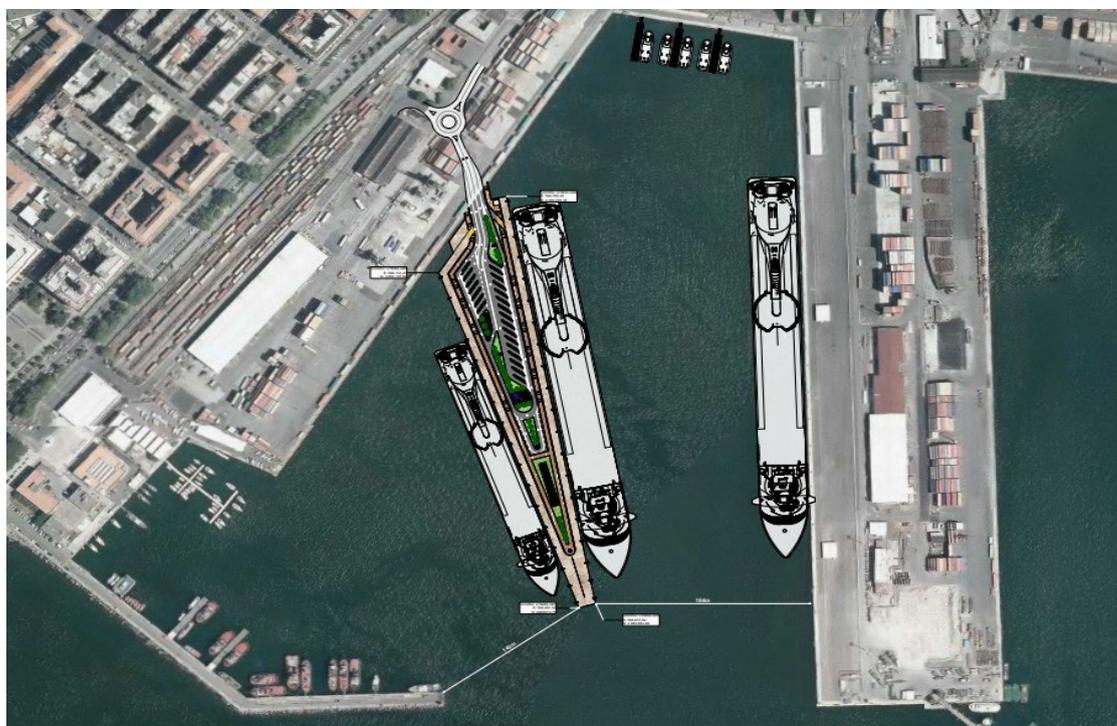


*INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E SVILUPPO DEL  
PORTO DELLA SPEZIA IN CORRISPONDENZA DELL'AMBITO  
OMOGENEO D'INTERVENTO N.5 MARINA DELLA SPEZIA –  
NUOVO MOLO CROCIERE NEL PRIMO BACINO DELLA  
SPEZIA*



**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
ESECUTIVO**

Tecnico incaricato:  
**Dott. Geol. IACOPO TINTI**

Collaborazione:  
**Dott. LEONARDO NICODEMI**

*Aprile 2024*



Rev.02 del 16/04/2024

## Indice

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1       | Premessa .....   | 2  |
| 2       | Inquadramento e descrizione del progetto.....                                | 3  |
| 2.1     | Esclusione dall'area Sito di Interesse Regionale (SIR).....                  | 3  |
| 2.2     | Aspetti ambientali legati all'opera.....                                     | 4  |
| 2.2.1   | Comparti ambientali e fasi di monitoraggio.....                              | 6  |
| 3       | Piano di Monitoraggio Ambientale – Ambiente Marino .....                     | 8  |
| 3.1     | Attrezzature di monitoraggio .....   | 8  |
| 3.1.1   | Parametri chimico-fisici – Sonde multiparametriche HL7 .....                 | 8  |
| 3.1.2   | Campionamento per analisi dei solidi sospesi totali – Bottiglia Niskin ..... | 11 |
| 3.1.3   | Misure dinamiche marine – Correntometro.....                                 | 11 |
| 3.2     | Postazioni e frequenze di monitoraggio .....                                 | 12 |
| 3.2.1   | Stazioni fisse .....   | 13 |
| 3.2.2   | Profilature da imbarcazione .....  | 17 |
| 3.2.3   | Campionamento per SST .....  | 19 |
| 3.2.4   | Correntometria.....  | 20 |
| 3.2.5   | Riepilogo delle attività di monitoraggio marino.....                         | 20 |
| 3.3     | Ulteriori dettagli sulle fasi di monitoraggio .....                          | 21 |
| 3.3.1   | Dati ambientali 2020-2021 .....  | 21 |
| 3.3.2   | AO – Definizione dei valori di riferimento in ante operam .....              | 23 |
| 3.3.3   | Verifica di continuità ed efficienza del bubble screen .....                 | 24 |
| 3.3.4   | CO – Verifica rispetto soglie e procedure di allerta .....                   | 25 |
| 3.3.4.1 | Altre condizioni di superamento .....  | 31 |
| 3.3.5   | PO – Verifica del ripristino delle condizioni originali.....                 | 32 |
| 4       | Piano di Monitoraggio Ambientale – Aria .....                                | 33 |
| 4.1     | Parametri oggetto di monitoraggio .....                                      | 33 |
| 4.2     | Postazioni e frequenze di monitoraggio .....                                 | 34 |
| 4.2.1   | Procedure di gestione ed eventuali contromisure .....                        | 35 |
| 4.3     | Attrezzature di monitoraggio .....   | 35 |
| 4.3.1   | Analizzatori di particolato .....  | 36 |
| 4.3.1.1 | Palas Fidas 200S.....  | 36 |
| 4.3.1.2 | Comde Derenda APM2.....  | 37 |
| 4.3.2   | Analizzatori di emissioni gassose .....                                      | 39 |
| 4.3.2.1 | Thermo Scientific 42i.....   | 39 |
| 4.3.2.2 | Thermo Scientific 43i.....   | 39 |
| 4.3.2.3 | Thermo Scientific 48iQ .....   | 40 |
| 4.3.2.4 | GC 5000 BTX .....  | 41 |
| 4.3.3   | Meteorologia .....   | 42 |
| 4.3.4   | Campionamento attivo.....  | 42 |
| 4.3.4.1 | Comde Derenda PNS 18T DM.....  | 42 |
| 4.3.5   | Campionamento passivo .....  | 43 |
| 4.3.5.1 | Depobulk .....   | 44 |
| 4.3.6   | Riepilogo del monitoraggio dell'atmosfera .....                              | 44 |
| 5       | Piano di Monitoraggio Ambientale – Rumore.....                               | 45 |
| 5.1     | Postazioni e frequenze di monitoraggio .....                                 | 46 |
| 5.2     | Attrezzature di monitoraggio .....   | 48 |
| 5.2.1   | Fonometro Larson&Davis 831 .....   | 48 |

## 1 Premessa

Il presente documento, redatto su incarico dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale – Porti della Spezia e di Marina di Carrara (a seguire AdSPMLOr), costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale Esecutivo (a seguire PMAE) di Ante Operam nell'ambito del progetto "Interventi di Riqualificazione e Sviluppo del Porto della Spezia in corrispondenza dell'Ambito Omogeneo d'Intervento n.5 "Marina della Spezia" – Nuovo Molo Crociere nel Primo Bacino della Spezia".

Per informazioni dettagliate sull'opera e sull'area in cui essa sarà realizzata, si rimanda alla specifica documentazione di gara. Sono comunque fornite a seguire delle informazioni di carattere generale, funzionali all'inquadramento del contesto di monitoraggio.

Il PMAE, redatto in ottemperanza alle prescrizioni tecniche del parere del MATTM (ora MASE) n.2914 del 21/12/2018 espressosi favorevolmente per l'esclusione dalla procedura di VIA, è stato modulato alla luce delle considerazioni condivise con ARPAL nell'incontro tecnico avvenuto presso la rispettiva sede della Spezia in data 01/02/2024 per una prima condivisione ed approvazione dei contenuti, nonché alla luce delle ultime osservazioni sul monitoraggio pervenute da ARPAL a mezzo PEC a seguito della trasmissione della prima emissione del presente documento in bozza e a seguito delle modifiche alle fasi progettuali stabilite da AdSPMLOr, tra le quali spicca in particolare la rimozione dei livellamenti di fondale inizialmente previsti. Il tutto in accordo alle indicazioni di cui alla Condizione n.1 del Parere MATTM succitato, prima della presentazione al MASE.

Il presente PMAE implementa, approfondisce e dettaglia le indicazioni di carattere generale sul monitoraggio marino di cui al documento di gara denominato "Piano di Monitoraggio Ambientale", con codice 1311\_Ber002\_0, includendo specifiche tecnico-logistiche per l'attuazione del monitoraggio dell'ambiente marino. Per quanto invece concerne gli aspetti delle matrici rumore e atmosfera ci si riferisce al documento "monitoraggio e riduzione degli impatti ambientali", prodotto nell'ambito dei lavori relativi al progetto.

## 2 Inquadramento e descrizione del progetto

### 2.1 Esclusione dall'area Sito di Interesse Regionale (SIR)

Il Progetto interesserà il cosiddetto primo bacino portuale del Porto della Spezia, tra calata Paita e il Molo Garibaldi, già ad oggi utilizzato dal settore crocieristico come scalo.

In conseguenza all'inserimento del Porto della Spezia nel perimetro del Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Pitelli (DM Ambiente 10 gennaio 2000, aggiornato nel 2001), nel 2005 l'ICRAM (Istituto Centrale Ricerca Applicata Marina) ha elaborato un progetto di bonifica per la relativa area marina.

Tuttavia, con il successivo DM 11 gennaio 2013 il MATTM ha deperimetrato il Sito di Pitelli dalle aree SIN, declassandolo a SIR, con contestuale trasferimento delle competenze per le necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica alla Regione Liguria per mezzo di DGR Liguria 908/2013.

Successivamente, tramite DD 270/2014 del Dipartimento Ambiente della Regione Liguria, sono state restituite agli usi legittimi le aree su cui non sono previsti interventi di bonifica (in verde in figura) di cui al progetto preliminare di bonifica elaborato da ICRAM di cui sopra.

Come mostrato nella seguente figura, l'intervento di realizzazione del nuovo Molo Crociere ricade interamente in area libera da vincoli di bonifica.

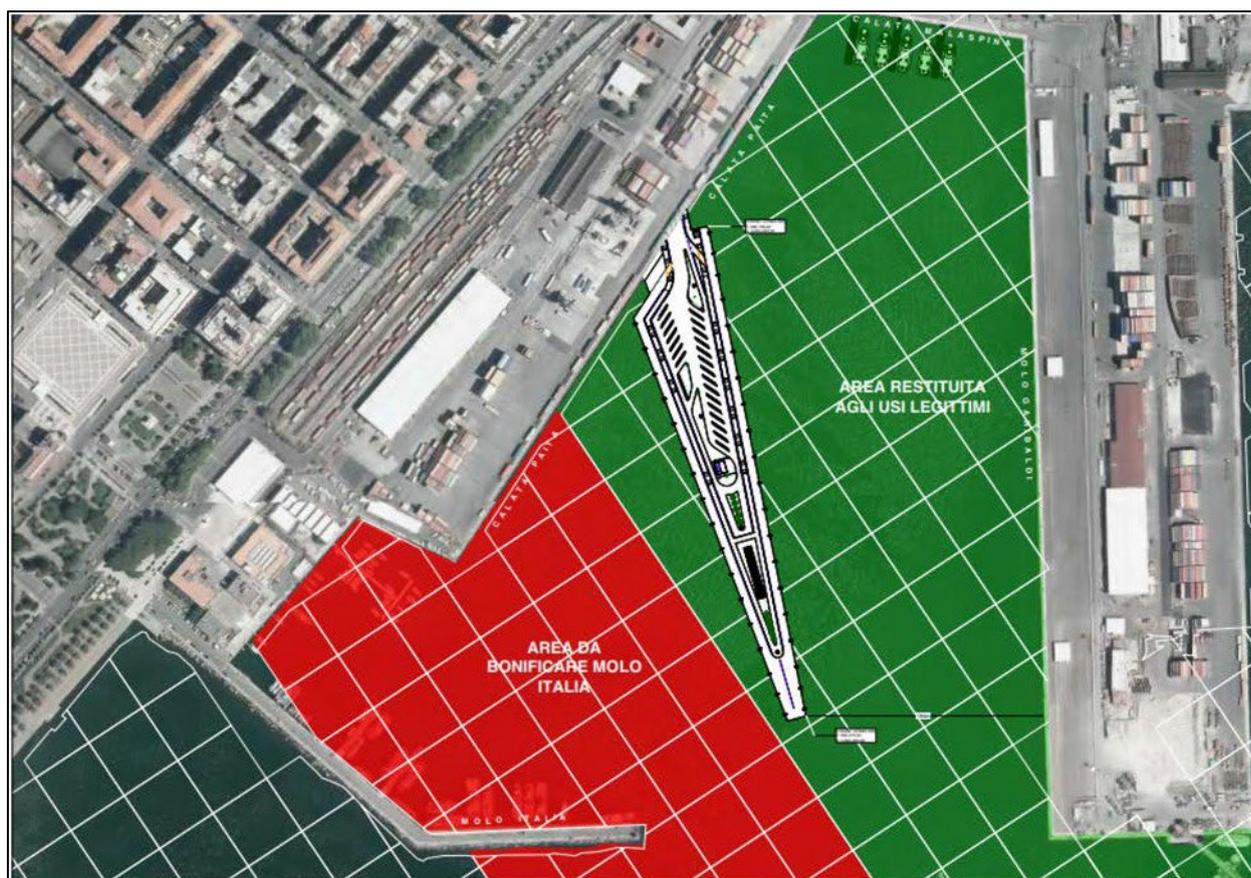


Figura 1 - Estratto dalla tavola di Esecutivo Bet001\_0 "Posizionamento del progetto rispetto al SIR di Pitelli".

## 2.2 Aspetti ambientali legati all'opera

Il livellamento del fondale, con conseguente movimentazioni dei sedimenti in ambito portuale da autorizzarsi ex 109 DLgs 152/06, era stata prevista come eventualità in fase di PD e PE al fine di valutare compiutamente la questione con l'Impresa aggiudicataria. A seguito di una successiva verifica batimetrica condivisa opportunamente con l'impresa aggiudicataria dei lavori, è stata concordata con la Stazione Appaltante la non necessità di svolgere tale attività propedeutica alla realizzazione dei pali di ghiaia, eliminando pertanto ogni tipo di intervento di movimentazione/livellamento dei sedimenti di fondale.

Come messo in evidenza dai rilievi batimetrici preliminari, l'area oggetto di intervento è caratterizzata da profondità media compresa tra i -12.00 e -13.00 metri. A seguito di ulteriori rilievi batimetrici effettuati all'inizio del 2024, la topografia del fondale è risultata già adatta ad accogliere la realizzazione dell'opera, rendendo dunque innecessaria l'esecuzione di un livellamento dei fondali come inizialmente previsto, rimuovendo l'attività con maggior potenziale torbidogenico. Il presente PMAE è stato dunque modulato di conseguenza, in accordo con il principio di commisurazione dei monitoraggi ambientali.

La struttura portante del Molo Crociere sarà formata da cassoni cellulari in cemento armato, trasportati in loco via mare e affondati in posizione, i quali saranno impostati su uno scanno di imbasamento posto alla profondità attuale. Una delle caratteristiche del progetto è infatti quella di non modificare le quote dei fondali per un migliore inserimento ambientale dell'opera, oltre ad evitare la necessità di effettuare opere di movimentazione dei sedimenti marini del fondale, con conseguente significativa minimizzazione dei potenziali impatti dell'opera sul comparto torbidità delle acque marine.

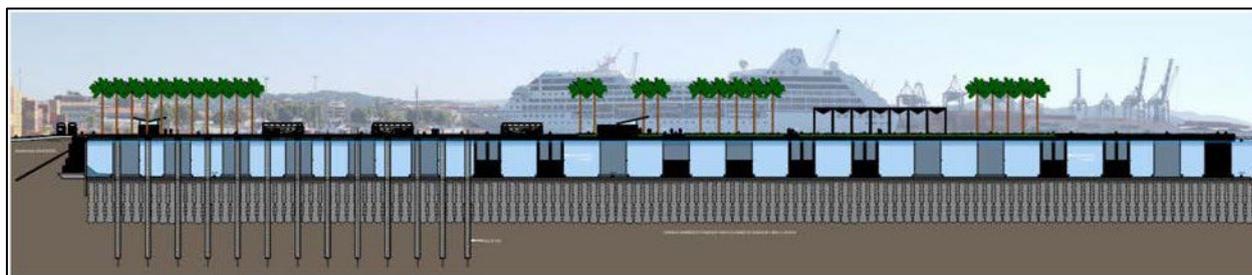


Figura 2 - Estratto dalla tavola di Esecutivo Bet004\_0 "Sezioni ambientali – Stato di progetto".

Le fasi di lavoro con potenziali effetti torbidogenici che permangono alla luce delle ultime modifiche al progetto sono pertanto n.2: il consolidamento preliminare del fondale e l'immersione degli inerti per l'affondamento dei cassoni cellulari.

Il consolidamento del fondale, propedeutico a garantire le prestazioni geomeccaniche del piano di fondazione necessarie a sostenere l'opera, sarà effettuato mediante palificate in ghiaia di lunghezza 15 m. La realizzazione dei pali di ghiaia è prevista con la tecnica della vibrosostituzione, in cui la ghiaia viene introdotta attraverso una speciale sonda vibrante e autoalimentante procedendo dal basso verso l'alto. La sonda scende alla profondità stabilita mediante vibroinfissione e in risalita riempie il foro con ghiaia. Lo scanno di imbasamento dei cassoni sarà generato con una stesa di materiale arido certificato sul piano di fondo.

L'ulteriore fase di lavoro potenzialmente in grado di generare significativa torbidità sarà il

riempimento dei cassoni cellulari con materiali inerti, per via delle acque di sfioro che ivi si genereranno.

In sintesi, secondo la documentazione di progetto fornita, l'opera si articolerà in n.6 fasi:

1. Preparazione cantiere e installazione di barriera bubble screen;
2. vibrocompattazione subacquea (pali in ghiaia);
3. completamento scanno di imbasamento dei cassoni e rettifica del piano di appoggio;
4. trasporto e posa dei cassoni;
5. riempimento dei cassoni e posa dei massi guardiani;
6. posa dell'impalcato prefabbricato, getti di completamento, arredi di banchina e completamento dei piazzali.

Di queste, solamente le fasi 2 e 5 avranno un certo potenziale torbidogenico.

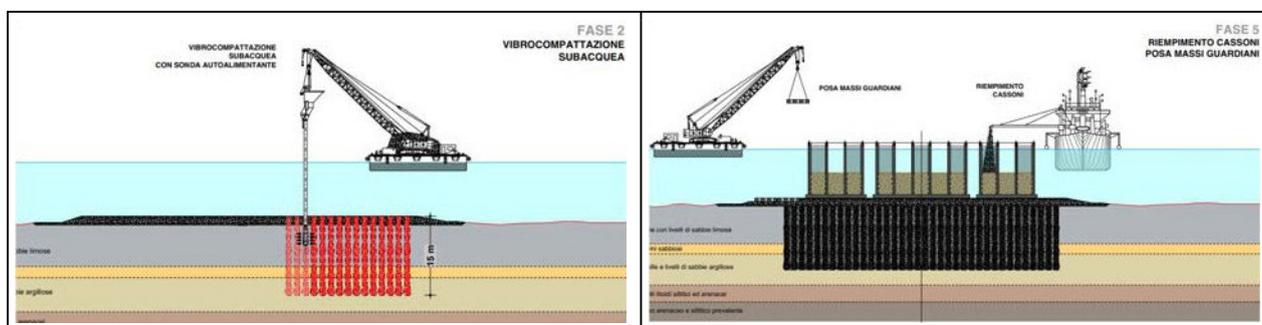


Figura 3 - Diagrammi delle fasi con potenziale torbidogenico, da tavola di progetto Aet\_003\_0 "Fasi realizzative".

Si fa comunque presente come la bassa idrodinamicità marina caratteristica dell'area di intervento (già protetta dal Molo Garibaldi e dal Molo Italia) nonché la natura del materiale interessato (materiale certificato impiegato per la vibrocompattazione con infissione di ghiaie e inerti di riempimento dei cassoni) rendono poco probabile la formazione di fenomeni di torbidità disperdibili al di fuori del primo bacino portuale e comunque ragionevolmente nulli gli eventuali effetti sulla risorsa marina.

Tuttavia, data la presenza all'interno del Golfo della Spezia di obiettivi di pregio notoriamente sensibili, con particolare riferimento agli impianti di mitilicoltura interni alla diga foranea siti ad oltre 4 km di distanza dall'area di cantiere, il progetto ha previsto la possibilità di implementare un confinamento completo dell'area del primo bacino (tra Molo Italia e Molo Garibaldi) mediante un sistema di confinamento dinamico della torbidità, denominato "bubble screen".

Il bubble screen come tecnica di contenimento è già precedentemente stato adottato in importanti lavori portuali a Genova, Piombino, nonché nel porto stesso della Spezia durante i lavori di "manutenzione dei fondali attraverso un intervento di livellamento e di protezione al piede della banchina a cassoni presso il molo Fornelli Ovest", effettuato negli anni 2020-2021, dove era stato impiegato per confinare il secondo bacino portuale durante un'opera di livellamento e posa di cassoni, attività con potenziale torbidogenico ben maggiore di quanto previsto dal progetto del Molo Crociere.

Il sistema bubble screen è costituito da un tubo forato steso sul fondale e zavorrato per formare un allineamento tra due barriere fisiche già esistenti (in questo caso i Moli Italia e Garibaldi); il tubo è mantenuto in pressione da uno o più compressori diesel adeguatamente dimensionati e posti su una o

entrambe le banchine opposte di stesa della linea sommersa.. Il bubble screen agisce generando un flusso verticale di bolle dal fondale alla superficie, il più laminare possibile, formando così una separazione che impedisce la dispersione orizzontale che verrebbe naturalmente instaurata nel momento in cui un'area con acqua torbida (più densa) confina con acqua meno torbida (meno densa).

Il bubble screen separa dunque virtualmente l'area conterminata dal resto del mare, con l'importante particolarità che, a differenza di barrieramenti fisici e statici come le panne antitorbidità, consente l'attraversamento da parte di mezzi marittimi. Questa caratteristica del bubble screen permetterà di conterminare l'eventuale torbidità generata nel bacino pur consentendo il prosieguo delle attività marittime nei Moli Garibaldi e Italia, analogamente a quanto avvenuto nel 2020-2021.

In particolare, il bubble screen previsto per la realizzazione del Molo Crociere avrà un'estensione di ca.320 m, con profondità massima di 13 m. Come a seguire descritto, e in linea con le osservazioni pervenute da ARPAL, il bubble screen sarà anche soggetto a verifica di continuità con riprese subacquee.



Figura 4 - Componenti del bubble screen adottato nel 2020-2021 alla Spezia ed effetto superficiale del confinamento dinamico tra Molo Fornelli e Molo Garibaldi durante tali lavori.

In parallelo, per la tutela dell'ambiente marino e dei potenziali bersagli ad esso collegati, AdSPMLOR ha anche previsto l'attivazione di un monitoraggio ambientale della colonna d'acqua in vari punti del Golfo, con particolare riferimento al bersaglio più sensibile presente (mitilicoltura della diga foranea). Il monitoraggio, già introdotto dal PMA preliminare di gara, è opportunamente predisposto e pianificato in dettaglio nel presente PMA esecutivo (PMAE). L'implementazione del PMAE, in particolare per quanto riguarda il comparto marino, avrà anche la funzionalità di verificare il corretto funzionamento del bubble screen stesso.

Inoltre, come anticipato, per via delle emissioni pulverolente, gassose e sonore che saranno fisiologicamente associate al cantiere per tutta la durata dell'opera e potranno interessare vari bersagli umani urbani, è anche prevista l'implementazione di un monitoraggio su queste componenti.

## 2.2.1 Comparti ambientali e fasi di monitoraggio

Il monitoraggio ambientale avrà come oggetto i seguenti comparti ambientali:

- Acque marine, potenzialmente interessate da intorbidimenti e/o risospensioni;

- Atmosfera, potenzialmente interessata da incrementi nelle polveri ed emissioni aerodisperse;
- Rumore, interessato da emissioni sonore dai mezzi d'opera a servizio del cantiere.

Le due tipologie di monitoraggio, a mare e a terra, saranno effettuate in parallelo e si articoleranno nelle fasi ante operam (AO), corso d'opera (CO) e post operam (PO), come di prassi nell'ambito dei monitoraggi ambientali. Ciascuna fase avrà una distinta finalità:

- AO: registrazione della naturale variabilità dell'ambiente per i parametri monitorati, così da definirne i rispettivi valori di riferimento da impiegare come baseline per la successiva fase di corso d'opera, contemplando anche l'eventuale derogabilità di questi al variare delle condizioni generali (condizioni meteorologiche e meteomarine, passaggi di mezzi marittimi, scarichi delle foci dei fossi e dei canali che recapitano nel Golfo, eccetera) scorrelate dall'opera monitorata;
- CO: verifica delle condizioni ambientali e confronto, durante l'opera, con l'intervallo di naturale variabilità riscontrato in fase di AO. Nel caso in cui siano registrate condizioni attenzionabili nei parametri monitorati imputabili ai lavori e non alla variabilità naturale, si procederà all'attivazione delle opportune procedure di allerta volte alla mitigazione dell'impatto ambientale dell'opera;
- PO: controllo delle condizioni ambientali a seguito dell'opera, per verificare il ripristino delle condizioni inizialmente osservate in AO, comprovando così l'assenza di effetti permanenti sull'ambiente dovuti alle opere.

Alla conclusione di ciascuna delle fasi di cui sopra, si provvederà alla stesura di relativo report, comprensivo di analisi dei dati ottenuti e delle condizioni di lavoro ed ambientali verificatesi.

## 3 Piano di Monitoraggio Ambientale – Ambiente Marino

Le attività di monitoraggio dell'ambiente marino sono commisurate secondo le indicazioni tecniche di cui al Capitolo 3 dell'Allegato Tecnico al DM Ambiente 173/2016, il quale costituisce principale riferimento normativo nazionale in materia di monitoraggi marini, unitamente alle recenti Linee Guida Generali ISPRA sul monitoraggio della torbidità n.206/2023. Ulteriore riferimento per il presente PMAE è costituito dal documento di gara Ber002 "Piano di monitoraggio ambientale", il quale come anticipato in premessa riporta indicazioni di carattere generale sul monitoraggio marino da attuare.

### 3.1 Attrezzature di monitoraggio

Il monitoraggio marino sarà effettuato principalmente per mezzo delle attrezzature di proprietà di AdSPMLOr, già utilizzate più volte negli ultimi anni per attività di monitoraggio ambientale in ambito portuale nel Golfo della Spezia.

#### 3.1.1 Parametri chimico-fisici – Sonde multiparametriche HL7

Lo strumento di principale interesse tra le attrezzature di AdSPMLOr è costituito dalle sonde multiparametriche Hydrolab modello HL7, equipaggiate con una vasta gamma di sensori, tra cui spicca per rilevanza il torbidimetro in grado di misurare la torbidità dell'acqua su base ottica.

Il torbidimetro ottico è un dispositivo composto da un fotoemettitore ed un fotorecettore. A seconda del quantitativo di materiale torbidogenico presente in acqua, che conferisce la tipica opacità macroscopica, varia la percentuale di luce riflessa dalle particelle sospese e di conseguenza la luce ricevuta dal fotorecettore. La luce ricevuta, misurata in mV dallo strumento, viene convertita mediante una curva di conversione ricalibrabile in un valore numerico di torbidità ambientale, in NTU (nephelometric turbidity units). In quanto trattasi di uno strumento elettronico, la curva di conversione è soggetta ad un progressivo drift strumentale, anche a seconda delle condizioni al contorno. Al fine di correggere queste variazioni che possono portare alla lettura di valori progressivamente meno rappresentativi dei reali parametri misurati, sono necessari periodici interventi di ricalibrazione, effettuati mediante l'uso di fluidi standard certificati internazionalmente.

Gli altri sensori installati sulle sonde in parola comprendono termometro, ossimetro a luminescenza, conducimetro, pHmetro e ORPmetro. L'elettronica di controllo è racchiusa da una scocca stagna in teflon. Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche della sensoristica.



Figura 5 - Sonda HL7 e sensoristica installata.

Tabella 1: Caratteristiche tecniche dei sensori installati sulle sonde HL7.

| Grandezza misurata dal sensore    | Range di misura    | Precisione   | Sensibilità  |
|-----------------------------------|--------------------|--|--|
| Ossigeno Disciolto (luminescenza) | Da 0 a 20 mg/L     | ± 0.1 mg/L per v.ri < 8 mg/L<br>± 0.2 mg/L per v.ri > 8 mg/L             | 0.01 mg/L  |
| Temperatura                       | Da -5 a +50 °C     | ± 0.1 °C   | 0.01 °C  |
| Conducibilità                     | Da 0 a 100 mS/cm   | ± 0.5% del v.re misurato<br>± 0.001 mS/cm                                | 0.001  |
| pH                                | Da 0 a 14 unità pH | ± 0.2 unità  | 0.01 unità   |
| Torbidità (self cleaning)         | Da 0 a 3000 NTU    | 1% per v.ri < 100 NTU<br>3% per v.ri < 400 NTU<br>5% per v.ri < 3000 NTU | 0.1 NTU per v.ri < 400 NTU<br>1 NTU per v.ri > 400 NTU |
| Profondità                        | Da 0 a 25 m        | ± 0.05 m   | 0.01 m   |
| ORP                               | Da -999 a 999 mV   | ± 20 mV  | 1 mV   |

In tutto AdSPMLOr dispone di n.5 sonde. Di queste, n.3 saranno dedicate, durante il monitoraggio in parola, ad altrettante stazioni di monitoraggio fisso.

L'attrezzatura di AdSPMLOr comprende infatti n.3 stazioni per monitoraggio in tempo reale costituite da un sistema di misura e comunicazione (sonda e cavo, datalogger e modem con antenna GSM per trasmissione dati), boa tecnica in poliuretano con batteria 12 V e pannelli solari, e sistema di ormeggio (triplice corpo morto con catene). Ciascuna stazione è poi sormontata da una luce notturna con ricarica solare e frequenza regolabile, approvata dal comando Marifari. Le stazioni in parola sono note come P048, P195 e P199, in quanto originariamente impiegate in tali punti della rete ARPAL del Golfo.

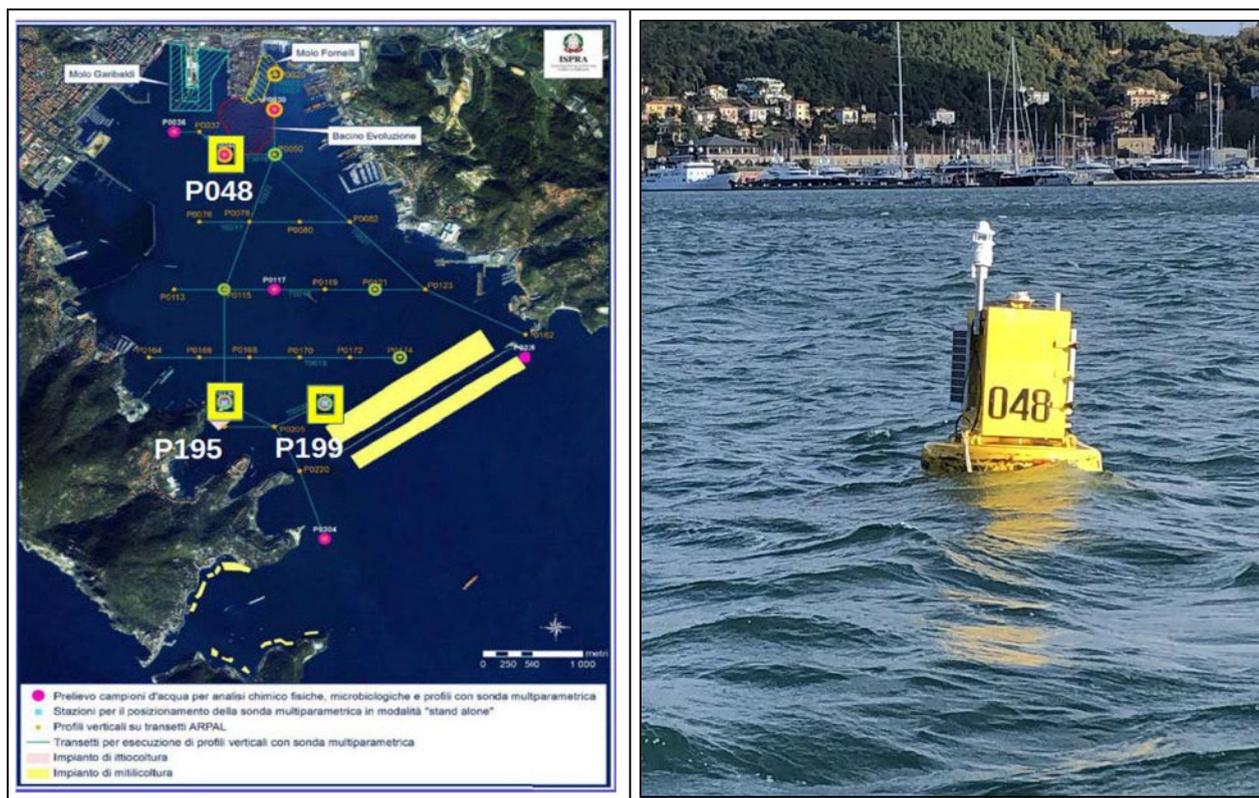


Figura 6 - Posizione originale delle stazioni di AdSPMLOr sulla rete di monitoraggio ARPAL-ISPRA, e stazione P048.

Per quanto in particolare riguarda la stazione P048, essa è dotata anche di un sensore meteo WS600 (per la misura di temperatura e umidità dell'aria, precipitazioni, velocità e direzione del vento), integrato al sistema nel monitoraggio portuale 2020-2021 per il livellamento del Molo Fornelli Ovest.

Le stazioni, operando in tempo reale via rete cellulare GSM, permettono di controllare in remoto i parametri misurati da ciascuna di esse accedendo alla pagina web di servizio periodicamente aggiornata. Analogamente a quanto effettuato negli altri monitoraggi, si prevede di adottare una frequenza di logging (acquisizione dei dati) ogni 5 minuti, e una frequenza di trasmissione dei dati ogni ora.

Le n.2 sonde multiparametriche rimanenti saranno impiegate alternativamente sia come eventuale sonda di riserva qualora una di quelle installate sulle stazioni galleggianti sia interessata da un guasto (come più volte accaduto nel corso del monitoraggio 2020-2021), sia soprattutto per l'implementazione del monitoraggio periodico da imbarcazione che interesserà vari punti all'interno del Golfo, come meglio illustrato nel capitolo seguente.

Per l'impiego delle sonde HL7 per effettuare misure direttamente da imbarcazione sarà utilizzato il tablet rugged HaxXteel di AdSPMLOR, con installato il software di comunicazione diretta con le sonde, unitamente ai cablaggi propri della sonda stessa (cavo sonda, cavo di alimentazione, e modulo di comunicazione USB che si collega agli altri), il tutto alimentato da una batteria a 12 V portatile.

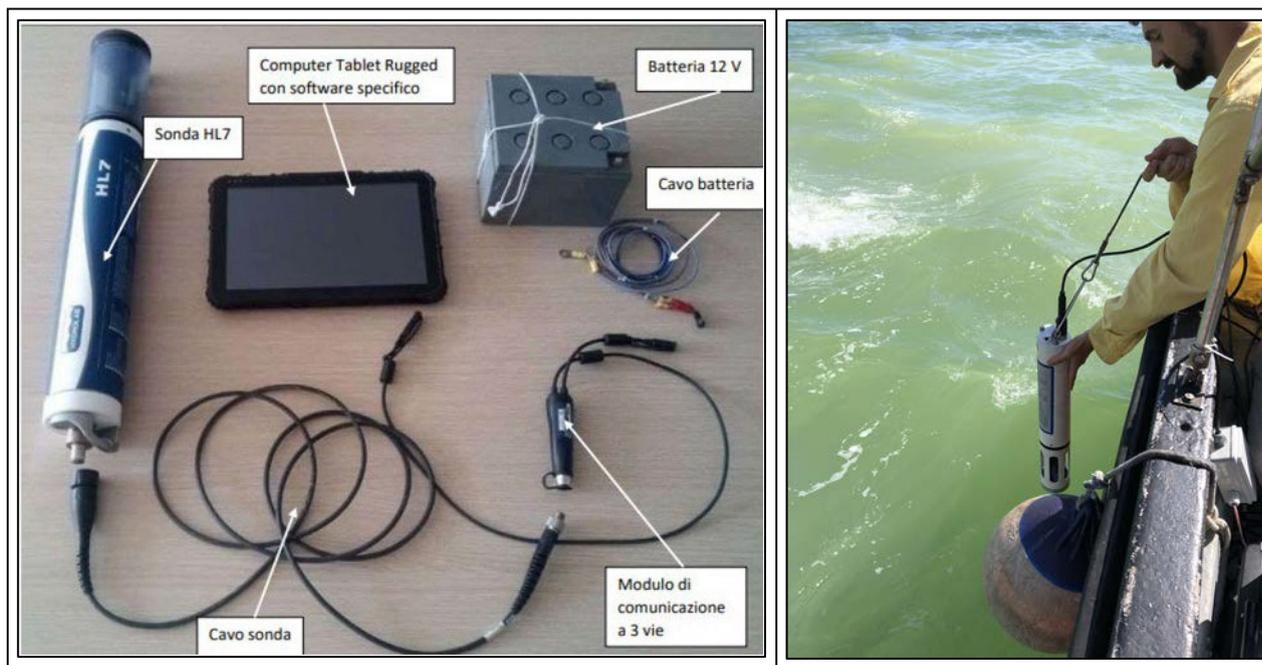


Figura 7 - Attrezzatura per monitoraggio da imbarcazione ed esempio di profilatura in mare.

La misura da imbarcazione sarà di tipo profilante (profilatura), finalizzata alla misura dei parametri chimico-fisici d'interesse lungo tutta la colonna d'acqua, indicativamente da 1 m al di sotto della superficie sino a ca.1 m dal fondale. In ogni caso le sonde HL7 sono dotate di sensore batimetrico che permetterà l'esatto posizionamento dei dati misurati nel profilo verticale. Le profilature saranno quindi effettuate da imbarcazione, calando la sonda in registrazione progressiva con passo di 1 m ogni 20 s al fine di consentire la totale stabilizzazione dei sensori.

Le profilature da imbarcazione avranno molteplici finalità: oltre alla misurazione dei parametri chimico-fisici nella colonna d'acqua nei vari punti previsti, le profilature saranno anche utilizzate per controllare periodicamente la buona funzionalità delle stazioni fisse nonché per verificare l'effettiva tenuta del bubble screen.

### 3.1.2 Campionamento per analisi dei solidi sospesi totali – Bottiglia Niskin

Forma parte dell'attrezzatura di monitoraggio di AdSPMLOr anche la cosiddetta bottiglia Niskin, un campionatore d'acqua di grado oceanico che permette il prelievo di volumi d'acqua da profondità selezionate. La bottiglia Niskin consiste in un corpo cilindrico chimicamente inerte, che viene calato fino alla profondità desiderata dove, per mezzo dell'attivazione per via meccanica di due valve montate sul macchinario, la bottiglia Niskin si chiude ermeticamente e può essere ritirata a bordo dell'imbarcazione. Successivamente, il volume d'acqua prelevato viene travasato negli appositi contenitori per la formazione delle aliquote di campionamento necessarie attraverso un apposito ugello regolabile.



Figura 8 - Stato aperto e chiuso del campionatore d'acqua bottiglia Niskin, e utilizzo in campo.

Il campionamento dell'acqua a diverse profondità è funzionale all'analisi dei solidi sospesi totali (SST). L'analisi dei SST prevede la determinazione, mediante microfiltrazione e pesata di precisione da effettuarsi in laboratorio, dell'intero contenuto di solidi presenti in sospensione nel campione di acqua analizzato, senza distinzione di dimensione del particolato o della natura di questo (organica, inorganica, antropica).

La misura di SST rappresenta la principale misurazione di tipo diretto per l'effettiva valutazione del quantitativo di materiale sospeso, a differenza della torbidità che è invece una misurazione indiretta basata sulla riflettività complessiva dell'acqua.

### 3.1.3 Misure dinamiche marine – Correntometro

Il presente PMAE include, in via migliorativa, anche delle valutazioni sul regime correntometrico sia del primo bacino oggetto delle lavorazioni sia del Golfo in generale, similmente a quanto incluso nel monitoraggio ambientale 2020-2021. La definizione della dinamica marina rappresenterà importante ausilio alla valutazione degli apporti torbidi eventualmente registrati, siano essi legati alle opere o di origine esterna.

La misurazione sarà effettuata per mezzo di correntometro tachimetrico con capacità profilante, come Valeport modello 106 o equivalente. Lo strumento in parola, composto da un corpo in titanio inattaccabile, è dotato di una turbina con trasduttore di velocità angolare (tachimetro, con range di misura da 0 a 5 m/s) per la misurazione che, unito alla bussola geomagnetica interna allo strumento,

permette di misurare il vettore velocità istantanea della corrente marina. Lo strumento è anche dotato di un batimetro, per la collocazione esatta del vettore misurato nella colonna d'acqua, e di un termometro per realizzare contemporaneamente la profilatura termica verticale.

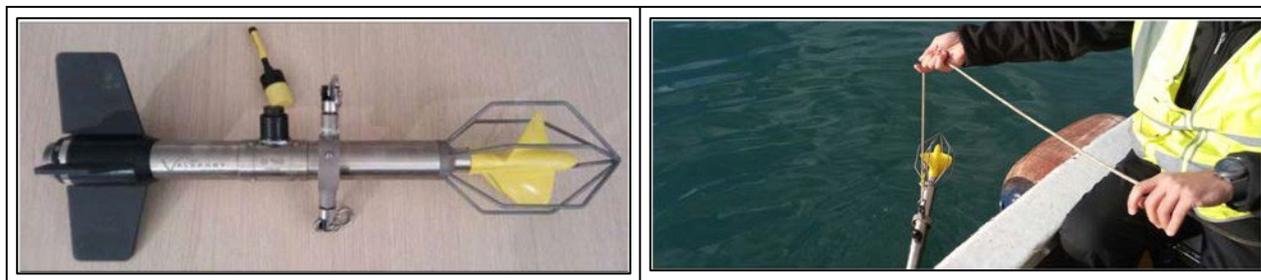


Figura 9 - Correntometro tachimetrico e misurazione in campo.

Il correntometro tachimetrico può essere utilizzato in modalità profilante, analogamente alle sonde multiparametriche, avendo cura di ancorare l'imbarcazione ed attendere il tempo sufficiente per l'allineamento del corpo dello strumento con la corrente (indicativamente 1 minuto per metro).

## 3.2 Postazioni e frequenze di monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente marino proposto si articolerà pertanto nelle seguenti attività:

- monitoraggio in continuo dei parametri chimico-fisici dell'acqua a profondità fissa e dell'aria mediante stazioni fisse installate su boa, controllabile da remoto;
- monitoraggio periodico dei parametri chimico-fisici dell'acqua mediante sonda da imbarcazione;
- monitoraggio periodico dei solidi sospesi nell'acqua mediante campionamento con bottiglia Niskin da imbarcazione;
- monitoraggio periodico della dinamicità marina mediante correntometro da imbarcazione.

Sono a seguire illustrate le postazioni e le frequenze delle attività di cui sopra. Quanto a seguire è già risultato dal primo confronto preliminare con ARPAL, di cui alla riunione del 01/02/2024.

In generale, i punti interessati dalle attività di monitoraggio nelle sue varie forme saranno quelli di cui alla rete ARPAL già impiegati nel corso del monitoraggio 2020-2021 (P048, P117, P195, P199), oltre a n.3 punti posizionati in prossimità dell'area di cantiere (P001 all'interno dell'area confinata dal bubble screen, P002 e P003 all'esterno).

Tabella 2: Coordinate dei punti interessati dal monitoraggio periodico da imbarcazione.

| Punto | Nord       | Est        |
|-------|------------|------------|
| P001  | 44° 6.300' | 9° 50.040' |
| P002  | 44° 6.199' | 9° 50.064' |
| P003  | 44° 6.200' | 9° 50.280' |
| P048  | 44° 5.905' | 9° 50.715' |
| P117  | 44° 5.300' | 9° 51.000' |

| Punto | Nord       | Est        |
|-------|------------|------------|
| P195  | 44° 4.422' | 9° 50.561' |
| P199  | 44° 4.402' | 9° 51.411' |



Figura 10 - Rappresentazione dei punti nel Golfo, relativamente all'area di cantiere in rosso.

### 3.2.1 Stazioni fisse

Le n.3 stazioni di monitoraggio fisso in disponibilità di AdSPMLOr saranno soggette a riconfigurazione rispetto a quanto impiegato nell'ultimo monitoraggio.

In particolare, mentre la postazione P199 sarà mantenuta come presidio rappresentativo della qualità dell'acqua in corrispondenza della mitilicoltura interna alla diga foranea e la postazione P048 sarà mantenuta in corrispondenza del bacino di evoluzione delle navi portacontainer in approdo, in corrispondenza agli omologhi punti della rete ARPAL del Golfo, la postazione fissa originariamente collocata nel punto P195 sarà spostata in prospicenza all'area d'opera, antistante il bubble screen lato Molo Italia.



Figura 11 - Schema dello spostamento di una delle postazioni fisse di monitoraggio.

Le ragioni alla base dello spostamento sono le seguenti:

- il punto P195, ubicato in prossimità degli allevamenti ittici di Le Grazie, è ubicato a grande distanza dall'area di cantiere (oltre 4 km) ed è sufficientemente prossimo al punto P199 (mitilicoltura) da ritenere ragionevole che un ipotetico plume torbido generato dal cantiere e in grado di interessare il punto P195 venga rilevato anche dalla postazione P199;
- i dati rilevati dalla stazione P195 nel corso dei monitoraggi trascorsi hanno sempre mostrato elevata correlabilità con quelli della stazione P199, al netto degli occasionali incrementi in P195 legati al passaggio di navi gasiere dirette al terminal GNL di Panigaglia o alle periodiche operazioni di pulizia delle reti dell'itticoltura;
- il posizionamento di una stazione di misura in continuo in prossimità dell'area di cantiere ed in particolare in prospicenza al bubble screen permetterà non solo l'instaurazione di un allineamento di stazioni di controllo a distanza progressiva dall'opera, in modo da garantire la continuità della sorveglianza per il controllo e la gestione di eventuali criticità, così come la pronta verifica dell'efficacia di eventuali contromisure per il ripristino dello stato naturale;
- l'ubicazione di una stazione di controllo in continuo sul punto P002 permetterà, in combinazione con la stazione P048, di ottenere di fatto un controllo in continuo sull'effettiva tenuta del bubble screen. Eventuali plume torbidi saranno infatti presi in carico dal regime correntometrico generale del Golfo (che da misure passate e da dati bibliografici risulta avere senso orario) ed estesi in direzione di P048. Un eventuale plume potrà quindi essere probabilmente intercettato (e registrato) dalla stazione adiacente al bubble screen, in P002, qualora sia mobilizzato verso ovest, o dalla stazione P048 qualora sia mobilizzato verso est e dunque veicolato dalla corrente prevalente. Quanto qui riportato sarà oggetto di verifica con le profilature correntometriche periodiche proposte nel presente PMA.

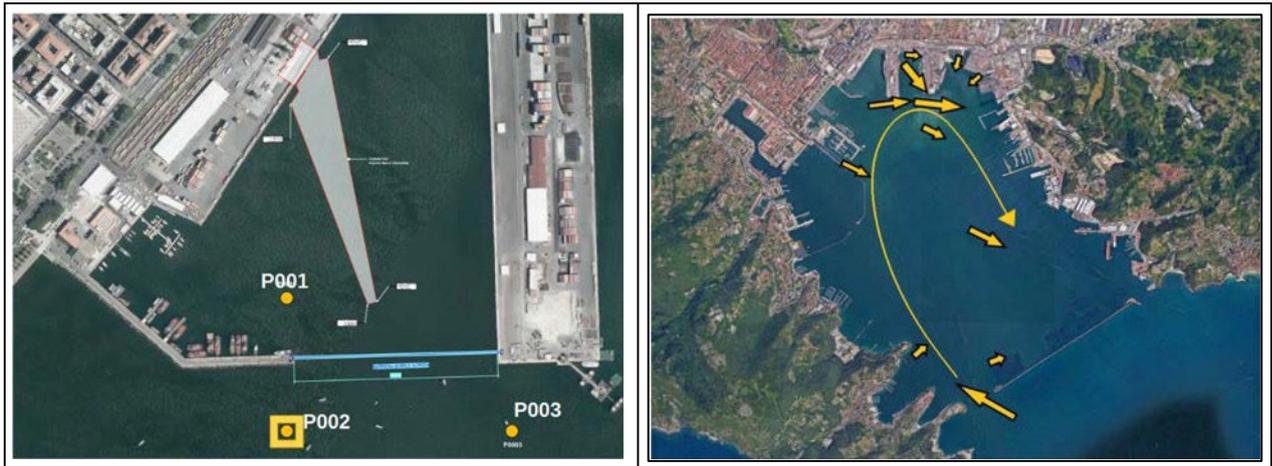


Figura 12 - Posizione delle postazioni in prossimità all'area di cantiere e al bubble screen; vettori di corrente medi desunti durante il monitoraggio 2020-2021 e circolazione desunta nel Golfo.

Le sonde saranno posizionate per mezzo di un mezzo nautico dotato di gru o braccio meccanico (tipo pontone), e saranno mantenute in posizione grazie al sistema con triplice corpo morto, da disporre a triangolo, con sufficiente imbando nelle catene per accomodare l'oscillazione del moto ondoso e tidale. A seguito del posizionamento, le sonde saranno installate sulle stazioni, in sospensione alla profondità di 4 m (in analogia con i monitoraggi pregressi), e sarà attivato il sistema di trasmissione dati.

Il varo delle stazioni avverrà all'inizio dell'ante operam e il salpamento dopo l'ultimazione del post operam; qualora sia prevedibile la trascorrenza di un lasso temporale significativo tra le varie fasi, sarà possibile procedere alla disinstallazione delle sonde multiparametriche per la messa in ricovero.

Le coordinate dei punti in cui installare le sonde sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 3: Coordinate WGS84 dei punti d'installazione delle stazioni fisse per monitoraggio in continuo.

| Punto | Nord       | Est        |
|-------|------------|------------|
| P002  | 44° 6.199' | 9° 50.064' |
| P048  | 44° 5.905' | 9° 50.715' |
| P199  | 44° 4.402' | 9° 51.411' |



Figura 13 - Pontone con braccio meccanico impiegato per il varo delle stazioni di AdSPMLOr nel 2020.

Visto il drift strumentale a cui sono soggetti gli strumenti elettronici nel corso di lunghi periodi di utilizzo, il PMAE include anche periodiche attività di ricalibrazione della sensoristica da effettuare all'inizio di ognuna delle fasi di monitoraggio (AO, CO, PO) e comunque almeno ogni 2 mesi, nonché ogniqualvolta ritenuto necessario ad esempio per via di evidenti anomalie nel segnale letto dalle sonde. La calibrazione dei torbidimetri sarà effettuata per mezzo di fluidi di calibrazione con certificazione internazionale, a base di formazina. Nella reportistica sarà data evidenza delle calibrazioni effettuate mediante download della tabella automaticamente generata nella memoria interna delle sonde HL7 ad ogni calibrazione.

Inoltre, a causa dei lunghi tempi di permanenza della strumentazione di monitoraggio in acqua, è anche necessario considerare la formazione di organismi incrostanti marini (fouling). L'occlusione della sensoristica che ne deriva comporta la progressiva alterazione dei valori letti dai sensori. Pertanto, sarà di fondamentale importanza per garantire la rappresentatività delle misure ed il corretto funzionamento della strumentazione, l'attuazione di operazioni di manutenzione periodica delle stazioni fisse, comprensive di pulizia accurata della sensoristica e di eventuale ricalibrazione della stessa.

Si fa comunque presente come i torbidimetri installati sulle HL7 siano dotati di un sistema autonomo antifouling costituito da una spazzola rotante. Tale sistema non garantisce comunque un'autonomia per lunghi tempi, specialmente in presenza di acque non particolarmente fredde e cariche di nutrienti come quelle del Golfo, pertanto resta fondamentale l'attuazione di periodiche operazioni di manutenzione.



Figura 14 - Accumulo di biofouling su sonda operata nel Golfo e calibrazione di una HL7 con fluido certificato.

Saranno pertanto necessari interventi di manutenzione su ciascuna stazione con cadenza indicativamente quindicinale nel periodo primaverile-estivo-autunnale e mensile in inverno. Qualora sia desumibile dai dati trasmessi che le condizioni di fouling tali da modificare sensibilmente le letture strumentali si raggiungano con frequenza maggiore rispetto a quella degli interventi di manutenzione, le frequenze di questi ultimi dovranno essere aumentate per il periodo stagionale di riferimento.

Sarà anche valutato caso per caso se l'intervallo di dati con sensibili alterazioni sia recuperabile per mezzo delle tecniche di trattamento dati più comuni quali detrending, despiking e simili, in modo da ottenere comunque dei valori qualitativamente indicativi dei parametri misurati così da non riportare vuoti di dati nei grafici della reportistica finale, analogamente a quanto effettuato nei più recenti monitoraggi portuali, dando comunque evidenza nella documentazione delle metodiche adottate e restituendo anche i dati grezzi in allegato per eventuali approfondimenti.

Per quanto riguarda la durata delle tre fasi di monitoraggio, sarà possibile fare riferimento a quanto già effettuato nel monitoraggio dei lavori di livellamento al Molo Fornelli Ovest. Si sottolinea come il

progetto del Molo Crociere non preveda alcuna operazione di movimentazione dei sedimenti marini, e l'esiguo potenziale torbidogenico delle attività a mare derivi da opere legate all'immersione di inerti certificati in mare (già oggetto di autorizzazione ex art.109, Dlgs 152/2006). Pertanto:

- la fase AO di monitoraggio marino da stazioni fisse avrà durata quindicinale (per la valutazione dei risultati e la definizione dei valori di riferimento sarà possibile tenere di conto anche della grande mole di dati prodotti nel corso dei monitoraggi marini svoltisi nelle medesime postazioni in tempi recenti, in linea con le indicazioni generali di cui alle LLGG 206/2023 e ai principi dell'Allegato Tecnico al DM 173/2016) ;
- la fase CO si estenderà per tutta la durata delle attività a mare fino al completamento delle attività di posa dei cassoni;
- la fase PO avrà durata mensile e funzionale a verificare il ripristino delle condizioni iniziali, e sarà effettuata a seguito della messa in esercizio del nuovo Molo Crociere, in presenza di crociere ormeggiate e/o transitanti.

Tabella 4: Riepilogo delle durate di monitoraggio da stazione fissa.

| Stazioni             | AO                | CO   | PO   |
|----------------------|-------------------|--|--|
| P002<br>P048<br>P199 | Campagna di 15 gg | Pari alla durata delle opere con potenziale impatto marino | Campagna di 30 gg<br>Estendibile come da paragrafo 3.3.5 |

In contemporanea al monitoraggio in continuo da stazioni fisse, saranno effettuate campagne di monitoraggio puntuale da imbarcazione.

### 3.2.2 Profilature da imbarcazione

Il monitoraggio in continuo delle stazioni fisse sarà accompagnato da campagne periodiche di misurazione da imbarcazione con profilatura verticale, le quali avranno la finalità di collaudare la tenuta della barriera dinamica installata, misurando in molteplici punti le caratteristiche dell'acqua, con una risoluzione orizzontale e verticale molto maggiore rispetto alla copertura offerta dalle sole stazioni fisse.

Le profilature permetteranno anche un doppio check periodico del buon funzionamento dell'attrezzatura in registrazione continua.

Inoltre, le profilature da imbarcazione saranno anche fondamentali per l'attuazione delle procedure nel caso di attivazione delle condizioni di allerta, come illustrato in un capitolo successivo.

Le profilature saranno effettuate con sonda multiparametrica HL7 operata direttamente da tecnico specializzato a bordo, per mezzo dei cablaggi e dell'attrezzatura idonea, nei vari punti previsti. La sonda in registrazione sarà calata nella colonna d'acqua con passo di 1 m ogni 20 s, al fine di garantire la completa stabilizzazione dei sensori.

Per quanto riguarda la frequenza di monitoraggio di base (a cui si sovrapporranno gli eventuali interventi in caso di allerta), si prevede:

- AO: n.2 campagne di monitoraggio da imbarcazione che interesseranno tutti i punti del PMA, di cui almeno una comprenda un evento meteo significativo se previsto/prevedibile.

- CO: per il corso d'opera saranno attivate due tipologie diverse di campagne di monitoraggio, in funzione del principio di gradualità:
  - per i primi 5 giorni dall'inizio di ogni nuova tipologia di lavorazione con potenziale torbidogenico (vibrosostituzione per i pali in ghiaia e stese di materiale arido sul fondale, riempimento dei cassoni) sarà attivato un monitoraggio giornaliero in corrispondenza dei punti più prossimi all'area di cantiere (P001, P002, P003, oltre a n.3 transetti equidistanziati come a seguire rappresentati), con la finalità di verificare le condizioni di torbidità in loco e la corretta funzionalità del bubble screen;
  - per tutta la durata delle opere con potenziale torbidogenico, ca.18 mesi secondo il cronoprogramma di progetto, saranno effettuate campagne di misura mensili per il controllo periodico della qualità dell'acqua in ragionevole prossimità dell'opera al fine di verificare la corretta tenuta della barriera dinamica. I punti interessati da questo controllo saranno quelli di cui al punto precedente;
  - in occasione delle manutenzioni sulle stazioni fisse (P002, P048, P199) si procederà ad effettuare una profilatura verticale in corrispondenza delle stesse al fine di effettuare un check incrociato della buona funzionalità dell'attrezzatura.
- PO: n.2 campagne di monitoraggio da imbarcazione che interessi tutti i punti del PMA (P001, P002, P003, P048, P117, P195, P199), da eseguirsi a seguito della messa in esercizio del Nuovo Molo Crociere e in presenza di crociere ormeggiate e/o in transito.

Segue una rappresentazione dei transetti equidistanziati da monitorare per le campagne di CO.

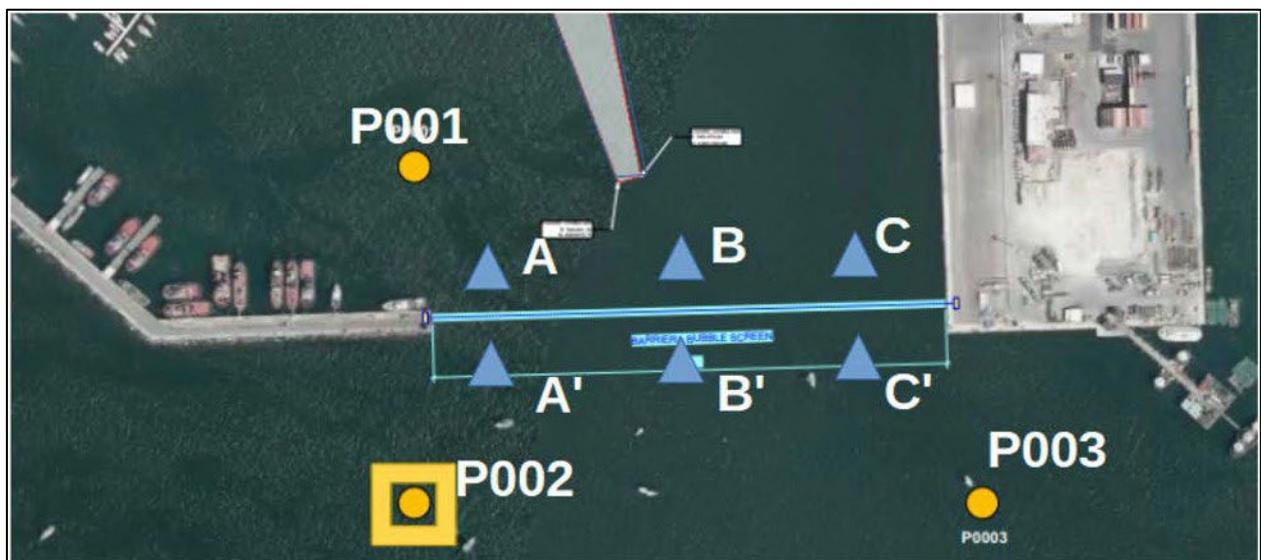


Figura 15 - Schema dei punti per le campagne di monitoraggio da effettuare nella prima settimana di ogni nuova lavorazione potenzialmente torbidogenica nel primo bacino.

Le campagne mensili da imbarcazioni saranno mantenute attive per tutto il periodo in cui saranno effettuate lavorazioni in mare con potenziale torbidogenico ovvero che interesseranno il fondale. I punti più distanti saranno monitorati solamente qualora sia comprovata l'implicazione del cantiere d'opera, a seguito dell'attivazione delle condizioni di allerta di cui in seguito. Quanto proposto rispetta il principio

di commisurazione di cui alla normativa e alle linee guida.

Al contrario, durante l'effettuazione delle lavorazioni esclusivamente a terra, il monitoraggio periodico da imbarcazione potrà essere interrotto in quanto il cantiere non concorrerà più alla eventuale formazione di torbidità.

Stando al cronoprogramma di progetto, le fasi con potenziale torbidogenico dureranno all'incirca 18 mesi sul totale dei 24 di durata prevista del progetto, di cui i primi 8 mesi comprenderanno la realizzazione di pali in ghiaia, mentre i restanti 10 riguarderanno trasporto, posa e riempimento dei cassoni.

Al pari delle sonde multiparametriche installate sulle stazioni galleggianti, anche la sonda utilizzata per le letture da imbarcazione sarà soggetta a periodica taratura con la medesima frequenza, della quale sarà data evidenza nella reportistica finale.

### 3.2.3 Campionamento per SST

Come di prassi nel corso dei monitoraggi marini nonché nel rispetto delle LLGG 206/2023, il presente PMAE propone di accoppiare alle misure di torbidità di cui alle pagine precedenti anche la determinazione analitica dei solidi sospesi totali (SST) presenti nella colonna d'acqua. Nel particolare quadro di riferimento del PMAE, le analisi saranno finalizzate alla verifica della tenuta del bubble screen. Tale verifica sarà effettuabile mediante confronto quantitativo delle concentrazioni di SST da campioni prelevati all'interno e all'esterno della barriera nei punti previsti.

Si fa presente come, vista la suddetta finalità delle analisi di SST e soprattutto la disponibilità di valori di riferimento recenti dall'ultimo monitoraggio di AO 2020 effettuato da AdSPMLOr, non sono previste campagne di AO.

Nella fase CO, i campionamenti saranno effettuati in occasione delle campagne di 5 giorni di controllo iniziale, oltre che in occasione delle eventuali attivazioni delle procedure di allerta.

Ad ogni cambio di lavorazione, sarà effettuato a giorni alterni (3 giorni sui 5 di monitoraggio) il prelievo su 3 livelli dalle estremità del transetto che avrà mostrato maggior torbidità, previamente misurata mediante sonda HL7.

Al fine di verificare l'esistenza di eventuali gradienti di carico sospeso nella colonna d'acqua, per un miglior confronto con le profilature, ciascun prelievo sarà effettuato su n.3 livelli d'acqua per la formazione di altrettanti campioni:

- 1 m al di sotto della superficie;
- 1 m al di sopra del fondale;
- in posizione intermedia nella colonna d'acqua.

Da ciascuna di queste campagne saranno dunque prodotti n.18 campioni di colonna d'acqua per la determinazione dei SST, i cui risultati saranno funzionali alla valutazione quantitativa di cui sopra.

I campioni saranno poi consegnati direttamente al laboratorio incaricato delle analisi, che dovrà essere dotato di accreditamento UNI EN ISO 17025, e i risultati saranno forniti in rapporti di prova comprensivi dell'incertezza della misurazione, oltre ai dettagli di campionamento (punto, profondità,

giorno e ora di prelievo, e quant'altro ritenuto necessario).

Si fa anche presente che, come riportato sia nelle LLGG 206/2023 sia nella bibliografia scientifica di settore nonché verificato dai monitoraggi pregressi svolti nel Golfo, è presente una certa correlazione tra la torbidità rilevata in una certa acqua e il contenuto di SST ivi presenti. Questo in quanto la quantità di luce riflessa rilevata dalla fotocellula del torbidometro è funzione della densità ottica di particelle opache sospese nel liquido investigato.

Tuttavia, è stato anche evidenziato come in tale correlazione intervengano anche altre proprietà del materiale, quali ad esempio la granulometria, la classazione, la forma, il colore e l'albedo delle particelle stesse. È pertanto ormai accettato come la correlazione tra torbidità e solidi sospesi non sia di tipo semplice lineare, bensì molto complessa.

A titolo di esempio, in una campagna del monitoraggio 2020-2021 è stato riscontrato un totale disallineamento dei dati di torbidità misurati con le analisi di SST effettuate in occasione di una fioritura planctonica, che ha comportato un significativo aumento di organismi mucillagenici rilevati dalle analisi di SST ma non dai torbidimetri in quanto semitrasparenti e di dimensioni molto maggiori del materiale sedimentario soggetto a sospensioni.

Resta pertanto fermo come nel corso del monitoraggio per la realizzazione del Nuovo Molo Crociere, qualora siano rilevati valori fortemente anomali nei SST e in controtendenza con la torbidità, sarà necessario procedere all'analisi del materiale solido sospeso e/o alla ricerca di eventuali cause esogene per tali anomalie rispetto all'opera.

### 3.2.4 Correntometria

La correntometria, aggiunta in via migliorativa al presente PMA, svolgerà un ruolo simile a quello adottato nel corso del monitoraggio 2020-2021, ovvero come fattore per la verifica della provenienza di eventuali plume torbidi che possano innescare situazioni di allerta, oltre a permettere di effettuare considerazioni sulla distribuzione e propagazione della torbidità o dei solidi sospesi.

Per una verifica preliminare all'opera della circolazione generale, le n.2 campagne di monitoraggio da imbarcazione in AO includeranno anche la profilatura del vettore corrente lungo la verticale in tutti i n.7 punti del PMA, così da ricostruire il regime correntometrico, che sarà riportato nel report, al fine di riverificare la presenza di una circolazione oraria nel Golfo.

Successivamente, la correntometria sarà eventualmente impiegata nel corso delle procedure di allerta come a seguire descritto, per discriminare l'origine di possibili apporti torbidi.

### 3.2.5 Riepilogo delle attività di monitoraggio marino

Tabella 5: Riepilo delle attività di monitoraggio marino – escluse condizioni di allerta.

| Fase | Stazioni fisse                            | Profilature multiparametriche   | Analisi SST   | Correntometria               |
|------|---|---|---|------------------------------|
| AO   | 15 gg                                     | 2 campagne nell'intero Golfo  | -   | 2 campagne nell'intero Golfo |
| CO   | Durante opere a potenziale impatto marino | 4 campagne x 5 gg presso barriera + campagne mensili presso barriera + profilatura nelle 3 stazioni durante | 4 campagne x 3 gg x 2 punti x 3 livelli presso barriera | -                            |

| Fase | Stazioni fisse | Profilature multiparametriche | Analisi SST | Correntometria |
|------|----------------|-------------------------------|-------------|----------------|
|      | (ca.18 mesi)   | manutenzione                  |             |                |
| PO   | 30 gg          | 2 campagne nell'intero Golfo  | -           | -              |

### 3.3 Ulteriori dettagli sulle fasi di monitoraggio

Ciascuna delle fasi di monitoraggio sarà finalizzata ad un certo obiettivo, come accennato in precedenza. In particolare, l'AO sarà volto alla determinazione dei valori soglia per la torbidità e la verifica del regime correntometrico, il CO verificherà la tenuta del bubble screen (con eventuali contromisure in caso contrario con l'attivazione delle procedure di allerta) e il PO valuterà il rientro delle condizioni iniziali.

Vista la disponibilità di molti dati ambientali precedenti da diversi monitoraggi effettuati nel Golfo della Spezia negli ultimi anni, le valutazioni di cui sopra potranno essere modulate anche sulla base di questi ultimi per una miglior rappresentatività.

#### 3.3.1 Dati ambientali 2020-2021

È possibile rifarsi a quanto risultato dal già citato monitoraggio ambientale dell'ambiente marino 2020-2021, per via delle evidenti similitudini con quanto oggetto del presente PMA. Questo è anche in accordo con i principi applicativi del capitolo 3.3.1 dell'AT al DM 173/2016, riconfermati anche dalle recenti LLGG 206/2023, i quali prevedono di tenere in considerazione le eventuali indagini pregresse.

I valori di riferimento adottati in tale monitoraggio sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6: Valori soglia di allerta di cui al monitoraggio 2020-2021.

| Parametro             | Generale | Obiettivi sensibili (P195 e P199) |
|-----------------------|----------|-----------------------------------|
| Torbidità             | 30 NTU   | 10 NTU                            |
| Solidi Sospesi Totali | 36 mg/L  | 26 mg/L                           |

Mentre i due valori di riferimento per la torbidità all'epoca adottati rappresentano un'eredità da un monitoraggio precedente, i valori di riferimento dei solidi sospesi sono stati determinati nell'ante operam di agosto 2020.

Facendo riferimento agli effettivi risultati del monitoraggio AO del 2020, che ha avuto durata complessiva di n.2 settimane nel mese di agosto, si riscontra come:

- per quanto riguarda la torbidità, i valori misurati sia dalle stazioni fisse sia da imbarcazione siano stati molto contenuti: al netto di un evento di incrostazione da biofouling su P195, i valori sono sempre rimasti al di sotto di 5 NTU (in linea con le buone condizioni meteomarine estive);
- per quanto invece ha riguardato i solidi sospesi, i valori della prima campagna sono rimasti molto bassi e con deviazione standard molto bassa, mentre quelli delle successive tre campagne hanno mostrato concentrazioni significativamente più elevate (centinaia di mg/L) e molto variabili.

Nel report in parola, quanto sopra sintetizzato è stato ricondotto alla stessa causa, ovvero il particolare periodo dell'anno di misura (agosto, massima stabilità meteomarina), il ridotto periodo di AO (sole 2 settimane), lo scarso traffico navale di quel periodo (agosto 2020, primo anno di pandemia da Covid-19) e, per quanto riguarda l'anomalia di SST, la presenza verificata in laboratorio di mucillagine biologica trasparente, associata ad una fioritura estiva di microorganismi planctonici che ha concorso a generare SST molto alti con torbidità basse.

In conclusione, l'AO del 2020 svolto da AdSPMLOR ha cautelativamente mantenuto i valori di riferimento per la torbidità già approvati da ARPAL nel precedente monitoraggio; i valori di riferimento per i SST sono invece stati ridefiniti.

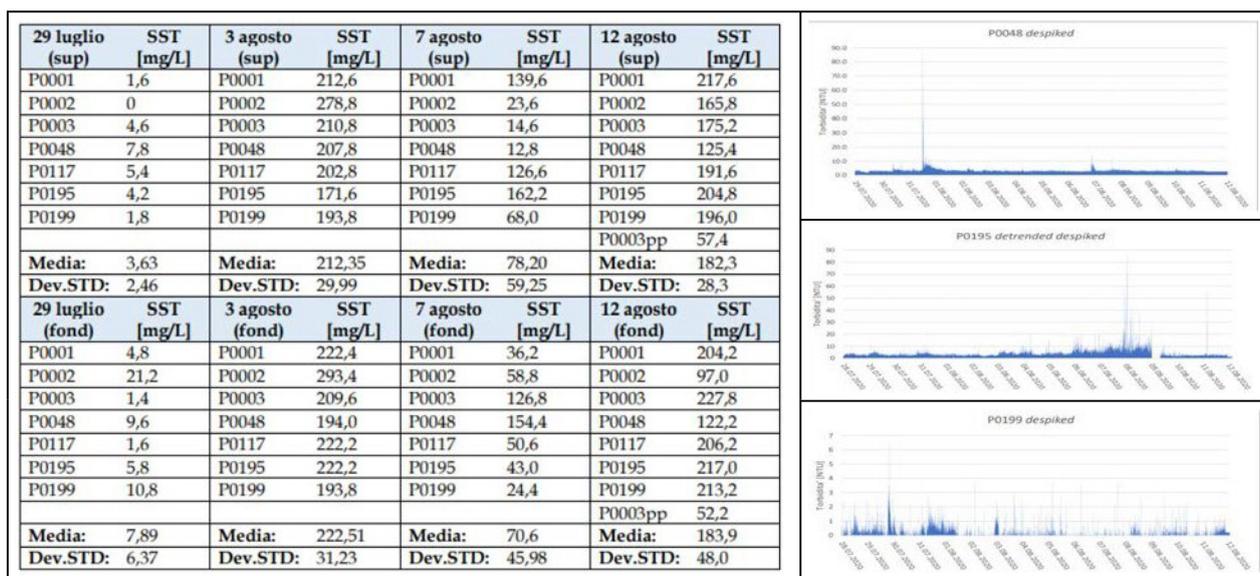


Figura 16 - Sinottico dei risultati del monitoraggio AO 2020.

Facendo riferimento ai valori di monitoraggio delle fasi CO e PO 2020-2021, dai grafici sinottici sotto riportati è evidente come sebbene i valori massimi registrati nelle varie giornate siano risultati relativamente elevati e anche superiori alle soglie di allerta, i valori medi siano rimasti molto contenuti per l'intera durata dei monitoraggi, con oscillazioni di lungo periodo che hanno sostanzialmente riflesso l'andamento delle condizioni meteomarine alla scala dell'intero Golfo.

Sono anche riportati i quantitativi di precipitazioni giornaliere rilevate dalla centralina meteo su P048 e la frequenza giornaliera dei superamenti. È evidente come questi parametri siano correlati con l'andamento medio della torbidità giornaliera: si evince che il principale fattore che ha influenzato l'andamento della torbidità nel monitoraggio 2020-2021 sia stato proprio quello meteomarina.

Infine, anche la serie di dati sui SST determinati nei vari punti misurati (media giornaliera delle concentrazioni lungo la colonna d'acqua) mostra un certo grado di variabilità, pur rispettando sempre i valori soglia definiti dall'AO 2020.

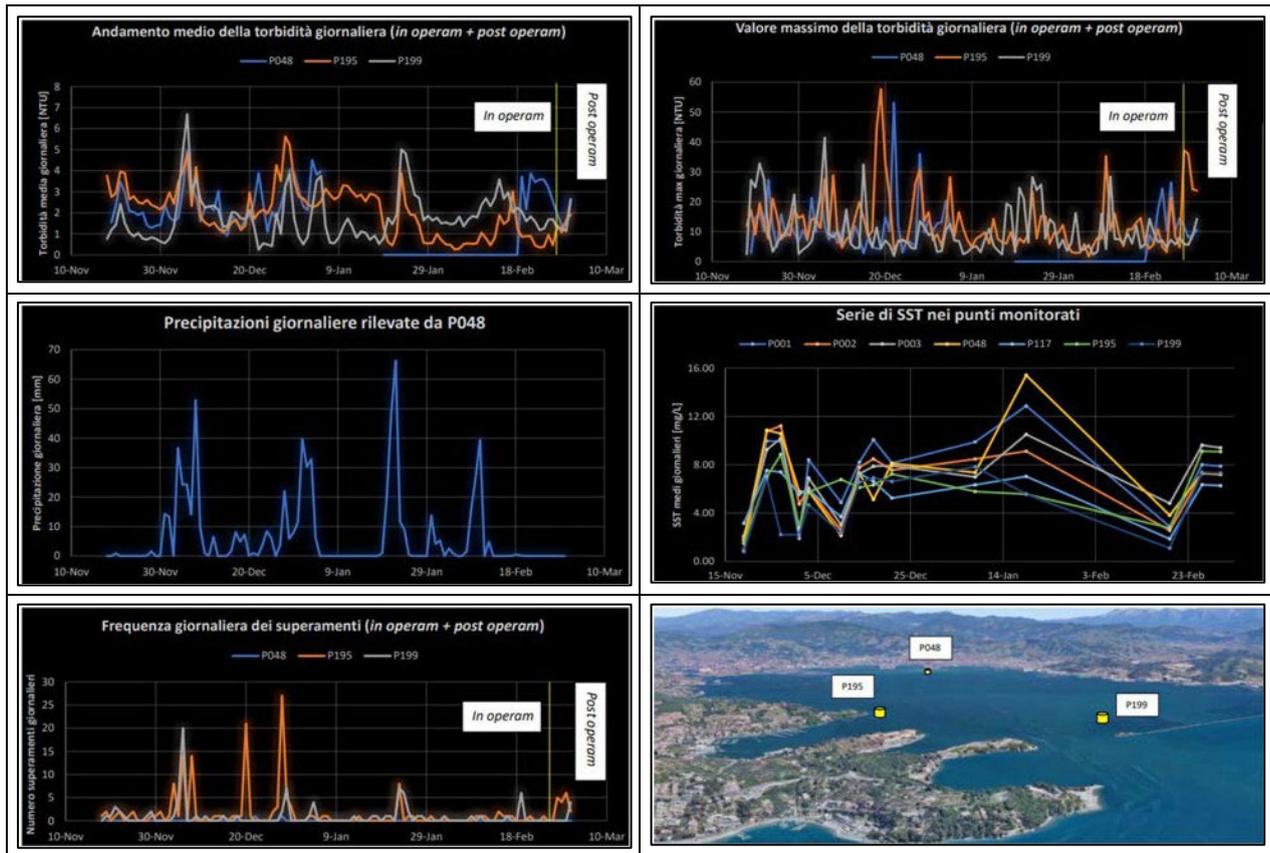


Figura 17 - Sinottico dei risultati del monitoraggio CO-PO al Molo Fornelli Ovest 2020-2021.

Successivamente alla presa visione dei dati sito-specifici pregressi sopra richiamati, è possibile procedere a definire le modalità di valutazione dei dati nelle varie fasi del monitoraggio da realizzare.

### 3.3.2 AO – Definizione dei valori di riferimento in ante operam

La finalità del monitoraggio ante operam (AO), come indicato nel capitolo 3.3.1 dell'AT al DM 173/2016, è quella di individuare dei valori di riferimento per i parametri oggetto di monitoraggio, rappresentativi delle condizioni naturalmente presenti nel sito monitorato in assenza degli eventuali contributi forniti dall'opera.

Per l'opera in progetto, i parametri dell'ambiente marino che saranno caratterizzati da un valore di riferimento per il corso d'opera saranno torbidità e solidi sospesi, analogamente a quanto effettuato nei vari monitoraggi effettuati in passato nel Golfo.

Questo in quanto gli altri parametri oggetto di monitoraggio (temperatura, conducibilità elettrica, pH, eccetera) non saranno influenzabili dalle opere in progetto, ma saranno piuttosto influenzati dalla naturale variabilità giornaliera o stagionale. Si sottolinea come tali parametri saranno comunque oggetto di misura in tutte le fasi di monitoraggio (AO, CO, PO) e lungo tutta la colonna d'acqua, in quanto misurati assieme alla torbidità durante le profilature con sonda multiparametrica. I file dei dati grezzi che saranno allegati alla reportistica conterranno tutti i parametri ambientali misurati.

Per quanto riguarda i SST, vista l'espressa finalità delle analisi di solidi sospesi ovvero di verifica della tenuta della barriera dinamica tramite confronto quantitativo tra campioni prelevati all'interno e

all'esterno del bacino confinato, non si ritiene necessario effettuare verifiche in fase di AO sui valori di riferimento dei SST, che potranno permanere pari ai valori già approvati pari a 26 mg/L per il bersaglio sensibile e 36 mg/L per il resto dei punti.

Per quanto riguarda i valori di riferimento per la torbidità, i dati di monitoraggio della fase AO di cui al presente PMAE saranno funzionali alla verifica di riconferma dei valori soglia già utilizzati nel corso del precedente monitoraggio 2020-2021 di cui sopra; in particolare:

- 30 NTU per le stazioni fisse di monitoraggio in continuo P002 e P048 e per gli altri punti di monitoraggio in prossimità del Porto, all'interno del quale è noto da molteplici monitoraggi pregressi come i valori puntuali di torbidità raggiungano 40-50 NTU in occasione delle manovre di evoluzione, approdo e ripartenza delle navi portacontainer pesanti accompagnate da rimorchiatori e/o crociere, le turbolenze generate dai quali movimentano quotidianamente il sedimento del fondale. L'area portuale è peraltro anche soggetta agli scarichi delle foci dei vari fossi che ivi recapitano, in occasione di eventi piovosi copiosi che mobilizzano il materiale accumulatosi negli alvei dei fossi durante i periodi di magra;
- 10 NTU, per la stazione fissa di monitoraggio P199 in corrispondenza del bersaglio sensibile della mitilicoltura, sito a oltre 4 km dall'area di cantiere, oltre che al punto P117, a debita distanza dall'infrastruttura portuale. Il valore di riferimento inferiore è funzionale a garantire la tempestiva attivazione delle condizioni di allerta in occasione di incrementi di torbidità anche relativamente lievi, al fine di una pronta verifica delle cause.

I dati del monitoraggio AO saranno funzionali a delineare una baseline funzionale all'interpretazione dei dati della successiva fase CO; inoltre nella fase PO dovrà essere verificato il completo ripristino alle condizioni che saranno determinate in AO, in presenza di navi da crociera ormeggiate al Nuovo Molo o in transito locale.

### 3.3.3 Verifica di continuità ed efficienza del bubble screen

Prima dell'inizio delle lavorazioni, sarà possibile procedere alla verifica di continuità del bubble screen, in ottemperanza alle osservazioni di ARPAL, per fornire evidenze dell'effettiva continuità della barriera dinamica nonché l'assenza di significative risospensioni al fondo.

La verifica sarà effettuata mediante fotografie e riprese subacquee per mezzo di ROV (remotely operated vehicle) subacqueo di grado industriale, Chasing M2 PRO. Le riprese saranno effettuate su più profondità per verificare la continuità spaziale della barriera di bolle e il relativo spessore, oltre a controllare che la pressione di esercizio all'interno della tubazione di fondo rimanga sufficientemente costante per garantire la chiusura della barriera.

Il ROV utilizzato, Chasing Pro M2, può raggiungere profondità massime di 150 m e velocità massime di 3 nodi (1.5 m/s); viene controllato direttamente da imbarcazione o da terra mediante un cavo di lunghezza 200 m. La visibilità della moderna telecamera installata, con angolo di visione di 150°, è garantita anche in assenza di luce naturale grazie al doppio faretto led da 2000 lumen.

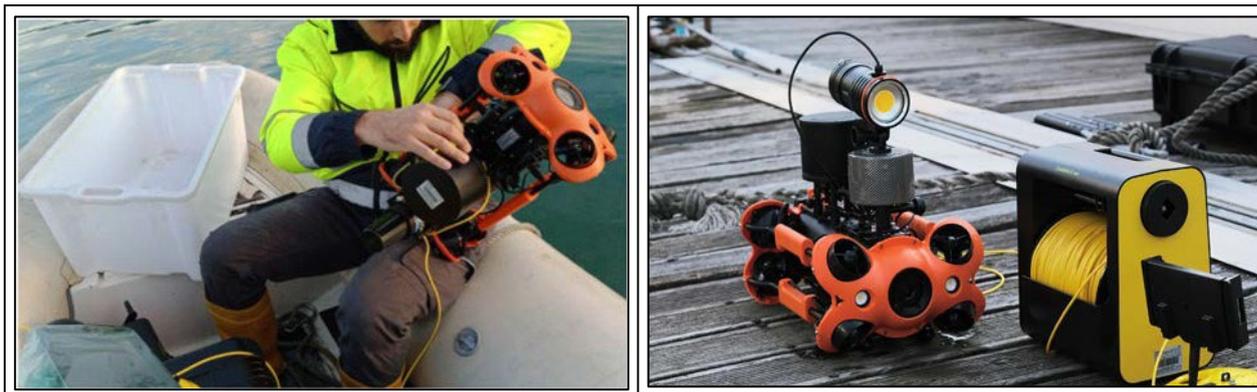


Figura 18 - ROV Sottomarino Chasing M2 Pro utilizzabile per le verifiche subacquee sul bubble screen.

### 3.3.4 CO – Verifica rispetto soglie e procedure di allerta

Il monitoraggio di CO sarà funzionale alla verifica del rispetto delle soglie di cui al valore di riferimento.

Le stazioni di monitoraggio fisso di AdSPMLOr, che rappresenteranno il principale presidio al controllo della non-diffusione di emissioni torbide dal cantiere verso il bersaglio sensibile, possono essere configurate per comunicare segnali di allerta verso i numeri di telefono dei soggetti predisposti al controllo a seguito del raggiungimento di determinati valori di parametri ambientali (con particolare riferimento alla torbidità).

Quanto sopra potrà essere garantito con la massima tempestività vista la frequenza di acquisizione delle centraline installate sulle stazioni fisse, pari a 5 minuti.

A seconda dei dati di monitoraggio che saranno trasmessi dalle stazioni fisse, il monitoraggio potrà trovarsi in una delle seguenti n.3 condizioni, come anche indicato dalle recenti LLGG 206/2023:

1. Stato ordinario;
2. Stato di preallerta (o di attenzione);
3. Stato di allerta (o di allarme)

#### **STATO ORDINARIO**

Le condizioni saranno afferenti allo stato ordinario fintanto che i valori registrati da tutte le tre stazioni fisse (P002, P048, P199) si mantengono al di sotto dei rispettivi valori di riferimento, ovvero non siano avverate le condizioni di cui allo stato di preallerta.

In tali condizioni ordinarie, le attività di monitoraggio si potranno susseguire normalmente come indicato nelle pagine precedenti, con monitoraggi periodici da imbarcazione con cadenza mensile e comunque per 5 giorni continuativi in occasione dei cambi di tipologia di lavorazione, accompagnate dai controlli sui SST.

#### **STATO DI PREALLERTA**

Le condizioni di preallerta saranno attivate a seguito di superamenti continuativi di una frazione dei valori di riferimento in un certo arco temporale; in particolare, come indicato espressamente da ARPAL

e facendo riferimento a circostanze analoghe di procedimenti aperti nella rada del Golfo della Spezia, con riferimento al progetto di ampliamento del Terminal Ravano, la preallerta sarà attivata al verificarsi di una delle seguenti condizioni:

- nel caso in cui siano registrati in un'ora almeno n.6 superiori del 70 % del valore di riferimento di torbidità (di almeno una stazione);
- nel caso in cui la media dei valori rilevati nell'arco temporale di due ore superiori il 70 % del valore di riferimento di torbidità (di almeno una stazione).

In particolare, per le stazioni P002 e P048 si farà riferimento al valore di preallerta 21 NTU mentre per la stazione al bersaglio sensibile P199 il valore sarà pari a 7 NTU.

Alla pronta attivazione delle condizioni di preallerta dovrà corrispondere un immediato e diretto contatto con l'impresa che ha l'onere di gestione nell'ambito dell'appalto del monitoraggio CO e quindi di comunicare alla DL gli esiti delle verifiche., al fine di accertare lo stato di attività in corso di esecuzione al fine escludere eventualmente la responsabilità del cantiere, in ragione della natura delle attività potenzialmente torbidogeniche in progetto (vibrocompattazione del fondale, immersione di inerti certificati).

Ulteriore accertamento tempestivo al raggiungimento dello stato di preallerta sarà il controllo delle potenziali "forzanti" (così come definite dalle LLGG 206/2023), con particolare riferimento a tutti fattori ambientali di carattere meteorologico, meteomarinario o idrologico. Dette forzanti hanno la capacità, verificata da tutti i monitoraggi svolti nel Golfo e non solo, di alterare significativamente le condizioni ambientali delle acque in maniera del tutto naturale, con variazioni di lunga durata che possono persistere per ore o giorni anche a seguito dell'effetto della forzante.

Per tale scopo saranno utilizzati i dati meteorologici trasmessi in tempo reale dalla stazione P048, la quale si ricorda sarà anche attrezzata con un sensore meteo di grado marino (WS600) in grado di rilevare temperatura, umidità, precipitazioni, intensità e direzione del vento. I dati potranno essere eventualmente integrati da modelli aggiornati con frequenza oraria reperibili online, come indicato anche nelle recenti LLGG in materia.

Eventuali incrementi di torbidità dovuti all'effetto di forzanti meteo sono generalmente rilevati da tutte le stazioni in simile misura. Al fine di valutare tali eventuali contributi meteomarini, potrebbe essere utile valutare anche il segnale trasmesso proveniente dagli altri sensori ambientali marini (ad esempio variazioni di temperatura repentine), oltre che dal sensore meteo di P048.

Oltre alla verifica dello stato delle forzanti meteo, saranno anche verificate le condizioni del traffico marittimo, con particolare riferimento a crociere, portacontainer e rimorchiatori, all'interno del Primo Bacino ospitante il cantiere per mezzo di verifica visiva direttamente dal cantiere e più in generale nel Golfo, per mezzo di comunicazione diretta con il Nostromo della Capitaneria di Porto.

Infine sarà effettuato anche un controllo incrociato tra i dati da remoto, anche di altri sensori della stessa stazione in preallerta, al fine di escludere la possibile influenza di biofouling sul torbidometro. In esperienze pregresse è ad esempio stato possibile associare all'accrescimento di biofouling una diminuzione progressiva della conducibilità elettrica misurata in quanto le incrostazioni possono diminuire la superficie degli elettrodi del sensore. Altri sensori, come il termometro, non sono

influenzabili dal biofouling.

In caso si tratti ragionevolmente di interferenze legate all'accumulo di organismi incrostanti, sarà necessario effettuare al più presto un intervento di pulizia ed eventuale ricalibrazione per ripristinare la corretta funzionalità della stazione in oggetto.

Nella tabella seguente si riassumono i controlli da effettuare all'insorgere dello stato di preallerta.

Tabella 7: Sintesi delle attività preliminari da effettuare al verificarsi delle condizioni di preallerta.

| Condizione alterante il dato di torbidità dalle stazioni           | Procedura se verificato   |
|--|---|
| Forzante meteo (meteoclimatica, meteomarina, idrologica)           | Verificare compatibilità del segnale trasmesso dalle varie stazioni; nessuna azione fintanto che permangono le condizioni alterate. Verificare il progressivo rientro alle condizioni normali (stato ordinario) al termine dell'evento. |
| Traffico marittimo pesante locale                                  | Nessuna azione; verificare il progressivo rientro alle condizioni normali (stato ordinario) a seguito del passaggio (in generale la durata delle alterazioni da traffico marittimo non perdura oltre 4 ore dalle manovre).              |
| Occlusione del torbidimetro per biofouling o deposizioni sedimento | Attuare al più presto un intervento di controllo sulla stazione, con pulizia accurata della sensoristica ed eventuale taratura.   |

Contestualmente a quanto sopra, saranno effettuate attività di ispezione visiva. Eventualmente potrà essere valutata l'esecuzione alternativa di ricognizioni visive per mezzo di telerilevamento da drone aereo, opzione prevista anche dalle recenti LLGG, sia per la verifica di continuità della superficie del bubble screen sia, qualora sia apparente la presenza di un plume torbido superficiale, il tracciamento di quest'ultimo in maniera più rapida ed efficiente rispetto al tracciamento da imbarcazione.

In particolare sarà sempre ispezionato il bubble screen e, qualora si riscontrino un malfunzionamento o una discontinuità, sarà necessario intervenire immediatamente per il completo ripristino delle funzionalità. Una ulteriore ispezione visiva sarà localizzata nella stazione (o nelle stazioni) in stato di preallerta (verificando comunque il bubble screen in quanto primo presidio di controllo).

Nella fase di preallerta il controllo in campo sarà funzionale al mantenimento sotto osservazione dello stato dell'eventuale torbidità; nel caso in cui le condizioni permangano in stato di preallerta e sia appurata l'origine esterna dell'anomalia, il cantiere potrà terminare la propria turnazione lavorativa regolarmente; qualora, invece, sia accertato che le cause dello stato di preallerta siano da attribuire all'attività di cantiere, dovranno essere messe in atto misure tali da garantire il ripristino dello stato dei luoghi (passando all'attuazione delle procedure di cui allo stato di allerta).

Qualora le condizioni di preallerta dovessero permanere tali anche durante le ore notturne e nel giorno successivo indipendentemente dall'attività del cantiere, sarà necessario ricercare eventuali cause esogene (ad esempio operazioni nell'impianto di mitilicoltura per P199) al fine di escludere ragionevolmente la responsabilità del cantiere, od eventualmente verificare la corretta funzionalità in corrispondenza della stazione in stato di preallerta (ad esempio mediante profilatura parallela).

Tabella 8: Schematizzazione degli interventi da attuare nello stato di preallerta.

| Step | Condizione  | Azione   |
|------|---|--|
| 1    | Attivazione dello stato di preallerta in una o più stazioni fisse (riferimento al 70 % dei valori di riferimento) | Verifiche preliminari atte ad escludere il contributo del cantiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ispezione visiva immediata e tempestiva</li> <li>• stato di attività del cantiere;</li> <li>• contributo delle forzanti meteo;</li> <li>• contributo del traffico marittimo locale;</li> <li>• stato di funzionalità della sensoristica da remoto (e in caso di necessità effettuare manutenzione)</li> </ul> |
| 2    | Apparente implicazione del cantiere nella generazione di torbidità  | Verifiche in loco: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ispezione visiva bubble screen da imbarcazione o drone, e in caso di necessità ripristino tempestivo funzionalità bubble screen</li> <li>• ispezione visiva in corrispondenza di stazione in preallerta</li> </ul>   |
| 3    | Nessun rientro dello stato di preallerta durante ore notturne   | Verifiche in loco: <ul style="list-style-type: none"> <li>• controllo funzionalità stazione in preallerta mediante profilatura parallela e, in caso di necessità, pulizia e/o taratura</li> <li>• altre verifiche su potenziali sorgenti esogene di torbidità</li> </ul>   |

### **STATO DI ALLERTA**

Le condizioni di allerta saranno invece attivate, con reattività temporale dell'ordine delle ore, a seguito di superamenti continuativi dei valori di riferimento in un certo arco temporale; in particolare, come indicato espressamente da ARPAL, l'allerta sarà attivata al verificarsi della seguente condizione:

- nel caso in cui nelle stazioni fisse siano registrati in un'ora 4 superi del valore di riferimento.

Secondo le indicazioni dell'Ente competente, se tali superamenti si dimostrano essere attribuibili al cantiere, devono essere messe in atto le relative procedure di emergenza/mitigazione, con l'immediato fermo dell'attività di cantiere (comunicazione per iscritto con la DL) e l'avvio del monitoraggio nelle "stazioni mobili" con frequenza tale da seguire l'evoluzione spazio-temporale del fenomeno. La ripresa dei lavori potrà essere effettuata solo dopo aver verificato il ripristino delle condizioni normali nelle stazioni di monitoraggio, ovvero siano accertati valori di torbidità conformi ai valori limite per almeno 1 ora nelle stazioni fisse; per ciascuna delle stazioni monitorate con la sonda mobile due misure conformi consecutive a distanza di 1 ora.

Come indicato anche dall'Ente, l'attuazione delle contromisure di cui sopra è condizionata all'accertamento della responsabilità del cantiere sulla generazione di torbidità.

Al fine di individuare la natura e l'origine di un'eventuale anomalia tale da innescare le condizioni di allerta, sarà innanzitutto necessario verificare gli eventuali contributi derivanti dai fattori esterni già citati nel caso dello stato di preallerta.

Qualora sia verificato il potenziale contributo del cantiere, sarà immediatamente attivata una squadra di tecnici ambientali, con la funzione di eseguire:

- ricognizione visiva in telerilevamento con drone aereo, inizialmente lungo la congiungente tra Molo Italia e Molo Garibaldi (unico potenziale passaggio per l'eventuale fuoriuscita di torbidità,

sia che si tratti di un plume di superficie che uno profondo più denso) nell'area del bubble screen per verificarne la continuità superficiale e successivamente spostandosi sulle stazioni P002 e P048, al fine di verificare la presenza di un eventuale plume di torbida superficiale (plume con valori superiori a 30 NTU sono facilmente individuabili se superficiali);

- intervento da imbarcazione in corrispondenza del bubble screen, con esecuzione di misurazioni lungo transetti composti da punti distanti ca.70 m tra loro (con profilature sia con sonda multiparametrica che con correntometro), al fine di verificare se le misurazioni direttamente in corrispondenza del bubble screen siano compatibili (in entità e ubicazione) con l'anomalia riscontrata dalla stazione in stato di allerta;

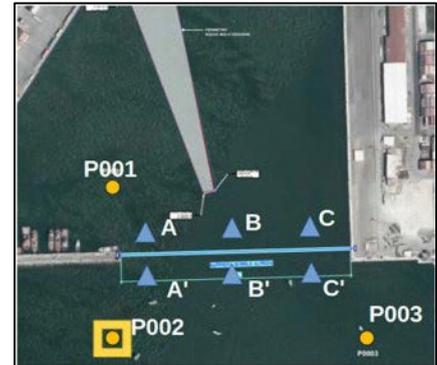


Figura 19 - Postazioni interessate.

Se i dati di campo si dimostrano in controtendenza con l'anomalia riscontrata, il cantiere non potrà essere ritenuto responsabile e il focus del monitoraggio sarà spostato verso la stazione con segnale anomalo per la ricerca della causa dell'anomalia (profilature correntometriche e multiparametriche), con contestuale prelievo di campioni della colonna d'acqua su 3 livelli. Sarà anche necessario verificare la corretta funzionalità della stazione stessa, provvedendo eventualmente alla pulizia e/o alla taratura.

Tra le possibili cause esogene da poter verificare nel caso di condizioni di allerta non imputabili al cantiere, vi sono gli eventuali scarichi provenienti dalle foci dei fossi che recapitano nell'area portuale. A seconda dei dati riscontrati dal monitoraggio, nonché la persistenza delle condizioni di allerta, sarà possibile valutare di estendere il monitoraggio anche alle foci dei vicini fossi, al fine di escludere la possibilità che il segnale torbido rilevato sia dovuto al contributo delle stesse.

Le immagini seguenti, estratte dalle tavole del Reticolo Idrografico Regionale (riquadri "la Spezia" e "Arcola") mostrano la posizione dei fossi potenzialmente in grado di comportare apporti torbidi misurabili in corrispondenza delle stazioni fisse P002 e P048. In particolare, sono presenti n.2 foci all'interno del primo bacino, n.3 foci in corrispondenza del secondo bacino e n.3 foci nel terzo bacino, oltre alla foce del fosso perimetrale tra la città e l'Arsenale della Marina Militare.

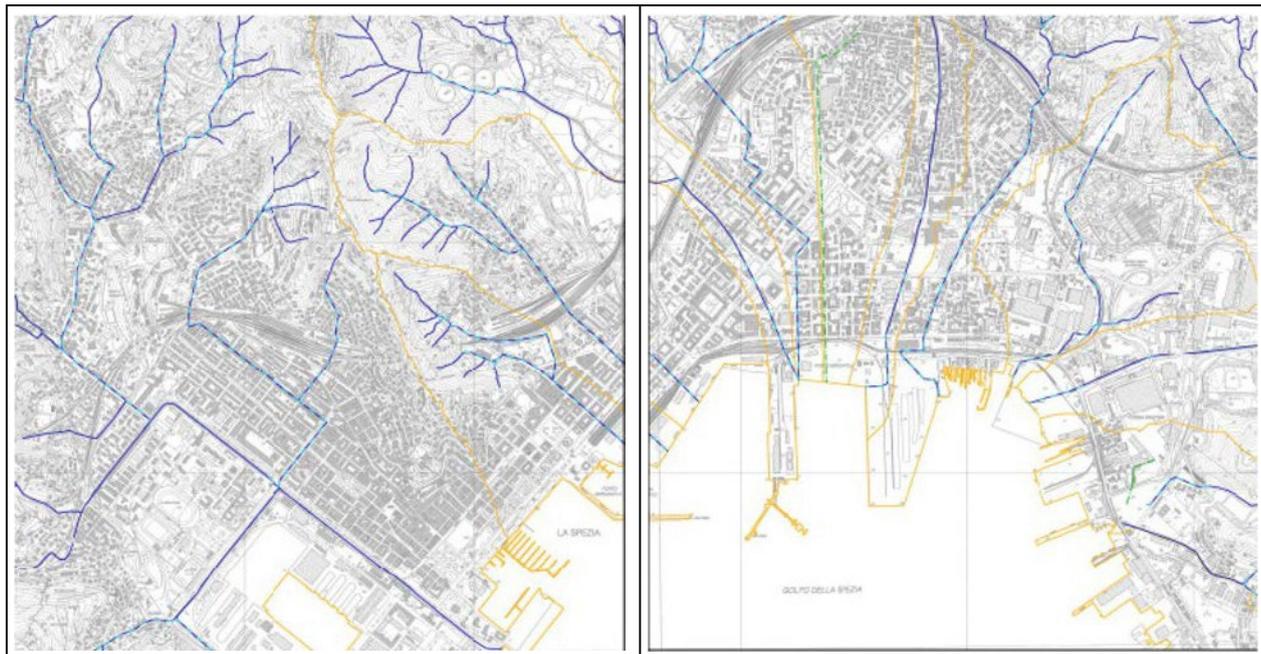


Figura 20 - Estratti dal Reticolo Idrografico regionale che mostrano i vari bacini dei fossi recapitanti nell'area.

Anche in questo caso, se lo stato di allerta, a valle dell'esclusione del contributo del cantiere, dovesse permanere anche nelle susseguenti ore notturne, dovrà essere verificata la funzionalità delle stazioni di monitoraggio ed eventualmente saranno ricercate possibili cause esterne.

Qualora invece nel caso in cui i dati di campo abbiano mostrato evidente imputabilità al cantiere, sarà necessario procedere alla comunicazione all DL in merito al necessario immediato fermo delle attività, con la successiva attivazione di monitoraggio mobile per verificare il completo ripristino dello stato ordinario per almeno due cicli di misura distanziati di 1 ora prima di consentire la ripresa delle attività, come indicato da ARPAL.

Nella tabella seguente si riassumono i passaggi da attuare in condizioni di allerta.

Tabella 9: Schematizzazione degli interventi da attuare nello stato di allerta.

| Step   | Condizione   | Azione   |
|--|--|--|
| 1  | Attivazione dello stato di allerta in una o più stazioni fisse     | Verifiche preliminari atte ad escludere il contributo del cantiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ispezione visiva immediata e tempestiva</li> <li>• stato di attività del cantiere;</li> <li>• contributo delle forzanti meteo;</li> <li>• contributo del traffico marittimo locale;</li> <li>• stato di funzionalità della sensoristica da remoto (e in caso di necessità effettuare manutenzione)</li> </ul> |
| 2  | Apparente implicazione del cantiere nella generazione di torbidità | Verifiche in loco: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ispezione visiva da drone in area bubble screen e spazio tra P002 e P048 per ricerca plume superficiali da sifonamenti bubble screen</li> <li>• intervento presso bubble screen con misurazioni con sonda multiparametrica e correntometro</li> </ul>  |
| <b>VERIFICA COMPATIBILITA' DATI CON ORIGINE TORBIDITA' DA CANTIERE</b> |  |  |

| Step | Condizione  | Azione   | Step | Condizione                           | Azione   |
|------|---|--|------|--------------------------------------|--|
| 3a   | Nessuna implicazione del cantiere nella generazione della torbidità | Spostamento del monitoraggio presso stazione in stato di allerta per controlli                                   | 3b   | Comprovata implicazione del cantiere | Comunicazione alla DL per il fermo attività  |
| 4a   | Nessun rientro dello stato di preallerta durante ore notturne       | Verifiche in loco: controllo funzionalità stazione e altre verifiche su potenziali sorgenti esogene di torbidità | 4b   | Cantiere arrestato                   | Attivazione monitoraggi per verifica ripristino stato ordinario, per riattivazione |

### 3.3.4.1 Altre condizioni di superamento

Oltre alle condizioni di cui sopra, vi sono altri contesti associati all'esecuzione del presente PMAE in cui è possibile il verificarsi di superamenti:

- profilature manuali nel Golfo;
- analisi dei solidi sospesi.

#### **PROFILATURE MANUALI**

Qualora siano riscontrati superamenti nel corso delle profilature nel Golfo, sarà necessario effettuare nuovamente un profilo nella medesima postazione ogni 5 minuti per n.4 volte. Qualora si tratti di una postazione dotata di stazione fissa, sarà anche possibile fare riferimento ai dati della stessa. Qualora sia comprovato il superamento in tutte le letture, saranno attivate le condizioni di allerta di cui sopra.

#### **SOLIDI SOSPESI TOTALI**

Le procedure di controllo di corso d'opera comprenderanno infine anche valutazioni sulle concentrazioni di SST. Visto l'evidente intervallo temporale che trascorrerà tra il momento del campionamento dei 3 livelli della colonna d'acqua e la restituzione dei dati di SST, le procedure a seguire illustrate saranno solamente finalizzate ad effettuare valutazioni sulla distribuzione e la diffusione del particolato solido. Si ricorda come lo scopo principale delle analisi di SST nel presente PMAE sia la verifica dell'efficienza del barrieramento dinamico.

Al fine di valorizzare quanto già esperito nel corso dei monitoraggi pregressi effettuati nel Golfo, con particolare riferimento al monitoraggio 2020-2021, si prevede che nel caso di valori di SST evidentemente anomali sarà possibile ricorrere ad osservazioni in microscopia ottica sui filtri di analisi, al fine di verificare la natura merceologica del materiale solido sospeso: minerale, biologico o antropico.

Qualora sia accertata l'origine biologica, ne sarà dato riscontro nella reportistica di fine monitoraggio e saranno ricercate eventuali correlazioni con le caratteristiche marine di area vasta del corrispondente periodo del monitoraggio, come ad esempio matching con la stagione estiva o con temperature anormalmente elevate come riscontrato negli ultimi anni per via del cambiamento climatico.

Per tutti gli eventuali risultati analitici anomali rispetto ai valori di riferimento di AO sarà ricercata (necessariamente a posteriori) corrispondenza temporale con eventi quali: condizioni meteomarine,

traffico marittimo pesante, condizioni di preallerta nelle stazioni, condizioni di allerta, singoli valori di torbidità registrati in concomitanza dei prelievi ed eventuale correntometria misurata.

Nel report conclusivo sarà data evidenza di tutti i risultati analitici e delle eventuali corrispondenze riscontrate.

### **3.3.5 PO – Verifica del ripristino delle condizioni originali**

L'ultima fase del monitoraggio sarà rappresentata dal PO, che come già anticipato avrà la funzione di comprovare l'avvenuto ripristino dell'ambiente marino a seguito della realizzazione dell'opera e della sua messa in esercizio, con le conseguenti variazioni che si instaureranno nel traffico navale crocieristico. Tale verifica del corretto inserimento ambientale dell'opera dovrà essere eseguita al termine dell'opera e a seguito dell'effettiva messa in esercizio dell'opera come hub crocieristico, così da poter individuare le eventuali modifiche indotte al comparto marino e valutarne la compatibilità con la baseline registrata nella fase AO.

In concreto, la fase PO sarà costituita da un monitoraggio in continuo dalle stazioni fisse su boa di durata mensile e n.2 campagne di monitoraggio puntuale da imbarcazione con profilature.

In ogni caso e qualora ritenuto necessario, il monitoraggio Post-Operam per il ripristino delle condizioni AO potrà essere esteso previa valutazione concordata con l'Ente competente, per mezzo di un'identica campagna da implementarsi a distanza da almeno sei mesi dalla precedente.

I dati prodotti saranno poi rendicontati in apposito report che sarà trasmesso, assieme a tutti i dati anche in formato grezzo, agli Enti competenti.

## 4 Piano di Monitoraggio Ambientale – Aria

Il monitoraggio della componente Atmosfera (comprensiva di deposimetria) si rende necessario poiché l'attività del cantiere sarà fisiologicamente corrisposta a possibili emissioni aerodisperse quali polveri e gas, connesse al susseguirsi delle lavorazioni svolte in sito, al trasporto ed alla movimentazione dei materiali all'interno delle aree di cantiere e da/verso l'esterno. Il monitoraggio della qualità dell'aria avrà la precisa finalità di verificare il rispetto della normativa vigente (Dlgs 155/2010) a salvaguardia della popolazione e dell'ambiente circostante, e avrà durata pari all'intero cantiere (24 mesi), articolandosi in campagne trimestrali.

### 4.1 Parametri oggetto di monitoraggio

Il monitoraggio interesserà i seguenti parametri, previsti dal Dlgs 155/2010:

- metalli: piombo, arsenico, cadmio e nichel;
- PM10 e PM2.5;
- IPA: benzo(a)pirene;
- Emissioni gassose: monossido di carbonio, diossido di azoto, diossido di zolfo, benzene.

I vari parametri saranno determinati per mezzo di misurazioni dirette ed analisi di laboratorio su campioni prelevati per mezzo della strumentazione specialistica descritta in seguito; ciascun valore sarà poi ricalcolato considerando i periodi di mediazione previsti dalla norma al fine di poter confrontare i risultati ottenuti con i limiti introdotti dal Dlgs 155/2010 di cui alla seguente tabella.

Tabella 10: Sinottico dei limiti delle emissioni atmosferiche previsti dal Dlgs 155/2010.

| Tipologia         | Parametro   | Periodo di mediazione | Valore      | Note                    |                         |
|-------------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| Particolato       | Piombo      | Anno civile           | 500 ng/mc   |                         |                         |
|                   | Arsenico    | Anno civile           | 6.0 ng/mc   |                         |                         |
|                   | Cadmio      | Anno civile           | 5.0 ng/mc   |                         |                         |
|                   | Nichel      | Anno civile           | 20.0 ng/mc  |                         |                         |
|                   | PM10        |                       | 1 giorno    | 50 ug/mc                | Non oltre 35 volte/anno |
|                   |             |                       | Anno civile | 40 ug/mc                |                         |
|                   | PM2.5       | Anno civile           | 25 ug/mc    |                         |                         |
| Benzo(a)pirene    | Anno civile | 1.0 ng/mc             |             |                         |                         |
| Emissione gassosa | NO2         | Media oraria          | 200 ug/mc   | Non oltre 18 volte/anno |                         |
|                   |             | Anno civile           | 40 ug/mc    |                         |                         |
|                   | CO          | Media mobile 8 h      | 10 mg/mc    | Non oltre 18 volte/anno |                         |
|                   | SO2         | 1 giorno              | 125 ug/mc   | Non oltre 3 volte/anno  |                         |
|                   |             | Anno civile           | 350 ug/mc   | Non oltre 24 volte/anno |                         |
|                   | Benzene     | Anno civile           | 5.0 ug/mc   | Non oltre 3 volte/anno  |                         |

## 4.2 Postazioni e frequenze di monitoraggio

L'individuazione delle postazioni da sottoporre a monitoraggio della componente atmosfera è funzione di numerosi fattori, tra cui la prossimità all'area di cantiere, la sensibilità dei potenziali bersagli umani ed ambientali rappresentati e la direzione e l'intensità dei venti dominanti.

Considerata l'ubicazione del cantiere, il presente PMAE prevede n.3 postazioni in configurazione a triangolo attorno all'area di cantiere ubicate in corrispondenza dei seguenti bersagli sensibili:

- ATM\_01: l'Istituto di Istruzione Superiore "Castellini Sauro", lato viale San Bartolomeo, in area immediatamente retroportuale, sito a nord dell'area di cantiere;
- ATM\_02: il Terminal Crociere della Spezia, lungo viale Italia, prospiciente a Calata Paita e sito a WSW rispetto all'area di cantiere;
- ATM\_03: la Scuola Materna Statale in zona Fossamastra, viale San Bartolomeo n.775, sufficientemente distante dall'area di cantiere ma comunque prossimo alle pertinenze portuali.

In particolare la scelta di quest'ultima postazione di monitoraggio è funzionale alla scelta di un sito di riferimento con caratteristiche analoghe agli altri (in ambito urbano e portuale) ma non influenzato dall'opera, così come richiesto da ARPAL in fase di condivisione del PMAE.

Il monitoraggio atmosferico si articolerà in campagne della durata di 15 giorni ciascuna. Vista la maggior prossimità delle postazioni ATM\_01 e ATM\_02, esse sono inquadrate come principali, mentre la postazione ATM\_03 avrà una funzione di controllo.

Nella fase AO sarà effettuata n.1 campagna, così come nella fase PO. Nella fase di CO invece le campagne di monitoraggio si susseguiranno con passo trimestrale, per un totale stimato di n.8 campagne, come descritto in tabella.

*Tabella 11: Riepilogo delle frequenze di monitoraggio. \*: svolte in contemporanea alla prima settimana delle campagne di ATM\_01. \*\*: svolte in contemporanea alla seconda settimana delle campagne di ATM\_01.*

| Stazioni                   | AO                | CO                            | PO                |
|----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| ATM_01<br>ATM_02<br>ATM_03 | Campagna di 15 gg | Campagne trimestrali di 15 gg | Campagna di 15 gg |

Per quanto riguarda le tempistiche del monitoraggio di AO, si specifica come l'esecuzione di n.2 diverse campagne di monitoraggio atmosferico non siano compatibili con l'avvio dei lavori. Al riguardo, è di fondamentale importanza sottolineare come le condizioni che saranno rilevate dalla campagna di AO, rappresentative di n.1 stagionalità, saranno integrate da dati relativi a monitoraggi AO effettuati recentemente sui medesimi bersagli nell'ambito di un simile procedimento aperto in ambito portuale (monitoraggio espansione Terminal Ravano) i cui dati sono in disponibilità di AdSPMLOR. In questo modo, il monitoraggio AO di cui al presente procedimento potrà essere rappresentativo di n.3 diverse stagionalità.

Si specifica infine come le campagne di monitoraggio nella fase CO avverranno in concomitanza alle lavorazioni con maggior potenziale di impatto sulle emissioni aerodisperse.



Figura 21 - Posizione delle stazioni di monitoraggio atmosferico.

#### 4.2.1 Procedure di gestione ed eventuali contromisure

Qualora i monitoraggi dovessero rivelare particolari criticità per quanto riguarda le emissioni pulverolente, a valle anche delle opportune considerazioni e valutazioni necessarie a stabilire il grado di effettivo contributo del cantiere sulle eventuali anomalie riscontrate, sarà possibile procedere tempestivamente, grazie ai dati trasmessi in tempo reale dal laboratorio mobile in ATM\_01, sia riducendo le tempistiche degli interventi più impattanti (ottimizzandone temporalmente e spazialmente l'esecuzione) sia soprattutto per mezzo dell'applicazione delle tecniche standard di mitigazione delle emissioni polverose (tecniche ad umido) da applicarsi sulle lavorazioni ad eventuale potenziale di polverosità.

### 4.3 Attrezzature di monitoraggio

In linea con quanto previsto dal documento "monitoraggio e riduzione degli impatti ambientali" già citato, il monitoraggio atmosferico sarà effettuato per mezzo di Laboratorio Mobile completo di tutta l'attrezzatura specialistica necessaria alla misura dei parametri di cui sopra. Il Laboratorio Mobile sarà impiegato per le campagne quindicinali sulla stazione ATM\_01, rappresentativa del bersaglio più sensibile. In particolare, l'attrezzatura installata sul laboratorio mobile sarà comprensiva di:

- analizzatore di particolato per la lettura in tempo reale di PM10 e PM2.5 (analizzatore Palas Fidas 200 S optical light scattering o analizzatore Comde Derenda APM2);
- campionatore gravimetrico sequenziale di polveri per il campionamento e le analisi chimiche del particolato;
- analizzatori a lettura diretta per ossidi di azoto, monossido di carbonio, biossido di zolfo e benzene;
- stazione meteorologica Orion MET3000 per la rilevazione in tempo reale di temperatura, umidità, pressione, velocità del vento e pluviometro.

Tutti i componenti di cui sopra saranno controllati in remoto e consultabili in tempo reale mediante un sistema di datalogger ORION Zeno per l'acquisizione delle letture degli analizzatori e degli stati operativi dei campionatori; i dati saranno poi trasmessi in remoto e consultabili online via apposita interfaccia web con piattaforma Grafana e sistema di allerta automatico Anit@ Livedata capace di inviare notifiche a numeri di telefono predefiniti in caso di superamento di soglie preconfigurabili.

Il tutto sarà mantenuto in perfetta operatività con manutenzione e calibrazione della strumentazione coordinata automaticamente tramite il sistema informativo Gesteworld per la gestione delle anagrafiche di stazione e la rendicontazione in regime di qualità di tutte le operazioni manutentive.

In linea con le richieste pervenute da ARPAL, un campionatore gravimetrico sequenziale automatico identico a quello ricompreso nel laboratorio mobile in ATM\_01 sarà installato anche nella postazione ATM\_02, in modo tale che ciascuna campagna produca 2 set di dati quantitativi (concentrazione PM) e qualitativi (metalli e IPA) sul particolato aerodisperso in corrispondenza delle due postazioni principali. Ciò permetterà di monitorare con efficacia l'eventuale dispersione di emissioni pulverolente sia verso nord sia verso ovest, direzioni più comuni del vento locale prevalente che per l'appunto spira generalmente da sud o da sud-est.

Per quanto riguarda le componenti gassose, si ritiene utile integrare il monitoraggio con i dati pubblicamente disponibili ed in tempo reale forniti dalle due vicine postazioni di monitoraggio atmosferico gestite da ARPAL (viale Amendola e San Cipriano), valutando la necessità di un eventuale accertamento della confrontabilità dei valori misurati dalle stazioni ARPAL rispetto al laboratorio mobile che sarà impiegato per la postazione ATM\_01.

Presso la stazione di controllo ATM\_03 sarà installato un deposimetro di tipo Depobulk per la rilevazione del particolato depositabile totale, metodica già adottata da ARPAL per monitoraggi periodici effettuati a La Spezia. Un deposimetro identico sarà installato anche presso la postazione ATM\_01 così da permettere un raffronto dei dati. Sempre per permettere degli utili confronti dei risultati, anche in questo caso si include la possibilità di fare riferimento ai database storici dei monitoraggi deposimetrici prodotti da ARPAL stessa.

### 4.3.1 Analizzatori di particolato

Il Laboratorio Mobile sarà equipaggiato con un analizzatore di particolato in tempo reale per il controllo continuo del PM10 e del PM2.5. A seconda delle disponibilità, il Laboratorio Mobile sarà equipaggiato con lo strumento Palas Fidas 200S o Comde Derenda APM2.

#### 4.3.1.1 Palas Fidas 200S

L'analizzatore Fidas utilizza la tecnologia denominata optical light scattering of single particles. Questa tecnologia, che presenta delle analogie di funzionamento con il torbidimetro ottico delle sonde per monitoraggio marino, consente di dimensionare le particelle e misurarle quantitativamente sia a basse che a elevate concentrazioni.

Analogamente alla torbidimetria marina, il metodo optical light scattering of single particles consente una misura in continuo, che in questo caso è sia quantitativa che qualitativa (discriminando la dimensione del particolato) e restituisce simultaneamente la misura in massa di diverse classi granulometriche, ovvero PM1, PM2.5, PM4, PM10, TSP, massa respirabile, alveolare e toracica con un

unico analizzatore.

La tecnologia di misura ottica utilizza una sorgente luminosa a LED con uscita stabile e di lunga durata, associato ad una ventilazione forzata (a norma VDI 2119) a flusso volumetrico costante (stabile anche in presenza di forti venti) e ad un essiccamento dell'aria in entrata. Il numero di particelle è misurato attraverso la misurazione del numero di impulsi di luce diffusa. L'ampiezza dell'impulso luminoso diffuso è direttamente correlata alla dimensione del diametro della particella.

Inoltre, il sistema fornisce un portafiltro per l'inserimento di un filtro deposimetrico che consente ad esempio una successiva analisi chimica della composizione dell'aerosol o una convalida gravimetrica sul sito. L'analizzatore è anche dotato di sensori per il monitoraggio in continuo di temperatura, pressione e umidità relativa dell'aria, al fine di modulare automaticamente l'essiccazione dell'aria in entrata per mezzo (Intelligent Aerosol Drying System – IADS)

Tabella 12: Specifiche tecniche dell'analizzatore Palas Fidas 200S

|  |   |                                 |
|--|---|---------------------------------|
|  | Interfacce di comunicazione:              | USB, Ethernet, RS-232, Wi-Fi    |
|  | Principio di misura:                      | Optical light scattering        |
|  | Range di diametro particelle:             | 0.18-100 µm (3 range di misura) |
|  | Range di misura (numero C <sub>n</sub> ): | 0-20000 particelle/cmc          |
|  | Range di misura in massa:                 | 0-10000 µg/mc                   |
|  | Classi dimensionali analizzate:           | 64 (32/decade)                  |
|  | Risoluzione temporale:                    | 1s-24h                          |
|  | Flusso operativo:                         | 4.8 L/min                       |
|  | Condizionamento del campione:             | Termico con IADS                |
|  | Testa di campionamento:                   | Sigma-2                         |
|  | Dati misurati:                            | PM1, PM2.5, PM4, PM10, TSP      |
|  | Ulteriori variabili misurate:             | Temperatura, pressione, umidità |

Lo strumento è certificato per la misura in continuo e simultanea in aria ambiente delle frazioni PM10 e PM2.5, in accordo con le norme VDI 4202-1, VDI 4203-3, DIN EN 12341 (PM10), DIN EN 14907 (PM2.5) EN 16450: 2017, EN 15267-1, EN 15267:2.

L'apparecchio è idoneo per applicazioni outdoor: l'analizzatore viene installato all'interno di una cabina in acciaio inossidabile, rilocabile e ventilata con grado di protezione IP 65 e idonea per range di temperatura ambientale tra -20°C e 50°C. Lo strumento è alimentato direttamente da rete elettrica, 220 VAC, e presenta un consumo contenuto (200 W).

Tutti i dati misurati sono registrati a livello locale e visualizzabili/scaricabili tramite interfaccia web da un qualsiasi computer collegato a Internet, tramite accesso alla pagina di comunicazione protetta da login e password.

#### 4.3.1.2 Comde Derenda APM2

Il Comde Derenda APM2, similmente al Palas Fidas di cui sopra, è un analizzatore per la misurazione

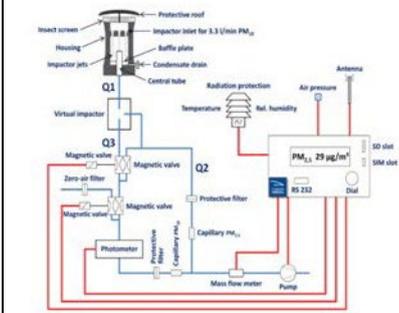
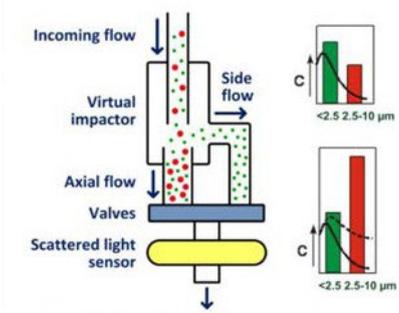
in continuo della concentrazione di PM10 e di PM2.5 in aria ambiente.

Il principio di funzionamento è analogo: aria aspirata dall'esterno e regolata con flusso costante viene condizionata e successivamente sottoposta a fotometria ottica scattering per la quantificazione del particolato. Il segnale in uscita rappresenta una misura diretta della concentrazione di particolato.

La differenza rispetto all'analizzatore Palas Fidas risiede nel condizionamento del flusso: il particolato con dimensione superiore a 10 µm viene filtrato in entrata; l'aria viene poi suddivisa in due flussi tramite un impattore virtuale posto a valle del tubo di campionamento per la separazione del PM10 dal PM2.5. I due flussi così ottenuti sono sottoposti a fotometria nefelometrica per la quantificazione del particolato in essi sospeso.

Per escludere dipendenza dalla temperatura del segnale rilevato, il nefelometro è installato in un contenitore termicamente isolato riscaldato a 40° C.

Tabella 13: Specifiche tecniche dell'analizzatore Palas Fidas 200S

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | Principio di misura:   | Optical light scattering  |
|  | Range di misura in massa:  | 1-1000 µg/mc  |
|  | Flusso operativo:  | 3.3 L/min   |
|  | Condizionamento del campione:  | Separazione di flusso   |
|  | Dati misurati:   | PM2.5, PM10   |
|  | Ulteriori variabili misurate:  | Temperatura, pressione, umidità   |
|  |  <p>Fig. 1: Overview diagram</p> |  <p>Fig. 5: Functional principle of the virtual impactor</p> |

L'analizzatore Comde Derenda APM2 ha inoltre una funzione di ricalibramento automatico dello zero, in cui l'unità di commutazione periodicamente immette aria di zero (filtrata) al nefelometro. Il dato è poi rimodulato in base ai dati di temperatura, umidità e pressione esterna rilevati in continuo.

I dati rilevati possono sia essere memorizzati nel dispositivo sia trasmessi in remoto utilizzando un modem GPRS integrato con funzionamento in codice RS-232. Tutta l'attrezzatura è ricompresa in una cabina in acciaio inox con serratura, adatta ad impieghi esterni. Lo strumento è alimentato direttamente da rete elettrica, 220 VAC, e presenta un consumo contenuto (80 W).

Analogamente al Palas Fidas, lo strumento è certificato per la misura in continuo e simultanea in aria ambiente delle frazioni PM10 e PM2.5, in accordo con le norme VDI 4202-1, VDI 4203-3, DIN EN 12341 (PM10), DIN EN 14907 (PM2.5) EN 16450: 2017, EN 15267-1, EN 15267-2.

## 4.3.2 Analizzatori di emissioni gassose

Il Laboratorio Mobile sarà inoltre equipaggiato con analizzatori delle emissioni gassose. Si tratterà di strumenti specializzati, ciascuno per una singola categoria di sostanze: ossidi di azoto, biossido di zolfo, BTEX e monossido di carbonio.

### 4.3.2.1 Thermo Scientific 42i

L'analizzatore Thermo Scientific modello 42i, utilizzato per la determinazione degli ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) è un singolo fotomoltiplicatore a camera singola. L'analizzatore dispone di uscite indipendenti per NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> e ciascuna di esse può essere calibrata separatamente. Se necessario, lo strumento può essere utilizzato in lettura continua in modalità di lettura per NO o NO<sub>x</sub> con tempi di risposta inferiori ai cinque secondi. Il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

Eventuali livelli di allarme sono impostabili per concentrazione. L'analizzatore può archiviare i dati in memoria interna od essere connesso a una rete per consentire l'accesso remoto ai dati di monitoraggio.

Tabella 14: Specifiche tecniche dell'analizzatore Thermo Scientific 42i.

| Thermo Scientific Model 42i NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> Analyzer |   |
|--|---|
| Specifications   |   |
| Preset ranges  | 0-0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 and 100 ppm;<br>0-0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 and 150 mg/m <sup>3</sup>                            |
| Custom ranges  | 0-0.05 to 100 ppm; 0-0.1 to 150 mg/m <sup>3</sup>   |
| Zero noise   | 0.20 ppb RMS (60 second averaging time)   |
| Lower detectable limit   | 0.40 ppb (60 second averaging time)   |
| Zero drift (24 hour)   | < 0.40 ppb  |
| Span drift (24 hour)   | +/- 1% full scale (24 hour)   |
| Response time  | 40 seconds (10 second average time)<br>80 seconds (80 second average time)<br>300 seconds (300 second average time)                                       |
| Precision  | +/- 0.4 ppb (500 ppb range)   |
| Sample flow rate   | 0.6 liters/min.   |
| Operating temperature  | 59°-95°F (15°- 35°C), safely operated 32°-113°F (0°-45°C)   |
| Power requirements   | 100 VAC, 115 VAC, 220-240 VAC +/-10% @ 300W   |
| Size and weight  | 16.75" (W) x 8.62" (H) x 23" (D), 55 lbs. (25 kg)   |
| Outputs  | Selectable voltage, RS232/RS485, TCP/IP, 10 status relays,<br>and power fail indication (standard), 0-20 or 4-20 mA isolated<br>current output (optional) |
| Inputs   | 16 Digital inputs (standard), 8 0-10 Vdc Analog inputs (optional)   |
| Approvals<br>and certifications  | U.S. EPA Reference Method: RFNA-1289-074; MCerts Certified:<br>MCO70093/00; EN14211: 936/21203248/C Report; NF Certificate: 05/01;<br>UKCA                |

### 4.3.2.2 Thermo Scientific 43i

Il Thermo Scientific Modello 43i, analizzatore di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) utilizza la tecnologia di fluorescenza ad impulsi per misurare la quantità di anidride solforosa nell'aria. La sorgente è una lampada UV a luce pulsata. Il principio del metodo prevede l'irradiazione dell'aria aspirata con impulsi di energia UV che eccitano le molecole di SO<sub>2</sub> presenti e viene misurata l'energia luminosa di decadimento energetico a 230 nanometri. Il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14212:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta".

Eventuali livelli di allarme sono impostabili per concentrazione. L'analizzatore può archiviare i dati in

memoria interna od essere connesso a una rete per consentire l'accesso remoto ai dati di monitoraggio.

Tabella 15: Specifiche tecniche dell'analizzatore Thermo Scientific 43i.

|   |   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
|---|---|---------------|---|-----------------|--|---------------|---|------------|--|------------------------|-----------|----------------------|-----------------|----------------------|--------------------|---------------|--|-----------|---|-----------|----------------------------|------------------|--|---------------|---|-----------------------|--|--------------------|--|-----------------|---|---------|---|--------|---|------------------------------|---|
|  | <p><b>Model 43i Sulfur Dioxide Analyzer</b></p> <p><b>Specifications</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Preset ranges</td> <td>0–0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, and 10 ppm, 0–0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, and 25 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Extended ranges</td> <td>0–0.05, 1, 2, 5, 10, 20, 50 and 100 ppm, 0–2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, and 250 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Custom ranges</td> <td>0–0.05 to 100 ppm, 0–0.2 to 250 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Zero noise</td> <td>1.0 ppb RMS (10 second averaging time), 0.5 ppb RMS (60 second averaging time), 0.25 ppb RMS (300 second averaging time)</td> </tr> <tr> <td>Lower detectable limit</td> <td>&lt; 0.5 ppb</td> </tr> <tr> <td>Zero drift (24 hour)</td> <td>Less than 1 ppb</td> </tr> <tr> <td>Span drift (24 hour)</td> <td>+/-0.5% full scale</td> </tr> <tr> <td>Response time</td> <td>&lt; 20 seconds (lag time) (60 second or less averaging time)<br/>&lt; 100 seconds (rise time)<br/>&lt; 100 seconds (fall time)</td> </tr> <tr> <td>Precision</td> <td>1% of reading or 1 ppb (whichever is greater)</td> </tr> <tr> <td>Linearity</td> <td>+/-1% full scale &lt; 100 ppm</td> </tr> <tr> <td>Sample flow rate</td> <td>0.5 liters/min. (standard) 1 liter/min. (optional)</td> </tr> <tr> <td>Interferences</td> <td>&lt; lower detectable limit except for the following:<br/>(EPA Levels) NO &lt; 3 ppb, M-Xylene &lt; 1 ppb, H<sub>2</sub>O &lt; 3% of reading</td> </tr> <tr> <td>Operating temperature</td> <td>Performance specifications based on operation within 68 °F – 86 °F (20 °C – 30 °C) range (per U.S. EPA guidelines). Instrument may be safely operated over the range of 32 °F – 113 °F (0 °C – 45 °C).</td> </tr> <tr> <td>Power requirements</td> <td>100 VAC, 115 VAC, 220-240 VAC +/-10% @ 165 W</td> </tr> <tr> <td>Size and weight</td> <td>16.75" (W) x 8.62" (H) x 23" (D), 48 lbs. (21.8 kg)</td> </tr> <tr> <td>Outputs</td> <td>Selectable voltage, RS232/RS485, TCP/IP, 10 status relays, and power fail indication (standard), 0–20 or 4–20 mA isolated current output (optional)</td> </tr> <tr> <td>Inputs</td> <td>16 digital inputs (standard), 8 0–10 Vdc analog inputs (optional)</td> </tr> <tr> <td>Approvals and certifications</td> <td>US EPA Equivalent Method: EQSA-0486-060<br/>MCERTS Certified: Sira MC070094/00<br/>EN14212: TÜV 936/21203248/D Report</td> </tr> </table> | Preset ranges | 0–0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, and 10 ppm, 0–0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, and 25 mg/m <sup>3</sup> | Extended ranges | 0–0.05, 1, 2, 5, 10, 20, 50 and 100 ppm, 0–2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, and 250 mg/m <sup>3</sup> | Custom ranges | 0–0.05 to 100 ppm, 0–0.2 to 250 mg/m <sup>3</sup> | Zero noise | 1.0 ppb RMS (10 second averaging time), 0.5 ppb RMS (60 second averaging time), 0.25 ppb RMS (300 second averaging time) | Lower detectable limit | < 0.5 ppb | Zero drift (24 hour) | Less than 1 ppb | Span drift (24 hour) | +/-0.5% full scale | Response time | < 20 seconds (lag time) (60 second or less averaging time)<br>< 100 seconds (rise time)<br>< 100 seconds (fall time) | Precision | 1% of reading or 1 ppb (whichever is greater) | Linearity | +/-1% full scale < 100 ppm | Sample flow rate | 0.5 liters/min. (standard) 1 liter/min. (optional) | Interferences | < lower detectable limit except for the following:<br>(EPA Levels) NO < 3 ppb, M-Xylene < 1 ppb, H <sub>2</sub> O < 3% of reading | Operating temperature | Performance specifications based on operation within 68 °F – 86 °F (20 °C – 30 °C) range (per U.S. EPA guidelines). Instrument may be safely operated over the range of 32 °F – 113 °F (0 °C – 45 °C). | Power requirements | 100 VAC, 115 VAC, 220-240 VAC +/-10% @ 165 W | Size and weight | 16.75" (W) x 8.62" (H) x 23" (D), 48 lbs. (21.8 kg) | Outputs | Selectable voltage, RS232/RS485, TCP/IP, 10 status relays, and power fail indication (standard), 0–20 or 4–20 mA isolated current output (optional) | Inputs | 16 digital inputs (standard), 8 0–10 Vdc analog inputs (optional) | Approvals and certifications | US EPA Equivalent Method: EQSA-0486-060<br>MCERTS Certified: Sira MC070094/00<br>EN14212: TÜV 936/21203248/D Report |
| Preset ranges   | 0–0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, and 10 ppm, 0–0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, and 25 mg/m <sup>3</sup>   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Extended ranges   | 0–0.05, 1, 2, 5, 10, 20, 50 and 100 ppm, 0–2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, and 250 mg/m <sup>3</sup>  |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Custom ranges   | 0–0.05 to 100 ppm, 0–0.2 to 250 mg/m <sup>3</sup>   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Zero noise  | 1.0 ppb RMS (10 second averaging time), 0.5 ppb RMS (60 second averaging time), 0.25 ppb RMS (300 second averaging time)  |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Lower detectable limit  | < 0.5 ppb   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Zero drift (24 hour)  | Less than 1 ppb   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Span drift (24 hour)  | +/-0.5% full scale  |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Response time   | < 20 seconds (lag time) (60 second or less averaging time)<br>< 100 seconds (rise time)<br>< 100 seconds (fall time)  |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Precision   | 1% of reading or 1 ppb (whichever is greater)   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Linearity   | +/-1% full scale < 100 ppm  |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Sample flow rate  | 0.5 liters/min. (standard) 1 liter/min. (optional)  |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Interferences   | < lower detectable limit except for the following:<br>(EPA Levels) NO < 3 ppb, M-Xylene < 1 ppb, H <sub>2</sub> O < 3% of reading   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Operating temperature   | Performance specifications based on operation within 68 °F – 86 °F (20 °C – 30 °C) range (per U.S. EPA guidelines). Instrument may be safely operated over the range of 32 °F – 113 °F (0 °C – 45 °C).  |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Power requirements  | 100 VAC, 115 VAC, 220-240 VAC +/-10% @ 165 W  |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Size and weight   | 16.75" (W) x 8.62" (H) x 23" (D), 48 lbs. (21.8 kg)   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Outputs   | Selectable voltage, RS232/RS485, TCP/IP, 10 status relays, and power fail indication (standard), 0–20 or 4–20 mA isolated current output (optional)   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Inputs  | 16 digital inputs (standard), 8 0–10 Vdc analog inputs (optional)   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |
| Approvals and certifications  | US EPA Equivalent Method: EQSA-0486-060<br>MCERTS Certified: Sira MC070094/00<br>EN14212: TÜV 936/21203248/D Report   |               |   |                 |  |               |   |            |  |                        |           |                      |                 |                      |                    |               |  |           |   |           |                            |                  |  |               |   |                       |  |                    |  |                 |   |         |   |        |   |                              |   |

#### 4.3.2.3 Thermo Scientific 48iQ

Il Thermo Scientific Modello 48iQ, analizzatore di monossido di carbonio (CO) è basato sul principio di assorbimento infrarosso del monossido di carbonio in maniera non dispersiva (NDIR), alla lunghezza d'onda di 4.6 um. In quanto l'assorbimento infrarosso non è una tecnica lineare, il dato misurato dallo strumento viene internamente riconvertito su scala lineare, fino ad un massimo di 10000 ppm. Il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14626:2012 "Aria ambiente – Metodo standard per la misura della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia infrarossa non dispersiva".

Eventuali livelli di allarme sono impostabili per concentrazione. L'analizzatore può archiviare i dati in memoria interna od essere connesso a una rete per consentire l'accesso remoto ai dati di monitoraggio.

Tabella 16: Specifiche tecniche dell'analizzatore Thermo Scientific 48iQ.

|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Thermo Scientific 48iQ Carbon Monoxide Analyzer</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Specifications</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Range</td> <td>0-10000 (ppm or mg/m<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td>Zero noise</td> <td>0.02 ppm RMS (30 second averaging time)</td> </tr> <tr> <td>Detection limit</td> <td>0.04 ppm (30 second averaging time)</td> </tr> <tr> <td>Zero drift</td> <td>&lt; 0.1 ppm (24 hour)</td> </tr> <tr> <td>Span drift</td> <td>±0.5% reading (24 hour)</td> </tr> <tr> <td>Response time</td> <td>60 seconds (30 second averaging time)</td> </tr> <tr> <td>Precision</td> <td>±0.1ppm</td> </tr> <tr> <td>Linearity</td> <td>±1% full scale ≤ 1000 ppm<br/>±2.5% full scale &gt; 1000 ppm</td> </tr> <tr> <td>Flow rate</td> <td>1.0 SLPM (1 atm inlet pressure)</td> </tr> <tr> <td>Operating temperature</td> <td>5-45°C (may be safely operated 0-45°C)</td> </tr> <tr> <td>Power requirements</td> <td>100-240 VAC 50/60Hz, 275 Watts</td> </tr> <tr> <td>Size and weight</td> <td>24 in (D) x 16.75 in (W) x 8.72 in (H), 34.3 lbs.<br/>609 mm (D) x 425.45 mm(W) x 221.48 mm (H), 15.6 kg</td> </tr> <tr> <td>Analog I/O</td> <td>4 Isolated voltage inputs 0-10 V<br/>6 Isolated analog voltages outputs, with 4 selectable ranges<br/>6 Isolated analog current outputs, with 2 selectable ranges</td> </tr> <tr> <td>Digital I/O</td> <td>16 Digital inputs (TTL)<br/>10 Digital reed relay contact outputs<br/>8 Solenoid driver outputs</td> </tr> <tr> <td>Serial Ports</td> <td>1 RS-232/485 port<br/>1 RS-485 external accessory port</td> </tr> <tr> <td>Other Ports</td> <td>3 Full speed USB ports (one in front, two in rear)<br/>1 Gigabit ethernet port</td> </tr> <tr> <td>Communication</td> <td>MODBUS, streaming</td> </tr> <tr> <td>Approvals and certifications</td> <td>CE, TUV-SUD Safety, US EPA: RFCA-0981-054, UKCA</td> </tr> </tbody> </table> | Thermo Scientific 48iQ Carbon Monoxide Analyzer |  | Specifications |  | Range | 0-10000 (ppm or mg/m <sup>3</sup> ) | Zero noise | 0.02 ppm RMS (30 second averaging time) | Detection limit | 0.04 ppm (30 second averaging time) | Zero drift | < 0.1 ppm (24 hour) | Span drift | ±0.5% reading (24 hour) | Response time | 60 seconds (30 second averaging time) | Precision | ±0.1ppm | Linearity | ±1% full scale ≤ 1000 ppm<br>±2.5% full scale > 1000 ppm | Flow rate | 1.0 SLPM (1 atm inlet pressure) | Operating temperature | 5-45°C (may be safely operated 0-45°C) | Power requirements | 100-240 VAC 50/60Hz, 275 Watts | Size and weight | 24 in (D) x 16.75 in (W) x 8.72 in (H), 34.3 lbs.<br>609 mm (D) x 425.45 mm(W) x 221.48 mm (H), 15.6 kg | Analog I/O | 4 Isolated voltage inputs 0-10 V<br>6 Isolated analog voltages outputs, with 4 selectable ranges<br>6 Isolated analog current outputs, with 2 selectable ranges | Digital I/O | 16 Digital inputs (TTL)<br>10 Digital reed relay contact outputs<br>8 Solenoid driver outputs | Serial Ports | 1 RS-232/485 port<br>1 RS-485 external accessory port | Other Ports | 3 Full speed USB ports (one in front, two in rear)<br>1 Gigabit ethernet port | Communication | MODBUS, streaming | Approvals and certifications | CE, TUV-SUD Safety, US EPA: RFCA-0981-054, UKCA |
|---|--|---|--|----------------|--|-------|-------------------------------------|------------|---|-----------------|-------------------------------------|------------|---------------------|------------|-------------------------|---------------|---------------------------------------|-----------|---------|-----------|--|-----------|---------------------------------|-----------------------|--|--------------------|--------------------------------|-----------------|---|------------|---|-------------|---|--------------|---|-------------|---|---------------|-------------------|------------------------------|---|
| Thermo Scientific 48iQ Carbon Monoxide Analyzer                                   |  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Specifications  |  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Range   | 0-10000 (ppm or mg/m <sup>3</sup> )  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Zero noise  | 0.02 ppm RMS (30 second averaging time)  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Detection limit   | 0.04 ppm (30 second averaging time)  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Zero drift  | < 0.1 ppm (24 hour)  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Span drift  | ±0.5% reading (24 hour)  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Response time   | 60 seconds (30 second averaging time)  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Precision   | ±0.1ppm  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Linearity   | ±1% full scale ≤ 1000 ppm<br>±2.5% full scale > 1000 ppm   |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Flow rate   | 1.0 SLPM (1 atm inlet pressure)  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Operating temperature   | 5-45°C (may be safely operated 0-45°C)   |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Power requirements  | 100-240 VAC 50/60Hz, 275 Watts   |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Size and weight   | 24 in (D) x 16.75 in (W) x 8.72 in (H), 34.3 lbs.<br>609 mm (D) x 425.45 mm(W) x 221.48 mm (H), 15.6 kg  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Analog I/O  | 4 Isolated voltage inputs 0-10 V<br>6 Isolated analog voltages outputs, with 4 selectable ranges<br>6 Isolated analog current outputs, with 2 selectable ranges  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Digital I/O   | 16 Digital inputs (TTL)<br>10 Digital reed relay contact outputs<br>8 Solenoid driver outputs  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Serial Ports  | 1 RS-232/485 port<br>1 RS-485 external accessory port  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Other Ports   | 3 Full speed USB ports (one in front, two in rear)<br>1 Gigabit ethernet port  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Communication   | MODBUS, streaming  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |
| Approvals and certifications  | CE, TUV-SUD Safety, US EPA: RFCA-0981-054, UKCA  |   |  |                |  |       |                                     |            |   |                 |                                     |            |                     |            |                         |               |                                       |           |         |           |  |           |                                 |                       |  |                    |                                |                 |   |            |   |             |   |              |   |             |   |               |                   |                              |   |

#### 4.3.2.4 GC 5000 BTX

L'analizzatore gas-cromatografico GC 5000 BTX è stato sviluppato per monitorare gli inquinanti organici in aria ambiente nel range C4-C12, analizza il Benzene in aria ambiente in accordo alle linee guida 2000/69/EC della Comunità Europea ed allo stesso tempo può analizzare altri idrocarburi aromatici, quali il Toluene, l'Ethylbenzene e lo Xilene; in accordo poi con le linee guida EU 2002/3/EC del 12 febbraio 2002, alle VDI 2100 ed alle linee guida EPA/600-R-98/161.

Le caratteristiche dell'analizzatore GC 5000 BTX uniscono una eccellente sensibilità analitica ad una robusta costruzione, dato essenziale per consentire una operatività continua ed automatica; il campionamento continuo dell'aria è eseguito da una pompa a membrana a bassa manutenzione, il campione è poi preconcentrato in un modulo di arricchimento a singolo stadio. Successivamente i componenti da analizzare sono trasferiti in una colonna di separazione che utilizza la tecnica del deassorbimento termico; in questo modo si raggiunge un limite inferiore di rilevabilità del Benzene ≤ 30 ppt. Il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 142662:2005 parti 1, 2 e 3 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzene.

Il volume dell'aria è misurato con precisione da un flussimetro massico e direttamente riferito alle condizioni standard per permettere una alta riproducibilità del campione anche in caso di fluttuazioni della pressione atmosferica e della temperatura ambiente.

Tabella 17: Specifiche tecniche dell'analizzatore GC 5000 BTX.

|   |  |
|---|--|
|  | <p><b>Caratteristiche tecniche</b></p> <p><b>Generali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenitore compatto per montaggio a rack 19"</li> <li>• Dimensioni: 6 U, profondità 600 mm</li> <li>• Peso: 33 Kg, circa</li> <li>• Temperatura di lavoro: 0° - 40°C</li> <li>• Umidità: 5% - 95% umidità relativa non condensante</li> <li>• Alimentazione: 220 V 50 Hz</li> <li>• Assorbimento: max. 80 Watt</li> </ul> <p><b>Gas di supporto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrier gas: N2 (min. 3 bar)</li> <li>• Gas di alimentazione: Aria di combustione, grado GC, min. 3 bar (solo per FID)<br/>H2, grado GC, min. 3 bar (solo per FID)</li> <li>• Controllo pressione: regolatore di pressione integrato, lettura elettronica della pressione del gas carrier, manometro per l'indicazione delle pressioni dei gas di alimentazione (solo per FID)</li> </ul> |
|---|--|

### 4.3.3 Meteorologia

Infine, tra la strumentazione del Laboratorio Mobile si annovera anche una stazione meteorologica, marca Orion MET3000. I dati ambientali sito-specifici per la postazione ATM\_01 saranno finalizzati all'interpretazione e corretta valutazione delle misurazioni e dei risultati analitici di monitoraggio. La centralina in parola comprende i sensori di cui al seguente schema.

I segnali provenienti da ciascun sensore sono trasmessi in modo analogico alla centralina dove avviene la successiva connessione, via interfaccia seriale RS232/USB, al sistema di acquisizione dati (datalogger) da cui i dati potranno essere acquisiti via software MET-SW.

Tabella 18: Specifiche tecniche della stazione meteo del Laboratorio Mobile.

|   |  |
|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sonda di temperatura (-40 / +60°C)</li> <li>Sensore per la determinazione dell'umidità (0-100% Rh)</li> <li>Sensore per la determinazione della pressione atmosferica (800-1100 hPa)</li> <li>Sonda per la determinazione della velocità vento (0-280Km/h)</li> <li>Sensore per la determinazione del grado pluviometrico (0-2000 mm/h)</li> <li>Banderuola per la determinazione della direzione vento (0-360°)</li> </ul> |
|---|--|

### 4.3.4 Campionamento attivo

Il campionamento delle polveri aerodisperse è funzionale alla successiva analisi in laboratorio per la ricerca di metalli e IPA come previsto dalla normativa di riferimento (Dlgs 155/2010). In particolare, è previsto l'impiego di campionatori attivi, ovvero capaci di instaurare un flusso d'aria regolarizzato tale da consentire la normalizzazione dei risultati analitici ai tempi di mediazione previsti (anno civile, giorni, eccetera). Per il presente PMAE si propone l'impiego del campionatore gravimetrico sequenziale Comde Derenda PNS 18T DM, da utilizzare in ATM\_01 in ciascuna campagna, assieme al Laboratorio Mobile, e in ATM\_02 e ATM\_03 nelle campagne previste.

#### 4.3.4.1 Comde Derenda PNS 18T DM

Si tratta di un campionatore gravimetrico sequenziale da esterni realizzato in piena conformità ai

requisiti della UNI EN 12341:2023 per il campionamento del particolato aerodisperso.

Il flusso d'aria in entrata viene forzato attraverso dei filtri di diametro 47 mm che trattengono il particolato, creando il campione che sarà poi prelevato e sottoposto ad analisi di laboratorio per la ricerca di metalli (As, Cd, Ni, Pb) e IPA (BaP) come da norma.

Il campionatore gravimetrico comprende un modulo sequenziale con magazzino (fino a 18 filtri) per la loro automatica sostituzione al termine del periodo programmato di esposizione (generalmente 24 ore). I filtri già usati (campioni) sono automaticamente messi in riserva.

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa EN 12341:2014 lo strumento è dotato di tubo di prelievo dell'aria incamiciato, con utilizzo dell'aria esterna di ventilazione, e sistema di raffreddamento a Peltier per il mantenimento della temperatura dei filtri campionati ad un valore prefissato.

Lo strumento è inoltre dotato di sensori esterni per la registrazione continua dei valori di temperatura e umidità relativa, i cui valori sono archiviati nella memoria SD interna. Il sensore è saldamente collegato all'unità mediante una staffa di montaggio. I dati ambientali misurati in continuo sono impiegati dal software interno per la modulazione del flusso d'aria forzata in entrata, affinché il mass flow rimanga costante al variare delle condizioni esterne. Il flusso dello strumento è automaticamente regolato tra 1 e 5.5 mc/h.

Tutta l'attrezzatura è ricompresa in una cabina in acciaio inox con serratura, adatta ad impieghi esterni. Lo strumento è alimentato direttamente da rete elettrica, 220 VAC, e presenta un consumo contenuto (500 W).

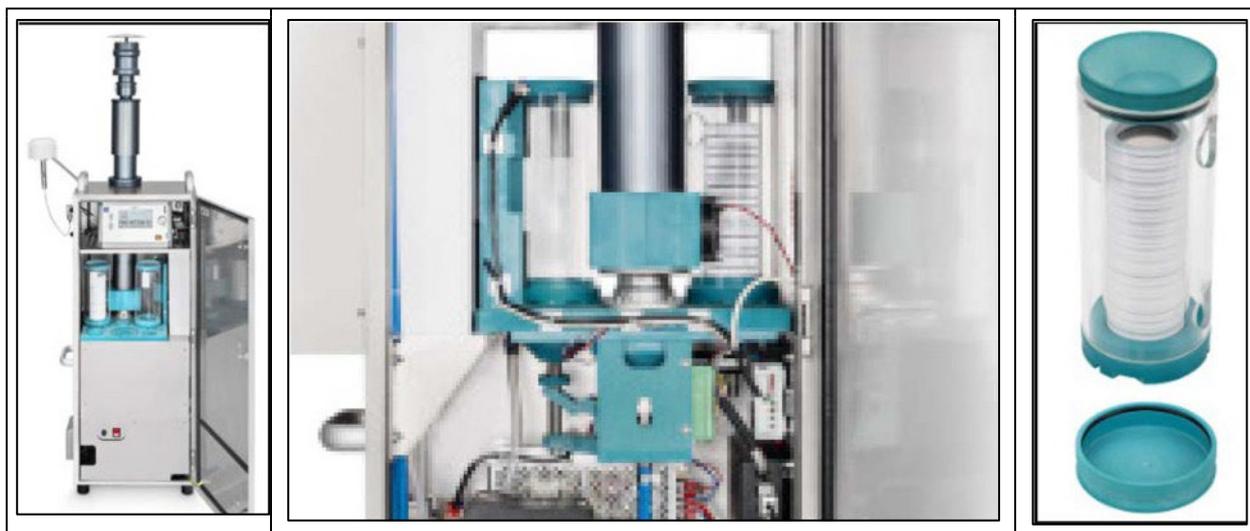


Figura 22 - Campionatore sequenziale Comde Derenda PNS 18T con dettaglio del modulo sequenziale e dei filtri.

### 4.3.5 Campionamento passivo

Oltre alle strumentazioni alimentate di cui alle pagine precedenti, il PMAE include anche la deposimetria passiva: i campionatori passivi non hanno consumi energetici, non comportano l'uso di pompe pesanti e ingombranti, non richiedono particolare sorveglianza o manutenzione, non producono rumore e sono idonei per ambienti potenzialmente infiammabili od esplosivi. In particolare, è proposto l'uso del deposimetro Depobulk per campionamento del materiale depositabile totale.

#### 4.3.5.1 Depobulk

I deposimetri “DEPOBULK” sono costituiti da una struttura in materiale polimerico ad alta resistenza, un tubo in materiale opaco il cui bordo superiore si trova all’altezza del bordo dell’imbuto.

Per minimizzare il riscaldamento del campione raccolto, il tubo è di colore chiaro e, tra il tubo e il sistema di raccolta in vetro, vi è un’intercapedine d’aria. Il tubo è munito di un anello esterno per la protezione da animali e, in particolare, per impedire agli uccelli di utilizzare come posatoio il bordo del campionatore. L’assemblaggio così costituito è fissato con due ganasce ad un palo zincato del diametro di 60 mm, facilmente collocabili nei diversi siti di campionamento previsti (terreni, terrazzi, strade, etc). Tramite struttura di sostegno, il deposimetro viene posizionato in modo che il bordo superiore dell’imbuto si trovi ad un’altezza di ca. 180 cm.

All’interno del deposimetro sono alloggiati una bottiglia ed un imbuto rimovibili e trasportabili in laboratorio. La struttura è composta da due pezzi collegati con cerniere per rendere più agevole la sostituzione della bottiglia di raccolta e dell’imbuto. L’area sottesa alla raccolta dei campioni è di 3.46 dmq. Il tempo di raccolta consigliata è di 15 giorni. Il campione prodotto sarà sottoposto ad una pesata di precisione per la determinazione delle polveri depositabili totali, che saranno espresse in mg/mq/gg.



Figura 23 - Deposimetro Depobulk.

#### 4.3.6 Riepilogo del monitoraggio dell'atmosfera

Tabella 19: Sinottico delle attività di monitoraggio atmosferico proposte.

| Categoria                       | Parametri d'interesse      | Postazioni  |
|---------------------------------|----------------------------|---|
| Analizzatori ottici particolato | PM2.5, PM10                | ATM_01 (Laboratorio Mobile)                                 |
| Analizzatori emissioni gassose  | NOx, SO2, CO, BTEX         | ATM_01 (Laboratorio Mobile)<br>+ Rete di Monitoraggio ARPAL |
| Campionatore attivo sequenziale | As, Cd, Pb, Ni, BaP        | ATM_01, ATM_02  |
| Campionatori passivi            | Solidi Depositabili Totali | ATM_01, ATM_03 + Rete di<br>Monitoraggio ARPAL              |

## 5 Piano di Monitoraggio Ambientale – Rumore

Il monitoraggio acustico sarà effettuato in quanto l'area di cantiere è ubicata in prossimità di aree a carattere residenziale, con la finalità di quantificare e tenere sotto controllo l'effettiva emissione sonora procedente dal cantiere e dai rispettivi mezzi d'opera per la salvaguardia della popolazione e dell'ambiente circostante, nel rispetto della normativa nazionale vigente in materia (Legge 447/1995 e successive).

È a seguire riportata, con finalità di inquadramento, un estratto dalla carta di classificazione acustica del territorio (classi determinate dal DPCM 14/11/1997), adottata con deliberazione del Consiglio Comunale n.99/1997, ed approvata dalla Provincia della Spezia con deliberazione della giunta provinciale n.376/1999., che è stato aggiornato ed adottato dal Consiglio Comunale, con deliberazione dell'Atto n.10/2022.

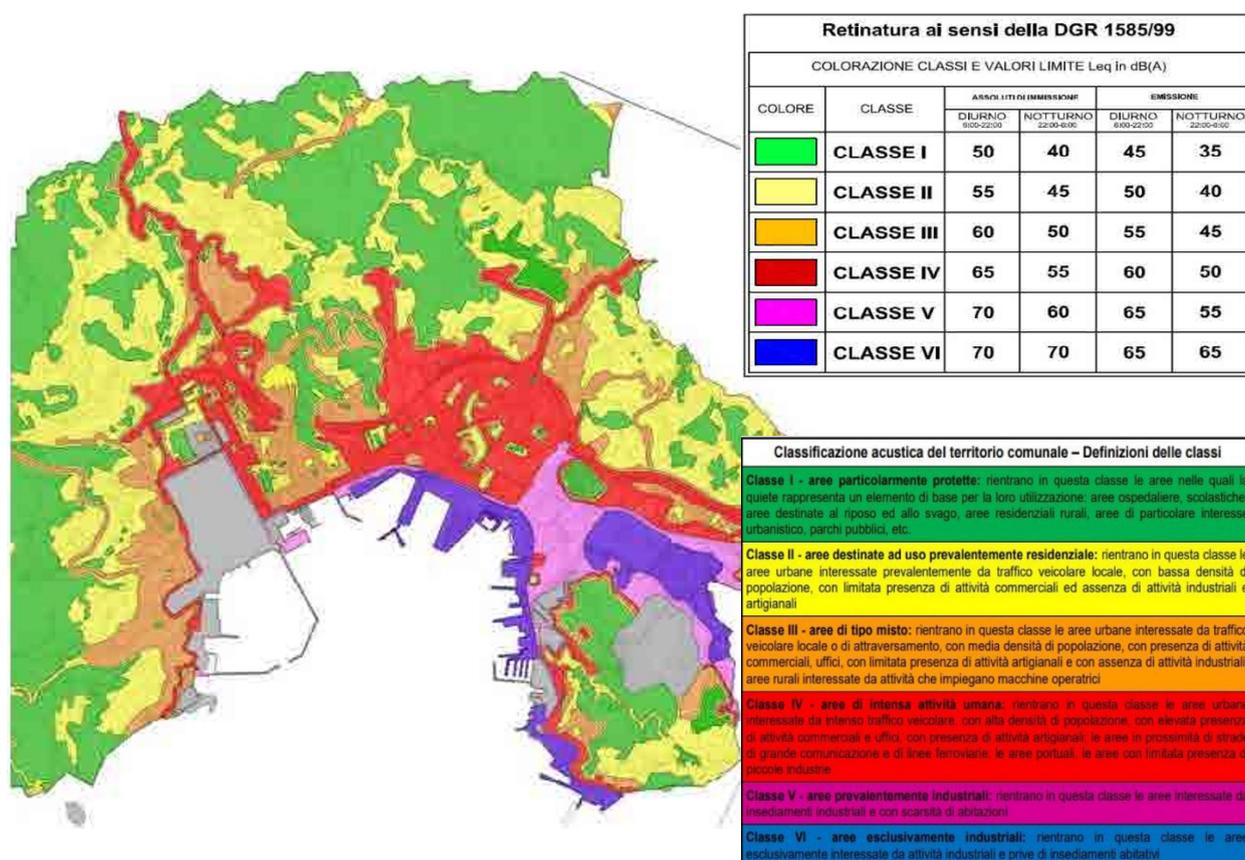


Figura 24 - Retinatura delle classi acustiche della Spezia.

I potenziali impatti del progetto sulla componente rumore ambientale sono già stati trattati all'interno dello Studio di Impatto Ambientale (SIA); è inoltre prevista la richiesta al Comune della Spezia di autorizzazione in deroga per lo svolgimento dei lavori.

Si fa comunque presente come gli impatti potenziali (così come gli eventuali esposti) di cui alla trattazione del SIA siano stati valutati prima dell'installazione, lungo tutto il perimetro dell'infrastruttura portuale, della barriera fonoassorbente permanente, la quale ha significativamente attutito la propagazione verso la città del rumore generato all'interno del Porto. Per ulteriori valutazioni in merito

si rimanda alla successiva Valutazione di Impatto Acustico di Cantiere (VIAC).

Il monitoraggio acustico di cui al presente capitolo è dunque volto a verificare lo stato di AO di tale componente e verificare l'assenza di contributi dal cantiere in fase CO tali da comportare superamenti delle soglie previste. Vista la natura intrinseca del monitoraggio acustico, i cui risultati vengono restituiti a valle di un monitoraggio con durate di più giorni, non risulta possibile l'applicazione di procedure di allerta. Resta inteso come, a seguito di eventuale individuazione di anomalie acustiche di comprovata origine dal cantiere, potrà conseguire la predisposizione di accorgimenti tesi a mitigarne la rumorosità.

## 5.1 Postazioni e frequenze di monitoraggio

Dalla carta riportata in precedenza è possibile evidenziare come le aree portuali ricadano in classe VI (aree esclusivamente industriali), mentre le aree retrostanti sono caratterizzate da classi diverse a seconda della destinazione d'uso: classe V e IV per le aree retroportuali e gli assi viari, e classe III o finanche II per altre aree contigue a queste ultime.

Il principale bersaglio ragionevolmente individuabile per i rilievi fonometrici in prossimità al cantiere è l'area di classe III (aree di tipo misto) corrispondente all'Istituto di Istruzione Superiore "Cappellini Sauro", bersaglio a cui è già stato fatto riferimento in monitoraggi acustici pregressi nell'area portuale.

Si propone poi l'integrazione di tale recettore principale, denominato RUM\_01, per mezzo di ulteriori n.2 postazioni, ovvero le medesime di cui al monitoraggio atmosferico: il Terminal Crociere (area in classe acustica V) e la Scuola Materna Statale retrostante la Darsena Pagliari (classe acustica II), qui denominati rispettivamente ATM\_02 e ATM\_03.

Tabella 20: Postazioni proposte per il monitoraggio del rumore e rispettiva ubicazione e distanza dal cantiere.

| Codice | Nome                   | Nord          | Est           | Distanza da cantiere |
|--------|------------------------|---------------|---------------|----------------------|
| RUM_01 | IIS Cappellini Sauro   | 44° 6' 40.29" | 9° 50' 11.64" | 450 m                |
| RUM_02 | Terminal Crociere      | 44° 6' 22.56" | 9° 49' 49.32" | 350 m                |
| RUM_03 | Scuola Materna Statale | 44° 6' 18.45" | 9° 51' 26.36" | 1950 m               |

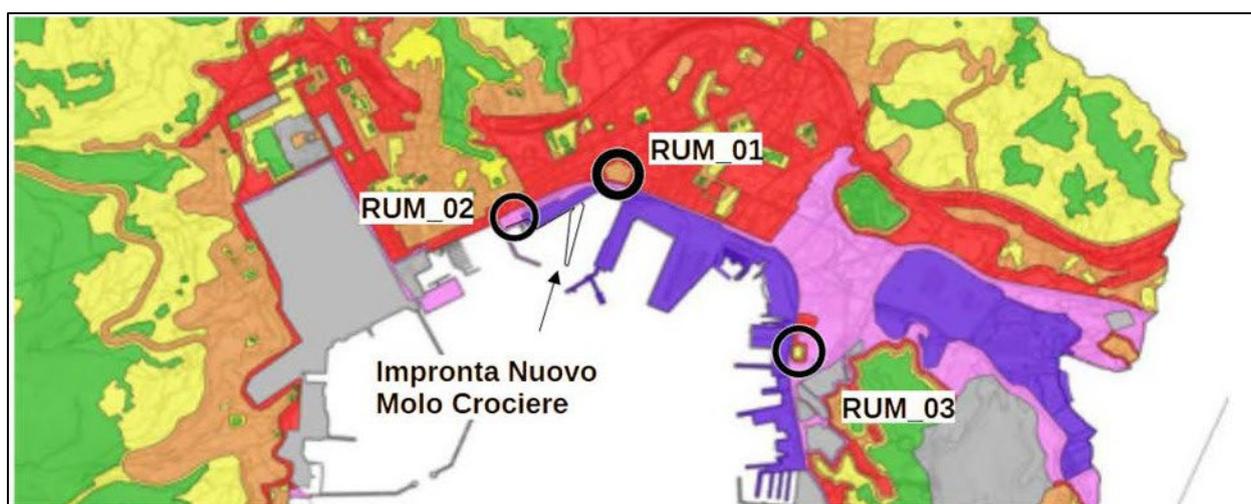


Figura 25 - Posizione delle stazioni di monitoraggio acustico rispetto alla zonizzazione.

In totale, saranno dunque n.3 le postazioni sulle quali si effettuerà il rilievo fonometrico, che

consisterà in campagne in modalità continua su 7 giorni al fine della verifica del rispetto dei valori di riferimento di cui alla normativa. In particolare, il monitoraggio nelle varie fasi si articolerà come segue:

- AO: n.1 campagna di 7 giorni;
- CO: campagne trimestrali di 7 giorni (previste n.8 campagne);
- PO: n.1 campagna di 7 giorni.

Sono in tutto previste n.11 campagne. I parametri acustici rilevati saranno i seguenti:

- livello acustico continuo equivalente LAeq ponderato nei tempi di riferimento diurno e notturno, su base settimanale e giornaliera;
- livelli acustici percentili LA1, LA5, LA10, LA50, LA90, LA95 relativi ai tempi di riferimento;
- livelli istantanei massimo (Lmax) e minimo (Lmin) con costante di tempo Fast (LAFmax, LAFmin).

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6-22 h) e notturno (22-6 h), su base settimanale e giornaliera, sarà ricavato in post-elaborazione, a seguito di mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato e degli eventi anomali.

Come espressamente richiesto da ARPAL inoltre, quanto sopra sarà integrato con monitoraggio in frequenza tramite acquisizione, in parallelo alle quantità a banda larga e ponderazione A di cui sopra, anche dei multispettri dei parametri sopra elencati (in banda 1/3 di ottava e ponderazione lineare, con baudrate di 1 minuto funzionale all'elaborazione).

La reportistica che sarà prodotta conterrà, oltre ai valori numerici sui tempi di riferimento, anche i tracciati di evoluzione temporale delle quantità in banda larga e ponderazione A e i sonogrammi per i livelli Leq e i percentili ritenuti più rappresentativi delle immissioni sonore indagate. Oltre all'elaborazione documentale, i dati grezzi di monitoraggio saranno forniti anche su foglio elettronico in formato csv (altri formati potranno essere emessi su richiesta degli Enti).

Segue una tabella riepilogativa delle campagne previste.

Tabella 21: Riepilogo delle frequenze di monitoraggio.

| Stazioni                   | AO               | CO                           | PO               |
|----------------------------|------------------|------------------------------|------------------|
| RUM_01<br>RUM_02<br>RUM_03 | Campagna di 7 gg | Campagne trimestrali di 7 gg | Campagna di 7 gg |

Per la valutazione dei dati della fase AO, che per le medesime cause di incompatibilità temporale di cui al monitoraggio della matrice atmosfera conterà di n.1 campagna, saranno integrati anche i dati relativi alle stazioni ATM\_01 e ATM\_03, in quanto recentemente oggetto di monitoraggio atmosferico e acustico svolto nelle medesime modalità in n.2 diverse campagne. In questo modo, integrando con i dati che saranno prodotti dall'ante operam del presente PMAE, saranno presenti n.3 diverse stagionalità, per una miglior rappresentatività del dato ottenuto. La documentazione sarà disponibile presso AdSPMLOr.

Per quanto infine riguarderà la fase PO, esso dovrà avvenire in presenza di navi da crociera

ormeggiate presso il Nuovo Molo dopo la sua ultimazione e messa in esercizio.

## 5.2 Attrezzature di monitoraggio

Il principale strumento impiegato per il monitoraggio acustico sarà il fonometro integratore di classe 1 marca Larson&Davis modello 831. La funzionalità di tale strumento sarà completata dalle seguenti attrezzature:

- box per misure fonometriche in esterno con batteria;
- microfono da esterno con tripode ad estensione telescopica;
- calibratore microfonico di precisione Larson&Davis CA250.

Successivamente alle misure, la grande mole di dati acquisita sarà elaborata tramite l'apposito software di riferimento, Noise&VibrationWorks, per il calcolo dei parametri acustici di cui sopra.

### 5.2.1 Fonometro Larson&Davis 831

Il fonometro integratore Larson&Davis modello 831 è un dispositivo elettroacustico che misura il livello di pressione sonora e restituisce, tramite conversione per mezzo di un apposito trasduttore, il valore del livello di rumore percepito, questo strumento di misura reagisce al suono in modo simile a quanto fa l'orecchio umano restituendo un valore di intensità acustica, ovvero, il decibel (dB).

I fonometri di classe 1, ovvero utilizzabili ai fini delle valutazioni del rispetto dei limiti acustici di legge, devono essere sottoposti periodicamente a revisione e taratura da tecnici autorizzati. Come da normativa europea IEC 60651, questo strumento deve avere una pertinenza di 0.7 dB rispetto ad un segnale noto.



Figura 26 - Strumentazione fonometrica e attrezzatura di corredo.

Lo strumento L&D 831 è certificato secondo le seguenti normative: IEC 61672-1:2013, fonometro integratore di classe 1; IEC 60942-2017 Class 1 compliant; ANSI S1.4, fonometro integratore di classe 1; ANSI S1.40, Class 1 compliant; ANSI S1.43 Classe 1 fonometro integratore di classe 1. Lo strumento è inoltre sottoposto a taratura annuale presso centro riconosciuto LAT di Accredia.

Presso ogni postazione saranno registrati i valori della cronologia temporale (time history) con frequenza di 1 secondo. Ogni rilievo sarà condotto con metodologia in accordo al DM Ambiente del 16/03/1998, ovvero sarà effettuato in assenza di precipitazioni atmosferiche, di neve al suolo, di nebbia

e di vento (velocità < 5 m/s). Il microfono, munito di cuffia antivento, sarà posizionato su stativo telescopico a 4 m dal piano campagna ovvero in posizione significativa per valutare l'impatto presso il ricettore considerato. Nel caso di edifici con facciata a filo sede stradale, il microfono verrà collocato a 1 metro dalla facciata. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono verrà collocato nell'interno dello spazio fruibile a non meno di 1 metro dalla facciata dell'edificio.

La strumentazione di misura utilizzata dovrà essere conforme agli standard previsti dal D.M. Ambiente del 16/03/1998 per la misura del rumore ambientale e dovrà essere sottoposta a periodica taratura così come indicato nella normativa vigente. La strumentazione verrà calibrata prima e dopo ogni ciclo di misura. I report relativi ad ogni indagine acustica dovranno sempre essere a firma di un tecnico competente in acustica ex L. 447/95, regolarmente iscritto all'elenco nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica.