

Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sardegna

**AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE DI SARDEGNA**  
**EX AUTORITA' PORTUALE NORD SARDEGNA**

**APPALTO DELLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA SULLA BASE DEL PROGETTO  
PRELIMINARE E PER LA REALIZZAZIONE DEI LAVORI PER IL PROLUNGAMENTO  
DELL'ANTEMURALE DI PONENTE E DELLA RESECAZIONE DELLA BANCHINA ALTI FONDALI DEL  
PORTO CIVICO DI PORTO TORRES. CIG 5630886220; CUP B21G11000040001**

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Relazione di monitoraggio Ante Operam**



Impresa

**sales**

Società di consulenza ambientale

**Lithos**

Geologia Tecnica ed Ambientale

Responsabile del monitoraggio ambientale: Dott. Geol. Alessandro Muscas

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. PMA – ATMOSFERA .....</b>	<b>3</b>
2.1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO EFFETTUATE .....	3
2.2 ESITI DEL MONITORAGGIO.....	5
<b>3. PMA – ACQUA, BIOACCUMULO E SEDIMENTI .....</b>	<b>7</b>
3.1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....	7
3.2 IMPIANTI DI MITILI .....	7
3.3 ESITI DEL MONITORAGGIO.....	9
3.3.1 <i>Rilievo in situ dei parametri ambientali</i> .....	9
3.3.2 <i>Prelievo e analisi chimica acque</i> .....	10
3.3.3 <i>Determinazione dell'indice di trasparenza</i> .....	12
3.3.4 <i>Prelievo e analisi chimica sedimenti</i> .....	12
3.3.5 <i>Impianti per la valutazione del bioaccumulo</i> .....	14
<b>4. PMA – RILIEVI CORRENTOMETRICI E MORFOMETRICI.....</b>	<b>16</b>
4.1 PREMESSA .....	16
4.2 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE SONDE.....	18
4.2.1 <i>Sistema AWAC</i> .....	18
4.2.2 <i>Sistema AQUADOPP</i> .....	20
4.2.3 <i>Ubicazione sonde e dati di acquisizione</i> .....	21
4.3 ANALISI DEI DATI RILEVATI .....	22
4.3.1 <i>Analisi ondametria</i> .....	22
4.3.2 <i>Dati AWAC</i> .....	22
4.3.3 <i>Dati AQUADOP</i> .....	30
4.3.4 <i>Analisi correntometrica</i> .....	33
4.4 CONSIDERAZIONI FINALI .....	39
4.5 TRAPPOLE PER SEDIMENTI .....	41
<b>5. PMA – RUMORE.....</b>	<b>43</b>
<b>6. PMA – PAESAGGIO .....</b>	<b>45</b>
6.1 PREMESSA E OBIETTIVI.....	45
6.2 PUNTO DI VISUALE DALLO SVINCOLO TERMINALE DELLA S.S. 131 DI CARLO FELICE (PV_01) .....	47
6.3 PUNTO DI VISUALE PORTUALE ATTIGUO AL FABBRICATO CHE OSPITA LA GUARDIA DI FINANZA (PV_02) .....	50
6.4 PUNTO DI VISUALE LUNGOMARE BALAI IN PROSSIMITÀ DELLA SPIAGGETTA “ACQUE DOLCI” (PV_03)...	53
6.5 PUNTO DI VISUALE DAL BELVEDERE DEL PROMONTORIO DI BALAI (PV_04) .....	56
6.6 PUNTO DI VISUALE A CIRCA MEZZO MIGLIO NAUTICO DALL'IMBOCCATURA PORTUALE (PV_05)....	59

## CARTELLE ALLEGATE

B\_01 - Atmosfera

B\_02 - Acqua, bioaccumulo e sedimenti

B\_03 - Rilievi correntometrici e morfometrici

B\_04 - Rumore

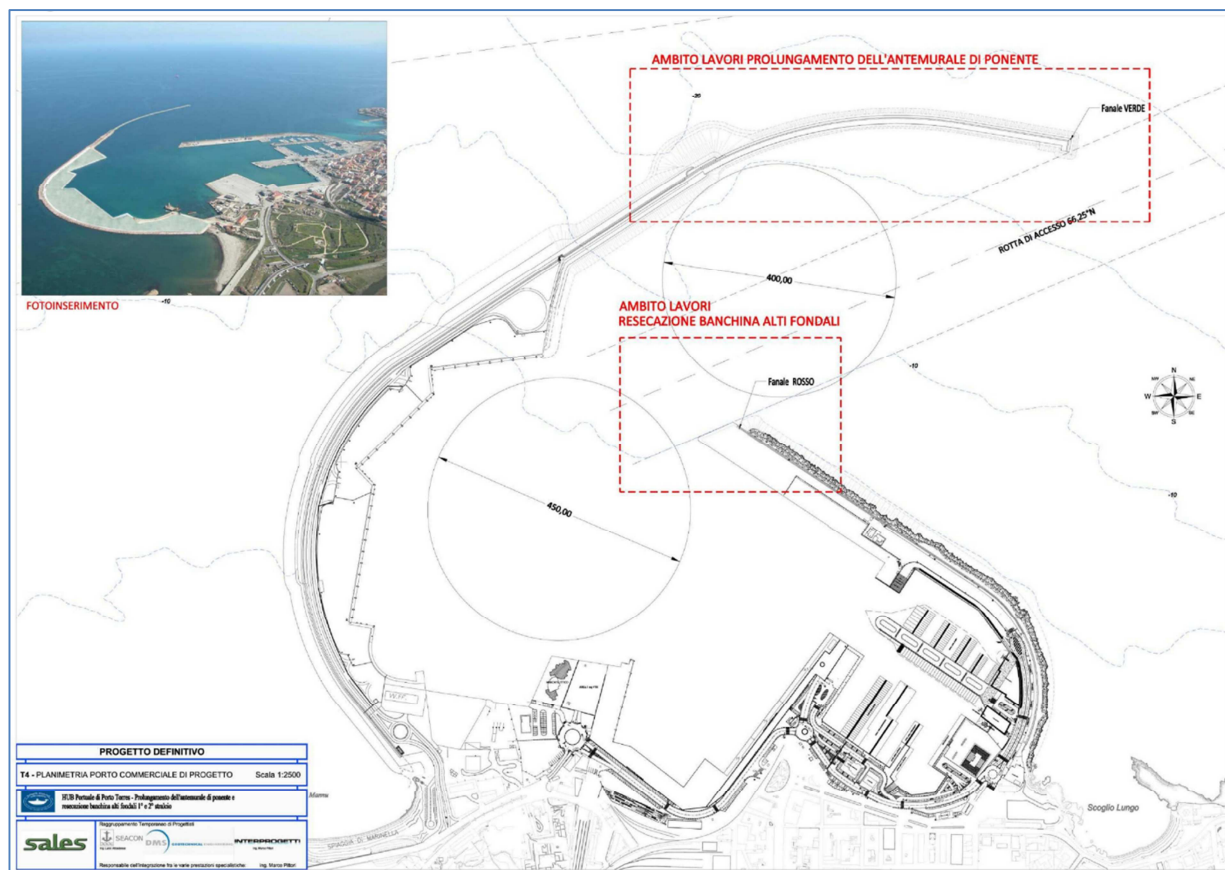
## 1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori relativi al prolungamento dell'antemurale di ponente e resecuzione banchina alti fondali nel porto di Porto Torres è stato adottato un Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) finalizzato alla verifica del rispetto delle procedure ambientali previste dalla normativa vigente e, nel caso specifico, dal Decreto di VIA.

Il PMA provvede inoltre alla valutazione della qualità ambientale ed all'accertamento degli effettivi livelli di impatto (diretto e indiretto) originati dall'infrastruttura nella fase di realizzazione e di esercizio, valutando lo stato delle componenti ambientali nelle seguenti fasi:

- Ante Operam (AO), per la determinazione dello "stato di zero" prima dell'avvio dei lavori di realizzazione dell'opera;
- in Corso d'Opera (CO), per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio del cantiere;
- Post Operam (PO), per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante l'esercizio dell'opera.

Il presente documento riporta gli esiti della campagna di monitoraggio relativa alla fase Ante Operam, effettuata nel periodo compreso tra i mesi di febbraio e giugno 2019.





## 2. PMA – ATMOSFERA

### 2.1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO EFFETTUATE

Le attività di monitoraggio dell'atmosfera definite dal PMA per la fase Ante Opera prevedevano una campagna di misure della durata di 30 giorni svolta utilizzando un mezzo mobile attrezzato per la rilevazione dei parametri elencati nella tabella successiva.

<b>Inquinanti monitorati</b>	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ); Particolato (PM <sub>10</sub> ); Particolato (PM <sub>2,5</sub> ); Piombo (Pb); Cadmio (Cd); Nichel (Ni); Arsenico (As); Benzo(a)pirene (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> ); Monossido Carbonio (CO); Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ); Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ); Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ); Ozono (O <sub>3</sub> ).
<b>Misure per il rilevamento dei parametri meteorologici</b>	Temperatura; Umidità relativa; Velocità e direzione del vento; Pressione atmosferica; Intensità di precipitazioni; Radiazione solare.

La campagna, in accordo con gli Enti di controllo, è stata suddivisa in due periodi al fine di raccogliere dati che potessero essere maggiormente rappresentativi delle differenti condizioni meteo registrabili nel sito. Si è pertanto proceduto all'installazione della stazione mobile nei giorni dal 12/02/2019 al 25/02/2019 e dal 26/04/2019 al 10/05/2019.

Il punto di monitoraggio PMA\_AIR\_PT\_01, ubicato in un'area attigua alla Capitaneria di Porto alla radice di ingresso del molo di levante, è riportato nell'immagine seguente.







Il laboratorio mobile utilizzato per il monitoraggio è attrezzato in quattro blocchi principali:

- Campionatori/analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi:
  - rivelatore a fluorescenza per  $\text{SO}_2$
  - rivelatore a chemiluminescenza per  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$
  - rivelatore IR per  $\text{CO}$
  - rivelatore UV per  $\text{O}_3$
- campionatori gravimetrici sequenziali
  - campionatore per  $\text{PM}_{10}$
  - campionatore per  $\text{PM}_{2,5}$
- centralina per la misura dei parametri meteorologici (temperatura, umidità, direzione del vento, velocità del vento, pressione atmosferica, precipitazione accumulata, radiazione solare)
- unità di acquisizione ed elaborazione dati

In aggiunta ai parametri registrati in tempo reale, il mezzo mobile sarà utilizzato come stazione di campionamento continua per ulteriori determinazioni:

- Benzene
  - Sistema di campionamento passivo Radiello®, analisi in GC-MS
- Benzo(a)pirene
  - Membrana polveri, frazione  $\text{PM}_{2.5}$ , analisi in GC-MS
- Metalli
  - Membrana polveri frazione  $\text{PM}_{10}$ , analisi in ICP-OES

## 2.2 ESITI DEL MONITORAGGIO

Nelle successive tabelle vengono riportati i valori di concentrazioni misurati con l'utilizzo dei campionatori gravimetrici sequenziali e del sistema di campionamento passivo Radiello®.

Nel ciclo di monitoraggio effettuato nel mese di febbraio non sono state registrate particolari oscillazioni per tali parametri. Per quanto riguarda le frazioni di particolato atmosferico il PM10 varia tra i 27,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e i 50,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mentre il range di concentrazione del PM2,5 è compreso tra 4,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 25,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il rapporto tra le due frazioni è quasi sempre risultato inferiore al 50% e non si segnalano valori anomali per un contesto urbano quale quello in esame.

I valori di concentrazione dei metalli sono risultati pressoché costanti, fatta eccezione per il dato relativo al cadmio registrato in data 13/02/2019, durante il quale è stata misurata una concentrazione pari a 1,7  $\text{ng}/\text{m}^3$  a fronte di una media nei restanti giorni di 0,2  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

La concentrazione di benzo(a)pirene misurata è sempre rimasta nell'ordine di grandezza del limite di rilevabilità (pari a 0,0001  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mentre il benzene ha restituito una concentrazione, mediata sulle due settimane di monitoraggio, di 0,788  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Data campionamento	Cadmio ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Nichel ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Piombo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Arsenico ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Benzo(a)pirene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
12/02/2019	0,2	4,8	0,010	1,6	0,0002	22,0	50,1	0,788
13/02/2019	1,7	6,9	0,023	1,9	0,0002	16,9	37,2	
14/02/2019	0,2	5,2	0,009	1,7	0,0004	16,3	36,7	
15/02/2019	0,2	3,6	0,013	2,0	0,0002	20,0	41,7	
16/02/2019	0,6	2,6	0,010	1,8	0,0006	15,8	33,0	
17/02/2019	0,2	3,2	0,010	0,9	0,0002	11,6	28,4	
18/02/2019	0,2	3,0	0,012	2,7	0,0003	20,5	35,5	
19/02/2019	0,2	3,5	0,009	2,7	0,0001	24,7	49,7	
20/02/2019	0,2	3,0	0,008	2,4	0,0001	7,4	50,9	
21/02/2019	0,1	1,6	0,002	1,8	0,0003	25,6	48,8	
22/02/2019	0,1	1,4	0,004	2,1	0,0002	16,7	42,2	
23/02/2019	0,1	3,2	0,007	0,7	0,0001	4,9	27,6	
24/02/2019	0,2	2,3	0,010	5,9	<0,0001	15,2	42,2	
25/02/2019	0,1	3,2	0,008	0,8	<0,0001	24,5	48,0	

Il secondo ciclo di monitoraggio, effettuato a cavallo tra aprile e maggio 2019, ha fatto registrare concentrazioni di PM10 mediamente più basse rispetto a quanto misurato nel mese di febbraio, con un'oscillazione compresa tra 12,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 41,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Relativamente al PM10 si segnala che su due membrane (campionate nelle giornate 29/04 e 09/05) non è stato possibile effettuare la misurazione della frazione di particolato in quanto le stesse sono risultate parzialmente danneggiate. La concentrazione di PM2,5 si è attestata su un range tra 9,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 24,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , analogo a quello del primo ciclo.

I metalli analizzati hanno mostrato valori prevalentemente stabili, cadmio e arsenico in particolare hanno avuto concentrazioni quasi sempre prossime al limite di rilevabilità.

Sia il benzo(a)pirene che il benzene sono sempre risultati in concentrazione inferiore al rispettivo limite di rilevabilità.

Data campionamento	Cadmio (ng/m <sup>3</sup> )	Nichel (ng/m <sup>3</sup> )	Piombo (µg/m <sup>3</sup> )	Arsenico (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(a)pirene (µg/m <sup>3</sup> )	PM2,5 (µg/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Benzene (µg/m <sup>3</sup> )
27/04/2019	<0,1	6,1	0,004	0,1	<0,0001	15,6	25,0	<0,051
28/04/2019	<0,1	1,8	0,004	0,1	<0,0001	16,0	12,1	
29/04/2019	<0,1	2,1	0,003	<0,1	<0,0001	16,7	n.d.	
30/04/2019	<0,1	4,3	0,003	0,1	<0,0001	11,1	25,0	
01/05/2019	<0,1	1,2	0,003	0,1	<0,0001	12,3	20,5	
02/05/2019	0,1	2,6	0,006	0,2	<0,0001	12,0	18,8	
03/05/2019	<0,1	2,2	0,004	0,2	<0,0001	11,6	19,6	
04/05/2019	<0,1	1,6	0,003	0,2	<0,0001	12,9	20,0	
05/05/2019	<0,1	1,9	0,004	0,2	<0,0001	24,9	26,7	
06/05/2019	0,1	1,5	0,006	1,2	<0,0001	15,1	41,3	
07/05/2019	0,1	5,1	0,007	0,2	<0,0001	9,6	32,1	
08/05/2019	<0,1	1,6	0,005	0,1	<0,0001	13,8	23,8	
09/05/2019	<0,1	1,0	0,003	0,1	<0,0001	13,1	n.d.	
10/05/2019	0,1	5,0	0,006	0,2	<0,0001	9,6	23,8	

Per quanto riguarda gli ulteriori inquinanti monitorati mediante la misurazione della media oraria (CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>) così come per i dati meteorologici raccolti, data la mole di dati si rimanda alle tabelle Excel allegate.

Ad ogni modo l'analisi dei dati ha mostrato una sostanziale stabilità delle concentrazioni misurate per le quali non si evidenziano particolari oscillazioni sia nel confronto giornaliero sia nel confronto tra i due cicli di monitoraggio quattordicinali effettuati.

Si segnala, infine, che per alcuni giorni del secondo ciclo di rilevamento, per un momentaneo malfunzionamento della strumentazione, non è avvenuta la raccolta dei dati meteo e dell'SO<sub>2</sub>. Tale carenza non inficia comunque il complesso dei rilevamenti.





### 3. PMA – ACQUA, BIOACCUMULO E SEDIMENTI

#### 3.1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Per il monitoraggio della risorsa idrica marina, in base a quanto definito nel PMA, sono state svolte le seguenti attività:

- Rilievo dei principali parametri ambientali mediante l'utilizzo di sonda multiparametrica in grado di determinare Clorofilla, Temperatura, pH, Conducibilità, Concentrazione di ossigeno disciolto e Torbidità;
- Prelievo di campioni d'acqua mediante apposita bottiglia "Niskin" per l'analisi di solidi in sospensione, metalli, IPA e idrocarburi totali;
- Determinazione dell'indice di trasparenza attraverso la metodologia del "Disco di Secchi";
- Determinazione del bioaccumulo di metalli e IPA su organismi marini impiantati artificialmente (*Mytilus galloprovincialis*);

Per le azioni elencate sono state identificate cinque differenti stazioni di campionamento la cui ubicazione è riportata nelle immagini seguenti.







I criteri adottati per l'individuazione delle stazioni di monitoraggio, condivisi con l'ARPAS durante l'incontro tecnico, sono stati basati sulla considerazione dei seguenti fattori:

- localizzazione delle aree logistiche fisse (cantiere principale);
- localizzazione delle aree a mare ove è prevista la posa di materiali sul fondale.

In tutte e 5 le stazioni di campionamento sono stati effettuati tutti i rilievi e i campionamenti previsti ad eccezione degli organismi bioindicatori che, sempre in accordo con quanto stabilito dal PMA, sono stati invece posizionati unicamente nelle stazioni PMA\_ACQ\_PT\_01, PMA\_ACQ\_PT\_04 e PMA\_ACQ\_PT\_05, quest'ultima da intendersi come valore di "bianco" relativo rispetto alle altre due.

In aggiunta alle attività fin qui descritte, in ottemperanza alle prescrizioni ARPAS contenute nel parere trasmesso con Prot. n. 0021101/18 del 13/11/2018, in ognuna delle 5 stazioni individuate si è proceduto al prelievo di un campione di sedimenti marini (medio composito superficiale) da sottoporre ad analisi chimica per i parametri previsti dalla Tabella 2.4 – Parametri chimici standard da analizzare del Decreto 15 luglio 2016, n. 173 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo dei fondali marini".

### 3.3 ESITI DEL MONITORAGGIO

#### 3.3.1 Rilievo in situ dei parametri ambientali

In data 21/02/2019 sono stati effettuati i rilievi con sonda multiparametrica nelle 5 stazioni di campionamento. In ognuna di queste si è proceduto all'esecuzione di tre misurazioni lungo la colonna d'acqua, una nel primo metro a partire dalla superficie, una ad un metro dal fondo ed una ad una quota intermedia. I dati raccolti sono riassunti nella tabella seguente.

	Profondità (m)	Temp (C)	pH	Redox (mV)	Ossigeno disciolto (%)	Conducibilità (uS/cm @25C)	Clorofilla (ug/L)	Torbidità (NTU)
PMA_ACQ_PT_01	0,72	13,4	8,09	164,4	105,9	54.399	0,0	0,0
	5,06	13,3	8,08	157,5	107,4	54.752	0,0	0,0
	9,59	13,2	8,07	153,5	106,8	55.087	0,0	0,0
PMA_ACQ_PT_02	0,58	13,4	8,08	173,3	106,7	53.328	0,0	0,0
	5,34	13,2	8,08	168,6	106,6	54.134	0,0	0,0
	7,27	13,2	8,07	141,9	106,7	54.377	3,5	11,6
PMA_ACQ_PT_03	0,85	13,7	8,08	128,4	103,4	53.897	0,0	0,0
	5,75	13,4	8,07	121,0	104,7	54.503	0,0	0,0
	9,16	13,3	8,08	116,8	105,2	54.881	0,0	0,0
PMA_ACQ_PT_04	0,94	13,3	8,13	150,0	108,4	55.001	0,0	0,0
	6,56	13,2	8,09	145,3	102,8	55.482	0,0	0,0
	13,54	13,2	8,05	138,7	101,9	55.438	0,0	0,0
PMA_ACQ_PT_05	0,80	13,2	8,05	96,1	105,2	54.695	0,0	0,0
	4,14	13,2	8,04	92,2	107,6	54.882	3,7	0,0
	8,76	13,2	8,04	92,5	108,3	54.924	0,0	0,0



I parametri misurati sono risultati piuttosto costanti lungo la colonna d'acqua nei 5 punti monitorati. In particolare Temperatura, pH, Ossigeno Disciolto e Conducibilità hanno fatto registrare dei range di oscillazione estremamente contenuti.

Il Potenziale Redox si caratterizza per una variabilità maggiore sia per quanto riguarda le misure lungo la colonna d'acqua, con valori generalmente in diminuzione all'aumentare della profondità, sia nel confronto tra i vari punti monitorati, con i dati relativi al punto PMA\_ACQ\_PT\_05 visibilmente inferiori a quelli registrati nelle altre quattro stazioni.

La Clorofilla è stata misurata in concentrazioni superiori al limite di rilevabilità unicamente in due delle quindici misure effettuate.

In tutti i punti è stata rilevata assenza di Torbidità, fatta eccezione per la misura effettuata in prossimità del fondale nel punto PMA\_ACQ\_PT\_02 (interno al Porto) nella quale è stato registrato un valore di 11,6 NTU.

### 3.3.2 *Prelievo e analisi chimica acque*

Così come previsto nel PMA, in data 07/02/2019 si è proceduto al campionamento delle acque prelevando due campioni, uno superficiale ed uno in prossimità del fondale (-0.5 m dalla superficie e +0.5 m dal fondo), in ognuna delle cinque stazioni mediante apposita bottiglia Niskin della capacità di circa 2,5 litri.

I campioni prelevati, suddivisi nelle varie aliquote, sono stati conservati in ambiente refrigerato e consegnati al laboratorio chimico per la ricerca degli elementi previsti nel pacchetto analitico stabilito

le aliquote idonee da prelevare per ciascuna tipologia analitica indicata, devono essere conformi a quanto indicato nel Manuale APAT-IRSA\_CNR – Quaderni 29/2003 così come i tempi e le modalità di conservazione dei campioni.

Gli esiti delle analisi hanno mostrato la presenza in tracce di diversi metalli tra quelli ricercati mentre tutti gli idrocarburi policiclici aromatici sono sempre risultati inferiori ai limiti di rilevabilità.

Nella tabella riportata nella pagina seguente, nella quale non sono stati inseriti gli idrocarburi policiclici aromatici, sono riportate nel dettaglio le concentrazioni misurate.

ID Campione	PMA_ACQ_PT_01S	PMA_ACQ_PT_01F	PMA_ACQ_PT_02S	PMA_ACQ_PT_02F	PMA_ACQ_PT_03S
ID Rapporto di prova	19LA02775	19LA02774	19LA02777	19LA02776	19LA02779
solidi sospesi totali (mg/l)	102,5	93,7	101,2	106,0	100,3
alluminio (mg/l)	0,012	0,018	0,022	0,026	0,008
arsenico (mg/l)	0,0019	0,0021	0,0016	0,0019	0,0013
bario (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
boro (mg/l)	5,5	5,58	5,40	5,38	4,64
cadmio (mg/l)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
cromo (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
cromo esavalente (mg/l)	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
ferro (mg/l)	0,013	< 0,005	0,015	0,025	< 0,005
manganese (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
mercurio (mg/l)	0,00036	0,0004	0,00026	0,0003	0,0001
nichel (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
piombo (mg/l)	0,0025	0,00012	0,00062	0,00018	0,0005
rame (mg/l)	0,0025	0,0025	0,0019	0,0057	0,0018
selenio (mg/l)	< 0,001	0,0021	< 0,001	< 0,001	< 0,001
stagno (mg/l)	< 0,0050	0,0097	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
zinco (mg/l)	0,0040	0,0013	0,0011	0,0030	< 0,0010
idrocarburi totali (mg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1

ID Campione	PMA_ACQ_PT_03F	PMA_ACQ_PT_04S	PMA_ACQ_PT_04F	PMA_ACQ_PT_05S	PMA_ACQ_PT_05F
ID Rapporto di prova	19LA02778	19LA02781	19LA02780	19LA02783	19LA02782
solidi sospesi totali (mg/l)	103,6	100,3	103,7	101,9	102
alluminio (mg/l)	0,0061	0,02	0,009	0,011	0,007
arsenico (mg/l)	0,0014	0,0015	0,0015	0,0015	0,0018
bario (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
boro (mg/l)	5,41	5,23	5,4	5,24	5,44
cadmio (mg/l)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
cromo (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
cromo esavalente (mg/l)	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
ferro (mg/l)	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
manganese (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
mercurio (mg/l)	0,00022	0,0001	0,00014	< 0,0001	< 0,0001
nichel (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
piombo (mg/l)	0,00018	< 0,0001	0,00044	0,00062	0,00058
rame (mg/l)	0,0022	0,0015	0,0033	0,0017	0,0021
selenio (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
stagno (mg/l)	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
zinco (mg/l)	< 0,001	< 0,001	0,0028	0,0015	0,0032
zinco (mg/l)	< 0,001	< 0,001	0,0028	0,0015	0,0032
idrocarburi totali (mg/l)	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2

### 3.3.3 *Determinazione dell'indice di trasparenza*

Contestualmente al prelievo dei campioni di acqua, in data 07/02/2019 si è proceduto con la determinazione dell'indice di trasparenza dell'acqua nelle cinque stazioni mediante il metodo del "Disco di Secchi". Tale metodo, che consiste nel calare in acqua un disco bianco zavorrato del diametro di 30 cm e misurare la profondità alla quale non risulta più visibile dalla superficie, misura che esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi.

Le prove, avvenute in condizioni di visibilità ottimale e mare calmo, sono state effettuate calando il disco in acqua dal bordo dell'imbarcazione al riparo dalla radiazione diretta del sole.

Fatta eccezione per il punto PMA\_ACQ\_PT\_02, nel quale la visibilità raggiunta è stata di 3 m dalla superficie, tutti i restanti punti hanno raggiunto quote di visibilità massima comprese tra i 6 ed i 7 m dalla superficie.

### 3.3.4 *Prelievo e analisi chimica sedimenti*

In corrispondenza di ognuna delle cinque stazioni di campionamento si è proceduto con il prelievo di un campione di sedimenti da inviare ad analisi chimica. Il campionamento, effettuato da un operatore subacqueo abilitato (OTS), è stato eseguito mediante il prelievo di 9 differenti aliquote lungo i lati ed al centro di una maglia quadrata 5 x 5 m.

I sedimenti così prelevati sono stati conservati in ambiente refrigerato sino all'arrivo a terra dove si è proceduto, previa quartatura, alla preparazione dei singoli contenitori da consegnare al laboratorio chimico.

Per quanto riguarda gli esiti delle analisi chimiche, riportati nella tabella alla pagina seguente, si può notare come, relativamente agli analiti appartenenti alle classi metalli e IPA i valori più elevati siano stati riscontrati nelle stazioni 01 e 02, ovvero quelle interne al porto, mentre i campioni prelevati nei punti 03, 04 e 05 hanno fatto registrare normalmente concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità.

Gli idrocarburi totali sono risultati in concentrazioni piuttosto simili in tutte le stazioni mentre i fitofarmaci sono sempre risultati inferiori ai limiti di rilevabilità.

Confrontando gli esiti con i livelli chimici di riferimento indicati nella tabella 2.5 del DM 173/2016, si segnalano diversi valori superiori ai livelli "L1" (celle in giallo) relativi ai campioni prelevati nei punti 01 e 02 e riconducibili ai parametri IPA e metalli. Nei restanti campioni è stato misurato un unico valore di concentrazione pari o superiore al rispettivo valore "L1" (mercurio nel campione 04). Sono stati invece soltanto due i casi di concentrazione superiore al livello "L2", entrambi relativi al composto benzo(a)pirene e misurati nei campioni 01 e 02.



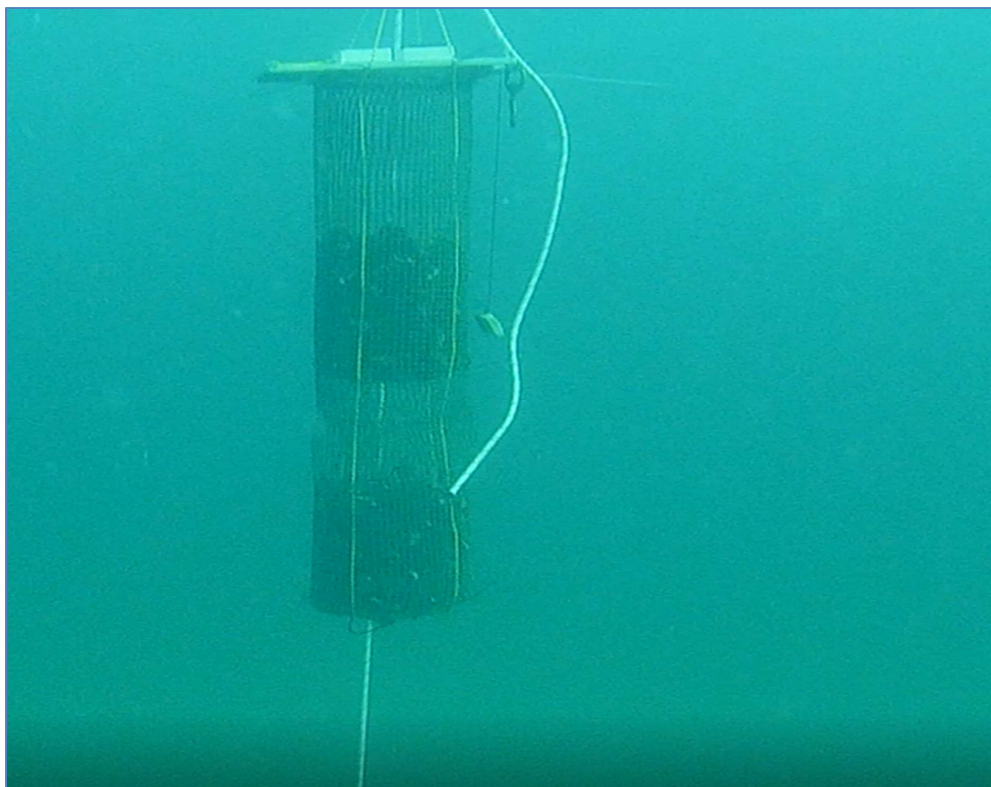
ID Campione	Livelli chimici di riferimento DM 173/2016		PMA_SED_PT_01	PMA_SED_PT_02	PMA_SED_PT_03	PMA_SED_PT_04	PMA_SED_PT_05
ID Rapporto di prova	L1	L2	19LA02785	19LA02786	19LA02787	19LA02788	19LA02789
residuo a 105°C (%)			87,4	84,9	99,2	91,2	99,8
scheletro tra 2 cm e 2 mm (g/kg)			1,45	4,3	428,4	343,4	18,4
Policiclici aromatici: ( )							
benzo(a)pirene (µg/kg s.s.)	30	100	167	141	< 2	26	< 2
benzo(b)fluorantene (µg/kg s.s.)	40	500	80	63	< 2	12	< 2
benzo(k)fluorantene (µg/kg s.s.)	20	500	80	61	< 2	12	< 2
benzo(g,h,i)perilene (µg/kg s.s.)	55	100	69	48	< 2	10	< 2
indeno(1,2,3-c,d)pirene (µg/kg s.s.)			70	61	< 2	10	< 2
antracene (µg/kg s.s.)	24	245	67	79	< 2	14	< 2
benzo(a)antracene (µg/kg s.s.)	75	500	151	125	< 2	25	< 2
crisene (µg/kg s.s.)	108	846	174,4	147,1	1,8	29,7	< 0.5
dibenzo(a,h)antracene (µg/kg s.s.)			15,9	13,7	< 0.5	1,9	< 0.5
pirene (µg/kg s.s.)	153	1398	274	242	3	47	< 2
fenantrene (µg/kg s.s.)	87	544	179,2	210,2	1,8	36,8	< 0.5
fluorantene (µg/kg s.s.)	110	1494	261	228	3	45	< 2
naftalene (µg/kg s.s.)	35	391	< 2	27	< 2	8	< 2
acenaftene (µg/kg s.s.)			12	15	< 2	4	< 2
acenaftilene (µg/kg s.s.)			72	126	< 2	17	< 2
fluorene (µg/kg s.s.)	21	144	< 2	23	< 2	4	< 2
sommatoria policiclici aromatici (µg/kg s.s.)	900	4000	1588	1418	10	268	< 2
Metalli: ( )							
antimonio (mg/kg s.s.)			0,7	1,4	< 0.1	< 0.1	< 0.1
arsenico (mg/kg s.s.)	12	20	11	17	8	5	12
berillio (mg/kg s.s.)			0,4	1,1	0,11	0,14	0,3
cadmio (mg/kg s.s.)	0,3	0,8	0,26	0,3	0,12	0,13	< 0.1
cobalto (mg/kg s.s.)			2,2	3	< 1	1	< 1
cromo (mg/kg s.s.)	50	150	15	21	3	7	3
cromo esavalente (mg/kg s.s.)	2	2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
mercurio (mg/kg s.s.)	0,3	0,8	0,3	0,4	< 0.1	0,3	< 0.1
nicel (mg/kg s.s.)	30	75	7	11	1,3	2	< 1
piombo (mg/kg s.s.)	30	70	13	21	4	6	1,8
rame (mg/kg s.s.)	40	52	15	34	< 1	3	1,8
selenio (mg/kg s.s.)			2,3	1,9	0,7	0,6	0,9
stagno (mg/kg s.s.)			1,2	1,9	0,3	0,6	0,3
tallio (mg/kg s.s.)			0,2	0,4	< 0.1	< 0.1	< 0.1
vanadio (mg/kg s.s.)			28	39	10	15	17
zinco (mg/kg s.s.)	100	150	55	84	10	30	10
Idrocarburi: ( )							
idrocarburi leggeri C<12 (mg/kg s.s.)			< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
idrocarburi totali (mg/kg s.s.)			24	31	12	23	22
Fitofarmaci: ( )							
aldrin (mg/kg s.s.)	0,2	10	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) (mg/kg s.s.)	0,2	10	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
beta-esaclorocicloesano (b-BHC) (mg/kg s.s.)	0,2	10	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) (mg/kg s.s.)	0,2	1	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
4,4'-DDT (mg/kg s.s.)			< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
4,4'-DDE (mg/kg s.s.)			< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
4,4'-DDD (mg/kg s.s.)			< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
2,4'-DDT (mg/kg s.s.)			< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
2,4'-DDE (mg/kg s.s.)			< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
2,4'-DDD (mg/kg s.s.)			< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
DDD,DDT,DDE (mg/kg s.s.)			< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
dieldrin (mg/kg s.s.)	0,7	4,3	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
tributilstagno (µg/kg s.s.)	5		< 2	< 2	< 2	< 2	< 2

### 3.3.5 Impianti per la valutazione del bioaccumulo

Per determinare il valore del bioaccumulo di metalli e IPA su campioni di organismi marini e la loro variazione come conseguenza della realizzazione delle opere in progetto, è stata programmata una campagna di analisi di esemplari d'organismi marini significativi per il consumo alimentare.

A tale scopo sono stati selezionati degli organismi filtratori come i bivalvi della specie *Mytilus galloprovincialis*. Non avendo a disposizione nei punti di indagine una quantità idonea di organismi, sia per numero che per posizione, si è proceduto a predisporre artificialmente delle stazioni di campionamento. Le stazioni, tre in totale, sono state impiantate in data 07.02.2019 in corrispondenza dei punti di campionamento 01, 04 e 05.

I mitili sono stati collocati all'interno di un contenitore cilindrico realizzato con una rete plastificata di maglia idonea ancorato ad un corpo morto e tenuto in posizione verticale mediante galleggiante ad una quota di circa -5,00 m dalla superficie del mare. In ogni stazione sono stati impiantati circa 10 kg di organismi vitali (oltre 300 esemplari).



Impianto dei mitili in posizione

Contestualmente all'installazione si è proceduto al prelievo di un campione medio composito degli organismi impiantati. Tale campione, denominato "PMA\_PT\_BIANCO\_MITILI", è stato inviato al laboratorio per la determinazione del contenuto iniziale dei metalli e degli IPA.

Una volta trascorse le 8 settimane di permanenza previste si è proceduto al disimpianto delle stazioni e, per ognuna di esse, è stato costituito un campione composto da 30 esemplari di taglia omogenea compresa tra il 70% e 90% della taglia massima della popolazione con lo scopo di determinare la variazione dell'accumulo di sostanze contaminanti da parte dei mitili rispetto al suddetto "bianco". Gli esiti analitici, espressi in mg/kg di s.s., sono riportati nella tabella seguente.

ID Campione	PMA_PT_BIANCO_MITILI	PMA_ACQ_PT_01	PMA_ACQ_PT_02	PMA_ACQ_PT_03
ID Rapporto di prova	19LA02784	19LA08435	19LA08436	19LA08437
Data campionamento	07/02/2019	17/04/2019	17/04/2019	17/04/2019
benzo(a)antracene	< 0,001	0,003	0,003	<0,001
benzo(a)pirene	< 0,001	< 0,001	0,002	<0,001
benzo(b)fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
benzo(k)fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
benzo(g,h,i)perilene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
crisene	< 0,001	0,0013	0,002	0,002
dibenzo(a,e)pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
dibenzo(a,l)pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
dibenzo(a,i)pirene [33]	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
dibenzo(a,h)pirene [34]	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
dibenzo(a,h)antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
indeno(1,2,3-c,d)pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
pirene	< 0,001	< 0,001	0,004	0,003
sommatoria policiclici aromatici	< 0,001	0,004	0,011	0,003
antimonio	0,2	<0,1	<0,1	<0,1
arsenico	2	2,8	2,8	3,4
berillio	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cadmio	0,18	0,15	0,3	0,19
cobalto	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cromo	0,5	0,3	0,3	0,3
mercurio	< 0,05	< 0,05	< 0,05	<0,05
nichel	0,2	0,2	0,2	0,3
piombo	< 0,2	< 0,2	0,5	0,3
rame	0,8	0,9	1,1	1,2
selenio	0,6	0,5	0,7	0,6
stagno	0,3	0,16	0,14	0,12
tallio	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1
vanadio	0,1	0,3	0,3	0,2
zinco	21	20	24	56

Come si può vedere le analisi confermano sostanzialmente le concentrazioni già rilevate nel campione di "bianco" ad indicare assenza di bioaccumulo degli inquinanti ricercati. Le uniche, leggerissime, differenze sono state misurate per i composti benzo(a)antracene e crisene, rilevati in concentrazioni pressoché paragonabile ai limiti di rilevabilità nei tre campioni prelevati il 17/04/2019.



## 4. PMA – RILIEVI CORRENTOMETRICI E MORFOMETRICI

### 4.1 PREMESSA

Lo “Studio di penetrazione del moto ondoso all'interno del porto civico e analisi del campo d'onda incidente sul lungomare Balai” allegato allo Studio di Impatto Ambientale, nonostante avessero dimostrato con le simulazioni che non vi saranno ripercussioni negative per le spiagge presenti ad est del porto civico (spiaggia Acque Dolci e Scoglio Lungo), il Decreto VIA ha ritenuto comunque opportuno prevedere un piano di monitoraggio della costa che potesse, in maniera continuativa, valutare l'andamento evolutivo delle spiagge emerse e sommerse e stabilire eventuali modi e tempi di intervento. Il piano di monitoraggio avrebbe dovuto comprendere la linea di riva, la batimetria della fascia attiva ed i rilievi granulometrici.

Una parte di tale monitoraggio è stata dunque effettuata con dei correntometri accoppiati a delle trappole di sedimento in due stazioni di campionamento, la cui posizione è stata concordata con l'ARPAS durante l'incontro tecnico del 21.09.2018, per valutare eventuali effetti delle nuove opere sulle Pocket beaches ad est delle opere in progetto e verificare le previsioni simulate.



Figura 01 – Ubicazione correntometri e trappole per sedimenti

La presente relazione, dopo una descrizione delle caratteristiche tecniche delle sonde acustiche utilizzate, riporta, in tabelle sinottiche, i risultati della caratterizzazione meteo-marina attraverso l'elaborazione dei dati d'onda registrati a cui sono associati i profili correntometrici caratteristici.

Unitamente alla presente, vengono forniti in formato digitale, i dati elementari estesi a tutto il periodo di monitoraggio effettuato.

Come si vedrà nelle pagine che seguono le correnti innescate dalle mareggiate di grecale e maestrale hanno una componente prevalente proveniente dal 4° quadrante con valori massimi prossimi ai 0,45 m/s. Come lecito attendersi essi hanno intensità maggiori in corrispondenza del punto posto più a largo che si presenta omogeneo lungo la colonna d'acqua. Le correnti in prossimità della costa si attestano su valori intorno ai 0,20 m/s e in buon accordo con le direzioni registrate da entrambe le sonde.

Un'altra parte del monitoraggio è stata invece dedicata allo studio delle eventuali evoluzioni morfometriche del litorale a seguito della realizzazione delle opere. Sono stati pertanto effettuati una serie di rilievi topografici e batimetrici nell'area evidenziata nella seguente immagine di quasi 30 ettari. I rilievi della spiaggia emersa sono stati effettuati con GPS tipo RTK e le batimetrie acquisite con ecoscandaglio idrografico procedendo con transetti equidistanti circa 10 metri.



Figura 02 – In celeste l'individuazione area di rilievo dell'evoluzione del litorale

Sulla base delle misurazioni che verranno effettuate in corso d'opera e post opera e dei confronti con il rilievo in ante operam, verranno assunte, se necessarie, eventuali azioni di mitigazioni o compensazione, in accordo con ARPAS e gli altri Enti Competenti.

Si allegano i rilievi batimetrici anche in formato digitale

## 4.2 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE SONDE

Il presente monitoraggio è stato eseguito registrando i dati correntometrici ed ondametrici tramite due sensori acustici posizionati come riportato in Figura 01.

I sistemi “AWAC” e “AQUADOPP” utilizzati sono prodotti dalla società Nortek AS, azienda leader a livello mondiale nella produzione e nel know how di sistemi di rilevamento correntometrico e di moto ondoso basato sul principio “Acoustic Doppler Profiler”. Tali sistemi utilizzano altissime frequenze acustiche che tramite l'effetto doppler, misurando lo spostamento dei corpuscoli presenti in sospensione nell'acqua, consentono di rilevare tutti i dati della corrente marina in più punti distribuiti lungo l'intera colonna d'acqua.

L'utilizzo dei due diversi sistemi è dovuto alle loro diverse caratteristiche, in funzione della profondità di utilizzo e dell'applicazione richiesta.

In sintesi, il sistema “AWAC”, a 1 MHz di frequenza su 4 beams, di cui il verticale utilizza il sistema AST per il monitoraggio del moto ondoso e i tre laterali inclinati di 25° consente il monitoraggio della corrente marina con l'effetto doppler e con lettura del dato su layer ogni 0,4 m lungo la colonna d'acqua.

Il secondo profilatore utilizzato è il modello “Aquadopp current profiler”, a 2 MHz, molto preciso su basso fondale, consente di operare fino a 128 layer con distanza delle celle di 0,1 m ed accuratezza pari all'1% del valore misurato,  $\pm 0,5$  cm/s.

Di seguito vengono descritti più in dettaglio le caratteristiche su accennate.

### 4.2.1 Sistema AWAC

Il sistema AWAC (Acoustic Wave and Current Profiler) è uno strumento che consente di rilevare simultaneamente sia il profilo della corrente marina, in termini di velocità e direzione, che il moto ondoso in termini di altezza, periodo e direzione dell'onda. Il sistema utilizzato (mostrato in Figura 1 e Figura 2) è del tipo a 1 MHz di frequenza operativa, appositamente progettato per monitoraggi costieri con installazione fino ad un massimo di 40 m di profondità.

Come precedentemente detto, il sistema è del tipo “Acoustic doppler profiler”, genera cioè delle onde sonore che vengono riflesse dalle particelle trasportate dalle correnti. La variazione del doppler sul segnare di ritorno è proporzionale alla componente della velocità nella direzione del sensore. Combinando tale variazione sui tre sensori presenti viene dunque calcolata la velocità della corrente. Il sistema è inoltre dotato di firmware AST (Acoustic Surface Tracking) per poter misurare le onde lunghe (swell), le onde di tempesta e le onde corte generate da venti locali.

Tale trasduttore, situato in posizione centrale, sfrutta lo stesso principio dell'ecoscandaglio, inviando verso la superficie un impulso sonoro molto breve. Valutando il tempo del segnale per



raggiungere la superficie e tornare al sensore sullo strumento è possibile stimare la distanza dalla superficie per ogni ping inviato. Inoltre l'AST consente di derivare i parametri dell'onda basandosi sull'analisi delle serie temporali, vantaggio molto importante rispetto agli altri ondometri acustici che consentono di derivare i parametri dell'onda dallo spettro stimato dalle variazioni di pressione.

Il dato correntometrico è stato rilevato ogni 0.5 m con indicazione della quota dal fondale verso la superficie. Il dato è stato rilevato per l'intero periodo di monitoraggio, con una misurazione della corrente oraria e una misurazione del modo ondoso trioraria. Il download dei dati è avvenuto periodicamente attraverso un cavo subacqueo collegato allo strumento.



Figura 03: Vista del sistema AWAC nell'apposito traliccio in acciaio inox



Figura 04: Vista dell'AWAC prima dell'installazione con l'antivegetativa blu

#### 4.2.2 Sistema AQUADOPP

Parallelamente al monitoraggio del moto ondoso e delle correnti eseguite con l'AWAC, in prossimità dell'imboccatura portuale è stata posizionata la sonda AQUADOPP (vedi Figura 05) per la determinazione delle correnti e delle caratteristiche d'onda.

Il sistema AQUADOPP rappresenta un correntometro acustico di grande precisione per l'esecuzione di monitoraggi su basso fondale. Così come l'AWAC tale sistema sfrutta l'effetto doppler per la misurazione della velocità delle correnti marine, e può registrare i dati correntometrici sulla colonna d'acqua a 2 MHz di frequenza per lunghi periodi. È inoltre in grado di valutare le caratteristiche del moto ondoso in termini di altezza d'onda, periodo e direzione.

Le caratteristiche principali di tale sistema sono le seguenti:

- Intervallo di velocità della corrente:  $\pm 5$  m/s
- Accuratezza del dato: 1% del valore misurato  $\pm 0.5$  cm/s
- Velocità di campionamento: a 1 Hz - Frequenza acustica: 2 MHz

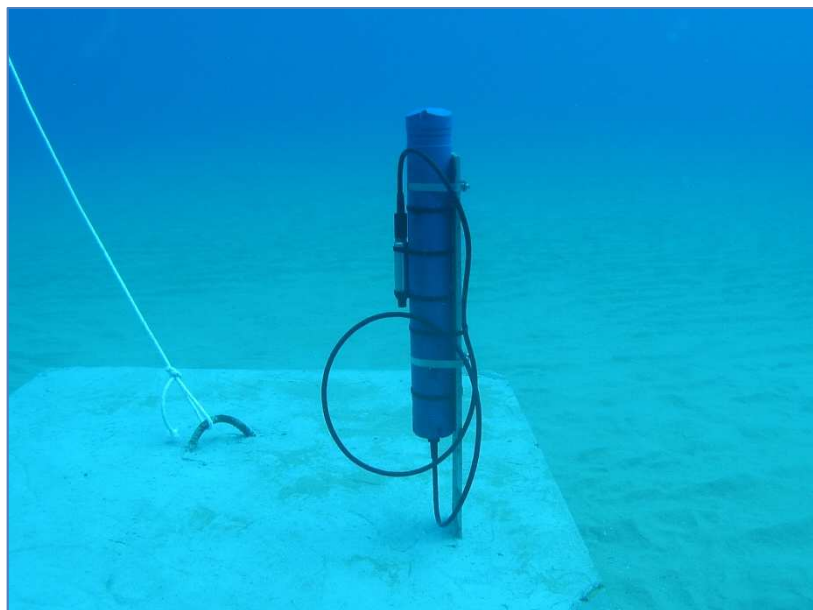


Figura 05: Sonda Aquadopp in posizione di lettura

Anche in questo caso il dato correntometrico è stato rilevato sulla colonna d'acqua ogni 0,5 m con indicazione della quota dal fondale verso la superficie. Così come per l'AWAC, il download dei dati è avvenuto periodicamente attraverso il salpamento dello strumento. Difficoltà oggettive dovute a problemi tecnici e avverse condizioni meteo hanno impedito di rilevare il dato con continuità, causando la perdita del dato ondamentrico e correntometrico per due archi temporali limitati. I dati correntometrici sono stati rilevati con frequenza oraria, mentre si ha una frequenza trioraria per il dato ondamentrico.



#### 4.2.3 Ubicazione sonde e dati di acquisizione

La sonda AWAC è stata posizionata al largo del porto di Porto Torres, sulla batimetria dei 18 m (vedi Figura 01, punto PMA\_COR\_PT\_01) mentre la sonda AQUADOPP è stata invece posizionata in prossimità delle pocket beach di “Acque dolci” e “Scoglio Lungo” (vedi Figura 01, PMA\_COR\_PT\_02), alla profondità di 10 m sulle coordinate riportate nella seguente tabella.

CODICE PUNTO	COORDINATE WGS84 GEOGRAFICHE		Batimetria (m dal l.m.m.)
	Longitudine	Latitudine	
PMA_COR_PT_01	8°24'27.23" E	40°50'56.06" N	18,0
PMA_COR_PT_02	8°24'37.46" E	40°50'33.07" N	10,0

I file relativi alle acquisizioni (che si allegano alla presente) sono riportati in formato di testo e sono stati suddivisi in gruppi corrispondenti ai seguenti periodi di osservazione per le misurazioni relative al moto ondoso (wave) o correnti marine (curr) relative ai due profilatori denominati AWAC ed Aquadopp:

Nome file AWAC	Nome file Aquadopp	PERIODO
PTR01 wave	PTR aq-wave 01	06.02 – 21.02
PTR01 curr	PTR aq-curr 01	06.02 – 21.02
PTR02 wave	PTR aq-wave 02	21.02 – 25.03
PTR02 curr	PTR aq-curr 02	21.02 – 25.03
PTR03 wave	PTR aq-wave 03	25.03 – 16.04
PTR03 curr	PTR aq-curr 03	25.03 – 16.04
PTR04 wave	PTR aq-wave 04	16.04 – 22.05
PTR04 curr	PTR aq-curr 04	16.04 – 22.05
PTR05 wave	PTR aq-wave 05	22.05 – 18.06
PTR05 curr	PTR aq-curr 05	22.05 – 18.06

Tabella 01: Serie dati e periodo di acquisizione

### 4.3 ANALISI DEI DATI RILEVATI

#### 4.3.1 Analisi ondametria

Le sonde consentono la determinazione e memorizzazione delle caratteristiche salienti dello stato del mare in termini di Altezza significativa ( $H_s$ ), Altezza massima ( $H_{max}$ ) e Altezza relativa al 10 percentile ( $H_{10}$ ) oltre alla direzione media di provenienza (MeanDir) e al periodo di Picco ( $T_p$ ).

Le tabelle sinottiche riportate si riferiscono alle altezze d'onda significativa (che corrisponde in larga massima a quella percepita da un osservatore) fermo restando che nei files forniti vi sono tutti i valori registrati. Durante il monitoraggio si sono verificate numerose mareggiate (36) di una certa intensità importanza, tra cui possiamo segnalare quelle del 11 e 24 febbraio con altezze max d'onda fino a 4 metri, del 11, 14 e 21 marzo, del 22 aprile e del 5 e 15 maggio 2019, tutte con altezze fino a 3 metri.

#### 4.3.2 Dati AWAC

Di seguito in Tabella 02 la rappresentazione dei parametri d'onda registrati dalla sonda AWAC nei periodi di osservazione

settore [°N]		Altezza d'onda significativa $H_s$ (m)								Totali
		0-0.5	0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	
0	30	391	58	26	3	0	0	0	0	478
30	60	294	49	61	18	0	0	0	0	422
60	90	148	59	31	6	0	0	0	0	244
90	120	57	10	27	0	0	0	0	0	94
120	150	24	1	0	0	0	0	0	0	25
150	180	23	1	0	0	0	0	0	0	24
180	210	15	0	0	0	0	0	0	0	15
210	240	35	1	0	0	0	0	0	1	37
240	270	68	12	14	0	0	0	0	0	94
270	300	193	79	25	0	0	0	0	0	297
300	330	483	140	60	0	0	0	0	0	683
330	360	428	136	160	9	0	0	0	0	733
Totali		2159	546	404	36	0	0	0	1	3146

Tabella 02: Dati ondametrici AWAC. Numero di osservazioni per direzione ed altezza d'onda.

settore [°N]		Altezza d'onda significativa Hs (m)								Totali
		0-0.5	0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	
0	30	12.43%	1.84%	0.83%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	15.19%
30	60	9.35%	1.56%	1.94%	0.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.41%
60	90	4.70%	1.88%	0.99%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.76%
90	120	1.81%	0.32%	0.86%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.99%
120	150	0.76%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.79%
150	180	0.73%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.76%
180	210	0.48%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%
210	240	1.11%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	1.18%
240	270	2.16%	0.38%	0.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.99%
270	300	6.13%	2.51%	0.79%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.44%
300	330	15.35%	4.45%	1.91%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	21.71%
330	360	13.60%	4.32%	5.09%	0.29%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	23.30%
Totali		68.63%	17.36%	12.84%	1.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	100.00%

Tabella 03: Dati ondametrici AWAC. Frequenza accadimento mareggiate con direzione ed altezza d'onda.

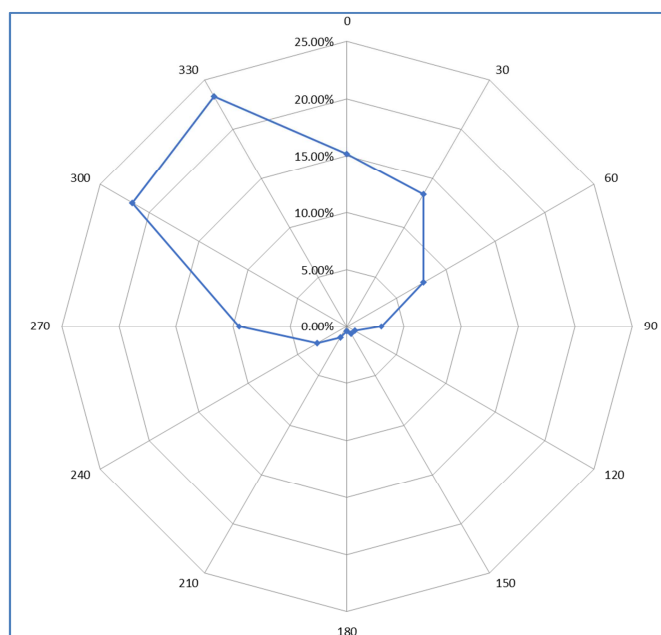


Figura 06: Dati AWAC. Rappresentazione fenomeni di moto ondoso – rosa dei venti

Come si può notare il clima ondoso è fortemente caratterizzato dagli eventi di maestrale con una componente importante e non trascurabile proveniente da tramontana/grecale.

Le figure che seguono riassumono le caratteristiche d'onda nell'intero periodo di osservazione in termini di Hs, Direzione Media e Periodo di Picco.

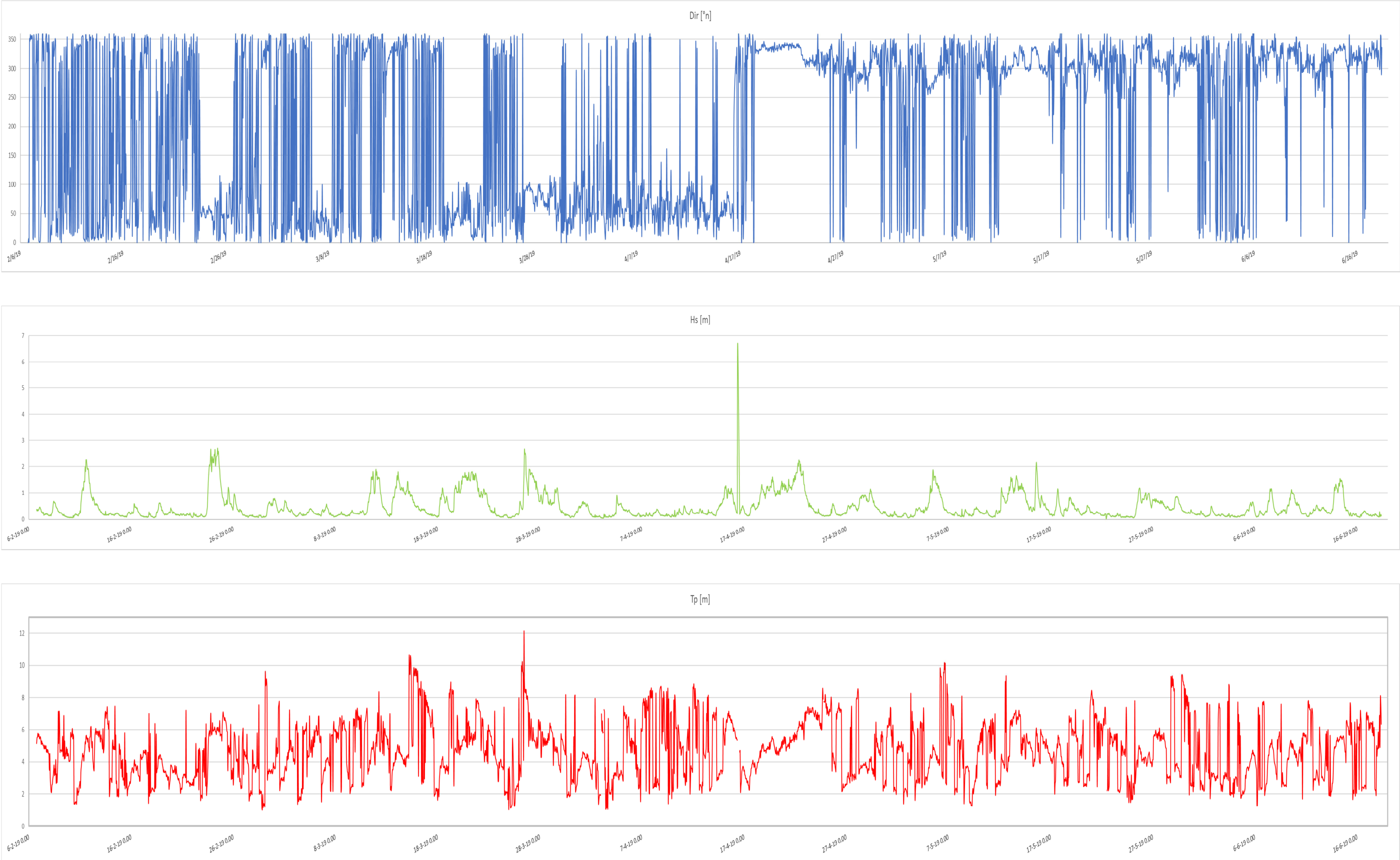


Figura 07: Elaborazione dati AWAC: Direzione, altezza d'onda e periodo

## MOTO ONDOSO NEL PERIODO 06.02- 21.02

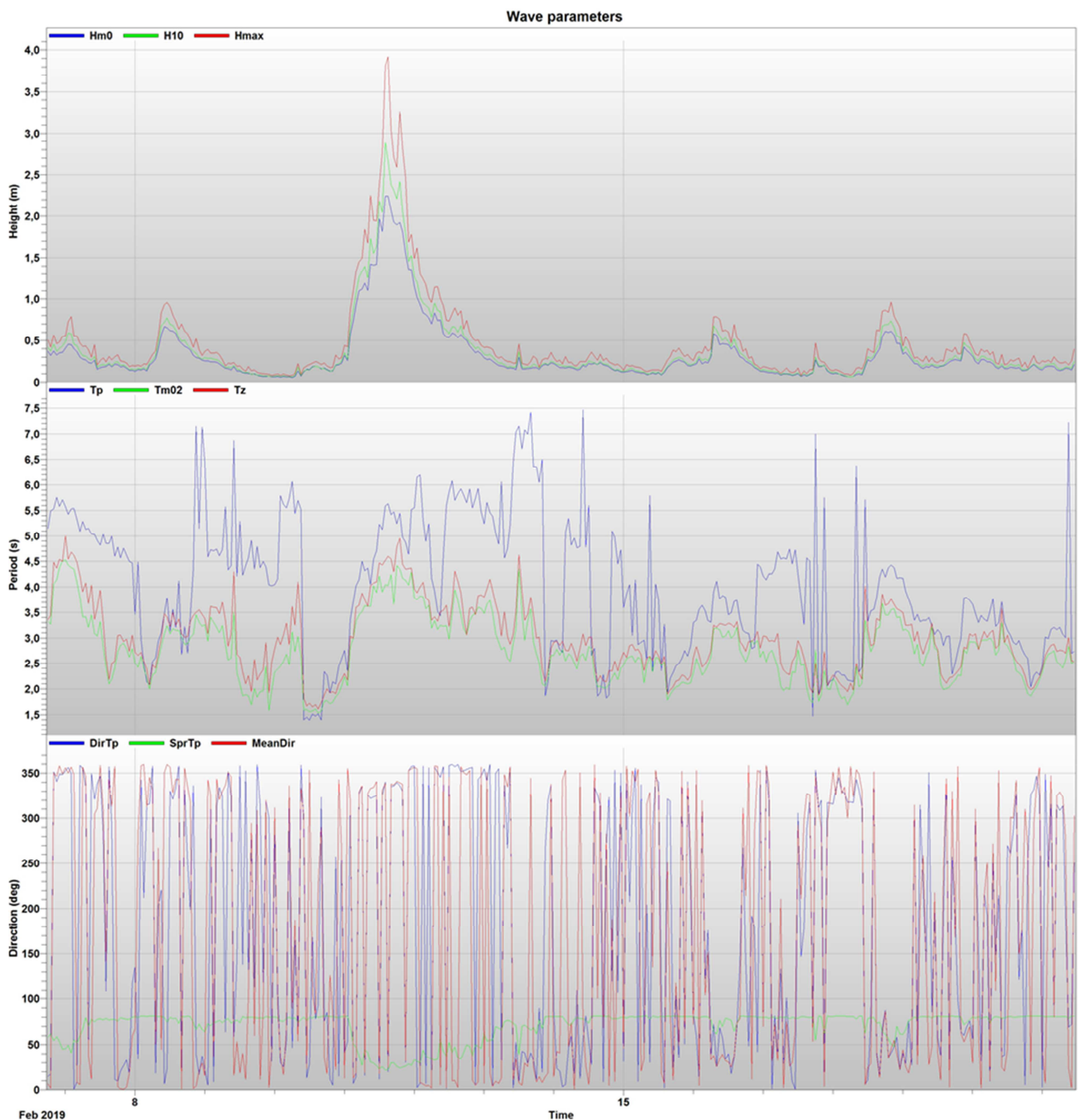


Figura 08: Immagine di dettaglio dei dati caratteristici d'onda nel periodo 06.02- 21.02



## MOTO ONDOSO NEL PERIODO 21.02- 25.03

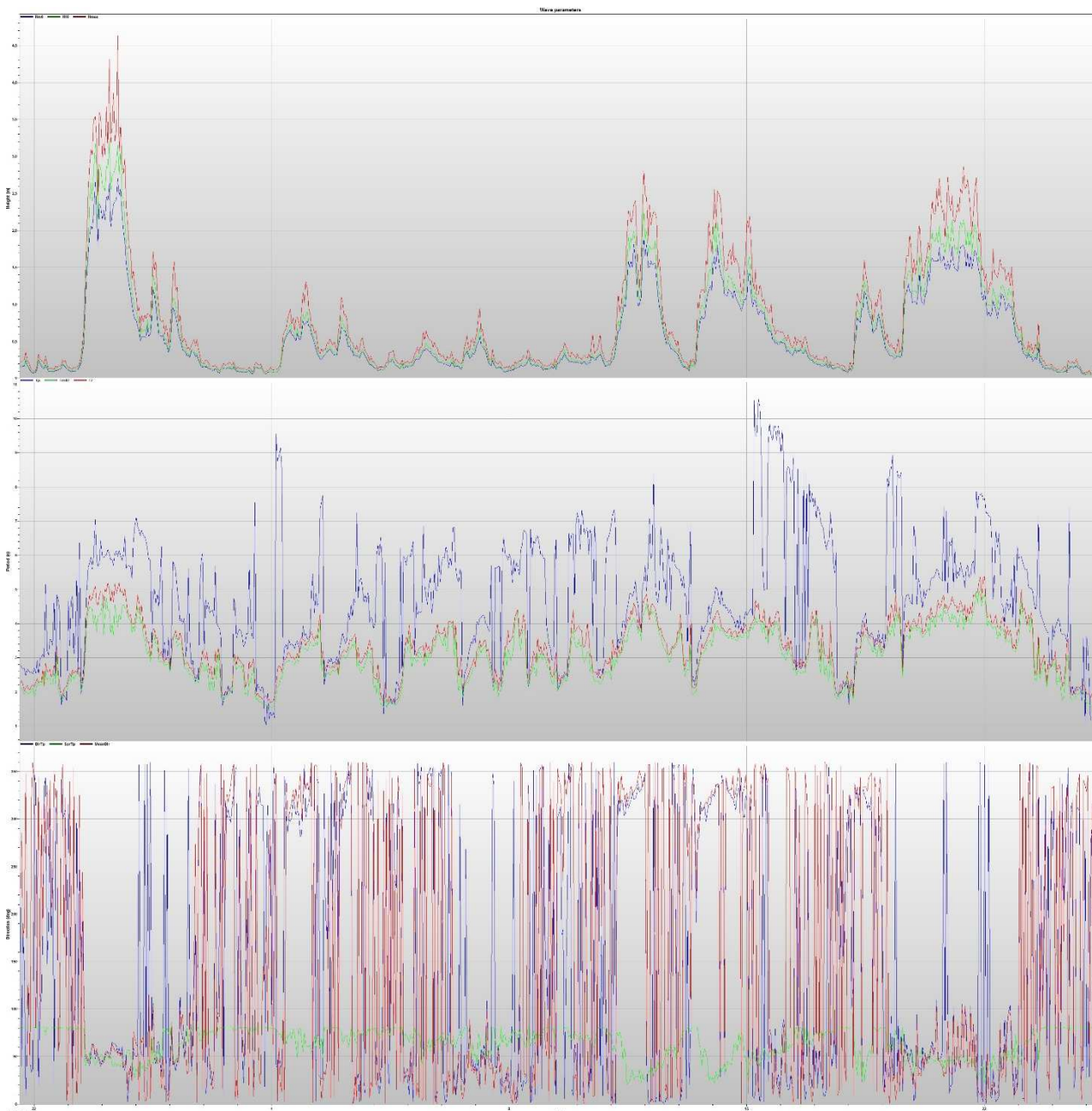


Figura 09: Immagine di dettaglio dei dati caratteristici d'onda nel periodo 21.02- 25.03

## MOTO ONDOSO NEL PERIODO 25.03 – 16.04

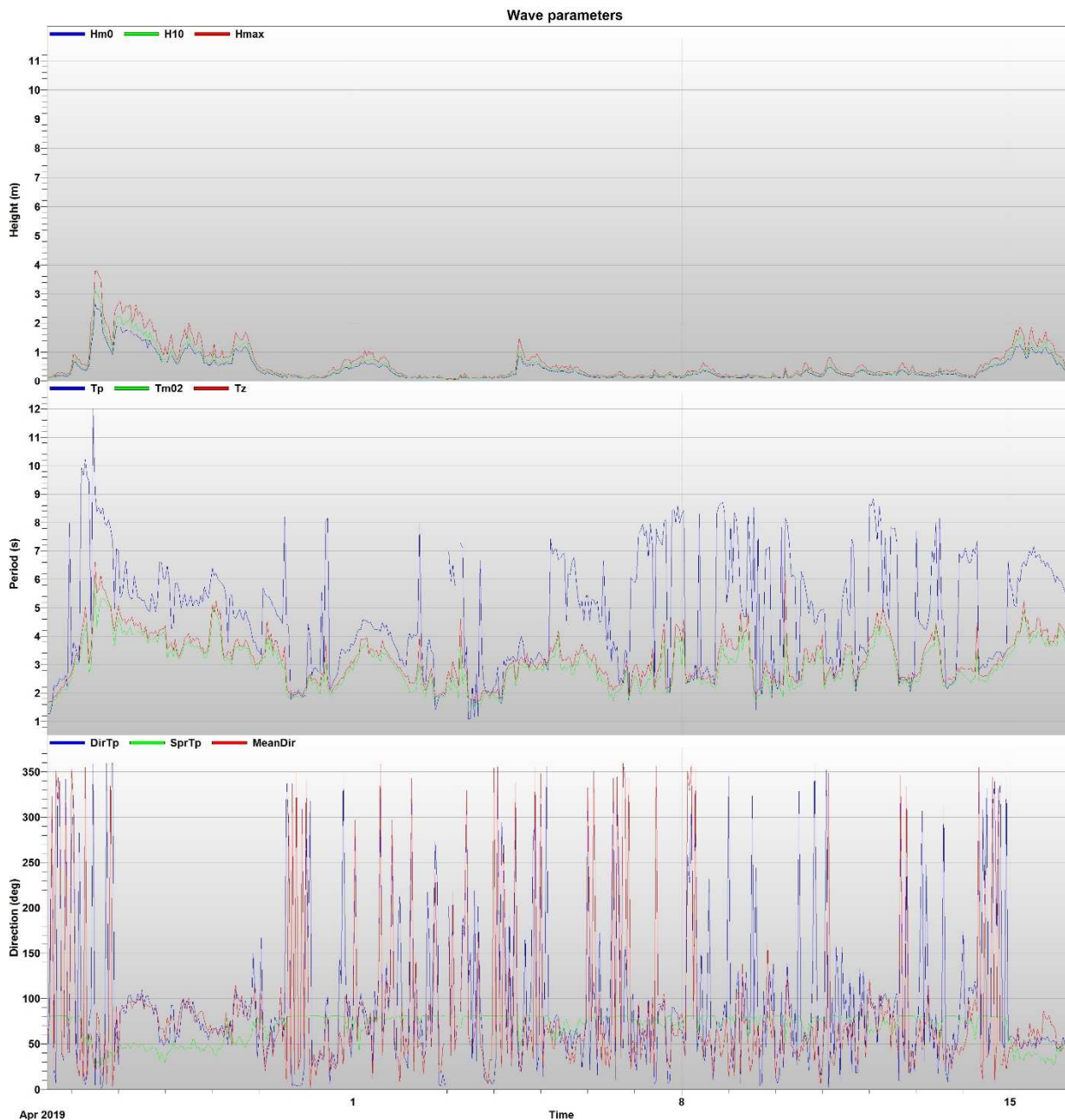


Figura 10: Immagine di dettaglio dei dati caratteristici d'onda nel periodo 25.03 – 16.04

## MOTO ONDOSO NEL PERIODO 16.04 – 22.05

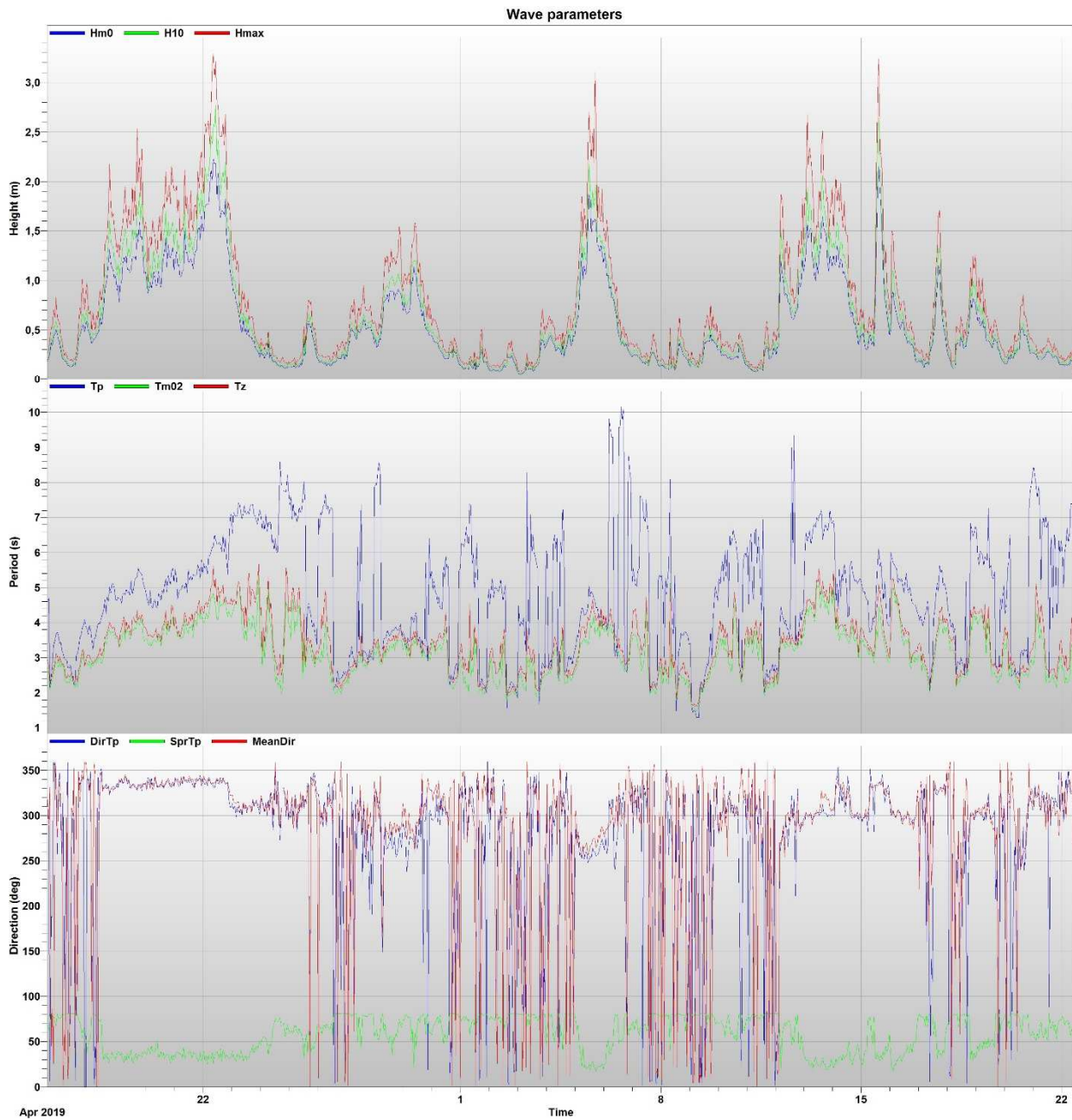


Figura 11: Immagine di dettaglio dei dati caratteristici d'onda nel periodo 16.04 – 22.05

## MOTO ONDOSO NEL PERIODO 22.05 – 18.06

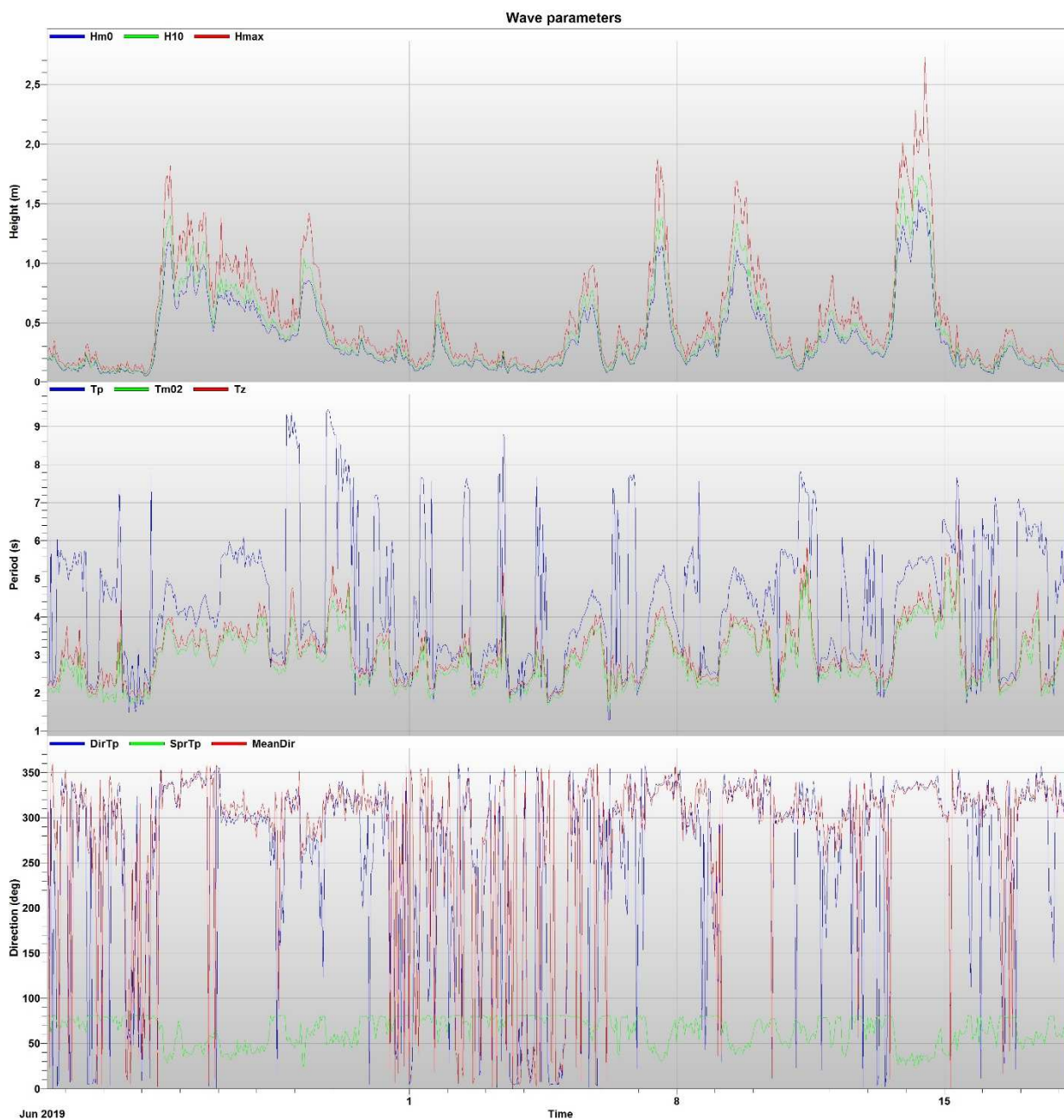


Figura 12: Immagine di dettaglio dei dati caratteristici d'onda nel periodo 22.05 – 18.06



### 4.3.3 Dati AQUADOP

Di seguito si riportano i dati ondametrici registrati dalla sonda posta sui 10 m di fondale. Come si vede l'effetto scudo del porto fa sì che gli eventi più intensi siano quelli di tramontana/grecale. Allo stesso tempo la vicinanza con la costa, l'effetto shoaling e riflessivo delle coste rocciose fa registrare altezze d'onda importanti superando altezze significative di 4 m

settore [°N]		Altezza d'onda significativa Hs (m)						Totali
		0-0.5	0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	
0	30	145	211	56	6	0	0	418
30	60	132	173	216	58	4	0	583
60	90	110	52	0	0	0	1	163
90	120	91	30	0	0	0	0	121
120	150	76	15	0	0	0	0	91
150	180	81	13	0	0	0	0	94
180	210	72	17	0	0	0	0	89
210	240	86	24	0	0	0	0	110
240	270	100	27	0	0	0	0	127
270	300	110	42	0	0	0	0	152
300	330	120	95	36	0	0	0	251
330	360	133	198	113	14	1	0	459
Totali		1256	897	421	78	5	1	2658
								2658

Tabella 04: Dati ondametrici AQUADOPP. Numero di osservazioni per direzione ed altezza d'onda.

settore [°N]		Altezza d'onda significativa Hs (m)						Totali
		0-0.5	0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	
0	30	5.46%	7.94%	2.11%	0.23%	0.00%	15.73%	0.00%
30	60	4.97%	6.51%	8.13%	2.18%	0.15%	21.93%	0.00%
60	90	4.14%	1.96%	0.00%	0.00%	0.00%	6.13%	0.00%
90	120	3.42%	1.13%	0.00%	0.00%	0.00%	4.55%	0.00%
120	150	2.86%	0.56%	0.00%	0.00%	0.00%	3.42%	0.00%
150	180	3.05%	0.49%	0.00%	0.00%	0.00%	3.54%	0.00%
180	210	2.71%	0.64%	0.00%	0.00%	0.00%	3.35%	0.00%
210	240	3.24%	0.90%	0.00%	0.00%	0.00%	4.14%	0.00%
240	270	3.76%	1.02%	0.00%	0.00%	0.00%	4.78%	0.00%
270	300	4.14%	1.58%	0.00%	0.00%	0.00%	5.72%	0.00%
300	330	4.51%	3.57%	1.35%	0.00%	0.00%	9.44%	0.00%
330	360	5.00%	7.45%	4.25%	0.53%	0.04%	17.27%	0.00%
Totali		47.25%	33.75%	15.84%	2.93%	0.19%	0.04%	100.00%

Tabella 05: Dati ondametrici AQUADOPP. Frequenza accadimento mareggiate con direzione ed altezza d'onda.

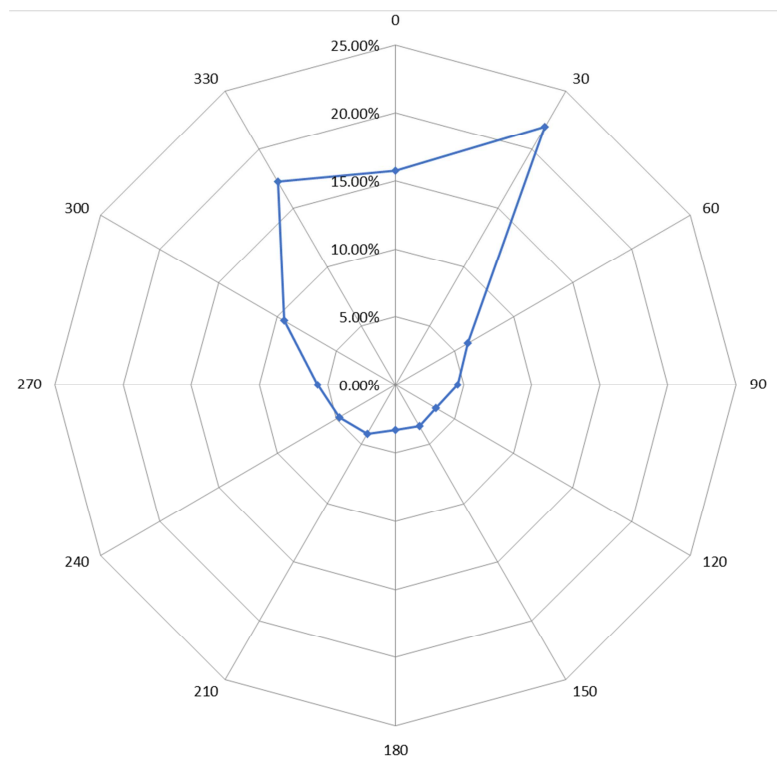


Figura 13: Dati AQUADOPP. Rappresentazione fenomeni di moto ondoso – rosa dei venti

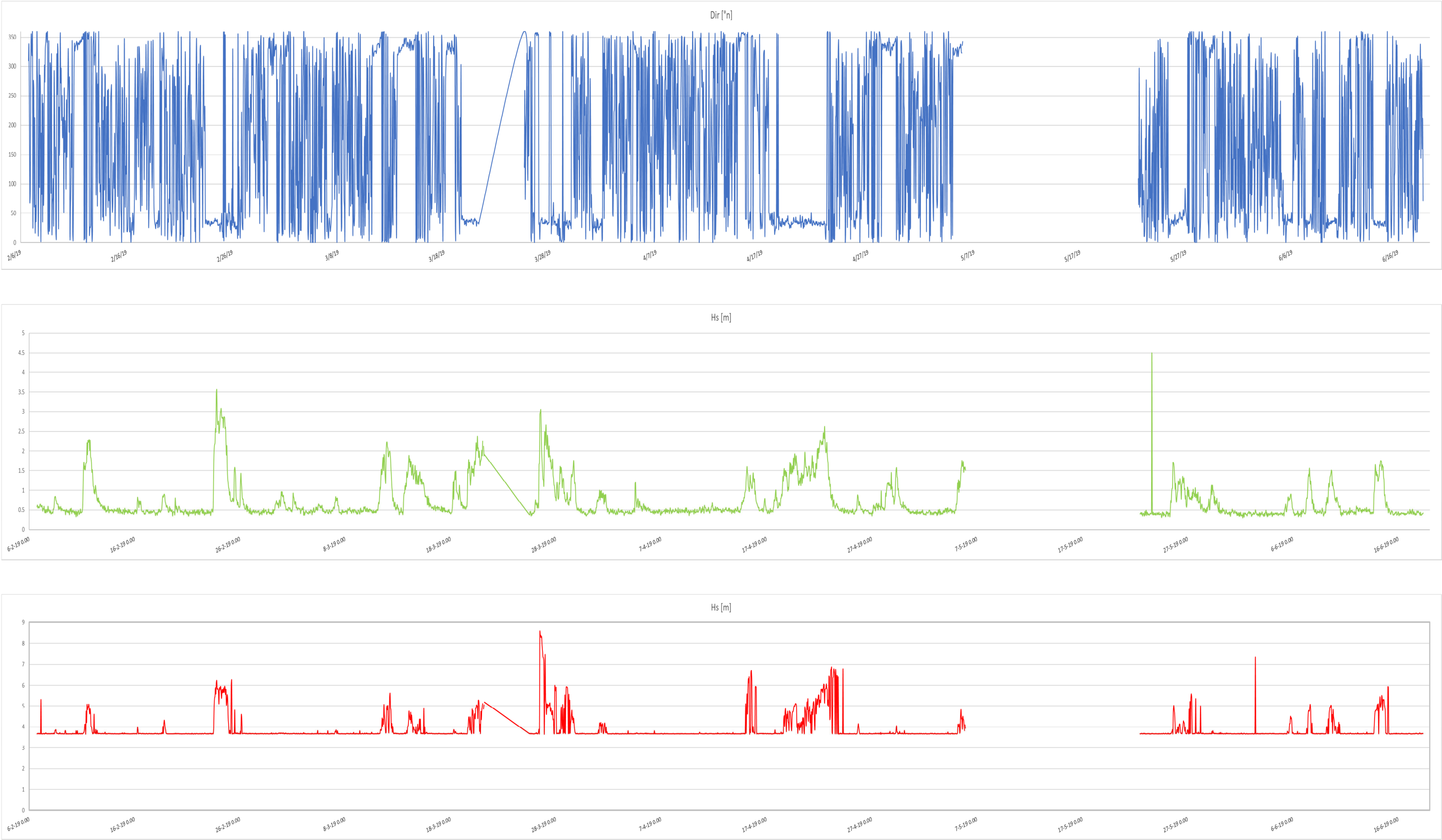


Figura 1: Elaborazione dati AQUADOPP: Direzione, altezza d'onda e periodo

#### 4.3.4 Analisi correntometrica

Come anticipato in premessa le correnti prevalenti innescate dagli eventi dominanti di maestrale e grecale/tramontana portano, durante le mareggiate più intense, a valori prossimi ai 0.45 m/s nel punto PMA\_COR\_PT\_01 e a valori più ridotti (circa la metà) nel punto PMA\_COR\_PT\_02 mostrando tuttavia un buon accordo circa le direzioni che sono in caso di maestrale rivolte in direzione del 2° quadrante e nel caso di grecale rivolte verso il 4° quadrante. Le figure che seguono mostrano quanto appena affermato.

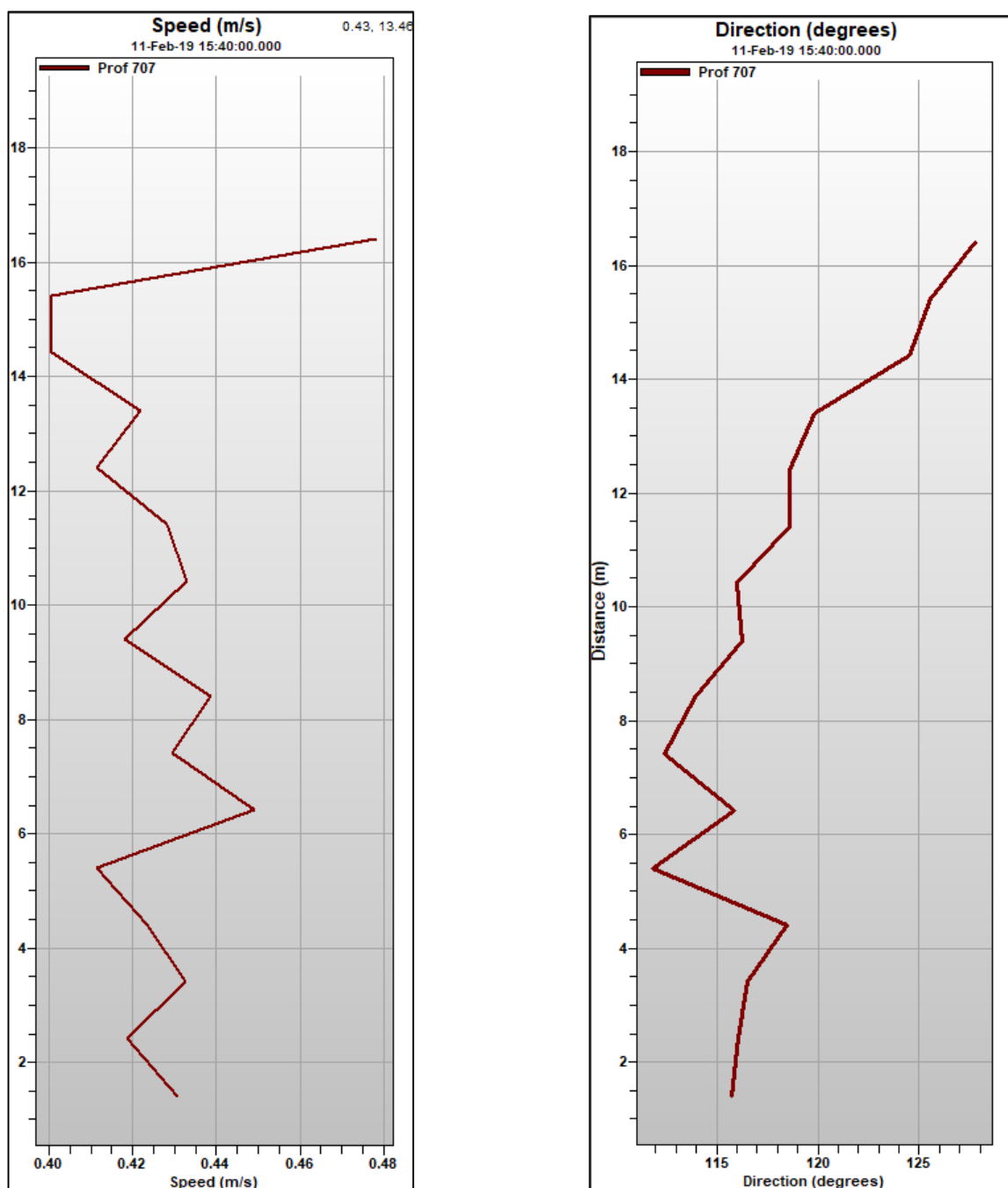


Figura 2: Profilo di corrente sonda AWAC – mareggiata di maestrale/tramontana dell'11 febbraio 2019



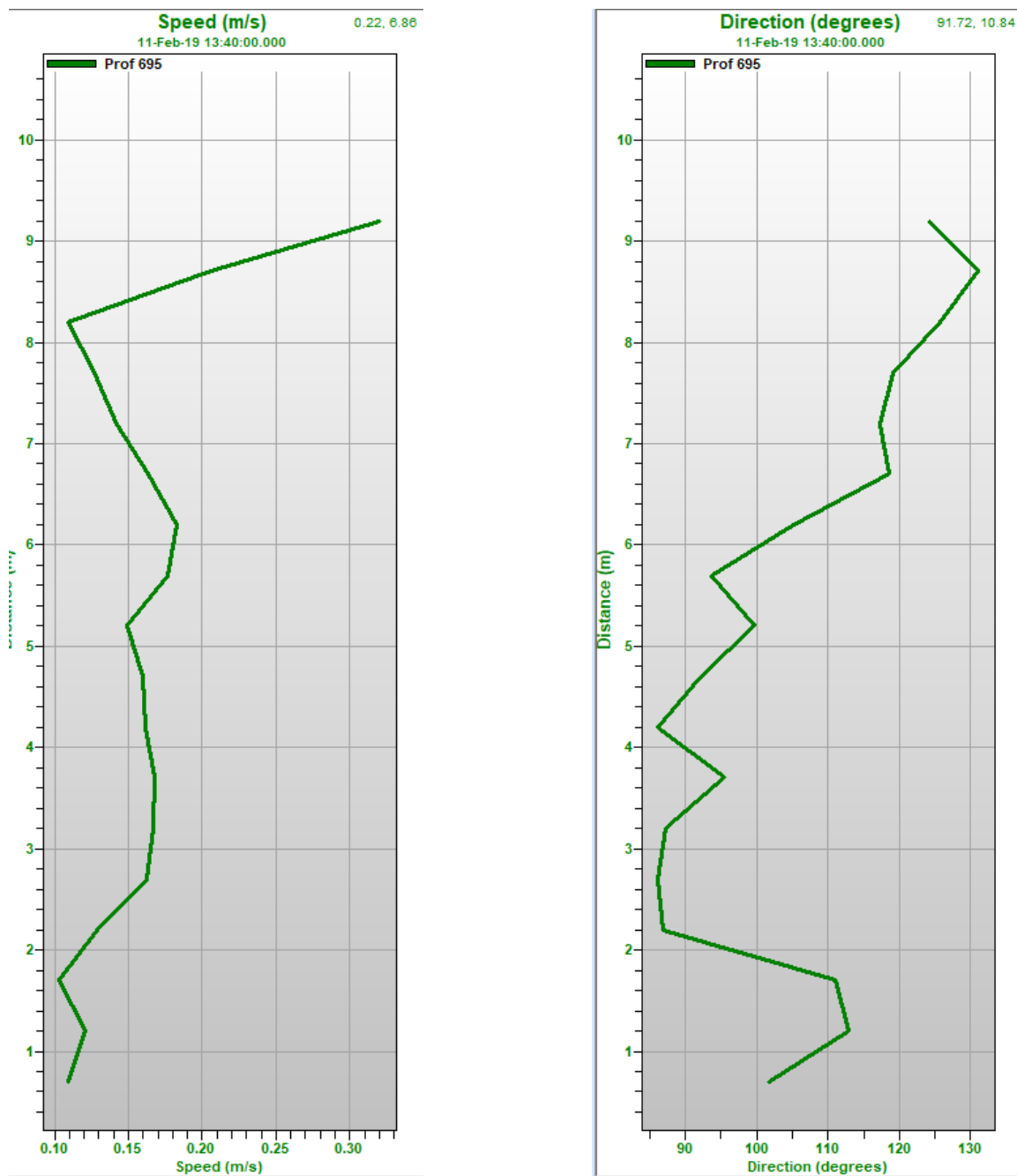


Figura 3: Profilo di corrente sonda AQUADOPP – mareggiata di grecale dell'11 febbraio 2019

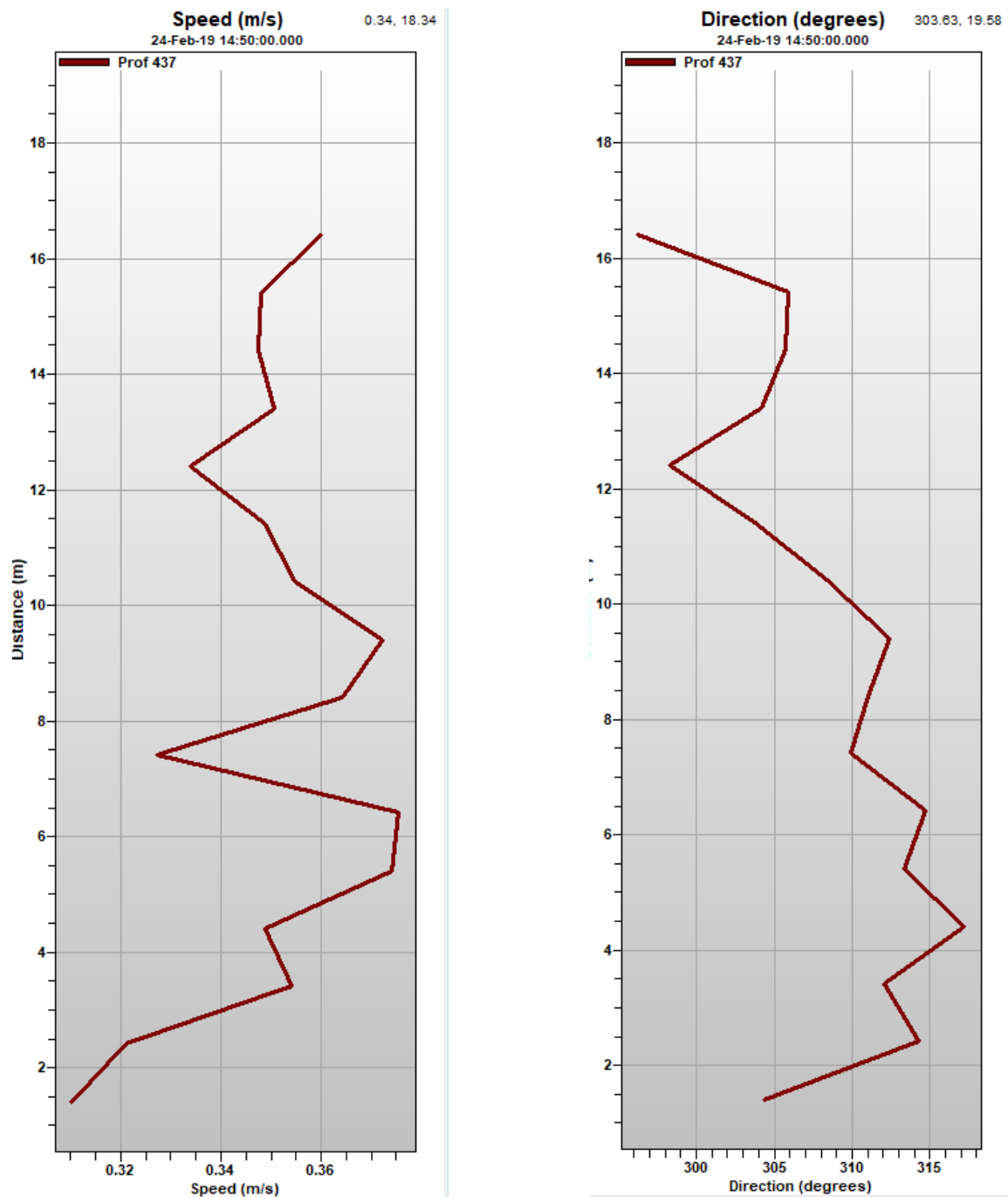


Figura 4: Profilo di corrente sonda AWAC – mareggiata di grecale del 24 febbraio 2019

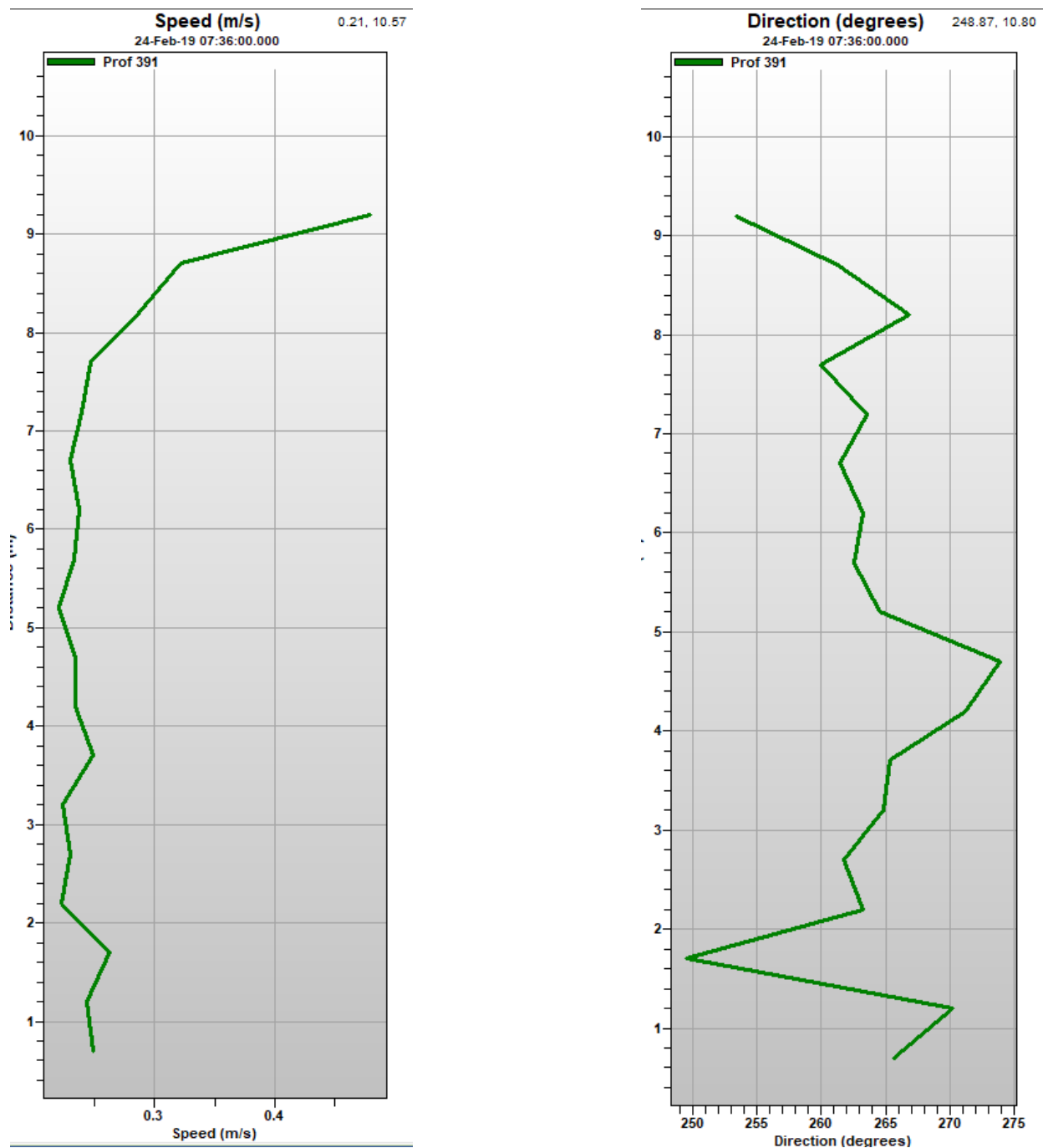


Figura 5: Profilo di corrente sonda AQUADOPP – mareggiata di grecale del 24 febbraio 2019

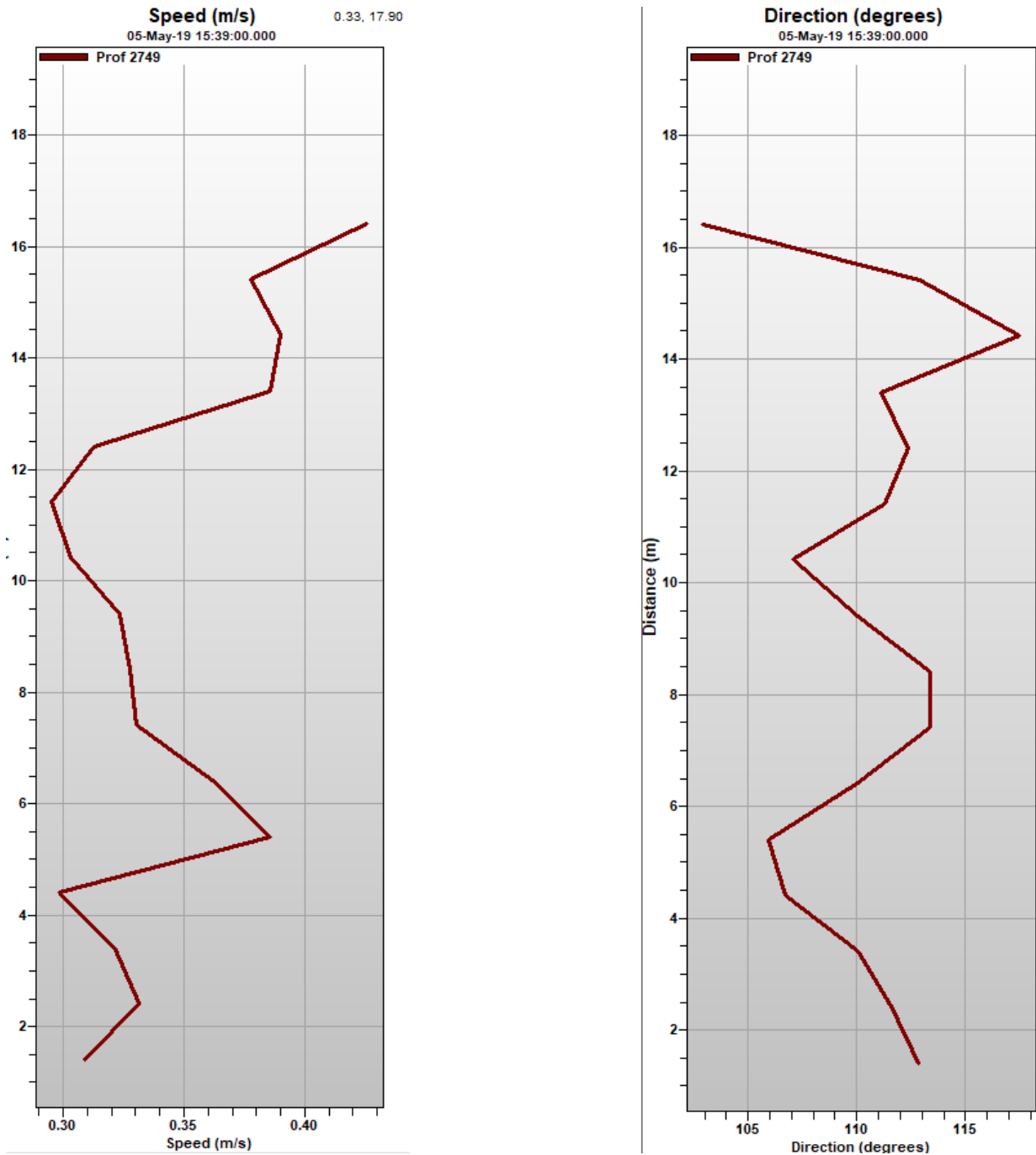


Figura 6: Profilo di corrente sonda AWAC – mareggiata di maestrale del 5 maggio 2019



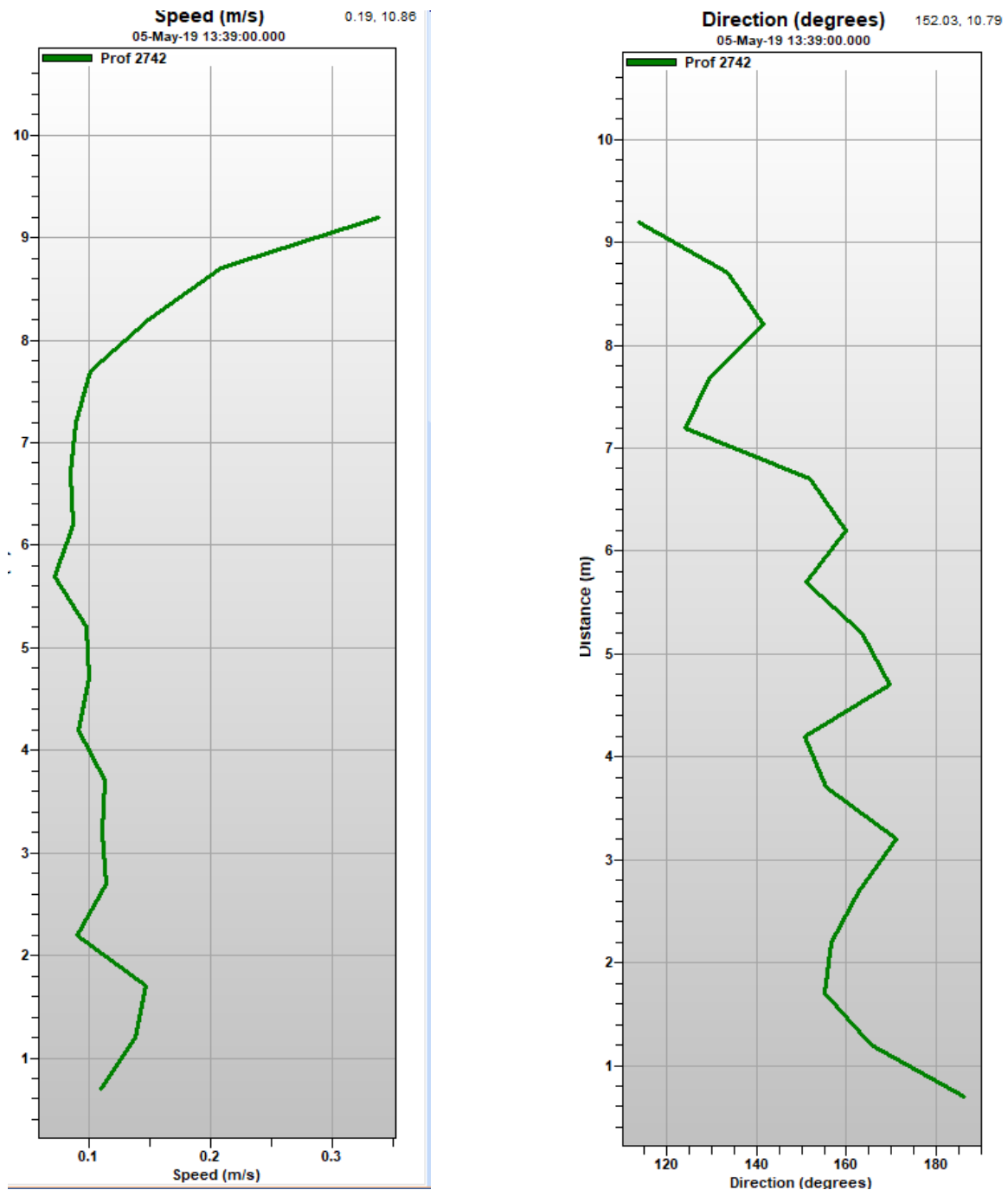


Figura 7: Profilo di corrente sonda AQUADOPP – mareggiata di maestrale del 5 maggio 2019

#### 4.4 CONSIDERAZIONI FINALI

Il monitoraggio su descritto ha portato alla osservazione di un buon numero di eventi intensi provenienti in larga parte dal quarto e primo quadrante a cui sono associate correnti di intensità fino a 0.45 m/s nel caso del punto PMA\_COR\_PT\_01. Le correnti più prossime alla costa (PMA\_COR\_PT\_02) sono di intensità inferiore rispetto a quelle più a largo, mostrando tuttavia un buon accordo circa le direzioni che sono in caso di maestrale rivolte in direzione del 2° quadrante e nel caso di grecale rivolte verso il 4° quadrante.

Ai fini della verifica dell'influenza che la realizzazione del prolungamento del molo di ponente e la resecazione di quello di levante avrà sulle correnti e, di conseguenza, sulla movimentazione dei sedimenti sarà necessario che la metodologia di indagine e di acquisizione sia perfettamente sovrapponibile e, nello specifico, che l'ubicazione, la strumentazione e il loro settaggio sia la medesima. Infatti saranno valutazioni relative tra il monitoraggio ante operam con quello in post opera che evidenzieranno gli eventuali effetti negativi principalmente a danno delle spiagge delle "Acque Dolci" e "Scoglio Lungo" poste ad est dell'area portuale.

Questa sovrapponibilità vale anche per la piattaforma impiegata nell'esecuzione dei rilievi batimetrici e topografici, (installazioni su altre imbarcazioni comportano certamente differenza di settaggi che si ripercuotono sul rilievo finale), i quali valuteranno, anche in corso d'opera, eventuali modifiche morfologiche della spiaggia sommersa ed emersa causate dalla realizzazione del molo.

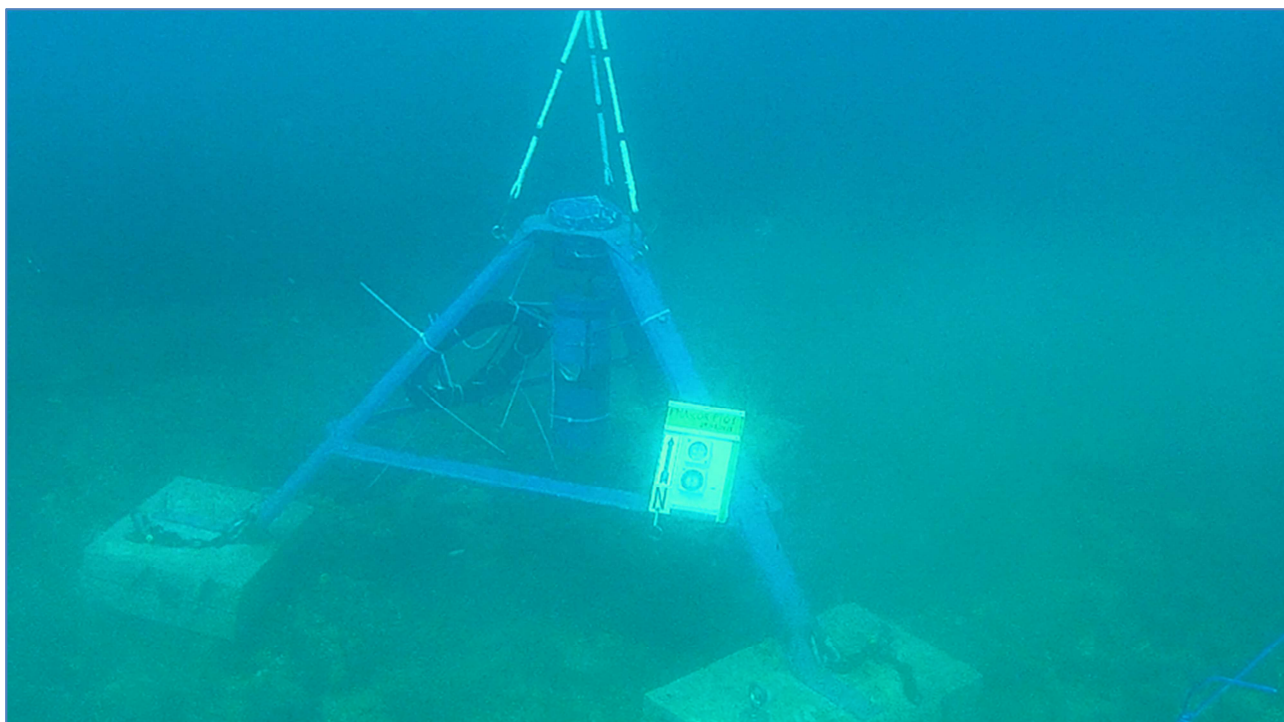


Figura 21: La sonda AWAC in posizione di lettura

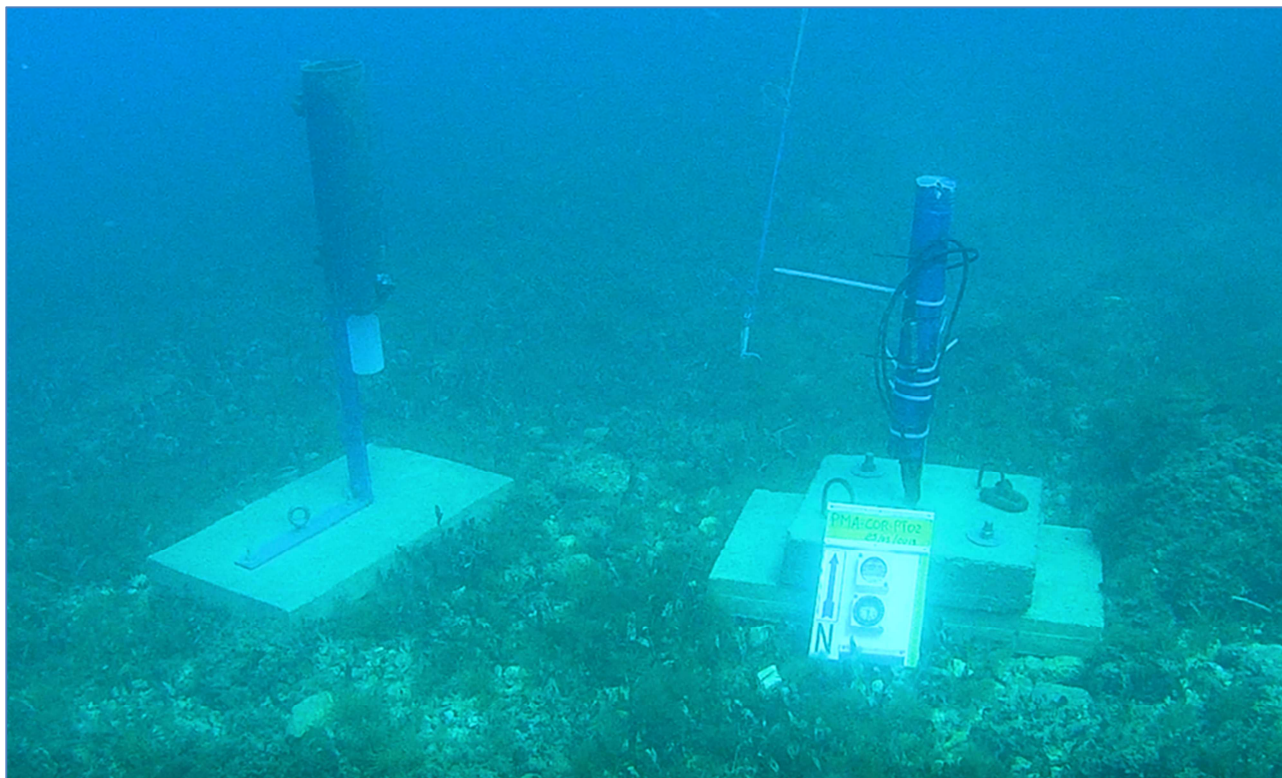


Figura 8: La sonda AQUADOPP in posizione di lettura e la trappola per sedimenti

#### 4.5 TRAPPOLE PER SEDIMENTI

Come previsto dal PMA approvato ai profilatori sono stati accoppiati delle trappole per sedimenti tipo SAARSO del modello visibile nella figura che sono stati mantenuti in perfetta verticale su un'asta rigida solidale con il corpo morto su cui erano ancorati i profilatori, ad una quota di circa 1,5 m dal fondale. Il periodo di mantenimento in opera è stato il medesimo dei profilatori acustici. L'impianto delle trappole è stato effettuato in data 06.02.2019 mentre sono state rimosse in data 18.06.2019.

Le coordinate dei punti di impianto e le quote batimetriche del fondale ove sono state posizionate le trappole per i sedimenti sono le seguenti:



CODICE PUNTO	Campione	COORDINATE WGS84 GEOGRAFICHE		Batimetria (m dal l.m.m.)	Quota imboccatura trappola (m dal l.m.m.)
		Longitudine	Latitudine		
PMA_COR_PT_01	PT_01	8°24'27.23" E	40°50'56.06" N	18,0	16,5
PMA_COR_PT_02	PT_02	8°24'37.46" E	40°50'33.07" N	10,0	8,5

I materiali “catturati” dalle trappole, appena raccolti, si presentavano, ad una prima osservazione, costituiti quasi esclusivamente da foglie di posidonia oceanica. Si è pertanto provveduto alla loro completa essiccazione e vagliatura con un setaccio dello 0,25 mm al fine di separare la frazione grossolana rispetto a quella fine.

La setacciatura ha evidenziato che la parte “grossolana” trattenuta dallo 0,25 mm è costituita essenzialmente dai frammenti vegetali della posidonia, mentre la frazione passante allo 0,25 mm è risultata prevalentemente clastica o bioclastica.

La parte clastica, in prevalenza di dimensioni inferiori allo 0,1 mm, può essere descritta come costituita da frammenti minuti di bioclasti e diversi foraminiferi e altro materiale di origine calcarea che reagiva fortemente all'attacco acido. In proporzione subordinata (meno del 20/25%) il materiale è costituito da minerali sialici, in prevalenza silice ialina, con un basso grado di arrotondamento (da angolosi a sub-angolosi). Molto subordinatamente sono stati osservati anche frammenti clastici non riconducibili a litologie calcaree o minerali di altra natura rispetto alla silice ialina (cristalli di muscovite).



L'analisi mineralogica al microscopio ottico non ha evidenziato differenze composizionale nella frazione clastica tra le due trappole la cui distanza relativa era di appena 750 m. Piuttosto differente è stata invece la quantità di materiale complessivo e della frazione clastica raccolta. Di seguito si riporta i relativi pesi.

CAMPIONE	Peso totale essiccato (g)	Frazione trattenuta allo 0,25 mm (g)	Frazione passante allo 0,25 mm (g)	Percentuale frazione clastica
PT_01	23,8	16,6	7,2	30,3%
PT_02	95,6	32,8	62,8	65,7%

Come può essere osservato il campione PT\_01 (quello più distale dalla costa e maggiormente profondo) ha accumulato molto meno materiale rispetto alla trappola PT\_02 posizionata in un punto più prossimo alla costa (meno di 500 m dalla linea di riva) e ad una batimetrica inferiore, posizione nella quale l'energia del moto ondoso ha, evidentemente, una maggiore influenza nel trasporto solido dei sedimenti.

Anche il rapporto tra posidonia e frazione clastica è significativo in quanto risulta evidente che le foglie di posidonia possono essere trasportate agevolmente anche da minime correnti a maggiore distanza dalla costa mentre le frazioni clastiche tendono a precipitare sul fondo.

Sulla composizione mineralogica e sui rapporti percentuali (posidonia e frazione clastica) dei campioni nonché sui confronti tra i due campioni, verrà costruita la valutazione degli effetti post-opera dell'allungamento del molo di ponente e della resecazione del molo di levante sulla mobilità dei sedimenti.

## 5. PMA – RUMORE

Il monitoraggio del rumore ha avuto lo scopo di individuare ed acquisire tutte le conoscenze necessarie ad effettuare le valutazioni di merito e di confronto sullo stato della componente Rumore in fase Ante Operam rispetto a quella che sarà durante la fase dei lavori di realizzazione degli interventi previsti. In particolare tale monitoraggio ha avuto come obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area di indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell'opera in progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, lo "stato zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera.

Il PMA esecutivo, concordato ed approvato dagli Enti di Controllo, aveva pertanto previsto di rilevare il rumore immesso nell'ambiente, sia in prossimità dell'area del cantiere principale, sia quello generato, nella viabilità esistente, dal traffico correlato ai mezzi d'opera nei loro percorsi. Sulla base di tali considerazioni, erano stati scelti tre punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali si è previsto di realizzare il monitoraggio.

- **PMA\_RUM\_PT\_01** – in prossimità dell'area di cantiere sul molo di levante nella parte posta a ridosso della banchina Alti fondali;
- **PMA\_RUM\_PT\_02** – presso gruppo di ricettori abitativi ubicati lungo via del Mare e frontalieri l'area portuale;
- **PMA\_RUM\_PT\_03** – presso area interna al tessuto urbano fronte Museo.

Qui di seguito si riporta una tabella di riepilogo dei punti di monitoraggio e delle attività che sono state eseguite, mentre nella pagina seguente può essere osservata le medesime ubicazioni su ortofoto.

CODICE PUNTO	COORDINATE WGS84 GEOGRAFICHE		FREQUENZA	DURATA	PERIODO
	Longitudine	Latitudine			
<b>PMA_RUM_PT_01</b>	8°24'10.52" E	40°50'33.72" N	1 volta in AO	8 + 8 ore (6-14 e 14-22)	5 giorni feriali in A.O.
<b>PMA_RUM_PT_02</b>	8°24'19.21" E	40°50'19.75" N	1 volta in AO	8 + 8 ore (6-14 e 14-22)	5 giorni feriali in A.O.
<b>PMA_RUM_PT_03</b>	8°23'59.79" E	40°50'16.88" N	1 volta in AO	8 + 8 ore (6-14 e 14-22)	5 giorni feriali in A.O.



Figura 23 – Ubicazione dei punti di misura del monitoraggio del rumore

In estrema sintesi per tutti e tre i punti, presa visione dei livelli di pressione sonora rilevati presso i punti di monitoraggio, si può affermare che:

- Non risultano particolari criticità per quanto riguarda la componente ambientale “rumore”;
- Il clima acustico rilevato in fase ante operam risulta al disotto dei limiti definiti dal DPCM 1/3/91, in riferimento alla classe di destinazione d’uso del territorio oggetto di indagine;
- Risulta abbastanza evidente la variabilità oraria dei livelli di rumore dovuta al traffico veicolare e navale presente.

Per le metodiche utilizzate e i dettagli circa i livelli di emissione sonora per ciascuno dei tre punti monitorati sono riportati nelle monografie dedicate a ciascun punto di monitoraggio, redatte in collaborazione con l’Ing. Enrico Mura, tecnico competente in acustica ambientale regolarmente iscritto nell’Elenco Regionale.

## 6. PMA – PAESAGGIO

### 6.1 PREMESSA E OBIETTIVI

Il monitoraggio ante operam relativo al “Paesaggio” ha avuto come obiettivo quello di valutare, attraverso la parametrizzazione degli indicatori estetico – percettivi, gli effetti che la realizzazione delle opere in progetto avranno sui luoghi e sui paesaggi come la memoria storica li ha identificati sino ad oggi, individuando in particolare gli elementi emergenti e qualificanti del paesaggio, le configurazioni ambientali principali e gli ambiti territoriali a maggiore vulnerabilità.

L’andamento pianeggiante del territorio e la “chiusura urbanistica” dell’abitato intorno all’area portuale impedisce molteplici visuali dall’interno del centro urbano verso la zona destinata alle opere in progetto anche da contesti “sensibili” quali quelli degli elementi storico-archeologici che contraddistinguono la cittadina turritana.

Le visuali, in particolare alla quota stradale, sono completamente ostacolate dallo stesso tessuto urbano mentre alcuni panorami potrebbero aprirsi in un contesto privato di abitazioni e di fabbricati più alti che potrebbero avere visuale verso l’area portuale, ma su questi elementi avremmo avuto una difficoltà di selezione e di periodico controllo per cui sono stati tralasciati.

Fatta questa debita premessa lo studio ha individuato cinque punti di visuale (PV) “pubblici” da mare e da terra di seguito elencati, privilegiando quelli che, per fruizione, sono i più riconosciuti da un’ampia fascia di popolazione residente a Porto Torres che, tra i primi, avvertirà delle modifiche apportate alle abituali visuali. Questi sono:

- PV\_01 – Punto di visuale dallo svincolo terminale della S.S. 131 di Carlo Felice;
- PV\_02 – Punto di visuale portuale attiguo al fabbricato che ospita la Guardia di Finanza;
- PV\_03 – Punto di visuale Lungomare Balai in prossimità della spiaggetta “Acque dolci”;
- PV\_04 – Punto di visuale dal belvedere del Promontorio di Balai;
- PV\_05 – Punto di visuale a circa mezzo miglio nautico dall’imboccatura portuale;

Durante il corso dell’opera, il gruppo di lavoro valuterà la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti, monitorando in particolare le attività potenzialmente distruttive e valuterà l’efficacia delle eventuali misure di mitigazione e compensazione ambientale proposte nell’ambito del procedimento di VIA.





Figura 24 – Ubicazione dei punti di visuale prescelti



## 6.2 PUNTO DI VISUALE DALLO SVINCOLO TERMINALE DELLA S.S. 131 DI CARLO FELICE (PV\_01)

Il tratto terminale della S.S. 131 di Carlo Felice è caratterizzato da uno svincolo a piani sfalsati che consente di avere una visuale ampia e panoramica sull'area dei futuri lavori.

Nella visuale ampia può essere osservato il paesaggio agrario molto frazionato e in parte urbanizzato con strutture residenziali e fabbricati per attività artigianali. Sullo sfondo si possono notare due camini di vecchie fornaci e sulla destra la periferia urbana di Porto Torres. In primo piano si osservano, purtroppo, anche cumuli di rifiuti da demolizione abbandonati.

Nella parte frontale si possono osservare gli ormeggi delle navi traghetto sul molo di ponente di cui è previsto il prolungamento e, dietro il fabbricato del “Mercato del pesce” il molo di levante di cui invece è prevista la resecuzione.



Si può prevedere che la realizzazione delle opere determini un cambiamento delle visuali dell'area portuale che, attualmente, risulta aperta verso lo sfondo dell'Isola dell'Asinara, ma che, ad opere compiute, apparirà completamente chiusa. L'alterazione della percezione visiva produrrà, pertanto, dei limitati impatti di natura visuale-percettiva sui recettori sensibili/vulnerabili ma non altererà l'attuale valore paesistico del territorio.

Nelle pagine seguenti una foto panoramica ampia e l'inquadratura in scala 1:10.000 del punto di visuale.





PV\_01 – Punto di visuale portuale dallo svincolo terminale della S.S. 131 di Carlo Felice – Visuale ampia





### 6.3 PUNTO DI VISUALE PORTUALE ATTIGUO AL FABBRICATO CHE OSPITA LA GUARDIA DI FINANZA (PV\_02)

Questa immagine è stata realizzata ai limiti dell'area portuale in un rialzo planimetrico che ospita i parcheggi attigui al fabbricato della Guardia di Finanza. Tale punto è stato privilegiato perché ha una visione diretta e ravvicinata dell'area dei lavori.

Nella visuale ampia può essere osservato che tale settore sia inserito nel contesto urbano e commerciale del porto di Porto Torres. Gli elementi caratterizzanti questa visuale sono puramente antropici con i moli di attracco dei rimorchiatori e dei traghetti per l'Asinara e, sullo sfondo, il molo di ponente e quello di levante che, in tale prospettiva, determinano una chiusura visuale tra la parte interna e quella sterna al porto.

La scarsa quota sul l.m.m. (circa 4/5 metri) determina il fatto che gli elementi dello sfondo (Isola dell'Asinara) non siano percettibili. Si ritiene che ad opere compiute tale visuale non avrà sostanziali modifiche in quanto la resecazione del molo di levante, da un punto di vista prospettico sarà compensata dal prolungamento del molo di ponente e, pertanto, non ci saranno impatti di natura visuale-percettiva sui recettori sensibili/vulnerabili e non ci sarà alterazione dell'attuale valore paesistico del territorio.



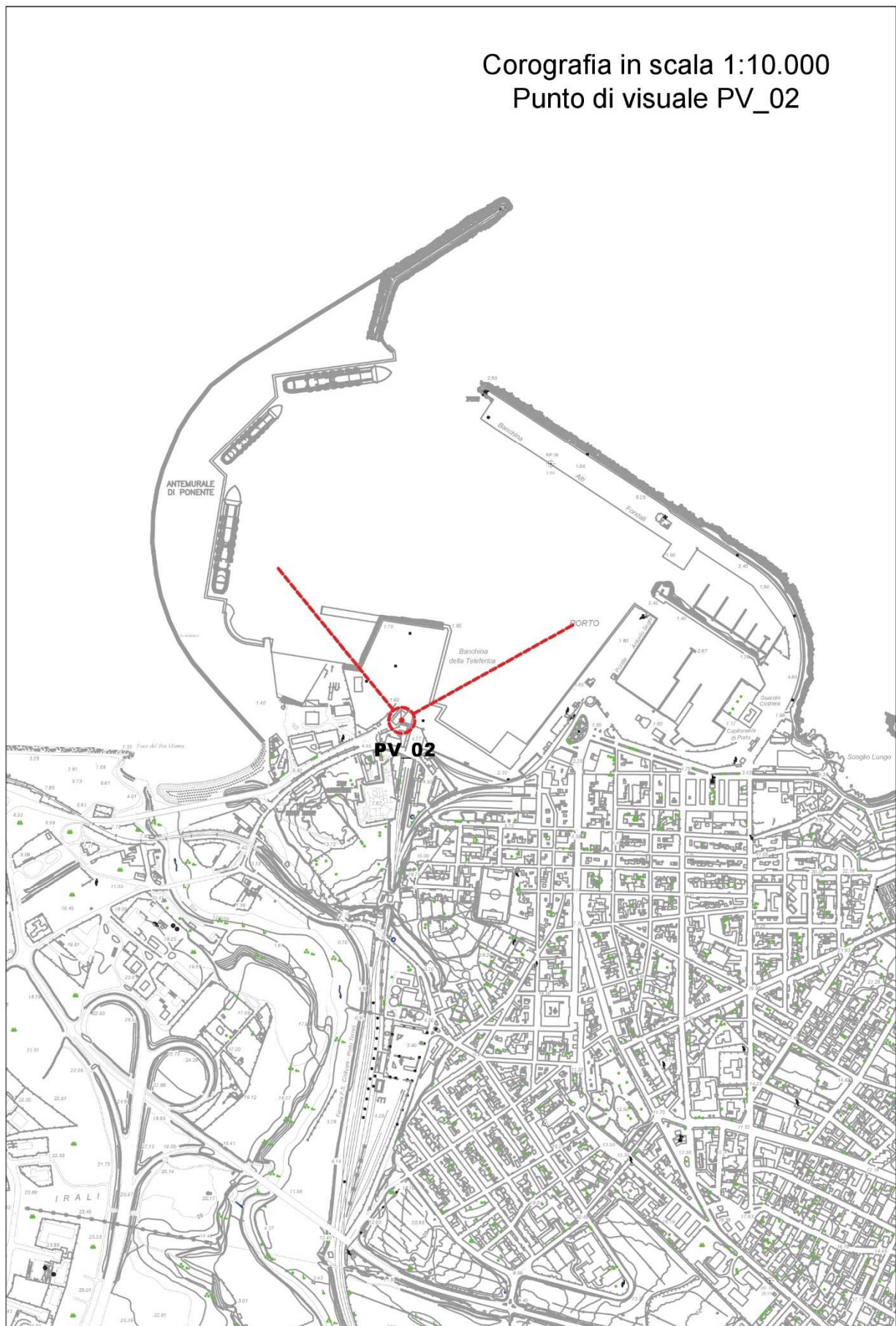
Nelle pagine seguenti una foto panoramica ampia e l'inquadratura in scala 1:10.000 del punto di visuale.





PV\_02 – Punto di visuale dell'area portuale dal rialzo planimetrico parcheggio della Guardi di Finanza – Visuale ampia





#### 6.4 PUNTO DI VISUALE LUNGOMARE BALAI IN PROSSIMITÀ DELLA SPIAGGETTA “ACQUE DOLCI” (PV\_03)

Questa immagine è stata realizzata tra lo Scoglio Lungo ed il promontorio di Balai ove sono presenti alcune piccole spiagge urbane realizzate nel 2004 attraverso la deposizione di scogliere in blocchi di calcare e un ripascimento di sabbie di cava. Molto apprezzate dai portotorresi, hanno una frequentazione continua durante tutto l'anno e possiedono, in maniera evidente, una percezione visiva diretta ed immediata dell'area dei lavori.

Nella visuale ampia può essere osservato sulla sinistra il paesaggio urbano del Lungomare Balai, l'area portuale e, sullo sfondo, la silhouette dell'Isola dell'Asinara. A destra la visuale del Golfo dell'Asinara si chiude con il promontorio degli scogli di Balai.



Ad opere compiute tale visuale sarà profondamente alterata e le opere andranno ad occupare quasi la metà dell'orizzonte attualmente libero, occultando la vista della parte più meridionale dell'Isola dell'Asinara. La Relazione Paesaggistica, allegata allo SIA, aveva già dichiarato, come appare evidente, che nei confronti di tali aree non sono individuabili, realisticamente, mascheramenti di nessun genere che possano attenuare l'impatto visivo. Si è effettuata unicamente una scelta progettuale che invece delle dighe con massicci di coronamento molto sopraelevati rispetto al l.m.m. ha preferito proporzionare le zone terminali e le sezioni correnti dei moli frangiflutti con elementi a cresta bassa non praticabili e parzialmente tracimabili.

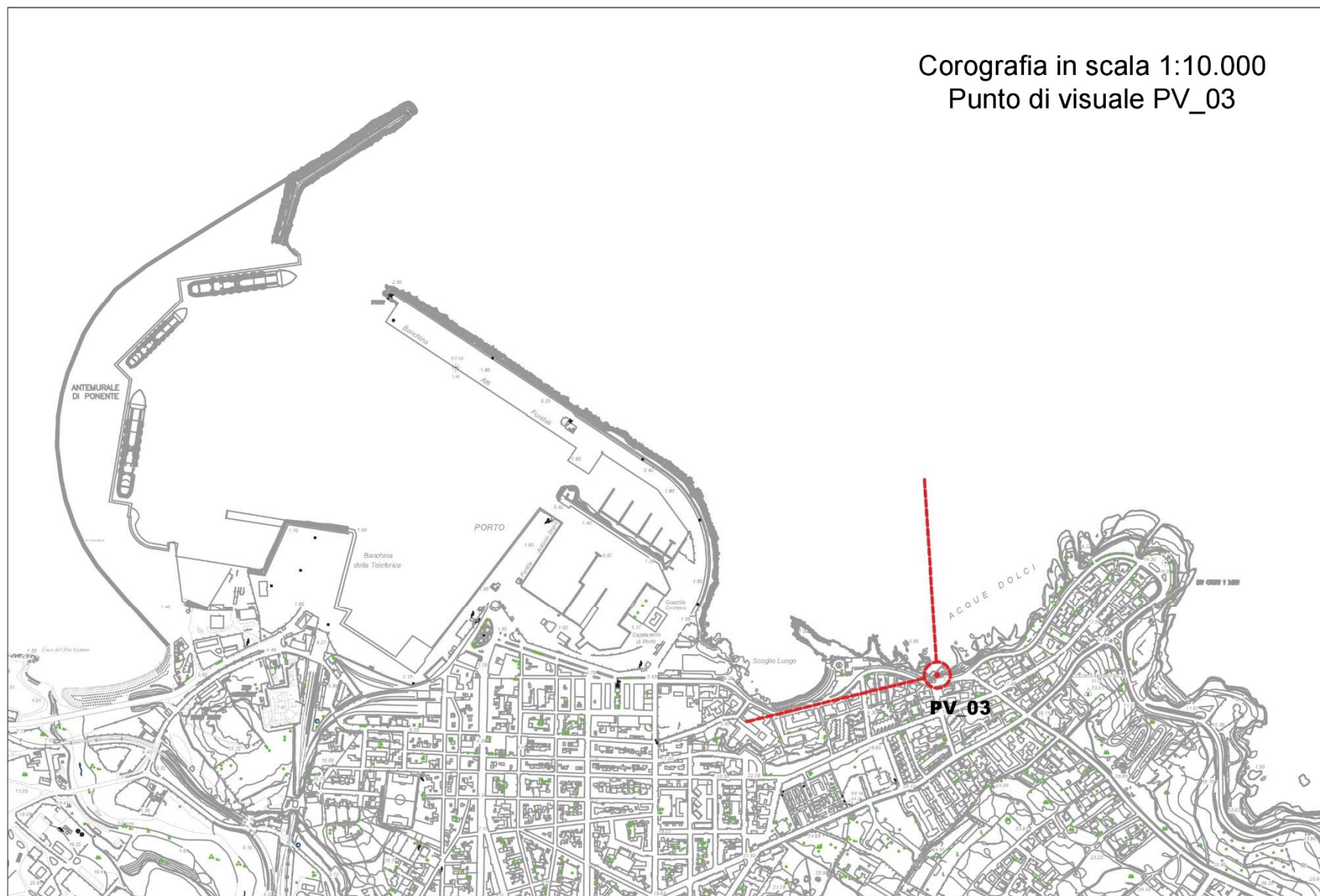
La visuale fissata nella foto che verrà eseguita, nella medesima posizione, in post opera determinerà la riuscita o meno di tale intervento di minimizzazione. Nelle pagine seguenti una foto panoramica ampia e l'inquadratura in scala 1:10.000 del punto di visuale.





PV\_03 – Punto di visuale lungomare Balai in prossimità della spiaggetta “Acque Dolci” – Visuale ampia







## 6.5 PUNTO DI VISUALE DAL BELVEDERE DEL PROMONTORIO DI BALAI (PV\_04)

Questa immagine è stata realizzata in corrispondenza del belvedere realizzato sopra la scogliera di Balai. Questa comprende il tratto roccioso situato tra la città di Porto Torres e la spiaggia di Platamona. Si tratta di un'area, caratterizzata da falesie calcaree con evidenti fenomeni erosivi; tali scogliere presentano una vegetazione rada, costituita da macchia e gariga e importanti interventi di riforestazione. Nella parte più prossima al centro abitato la scogliera è inserita pienamente nel contesto urbano ed è frequentata lungamente durante tutto l'anno.



La posizione rilevata della visuale (circa 15 metri sul l.m.m.) permette, rispetto alla precedente visuale, di osservare meglio la silhouette dell'Isola dell'Asinara ed avere un'ampia veduta del Golfo dell'Asinara. In questo caso non appare così impattante sia la riduzione della visuale dell'orizzonte sia il mantenimento delle visuali dello sfondo.

La resecuzione del molo di levante non avrà praticamente nessuna modifica della percezione visiva, mentre il prolungamento del molo di ponente, sviluppandosi in direzione della visuale, avrà un limitato effetto visivo tale da non alterare significativamente l'attuale percezione paesaggistica.

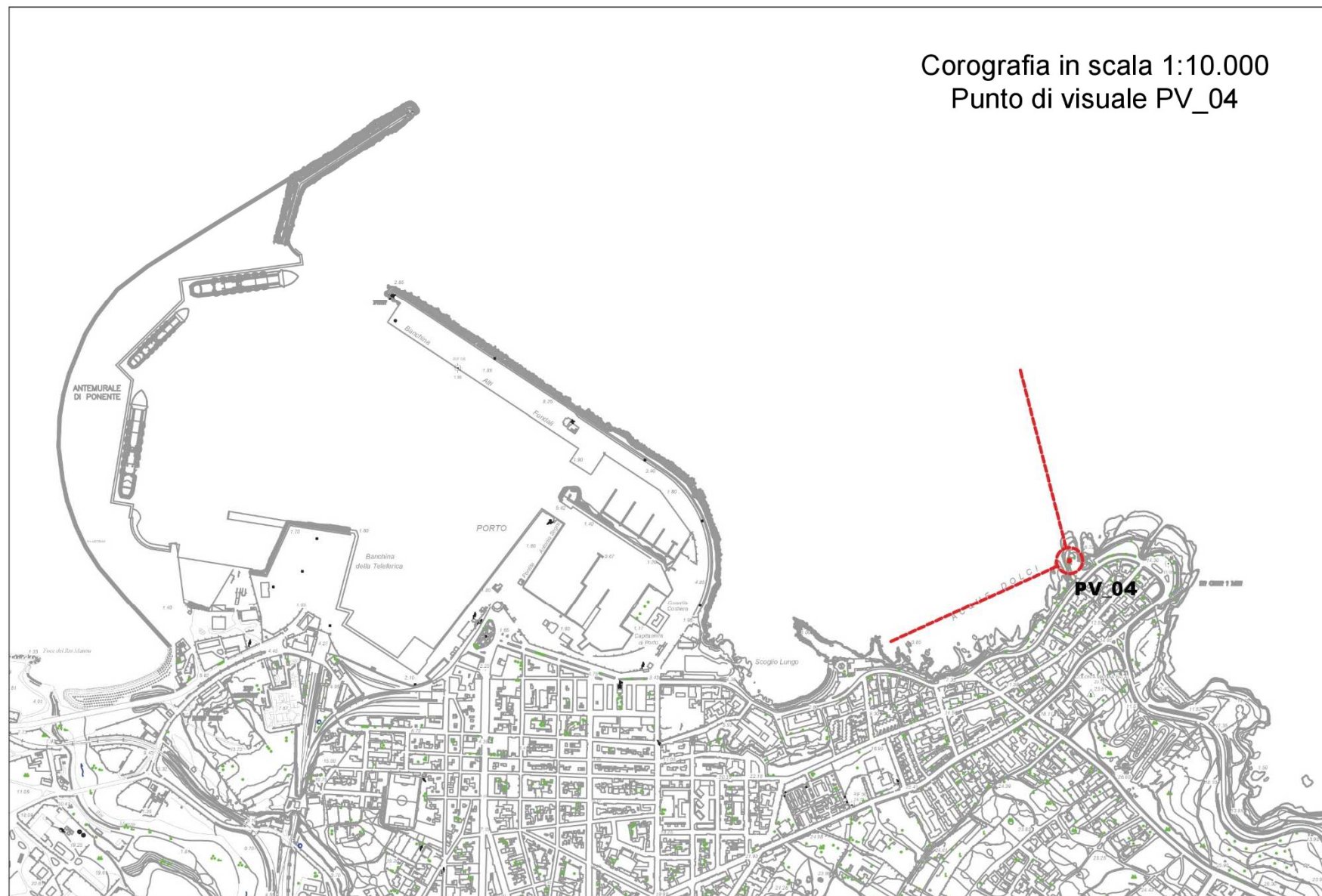
Nelle pagine seguenti una foto panoramica ampia e l'inquadratura in scala 1:10.000 del punto di visuale.





PV\_04 – Punto di visuale dal belvedere del promontorio di Balai – Visuale ampia





## 6.6 PUNTO DI VISUALE A CIRCA MEZZO MIGLIO NAUTICO DALL'IMBOCCATURA PORTUALE (PV\_05)

L'ultimo punto di visuale prescelto è quello dell'osservatore che arriva al porto di Porto Torres a circa mezzo miglio nautico dall'imboccatura.

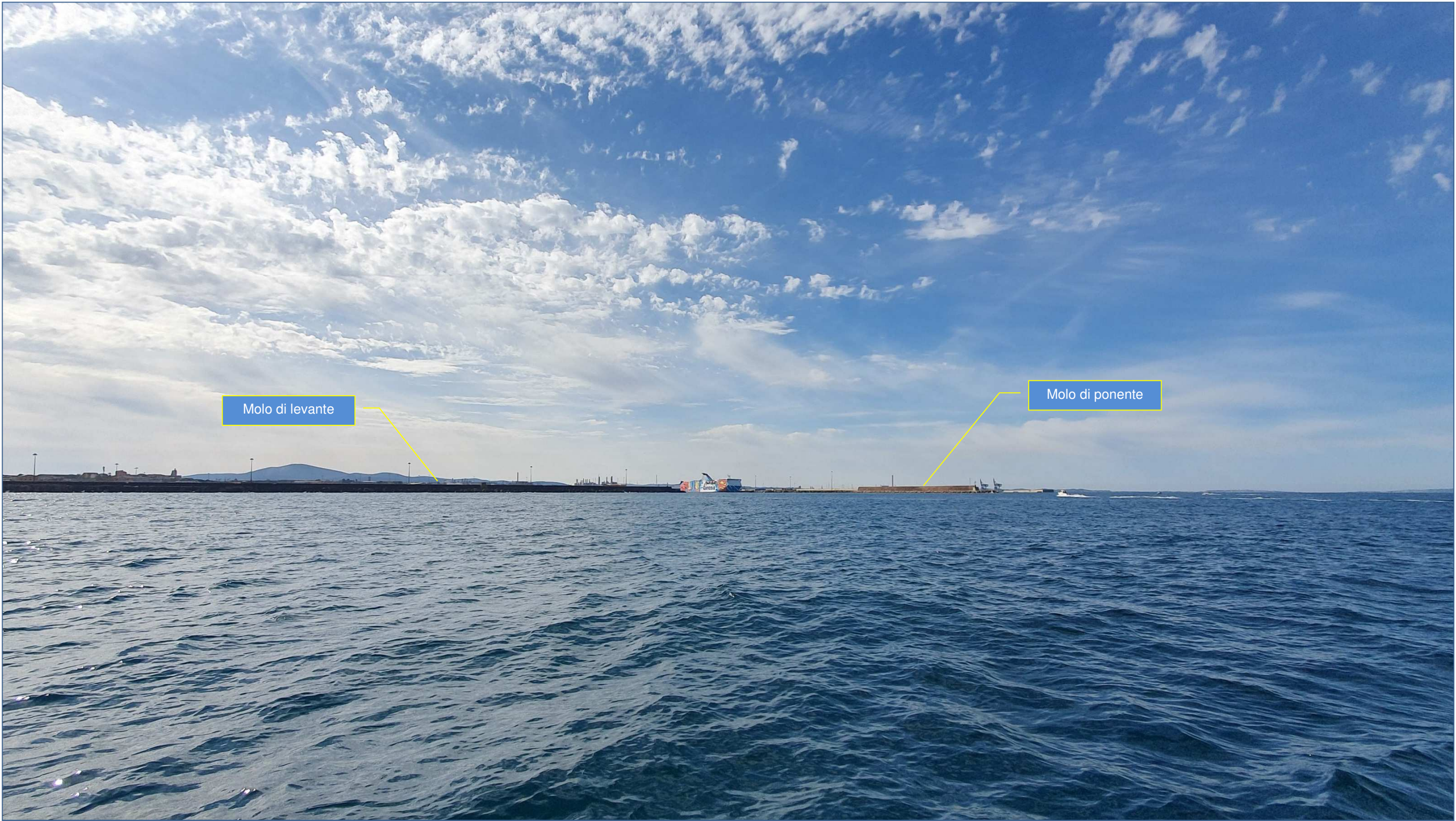
La percezione della costa è contraddistinta dalle opere murarie sia del porto commerciale che di quello industriale. Sulla destra sono perfettamente visibili le due gru per lo scarico del carbone che alimenta la Centrale di Fiume Santo ubicate lungo il molo di ponente all'interno del porto industriale mentre sulla sinistra si può osservare una parte del tessuto urbano parzialmente nascosto dal molo di levante. Centralmente, sullo sfondo, si intravedono le ciminiere dello stabilimento chimico ex Enichem e l'imboccatura portuale visuale che, allo stato attuale, appare libera sino agli ormeggi delle navi passeggeri.



Il prolungamento del molo di ponente altererà questa percezione dello stato attuale di apertura del porto per gran parte del settore settentrionale e lo limiterà ad una stretta fascia di visuale proveniendo dalla direzione E-NE. Avrà pertanto un modesto effetto visivo ma non tale da alterare significativamente l'attuale percezione paesaggistica di insieme.

Nelle pagine seguenti una foto panoramica ampia e l'inquadramento in scala 1:10.000 del punto di visuale.





PV\_05 - Punto di visuale a circa mezzo miglio nautico dall'imboccatura portuale – Visuale ampia



Corografia in scala 1:10.000  
Punto di visuale PV\_05

