



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico Orientale
Porti di Trieste e Monfalcone

PROGETTO AdSP n° 1949

Componenti di intervento nel progetto di ammodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII nel porto di Trieste

CIG: 9192064b2b - CUP: C94E21000270001

PROGETTISTA:



F&M Ingegneria Spa
Via Belvedere 8/10
30035 - Mirano (VE)



Haskoning-DHV Nederland B.V
P.O. Box 1132
3800 BC Amersfoort
The Netherlands



HMR srl
Piazzale della Stazione 7
35131 - Padova (PD)



SQS srl
Viale della Terza Armata 7
34123 - Trieste (TS)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Eric Marcone

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

NOME FILE: 1949_PFTE_L0_AMB_r003_18_01

SCALA: -

TITOLO ELABORATO:

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

ELABORATO:

L0_AMB_r003

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	07/06/2023	RISCONTRO OSSERVAZIONI REG_PROT-0008501	V.R.	C.G.A.	T.T.
00	05/05/2023	PRIMA EMISSIONE PER COMMENTI	V.R.	C.G.A.	T.T.



Sommario

1	PREMESSA	3
2	FASI OPERATIVE	5
2.1	INTRODUZIONE	5
2.2	INTERVENTI DI PROGETTO	5
2.2.1	Interventi di ripristino strutturale	6
2.2.2	Adeguamento del sistema di trattamento delle acque	7
2.2.3	Impianti elettrici	8
2.2.4	Prolungamento delle vie di corsa delle gru RMG	8
3	PROGRAMMA DI MONITORAGGIO	10
3.1	MATRICI CONSIDERATE	10
3.2	ARTICOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	10
3.3	ACQUE MARINE-COSTIERE E ECOSISTEMA MARINO	11
3.3.1	Parametri da monitorare	14
3.3.1.1	<i>Parametri chimico-fisici</i>	14
3.3.1.2	<i>Caratterizzazione chimica della colonna d'acqua</i>	16
3.3.1.3	<i>Analisi ecotossicologiche in colonna d'acqua</i>	21
3.3.1.4	<i>Analisi biologiche in colonna d'acqua</i>	21
3.3.1.5	<i>Biocenosi marine</i>	22
3.3.1.5.1	<i>Macrozoobenthos</i>	22
3.3.1.5.2	<i>Fanerogame</i>	23
3.3.2	Programmazione temporale	24
3.3.2.1	<i>Ante operam</i>	24
3.3.2.2	<i>Corso d'opera</i>	26
3.3.2.3	<i>Post operam</i>	29
3.4	REPORTING	31
3.4.1	Aspetti generali.....	31



3.4.2	Modalità di gestione e rappresentazione dei risultati.....	31
4	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	33

Indice delle figure

Figura 1: vista dall'alto della banchina del molo VII	4
Figura 2: planimetria delle piastre prefabbricate con indicazione del periodo di realizzazione.....	5
Figura 2.3 – Individuazione delle zone di ubicazione delle due coppie di rotaie per gru RMG	9
Figura 4 Posizione delle boe/stazioni di monitoraggio previste dal PMI e possibile posizione della stazione aggiuntiva BM_M7_1, a ridosso della banchina esistente più vicina all'area di cantiere	13
Figura 5 Posizionamento delle sonde per la rilevazione della torbidità all'interno dell'area di cantiere e della boa previste dal presente PMA.	14
Figura 6 Mappa dell'area di studio con le stazioni di campionamento per il macrozoobenthos e i transetti per le fanerogame	23

Indice delle tabelle

Tabella 1- Coordinate delle boe/stazioni di monitoraggio come previsto nel PMI	12
Tabella 2 - Specifiche della strumentazione per allestire la boa/stazione di monitoraggio	15
Tabella 3 –Analiti di riferimento, metodiche e unità di misura (U.M.) per la ricerca degli inquinanti in colonna d'acqua.....	16
Tabella 4 – Elenco analiti da ricercare per il calcolo dell'indice di TRIX	20
Tabella 5 Attività dell'ante operam realizzate e specificazione se le attività sono in capo a PMI o al presente PMA	25
Tabella 6 Attività previste durante la fase di corso d'opera per il PMI e, in grassetto, per il PMA.....	27
Tabella 7 Attività previste durante la fase post operam previste e specificazione se le attività sono in capo a PMI o al presente PMA.....	30



1 PREMESSA

Il progetto delle opere di piano del Piano Regolatore del Porto di Trieste è articolato secondo le seguenti opere a mare o “opere di grande infrastrutturazione”:

- Ampliamento Molo Bersaglieri;
- Unione Moli V e VI;
- Ampliamento Molo VII;
- Realizzazione della Piattaforma a Nord del Molo VII;
- Realizzazione del nuovo Molo VIII;
- Banchinamento delle sponde del Canale Industriale;
- Realizzazione del Terminal Ro-Ro Noghère.

Il presente progetto riguarda la realizzazione di una serie di interventi di ammodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII del Porto di Trieste.

Il completamento del molo VII di Trieste nella sua attuale configurazione è un'opera inserita nel vigente PRP di Trieste, come previsto dal Decreto VIA VAS n. 173 del 07/08/2015 “Molo VII – completamento”.

Il completamento del molo VII, inteso come prolungamento del molo, è tassativamente subordinato alla manutenzione straordinaria dell'esistente struttura del molo VII del porto di Trieste di cui al presente progetto (progetto AdSP n.1949).

Ai sensi del succitato decreto, art. 1, sez. A, comma 8, si ritiene che l'intervento di manutenzione previsto dal progetto, rientri nella verifica di ottemperanza prevista per le nuove opere. Per pronta disponibilità si riporta il riferimento testuale del comma 8: *“i progetti esecutivi delle restanti opere di grande infrastrutturazione dovranno essere inviati al MATTM e alla Regione FVG, prima dell'inizio dei lavori, ai fini del riscontro della compatibilità del progetto con le previsioni del PRP e con i criteri realizzativi, modalità di cantiere, quantità dei materiali, fasi costruttive, lavorazioni, tipologie costruttive e tempi di realizzazione, previsti nei progetti presentati nell'ambito delle integrazioni del Piano del 2014, per la verifica di ottemperanza da parte del MATTM, sentita la Regione FVG”*. Sarà quindi attivata presso il MASE la verifica di ottemperanza del progetto.

La banchina si sviluppa con una soluzione “a giorno” per circa 367.000 m² su una pianta prevalentemente rettangolare con lati di 400 m x 765 m con una appendice lato terra ed è costituita da un impalcato a piastre nervate prefabbricate e supportate da pali di grande diametro posti su una maglia di 9,90 m x 9,90 m.

Gli interventi sono resi necessari a seguito dei fenomeni di degrado delle parti in calcestruzzo armato normale e precompresso (corrosione di armature, distacco di copriferri...) verificatisi negli anni anche a causa dell'esposizione della struttura in ambiente marino, fortemente aggressivo per la presenza di cloruri.

Gli interventi sono finalizzati a ripristinare le originarie prestazioni strutturali in termini di resistenza, funzionalità e durabilità; non si prevede un rinforzo delle strutture.

Gli interventi previsti nel presente progetto sono complementari al progetto di “Terminal Container Molo VII – Allungamento 100 m” nel Porto di Trieste, in capo al terminalista, che prevede sostanzialmente un



prolungamento della banchina con una parte aggiuntiva avente superficie di 100x140 m in direzione ovest (testata del Molo VII).

Con Decreto VIA n. 173 del 7/08/2015, è stata determinata la compatibilità ambientale del Piano Regolatore Portuale di Trieste; l'intervento in oggetto è conforme al Piano Regolatore Portuale e pertanto in tema di monitoraggio ambientale si applica il Piano di Monitoraggio Ambientale approvato con il suddetto decreto.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale dell' "Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste" è redatto in conformità al Piano di Monitoraggio Integrato VIA-VAS (elaborato PMI rev.03 del febbraio 2018) del Piano Regolatore del Porto di Trieste, predisposto in seguito al recepimento della richiesta di integrazioni dello Studio Ambientale Integrato (SAI) del Piano formulata dal Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

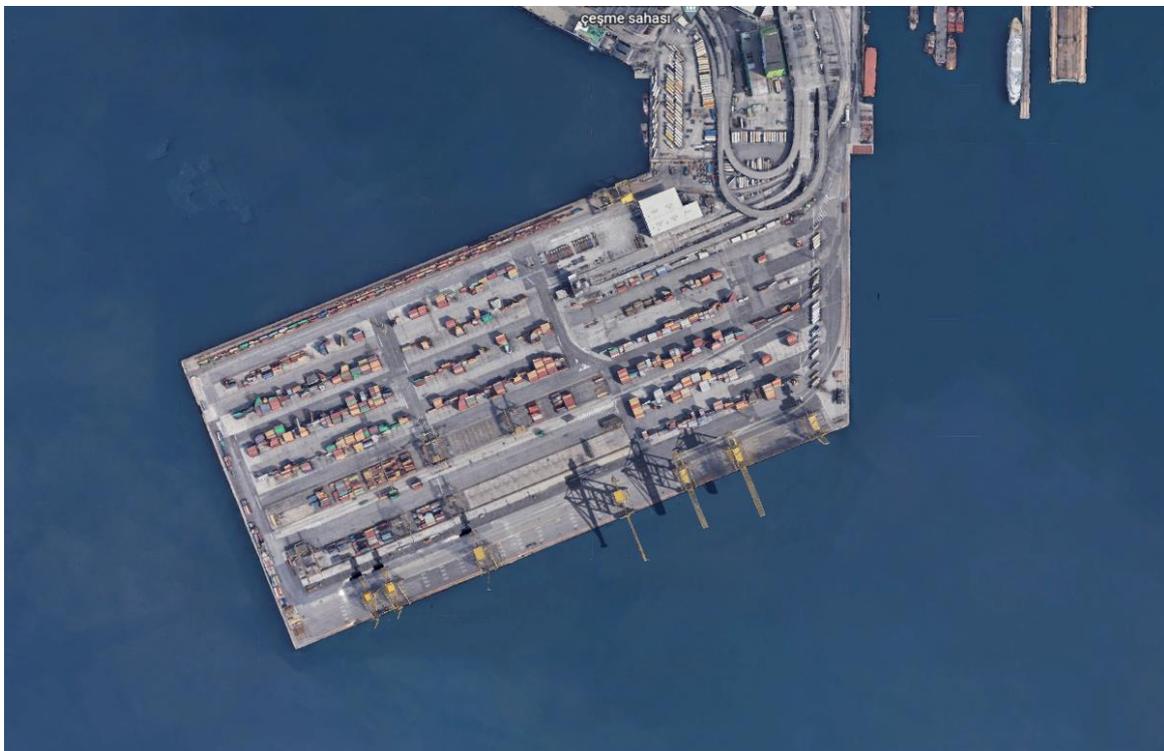


Figura 1: vista dall'alto della banchina del molo VII



2 FASI OPERATIVE

2.1 Introduzione

La costruzione del Molo VII risale agli anni che vanno dal 1964 al 1971; già in fase di ultimazione dei lavori, si andava configurando la specializzazione dell'opera quale terminal per containers. Pertanto, a partire dal 1984, è stato realizzato un ampliamento per circa 150 m di larghezza e 800 m di lunghezza, in accostamento al lato sud, completando anche la viabilità di accesso al molo.

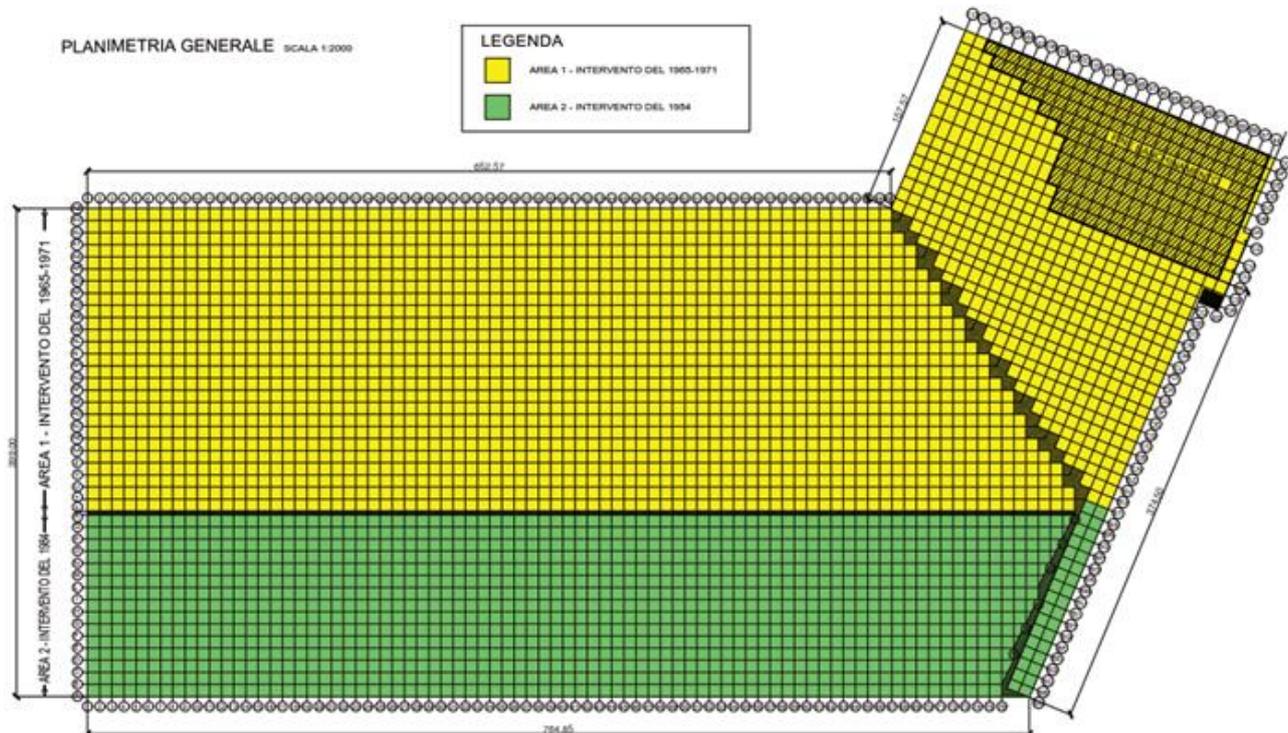


Figura 2: planimetria delle piastre prefabbricate con indicazione del periodo di realizzazione

La struttura, pur non evidenziando criticità evidenti, richiede la realizzazione di interventi di ripristino strutturale al fine di garantire la piena funzionalità anche negli anni a venire.

2.2 Interventi di progetto

Gli interventi previsti dal progetto sono descritti dalle seguenti attività:

1. Interventi di ripristino strutturale;
2. Adeguamento del sistema di trattamento delle acque meteoriche;
3. Ammodernamento della rete elettrica;
4. Prolungamento delle vie di corsa delle gru RMG.



Nel seguito viene fornita una breve descrizione delle suddette attività.

2.2.1 Interventi di ripristino strutturale

Gli interventi tipologici previsti sono calibrati in funzione della gravità del degrado, e si basano sostanzialmente sulle seguenti fasi:

- preparazione superficiale mediante martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del copriferro;
- idropulizia finalizzata a rimuovere qualsiasi traccia di sporco e difetti minori e a preparare le superfici all'applicazione del trattamento protettivo di impermeabilizzazione;
- idroscarifica del calcestruzzo ammalorato ed in fase di distacco (circa 3 cm per l'idroscarifica leggera e 5 cm per quella profonda o comunque fino a completa rimozione del calcestruzzo degradato);
- passivazione dei ferri di armatura scoperti o messi a nudo dalle demolizioni;
- ricostruzione del copriferro mediante malta tissotropica a ritiro compensato;
- applicazione generalizzata del trattamento protettivo finale di impermeabilizzazione.

Più in particolare, si individuano 3 livelli di interventi in funzione del livello di degrado:

- **Tipo 1**, essenzialmente di tipo preventivo / protettivo, applicato su tutte le superfici, comprese le zone non degradate, costituito da:
 - Idropulitura della superficie dell'intera piastra;
 - Impermeabilizzazione della superficie mediante malta cementizia bicomponente elastica.
- **Tipo 2**, applicabile alle zone degradate ma senza significative perdite di sezione resistente dell'armatura, costituito da:
 - Martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del copriferro;
 - Idroscarifica leggera localizzata del copriferro (circa 3 cm o comunque fino a completa rimozione del calcestruzzo degradato) in prossimità delle zone ammalorate;
 - Rimozione totale dai ferri d'armatura dell'eventuale ruggine presente;
 - Ciclo di passivazione delle barre d'armatura esposte e ripristino del copriferro.
- **Tipo 3**, applicabile alle zone in cui è necessario ripristinare la capacità portante dell'elemento strutturale parzialmente compromessa dalla perdita di sezione resistente delle armature corrose:
 - Martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del copriferro;
 - Idroscarifica profonda localizzata del copriferro (circa 5 cm o comunque fino a completa rimozione del calcestruzzo degradato) in prossimità delle zone ammalorate;
 - Rimozione totale dai ferri d'armatura dell'eventuale ruggine presente;



- Applicazione primo strato di malta tixotropica e contestuale trattamento dei ferri di armatura (passivazione), mediante utilizzo di malta tixotropica;
- Posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza e ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio;
- Esecuzione secondo strato di malta tixotropica;
- Ripristino del copriferro mediante geomalta minerale certificata.

Per tutte le tipologie di intervento dal tipo 1 al tipo 3 si prevede di adottare i seguenti provvedimenti:

- 1) Utilizzo di sistemi di ventilazione per dissolvere la nube di acqua nebulizzata derivante dalle lavorazioni di idropulizia e idroscarifica visti gli spazi di lavoro confinati.
- 2) Utilizzo, quando possibile, di sistemi semi-automatici per l'idropulizia e l'idroscarifica al fine di ottimizzare sia i tempi che il risultato finale delle lavorazioni.

Il contesto di intervento si presenta con condizioni operative difficoltose conseguenti alla ristrettezza degli spazi sotto impalcato (caratteristiche geometriche illustrate nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_t002_07) e alle condizioni derivanti dal moto ondoso e dalle maree.

Si utilizzeranno piattaforme di lavoro galleggianti, illustrate nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_t010_07. In particolare, i mezzi dovranno essere dotati di teli per la raccolta del materiale demolito e dell'acqua derivante dalle operazioni di idropulizia e idroscarifica che dovranno essere poi portate a smaltimento / trattamento.

L'area di cantiere sotto impalcato è suddivisa in 45 fasi per aree di estensione pari a circa 7x11 piastre (70 x 110 m) con almeno n. 2 passi uomo per area. Si prevede che siano presenti due cantieri contemporanei e che le piattaforme di lavoro possano lavorare, secondo necessità, su entrambe le aree.

Si procede in sequenza con 3 squadre (una per idropulizia e idroscarifica, una per ripristini e una per l'impermeabilizzazione) che procedono circa alla stessa velocità. Si rimanda all'elaborato 1949_PFTE_L0_SIC_t001_14 per le specifiche su aree di cantiere.

2.2.2 Adeguamento del sistema di trattamento delle acque

L'analisi relativa alla più corretta gestione delle acque meteoriche ha i seguenti assunti di base:

- La presenza di diverse aree funzionali del terminal;
- La geometria della struttura e la disponibilità di spazi: si tratta di terminal esistente con intradosso della struttura posto a quota +0,76 m s.m.m e con una pavimentazione al di sopra della struttura portante dell'impalcato di spessore utile pari a 40 cm in cui poter collocare cavi e opere d'arte.

Le interlocuzioni con il Servizio gestione risorse idriche della Regione Friuli-Venezia Giulia hanno portato alla condivisione del seguente approccio metodologico:

- Le aree di deposito dei container non saranno soggette a trattamento acque assumendo che esse siano per tipologia costruttiva esenti da rilasci significativi;



- Le aree a parcheggio seguiranno gli stessi criteri delle aree di deposito dei container;
- La viabilità stradale fra gli impilamenti dei container, la fascia della banchina, il deposito carburante e l'area di rifornimento vanno trattati alla stregua della viabilità ordinaria, prevedendo specifico sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche;

La soluzione adottata per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento dalle aree di viabilità (e assimilabili) prevede l'utilizzo di un sistema di raccolta delle acque tramite canalette dotate di un sistema di filtrazione che consente il trattamento in continuo ed il successivo recapito diretto a mare.

La posizione delle canalette è stata individuata tenendo conto di:

- Dimensionamento idraulico in relazione alla superficie delle aree da servire;
- Cavidotti e sottoservizi presenti;
- nuove linee elettriche;
- Allungamento delle vie di corsa (e conseguente revisione del layout di banchina).

Il rifacimento del sistema di raccolta delle acque meteoriche comporta anche il rifacimento della pavimentazione (primi 5 cm) nelle porzioni di competenza delle canalette al fine di agevolare il deflusso delle acque verso il sistema di raccolta.

2.2.3 Impianti elettrici

L'esigenza di movimentare i container secondo criteri di velocità, innovazione, affidabilità ed efficienza impone una riorganizzazione delle aree operative del terminal.

Tale esigenza comporta una serie di interventi atti a rendere funzionale il piazzale operativo quali principalmente: adeguamento della sottostazione principale, smantellamento di una cabina secondaria interferente con l'allungamento delle vie di corsa delle GRU e l'adeguamento delle altre 5 cabine elettriche secondarie esistenti al fine di servire le gru di piazzale aggiuntive, collegamenti elettrici di media tensione e telematici per ricomporre i nuovi anelli tra le cabine elettriche oltre ai collegamenti con le gru Ship To Shore (STS), creazione dei punti fissi, collegamenti in bassa tensione e rete telematica agli edifici.

2.2.4 Prolungamento delle vie di corsa delle gru RMG

Il prolungamento delle travi porta rotaia per gru RMG riguarda le due coppie di rotaie individuate Figura 2.3.:

- Allineamenti a sud denominati B5001 e B5002 – riquadro azzurro
- Allineamenti a nord denominati B7001 e B7002 – riquadro rosso

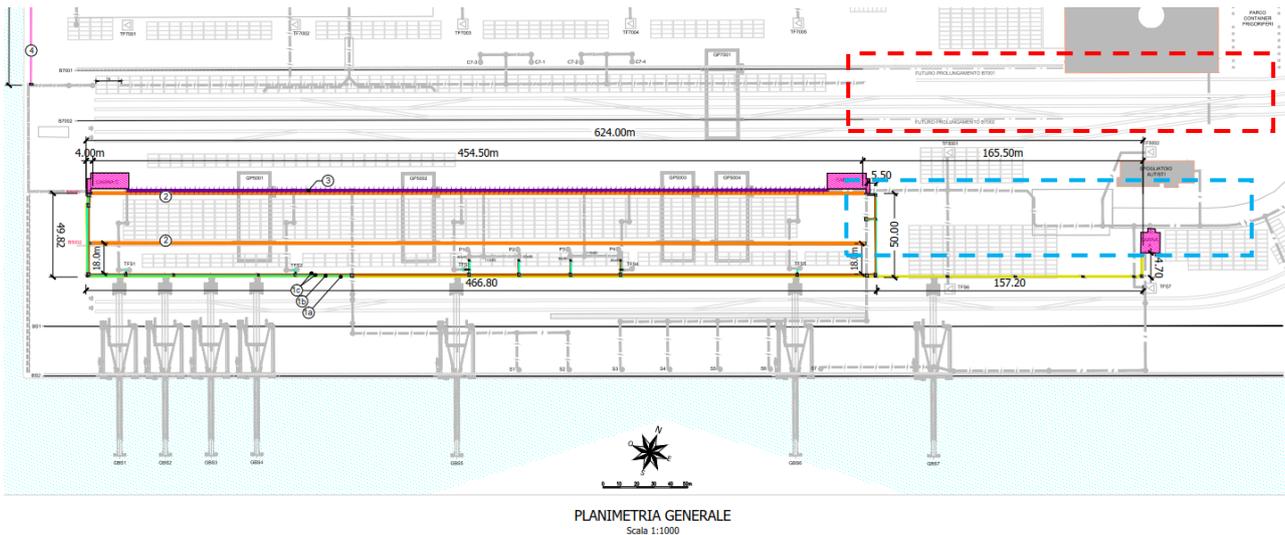


Figura 2.3 – Individuazione delle zone di ubicazione delle due coppie di rotaie per RMG

La conformazione geometrica e costruttiva della banchina esistente condiziona in maniera decisiva gli interventi possibili per rendere adatto l'impalcato a supportare i carichi delle ruote delle gru; pertanto, il progetto di prolungamento ripropone, con i necessari adattamenti, le stesse soluzioni tecniche che caratterizzano le travi porta rotaie attuali.



3 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

3.1 Matrici considerate

La componente ambientale oggetto di monitoraggio è costituita dalle acque marino-costiere ed ecosistema marino, potenzialmente impattate dalle attività di ripristino strutturale del molo. Non si ritiene necessario monitorare nel presente PMA altre componenti ambientali (ad es. rumore/atmosfera) per la tipologia di intervento previsto, dato che il ripristino strutturale, attività maggiormente impattante tra quelle previste dal progetto, si colloca per lo più sotto banchina. Gli interventi sulla rete elettrica e la ripavimentazione del molo VII sono interventi manutentivi che non si ritiene necessitino di monitoraggi ad hoc, ed inoltre dati di rumore e qualità dell'aria verranno monitorati complessivamente nell'ambito del PMI del Porto, con stazioni di misura ubicate presso i ricettori sensibili (anche attigui all'area del Molo VII).

Un utile punto di riferimento è costituito dalla rete di monitoraggio esistente nel territorio, in carico a vari Enti preposti (ARPA FVG, Osservatorio Meteo Regionale del FVG, etc), specialmente per le componenti ambientali atmosfera, meteo e rumore, ma anche per la qualità delle acque marine nell'area vasta.

3.2 Articolazione delle attività di monitoraggio ambientale

La rete di monitoraggio da realizzare deve sempre rispondere ai seguenti requisiti fondamentali:

- modularità e flessibilità, per consentire di modificare e/o ampliare la configurazione iniziale senza particolari problemi tecnici; il montaggio e lo spostamento degli strumenti deve avvenire con operazioni semplici effettuabili da un unico operatore;
- base tecnologica comune a tutte le stazioni di campionamento costituenti la rete al fine di uniformare sia le tecniche di acquisizione dati che le precisioni sulle misure eseguite dai sensori
- affidabilità ed efficienza; la gestione degli apparati deve rispondere a criteri di economicità, proprio per garantire la validità dei dati acquisiti nel tempo con personale di gestione limitato; l'assistenza tecnica diretta, hardware e software, deve essere tempestiva e immediata; gli strumenti devono poter essere controllati in modo remoto.

Il monitoraggio si articolerà in tre fasi distinte:

a) Monitoraggio ante-operam (AO)

- Si conclude prima dell'inizio della realizzazione dell'opera ed ha lo scopo di verificare lo stato di fatto nonché di rappresentare la situazione di partenza da confrontare con i successivi rilevamenti per valutare gli effetti indotti dagli interventi.
- Le attività previste dal PMI sulla componente acque marine-costiere sono state eseguite e completate e costituiscono riferimento valido per la fase ante-operam su tale componente del presente PMA.



b) Monitoraggio in corso d'opera (CO)

- Comprende il periodo di realizzazione dell'opera, o dall'apertura del cantiere fino allo smantellamento dello stesso ed al ripristino dei luoghi.

c) Monitoraggio post-operam (PO)

- vengono previsti al termine delle attività di cantiere per controllare i livelli di ammissibilità dei valori degli indicatori misurati e per verificare l'efficacia delle misure di mitigazione e compensazione eventualmente adottate.

3.3 Acque marine-costiere e ecosistema marino

Il presente capitolo del PMA, specifico per gli interventi di ripristino del Molo VII e finalizzato al controllo dell'impatto in mare specificatamente prodotto dal ripristino della suddetta opera, è stato redatto in conformità ai seguenti Piani approvati da ARPA FVG:

- Piano di Monitoraggio Integrato VIA-VAS (PMI) del nuovo PRP – Rev. 3, agg. al 16/02/2018;
- Piano di Monitoraggio Ambientale del progetto definitivo relativo agli “Interventi di ampliamento alla radice del molo VI”, Rev. 04, agg. al 27/07/2018.

Come prescritto al punto 9 del parere ministeriale di compatibilità ambientale delle opere previste dal “Piano Regolatore Portuale di Trieste” (Decreto VIA-VAS n. 173/2015):

*“9. contestualmente al progetto esecutivo di ciascuna opera dovrà essere presentata al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare una relazione con i risultati dei monitoraggi ambientali sino ad allora effettuati e la ripetizione delle modellazioni condotte, indirizzate alla verifica del raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati dal PRP, **nonché l'apposito piano di monitoraggio, come concordato con l'ARPA Friuli Venezia Giulia per la singola opera o cumulo di opere qualora vengano realizzate nello stesso periodo temporale**”.*

L'articolazione temporale del monitoraggio integrato VIA-VAS è stata delineata tenendo conto delle modalità attuative dell'Aggiornamento del 2014 del Piano Regolatore Portuale del porto di Trieste che, in merito alle ipotesi sulla realizzabilità delle opere di grande infrastrutturazione nel tempo, delinea due Scenari previsionali:

- lo Scenario di breve periodo, al 2020, cui corrisponde un assetto infrastrutturale definito da una parte delle opere previste;
- lo Scenario di lungo periodo, presumibilmente al 2030, cui corrisponde l'assetto infrastrutturale di tutte le opere a mare previste dal Piano.

L'assetto funzionale del Porto nella configurazione di breve periodo si concretizza sostanzialmente in un potenziamento della funzione commerciale.

Il presente capitolo del PMA è elaborato tenendo conto della normativa vigente (D.Lgs. 152/2006; DM 56/2009; DM 260/2010; DM 172/2016) ed intende integrare e fornire ulteriori elementi di conoscenza, in riferimento ai dati già raccolti e gestiti da ARPA Friuli-Venezia Giulia/AdSP MAO. A tale scopo, le metodiche ed i protocolli che



saranno adottati, in considerazione delle condizioni operative dell'intervento in oggetto, saranno condivisi ed eventualmente aggiornati sulla base delle indicazioni fornite da ARPA FVG.

Al fine di assicurare l'uniformità delle misure rilevate nelle diverse fasi del PMA per i rilievi, si raccomanda il ricorso a metodologie univoche e prestabilite al fine di garantire il confronto dei controlli svolti nel corso delle varie fasi temporali e nelle diverse aree ed assicurare la riproducibilità e l'attendibilità delle misure effettuate.

Durante la realizzazione dei lavori previsti per il ripristino strutturale del Molo VII, le attività interessate dai controlli della qualità delle acque marine riguardano le operazioni di scarificazione della piattaforma che potrebbero avere impatti sulle acque marine.

Durante questa attività, quindi, saranno verificate le eventuali alterazioni del comparto acque ed ecosistema marino nello specchio d'acqua interessato dall'area di intervento secondo le modalità descritte nel presente piano ed in accordo con quanto previsto nel PMI.

Il **Piano di Monitoraggio Integrato VIA-VAS** del Piano Regolatore Portuale di Trieste, nell'ambito del comparto "Ambiente idrico-Acque marine costiere", prevede:

- il **monitoraggio ante-operam**, finalizzato alla raccolta dei dati utili a definire i valori di fondo della torbidità, in corrispondenza di due stazioni fisse: la boa BM2 (di fronte al futuro Molo VIII) e la boa BM4 (esterna alla diga foranea), ognuna attrezzata con correntometro, torbidimetro e sonda multiparametrica alla quota di -3 m s.l.m.;
- il **monitoraggio in operam** in corrispondenza di quattro stazioni fisse: BM1 (interna alla diga foranea), BM2 (di fronte al futuro Molo VIII), BM3 (di fronte al canale industriale) e BM4 (esterna alla diga foranea), ognuna attrezzata con un correntometro e un torbidimetro alla quota di -3 m s.l.m., e con tre sonde multiparametriche alle quote di -0.5 m e -3 m s.l.m. e a +2 m dal fondo;
- il **monitoraggio post operam** in corrispondenza di quattro stazioni fisse: BM1 (interna alla diga foranea), BM2 (di fronte al futuro Molo VIII), BM3 (di fronte al canale industriale) e BM4 (esterna alla diga foranea), ognuna attrezzata con un correntometro e un torbidimetro alla quota di -3 m s.l.m., e con tre sonde multiparametriche alle quote di -0.5 m e -3 m s.l.m. e a +2 m dal fondo.

Come indicato nel PMI, le boe di monitoraggio sono posizionate approssimativamente alle coordinate indicate in Tabella 1 ed in funzione delle condizioni locali rilevate all'atto dell'installazione.

Tabella 1- Coordinate delle boe/stazioni di monitoraggio come previsto nel PMI

BOA DI MONITORAGGIO	EST	NORD
BM1	2421629.6850 m	5054317.1290 m
BM2	2423283.0280 m	5052007.0410 m
BM3	2424998.2990 m	5050838.6120 m
BM4	2421577.3830 m	5055120.5400 m

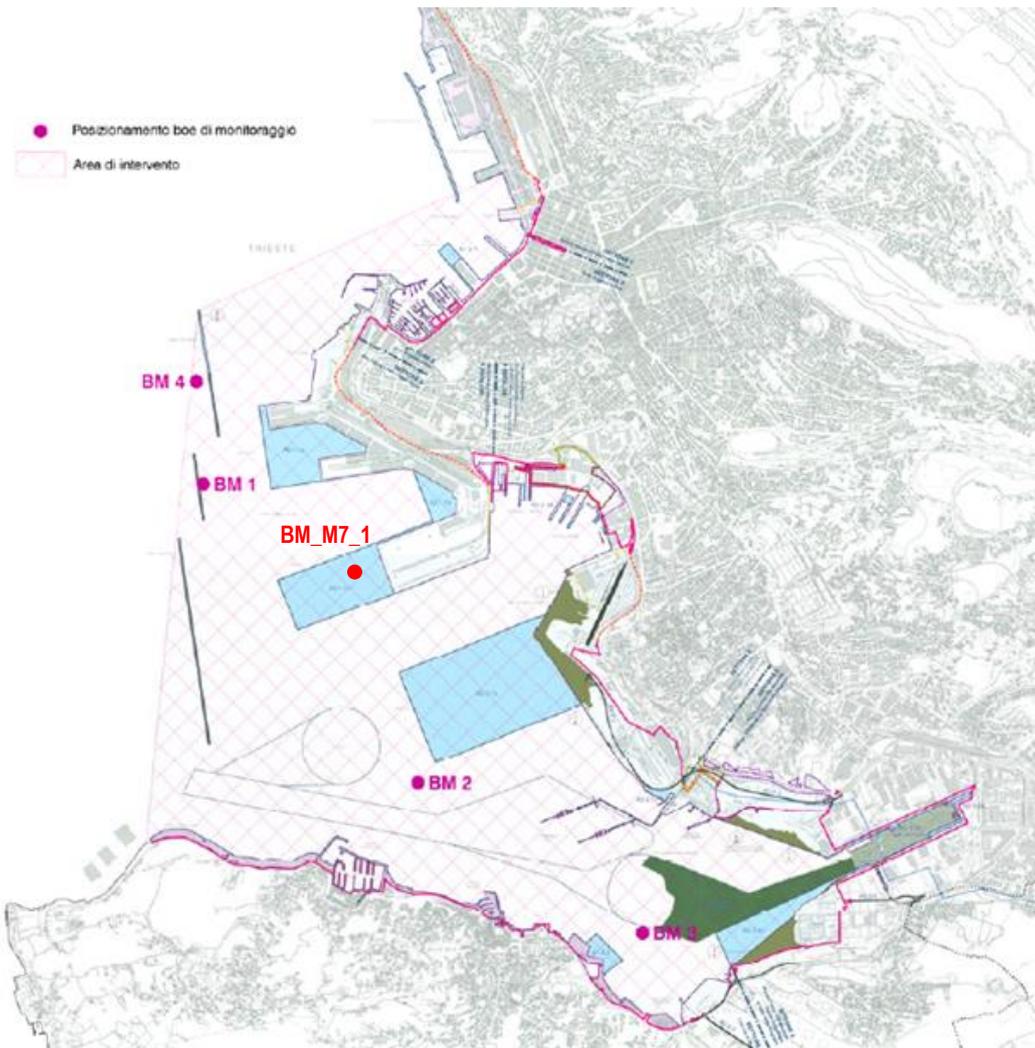


Figura 4 Posizione delle boe/stazioni di monitoraggio previste dal PMI e possibile posizione della stazione aggiuntiva BM_M7_1, a ridosso della banchina esistente più vicina all'area di cantiere

Nel presente PMA, durante la fase in operam, si prevede l'allestimento di un'ulteriore stazione (BM_M7_1) a ridosso della banchina esistente più vicina al cantiere, equipaggiata con un torbidimetro e una sonda multiparametrica (Figura 4).

Verranno inoltre installate tre sonde per la misurazione della torbidità anche internamente all'area di cantiere (intesa sempre come l'area definita dal filo banchina). La torbidità sarà monitorata in continuo e i dati saranno scaricati settimanalmente. Le relative sonde sono state indicate con le etichette Tor1, Tor2, Tor3 (vedi Figura 5). Quest'ultime verranno attivate in modo alternato in funzione dell'esecuzione dei lavori di ripristino strutturale del molo VII.



Figura 5 Posizionamento delle sonde per la rilevazione della torbidità all'interno dell'area di cantiere e della boa previste dal presente PMA.

Di seguito si riportano i parametri chimici, fisici e biologici che si propone di indagare nel presente PMA, ed inoltre si forniscono le descrizioni anche in forma tabellare (numero stazioni, frequenza rilievi per parametro) delle attività previste nelle tre fasi di monitoraggio.

3.3.1 Parametri da monitorare

Al fine di garantire un rappresentativo confronto dei dati, nell'ambito del presente PMA, si confermano le metodologie di monitoraggio e campionamento della colonna d'acqua già previste nell'ambito dei Piani di Monitoraggio valutati ed approvati da ARPA FVG con parere n. 4847/P/GEN/PRA_VAL del 13.02.2018 (PMI VIA-VAS e PMA del Molo VI).

Il monitoraggio della qualità delle acque marine sarà eseguito mediante campagne di misura in continuo per i parametri chimico-fisici e con campagne di prelievo della colonna d'acqua nelle vicinanze dell'area di intervento, ossia in prossimità della stazione di monitoraggio prevista nell'ambito del presente PMA (BOA BM_M7_1). I dati saranno anche confrontati con quanto monitorato dalle 4 boe nell'ambito del PMI.

3.3.1.1 Parametri chimico-fisici

Il presente PMA prevede la misura in continuo dei seguenti parametri chimico-fisici mediante la strumentazione installata nelle stazioni di monitoraggio previste:



- Dati di torbidità mediante torbidimetro;
- Dati di Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Torbidità e Clorofilla mediante sonda multiparametrica.

I dati rilevati dalle tre sonde per la misura della torbidità (Tor1, Tor2 e Tor3), installate nei pressi della banchina del Molo VII, saranno registrati in continuo e scaricati dai data logger di acquisizione con cadenza settimanale mediante un sistema di comunicazione wireless. Le letture delle sonde di torbidità dovranno avvenire con frequenze diverse in funzione delle attività in corso; in particolare, nel periodo iniziale di ogni attività che possa causare risospensione dei sedimenti, le letture dovranno essere almeno 2v/d, per poi diradarsi quando il sistema sarà a regime.

I dati rilevati dai sensori della sonda multiparametrica e dal torbidimetro, installati nella Boa BM_M7_1, saranno scaricati dai data logger di acquisizione con cadenza giornaliera mediante un sistema di comunicazione wireless.

La strumentazione utilizzabile per le misure on site potrà avere le caratteristiche di cui alla tabella che segue o simili.

Tabella 2 - Specifiche della strumentazione per allestire la boa/stazione di monitoraggio

Parametri	Campo di misura	Precisione	Risoluzione
Temperatura	-5...50°C	+/-0.1°C	0.01°C
Conducibilità	0...200 mS	+/-1 µS (0...200 µS) +/-0.5% (>200µS)	0.001 mS
Salinità	0...70	+/-0.2 (0...16) +/-0.8% (>16)	0.01
Ossigeno (amperometrico)	0...40 mg/L	+/-0.5% del valore di fine campo scala	0.01 mg/L
Ossigeno (ottico)	0...25 mg/L (a 25°C, 1013 hPa) 0...40 mg/L (a 3°C, 1013 hPa)	+/-0.2 mg/L (0...2 mg/L) +/-1% del valore (>2mg/L)	0.001 mg/L
pH	0...14	+/-0.1 pH	0.01 pH
Redox	-1200 mV...1200 mV	+/-10 mV	0.1 mV
Clorofilla a (ottico)	0.03...500 µg/L Chla	+/-0.1 µg/L (0...3 µg/L)	0.01 µg/L
Torbidità (ottico)	0...1000 NTU	+/-0.3 NTU (0...10 NTU) +/-3% (>10 NTU)	0.01 NTU

La strumentazione di misura sarà sottoposta ad operazioni di manutenzione e taratura di tutti i sensori con frequenza mensile o ogni qual volta si verificheranno malfunzionamenti o restituzione di dati anomali. Sarà cura di un professionista abilitato (chimico, biologo marino) certificare le avvenute operazioni di taratura ed il buon funzionamento della strumentazione.

I dati raccolti serviranno a contestualizzare le misurazioni effettuate in funzione delle lavorazioni, del traffico navale e delle correnti marine.

Similmente a quanto approvato nel PMA del progetto definitivo relativo agli "Interventi di ampliamento alla radice del molo VI", Rev. 04, agg. al 27/07/2018, il parametro solidi sospesi sarà espresso come unità NTU/FTU



attraverso misure con il sensore di fluorescenza della sonda. Si assume che la soglia di attenzione sia pari a quella definita per le altre opere di piano e pari a 10 NTU . Al superamento di tale soglia di attenzione i lavori del cantiere devono essere sospesi fino al recupero di valori inferiori alle soglie.

3.3.1.2 Caratterizzazione chimica della colonna d'acqua

Coerentemente a quanto già in esecuzione nell'ambito del PMI, i campionamenti delle acque di mare in prossimità della boa BM_M7_1 saranno finalizzati a definire le concentrazioni dei seguenti parametri:

- Azoto Totale Disciolto (Ntot), Fosforo Totale (Ptot), Clorofilla a;
- Metalli, solventi organici, idrocarburi, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) ed altri contaminanti (Tabella 3).

Per la valutazione di Ntot, Ptot, Clorofilla a, i prelievi saranno eseguiti alla profondità di - 3 m. Mentre i contaminanti elencati in Tabella 3 saranno campionati alla quota di installazione della sonda multiparametrica nella boa. Si prevede quindi il campionamento in una singola quota.

Tutte le determinazioni di cui sopra saranno eseguite sul campione tal quale senza sottoporlo ad operazioni di filtrazione in campo ad eccezione dell'aliquota destinata alla determinazione dei metalli per i quali si procederà alla filtrazione in loco con filtri usa e getta in esteri misti di cellulosa di porosità 0.45 µm.

Tabella 3 –Analiti di riferimento, metodiche e unità di misura (U.M.) per la ricerca degli inquinanti in colonna d'acqua

Analita	Metodo proposto	U.M.
Arsenico	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Cadmio	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Rame	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Piombo	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Mercurio	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Nichel	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Zinco	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Antimonio	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Berillio	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Vanadio	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Stagno	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Alluminio	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Ferro	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Cromo TOT	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	µg/L
Cromo VI	EPA 7199 1996	µg/L
Idrocarburi Totali	APAT CNR IRSA 5160 B1 Man 29 2003	mg/L
Amianto	DM 06/09/1994 GU SO n.220 20/09/1994 All 1B + DM 06/09/1994 GU CO n.220 20/09/1994 All 2B	presenza/assenza
Azinfos Etili	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L



Azinfos Metile	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Bentazone	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
2-Cloroanilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
3-Cloroanilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
4-Cloroanilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Clorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
2-Clorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
3-Clorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
4-Clorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
1-Cloro-2-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
1-Cloro-3-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
1-Cloro-4-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Cloronitrotolueni	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
2-Clorotoluene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
3-Clorotoluene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
4-Clorotoluene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Demeton	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
3,4-Dicloroanilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
1,2-Diclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
1,3-Diclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
1,4-Diclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
2,4-Diclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Diclorvos	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Dimetoato	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Eptaclor	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Fenitrotion	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Fention	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Linuron	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Malation	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
MCPA	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Mecoprop	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Metamidofos	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Mevinfos	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Ometoato	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Ossidemeton-Metile	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Paration Etile	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Paration Metile	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L



Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C2006	µg/L
1,1,1-Tricloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C2006	µg/L
2,4,5-Triclorofenolo	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C2006	µg/L
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C2006	µg/L
Dibutilstagno (DBT)	UNI EN ISO 17353:2006	µg/L
Diottilstagno (DOT)	UNI EN ISO 17353:2006	µg/L
Monooiltstagno (MOT)	UNI EN ISO 17353:2006	µg/L
Tributilstagno (TBT)	UNI EN ISO 17353:2006	µg/L
Tricicloesilstagno (TCyT)	UNI EN ISO 17353:2006	µg/L
Trifenilstagno (TPhT)	UNI EN ISO 17353:2006	µg/L
m-xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C2006	µg/L
o-xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C2006	µg/L
p-xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C2006	µg/L
Pesticidi clorurati	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Acenaftene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Acenaftilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Anatracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Benzo(a) antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Benzo(a)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Benzo (b) fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Benzo (e) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Benzo (K) fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Benzo (j) fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Benzo (g,h,i) perilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Dibenzo (a,h) antracete	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Fenantrene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Fluorene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Indene (1,2,3-c,d) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Naftalene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Alacloro	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Atrazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Benzene	UNI EN ISO 15680:2005	µg/L
Difenileteri bromurati	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2017	µg/L
Cloroalcani C10-C38	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2017	µg/L
Clorfenvinfos	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L



Clorpirifos	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
1,2- Dicloroetano	UNI EN ISO 15680:2005	µg/L
Diclorometano	UNI EN ISO 15680:2005	µg/L
Di(2-etilesi)ftalato (DEHP)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Diuron	UNI EN ISO 15662:2009	µg/L
Endosulfan	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Esaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Esaclorbutadiene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Isoproturon	UNI EN ISO 15662:2009	µg/L
Nonilfenoli (4-nonifenolo)	EPA 525.2 1995	µg/L
Ottilfenoli	EPA 525.2 1995	µg/L
Pentaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Pentaclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Simazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Triclorobenzeni	UNI EN ISO 15680:2005	µg/L
Triclorometano	UNI EN ISO 15680:2005	µg/L
Trifluralin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Dicofol	UNI EN ISO 15662:2009	µg/L
Acido perfluorottansolfonico e suoi Sali (PFOS)	EPA 537 2009	µg/L
Chinossifes	UNI EN 15662:2009	µg/L
Diossine e composti diossina simili	EPA 1613 B 1994	µg/L
Aclonifen	UNI EN ISO 15662:2009	µg/L
Bifenox	UNI EN ISO 15662:2009	µg/L
Cibutrina	UNI EN ISO 15662:2009	µg/L
Cipermetrina	UNI EN ISO 15662:2009	µg/L
Diclorvos	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L
Esabromociclododecano	UNI EN ISO 15662:2009	µg/L
Terbutrina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2014	µg/L

La Tabella 4 –riassume gli analiti da ricercare, il metodo analitico e l'unità di misura da impiegare per ogni parametro che concorre al calcolo dell'indice di TRIx, con il quale viene definito il grado di trofia ed il livello di produttività delle acque marino costiere secondo la seguente equazione:

$$TRIX = [\log(Chla \times OD\% \times DIN \times P_{tot}) - (-1,5)] / 1,2$$

dove:

Chla = clorofilla (a) espressa in µg/l;



$OD\%$ = ossigeno disciolto, espresso in percentuale come variazione in valore assoluto dalla saturazione;

DIN = Ntot, sommatoria delle specie azotate disciolte (ammoniaca, nitriti e nitrati) espresse in $\mu\text{g/L}$;

$Ptot$ = Fosforo totale espresso in $\mu\text{g/L}$.

L'indice comprende tutti i fattori nutrizionali che concorrono alla biomassa algale e tiene conto anche dell'aumento della biomassa stessa.

Tabella 4 – Elenco analiti da ricercare per il calcolo dell'indice di TRIX

Analita	Metodo proposto	U.M.
Clorofilla a	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003); Metodologie analitiche di riferimento-scheda 2 + APAT CNR IRSA 9020 Man 292 003	$\mu\text{g/L}$
Ossigeno disciolto	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003); Metodologie analitiche di riferimento-scheda 2	%
Ntot	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003); Metodologie analitiche di riferimento-scheda 9	$\mu\text{g/L}$
Ptot	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003); Metodologie analitiche di riferimento-scheda 9	$\mu\text{g/L}$

In merito alle modalità di campionamento, i campioni vanno prelevati mediante l'utilizzo di una bottiglia Niskin, o altro sistema in grado di raccogliere campioni di acque a determinate profondità. Si tratta di uno strumento cilindrico dotato di due aperture, una superiore e una inferiore, e di un meccanismo che gli permette di rimanere aperto durante la calata in acqua. La bottiglia, legata a un cavo di diametro variabile, viene calata aperta. Una volta raggiunta la profondità richiesta, la sua chiusura viene effettuata tramite l'invio, lungo il cavo, di un messaggero (costituito da un cilindro metallico) che urta l'estremo superiore di un meccanismo il quale, sganciandosi, provoca la chiusura della bottiglia. Il prelievo dei campioni per l'analisi dei vari parametri va effettuato direttamente dalla bottiglia Niskin nel più breve tempo possibile. Ogni recipiente di conservazione deve essere sciacquato almeno due volte con l'acqua della bottiglia di campionamento. I campioni così raccolti vengono posti all'interno di idonei contenitori di raccolta seguendo lo schema previsto dalle metodiche APAT CNR IRSA 1030 e 6010 Man 29 2003 e trasportati in laboratorio all'interno di frigoriferi di trasporto o mediante l'utilizzo di box con all'interno ghiaccio sintetico o ghiaccio secco.



3.3.1.3 *Analisi ecotossicologiche in colonna d'acqua*

I monitoraggi previsti per l'ante operam del PMI sono stati eseguiti da AdSP MAO tramite due campagne nei giorni 26.03.2019 e 02.09.2019.

In corso d'opera, come per le analisi chimiche, i prelievi avverranno nell'area di cantiere nel punto di installazione della boa, in concomitanza con eventi in cui si superino le soglie di attenzione della sonda per almeno due volte nell'arco della stessa giornata lavorativa e, in qualsiasi caso, ogni tre mesi.

Fenomeni di tossicità causati dalla fuoriuscita di sostanze inquinanti dalle navi in transito o dalle lavorazioni in corso, saranno valutati tramite test ecotossicologici. Contestualmente ai prelievi di acqua per le determinazioni chimiche e degli inquinanti, nelle stazioni di monitoraggio saranno prelevati campioni per effettuare saggi biologici di tossicità acuta e cronica mediante test di spermotossicità ed embriotossicità con il riccio di mare *Paracentrotus lividus* e inibizione della crescita algale con *Phaeodactylum tricorutum*. Potranno essere utilizzati saggi ecotossicologici alternativi, purché in grado di dare risposte equivalenti, con particolare riferimento ai saggi ecotossicologici previsti dal Manuale ISPRA 67/2011 "Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti di acque salate e salmastre".

Tali campioni vanno prelevati alla quota superficiale (-0.5 m s.l.m.) con le frequenze previste indicate al §3.3.3.

3.3.1.4 *Analisi biologiche in colonna d'acqua*

La comunità planctonica può fornire risposte non immediate, ma gradualmente nel tempo, sulle conseguenze a lungo termine sui livelli superiori della rete trofica pelagica del bacino interessato. Il PMI prevede uno specifico monitoraggio dedicato allo studio della comunità planctonica presente nelle acque costiere in prossimità della zona di attività, con particolare riferimento al fitoplancton e allo zooplancton.

In particolare, il monitoraggio dei popolamenti nano e microfitoplanctonici prevede lo svolgimento delle seguenti attività:

- prelievi, mediante bottiglie Niskin a due quote (a -3 m s.l.m. e a +2 m dal fondo) lungo la colonna d'acqua in corrispondenza delle due boe di monitoraggio della fase di ante operam e in corrispondenza delle quattro boe di monitoraggio nella fase di corso e post operam, per la raccolta dei campioni necessari alla determinazione della densità cellulare e della composizione tassonomica;
- prelievi, tramite retini con porosità da 20 micron alla quota di -3 m s.l.m. ed in prossimità del fondale lungo la verticale in corrispondenza delle due boe di monitoraggio della fase di ante operam e in corrispondenza delle quattro boe di monitoraggio nella fase di corso e post operam, per la valutazione della diversità delle comunità del microfitoplancton.

Il monitoraggio dei popolamenti zooplanctonici prevede invece pescate con retini da plancton per la valutazione della diversità delle comunità di mero- e oloplancton lungo profili verticali in corrispondenza sempre dei due punti di monitoraggio della fase di ante operam e dei quattro previsti in corso e post operam.

I monitoraggi previsti per l'ante operam del PMI sono stati eseguiti attraverso due campagne nei giorni



26.03.2019 e 02.09.2019.

Si ritiene che anche per le attività nell'ambito del presente progetto, siano sufficienti i dati raccolti o che saranno raccolti per la fase di corso d'opera e post operam nell'ambito del PMI e quindi si rimanda ai risultati di quest'ultimo.

3.3.1.5 *Biocenosi marine*

Come previsto nel PMI, uno specifico monitoraggio è dedicato alle biocenosi marine ossia alla componente macrozoobentonica di fondo mobile, alle fanerogame marine (con particolare riferimento alla specie *Cymodocea nodosa*) e al bivalve *Pinna nobilis*.

I protocolli di campionamento derivano dalla relazione ICRAM "Metodologie Analitiche di Riferimento" nell'ambito del Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003) e dal "Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo." Di GAMBI M.C. & DAPPIANO M. (Ed.) (2003).

Come previsto nel PMI, sono stati effettuati rilievi specifici finalizzati alla ricerca di *Pinna nobilis* dove sono previsti interventi di dragaggio per l'approfondimento del Canale Industriale, ossia alla quota di -12 m s.l.m.m. e del canale antistante alla quota di - 13 m s.l.m.m.. Dal momento che i risultati preliminari dei rilievi multibeam indicano assenza di tale organismo nell'area indagata e possono ragionevolmente rappresentare un monitoraggio ante operam del presente PMA, si ritiene, anche in considerazione della tipologia di fondale e dell'estesissima mortalità nelle zone limitrofe, che non sia necessario effettuare ulteriori approfondimenti nell'area di intervento per quanto riguarda questa specie target.

3.3.1.5.1 *Macrozoobenthos*

Per il macrozoobenthos l'area di indagine si estende dall'estremità settentrionale del Porto Franco Nuovo al litorale di Muggia, comprendendo sia il tratto di mare interno al Porto che una fascia esterna. All'interno della suddetta area il PMI prevede dei prelievi con benna in 12 stazioni (Figura 6). Tale scelta è giustificata anche dal fatto che tiene conto della presenza di un elemento di discontinuità (le tre dighe foranee) che possono alterare la distribuzione delle biocenosi.



Figura 6 Mappa dell'area di studio con le stazioni di campionamento per il macrozoobenthos e i transetti per le fanerogame

Il monitoraggio ante operam del macrobenthos è avvenuto nei giorni 26 e 27 giugno 2018, mentre le praterie di *Cymodocea nodosa* sono state ricercate in data 28 giugno 2018 e successivamente nei giorni 30 e 31 luglio 2018, lungo 8 transetti posizionati approssimativamente sul prolungamento verso terra dei precedenti.

Il PMI prevede di effettuare tale campionamento una sola volta nell'ambito della campagna di studi antecedente la realizzazione dei lavori (ante operam), con cadenza annuale, durante le opere di ampliamento del Porto, in relazione alla loro durata, (corso d'opera) ed a completamento dei lavori, sempre a cadenza annuale per quattro anni di operatività del porto nell'assetto finale (post operam).

Si ritengono sufficienti nell'ambito del presente PMA le attività di monitoraggio previste dal PMI generale del Porto, anche per le fasi di Corso d'opera e Post Operam, cui si farà riferimento. Non sono quindi previste nel PMA delle opere attività relative al macrobenthos.

3.3.1.5.2 **Fanerogame**

Lo stato delle praterie di fanerogame marine (*Cymodocea nodosa*) è stato verificato tramite alcuni transetti e l'uso di video (ROV o operatori subacquei) distribuiti su un tratto di costa di 2 km antistante le località di Villaggio Castelletto, Boa e San Rocco, in fase ante operam nell'ambito del monitoraggio ambientale svolto per i lavori di ampliamento alla radice del Molo VI.

Si ritengono sufficienti nell'ambito del presente PMA le attività di monitoraggio previste dal PMI generale del



Porto, anche per le fasi di Corso d'opera e Post Operam, cui si farà riferimento. Non sono quindi previste nel PMA delle opere attività relative alle fanerogame.

3.3.2 Programmazione temporale

3.3.2.1 Ante operam

Tale fase, relativa al PMI, ha avuto la durata di un anno e lo scopo di definire le condizioni di bianco cantiere della qualità delle acque marine ed i valori di fondo della torbidità, validi come baseline di riferimento per le attività di monitoraggio in corso d'opera e post-operam.

Le attività di misura e di prelievo sono state effettuate presso due boe di monitoraggio (Figura 4), una nei pressi del futuro Molo VIII (BM2) ed una all'esterno delle dighe foranee (BM4), posizionate mediante l'utilizzo di corpi morti adagiati sul fondale e adeguatamente segnate con luci intermittenti nel rispetto delle regole previste dai codici di navigazione.

In accordo con quanto prescritto nel PMI, ciascuna boa è stata equipaggiata con una sonda multiparametrica, un torbidimetro e un correntometro posti a quota -3.0 m s.l.m..

Questi strumenti hanno acquisito in continuo i dati dei principali parametri chimico-fisici (Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Torbidità e Clorofilla a), di torbidità e di correntometria. Tali dati sono stati scaricati con cadenza giornaliera mediante un sistema di collegamento wireless con una stazione a terra, ai fini di costruire il livello di baseline del monitoraggio.

Sono stati inoltre eseguiti i campionamenti delle acque per la determinazione dei parametri chimici ed ecotossicologici con cadenza semestrale (2 campagne di prelievo totali) mediante bottiglia Niskin. Fito- e zooplancton sono stati campionati presso le due stazioni di monitoraggio con cadenza trimestrale (4 campagne totali).

Come detto, il macrozoobenthos è stato studiato in 12 stazioni in occasione di una singola campagna (Figura 6).

La valutazione della presenza e dello stato di salute di *C. nodosa* e di *P. nobilis* è stata svolta nella zona antistante il litorale di Muggia in occasione di una singola campagna (Figura 6).

Al termine della fase ante operam e prima dell'inizio dei lavori, sulla base degli esiti delle misure effettuate, l'Autorità di Sistema Portuale ha individuato, in accordo con ARPA Friuli-Venezia Giulia, il valore soglia della torbidità pari a **10 NTU** che dovrà essere assicurato durante l'esecuzione delle attività.

Tutte le attività dell'Ante operam, fanno capo al PMI e si ritengono valide anche il presente PMA.



Tabella 5 Attività dell'ante operam realizzate e specificazione se le attività sono in capo a PMI o al presente PMA

Fase attività	Frequenza	N. prelievi	Tipo stazione/modalità di prelievo	Parametri rilevati	PMI	Presente PMA
Ante operam (1 anno)	In continuo	2 punti x 1 quota	n. 2 boe equipaggiate con torbidimetro, correntometro e sonda multiparametrica a -3 m s.l.m.	Torbidità	Si	-
	In continuo	2 punti x 1 quota		Correntometria		
	In continuo	2 punti x 1 quota		Dati Chimico-Fisici (Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Clorofilla a)		
	Trimestrale	2 punti x 1 quote	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 2 boe	Ntot, Ptot e clorofilla a (a -3 m s.l.m.)		
	Trimestrale	2 punti x 2 quote	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 2 boe	A -0.5 m s.l.m. tutti i contaminanti di tabella 2.3; a +2 m dal fondo tutti i contaminanti di Tab 2.3 esclusi IPA e idrocarburi		
	Semestrale (settembre e dicembre)	2 punti x 1 quota	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 2 boe	Ecotossicologia in colonna d'acqua (a -0.5 m s.l.m.)		
	Trimestrale	2 punti x 2 quote	Prelievo da natante con bottiglia niskin e con retino in prossimità delle 2 boe	Fitoplancton (a -3 m s.l.m. e a +2 m dal fondo) e zooplancton		
	Annuale	12 punti	Prelievo con benna, tre repliche per stazione	Macrozoobenthos		
	Annuale	8 transetti	Visual census	Fanerogame (<i>C. nodosa</i>)		



3.3.2.2 Corso d'opera

Il monitoraggio in operam comincia con l'inizio delle attività di cantiere e continuerà fino al termine di tutte le lavorazioni per la realizzazione delle opere del presente progetto.

Le attività del PMI, nella fase in operam, prevedono che le boe di monitoraggio BM2 e BM4 siano integrate da altre due, BM1 e BM3, entrambe ubicate all'interno delle zone delle dighe foranee. Ciascuna boa sarà equipaggiata da un correntometro ed un torbidimetro, posti alla quota di -3 m s.l.m., e con 3 sonde multiparametriche poste alle quote di -0.5 m e -3 m s.l.m. e a +2 m dal fondo.

Con cadenza trimestrale, 4 campagne nel corso di ogni anno dedicato alla fase in operam, saranno inoltre eseguiti i campionamenti delle acque per la determinazione dei parametri chimici ed ecotossicologici mediante bottiglie Niskin a tutte le quote previste (-0.5 m e -3 m s.l.m., +2 m dal fondo).

Il fitoplancton sarà campionato presso le quattro stazioni di monitoraggio con cadenza trimestrale a tutte le quote previste (-0.5 m e -3 m s.l.m., +2 m dal fondo) con bottiglie Niskin e con retinate. Il campionamento dello zooplancton sarà effettuato con retinate lungo profili verticali in corrispondenza sempre dei quattro punti di monitoraggio e concomitante ai prelievi del fitoplancton.

Il macrozoobenthos verrà studiato in 12 stazioni in occasione di una campagna annuale da effettuare nel periodo tardo primaverile di ogni anno della fase in operam.

La valutazione della presenza e dello stato di salute di *C. nodosa* verrà svolta nella zona antistante il litorale di Muggia così come sopra-indicato nel periodo tardo primaverile di ogni anno della fase in operam.

Con il presente PMA, in aggiunta a quanto sopra riportato in previsione dal PMI, viene previsto:

- l'allestimento di una ulteriore stazione di monitoraggio (BOA BM_M7_1), posizionata come in Figura 5. Quest'ultima sarà equipaggiata con un torbidimetro e una sonda multiparametrica. Tutta la strumentazione acquisirà in continuo i dati dei principali parametri chimico-fisici (Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Torbidità e Clorofilla a), di torbidità. Tali dati saranno scaricati con cadenza giornaliera mediante un sistema di collegamento wireless con una stazione a terra e serviranno da confronto con quelli acquisiti in fase ante operam per individuare eventuali variazioni dovute alle attività di cantiere.
- L'installazione di tre sonde per la misurazione della torbidità internamente all'area di cantiere (intesa come l'area definita dal filo banchina). La torbidità sarà monitorata in continuo e i dati saranno scaricati settimanalmente. Le relative sonde sono state indicate con le etichette Tor1, Tor2, Tor3 (Figura 5). Quest'ultime verranno attivate in modo alternato in funzione dell'esecuzione dei lavori di ripristino strutturale del Molo VII.

Con cadenza trimestrale ed in prossimità della boa BM_M7_1, saranno eseguiti dei campionamenti della colonna d'acqua. I prelievi saranno eseguiti alla quota di installazione della sonda multiparametrica nella boa. Si prevede quindi il campionamento in una singola quota. Sui campioni prelevati saranno eseguite delle analisi chimiche ed ecotossicologiche come riassunto nella seguente tabella e indicato ai §3.3.1.2 e 3.3.1.3.



Tabella 6 Attività previste durante la fase di corso d'opera per il PMI e, in grassetto, per il PMA

Fase attività	Frequenza	N. prelievi	Tipo stazione/modalità di prelievo	Parametri rilevati	PMI	Presente PMA
In operam	In continuo	5 punti x 1 quota	n. 4 boe equipaggiate ciascuna con torbidimetro e correntometro (a -3 m s.l.m.) e con 3 sonde multiparametriche (-0.5 m, -3 m s.l.m. e +2 m dal fondo)	Torbidità	Sì (4 Boe BM1+BM4)	Stazione presso banchina con n.1 torbidimetro e sonda multiparametrica (BOA BM_M7_1) +n.3 sonde per la torbidità (Tor1, Tor2, Tor3)
	In continuo	4 punti x 1 quota		Correntometria		
	In continuo	4 punti x 3 quote		Dati Chimico-Fisici (Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Clorofilla a)		
	In continuo	1 punto x 1 quota	n. 1 stazione presso la banchina in prossimità del cantiere provvista di torbidimetro e sonda multiparametrica (BOA BM_M7_1)	Torbidità Dati Chimico-Fisici (Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Clorofilla a)		
	In continuo	1 punto x 1 quota	n.3 sonde per la torbidità (Tor1, Tor2, Tor3)	Torbidità		
	Trimestrale	4 punti x 3 quote	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 4 boe	Ntot, Ptot e clorofilla a in colonna d'acqua		
	Trimestrale	1 punto x 1 quota	n. 1 stazione presso la banchina in prossimità del cantiere provvista di torbidimetro e sonda multiparametrica (BM_M7_1)	Ntot, Ptot e clorofilla a in colonna d'acqua		



Fase attività	Frequenza	N. prelievi	Tipo stazione/modalità di prelievo	Parametri rilevati	PMI	Presente PMA
	Trimestrale	4 punti x 3 quote	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 4 boe	Contaminanti di Tab. 3 (IPA e idrocarburi solo a -0.5 m s.l.m.) in colonna d'acqua		
	Trimestrale	1 punto x 1 quota	n. 1 stazione presso la banchina in prossimità del cantiere provvista di torbidimetro e sonda multiparametrica (BM_M7_1)	Contaminanti di Tab. 3 in colonna d'acqua		
	Trimestrale	4 punti x 3 quote	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 4 boe	Ecotossicologia in colonna d'acqua		
	Trimestrale	1 punto x 1 quota	n. 1 stazione presso la banchina in prossimità del cantiere provvista di torbidimetro e sonda multiparametrica (BM_M7_1)	Ecotossicologia in colonna d'acqua		
	Trimestrale	4 punti x n ⁺ quote	Prelievo da natante con bottiglia niskin e con retino in prossimità delle 4 boe	Fitoplancton (a -3 m s.l.m. e a +2 m dal fondo) e zooplancton in colonna d'acqua		
	Annuale	12 punti	Prelievo con benna, tre repliche per stazione	Macrozoobenthos		
	Annuale	8 transetti	Visual census	Fanerogame (<i>C. nodosa</i>)		



3.3.2.3 *Post operam*

Il monitoraggio post operam previsto dal PMI avrà la durata di quattro anni e lo scopo di controllare i livelli di ammissibilità dei valori degli indicatori misurati e di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione e compensazione previste dal Piano.

Tutte le attività del Post Operam delle opere di piano, fanno capo al PMI: tale monitoraggio si ritiene valido anche per le opere di progetto, per cui nel presente PMA non sono previste attività di post operam dedicate alle specifiche opere del presente PFTE.

Le attività di misura e di prelievo saranno effettuate presso le quattro boe di monitoraggio BM1, BM2, BM3 e BM4, posizionate mediante l'utilizzo di corpi morti adagiati sul fondale e adeguatamente segnate con luci intermittenti nel rispetto delle regole previste dai codici di navigazione.

Ciascuna boa sarà equipaggiata con un correntometro ed un torbidimetro, posti alla quota di -3 m s.l.m., e con 3 sonde multiparametriche poste alle quote di -0.5 m e -3 m s.l.m. e a + 2 m dal fondo. Questi strumenti acquisiranno in continuo i dati dei principali parametri fisici (Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Torbidità e Clorofilla a), di torbidità e di correntometria. Tali dati saranno scaricati con cadenza giornaliera mediante un sistema di collegamento wireless con una stazione a terra e serviranno da confronto con quelli acquisiti in fase ante operam per individuare eventuali variazioni.

Con cadenza semestrale (2 campagne all'anno per un totale di 8 campagne post operam saranno inoltre eseguiti i campionamenti delle acque per la determinazione dei parametri chimici ed ecotossicologici a tutte le quote previste (-0.5 m e -3 m s.l.m. e a + 2 m dal fondo). Fito- e zooplancton saranno campionati presso le quattro stazioni di monitoraggio con cadenza semestrale.

Il macrozoobenthos verrà studiato in 12 stazioni in occasione di una campagna annuale da effettuare nel periodo tardo primaverile di ogni anno della fase post operam.

La valutazione della presenza e dello stato di salute di *C. nodosa* verrà svolta nella zona antistante il litorale di Muggia così come sopra-indicato nel periodo tardo primaverile di ogni anno della fase post operam.



Tabella 7 Attività previste durante la fase post operam previste e specificazione se le attività sono in capo a PMI o al presente PMA

Fase attività	Frequenza	N. prelievi	Tipo stazione/modalità di prelievo	Parametri rilevati	PMI	Presente PMA
Post operam (4 anni dal completamento dell'opera)	In continuo	4 punti x 1 quota	n. 4 boe equipaggiate ciascuna con torbidimetro e correntometro (a -3 m s.l.m.) e con 3 sonde multiparametriche (-0.5 m, -3 m s.l.m. e +2 m dal fondo)	Torbidità	Si	-
	In continuo	4 punti x 1 quota		Correntometria		
	In continuo	4 punti x 3 quote		Dati Chimico-Fisici (Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Clorofilla a)		
	Semestrale	4 punti x 3 quote	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 4 boe	Ntot, Ptot e clorofilla a		
	Semestrale	4 punti x 3 quote	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 4 boe	Contaminanti di Tab 2.3 (IPA e idrocarburi solo a -0.5 m s.l.m.)		
	Semestrale	4 punti x 3 quote	Prelievo con bottiglia niskin da natante in prossimità delle 4 boe	Ecotossicologia in colonna d'acqua		
	Semestrale	4 punti x 2 quote	Prelievo da natante con bottiglia niskin e con retino in prossimità delle 4 boe	Fitoplancton (a -3 m s.l.m. e a +2 m dal fondo) e zooplancton		
	Annuale	12 punti	Prelievo con benna, tre repliche per stazione	Macrozoobenthos		
	Annuale	8 transetti	Visual census	Fanerogame (<i>C. nodosa</i>)		



3.4 Reporting

3.4.1 Aspetti generali

A seguito delle singole attività di monitoraggio, i risultati delle attività di monitoraggio (rapporti di prova, certificati di campionamento e analisi, tabelle, grafici, etc.) verranno inseriti in rapporti tecnici di monitoraggio che andranno inviati alla Committenza e agli Enti interessati (ARPA FVG, Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Comune di Trieste, etc).

Alla fine delle attività di cantiere verrà redatto il rapporto interdisciplinare, documento sintetico che descrive le attività di monitoraggio allo scopo di fornire una valutazione il più possibile integrata, organica ed esaustiva dei risultati delle attività di monitoraggio, ottenendo in tal modo un documento utilizzabile nello scambio con gli Enti di controllo o le amministrazioni interessate agli esiti del piano di monitoraggio.

3.4.2 Modalità di gestione e rappresentazione dei risultati

I risultati dell'attività di monitoraggio saranno rappresentati tramite una Relazione tecnica, contenente i Rapporti di prova e i certificati delle analisi di laboratorio.

La Relazione tecnica dovrà descrivere compiutamente l'attività svolta, valutare i dati raccolti, interpretarli e commentarli in relazione ai vigenti limiti di legge, e, se del caso, potrà contenere indicazioni per il perfezionamento ed affinamento del monitoraggio nelle successive fasi di attuazione, con riferimento ad un possibile ri-orientamento dei contenuti o delle modalità per l'attuazione.

Si riporta nel seguito lo schema tipo della Relazione tecnica:

Articolazione	Contenuto
Premessa	Descrizione sintetica di: Quadro normativo di riferimento Stazioni di misura Misure effettuate/dati raccolti Informazioni al contorno Individuazione delle condizioni meteorologiche di interesse (i tipi di tempo)
Sorgenti inquinanti	-
Risultati della valutazione annuale	Commento dei risultati su: 1. Qualità della componente in relazione ai vigenti limiti di legge 2. Descrizione delle eventuali criticità riscontrate sperimentalmente e/o di esigenze particolari emerse in corso d'opera 3. Analisi fenomenologica
Valutazione fenomenologica	Valutazione delle condizioni al contorno
Conclusioni	Illustrazione dei risultati in relazione a: 1. Congruenza degli aspetti generali di inquadramento delle attività svolte in relazione al progetto ed al PMI



	2. Eventuale necessità di una revisione del numero, dell'area di collocazione o della durata delle misure integrative
--	---

La tabella che segue riporta le informazioni minime che dovranno essere contenute nei Rapporti di prova.

Argomenti	Contenuto
Informazioni specifiche	Luogo e data di esecuzione prove Identificativo laboratorio prove Nominativo del personale di prova Eventuali rappresentanti del cliente presenti alle prove Informazioni sul campionamento
Prove eseguite	Descrizione della tipologia di prova eseguita e del periodo di misura
Punto di misura	Codice identificativo della stazione/punto di monitoraggio Coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89) Descrizione del punto di misura (es. civile abitazione, scuola, area naturale protetta, ecc.) Rappresentazione cartografica su Carta Tecnica Regionale (CTR) e/o su foto aerea (scala 1:10.000) dei seguenti elementi Stazione/punto di monitoraggio (ed eventuali altre stazioni e punti di monitoraggio previsti nell'area di indagine, incluse quelle afferenti a reti pubbliche/private di monitoraggio ambientale) Elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato stradale, aree di cantiere, opere di mitigazione) Ricettori sensibili se presenti Eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio Documentazione fotografica della postazione di misura
Strumentazione utilizzata	Descrizione della strumentazione Codice identificativo Numero di matricola Certificato di taratura Report e certificati relativi alle curve di calibrazione ed alle sostanze certificate impiegate.
Risultati	Presentazione dei parametri/valori misurati

Saranno prodotti file in formato DOC, EXCEL, PDF o file CAD e/o GIS. Le foto ed i grafici saranno archiviati nei formati JPG o PNG.

Infine, i risultati saranno caricati su un sito WEB predisposto dal PMI (o una pagina dedicata sul sito dell'Autorità di Sistema Portuale); saranno caricati la Relazione annuale di monitoraggio e/o eventuali sintesi non tecniche elaborate per garantire una corretta e completa informazione dei cittadini.

Il caricamento delle informazioni e dei dati, l'aggiornamento dell'archivio informatico, sarà effettuato periodicamente, al termine di ogni campagna di monitoraggio ambientale, a valle delle operazioni di controllo di qualità dei dati e della loro validazione.



4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Di seguito sono indicati i riferimenti bibliografici necessari a supportare e giustificare la scelta della strumentazione e della procedura di monitoraggio delle biocenosi marine:

BUHL-MORTENSEN L., BUHL-MORTENSEN P., DOLAN M.J.F., GONZALES-MIRELIS G., (2015) Habitat mapping as a tool for conservation and sustainable use of marine resources: Some perspectives from the MAREAN Programme, Norway. *Journal of Sea Research*, 100, 46-61

DUMAS P., BERTAUD A., PIEGNON C., LEOPOLD M., PELLETIER D. (2009), A "quick and clean" photographic method for the description of coral reef habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 368, 161-168

KOSTYLEV V.E., TODD B.J., FADER G.B.J., COURTNEY R.C., CAMERON G.D.M., PICKRILL R.A. (2001) Benthic habitat mapping on the Scotian Shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and sea floor photography. *Marine Ecology Progress Series*, 219, 121-137

PÉRÈS J., PICARD J. (1964). *Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la Mer Mediterranee*. *Rec. Trav. St. Mar. End* 31(47), 137.

PIELOU EC (1966) Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse. *Am Nat* 118:463-465

SHANNON CE, WEAVER W (1949) *The mathematical theory of communication*. Illinois Press, Urbana, Illinois, pp 117.

SIMPOSON EH (1949) Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.