

**LAVORI DI DRAGAGGIO DEI FONDALI DEL PORTO COMMERCIALE DI SALERNO E  
DEL CANALE D'INGRESSO. IMMERSIONE A MARE DEI SEDIMENTI.**

**MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**POST D'OPERA**

**1 mese dalla fine dei lavori di escavo**

GRUPPO DI LAVORO

**Stazione Zoologica Anton Dohrn**

Daniele Bellardini, Marco Cannavacciuolo, Valerio Caruso, Sarah Ciancimino, Fabio Conversano, Andrea Montalbano, Marco Pansera, Paolo Fasciglione, Miriam Ferretti, Giulio Franzitta, Roberto Gallia, Francesca Margiotta, Augusto Passarelli, Vincenzo Rando, Francesco Riccio.

**2021**



## Sommario

<b>Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Colonna d'acqua</b> .....	<b>4</b>
1.1.1 Analisi ed acquisizione dei dati CTD.....	4
1.1.2. Acquisizione in continuo da boe oceanografiche.....	5

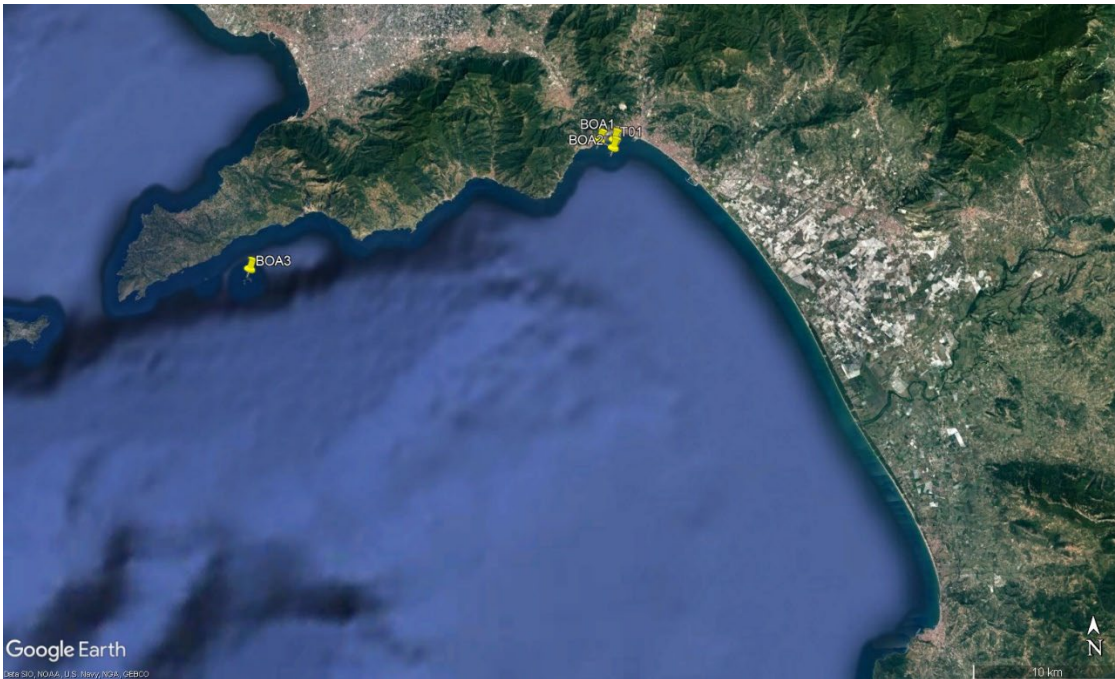
## Premessa

L'obiettivo primario del piano di monitoraggio Post *d'Opera* è quello di definire gli eventuali impatti sugli ecosistemi marini ad un mese delle fine dei lavori delle attività di dragaggio e all'immersione a mare dei sedimenti del Porto commerciale di Salerno e nel Canale d'Ingresso. Già dallo 01/01/2020 è stato avviato il monitoraggio satellitare ad alta risoluzione della torbidità in termini di solidi totali sospesi (TSM) e delle biomasse fitoplanctoniche (Chl *a*). Alla luce di quanto sopra e per fare fronte a queste difficoltà, l'Autorità Portuale di Salerno si è fatta carico, con il supporto scientifico della SZN, di approntare i due sistemi di monitoraggio in continuo della torbidità della direzione e velocità della corrente (boe equipaggiate con torbidimetro e correntometro ADCP, stazione meteo e telecamera), all'imboccatura del porto (Figura 1). I due sistemi di monitoraggio in continuo sono stati resi operativi il 30/01/2020 la Boa 1, il 12/02/2020 la Boa 2 e dal 1/12/2020 la Boa 3 "Li Galli", infine è stato installato il Torbidimetro T01 "faro rosso"- collocato in testata del molo sottoflutto ad una profondità di circa 1.5m, è costituito da un torbidimetro *Turner Designs Torbidimetro Turbidity Plus*, completo di dispositivo wiper per pulizia meccanica dell'ottica per protezione da biofouling, range 0-3000 NTU, collegato tramite cavo subacqueo ad un sistema di gestione, acquisizione e invio dati basato su piattaforma Arduino. È programmato per fare 5 letture ogni 5 secondi con intervalli di 30 minuti. Il sistema è stato reso operativo il 27/11/2020.

**Tabella 1.** Coordinate e profondità fondale dei 4 sistemi di monitoraggio

SISTEMI	Latitudine N	Longitudine E	Fondale m
BOA 1	40° 39.990' N	14° 44.037' E	10
BOA 2	40° 39.657' N	14° 44.750' E	14
ADCP3 Li Galli (BOA3)	40° 35.000' N	14° 25.928' E	20
Torbidimetro T01	40° 39.994' N	14° 44.811' E	1.5

Questa operazione è stata di grande utilità perché ha permesso di monitorare, in *real-time*, la torbidità, sia nell'area portuale che nel canale d'ingresso, e ha permesso di misurare la direzione e la velocità della corrente dalla superficie al fondo contestualmente ai dati meteorologici.



**Figura 1.** Posizionamento delle tre Boe e del Torbidimetro presente sul Faro Rosso all’imboccatura del Porto di Salerno

## 1.1 Colonna d’acqua

### 1.1.1 Analisi ed acquisizione dei dati CTD

I profili di Temperatura, Conducibilità, Salinità, Densità, pH, Torbidità, Fluorescenza ed Ossigeno Disciolto sono stati determinati utilizzando la sonda multi-parametrica CTD *SBE 911 plus* (Figura 1.1.1) equipaggiata con sensori ausiliari, le cui caratteristiche tecniche sono riportate in tabella 1.1.1. La sonda, montata su un *frame* in alluminio, si interfaccia con il PC tramite cavo armato e attraverso una *deck-unit SBE 11 plus*, in modo tale da poter visualizzare in *real time* e memorizzare i profili utilizzando il *software SeaSaveV7*. I dati sono stati acquisiti alla frequenza di 24 Hz. Ogni profilo è stato eseguito dalla profondità di 1m dalla superficie fino a circa 1 dal fondo. I dati acquisiti durante la campagna Post *d'opera* ad un mese dalla fine dei lavori di escavo sono stati elaborati secondo procedure oceanografiche standard, convertiti in unità fisiche e, infine, mediati ad un metro di profondità utilizzando un *software* specifico *Data Processing WIN 32* della *SeaBird*. Sono state realizzate rappresentazioni grafiche che permettono di visualizzare la distribuzione delle grandezze idrologiche su sezioni verticali e su planimetrie orizzontali nelle aree di campionamento mediante il programma *Ocean Data View (ODV)* ([www.odv.awi.de](http://www.odv.awi.de)).



**Figura 1.1.1.** Sonda multi-parametrica (CTD) SBE 911 plus con multicampionatore di acqua Carousel SBE 32 con 12 bottiglie Niskin da 5 litri

**Tabella 1.1.1.** Specifiche tecniche dei sensori utilizzati. SBE 911 plus

Parametri	Produttore	Modello	Range	Accuratezza	Risoluzione
<b>Temperatura</b>	Sea-Bird Elec.	SBE3 plus	-5° a +35 °C	0.001 °C	0.0002 °C
<b>Conducibilità</b>	Sea-Bird Elec.	SBE 4C	0 a 7 S/m	0.0003 S/m	0.00004 S/m
<b>Ossigeno</b>	Sea-Bird Elec.	SBE 43	0 a 120% sat	2% sat	
<b>pH</b>	Sea-Bird Elec.	SBE 27	0 a 14 pH	+/-0.1 pH	
<b>Pressione</b>	Sea-Bird Elec.	SBE Digi Quartz	0 a 15.000 psi	0.015 % max	0.001% max
<b>Fluorescenza</b>	Turner Designs	Cyclops 7 C	0.3 a 50 µg/L Chla		
<b>Torbidità</b>	Turner Designs	Cyclops 7 T	0.05 a 250 NTU		

### 1.1.2. Acquisizione in continuo da boe oceanografiche

I sistemi di monitoraggio remoto sono costituiti da boe oceanografiche equipaggiate come di seguito riportato:

#### Sistema di galleggiamento

- Corpo galleggiante cilindrico in materiale plastico riempito di poliuretano espanso modello E15 (diametro 2200



mm, altezza 850 mm). Colore giallo.

- Luce lampeggiante autoalimentata. (Portata nominale 2 miglia nautiche). Colore e codice IALA I38.
- Miraglio Radar a forma di X in alluminio.
- Albero in acciaio inox (diametro 600 mm, altezza 2,3 m).
- Pannelli Solari e Batterie ricaricabili

### **Modulo di Gestione e Controllo Remoto**

#### **LISC (Logical Intelligent System Control) Datalogger**

Elettronica di gestione e controllo del sistema, completa di memoria interna non volatile, capacità 2 GB. Completo di Router cellulare industriale 3G.

Il datalogger è inserito all'interno di un quadro IP65, con opportuni connettori stagni a pannello per il collegamento dei cavi verso gli strumenti subacquei ed a mare.

#### **Caratteristiche hardware**

- Memoria flash 2GB; 8 porte seriali rs232; 2 porte seriali rs422; 8 ingressi analogici 0-5V con condizionamento del segnale specifico per strumentazione oceanografica; 8 ingressi analogici 4-20mA; 6 Interruttori per accensione e spegnimento strumentazione subacquea e subaerea con disaccoppiamento ottico sostituibile da parte dell'utente. Corrente massima commutabile 5A per ciascun interruttore; Router cellulare industriale 3G con 4 porte LAN e ingresso seriale RS232 per funzionamento continuo con strumenti di monitoraggio della rete.

#### **Caratteristiche firmware**

- Acquisizione di tutte le misure richieste e conversione in formato ingegneristico direttamente sul sito remoto con correzione per gli effetti di temperatura e salinità quando richiesto al fine di permettere al *datalogger* di rilevare eventi dovuti alle misure strumentali e prendere decisioni autonome in funzione dei impostati dall'utente (modifica della frequenza di campionamento durante eventi specifici)
- Il sistema remoto è in grado di inviare messaggi di allarme via email ad una lista di distribuzione impostata dall'utente.
- Possibilità di collegarsi da remoto al singolo sensore collegato al *datalogger* in maniera completamente trasparente al fine di utilizzare anche i software specifici del produttore per controllare lo stato, le impostazioni e il



corretto funzionamento del sensore.

- Il sistema remoto effettua cicli di acquisizione dei sensori con accensione e spegnimento e lettura mediata della misura sul periodo di acquisizione impostato dall'utente. Il ciclo di acquisizione deve prevedere un tempo di *warm-up* prima di cominciare la media al fine di stabilizzare la misura del singolo sensore.

- La durata del tempo di acquisizione e la frequenza delle singole misure sono impostate dall'utente.

- Controllo accurato del settaggio dell'orologio interno. Il sistema consente una sincronizzazione remota con un server NTP.

### **Sistemi di Controllo**

Fotocamera per visualizzazione dello stato del mare e sorveglianza.

### **Sensori Meteorologici**

#### **Stazione Meteorologica Gill GMX600**

Completa di cavo di I/O terminato con connettore per collegamento rimovibile al quadro del sistema di controllo.

#### **Specifiche tecniche**

- Velocità del vento, *range* 0.1m/s – 60m/s, precisione  $\pm 3\%$  fino a 40m/s
- Direzione del vento, *range* 0-359°, precisione 3° fino a 40m/s
- Pressione atmosferica, *range* 300 – 1100 hpa, precisione  $\pm 0.5\text{hpa}@25^\circ\text{C}$
- Temperatura dell'aria, *range* -40°C +70°C, precisione  $\pm 0.3^\circ\text{C} @ 20^\circ\text{C}$
- Umidità relativa, *range* 0-100%, precisione  $\pm 2\% @ 20^\circ\text{C}$
- Pluviometro, *range* 0-150 mm/hr, precisione 2%
- Uscita seriale: RS232, 485(ASCII), SDI12, NMEA, MODBUS

#### **Torbidimetro nella colonna d'acqua**

Turner Designs Torbidimetro Turbidity Plus, completo di dispositivo per pulizia meccanica dell'ottica per protezione da *biofouling*, *range* 0-3000 NTU, completo di cavo subacqueo di collegamento al Datalogger LISC.



## Profilatore per misure di corrente

### Correntometro Teledyne RDI Sentinel V20 1000 kHz ADCP (BOA 1)

Completo di 4 trasduttori in configurazione Janus (posizionati a 90° l'uno dall'altro), necessari per la misura della error velocity come controllo di qualità dei dati.

Potenzialmente utilizzabile anche per effettuare calcoli della torbidità a partire dalle misure di *backscatter*.

#### Specifiche tecniche

- Range: 20 metri, Precisione velocità: 0.3% della velocità dell'acqua
- Sensori integrati di orientamento, rollio e beccheggio, *range*  $\pm 90^\circ$ , precisione 2° RMS
- Sensore integrato di temperatura, *range*  $-5^\circ\text{C} +45^\circ\text{C}$ , precisione 0.4°C
- Bussola integrata, precisione 2°

### Correntometro Teledyne RDI Monitor 600 kHz Direct-Reading ADCP (BOA 2 e BOA 3)

Completo di 4 trasduttori in configurazione Janus (posizionati a 90° l'uno dall'altro), necessari per la misura della error velocity come controllo di qualità dei dati.

Potenzialmente utilizzabile anche per effettuare calcoli della torbidità a partire dalle misure di *backscatter*.

#### Specifiche tecniche:

- Range: 66 metri, Precisione velocità: 0.3% della velocità dell'acqua
- Sensori integrati di orientamento, rollio e beccheggio, *range*  $\pm 15^\circ$ , precisione  $\pm 0.5^\circ$
- Sensore integrato di temperatura, *range*  $-5^\circ\text{C} +45^\circ\text{C}$ , precisione 0.4°C
- Bussola integrata, precisione 2°.

I sistemi di galleggiamento sono corredati di correntometri ADCP a differente frequenza in relazione alla profondità d'uso, in particolare **Teledyne RDI Sentinel V20 1000 kHz** posizionato sulla BOA 1, resa operativa il 30 gennaio 2020, su un fondale di circa 10 m, un **Teledyne RDI Monitor 600 kHz Direct-Reading** posizionato sulla Boa 2, resa operativa il 15 febbraio 2020, su un fondale di circa 14 m e un altro **Teledyne RDI Monitor 600 kHz Direct-Reading** posizionato sulla Boa 3, resa operativa il 01 dicembre 2020, su un fondale di circa 20 m



Le boe sono equipaggiate con torbidimetro *Turbidity Plus™* della *Turner Design* dotato di spazzolino (wiper-mechanismo che funziona come un tergicristallo e può essere programmato a tempo) che riduce sensibilmente i tempi di manutenzione riducendo la possibilità di colonizzazione della parte sensibile del sensore da parte di organismi marini tenendola il più a lungo pulita. *Turbidity Plus™* è un accurato sensore di torbidità a singolo canale che include uno spazzolino integrato che viene attivato dall'utente. È progettato per l'integrazione con sistemi multiparametrici e *datalogger* dai quali riceve energia il funzionamento del tergicristallo. *Turbidity Plus* offre un'uscita di tensione proporzionale alla torbidità del campione che può essere correlata a valori nefelometrici di unità di torbidità (NTU) calibrando con uno standard di nota concentrazione. È utilizzabile fino a 200m di profondità.

Gli strumenti, ADCP, torbidimetro, centralina meteo e telecamera sono stati settati per acquisire i dati ogni ora. In particolare, ogni ora, l'ADCP effettua le misure per un arco temporale di 10 minuti ovvero un *ping* ogni dieci secondi per sessanta volte, mentre il torbidimetro effettua cinque misure consecutive, ognuna per cinque secondi.

Inoltre il sistema di monitoraggio BOA 3 (ADCP3) è dotato di una sonda multiparametrica *SBE 37 SMP-ODO Microcat* della *SeaBird Scientific* (le cui caratteristiche tecniche sono riportate in tabella 2.1.1), che fornisce dati di pressione, temperatura, conducibilità (salinità) e ossigeno disciolto. Il sistema è programmato per fare un'acquisizione ogni ora.

**Tabella 2.1.1.** Specifiche tecniche della sonda multiparametrica SBE 37 SMP-ODO Microcat

SBE 37 SMP-ODO Microcat					
Parametri	Produttore	Modello	Range	Accuratezza	Risoluzione
Pressione	Sea-Bird Scien.	SBE 37	0 a 7000 mbari	0.1% max	0.002% max
		SMP-ODO			
Temperatura	Sea-Bird Scien.	SBE 37	-5° a +45 °C	0.001 °C	0.0002 °C
		SMP-ODO			
Conducibilità	Sea-Bird Scien.	SBE 37	0 a 7 S/m	0.0003 S/m	0.00004 S/m
		SMP-ODO			
Ossigeno	Sea-Bird Scien.	SBE 37 SMP-ODO	0 a 120% sat	2% sat	

Il sistema di monitoraggio della torbidità T01 –Torbidimetro faro rosso- installato in testata del molo sottoflutto ad una profondità di circa 1.5m, è costituito da un torbidimetro Turner Designs Torbidimetro Turbidity Plus, completo di dispositivo wiper per pulizia meccanica dell’ottica per protezione da biofouling, range 0-3000 NTU, collegato tramite cavo subacqueo ad un sistema di gestione, acquisizione e invio dati basato su piattaforma Arduino. È programmato per fare 5 letture ogni 5 secondi con intervalli di 30 minuti. Il sistema è stato reso operativo il 27 novembre 2020.

Il torbidimetro Faro rosso e le boe sono ubicate secondo la seguente tabella 2.1.2

**Tabella 2.1.2** Coordinate e profondità fondale dei sistemi di monitoraggio attivi

SISTEMI	Latitudine N	Longitudine E	Fondale m
ADCP3 Li Galli	40° 35.000' N	14° 25.928' E	18
T01	40° 40.064' N	14° 44.753' E	1.5

Le manutenzioni ordinarie di pulizia sensori delle boe sono state effettuate periodicamente.

Si evidenzia che le Boe 01 e 02 sono state danneggiate a causa di una mareggiata che le ha rese non operative per tutta la durata della campagna Post-opera, e sono state recuperate per essere riparate. La boa ADCP3 Li Galli è operativa dal 29/11/2020 e quindi ha acquisito dati anche durante le campagne post operam. I dati di monitoraggio registrati dalla BOA 1, BOA 2, ADCP 3, ADCP 4 e T01 sono disponibili sul sito FTP:

sftp://193.205.231.63 porta 22

Utente guest username: SZN\_ADSP Guest

Utente guest password: ZWn"8\*

Si può scaricare FILEZILLA dal sito:

<https://filezilla-project.org/download.php?type=client#close>