



Regione PUGLIA



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Autorità Portuale di Taranto



Convenzione Sogesid S.p.A. - Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare
Regione Puglia - Autorità Portuale di Taranto del 19 Luglio 2011

INTERVENTI PER IL DRAGAGGIO DI 2,3 Mm³ DI SEDIMENTI IN AREA MOLO POLISETTORIALE E PER LA REALIZZAZIONE DI UN PRIMO LOTTO DELLA CASSA DI COLMATA FUNZIONALE ALL'AMPLIAMENTO DEL V SPORGENTE DEL PORTO DI TARANTO PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Elaborato

ED 016

Redatto da



IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Carlo MESSINA

Responsabile Servizio Operativo
Bonifiche e Rifiuti :

Ing. Enrico BRUGIOTTI

Il Responsabile del Procedimento

Project Manager :

Ing. Giuseppe ALFANO

GRUPPO DI LAVORO

Ing. G. ALFANO - Ing. R. GRADO
(Opere Civili, Idraulica e Impiantistica)

Geol. P. MARTINES - Geol. V. SPECCHIO
(Geologia)

Ing. F. LEO (Geotecnica, Sismica e Strutture)

Ing. A. LUCIANO (Impianti Trattamento)

Ing. M. TARTAGLINI (Opere Marittime)

Ing. B. FERRARO (Computi metrici)

Dott. C. CORSI - Biol. S. RANIA
(Caratterizzazione Ambientale dei Sedimenti)

Arch. K. ELIA - Arch. E. CONFORTI -
Dott.ssa F. MONCADA - Geom. M. TEMPESTA
(Elaborazioni grafiche)

Cod. Commessa

PUG102

Codice

PD

ED

0

1

6

rev.
0

Nome file

PUG102PDED016_0

Data : **Ottobre 2012**

Rev.	Data	Descrizione modifica	verificato	approvato
0	ott/2012	1 ^a Emissione		

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. STRATEGIA DEL MONITORAGGIO.....	3
3. ATTUAZIONE DELLA STRATEGIA DI MONITORAGGIO.....	9

1. INTRODUZIONE

L'intervento oggetto della presente progettazione prevede il dragaggio e la gestione dei sedimenti presenti nei fondali della Darsena Polisettoriale del porto di Taranto e la realizzazione di una cassa di colmata atta a contenere i sedimenti dragati nell'area di ampliamento del V sporgente del porto di Taranto. Le due aree coinvolte sono incluse nella perimetrazione del Sito di bonifica di interesse Nazionale di Taranto.

L'intervento dovrà essere eseguito in fasi successive, secondo quanto previsto dal cronoprogramma delle attività contenuto nella "Relazione illustrativa e tecnica" della presente progettazione (cfr. Elaborato progettuale PDED001). In particolare, le fasi che interessano le aree a mare sono le seguenti:

1. Dragaggio fase 1: rimozione dei sedimenti classificati "pericolosi" dalla Darsena Polisettoriale e dall'area di ampliamento del V sporgente e dei sedimenti classificati "non pericolosi" dalla radice della Darsena Polisettoriale; conferimento dei materiali dragati all'impianto di trattamento ubicato in area ex Yard Belleli;
2. realizzazione del marginamento lato mare della cassa di colmata ubicata nell'area di ampliamento del V sporgente;
3. dragaggio fasi 3¹ e 4: rimozione dei sedimenti classificati "non pericolosi" dal bacino di evoluzione e dalla parte più esterna della Darsena Polisettoriale; conferimento dei materiali dragati in cassa di colmata ubicata in area di ampliamento del V sporgente;
4. dragaggio fasi 5 e 6: rimozione dei sedimenti classificati "non pericolosi" dalle aree più interne della Darsena Polisettoriale; conferimento dei materiali dragati in cassa di colmata ubicata in area di ampliamento del V sporgente.

Nell'ambito di tale programma di attività, nonostante le misure di mitigazione previste, sussiste il rischio potenziale connesso alla movimentazione della frazione sedimentaria più sottile e alla diffusione e dispersione dei contaminanti ad essa associata, durante le operazioni di realizzazione della vasca di colmata e di movimentazione dei sedimenti.

In considerazione, quindi, dello stato di contaminazione dei sedimenti del Porto di Taranto e del potenziale rischio di diffusione e dispersione dei contaminanti, la progettazione di un adeguato sistema di controllo e monitoraggio delle attività di movimentazione dei sedimenti, risulta di particolare importanza ai fini della tutela ambientale.

Il presente documento descrive la strategia di monitoraggio e controllo delle attività di realizzazione della cassa di colmata e di quelle di dragaggio, movimentazione e refluento dei sedimenti nella stessa, al fine di minimizzare i possibili impatti negativi che si potrebbero avere sull'ambiente circostante, mettendo in atto, se del caso, apposite azioni di mitigazione. Il sistema di monitoraggio previsto permette di verificare l'efficacia delle eventuali azioni di mitigazione introdotte.

Il presente documento è così strutturato:

- nel capitolo 2 sono indicati gli obiettivi del presente piano di monitoraggio e vengono descritte le modalità previste per la realizzazione dei suddetti obiettivi;
- nel capitolo 3 sono descritte le attività di monitoraggio previste sui diversi comparti ambientali potenzialmente impattati dalle attività previste e la relativa tempistica di intervento.

¹ Non rientra tra le attività in elenco il dragaggio fase 2, che è oggetto di altra progettazione.

2. STRATEGIA DEL MONITORAGGIO

La strategia di monitoraggio scaturisce dalla consapevolezza che le attività di movimentazione di sedimenti contaminati possono determinare potenziali impatti negativi sull'ambiente e quindi dalla necessità di salvaguardare lo stesso, prevenendo la contaminazione della colonna d'acqua e qualunque impatto negativo sul comparto biotico. Nel caso vengano riscontrati disturbi all'ambiente, il monitoraggio previsto permette di mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari a minimizzarli, conformemente alle migliori modalità operative internazionali.

La presente strategia di monitoraggio potrà essere ottimizzata successivamente in funzione delle campagne d'indagine previste quale "bianco" del sistema, preliminarmente all'inizio delle attività, nonché in corso d'opera, sulla base dei risultati parziali del monitoraggio stesso.

Obiettivo primario del monitoraggio è quello di consentire il controllo di tutti i processi rilevanti in atto, fino alla loro completa comprensione, includendo le possibili fluttuazioni naturali (caratteristiche idrodinamiche e meteorologiche, trasporto solido, etc.) o collegate ad eventi estranei alle attività previste dall'intervento (traffico navale, scarichi, esecuzione di interventi infrastrutturali e/o di dragaggio nelle aree portuali prossime a quelle d'interesse, etc.), nelle diverse fasi lavorative, nonché gli eventuali imprevisti ed anomalie.

La scala di osservazione e monitoraggio dovrà necessariamente essere duplice, e prevedere pertanto l'acquisizione sia di informazioni a breve termine, che consentano l'applicazione di interventi tempestivi di tutela ambientale, sia a medio-lungo termine, per la valutazione dei possibili effetti indotti nel tempo sugli organismi marini dal susseguirsi delle diverse fasi di lavoro previste.

Le attività di rimozione di sedimenti, ed in particolar modo di sedimenti contaminati, possono avere numerosi effetti, sia sul comparto abiotico, che su quello biotico.

In relazione al comparto abiotico, possono verificarsi i seguenti processi chimico fisici:

- l'aumento della torbidità associata alla risospensione dei sedimenti;
- la mobilitazione dei contaminanti associati alle particelle in sospensione;
- l'eventuale diminuzione temporanea della concentrazione di ossigeno disciolto e la variazione della concentrazione dei nutrienti nella colonna d'acqua;
- la solubilizzazione di contaminanti in seguito al cambiamento delle condizioni chimico-fisiche del sedimento.

Potenziali effetti sul comparto biotico sono i seguenti:

- gli impatti diretti di tipo propriamente fisico sugli organismi e su eventuali biocenosi sensibili, causati dall'aumento della torbidità e della concentrazione di particelle di solidi in sospensione (diminuzione della penetrazione della luce e conseguentemente dell'attività fotosintetica; intrappolamento e trascinarsi sul fondo; aumento dell'attività di filtrazione; ricopertura; danni all'apparato respiratorio; abrasione dei tessuti; disturbo alle aree di nursery, etc.);
- gli effetti dei contaminanti rimessi in circolo, presenti in fase disciolta nella colonna d'acqua o associati alle particelle di solidi in sospensione, su differenti organismi marini;
- il possibile bioaccumulo dei contaminanti nei tessuti degli organismi, con conseguente trasferimento nella catena trofica, biomagnificazione ed eventuale ingresso nella catena alimentare;

- la possibile contaminazione microbiologica degli organismi marini;
- eventuali morie localizzate dovute a situazioni di anossia;
- le possibili alterazioni qualitative delle biocenosi sensibili presenti esternamente all'area portuale di Taranto.

Parimenti, seppur in forma minore, anche le attività di realizzazione della cassa di colmata, nonché quelle di movimentazione e refluento dei sedimenti dragati nella stessa, possono avere impatti sui comparti abiotico e biotico così come sopra specificato.

Nel caso del Porto di Taranto, le aree portuali da sottoporre ad attività di escavo e banchinamento risultano aree fortemente antropizzate e pertanto la presenza di biocenosi sensibili che rivestono un elevato interesse naturalistico è limitata, come riportato nella relazione sulle indagini biologiche eseguite in occasione della campagna del 2012, i cui risultati sono riportati nell'elaborato PDED004 della presente progettazione definitiva.

Il dettaglio dei risultati delle indagini biologiche citate sono riportati in Tabella 1.

Taranto - Molo Polisettoriale								
Stazione	Profondità (m)	Molluschi	Crostacei	Decapodi	Crostacei	Isopodi	Crostacei	Anfipodi
S001	13,5	0	0	0	0	0	0	1
S002	13,8	1	0	0	0	0	0	1
S003	13,6	1	0	0	0	0	1	1
S004	14,8	0	0	0	0	0	1	1
S005	13,4	1	0	0	0	0	0	1
S006	13,4	1	0	0	0	1	1	1
S007	13,2	1	1	0	1	1	1	1
S008	7,1	0	0	0	0	0	0	1
S009	9,1	1	0	1	0	0	1	1
S010	8,0	1	0	0	1	0	0	1

Tabella 1 – Risultati delle indagini biologiche eseguite nel 2012 (1 = presenza; 0 = assenza)

L'ubicazione dei relativi punti di campionamento è rappresentata in Figura 1.

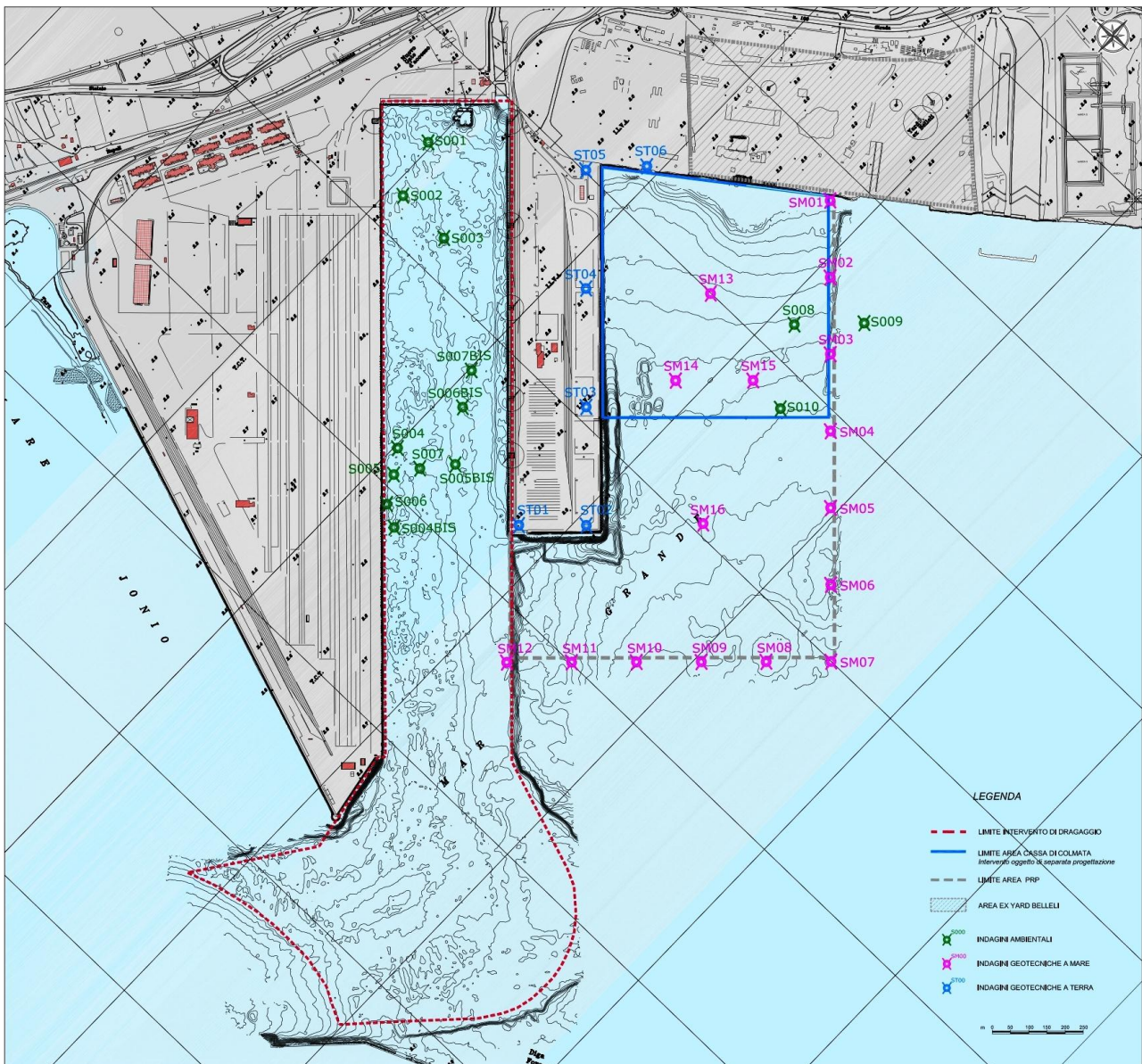


Figura 1 – Stazioni di campionamento per le indagini biologiche (2012)

In tale campagna di indagini sono state effettuate anche delle video riprese subacquee, che hanno confermato l'assenza di biocenosi sensibili nelle aree in esame.

In relazione al comparto biotico potenzialmente sensibile agli effetti delle attività di movimentazione dei sedimenti contaminati delle aree interessate, considerati i tempi stimati per la realizzazione degli interventi (270 giorni per la realizzazione del lato fronte mare della cassa di colmata, durante 54 dei quali saranno eseguite le opere di dragaggio previste in fase 1; 314 giorni per le successive fasi di dragaggio) e la tipologia delle aree interessate, i potenziali impatti sugli organismi becto-nectonici che si trovino a transitare all'interno dell'area portuale interessata non dovrebbero risultare particolarmente significativi; secondariamente, l'attenzione va alla verifica, nel breve così come nel lungo periodo, dell'assenza di fuoriuscita di contaminanti (associati alla frazione solida sospesa o disciolti) dalla zona propriamente portuale, potenziale pericolo per gli organismi marini delle aree limitrofe, solitamente poco o minormente impattate dalle abituali

attività portuali, con particolare attenzione per il Sito di Importanza Comunitaria (SIC) dell'isola di San Pietro, separata dalla diga foranea della Darsena Polisettoriale dalle aree di intervento.

In tale scenario, il sistema di monitoraggio prescelto prevede due diverse scale di controllo, ed in particolare:

- il monitoraggio dell'evento, da effettuare durante le operazioni di realizzazione della struttura di colmata, nonché di dragaggio e di reflimento dei sedimenti, tramite stazioni mobili opportunamente distribuite nelle zone prossime agli interventi, allo scopo di individuare, comprendere e delimitare in maniera dettagliata tutti i fenomeni potenzialmente indotti dalla movimentazione dei sedimenti;
- il monitoraggio dell'intero sistema, da effettuare con cadenza regolare nelle aree interne ed esterne al porto, mediante utilizzo di stazioni fisse e mobili opportunamente distribuite, allo scopo di monitorare la variabilità nel tempo dei parametri e delle matrici ambientali di interesse.

Le stazioni di monitoraggio costituiranno pertanto un sistema integrato di stazioni fisse e stazioni mobili, distribuite e monitorate su duplice scala (spazio-temporale), in modo tale da:

- determinare l'estensione dei potenziali effetti delle attività previste, potendo seguirne l'avanzamento spaziale e temporale, ed eventualmente individuando ulteriori comparti o matrici ambientali ad esse sensibili;
- fornire informazioni per eventuali modifiche delle metodologie di lavoro, introducendo opportune misure di mitigazione, qualora si riscontrino effetti ambientali inaccettabili;
- controllare l'assenza di fuoriuscita di contaminanti (disciolti o associati alla frazione solida sospesa) dalle aperture del porto, sia nel breve che nel lungo periodo, a seguito delle attività;
- controllare regolarmente gli obiettivi individuati come maggiormente sensibili agli effetti delle attività, sia all'interno che all'esterno dell'area portuale;
- controllare possibili effetti nel lungo termine sulla qualità ambientale di un'area più vasta di quella direttamente interessata dalle attività, a causa del susseguirsi delle diverse fasi di lavoro previste.

Ad ogni modo, le modalità di attuazione della presente strategia di monitoraggio sono state selezionate sulla base della conoscenza approfondita di tutte le condizioni al contorno potenzialmente utili alla comprensione dei processi in atto, quali:

- dati di moto ondoso, vento e correntometrici per la caratterizzazione idrodinamica dell'area, (vedi lo "Studio meteomarinò" predisposto nell'ambito della presente progettazione, cfr. Elaborato di progetto PDED011);
- presenza ed ubicazione di scarichi civili, industriali e termici all'interno dell'area portuale e nelle aree limitrofe al porto;
- dati relativi al traffico navale (ubicazione e specifiche degli accosti, pescaggi medi delle navi e relativi accosti di pertinenza, velocità medie di ingresso e uscita, percorsi indicativi di ingresso ed uscita, numero medio di ingressi giornalieri, settimanali o mensili, etc.);
- caratteristiche chimico fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche della colonna d'acqua in condizioni di relativo fondo naturale;
- variazione delle caratteristiche chimico fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche della colonna d'acqua in funzione di modifiche nei sopra menzionati fattori, non connessi con le

attività oggetto della presente progettazione (caratteristiche idrodinamiche, condizioni meteomarine, apporti dovuti agli scarichi, traffico navale, etc.).

La conoscenza di tali informazioni, sia come dati pregressi che come condizioni al contorno da considerare durante le specifiche attività di lavoro previste è infatti indispensabile non solo per la corretta predisposizione delle attività di monitoraggio, ma anche per la corretta interpretazione della variabilità spaziotemporale dei parametri acquisiti durante le indagini di campo.

In particolare, come si riscontra dagli studi sul moto ondoso sopra citati,

... i venti locali regnanti sono diretti lungo l'asse Nord-NordOvest-Sud-SudEst, sono cioè orientati perpendicolarmente alla direzione media generale della costa metapontina.

Pertanto, è possibile considerare che l'eventuale *plume* di torbidità generato nelle fasi di realizzazione della colmata e di rimozione dei sedimenti potrebbe diffondersi all'interno delle aree direttamente interessate (Darsena Polisettoriale e area di ampliamento del V sporgente), verso la linea di costa e in direzione nord, al di fuori dell'imboccatura compresa tra molo polisettoriale e diga foranea. In quest'ultima area, esterna all'area di intervento, è previsto il posizionamento di alcune stazioni di monitoraggio per il controllo dell'eventuale variazione delle caratteristiche chimico – fisiche nella colonna d'acqua e all'interfaccia acqua-sedimento.

Inoltre, avere un quadro ambientale completo del contesto in cui si va ad operare è indispensabile per eseguire un monitoraggio “mirato”, e discriminare se, ed in quale entità, una eventuale variazione delle caratteristiche della colonna d'acqua può essere imputata alle attività di movimentazione dei sedimenti contaminati o ad altri fattori.

Le attività conoscitive cosiddette di “bianco (temporale)”, vale a dire conoscitive del sistema in assenza delle operazioni previste dall'intervento, risultano pertanto di fondamentale importanza.

In tal senso, dovranno essere eseguite attività conoscitive di monitoraggio con sufficiente anticipo rispetto all'inizio delle attività, e di durata sufficiente a consentire una conoscenza adeguata delle caratteristiche ambientali locali.

A livello della scala dell'evento, in particolare, il monitoraggio dovrà verificarsi con la frequenza più opportuna per determinare le condizioni nelle diverse fasi del ciclo lavorativo dei diversi mezzi operanti (all'inizio delle attività, durante la fase lavorativa massima, alla fine del ciclo di lavoro, nelle fasi di spostamento, nelle fasi di trasporto ed in quelle di sversamento), nonché in occasione di ogni evento singolare di origine naturale o antropica (passaggio di imbarcazioni ad elevato pescaggio, rottura o malfunzionamento dei mezzi di dragaggio, condizioni meteorologiche particolari, etc.).

In generale, la frequenza del monitoraggio su scala dell'evento dovrà essere sufficientemente elevata fino al raggiungimento di una situazione di regime, in cui siano noti i processi in atto. Tale frequenza potrà essere progressivamente diminuita fino ad un valore opportuno, per essere nuovamente intensificata in corrispondenza di ogni variazione nei processi sopraesposti. La frequenza del monitoraggio su scala dell'intero sistema sarà indicativamente meno elevata rispetto alla scala dell'evento.

Infine, le attività di monitoraggio dovranno perdurare, dopo la fine delle attività, per un periodo di tempo sufficiente al ripristino delle condizioni chimico-fisiche iniziali (o, alternativamente, al raggiungimento di una situazione stabile).

Qualora nella fase di monitoraggio in corso d'opera risultassero valori dei parametri rilevati tali da poter rappresentare causa di possibili impatti negativi nei confronti dei comparti biotico o abiotico, sarà valutata l'eventuale attuazione di particolari misure di mitigazione.

3. ATTUAZIONE DELLA STRATEGIA DI MONITORAGGIO

Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili, si riportano le modalità di attuazione della strategia di monitoraggio sopra delineata, che potranno comunque subire modifiche in corso d'opera. Sono previste tre fasi: ante opera, in corso d'opera e post opera.

Fase ante opera:

- *bianco temporale*: n. 4 stazioni fisse interne alle aree di intervento, per: l'acquisizione in tempo reale di profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto nella colonna d'acqua mediante apposita sonda multiparametrica; il prelievo di campioni d'acqua, a più profondità o un unico campione rappresentativo dell'intera colonna d'acqua, per la determinazione di: TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organostannici e parametri microbiologici di interesse, nonché per l'esecuzione di saggi biologici su organismi sensibili alla matrice acqua (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);
- *bianco spaziale*: n. 2 stazioni fisse esterne alle aree di intervento (imboccature diga foranea) per: l'acquisizione in tempo reale di profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto nella colonna d'acqua mediante apposita sonda multiparametrica; il prelievo di campioni d'acqua, a più profondità o un unico campione rappresentativo dell'intera colonna d'acqua, per la determinazione di: TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organostannici e parametri microbiologici di interesse, nonché per l'esecuzione di saggi biologici su organismi sensibili alla matrice acqua (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso); n. 2 stazioni esterne alle aree di intervento di prelievo di sedimento superficiale (0-20 cm) per l'esecuzione di analisi chimico-fisiche (distribuzione granulometrica, metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB e composti organostannici), microbiologiche ed ecotossicologiche e per il riconoscimento delle biocenosi presenti (conteggio e biomassa benthos).

In corso d'opera (marginamento lato mare cassa di colmata, dragaggio fase 1):

- *scala dell'evento*:
 - n. 5 stazioni mobili all'interno delle aree d'intervento, per il monitoraggio dei cambiamenti nelle caratteristiche chimiche, fisiche e microbiologiche ed ecotossicologiche della colonna d'acqua, mediante:
 - l'utilizzo di una sonda multiparametrica, per l'acquisizione in tempo reale di profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto;
 - il prelievo di campioni d'acqua, a più profondità o un unico campione rappresentativo dell'intera colonna d'acqua, per la determinazione di: TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organostannici e parametri microbiologici di interesse, nonché per l'esecuzione di saggi biologici su organismi sensibili alla matrice acqua (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);
- *scala dell'intero sistema*:
 - n. 2 stazioni fisse esterne alle aree di intervento (imboccature diga foranea) per il monitoraggio dei cambiamenti nelle caratteristiche chimiche, fisiche e ed

ecotossicologiche della colonna d'acqua, mediante: l'utilizzo di una sonda multiparametrica, per l'acquisizione in tempo reale di profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto; il prelievo di campioni d'acqua, a più profondità o un unico campione rappresentativo dell'intera colonna d'acqua, per la determinazione di: TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organostannici e parametri microbiologici di interesse, nonché per l'esecuzione di saggi biologici su organismi sensibili alla matrice acqua (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);

- n. 2 stazioni esterne alle aree di intervento di prelievo di sedimento superficiale (0-20 cm) per l'esecuzione di analisi chimico-fisiche (distribuzione granulometrica, metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB e composti organostannici), microbiologiche ed ecotossicologiche e per il riconoscimento delle biocenosi presenti (conteggio e biomassa benthos) per il monitoraggio delle variazioni dell'interfaccia acqua-sedimento;
- n. 2 stazioni per la collocazione in campo (mediante strutture specifiche o gabbie) di organismi filtratori (quali i molluschi bivalvi) sui cui tessuti dovranno essere periodicamente ricercati i seguenti parametri: metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB e composti organostannici.

In corso d'opera (dragaggio fasi 3, 4, 5 e 6):

- *scala dell'evento:*

- n. 5 stazioni mobili all'interno delle aree d'intervento, per il monitoraggio dei cambiamenti nelle caratteristiche chimiche, fisiche e microbiologiche ed ecotossicologiche della colonna d'acqua, mediante:
- l'utilizzo di una sonda multiparametrica, per l'acquisizione in tempo reale di profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto;
- il prelievo di campioni d'acqua, a più profondità o un unico campione rappresentativo dell'intera colonna d'acqua, per la determinazione di: TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organostannici e parametri microbiologici di interesse, nonché per l'esecuzione di saggi biologici su organismi sensibili alla matrice acqua (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);

- *scala dell'intero sistema:*

- n. 2 stazioni fisse esterne alle aree di intervento (imboccature diga foranea) per il monitoraggio dei cambiamenti nelle caratteristiche chimiche, fisiche e ed ecotossicologiche della colonna d'acqua, mediante: l'utilizzo di una sonda multiparametrica, per l'acquisizione in tempo reale di profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto; il prelievo di campioni d'acqua, a più profondità o un unico campione rappresentativo dell'intera colonna d'acqua, per la determinazione di: TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organostannici e parametri microbiologici di interesse, nonché per l'esecuzione di saggi biologici su organismi sensibili alla matrice acqua (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);
- n. 2 stazioni esterne alle aree di intervento di prelievo di sedimento superficiale (0-20 cm) per l'esecuzione di analisi chimico-fisiche (distribuzione granulometrica, metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB e composti organostannici), microbiologiche ed ecotossicologiche e per il riconoscimento delle biocenosi presenti (conteggio e biomassa benthos) per il monitoraggio delle variazioni dell'interfaccia acqua-sedimento;

- n. 2 stazioni per la collocazione in campo (mediante strutture specifiche o gabbie) di organismi filtratori (quali i molluschi bivalvi) sui cui tessuti dovranno essere periodicamente ricercati i seguenti parametri: metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB e composti organostannici.

Fase post opera (durata prevista 12 mesi):

- n. 4 stazioni fisse interne alle aree di intervento, per il monitoraggio dei cambiamenti nelle caratteristiche chimiche, fisiche e microbiologiche ed ecotossicologiche della colonna d'acqua, mediante:
 - l'utilizzo di una sonda multiparametrica, per l'acquisizione in tempo reale di profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto;
 - il prelievo di campioni d'acqua, a più profondità o un unico campione rappresentativo dell'intera colonna d'acqua, per la determinazione di: TSS, TOC, metalli ed elementi in tracce, idrocarburi, IPA, PCB, composti organostannici e parametri microbiologici di interesse, nonché per l'esecuzione di saggi biologici su organismi sensibili alla matrice acqua (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);
- n. 2 stazioni fisse esterne alle aree di intervento (imboccature diga foranea) per l'acquisizione in tempo reale di profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto nella colonna d'acqua mediante apposita sonda multiparametrica; il prelievo di campioni d'acqua, a più profondità o un unico campione rappresentativo dell'intera colonna d'acqua, per la determinazione di: TSS, TOC, metalli, Idrocarburi C>12, IPA, PCB, composti organostannici e parametri microbiologici di interesse, nonché per l'esecuzione di saggi biologici su organismi sensibili alla matrice acqua (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);
- n. 2 stazioni esterne alle aree di intervento di prelievo di sedimento superficiale (0-20 cm) per l'esecuzione di analisi chimico-fisiche (distribuzione granulometrica, metalli ed elementi in tracce, idrocarburi C>12, IPA, PCB e composti organostannici), microbiologiche ed ecotossicologiche e per il riconoscimento delle biocenosi presenti (conteggio e biomassa benthos).

Per quanto riguarda i parametri microbiologici da ricercare e i saggi biologici da effettuare sui campioni d'acqua e di sedimento, si specifica quanto segue:

- parametri microbiologici sui campioni di acqua: Escherichia coli, coliformi fecali, coliformi totali, streptococchi fecali, salmonella e clostridi solfito riduttori;
- parametri microbiologici sui campioni di sedimento: Escherichia coli, coliformi totali, streptococchi fecali, salmonella e spore di clostridi solfito riduttori;
- saggi ecotossicologici sui campioni di acqua: la composizione della batteria di saggi biologici dovrà includere almeno 2 specie-test tra quelle riportate nell'elenco sottostante, differenti per caratteristiche ecologiche e per filogenesi;
- saggi ecotossicologici sui campioni di sedimento: la composizione della batteria di saggi biologici dovrà includere almeno 3 specie-test tra quelle riportate nell'elenco sottostante, differenti per caratteristiche ecologiche e per filogenesi e dovrà essere tale da "coprire" almeno due matrici ambientali: sedimento tal quale o umido e acqua interstiziale o elutriato.

Le specie – test su cui effettuare i saggi ecotossicologici dovranno essere selezionate tra quelle di seguito elencate:

- ALGHE (*Dunaliella tertiolecta*), da applicare all'elutriato;
- BATTERI (*Vibrio fischeri*), da applicare alla fase solida;

Indifferentemente sulla fase solida o sulla fase liquida potranno essere utilizzate le seguenti specie-test:

- CROSTACEI (*Ampelisca diadema*, *Corophium orientale*, *Corophium insidiosum*, *Acartia tonsa*, *Acartia clausi*, *Tisbe battagliai*, *Tigriopus fulvus*, *Balanus amphitrite*)
- MOLLUSCHI (*Mytilus galloprovincialis*, *Tapes philippinarum*, *Cassostrea gigas*)
- ECHINODERMI (*Sphaerechinus granularis*, *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*)
- PESCI (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*).

In Tabella 2 è riportato un quadro sintetico delle indagini previste per ciascuna matrice da monitorare nelle diverse fasi, con indicazione della frequenza di rilievo e campionamento prevista.

FASE ANTE OPERA				
Matrice	Stazioni	Campionamento/ Rilievo	Parametri	Frequenza/Durata
Colonna d'acqua	6 fisse (CF1, CF2, CF3, CF4, CF5, CF6)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore una volta prima dell'intervento, per ciascuna stazione
Colonna d'acqua	6 fisse (CF1, CF2, CF3, CF4, CF5, CF6)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Una volta prima dell'intervento, per ciascuna stazione
Sedimenti	2 (S1, S2)	Prelievo campioni superficiali (uno per ciascuna stazione)	granulometria, metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB, composti organostannici, microbiologia, ecotossicologia	Una volta prima dell'intervento, per ogni stazione
Benthos	2 (B1, B2)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	Classificazione e conteggio macrozoobenthos	Una volta prima dell'intervento, per ogni stazione

FASE IN CORSO D'OPERA – MARGINAMENTO COLMATA LATO MARE				
Colonna d'acqua (scala dell'evento)	3 mobili (CM6, CM7, CM8)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore con cadenza: quindicinale nel primo mese e mensile nei mesi successivi (previsti 10 rilievi in ogni stazione)
Colonna d'acqua (scala di sistema)	1 fissa (CF5)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore ogni due mesi circa (previsti 5 rilievi)
Colonna d'acqua (scala dell'evento)	3 mobili (CM6, CM7, CM8)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Campionamento con cadenza quindicinale nel primo mese e mensile nei mesi successivi (previsti 10 prelievi in ogni stazione)
Colonna d'acqua (scala di sistema)	1 fissa (CF5)	Prelievo campioni	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Uno ogni due mesi circa, (previsti 5 campionamenti)
Sedimenti (scala di sistema)	2 (S1, S2)	Prelievo campioni superficiali (uno per ciascuna stazione)	granulometria, metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB, composti organostannici, microbiologia, ecotossicologia	Uno ogni due mesi circa, (previsti 5 campionamenti in ogni stazione)
Benthos (scala di sistema)	2 (B1, B2)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	Classificazione e conteggio macrozoobenthos	Uno ogni due mesi circa, (previsti 5 campionamenti in ogni stazione)
Organismi filtratori (scala di sistema)	2 (M1, M2)	Trapianto organismi filtratori	metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB, composti organostannici	Una volta nel momento centrale dell'intervento (tra quarto e quinto mese), in ogni stazione

FASE IN CORSO D'OPERA – DRAGAGGIO FASE 1				
Colonna d'acqua (scala dell'evento)	2 mobili (CM1, CM2)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore con cadenza: ogni dieci/quindici giorni (previsti 2 rilievi in ogni stazione)
Colonna d'acqua (scala di sistema)	1 fissa (CF4)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo due volte (previsti 2 rilievi)

Colonna d'acqua (scala dell'evento)	2 mobili (CM1, CM2)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Campionamento ogni dieci/quindici giorni (previsti 2 prelievi in ogni stazione)
Colonna d'acqua (scala di sistema)	1 fissa (CF4)	Prelievo campioni	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Campionamento due volte (previsti 2 prelievi)

FASE IN CORSO D'OPERA – DRAGAGGIO FASI 3 ² e 4				
Colonna d'acqua (scala dell'evento)	3 mobili (CM3, CM8, CM9)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore con cadenza quindicinale il primo mese e mensile nei mesi successivi (previsti 5 rilievi in stazione CM3 e CM8, 4 in stazione CM9)
Colonna d'acqua (scala di sistema)	2 fisse (CF4, CF5)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore con cadenza bimestrale (previsti 2 rilievi in ogni stazione)
Colonna d'acqua (scala dell'evento)	3 mobili (CM3, CM8, CM9)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Campionamento con cadenza quindicinale il primo mese e mensile nei mesi successivi (previsti 5 rilievi in stazione CM3 e CM8, 4 in stazione CM9)
Colonna d'acqua (scala di sistema)	2 fisse (CF4, CF5)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Campionamento con cadenza bimestrale (previsti 2 prelievi in ogni stazione)
Sedimenti (scala di sistema)	2 (S1, S2)	Prelievo campioni superficiali (uno per ciascuna stazione)	granulometria, metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB, composti organostannici, microbiologia, ecotossicologia	Uno ogni due mesi circa, (previsti 2 campionamenti in ogni stazione)

² Non rientra tra le attività in elenco il dragaggio fase 2, che è oggetto di altra progettazione..

Benthos (scala di sistema)	2 (B1, B2)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	Classificazione conteggio macrozoobenthos e	Uno ogni due mesi circa, (previsti 2 campionamenti in ogni stazione)
Organismi filtratori (scala di sistema)	2 (M1, M2)	Trapianto organismi filtratori	metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB, composti organostannici	Una volta nel momento finale dell'intervento, in ogni stazione

FASE IN CORSO D'OPERA – DRAGAGGIO FASI 5 e 6				
Colonna d'acqua (scala dell'evento)	2 mobili (CM1, CM8)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore con cadenza quindicinale nel primo mese e mensile nei mesi successivi (previsti 8 rilievi in CM1, 7 rilievi in CM8)
Colonna d'acqua (scala di sistema)	2 fisse (CF4, CF5)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore con cadenza circa bimestrale (previsti 3 rilievi in ogni stazione)
Colonna d'acqua (scala dell'evento)	2 mobili (CM1, CM8)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Campionamento con cadenza quindicinale il primo quindicinale nel primo mese e mensile nei mesi successivi (previsti 8 rilievi in CM1, 7 rilievi in CM8)
Colonna d'acqua (scala di sistema)	2 fisse (CF4, CF5)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Campionamento con cadenza circa bimestrale (previsti 3 rilievi in ogni stazione)
Sedimenti (scala di sistema)	2 (S1, S2)	Prelievo campioni superficiali (uno per ciascuna stazione)	granulometria, metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB, composti organostannici, microbiologia, ecotossicologia	Uno ogni due mesi circa, (previsti 3 campionamenti in ogni stazione)
Benthos (scala di sistema)	2 (B1, B2)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	Classificazione conteggio macrozoobenthos e	Uno ogni due mesi circa, (previsti 3 campionamenti in ogni stazione)

FASE POST OPERA				
Colonna d'acqua	6 fisse (CF1, CF2, CF3, CF4, CF5, CF6)	Sonda multiparametrica	profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto	Acquisizione dati in continuo per 3 ore, una volta ogni tre mesi per un anno successivamente all'esecuzione dell'intervento (previsti 4 rilievi in ogni stazione)
Colonna d'acqua	6 fisse (CF1, CF2, CF3, CF4, CF5, CF6)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	TSS, TOC, metalli, idrocarburi, IPA, PCB, composti organo stannici, microbiologia, ecotossicologia (sul tal quale); metalli (sul particolato sospeso);	Uno ogni tre mesi, per un anno successivamente all'esecuzione dell'intervento (previsti 4 campionamenti in ogni stazione)
Sedimenti	2 (S1, S2)	Prelievo campioni superficiali (uno per ciascuna stazione)	granulometria, metalli, idrocarburi C>12, IPA, PCB, composti organostannici, microbiologia, ecotossicologia	Uno ogni tre mesi, per un anno successivamente all'esecuzione dell'intervento (previsti 4 campionamenti in ogni stazione)
Benthos	2 (B1, B2)	Prelievo campioni (uno per ciascuna stazione)	Classificazione e conteggio macrozoobenthos	Uno ogni tre mesi, per un anno successivamente all'esecuzione dell'intervento (previsti 4 campionamenti in ogni stazione)

Tabella 2 – Dettaglio del numero di rilievi e campionamenti da eseguire nelle diverse matrici ambientali considerate durante il monitoraggio

In merito alla frequenza indicata per le campagne di monitoraggio, è di notevole importanza che il monitoraggio delle diverse matrici sia realizzato idealmente nello stesso “momento” (significativo rispetto ai cambiamenti della qualità dell'acqua).

Come indicato in Tabella 2, per quanto riguarda la fase in corso d'opera sono previste frequenze di monitoraggio distinte in funzione della scala di osservazione: alla scala dell'evento, infatti, è stata considerata una cadenza maggiore durante il primo mese di attività e minore nei mesi successivi, per le diverse fasi; alla scala dell'intero sistema, invece, è stata considerata la stessa frequenza durante tutto l'intervento.

Per quanto riguarda la fase post opera, nel caso in cui fosse riscontrata una stabilizzazione dei valori dei parametri monitorati nelle diverse matrici ambientali indagate (valori confrontabili per almeno tre rilievi/campionamenti successivi) prima dei 12 mesi previsti, sarà possibile terminare il monitoraggio in anticipo rispetto alle previsioni.

L'imbarcazione da utilizzare per l'esecuzione delle attività, inoltre, dovrà essere dotata di idonea strumentazione per la misurazione in continuo (sonda multiparametrica ed eventuale Acoustic Doppler Current Profiler - ADCP). Tali strumenti dovranno essere utilizzati in modo estensivo nell'area da monitorare al fine di arrivare ad una completa conoscenza dei processi in corso. In particolare, dovranno essere eseguiti transetti orizzontali, mediante l'utilizzo di tale strumentazione in acquisizione continua, a diverse profondità nell' area di dragaggio e movimentazione dei sedimenti.

Nella "Planimetria delle stazioni di monitoraggio" (cfr. Elaborato di progetto PDEG026) è riportata l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio, fisse e mobili, previste per le diverse matrici ambientali oggetto di indagine.

Le operazioni di monitoraggio dovranno essere effettuate in condizioni meteo marine possibilmente stazionarie e comunque in assenza di transito di navi nelle vicinanze.

La strategia di monitoraggio così definita prevede pertanto:

- la costruzione e l'aggiornamento di una relazione affidabile (curva di correlazione), sia grazie alle campagne di bianco che nel corso delle campagne d'indagine previste durante le attività di movimentazione dei sedimenti, tra la torbidità misurata in tempo reale dalla sonda multiparametrica e la relativa concentrazione di solidi in sospensione, nonché tra questa e la concentrazione di contaminanti ad essa associata (ciò in aggiunta alle regolari procedure di calibrazione);
- il rilevamento in tempo reale (mediante l'utilizzo pressoché continuo, almeno nelle prime fasi di dragaggio ed in ogni evento critico, della sonda multiparametrica) della variazione delle caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua (ed in particolare della torbidità) attorno alle aree in cui procedono i lavori di dragaggio e, nel caso in cui sia riscontrata una qualche anomalia delle stesse, fino all'individuazione della estensione areale di tale anomalia;
- la registrazione in continuo (mediante sonde multiparametriche in modalità "standalone") e pertanto rilevamento in tempo reale della variazione delle caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua (ed in particolare della torbidità) in corrispondenza dei n. 2 stazioni fisse ubicate in posizioni maggiormente significative rispetto al controllo dei processi in atto, e indicativamente in corrispondenza del corridoio di accesso alle aree di intervento;
- la regolare verifica, seppure posticipata rispetto all'istante della misura, a causa dei tempi di laboratorio necessari per l'esecuzione delle analisi, delle effettive concentrazioni di solidi in sospensione associati ai valori di torbidità misurati, nonché delle relative concentrazioni dei contaminanti e dei rimanenti parametri chimico-fisici e microbiologici;
- il controllo regolare, seppure posticipato, dell'eventuale ecotossicità (saggi biologici) del campione d'acqua prelevato ed analizzato come sopra descritto e della specifica torbidità misurata;
- il controllo regolare, seppure posticipato, di eventuali effetti sul comparto biotico della specifica torbidità misurata, sia in termini di concentrazioni di inquinanti accumulati nei tessuti dei mitili e della fauna bentonectonica (bioaccumulo), sia in termini di monitoraggio dell'assenza di contaminazione microbiologica;
- il controllo regolare, seppure posticipato, della fuoriuscita dall'area portuale e della risedimentazione dei sedimenti e dei contaminanti ad essi associati mobilizzati nel corso delle attività di dragaggio e di refluento.

