i metodi più efficaci di rilievo morfo-batimetrico, in quanto consente, in tempi relativamente brevi, di ottenere una notevolissima quantità di informazioni correttamente georeferenziate sui fondali investigati.

Rispetto ai limiti dell'ecoscandaglio a fascio singolo, l'ecoscandaglio multifascio (MBES multibeam echosounder) offre sostanzialmente la possibilità di "riconoscere" e posizionare tutti gli arrivi laterali, sia quelli dovuti al moto della nave che quelli legati alla morfologia irregolare del fondo. A tale scopo, il MBES realizza una spazzata (swath) acustica del fondale, la cui estensione è una funzione delle caratteristiche intrinseche dello strumento (numero di beams, ampiezza in gradi della spazzata) e della profondità del fondale investigato. Gli impulsi acustici vengono emessi da un trasduttore (o proiettore) e ricevuti in modo separato ("beams") da una serie di ricevitori (generalmente più di 100) montati generalmente lungo un arco. Per ogni ciclo di misura il proiettore genera un fascio acustico molto ampio (fino a 160°) mentre in ricezione viene formato un numero di fasci acustici uguale a quello dei ricevitori. L'ampiezza dell'intera spazzata sul fondo è naturalmente proporzionale alla profondità, generalmente di un fattore che va da 4 a 7 volte. Il metodo di misura della distanza tra il trasduttore e il fondo si basa sull'analisi interferometrica che permette di calcolare la profondità in funzione sia dell'ampiezza che della fase dei segnali ricevuti. Alla distanza misurata vengono apportate, in tempo reale, anche le correzioni necessarie a compensare il movimento dell'imbarcazione, le variazioni della velocità del suono nell'acqua e le maree. La misura della distanza tra i ricevitori e il fondo è affidata all'analisi interferometrica, che permette di valutare l'arrivo dei segnali sulla base della loro fase (oltre che dell'ampiezza). Questo è alla base della tecnologia MBES, in quanto se le riflessioni fossero percepite solo sulla base della loro ampiezza (cosa che avviene per gli ecoscandagli a fascio singolo) pochissima energia acustica verrebbe percepita dai settori laterali. Generalmente i MBES rilevano l'eco a seconda che questo sia percepito meglio in ampiezza o in fase.

I moderni softwares per l'acquisizione MBES includono la navigazione e permettono il monitoraggio in tempo reale della copertura del fondo oltre che la modifica di alcuni parametri di acquisizione.

Per l'esecuzione del rilievo batimetrico è stato utilizzato un ecoscandaglio multi fascio (MBES) della NORBIT modello IWBMS che per le sue caratteristiche tecniche offre prestazioni tra le migliori presenti sul mercato.

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--



**Fig. 5** Multibeam Norbit iWBMS

Il sistema MBES è costituito da un corpo esterno rappresenta la parte acustica dello strumento che va in acqua (montandola su un apposito palo) sulla quale sono presenti il trasduttore, l'idrofono, l'IMU ed un'unità elettrica rappresentata dalla power unit che converte il segnale acustico in impulso elettrico visualizzando sul monitor il sonogramma. La "SIU" viene a sua volta collegata via lan al PC sul quale è installato il software idrografico Qinsy (QPSTM) che consente di gestire i dati acquisiti e di effettuare, insieme al Software GUI del Multebeam, la visualizzazione ed il controllo dei dati in tempo reale.

Prima di iniziare le operazioni è stato eseguito un bar-check 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 del 30%. In tal modo è stata garantita la copertura di acquisizione dell'intera area di interesse.

Il trasduttore del sistema è stato installato in corrispondenza della perpendicolare al mezzo, sulla murata sinistra dell'imbarcazione, utilizzando un sostegno realizzato in acciaio inox ed in grado di garantire la stabilità nella posizione. 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.

L'elaborazione dati batimetrici è stata eseguita utilizzando il modulo di post-processing del software Qimera (QPSTM). Tale modulo consente di operare un'approfondita valutazione dei dati secondo tre passaggi fondamentali:

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

- Correzione della posizione, mediante un modulo che consente di definire i criteri base per la reiezione automatica dei dati anomali, dovuti a salti del sistema di posizionamento, e di intervenire manualmente per eliminare registrazioni non accurate;
- Correzione della profondità, mediante un modulo che permette di applicare all'intero dataset la compensazione di marea (in questo caso non è stato necessario perché è stato effettuato un rilievo in RTK);
- 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, che nel caso specifico è stato eseguito con maglia 0.20 m x 0.20 m.

### 3.4 Misura della velocità del suono

Durante il rilievo viene eseguita a intervalli circa regolari la misura della velocità del suono tramite una sonda (o “profilatore”) CTD che rileva le caratteristiche termo-aline lungo la colonna d’acqua (conducibilità e quindi salinità e temperatura, profondità). Variazioni anche piccole nella velocità del suono inducono infatti errori anche di decine di metri sul valore della profondità. La sonda/SVP (sound velocity profiler) viene calata in acqua circa ogni 6-8 ore durante le acquisizioni multibeam per correggere il percorso dei fasci di insonificazione in funzione della reale velocità lungo la colonna d’acqua. Tale velocità è funzione anche di temperatura e salinità locali e varia, quindi, sia per aree di acquisizione diverse, sia durante il giorno per una specifica zona. La sonda utilizzata è la Valeport Swift SVP (Figura 6), ideale per acquisizioni di profili di velocità nel range 1375-1900 m/s con risoluzione di 0.001 m/s e accuratezza 0.02 m/s.



**Fig. 6** Sonda multiparametrica Valeport Swift SVP utilizzata per la misurazione della velocità del suono in acqua

I dati raccolti sono stati inseriti nel programma di acquisizione del sistema multibeam, come mostrato nella figura 7.

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

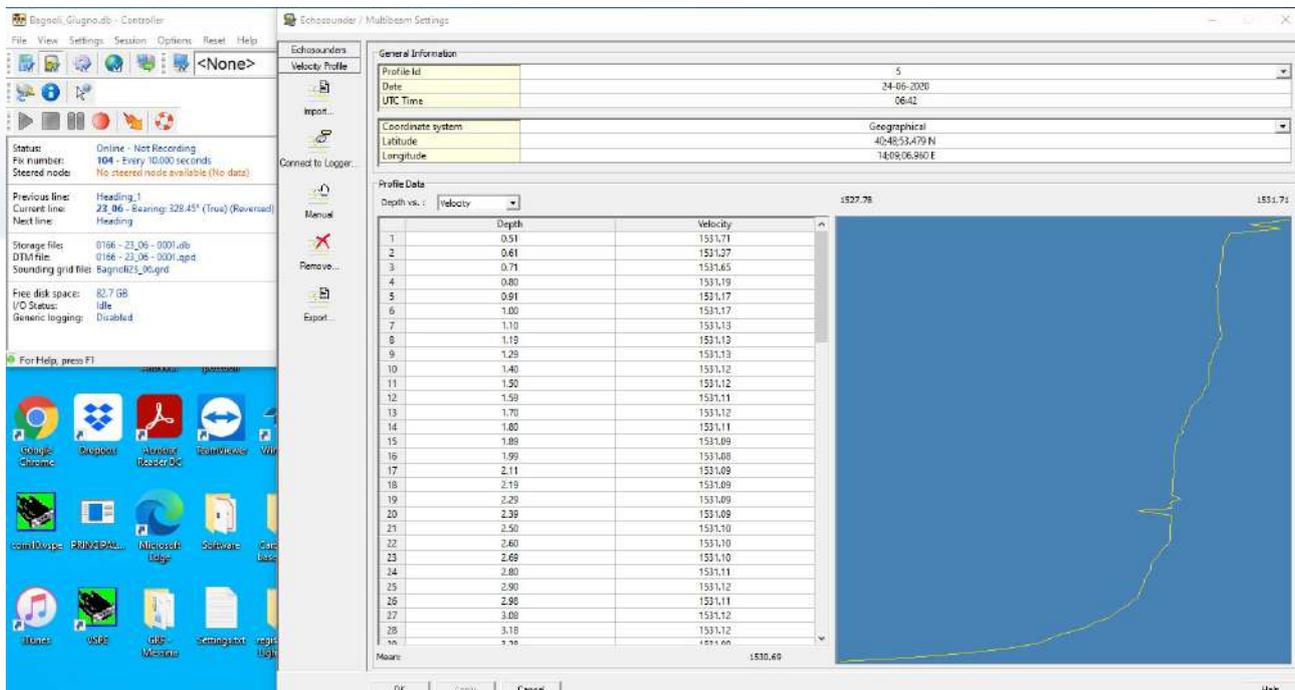
**REDATTO:**

Fig. 7 Registrazione del profilo di velocità del suono in acqua ed inserimento dei dati nel software Idrografico Qinsky (QPS).

## 4. DATI TOPOGRAFICI

### 4.1 Introduzione

L'area investigata ha interessato le aree della spiaggia della Baia e della Crestarella; sono state eseguite battute topografiche per la determinazione della linea di riva e battute sulla parte emersa, in prosecuzione con i profili batimetrici, per la realizzazioni di sezioni, in continuo, terra-mare.

Il sistema utilizzato è il GEOMAX con acquisizioni in continuo in RTK.

I Caposaldi riportati sono i medesimi del 2020.

### 4.2 Sistema di riferimento

I rilievi e gli elaborati finali hanno adottato come rappresentazione cartografica quella UTM Fuso n° 33. La planimetria è stata riferita al Datum planimetrico WGS84, allacciandosi alla rete Regionale della Regione Campania utilizzando il servizio di scarico dati delle stazioni permanenti o, in caso di rilievo in tempo reale, il servizio di correzione differenziale in tempo reale trasmesso tramite

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

collegamento Internet, denominato Ntrip. Per quel che riguarda l'altimetria ci si è riferiti alla rete di livellazione nazionale istituita dall'Istituto Geografico Militare. Sono stati materializzati numero 3 Caposaldi (501A, 501B, 501C), allegati alla presente relazione.



**Fig. 8** Ubicazione Caposaldi

#### 4.3 Rete di riferimento

Una serie di caposaldi sono stati materializzati e misurati al fine di avere una uniformità di misure su tutta l'area. I caposaldi utilizzati distribuiti uniformemente sono stati rappresentati anche nel disegno elaborato finale. Sono stati misurati con strumentazione GNSS in modalità RTK Ntrip prolungata utilizzando il servizio messo a disposizione dalla Regione Campania e sono risultati l'ossatura di tutto il rilievo ed utilizzati come riferimento di orientamento per le operazioni successive con Stazione Totale.

#### 4.4 Rilievo litorali sabbiosi

Il rilievo dei litorali sabbiosi è stato effettuato con strumentazione GNSS, considerando la variabilità e l'erosibilità si è proceduto ad effettuare tale operazione in condizioni di mare calmo ed effettuando tre passaggi; uno ad una quota inferiore del livello di riferimento I.G.M., una corrispondente al valore

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

ottico linea di riva inteso come passaggio tra sabbia e mare ed uno ad una quota superiore al riferimento I.G.M.

## 5. ANALISI DINAMICO MODALI

### 5.1 Premessa

Si precisa che, come fatto per i paragrafi precedenti, essendo l'area la medesima, i transetti gli stessi, le coordinate dei punti invariati, la premessa è la medesima delle precedenti relazioni.

Il golfo di Salerno è una depressione strutturale estesa in direzione WSW-ENE lungo il margine continentale Tirrenico, l'half-graben che forma tale depressione è bordato a N-NW dalla faglia principale della valle di Salerno, a NE dai monti Picentini e a SE dalle strutture del Cilento. Tale depressione è colmata da depositi pleistocenici ed appartiene dal punto di vista regionale ai bacini di tipo "peri-tirrenico" essendo legata alle fasi distensive del margine continentale (Bartole et al., 1984; Brancaccio et al, 1987; Budillon et al., 1994).

Il litorale salernitano si estende per circa 12 km tra il comune di Vietri sul Mare ed il torrente Picentino, la linea di costa presenta due diversi morfotipi andando da ovest verso est; un primo costituito da costa alta ovvero dalle estreme propaggini del Monte San Liberatore con piccole baie ghiaiose o sabbiose intrappolate nei sistemi di piede di falesia, mentre il secondo, appartenente alla piana del Fiume Sele, si presenta come costa bassa di tipo sabbioso (cfr. Progetto CARG Foglio n. 467 "Salerno", scala 1:50.000).

Il fiume Sele rappresenta il corso d'acqua più importante in termini di apporto di sedimenti, acque dolci e nutrienti, inoltre nella parte settentrionale del Golfo sfociano anche alcuni fiumi e torrenti minori (T. Fusandola, F.Irno, T. Rumaggio, T. Mercatello ,T. Mariconda, T. Marchiava, F. Fuorni, F. Picentino).

L'area oggetto di studio sono le spiagge della Baia e della Crestarella, lo studio è stato eseguito nel periodo dal 12 al 18 aprile 2023, prevedendo l'esecuzione di:

- Profili topobatimetrici disposti trasversalmente alla costa;
- prelievi di campioni di sedimento superficiale del fondo marino;
- prelievi di campioni di sedimento sulla spiaggia emersa;
- Analisi sedimentologiche dei campioni prelevati.

Sono stati prelevati 25 campioni superficiali di sedimento (15 sommersi ed 10 nella porzione di spiaggia emersa) così come riportato nel piano di monitoraggio. Tali campioni sono stati analizzati

<b>OGGETTO:</b> Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001 FASE IV	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
--	--	--

dal laboratorio certificato ISOGEA S.r.l. con sede operativa in Salerno alla via Colombo n° 22 – 84018 Scafati.

L'analisi dei campioni ha prodotto la stima e la valutazione di una serie di parametri statistici di rilievo, quali:

- il diametro, il peso e la frequenza delle classi granulometriche rinvenute all'interno dei campioni, la definizione delle classi, i percentili, etc.
- Il calcolo dei parametri statistici necessari per una corretta valutazione sedimentologica dell'area, quali la media, la moda, la mediana, la deviazione standard, la dispersione, lo skewness ed il kurtosis.
- Il calcolo dei parametri grafico-statistici necessari per lo studio sedimentologico, quali: il diametro medio, il coefficiente di cernita, il coefficiente di asimmetria, il coefficiente di appuntamento, la deviazione interquartile.
- Sono state inoltre prodotti, per ogni campione, grafici relativi alla distribuzione di frequenza ed alla curva cumulativa semi-logaritmica.
- Le formule modali per ciascun campione.
- Ogni campione è stato, infine, classificato sedimentologicamente sulla base delle analisi effettuate (sabbia, sabbia limosa, sabbia argillosa, etc.).
- Infine, è stata effettuata un'analisi dinamica modale.

#### **Allegati alla presente relazione tutte le schede granulometriche dei campioni.**

Lo studio delle analisi effettuate, nel complesso, ha concesso la produzione di elaborati quali:

- Tav. 06 – Profili topo-batimetrici;
- Tav. 07 – Analisi Modale Valore Medio Scala 1:750;
- Tav. 08 – Analisi Modale Sorting Scala 1:750;
- Tav. 09 – Analisi Modale Skewness Scala 1:750;
- Tav. 10 – Analisi Modale Curtosi Scala 1:750;
- Tav. 11 – Analisi Modale Vettori di transito Scala 1:750

## 5.2 Indagini sedimentologiche

La morfologia della linea di costa, come riportato nel piano di monitoraggio e nell'immagine sottostante è relativa a rilievi batimetrici e topografici eseguiti nelle date dal 12 al 18 aprile 2023.

Il progetto di monitoraggio prevede :

- monitoraggio *ante operam*;

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

- monitoraggio in corso d'opera: dopo posa del secondo cassone (cassone n. 3) e ad ultimazione lavori;
- monitoraggio post operam: a **12 (caso di studio)**, a 24, a 36, a 48 e a 60 mesi da ultimazione lavori.

Il piano eseguito è:

- a) il monitoraggio topografico della linea di costa e della parte emersa con transetti in prosecuzione delle stazioni determinate e di seguito riportate;
- b) il monitoraggio batimetrico del fondale, dalla linea di costa fino alla batimetrica -10 m dal l.m.m. con la tecnologia multibeam (copertura integrale);
- c) Prelievo di campioni di sedimento su spiaggia emersa;
- d) Prelievo di campioni di sedimento su spiaggia sommersa;
- e) Analisi sedimentologiche sul campione di cui:
  - analisi granulometriche
  - analisi modale per determinazione dei vettori di transito

Il piano ha previsto 25 stazioni di prelevamento dei campioni di sedimento, di cui 15 su spiaggia sommersa e 10 su spiaggia emersa. Il piano di campionamento, come dettagliato nella figura che segue e nell'elaborato grafico allegato, prevede n. 5 transetti ortogonali alla costa e distanti tra loro circa 100 m.

Su ciascun transetto sono stati prelevati 3 campioni della spiaggia sommersa (in corrispondenza delle batimetriche di -10, -5 e -2 dal l.m.m.) e n. 2 campioni sulla spiaggia emersa (a 0,5 e 1,5 m dalla linea di costa).

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

Tutti i campioni prelevati sono stati identificati e georeferenziati.

Di seguito una tabella riassuntiva riportante il codice ID, le coordinate e la rispettiva quota di prelievo.

	ID Punto	Coordinate		Quota Prelievo 2020	Quota Prelievo 2022	Quota Prelievo 2023
		Nord	Est			
Profilo 01	T01	477440,08	4502230,64	1,48	1,50	1,60
	T02	477443,10	4502216,39	0,23	-0,50	-0,40
	M01	477447,20	4502196,69	-2,75	-3,00	-3,00
	M02	477465,60	4502108,64	-5,00	-4,75	-4,75
	M03	477548,46	4501712,99	-10,10	-9,75	-10,00
Profilo 02	T03	477542,90	4502239,77	1,68	1,50	1,80
	T04	477545,16	4502224,03	0,52	0,25	0,80
	M04	477548,06	4502203,60	-2,75	-3,50	-3,25
	M05	477555,58	4502149,61	-5,00	-4,85	-4,55
	M06	477612,52	4501743,07	-10,15	-9,85	-9,50
Profilo 03	T05	477625,60	4502236,74	1,76	1,50	2,10
	T06	477627,40	4502222,25	0,66	0,25	1,10
	M07	477630,77	4502199,59	-2,50	-2,50	-2,50
	M08	477634,59	4502150,42	-5,10	-5,00	-5,00
	M09	477683,98	4501777,39	-10,10	-9,75	-9,75
Profilo 04	T07	477723,93	4502233,21	2,21	2,25	2,70
	T08	477726,22	4502233,21	0,61	1,00	1,50
	M10	477728,89	4502194,67	-2,25	-3,50	-3,50
	M11	477732,04	4502170,27	-4,75	-5,00	-5,00
	M12	477775,76	4501825,55	-10,20	-9,85	-10,00
Pro	T09	477737,45	4502228,70	1,96	2,00	2,80

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

T10	477743,30	4502217,67	0,96	1,25	<b>1,50</b>
M13	477756,02	4502193,49	-2,25	-1,25	<b>-1,00</b>
M14	477767,35	4502171,69	-5,00	-4,50	<b>-4,50</b>
M15	477911,68	4501896,65	-10,00	-9,85	<b>-10,00</b>

Di seguito, per maggiore chiarezza, si riportano le coordinate di inizio e fine transetto che per ovvi motivi coincide con quello della campagna di ottobre 2020, 2021, 2022 e 2023:

	Coordinate Inizio profilo		Coordinate Fine profilo	
	Nord	Est	Nord	Est
<b>Profilo 01</b>	477440,08	4502230,64	477552,06	4501694,87
<b>Profilo 02</b>	477541,89	4502247,04	477614,56	4501729,35
<b>Profilo 03</b>	477625,23	4502239,58	477681,01	4501793,05
<b>Profilo 04</b>	477723,61	4502235,68	477779,37	4501803,64
<b>Profilo 05</b>	477737,45	4502228,7	477928,92	4501863,76

Per ogni campione sono state eseguite analisi sedimentologiche (analisi granulometriche e dinamico-modali) per la determinazione delle caratteristiche tessiture e dei vettori di transito.

L'analisi dei campioni, come da certificati allegati, riporta una di una serie di parametri statistici di rilievo, quali:

- il diametro, il peso e la frequenza delle classi granulometriche all'interno dei campioni, la definizione delle classi, i percentili, etc.
- Il calcolo dei parametri statistici necessari per una corretta valutazione sedimentologica dell'area, quali la media, la moda, la mediana, la deviazione standard, la dispersione, lo skewness ed il kurtosis.
- Il calcolo dei parametri grafico-statistici necessari per lo studio sedimentologico, quali: il diametro medio, il coefficiente di cernita, il coefficiente di asimmetria, il coefficiente di appuntamento, la deviazione interquartile.
- Sono stati prodotti, inoltre, per ogni campione, grafici relativi alla distribuzione di frequenza ed alla curva cumulativa semi-logaritmica.
- Ogni campione è stato, infine, classificato sedimentologicamente sulla base delle analisi effettuate (sabbia, sabbia limosa, sabbia argillosa, etc.).

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

Determinati i parametri sopra detti, come già elencati in premessa, sono stati prodotti gli elaborati allegati alla presente:

- Tav. 06 – Profili topo-batimetrici;
- Tav. 07 – Analisi Modale Valore Medio Scala 1:750;
- Tav. 08 – Analisi Modale Sorting Scala 1:750;
- Tav. 09 – Analisi Modale Skewness Scala 1:750;
- Tav. 10 – Analisi Modale Curtosi Scala 1:750;
- Tav. 11 – Analisi Modale Vettori di transito Scala 1:750

L'analisi modale ha seguito, come riportato in seguito e nelle precedenti relazioni, le metodologiche ricorrenti nella letteratura scientifica (cfr. la bibliografia di riferimento di seguito riportata).

L'elaborazione delle curve di isodensità modale, riferite ad ogni sub-popolazione riscontrata, ha consentito di individuare gli assi di transito lungo i quali è mobilizzato il sedimento di fondo.

Inoltre, si evidenzia che nel corso del monitoraggio in corso d'opera, fine lavori e ad un anno dalla fine dei lavori oltre la determinazione delle analisi e studi sopra riportati si è effettuato, durante il periodo del monitoraggio, un'analisi di change detection del tratto di costa analizzato, spiaggia della Baia e Crestarella; ovvero sono stati prodotti DTM terra-mare (ante-operam, in corso d'opera a 12 mesi, post-operam e ad un anno dalla fine lavori) da cui, per differenza, sono state generate sezioni trasversali che evidenziano le possibili variazioni di volume intercorse nel periodo considerato per il monitoraggio, per verificare l'eventuale significatività delle quantità di sedimento spostate; di fatto rappresenta un metodo diretto per verificare le zone di accumulo ed erosione.

Questo sarà utile per determinare se l'opera determinerà sedimentazione o erosione del tratto monitorato. **(cit. ARPA CAMPANIA nota Protocollo N. 0013388/2020 del 02/03/2020).**

Infine, sono state prodotte, lungo i transetti prefissati, sezioni stratigrafiche come indicato nelle figura sotto riportata.

La foto è stata estrapolata dal un lavoro **“Monitoraggio RPAS delle dune embrionali di Rosolina Mare (Alto Adriatico)”**.

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001  
FASE IV

**DATA:**

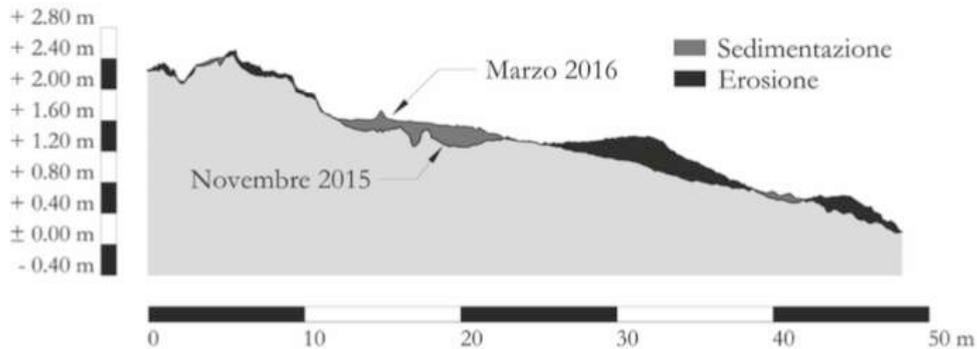
Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
ENGINEERING SERVICES



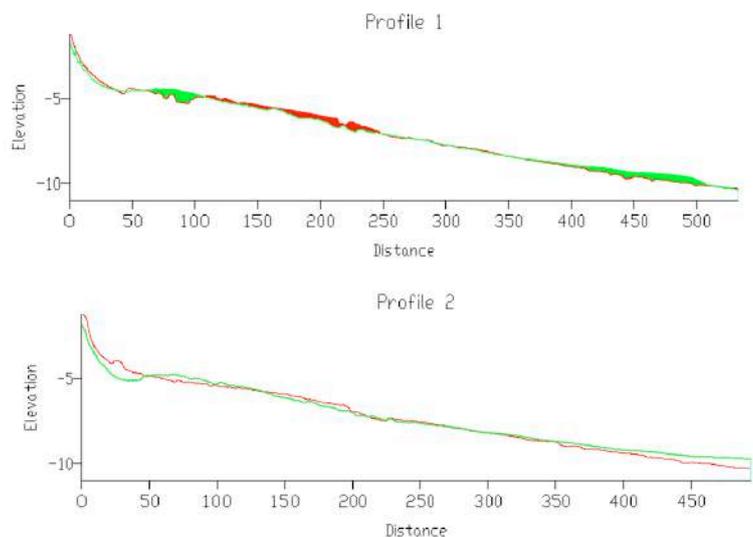
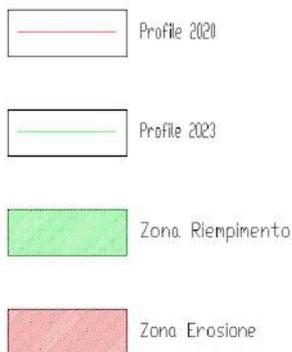
**Foto 9.** Monitoraggio RPAS delle dune embrionali di Rosolina Mare (Alto Adriatico) rappresentativa della tipologia di lavoro proposto

Per il corso d'opera fase III, ultimazione lavori e ad un anno dalla fine lavori si è effettuato uno studio analogo, comprensivo di rilievi batimetrici e topografici, rispettivamente:

- a seguito della posa in opera del terzo cassone cellulare (cassone n.2);
- ad ultimazione dei lavori;
- Ad un anno dalla fine dei lavori.

Di seguito si riportano le immagini dei 5 profili del rilievo 2020 sovrapposto al rilievo 2023 con indicazione delle zone di accumulo ed erosione.

Confronto profili 2020 - 2023



**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

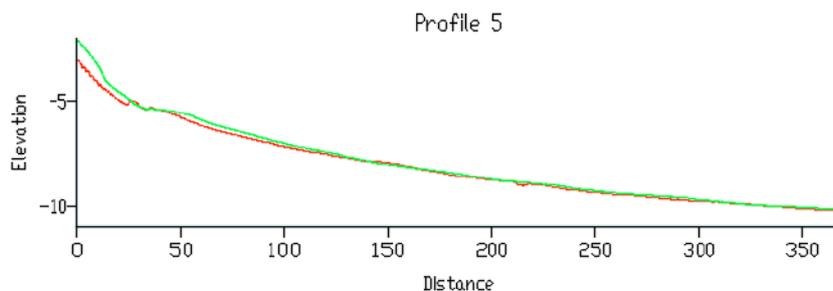
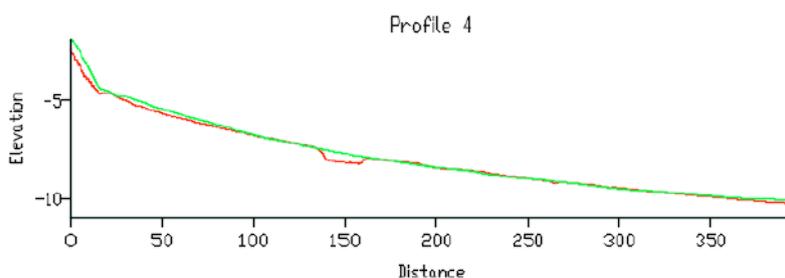
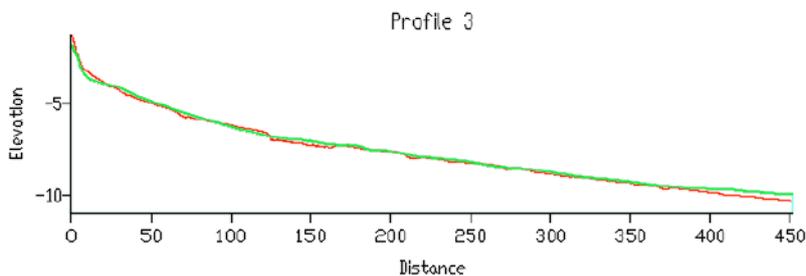
Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES



**Foto 10.** Confronto tra profili del 2020 e 2023

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES

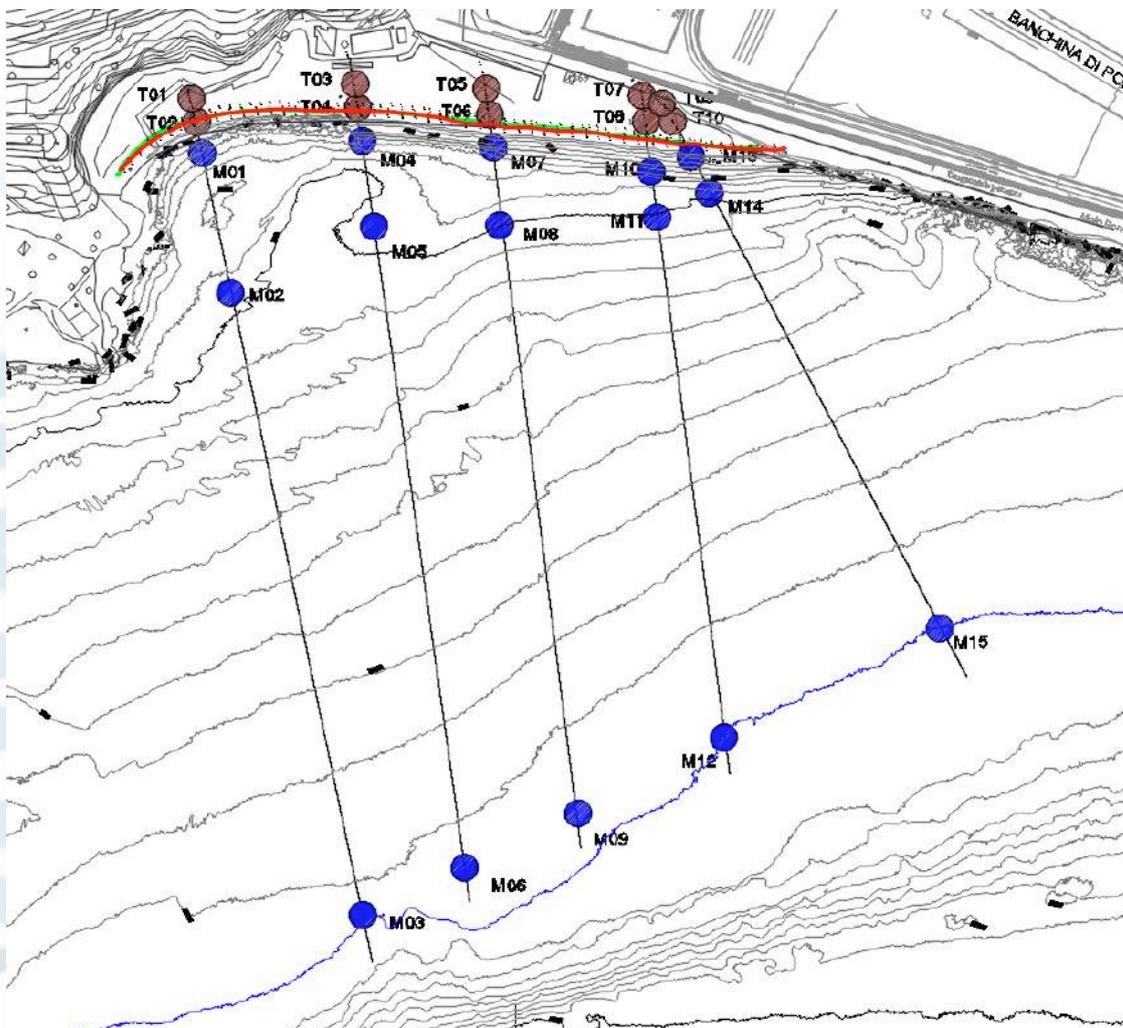


Foto 11. Profili analizzati

I campioni sono stati prelevati, per le operazioni in mare, con classica benna Van-Veen mentre quelli a terra con normali spatole di acciaio.



Figura 12. Benna manuale di tipo Van-Veen

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

Il prelievo di campioni eseguito nel corso della campagna è stato effettuato entro profondità significative (-8.0 / -10.0 m) per la comprensione della dinamica dei sedimenti. Lungo i transetti, in genere, sono stati prelevati 3 campioni di sedimento, in siti identificati sul piano di monitoraggio e individuati con posizionamento di precisione GPS con correzione differenziale. I criteri di campionamento utilizzati sono di tipo morfologico (battigia, truogolo, cresta barra, piede barra) e/o geometrico (coordinate o profondità prestabilite). I campioni di sedimento superficiale di fondo marino sono stati prelevati mediante idonea strumentazione (benna manuale di tipo Van Veen), sopra allegata. Ciascun campione è stato chiaramente ed univocamente identificato e georeferenziato come riportato nelle tavole allegate alla presente relazione.

La quantità di sedimento prelevata è stata concordata in modo idoneo rispetto all'esecuzione delle analisi prestabilite (almeno 1 kg per sedimento fino, e 2 kg per sedimento grossolano). I campioni sono stati conservati in robuste buste di plastica trasparente chiuse, etichettate, e collocate in cassette atte al trasporto ed alla conservazione dei campioni stessi in laboratorio. Per ogni campione sono state specificate inoltre, data e profondità di prelievo.

Ogni campione di sedimento prelevato nel corso della campagna in mare è stato sottoposto ad analisi granulometrica meccanica mediante vibro/vaglio con maglie standardizzate secondo le tecniche usualmente adoperate (Folk & Ward, Lang & Lucas, Tortora etc.). L'analisi condotta su ogni singolo campione è articolata nelle seguenti fasi:

- 1) lavaggio del campione in acqua distillata a mezzo di pompa aspirante;
- 2) essiccamento in forno elettrico ad una temperatura di circa 105°; solo per sedimento di natura non calcarea, per la presenza di frammenti di gusci di molluschi può rendersi necessario, dopo una prima cernita manuale dei frammenti più grossolani, il trattamento del sedimento con una soluzione di acido cloridrico al 10% e ripetere le fasi 1 e 2;
- 3) quartatura, al fine di ottenere un saggio rappresentativo di tutte le classi granulometriche costituenti il campione, del peso di circa 150-250 gr accertato a mezzo di una bilancia elettronica di precisione;
- 4) setacciatura a mezzo di microsetacciatore a secco munito di una pila di setacci a  $\frac{1}{2}$  phi (dove phi è dato dal logaritmo negativo in base 2 del diametro della particella espresso in mm) sottoposto a vibrazioni sia parallele che perpendicolari alla base di appoggio per un tempo pari a 20 minuti.
- 5) determinazione attraverso la pila di setacci a maglie decrescenti di  $\frac{1}{2}$  phi, con una apertura massima di 16 mm ed una minima di 44 micron e con l'ausilio di una bilancia elettronica di precisione, delle singole frazioni granulometriche costituenti ogni campione. Le varie frazioni granulometriche devono fornire la rappresentazione grafica dello spettro granulometrico ("curve e istogrammi granulometrici") ponendo sull'asse delle ascisse le dimensioni (in scala aritmetica) e sull'asse delle ordinate le percentuali singole in scala aritmetica (a sinistra, per gli istogrammi) e le percentuali cumulate in scala probabilistica (a destra, per la curva cumulativa) nonché, la determinazione completa dei seguenti indici e parametri statistici:

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

1. Phi mean (o granulo medio);
2. mediana ;
3. moda ;
4. deviazione interquartile ;
5. inclusive graphic standard deviation ;
6. asimmetria;
7. indice di curtosi.

Sono, inoltre, stati calcolati i seguenti parametri statistici significativi della sedimentologia dei campioni prelevati a terra e a mare: il diametro, il peso e la frequenza delle classi granulometriche rinvenute all'interno dei campioni, la definizione delle classi, i percentili, etc. Il calcolo dei parametri statistici necessari per una corretta valutazione sedimentologica dell'area, quali la media, la moda, la mediana, la deviazione standard, la dispersione, lo skewness ed il kurtosis. Il calcolo dei parametri grafico-statistici necessari per lo studio sedimentologico, quali: il diametro medio, il coefficiente di cernita, il coefficiente di asimmetria, il coefficiente di appuntamento, la deviazione interquartile. Sono state inoltre prodotti, per ogni campione, grafici relativi alla distribuzione di frequenza ed alla curva cumulativa semi-logaritmica.

### 5.3 Analisi dinamico-modale

L'invio di 25 schede, relative ad analisi granulometriche eseguite dal Laboratorio Isogea su campioni prelevati sulla spiaggia emersa e sommersa della spiaggia della Baia e Crestarella, con la richiesta di sviluppare, su tale base, un'analisi sedimentologica finalizzata alla individuazione delle varie subpopolazioni costituenti il sedimento di fondo mobile, con il fine ultimo di ricavare gli assi di transito sedimentario, ha richiesto, preliminarmente, il tracciamento della curva granulometrica cumulata standardizzata di ciascun campione (Schede Allegate), dalla cui elaborazione si sono quindi ricavati tutti quei parametri ed indici granulometrici atti ad evidenziare le caratteristiche tessiturali del sedimento dell'area oggetto di studio.

I valori dei vari parametri sedimentologici (Schede Allegate) ottenuti dai percentili della cumulata indicano che il sedimento di fondo mobile è ben classato, per cui, all'interno di ciascun campione, i suoi granuli risultano distribuiti in un ventaglio di valori dimensionali piuttosto ristretto (sabbia e sabbia con ghiaia).

Dalle schede granulometriche dei campioni analizzati sono stati estrapolati i parametri statistici più caratteristici, dimensione media del granulo (indice di posizione) generalmente preferito al dato mediano perché calcolato su tre valori, classazione (indice di dispersione) che esprime l'ampiezza dello spettro dimensionale del campione, (indici di forma) asimmetria, in grado di esprimere la presenza di code, positive o negative, e quindi di materiali più fini o grossolani all'interno di un

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

originario campione omogeneo e l'appuntamento che esprime il grado di cernita del campione rispetto alla classe modale fornendo indicazione sulla modalità di sedimentazione del campione.

Le distribuzioni spaziali di tali valori sono state rappresentate/mappate nelle carte tematiche sopra elencate.

Per quanto riguarda il trasporto litoraneo anche i vettori di transito sono stati determinati utilizzando i dati delle indagini sedimentologiche. La metodologia è basata sul confronto della distribuzione spaziale degli indici sedimentologici media ( $Mz$ ), classazione ( $\Phi$ ) e asimmetria ( $Sk$ ). (Gao & Collins).

La metodologia prevede l'esecuzione, per ogni campione, del confronto dei tre parametri indicati rispetto a tutti i campioni circostanti (campione per campione) e comunque contenuti all'interno di una distanza caratteristica. Da questa analisi deriva, per ogni singolo punto, una griglia di vettori dalla quale si ricavano i trend principali di trasporto. Nel caso in esame la metodologia è stata applicata allo scopo di evidenziare i 2 seguenti trend:

FB- (il sedimento diventa più fine, meglio assortito e asimmetricamente negativo);

CB+ (il sedimento diventa più grossolano, meglio assortito e asimmetricamente positivo).

I calcoli della procedura sono stati eseguiti in ambiente GIS, il risultato esportato in forma vettoriale è stato aggiunto come layer CAD alla carta batimetrica dell'area di interesse.

#### 5.4 Breve descrizione dell'approccio teorico

Nell'ambito degli studi del trasporto sedimentario tre sono, classicamente, le metodologie utilizzate per l'analisi del fenomeno. Per prima le osservazioni dirette e indirette (diving, campionamenti, rilievo side scan sonar, riprese video) che consentono il riconoscimento delle strutture morfologiche (aree con presenza di ripples e loro orientamento, canali di erosione, etc...) generate dal trasporto sedimentario.

Il secondo approccio coinvolge aspetti di dinamica dei fluidi e discende necessariamente da uno studio completo del paraggio dell'area di interesse, con applicazione di modelli numerici per l'analisi del coinvolgimento dei sedimenti litoranei (trazione, saltazione) nell'ambito della dinamica litoranea.

Il terzo approccio, che è quello utilizzato nel caso in esame, si basa sull'assunzione che i sedimenti di uno specifico sito siano il risultato dei meccanismi di trasporto fisico che in quel sito hanno luogo. Lo studio delle variazioni spaziali dei parametri statistici desunti dai campioni di sedimento sono state utilizzate per lo studio delle direzioni di trasporto a cui esso è soggetto già da Petitjohn and Ridge (1938), Krumbein(1938) and Plumley (1948), sebbene, all'epoca, incentrati sulle variazioni di un singolo parametro.

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

McLaren(1981), è stato il primo a sviluppare un metodo basato sullo studio e l'analisi dell'interazione tra i differenti parametri; oggi internazionalmente riconosciuto sotto la sigla STA ( Sediment Trend Analysis).

Successivamente il metodo si è evoluto grazie agli apporti su base teorica (Gao and Collins, 1991; Le Roux, 1994) e sulla base delle strategie di applicazione delle fasi sulle quali si basa, (Asselman, 1999; Poizot et al., 2006).

La metodologia considera l'utilizzo di tre parametri, desunti dall'analisi granulometrica dei campioni, il diametro medio del granulo  $\mu$ , il valore di sorting  $\sigma$  e la skewness  $S_k$  (unità in  $\phi$ ). Dal loro utilizzo è possibile analizzare 14 possibili trend.

(A e B nella tabella rappresentano due campioni differenti )

Trend sedimentologico	Definizione
<b>B</b>	$\sigma_A > \sigma_B$
<b>P</b>	$\sigma_A < \sigma_B$
<b>CB</b>	$\mu_A > \mu_B$ and $\sigma_A > \sigma_B$
<b>FB</b>	$\mu_A < \mu_B$ and $\sigma_A > \sigma_B$
<b>CP</b>	$\mu_A > \mu_B$ and $\sigma_A < \sigma_B$
<b>FP</b>	$\mu_A < \mu_B$ and $\sigma_A < \sigma_B$
<b>CB-</b>	$\mu_A > \mu_B, \sigma_A > \sigma_B$ and $S_{kA} < S_{kB}$
<b>FB+</b>	$\mu_A < \mu_B, \sigma_A > \sigma_B$ and $S_{kA} > S_{kB}$
<b>CB+</b>	$\mu_A > \mu_B, \sigma_A > \sigma_B$ and $S_{kA} > S_{kB}$
<b>FB-</b>	$\mu_A < \mu_B, \sigma_A > \sigma_B$ and $S_{kA} < S_{kB}$
<b>CP-</b>	$\mu_A > \mu_B, \sigma_A < \sigma_B$ and $S_{kA} < S_{kB}$
<b>FP+</b>	$\mu_A < \mu_B, \sigma_A < \sigma_B$ and $S_{kA} > S_{kB}$
<b>CP+</b>	$\mu_A > \mu_B, \sigma_A < \sigma_B$ and $S_{kA} > S_{kB}$
<b>FP-</b>	$\mu_A < \mu_B, \sigma_A < \sigma_B$ and $S_{kA} < S_{kB}$

Le variazioni granulometriche tra 2 campioni di sedimento permetteranno di riclassificare il sedimento analizzato come (**F**ine) più fine, (**C**oarser) più grossolano, (**B**etter) più, oppure, (**P**oorer) meno assortito e (+) o (-) asimmetrico.

Non tutti i casi potenziali vengono studiati e generalmente gli schemi combinatori FB- e CB+ (sulla base del modello bidimensionale indicato da Gao e Collins ) sono quelli più utilizzati.

Da significare che questo tipo di analisi sono state implementate negli anni da vari autori e su differenti tipologie di substrato sedimentario in aree costiere influenzate e no dalla presenza di apporti fluviali ed anche in presenza di canyon.

<b>OGGETTO:</b> <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001</i> <b>FASE IV</b>	<b>DATA:</b> Giugno 2023 <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
---	--	--

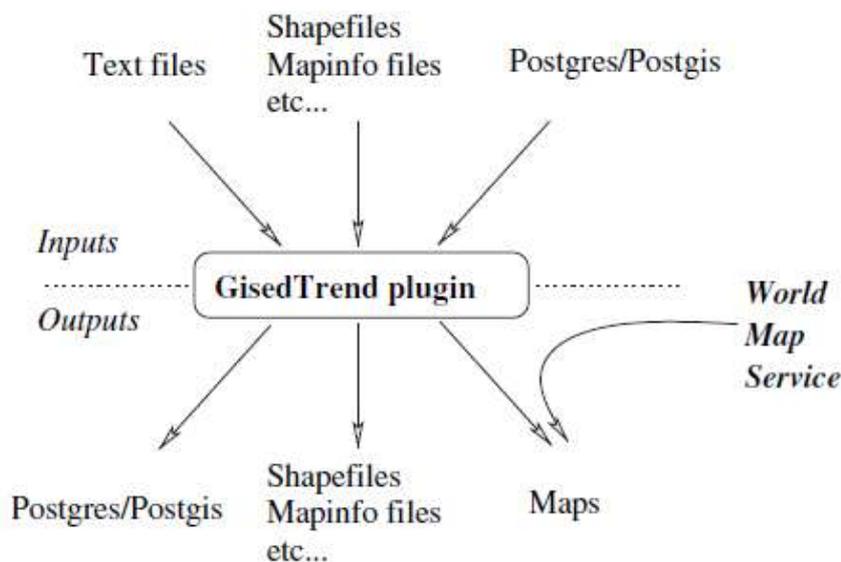
L'analisi eseguita nel caso in esame si basa sull'utilizzo di un applicativo sviluppato per l'analisi del trasporto sedimentario in ambiente GIS .

La metodologia utilizzata tiene conto sia dell'approccio sviluppato da Gao e Collins che individua un vettore adimensionale utile a caratterizzare i casi di studio, i trend FB- o CB+, già indicati in precedenza, i quali sono analizzati partendo da un campione centrale, rispetto ad altri ad esso circostanti. I campioni inclusi nel calcolo sono individuati sulla base di una distanza caratteristica; i singoli vettori concorrono alla generazione di un vettore risultante che indica la direzione del trasporto;

ed anche

di quello messo a punto da Le Roux (1994) che propone di dare un peso ponderale ai parametri statistici, media,  $\sigma$  e  $S_k$ , considerando in questo caso distanza e direzione dei quattro campioni più vicini a quello di riferimento e calcolando nuovi parametri che concorrono all'analisi di eventuali trend di trasporto.

Il plugin (Gisedtrend) implementa un mix delle metodologie citate arricchendole delle routine software necessarie ad integrarla in ambiente GIS. L'immagine che segue evidenzia gli elementi in input ed output del processo.



L'angolo dei vettori riportati in cartografia rappresenta la direzione di trasporto dei sedimenti, il modulo non rappresenta la forza del trasporto bensì deve essere considerato come un indicatore che valuta la coerenza/confidenza della direzione di trasporto del sedimento.

**(riferimenti e bibliografia in calce )**

<b>OGGETTO:</b> Porto commerciale di Salerno - Lavori di prolungamento del molo di sopraflutto e di salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto - CUP F59F11000100001 FASE IV	<b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00	<b>REDATTO:</b> 
--	--	--

## Riferimenti e bibliografia per la Sediment Trend Analysis :

- Alvarez-Sánchez, L.G.; Hemández-Walls, R. & Durazo-Arvizu, R. (1988). Patrones de deriva de trazadores lagrangeanos en la Bahía de Todos Santos. *Ciencias Marinas*, Vol. 14, No. 4, (Diciembre, 1988), pp. 135-162, ISSN 0185-3880.
- Argote-Espinoza, M. L.; Amador-Buenrostro, A. & Morales-Zuñiga, C. (1975). Distribución de los Parámetros de Salinidad y Temperatura y Tendencias de la Circulación en la Bahía de Todos Santos, B. C. *Memorias de la Primera Reunión de CIBCASIO*, pp. 3-30.
- Carriquiry-Beltrán, J. D. (1985). Análisis de la distribución de materiales pesados presentes en los sedimentos clásicos de la Bahía de Todos Santos, B.C.. *Tesis Licenciatura*. FCM. UABC.
- Carriquiry, J.D. & Sánchez, A. (1999). Sedimentation in the Colorado River delta and Upper Gulf of California after nearly a century of discharge loss. *Marine Geology*, Vol. 158, No. 1-4, (June, 1999), pp. 125-145, ISSN 0025-3227.
- Carriquiry, J.D.; Sánchez, A. & Camacho-Ibar, V.F. (2001). Sedimentation in the Northern Gulf of California after the elimination of Colorado River Discharge. *Sedimentary Geology*, Vol. 144, No. 1, (October, 2001), pp. 37-62, ISSN 0037-0738.
- Cheng, P.; Gao, S. & Bokuniewicz, H. (2004). Net sediment transport patterns over the Bohai Strait based on grain size trend analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 60, No. 2, (June, 2004), pp. 203-212, ISSN 0272-7714.
- Cruz-Colín, M.E. (1994). Balance sedimentario de la Bahía de Todos Santos, B.C., México. *Tesis Licenciatura*. FCM. UABC.
- Cruz-Colín, M.E. (1997). Variabilidad de temperatura del mar en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. *Tesis Maestría en Ciencias*. FCM. UABC.
- Emery, K.O.; Gorsline, D.S.; Uchupi, E. & Terry, R.D. (1957). Sediments of three bays of Baja California: Sebastian Viscaíno, San Cristobal, and Todos Santos. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 27, No. 2, (June, 1957), pp. 95 - 115, ISSN 1527-1404.
- Friend, P.L.; Velegrakis, A.F.; Weatherston, P.D. & Collins, M.B. (2006). Sediment transport pathways in a dredged ria system, southwest England. *Estuarine Coastal Shelf Science*, Vol. 67, No. 3, pp. 491-502, ISSN 0272-7714.

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

- Galehouse, L. (1971). Sedimentation Analysis. In: *Procedures in Sedimentary Petrology*, R.E. Carver, (Ed), 69-64, Wiley Interscience, ISSN 978-0471138556, New York, USA.
- Gao, S. (1996). A Fortran program for grain-size trend analysis to define sand sediment transport pathways. *Computers and Geosciences*, Vol. 22, No. 4, (May, 1996), pp. 449-452, ISSN 0098-3004.
- Gao, S. & Collins, M.B. (1992). Net sediments transport patterns from grain size trends, based upon definition of 'transport vectors'. *Sedimentary Geology*, Vol. 81, No. 1-2, (November, 1992), pp. 47-60, ISSN 0037-0738.
- Gao, S. & Collins, M.B. (1994). Analysis of grain size trends, for defining sediment transport pathways in marine environments. *Journal of Coastal Research*, Vol. 10, No. 1, (Winter, 1994), pp. 70-78, ISSN 0749-0208.
- García, C.; Robles, P. M.; Figueroa, C.C. & Delgado, G. O. (1994). Observaciones de corrientes y temperatura en la Bahía de Todos Santos, RC.. Durante Noviembre de 1993-Enero 1994. *Informe Técnico. Comunicaciones Académicas, Serie Oceanográfica Física*, CICESE, 63 p.
- Gavidia-Medina, J. (1988). Simulación Numérica de la Circulación Barotrópica en la Bahía de Todos Santos, Francisco. Depto. de Oceanografía Física, CICESE, Tesis de maestría, 95 pp.
- Ingram, D.L., 1971. Sieve analysis, In: *Procedures in Sedimentary Petrology*, R.E. Carver, (Ed), 49-68. Wiley Interscience, ISSN 978-0471138556, New York, USA.
- Komar, D.P. (1977). Selective longshore transport rates of different grain-size fractions within a beach. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 47, No. 4, (December, 1977), pp. 1444-1453, ISSN 1527-1404.
- Lanckneus, J.; De Moor, G.; De Schaepmeester, G.; Meyus, I. & Spiers, V. (1992). Residual sediment transport directions on a tidal sand bank. Comparison of the «Mc Laren model» with bedform analysis. *Bulletin Society Belge d'Etudes Géographiques*, Vol. 2, No. 2, pp. 425-446.
- Le Roux, J.P. (1994). An alternative approach to the identification of sand sediment transport paths based on a grain-size trends. *Sedimentary Geology*, Vol. 94, No. 1-2, (August, 1994), pp. 97-107, ISSN 0037-0738.
- Le Roux, J.P. & Rojas, E.M. (2007). Sediment transport patterns determined from grain-size parameters: overview and state of the art. *Sedimentary Geology*, Vol. 202, No. 3, (December, 2007), pp. 473-488, ISSN 0037-0738.
- Le Roux, J.P.; O'Brian, R.D.; Rios, F. & Cisternas, M. (2002). Analysis of sediment transport paths using grain-size parameters. *Computers and Geosciences*, Vol. 28, No. 6, (July, 2002), pp 717-721, ISSN 0098-3004.
- Lucio, P.S.; Bodevan, E.C.; Dupont, H.S. & Ribeiro, L.V. (2006). Directional kriging: a proposal to determine sediment transport. *Journal of Coastal Research*, Vol. 22, No. 6, (November, 2006), pp. 1340-1348, ISSN 0749-0208.
- Masselink, G. (1992). Longshore variation of grain size distributions along the coast of the Rhone Delta, Southern France: a test of the "Mc Laren Model". *Journal of Coastal Research*, Vol. 8, No. 2, (Spring, 1992), pp. 286-291, ISSN 0749-0208.
- Mateos, E.; Marinone, S.G. & Parés-Sierra, A. (2008). Towards the Numerical Simulation of the Summer Circulation in Todos Santos Bay, Ensenada, B.C. Mexico. *Ocean Modeling*, Vol. 27, No. 1-2, pp. 107-112, ISSN 1463-5003.

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
prolungamento del molo di sopraflutto e di  
salpamento del tratto terminale del molo di  
sottoflutto - CUP F59F11000100001  
FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

- Mc Laren, P. & Bowles, D. (1985). The effects of sediment transport on grain size distributions. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 55, No. 5, (September, 1985), pp. 457-470, ISSN 1527-1404.
- Mc Laren, P. & Little, D.I. (1987). The effects of sediment transport on contaminant dispersal: an example from Milford Haven. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 18, No. 11, (November, 1987), pp. 586-594, ISSN 0025-326X.
- Mc Laren, P. & Beveridge, R.P. (2006). Sediment Trend Analysis of the Hylebos Waterway: Implications for Liability Allocations. *Integrated Environmental Assessment and Management*, Vol. 2, No. 3, (July, 2006), pp. 262-272, ISSN 1551-3793.
- McManus, L. (1988). Grain size determinations and interpretation. In: *Techniques in Sedimentology*, M. Tucker (Ed.), 408, Blackwell, ISSN 978-0632013722, Oxford, England.
- Pérez, H. R. & Chee, B. A. (1984). Transporte de Sedimentos en la Bahía de Todos santos, B. C. México. *Revista de Ciencias Marinas*, Vol. 10, No. 3, pp. 31-52, ISSN 0185-3880.
- Poizot, E.; Méar, Y.; Thomas, M. & Garnaud, S. (2006). The application of geostatistics in defining the characteristic distance for grain size trend analysis. *Computers and Geosciences*, Vol. 32, No 3, (April, 2006), pp. 360-370, ISSN 0098-3004.
- Poizot, E. & Méar, Y. (2008). eCSedtrend: a new software to improve Sediment Trend Analysis. *Computers and Geosciences*, Vol. 34, No. pp. 827-837, ISSN 0098-3004.
- Poizot, E.; Méar, Y. & Biscara, L. (2008). Sediment Trend Analysis through the variation of granulometric parameters: A review of theories and applications. *Earth-Science Reviews*, Vol. 86, No. 1-4, (January, 2008), pp. 15-41, ISSN 0012-8252.
- Ríos, F.; Cisternas, M.; Le Roux, J. & Correa, I. (2002). Seasonal sediment transport pathways in Lirquen Harbor, Chile, as inferred from grain-size trends. *Investigaciones Marinas*, Vol. 30, No., pp. 3-23, ISSN 0716 - 1069.
- Romero-Vargas, I.P. (1995). Metales pesados y su fraccionación química en sedimentos de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.
- Sandoval-Salazar, G. (1999) Metales pesados en sedimentos superficiales de la cuenca de las Californias: Frontera México-E.U.A. a Bahía de Todos Santos, Ensenada, Baja California, México. MSc thesis, UABC, México.
- Sánchez, A.; Alvarez-Legorreta, T.; Sáenz-Morales, R.; Ortiz-Hernández, C.; López-Ortiz, E. & Aguiñiga, S. (2008). Transporte y dispersión de los sedimentos superficiales en la Bahía de Chetumal inferido del análisis de tendencias texturales. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol. 25, No. 3, (Octubre, 2008), pp. 523-532, ISSN 1026-8774.
- Sánchez, A.; Carriquiry, J.; Barrera, J. & López-Ortiz, B. E. (2009). Comparación de modelos de transporte de sedimento en la Bahía Todos Santos, Baja California, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Vol. 61, No. 3, (Septiembre, 2008), pp. 13-24, ISSN 1405-3322.
- Sánchez, A.; Shumulin, E.; López-Ortiz, E.B.; Aguiñiga, S.; Sánchez-Vargas, L.; Romero-Guadarrama, A. & Rodríguez-Meza, D. (2010). Sediment transport in Bahía Magdalena, inferred of grain-size trend analysis. *Journal Latinoamerican of Aquatic Science*, Vol. 38, No. 2, (July, 2010), pp. 167-177, ISSN 0718-560X.
- Shepard, F.P. & Marshall, N.F. (1973). Currents along of submarine canyons. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Vol. 57, No. 2, pp. 244-264, ISSN 0149-1423.



enviroconsult Srl

Via A. D'Isernia, 28 - 80122 Napoli  
tel/fax 081.3355268 - P. IVA 06334181218  
info@enviroconsult.it - www.enviroconsult.it

<p><b>OGGETTO:</b>  <i>Porto commerciale di Salerno - Lavori di  prolungamento del molo di sopraflutto e di  salpamento del tratto terminale del molo di  sottoflutto - CUP F59F11000100001</i>  FASE IV</p>	<p><b>DATA:</b> Giugno 2023  <b>REV:</b> 00</p>	<p><b>REDATTO:</b>  </p>
--	---	---

  
**enviroconsult**  
ENGINEERING SERVICES

**ALLEGATO I – BROCHURE STRUMENTAZIONE:  
Multibeam**



enviroconsult Srl  
Via A. D’Isernia, 28 - 80122 Napoli  
tel/fax 081.3355268 - P. IVA 06334181218  
info@enviroconsult.it - www.enviroconsult.it

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES

**NORBIT**  
 - explore more -

DATASHEET - PS-120006-22

## NORBIT - IWBMS TURNKEY MULTIBEAM SONAR SYSTEM

For High Resolution Bathymetry

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

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

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



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

### Features

- ✓ Multibeam Sonar with Integrated Inertial Navigation System & Integrated NTRIP Client
- ✓ 80kHz Bandwidth
- ✓ Roll-stabilisation
- ✓ Backscatter outputs (Intensity, Sidescan, Sidescan Snippets, Snippets, Water Column)
- ✓ Multidetector
- ✓ Simple Ethernet Interface
- ✓ Integrated Sound Velocity Probe
- ✓ Hydrodynamic Fairing
- ✓ Mounting Bracket Included
- ✓ FM & CW Processing
- ✓ Flexible Power
- ✓ 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
- ✓ Unmanned Surface Applications (AUV or ASV)
- ✓ Coastal Surveys

### Options

- ✓ Sound Velocity Profiler
- ✓ Data Collection Tool (DCT)
- ✓ Turnkey Survey Solutions
- ✓ Permanent Hull Mount Option
- ✓ Pole Mount and Travel Option
- ✓ 200kHz Version
- ✓ Backscattering Strength Output
- ✓ Narrow Beam Option
- ✓ High-end INS
- ✓ Acquisition, Navigation and Post Processing Software
- ✓ Senior Hydrographer for Support and Training
- ✓ Can be Delivered with Software Packages e.g. DCT, 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)

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001

FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

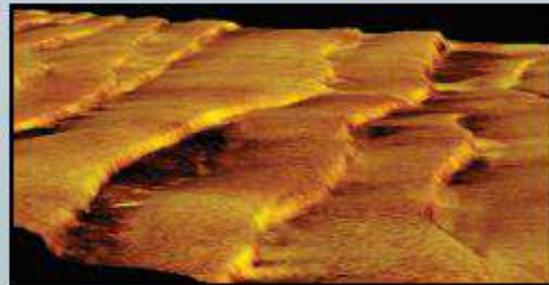
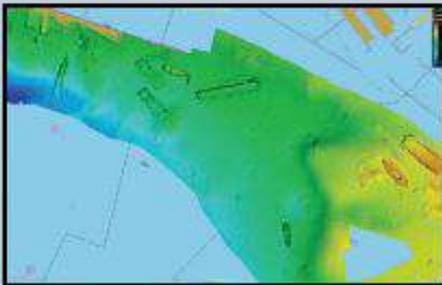
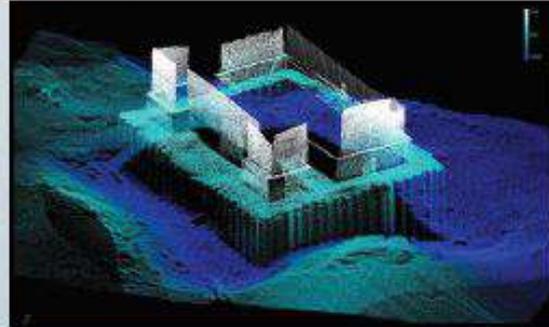
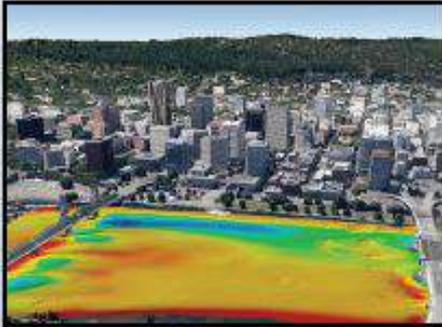
00

**REDATTO:**

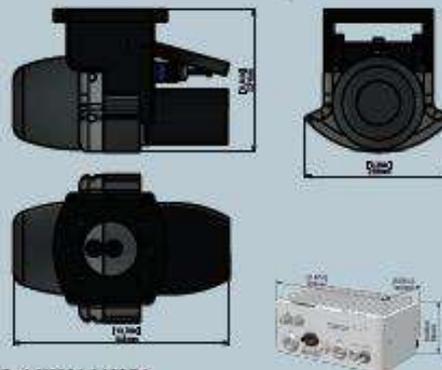
**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES

DATASHEET - PS-120006-22

## NORBIT iWBMS Wideband Multibeam Sonar For High Resolution Bathymetry

**TECHNICAL SPECIFICATION**

SWATH COVERAGE	5-210° FLEXIBLE SECTOR (SHALLOW WATER IHO SPECIAL ORDER >155°)
RANGE RESOLUTION	<10mm ACOUSTIC w. 50kHz BANDWIDTH
NUMBER OF BEAMS	255-512 EA & ED
OPERATING FREQUENCY	NOMINAL FREQUENCY 400kHz (FREQUENCY AGILITY 200-700kHz)
DEPTH RANGE	0.2-275m P-30.0m WITH 0.9° X 0.9° OPTION
PING RATE	UP TO 60Hz, ADAPTIVE
RESOLUTION (ACROSS X-ALONG)	STANDARD: 0.9° X 1.0° @400kHz AND 0.5° X 1.0° @700kHz NARROW OPTION: 0.5° X 0.9° @400kHz AND 0.5° X 0.5° @700kHz
POSITION	HOR: ±(8mm +1ppm X DISTANCE FROM RTK STATION) VER: ±(15mm +1ppm X DISTANCE FROM RTK STATION) (ASSUMES 1m GNSS SEPARATION)
HEADING ACCURACY	0.03° (RTK) WITH 2m ANTENNA SEPARATION
PITCH/ROLL ACCURACY	0.03° INDEPENDENT OF ANTENNA SEPARATION
HEAVE ACCURACY	2 cm OR 2% (TRUEHEAVE™), 5 cm OR 5% (REAL TIME)
WEIGHT	0.5kg (AIR) 3.5kg (WATER)
INTERFACE	ETHERNET
CABLE LENGTH	STD 0m, OPT: 2m, 25m AND 50m
POWER CONSUMPTION	60W (10-28VDC, 10-240VAC)
OPERATING TEMP.	-4°C to +40°C (TOPSIDE -20°C to +55°C)
STORAGE TEMP.	-20°C to +60°C
ENVIRONMENTAL	TOPSIDE: IP67, DUST TIGHT, PROTECTED AGAINST THE EFFECT OF IMMERSION UP TO 1m WET-END (SONAR): 100m



Part #12004-AACDB4

NORBIT SUSE22 (STK) LOSTADVEEN 11, N-7041 TRONDHEIM, NORWAY. PHONE: +47 72 98 25 00 | [sales@norbit.com](mailto:sales@norbit.com)  
 COPYRIGHT ©2020 NORBIT. ALL RIGHTS RESERVED. WHILE EVERY EFFORT IS MADE TO ENSURE THE INFORMATION GIVEN IS ACCURATE, NORBIT DOES NOT ACCEPT LIABILITY FOR ANY ERRORS OR  
 OMISSIONS. ALL WEIGHTS AND MEASURES ARE APPROXIMATE AND OTHER INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE.

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES

**Sonda CTD**

**SWiFT SVP & SWiFTplus**  
**Operating Manual**  
 (500m rated instrument)



Document Ref: 0660879f  
 Date: November 2019

This document was prepared by the staff of Valeport Limited, the Company, and is the property of the Company, which also owns the copyright therein. All rights conferred by the law of the copyright and by virtue of International copyright conventions are reserved to the Company. This document must not be copied, reprinted or reproduced in any material form, either wholly or in part, and the contents of this document, and any method or technique available therefrom, must not be disclosed to any other person whatsoever without the prior written consent of the Company.

Valeport Limited  
 St Peters Quay  
 Totnes  
 Devon, TQ9 5EW  
 United Kingdom  
 Tel: +44 1803 869292  
 e mail: sales@valeport.co.uk | support@valeport.co.uk  
 Web: www.valeport.co.uk

As part of our policy of continuous development, we reserve the right to alter, without prior notice, all specifications, designs, prices and conditions of supply for all our equipment.



enviroconsult Srl  
 Via A. D'Isernia, 28 - 80122 Napoli  
 tel/fax 081.3355268 - P. IVA 06334181218  
 info@enviroconsult.it - www.enviroconsult.it

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES



SWIFT SVP - Sound Velocity Profiler

### 3. SWiFT SVP - Sound Velocity Profiler



Designed from the outset with the intention of a seamless workflow, the SWiFT profiler provides survey-grade sensor technology coupled with the convenience of Bluetooth connectivity and rechargeable batteries. An integral GPS module, to geo-locate each profile, completes the package. Data can be easily and quickly downloaded and reviewed wirelessly, via Bluetooth, using the either Valeport's Connect PC software or the SWiFT App for iOS portable devices and instantly shared, in industry standard SVP formats through email and cloud services. Using the provided USB adapter or cable, Valeport's Connect software package provides further tools. In addition to the directly measured sound speed, temperature and pressure observations, Conductivity, Salinity and Density are calculated using Valeport's proprietary algorithm developed from extensive laboratory and field work. With an operational battery life of up to 5 days and the convenience of charging via USB, SWiFT is intended for coastal, harbour and inland hydrographic survey use and offers the highest quality sound velocity profiles in a compact, robust and portable package.

#### Key Features

1. Self contained, sound velocity, temperature and pressure profiling system
  - 1.1. From measured observations conductivity, salinity and density can be calculated
2. Lithium Ion rechargeable battery
3. Depth rated to 500m (from September 2019)
4. LED symbols to identify:
  - 4.1. Instrument status
  - 4.2. Battery Status
  - 4.3. GPS Status
  - 4.4. Bluetooth Status
5. Bluetooth connectivity to PC & iOS App.
6. Automatic reacquisition of Bluetooth connection and file down load on recovery
7. GPS Geo-Location and time
8. 2Gb memory (In excess of 25,000, 0.1m separated observation profiles)
9. Deployment weight that will not interfere with sensor performance

#### Applications

- A shallow water, self contained Sound Speed profiler possible applications include:
1. Coastal, harbour and inland hydrographic survey
    - 2.1. Single Beam echo-sounder
    - 2.2. Multi-Beam echo-sounder
    - 2.3. USBL
    - 2.4. Imaging sonar
  3. Lake, reservoir and river studies

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

## 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:

• Atlas Hydrographics FANsweep 20	• L3-Elec Seabeam
• Benthoe C3D	• Odom ES3, Echoscan
• GeoAcoustics GeoSwath+	• R2Sonic
• Imagenex Delta1, 881L	• Reson 7K series, 81xx series, 900x series
• Kongsberg Maritime EM 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!

**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!

**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 Replay program and generation of new foot print results when required.

During acquisition and Replay foot print results are primarily recorded in QPD files. The QPD files are used in the Validator and Qjeud for MBE calibration, data validation, (re)apply of SVP profiles and tidal information.

**Quality Positioning Services BV**  
 Huis ter Heidekamp 66 - 3795 LZ Zaan - The Netherlands  
 sales@qps.nl - +31 (0) 20 692 2000 - Fax: +31 (0) 20 692 2069

**QPS-US Inc.**  
 1935 Greenhills Road - Haddon, Maryland - USA  
 sales@qps-us.com - +1 410 298 8100 - Fax: +1 410 298 8107

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

enviroconsult  
 ENGINEERING SERVICES

Sistema di Gestione Qualità  
 UNI EN ISO 9001:2015  
 N° GITI-178-QC

enviroconsult Srl  
 Via A. D'Isernia, 28 - 80122 Napoli  
 tel/fax 081.3355268 - P. IVA 06334181218  
 info@enviroconsult.it - www.enviroconsult.it

Pag. 39 di 41

**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

## Software di Data Processing Mbes

### QIMERA

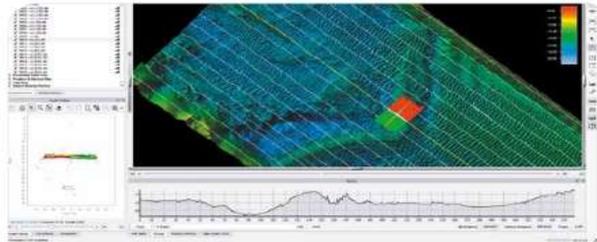
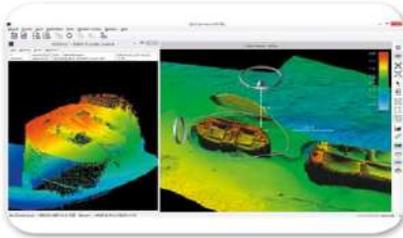
#### Hydrographic Processing Evolved

We've taken the core technologies of QINsy and Fledermaus and joined them together in a new platform...

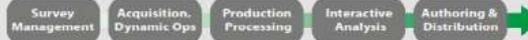
Qimera is an easy to use yet most powerful sonar data processing application. Built using core QPS technologies, Qimera supports the major raw sonar file formats and by working with a Dynamic Workflow it revolutionizes the way data is handled.

Qimera intelligently guides you through the data processing stages, simplifying what traditionally has been a convoluted process. Multi-day, multi-vessel, multi-sonar datasets are handled with ease.

Operating on the latest computing technology, it is 64bit and the unique IO Balanced Multi-Core engine is specifically designed to process sonar data as rapidly as possible. Qimera also contains a number of advanced tools for troubleshooting common equipment installation issues.



#### The Total Workflow

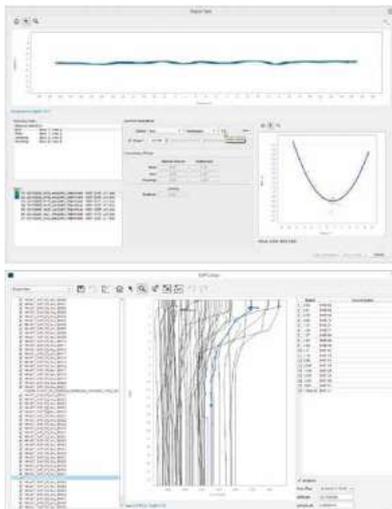


Qimera is a completely new product, coded from the ground up.

- is intended to be sold either as stand-alone or sold in a suite.
- has the flexibility to sell into many markets with a variety of workflows.
- is feature rich, fast, accurate and easy to use: an excellent value proposition.
- is built to be localized for regional flexibility.
- the architecture allows for more timeline updates and feature releases.

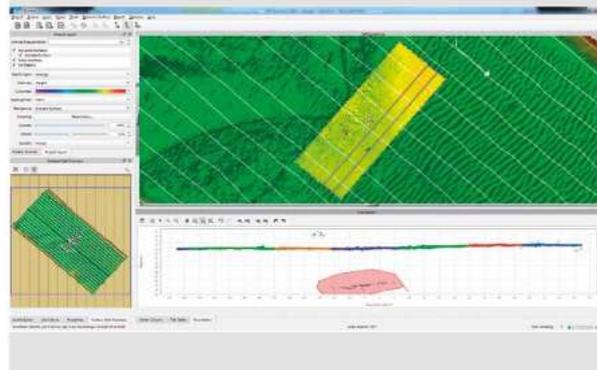
### QIMERA

#### State of the art functionality for hydrographic processing



#### 2D/3D/4D Supervised Sonar Processing

##### Inside Qimera



**OGGETTO:**

Porto commerciale di Salerno - Lavori di  
 prolungamento del molo di sopraflutto e di  
 salpamento del tratto terminale del molo di  
 sottoflutto - CUP F59F11000100001  
 FASE IV

**DATA:**

Giugno 2023

**REV:**

00

**REDATTO:**

**enviroconsult**  
 ENGINEERING SERVICES

## Sistema Posizionamento Topografia

**GEOMAX**

**Works when you  
 do – lavora con te**

### Zenith60

Ricevitore GNSS



#### Tecnologia affidabile

- IMU senza calibrazione
- Resistenza elettromagnetica
- Modulo 4G LTE
- Motore di misurazione Novatel
- Radio SATEL UHF

#### Massima flessibilità

- Controller da campo: GeoMax o altro dispositivo di propria preferenza
- Con o senza funzione di inclinazione e/o modulo UHF

#### Suite software esclusiva

- Nessun costo di manutenzione per il software da campo
- Backup automatico dei dati
- Funzione Collaborative Survey & Stakeout



Sistema di Gestione Qualità  
 UNI EN ISO 9001:2015  
 N° GITI-178-QC



enviroconsult Srl

Via A. D'Isernia, 28 - 80122 Napoli

tel/fax 081.3355268 - P. IVA 06334181218

info@enviroconsult.it - www.enviroconsult.it