

PIANO DI SVILUPPO E COESIONE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

D.P.C.M. 15.10.2015

Interventi per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di Bagnoli - Coroglio.

APPALTO MISTO DI SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE PER APPALTO INTEGRATO, COMPRENSIVO DI SERVIZI DI INDAGINI E DI LAVORI DI TEST DI DIMOSTRAZIONE TECNOLOGICA, OLTRE AI SERVIZI DI DIREZIONE DEI LAVORI E DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, AFFERENTE ALL'INTERVENTO DENOMINATO "RIMOZIONE COLMATA, BONIFICA DEGLI ARENILI EMERSI "NORD" E "SUD" E RISANAMENTO E GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINI COMPRESI NELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI-COROGLIO" (NA)"

CIG: 87792756EA - CUP: C65E19000350001 - CUP: C65E19000390001



Presidenza del Consiglio dei Ministri
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DEL GOVERNO
PER LA BONIFICA AMBIENTALE E RIGENERAZIONE URBANA
DELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
BAGNOLI - COROGLIO

STAZIONE APPALTANTE



Funzione Servizi di Ingegneria

Direzione Area Tecnica
Ambiente:

Ing. Edoardo Robortella Stacul

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Lorenzo MORRA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO

_PROGER S.p.A. (mandataria) _FINALCA INGEGNERIA S.r.l.
_AMBIENTE S.p.A. _3BA S.r.l.
_RINA CONSULTING S.p.A. _DHI SRL A SOCIO UNICO
_ARCADIS ITALIA S.r.l. _ASPS Servizi Archeologici s.n.c.

Coordinatore della Progettazione e Responsabile della Integrazione delle Relazioni Specialistiche PMI

_Ing. M. Balzarini (RINA)

Responsabile Paesaggio, Ambiente, Naturalizzazione, Agroalimentare, Zootecnica, Ruralità, Foreste (CAT.P.03)

_Ing. L. Rossi (ARCADIS)

Responsabile Paesaggio, Ambiente, Naturalizzazione, Agroalimentare, Zootecnica, Ruralità, Foreste (CAT.P.01)

_Ing. E. Scanferla (PROGER)

Responsabile Strutture (CAT. S.03)

_Ing. A. Tomarchio (RINA)

Archeologo

_Dott. F. Tiboni (ASPS)

Responsabile Paesaggistica

_Ing. F. Tamburini (AMBIENTE)

Responsabile Aspetti Naturalistici e S.I.A.

_Ing. L. Bertolé (ARCADIS)

Responsabile della Modellazione Numerica

_Ing. A. Pedroncini (DHI)

Responsabile Impianti (CAT. IB.06)

_Ing. G. Morlando (FINALCA)

Responsabile Acustica

_Ing. C. Di Michele (PROGER)

Responsabile Geologia

_Geol. M. Sandrucci (PROGER)

Coor. Sicurezza in fase di Progettazione

_Ing. N. Sciarra (PROGER)

BIM MANAGER

_Geom. G. Pietrolungo (PROGER)

Responsabile Rilievi

_Geol. L. Bignotti (AMBIENTE)

Responsabile Indagini

_Geol. M. Mannocci (AMBIENTE)

Resp. Test dimostrazione Tecno.

-Rimozione Sedimenti

_Geol. R. Costa (ARCADIS)

Resp. Test dimostrazione Tecno.

-Capping

_Geol. P. Mauri (AMBIENTE)

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO		DATA	NOME	FIRMA
RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA DRAGAGGI		REDATTO	07/2023	S. Russo (PROGER)
		VERIFICATO	07/2023	E.Scanferla (PROGER)
		APPROVATO	07/2023	Ing. Edoardo Robortella Stacul
		DATA	07/2023	
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI		SCALA
Rev. 0	21.07.2023	EMISSIONE		
Rev. 1	-			CODICE FILE
Rev. 2	-			2021E022INV-01D-02-MA-DE-DEM-05-00



CIG: 87792756EA - CUP: C65E19000350001 - Rimozione Colmata e Bonifica Arenili - CUP: C65E19000390001 - Progettazione e Risanamento Sedimenti Marini

INVITALIA

APPALTO MISTO DI SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE PER APPALTO INTEGRATO, COMPRESIVO DI SERVIZI DI INDAGINI E DI LAVORI DI TEST DI DIMOSTRAZIONE TECNOLOGICA, OLTRE AI SERVIZI DI DIREZIONE DEI LAVORI E DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, AFFERENTE ALL'INTERVENTO DENOMINATO "RIMOZIONE COLMATA, BONIFICA DEGLI ARENILI EMERSI "NORD" E "SUD" E RISANAMENTO E GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINI COMPRESI NELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI-COROGLIO (NA)".

RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA DRAGAGGI

Codice Elaborato 2021E022INV-01D-02-MA-DE-DEM-05-00 – Luglio2023

Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato	Data
0	EMISSIONE	S. Russo	E. Scanferla	Ing. Edoardo Robortella Stacul	20/07/2023

All rights, including translation, reserved. No part of this document may be disclosed to any third party, for purposes other than the original, without written consent of RINA Consulting S.p.A.



PROGER



ambiente
consulenza & ingegneria
esperienza per l'ambiente

ARCADIS

FINALCA
ingegneria.srl

3BA s.r.l.
engineering and consulting



AS

INDICE

	Pagina
INDICE DELLE FIGURE	2
1 PREMESSA	3
2 AREE DI INTERVENTO	4
3 DRAGAGGIO DEL MATERIALE	6
4 TRASPORTO DEL MATERIALE DRAGATO	8
5 COLLOCAZIONE DEL MATERIALE DRAGATO	9
6 MISURE DI MITIGAZIONE	10
7 MONITORAGGIO	11
8 CICLO DI DRAGAGGIO	12

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1:	Inquadramento area di intervento e sovrapposizione con planimetria di progetto	4
Figura 3.1:	Confronto schematico tra benna tradizionale e benna ambientale	7
Figura 6.1:	Esempi di barriera antitorbidità	10
Figura 8.1:	Particolare benna mordente bivalve	12

1 PREMESSA

Nell'ambito del presente progetto, gli interventi di dragaggio e di escavo sono finalizzati al raggiungimento dell'**Obiettivo Specifico O.S. 1.2 - Procedere al risanamento delle aree marine che presentano alterazioni delle caratteristiche naturali**: *In linea con la nuova vocazione dell'area, saranno ricostituite le condizioni ambientali adeguate a garantire l'obiettivo di balneabilità dello specchio acqueo antistante il sito e il relativo ecosistema marino. La balneabilità rappresenta una risorsa preziosa per la piacevolezza e la vivibilità dei luoghi per la popolazione, nonché un attrattore per lo sviluppo di vocazioni turistiche.*

Come più ampiamente descritto nell'elaborato Relazione Generale, l'obiettivo suesposto si concretizzerà mediante un intervento che prevede il risanamento ambientale delle aree a mare attraverso l'utilizzo delle migliori tecniche possibili (BAT) a costi sostenibili:

- per la parte sedimenti marini attraverso lo studio idrodinamico del paraggio, la caratterizzazione e calcolo dei volumi di sedimento inquinati e le conseguenti azioni di dragaggio e/o risanamento dei fondali;
- per la parte colonna d'acqua attraverso la ricognizione e le conseguenti azioni correttive (tecniche e amministrative) sul sistema degli scarichi di reflui civili che a vario titolo insistono lungo il perimetro dell'area (tale attività rientra nelle competenze dell'Obiettivo Generale 3 Infrastrutture- idrico).

Pertanto, la presente relazione si rende a corredo e compendio degli elaborati descrittivi e grafici che compongono il progetto definitivo riguardante l'area di rilevante interesse nazionale di Bagnoli-Coroglio (NA).

La relazione è strutturata in accordo alle previsioni del D.M.n.172 del 15 luglio 2016 - "Regolamento recante la disciplina delle modalità e delle norme tecniche per le operazioni di dragaggio nei siti di interesse nazionale, ai sensi dell'articolo 5-bis, comma 6, della legge 28 gennaio 1994, n. 84" e, in particolare all'Allegato A - "Modalità e norme tecniche per i dragaggi dei materiali".

Si rimanda agli elaborati componenti il Progetto Definitivo per una completa e dettagliata descrizione degli interventi previsti, degli studi specialistici, dei rilievi e indagini, con particolare riferimento alla caratterizzazione ambientale effettuata sui sedimenti oggetto di escavo e dragaggio, che corredano la progettazione della RIMOZIONE COLMATA, BONIFICA DEGLI ARENILI EMERSI "NORD" E "SUD" E RISANAMENTO E GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINI COMPRESI NELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI-COROGGIO (NA).

2 AREE DI INTERVENTO

L'area costiera di Bagnoli, oggetto dell'intervento di dragaggio ed escavo previsto in Progetto, è stata suddivisa in tre macroaree:

- ✓ **Microcella Nord;**
- ✓ **Macrocella;**
- ✓ **Zona Arenile Sud.**

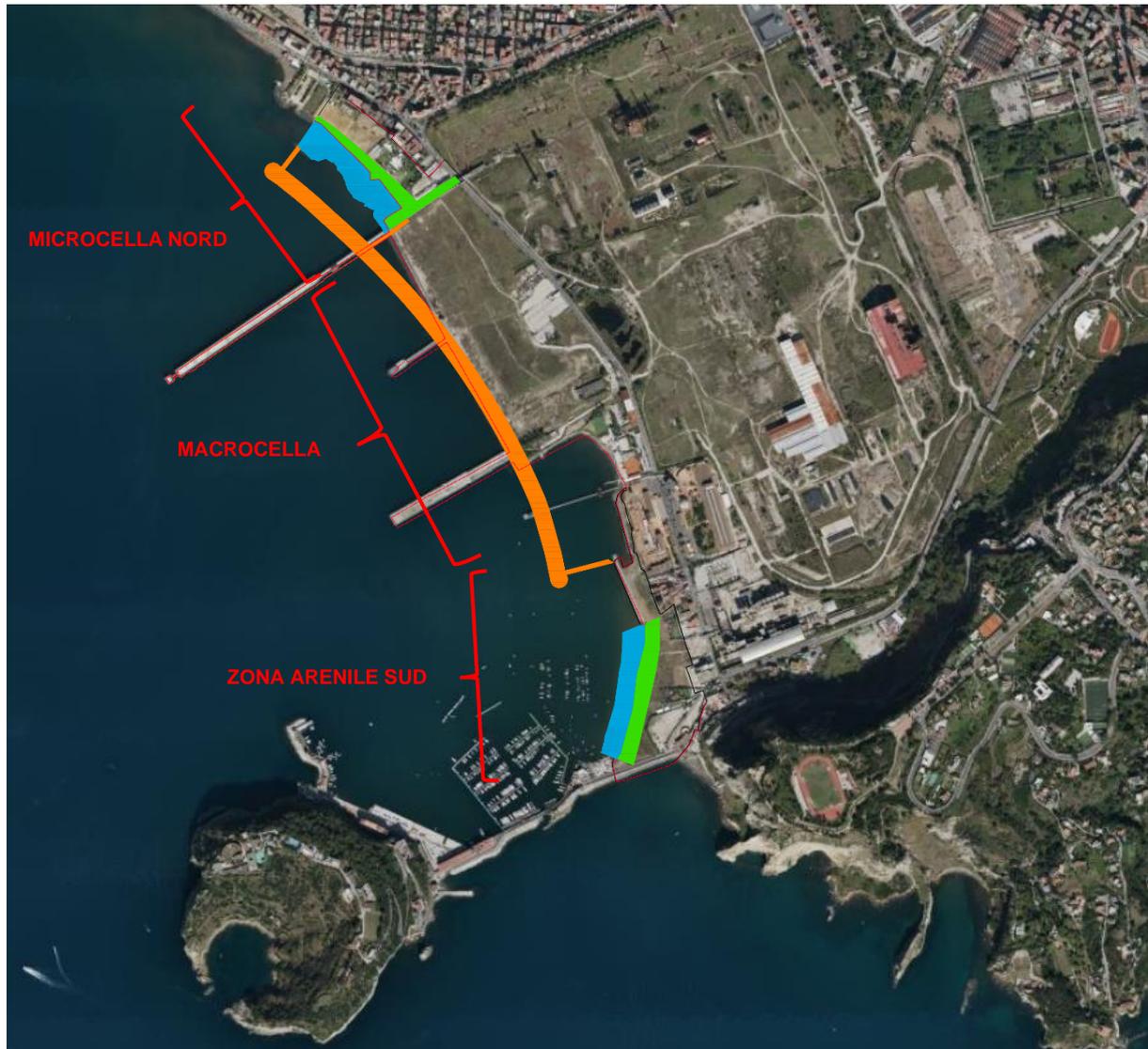


Figura 2.1: Inquadramento area di intervento e sovrapposizione con planimetria di progetto

Fonte: <https://www.bing.com/maps>

L'intervento di dragaggio ed escavo in questione riguarderà una fascia costiera con sviluppo longitudinale pari a circa 2 km così distribuiti:

- ✓ Microcella Nord: 400 m;
- ✓ Macrocella: 1.000 m;
- ✓ Zona Arenile Sud: 600 m;

RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA DRAGAGGI

Codice Elaborato 2021E022INV-01D-02-MA-DE-DEM-05-00 – Luglio2023

per un volume totale di sedimenti dragati pari a 472.000 mc e un volume totale di escavo di 347.200 mc, suddivisi per macroaree come appresso riportato:

DRAGAGGIO

- ✓ Microcella Nord: 54.000 mc;
- ✓ Macrocella: 334.500 mc;
- ✓ Zona Arenile Sud: 83.500 mc;

ESCAVO

- ✓ Microcella Nord: 59.700 mc;
- ✓ Macrocella: 147.500 mc;
- ✓ Zona Arenile Sud: 140.000 mc.

Per le finalità connesse con la fase di gestione dei sedimenti, i volumi sopra riportati verranno incrementati del 20% per tenere conto del rigonfiamento dei sedimenti stessi.

3 DRAGAGGIO DEL MATERIALE

Il dragaggio dei sedimenti marini di aree portuali e marino - costiere incluse nelle perimetrazioni dei Siti di Interesse Nazionale (Sin), individuati ai sensi dell'articolo 252 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, nonché il loro trasporto per la collocazione finale devono avvenire in accordo a quanto riportato nel Decreto 15 luglio 20216, n. 172 e relativo allegato A.

I sedimenti dragati devono essere preliminarmente caratterizzati sulla base di metodologie e criteri stabiliti dall'Allegato A del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 7 novembre 2008. In esito a tale caratterizzazione risultano possibili una o più delle modalità di gestione di cui all'art. 5-bis, comma 2, della Legge 28 gennaio 1994, n. 84.

La scelta della tecnologia di dragaggio è strettamente connessa ai seguenti fattori:

- ✓ caratteristiche fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche del sedimento da dragare, definite sulla base della caratterizzazione;
- ✓ caratteristiche morfologiche e idrodinamiche dell'area di dragaggio;
- ✓ obiettivi del progetto;
- ✓ presenza di obiettivi sensibili e/o aree protette;
- ✓ specifiche opzioni di gestione per il materiale dragato;
- ✓ risultati dell'applicazione di eventuali modelli matematici in grado di prevedere, per i diversi scenari ipotizzati, il comportamento del sedimento risospeso durante le attività di dragaggio e i processi di dispersione e/o diffusione della contaminazione eventualmente presente.

Nel caso in esame, si prevede l'esecuzione di un dragaggio di tipo ambientale che, grazie alla tecnologia impiegata, consente di mitigare gli effetti sull'ecosistema.

Il dragaggio ambientale, infatti, garantisce il raggiungimento dei seguenti requisiti:

- ✓ massima riduzione della risospensione dei sedimenti e della torbidità;
- ✓ minimizzazione delle perdite di materiale (spill);
- ✓ ottimizzazione della densità del materiale dragato, con conseguente minimizzazione della quantità d'acqua rimossa insieme al sedimento;
- ✓ elevata precisione nel posizionamento e accuratezza del profilo di scavo.

La draga meccanica di tipo ambientale che si prevede di impiegare sarà equipaggiata con apposita strumentazione che garantisce:

- ✓ il controllo in tempo reale dell'efficacia delle modalità esecutive e dell'evoluzione dell'intervento;
- ✓ la regolazione del grado di riempimento della benna;
- ✓ l'adozione di una velocità adeguata di lavoro;
- ✓ la chiusura ermetica della benna.

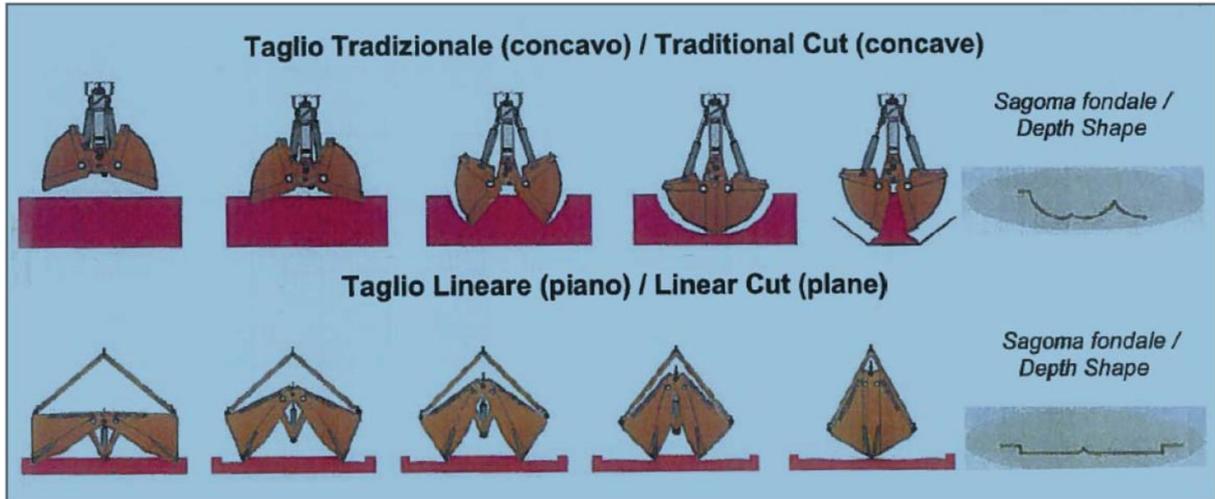


Figura 3.1: Confronto schematico tra benna tradizionale e benna ambientale

Le operazioni di dragaggio ambientale meccanico avverranno previo confinamento dell'area di intervento con barriere antitorbidità e prevedendo rilievi periodici delle aree stesse mediante sistema Multibeam.

4 TRASPORTO DEL MATERIALE DRAGATO

Le operazioni di trasporto di sedimenti dragati in aree portuali e marino-costiere incluse nella perimetrazione dei Siti di Interesse Nazionale devono avvenire secondo modalità tali da prevenire o ridurre al minimo dispersioni e rilasci accidentali di materiale.

Nel caso in esame, è previsto che il trasporto del materiale dall'area di dragaggio fino al punto di sversamento su idoneo mezzo terrestre, che lo condurrà in apposito sito individuato all'interno dell'area di cantiere, avvenga mediante betta che operi in affiancamento al pontone.

Tale trasporto con betta dovrà avvenire adottando tutti gli accorgimenti finalizzati a prevenire e/o ridurre al minimo la perdita di materiale durante il tragitto attraverso il controllo, anche automatizzato, dell'effettiva chiusura delle porte di scarico, la copertura del carico, la limitazione del grado di riempimento grazie all'adozione in un adeguato franco di sicurezza.

5 COLLOCAZIONE DEL MATERIALE DRAGATO

La collocazione del materiale dragato, nel rispetto dell'art. 5-bis, comma 2 della legge 28 gennaio 1994, n. 84, deve essere condotta secondo modalità tali da prevenire o ridurre al minimo eventuali dispersioni e rilasci accidentali di materiale.

La compatibilità ambientale degli specifici interventi deve essere valutata alla luce di tutti gli elementi informativi acquisiti e in relazione alle particolari modalità operative prescelte.

La scelta delle modalità di gestione dei sedimenti, effettuata tra le possibili soluzioni risultanti a seguito delle operazioni di caratterizzazione, deve avvenire secondo criteri che privilegino l'utilizzo degli stessi ai sensi dell'articolo 5-bis, comma 2 lettera a) della legge 28 gennaio 1994, n. 84 (ricostruzione di strutture naturali, opere di difesa costiera) ovvero interventi di valorizzazione ambientale (creazione e/o ripristino di habitat, mantenimento del bilancio sedimentario, strutture ricreative), in un'ottica di gestione integrata.

6 MISURE DI MITIGAZIONE

Il dragaggio e la relativa gestione del sedimento richiedono l'adozione di opportune misure di mitigazione degli eventuali impatti sull'ambiente circostante, da dimensionare sulla base di:

- ✓ caratteristiche fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche del materiale dragato, definite sulla base della caratterizzazione;
- ✓ caratteristiche idrodinamiche e morfo-batimetriche delle aree di intervento;
- ✓ presenza di obiettivi sensibili e/o aree a vario titolo protette;
- ✓ modalità di dragaggio, trasporto e collocazione prescelte;
- ✓ opzioni di gestione selezionate.

In funzione dell'entità degli impatti ambientali attesi devono essere selezionate misure di mitigazione:

- ✓ che agiscano sulle diverse sorgenti dell'impatto (dragaggio, trasporto, collocazione): accorgimenti operativi nelle diverse fasi del processo, limitazioni temporali, utilizzo di barriere fisiche attorno al sistema dragante;
- ✓ che agiscano sui possibili bersagli: limitazioni temporanee d'uso, utilizzo di barriere fisiche a protezione degli obiettivi sensibili.

Nel caso in esame, la mitigazione dei possibili impatti derivanti dalle attività di dragaggio sarà garantita attraverso l'impiego di barriere fisiche atte a limitare la diffusione della nube di torbida e/o ridurre le potenziali interazioni acqua-sedimento e la conseguente mobilitazione degli eventuali contaminanti presenti.

In particolare, si prevede l'utilizzo di specifiche panne galleggianti antitorbidità composte da una parte emersa galleggiante (barriera), con funzione portante di ormeggio e contenitiva rispetto a schiume, oli e materiale disperso in galleggiamento, e da una parte immersa (draft) con azione di contenimento, opportunamente zavorrata e bilanciata, eventualmente anche a lunghezza regolabile.

Le panne antitorbidità marine, realizzate con teli in geotessuto o in poliestere ad alta resistenza, pur risultando permeabili all'acqua, consentono di trattenere i solidi in sospensione con completo isolamento della zona di dragaggio. Esse saranno ancorate al fondale mediante ancore o corpi morti in calcestruzzo e saranno posizionate su ciascuna area in cui opera la draga e, quindi, spostate e riposizionate sulla successiva area di intervento.

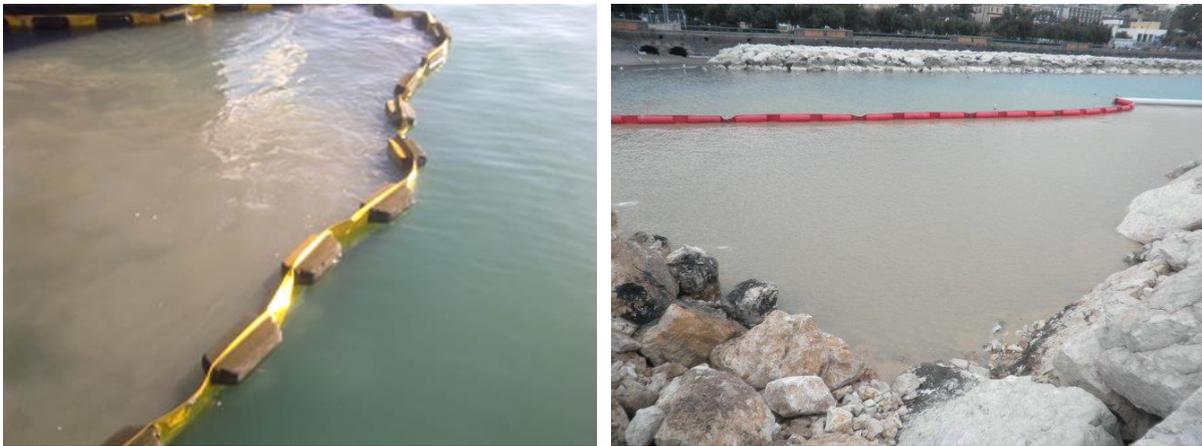


Figura 6.1: Esempi di barriera antitorbidità

7 MONITORAGGIO

La redazione e l'attuazione di un piano di monitoraggio ambientale dell'intero processo di gestione del sedimento, dal dragaggio alla collocazione (o riutilizzo) finale del materiale dragato, costituiscono requisito essenziale per la corretta esecuzione del progetto di dragaggio.

Tale monitoraggio è funzionale alla verifica degli effetti attesi sulle diverse matrici ambientali interessate dalle attività di escavo e dell'efficacia delle eventuali misure introdotte per la loro mitigazione.

Il piano di monitoraggio, definito sulla base di un'approfondita conoscenza dell'area di intervento e commisurato all'entità degli impatti attesi, deve essere articolato in tre fasi distinte:

- ✓ fase di monitoraggio "ante operam", antecedente le previste attività di movimentazione dei sedimenti, avente come obiettivo principale quello di definire i valori di riferimento dell'area per i parametri di interesse e la loro relativa variabilità spazio-temporale. Tale fase prevede anche l'individuazione e la caratterizzazione delle stazioni di monitoraggio, incluse specifiche stazioni "di controllo", rappresentative delle caratteristiche ambientali dell'area e della loro variabilità naturale e non influenzabili dalle attività di movimentazione;
- ✓ fase di monitoraggio "in corso d'opera", durante l'attività di movimentazione dei sedimenti, finalizzata a individuare e quantificare gli impatti attesi nei diversi comparti ambientali, verificare l'idoneità delle modalità operative adottate e valutare l'efficacia delle eventuali misure correttive e/o di mitigazione introdotte;
- ✓ fase di monitoraggio "post operam", successiva alla conclusione delle attività di movimentazione, finalizzata alla verifica della tendenza al ripristino delle condizioni ambientali ante operam.

8 CICLO DI DRAGAGGIO

Il dragaggio dei fondali dell'area di Bagnoli-Coroglio sarà operato con mezzi marittimi mentre le operazioni di escavo saranno eseguite con l'impiego di mezzi terrestri.

In entrambi i casi si prevede di prelevare i sedimenti mediante l'ausilio di mezzi dotati di benna bivalve ambientale a chiusura ermetica da 12 mc.

In particolare, il dragaggio delle aree oggetto di riqualifica sarà eseguito attraverso l'escavo subacqueo effettuato con l'impiego di draga meccanica equipaggiata, come detto, con benna bivalve meccanica a chiusura ermetica da 12 mc, montata su motopontone. Il materiale dragato e caricato su una betta di appoggio sarà poi trasferito su apposito mezzo terrestre per il successivo trasporto e scarico in area individuata all'interno del cantiere.

Il dragaggio sarà eseguito in riferimento ai requisiti e con le modalità esecutive previste dal Decreto 15 luglio 2016, n. 172 - Regolamento recante la disciplina delle modalità e delle norme tecniche per le operazioni di dragaggio nei siti di interesse nazionale, ai sensi dell'articolo 5 -bis, comma 6, della legge 28 gennaio 1994, n. 84, Allegato A - Modalità e norme tecniche per i dragaggi dei materiali, come appresso esplicitato.



Figura 8.1: Particolare benna mordente bivalve

Fonte: <https://www.gifmodul.hu/partner/tizmar>

Nel caso in esame, atteso che il dragaggio sarà di tipo «ambientale», come detto, la draga utilizzerà una benna bivalve meccanica a chiusura ermetica atta a minimizzare il rilascio dei sedimenti in colonna d'acqua. L'impiego della benna ambientale sarà accoppiato all'utilizzo di panne galleggianti quale ulteriore misura di mitigazione degli impatti sull'ecosistema.

La scelta del dragaggio «ambientale» permetterà di ridurre al minimo la risospensione dei sedimenti, l'incremento della torbidità, la perdita di materiale (spill), la quantità d'acqua rimossa insieme al sedimento.

La draga sarà inoltre equipaggiata con la strumentazione occorrente al controllo, in tempo reale, dell'efficacia delle modalità esecutive e dell'evoluzione dell'intervento, potendosi regolare il grado di riempimento della benna e garantirne la chiusura ermetica e adottare una velocità adeguata di lavoro in funzione della qualità dei sedimenti.

La stima dei tassi di produzione operativi, ossia la produzione media durante il tempo effettivo di lavoro, è influenzata da molti fattori. In particolare, nel caso di draghe meccaniche la produzione è funzione della dimensione della benna, dell'effettivo riempimento del secchio, del tempo di ciclo effettivo per il carico del secchio, delle dimensioni della chiatta, dello spessore del taglio e dell'effettiva efficienza nell'orario di lavoro.

Il tempo di ciclo viene generalmente definito come il tempo complessivo necessario per completare il processo di chiusura della benna per scavare un secchio carico di sedimenti, sollevarlo attraverso la colonna d'acqua e scaricarlo infine nella chiatta, fino ad abbassare la benna al fondo riposizionandola per una nuova operazione.

I tassi di produzione massimo (P_m) e medio (P_o) per draghe meccaniche possono essere stimati utilizzando i parametri di funzionamento della benna, il tempo di ciclo e la percentuale di riempimento della benna con le relazioni seguenti:

$$P_m = V_b \cdot \frac{60}{t_c} \cdot \frac{f}{100}$$

RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA DRAGAGGI

Codice Elaborato 2021E022INV-01D-02-MA-DE-DEM-05-00 – Luglio2023

dove:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_m = \text{tasso di produzione massimo (m}^3/\text{h)} \\ V_b = \text{dimensione della benna (m}^3\text{)} \\ f = \text{riempimento della benna (\%)} \\ t_c = \text{tempo di ciclo (min)} \\ 60 = \text{fattore di conversione (min/h)} \end{array} \right.$$

e

$$P_o = P_m \cdot EWTE$$

dove:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_o = \text{tasso di produzione medio (m}^3/\text{h)} \\ EWTE = \text{rendimento orario di lavoro} \end{array} \right.$$

Il tempo di ciclo può variare in modo significativo: un tempo di ciclo dai 2 ai 4 minuti può essere utilizzato per stime di produzione per una profondità di 6 m o inferiori e senza fasi di risciacquo della benna durante il ciclo. Un tempo più lungo è adatto per profondità maggiori.

Per la valutazione dell'efficienza effettiva di lavoro (EWTE) bisogna tenere in considerazione il tempo previsto per:

- ✓ la manutenzione di routine quotidiana (per la draga, i sistemi di dewatering, etc.);
- ✓ il movimento delle attrezzature (chiatte, condotte, o movimenti della draga);
- ✓ le indagini e il monitoraggio;
- ✓ il rifornimento;
- ✓ la calibrazione e manutenzione dei sistemi di navigazione di precisione;
- ✓ il tempo di standby per le ispezioni delle agenzie, la gestione della qualità delle acque, l'attesa per i risultati dei test;
- ✓ il meteo;
- ✓ il traffico marittimo nella zona.

Si riporta di seguito il calcolo dei tassi di produzione massimo (P_m) e medio (P_o) per la draga meccanica da impiegarsi per l'esecuzione del dragaggio di progetto:

$$V_b = 12 \text{ mc}$$

$$f = 75 \%$$

$$t_c = 5 \text{ min}$$

$$P_m = 108,00 \text{ mc/h}$$

$$EWTE = 85 \%$$

$$P_o = 91,80 \text{ mc/h}$$

Il valore del tasso di produzione medio consente di stimare i tempi necessari per l'esecuzione dell'intervento di dragaggio ed escavo previsto in progetto.

Ipotizzando che si operi su due turni lavorativi di 8 ore ciascuno (produzione totale pari a circa 1500 mc) e considerando un totale di giorni lavorativi al mese pari a 20, si stima che i tempi per l'esecuzione del dragaggio e dell'escavo dei volumi di progetto siano quelli di seguito riportati:

- ✓ **DRAGAGGIO:** 16 mesi
- ✓ **ESCAVO:** 12 mesi

Posto quanto precede, il ciclo di dragaggio può essere quindi sinteticamente suddiviso in tre macrofasi:

- ✓ **escavo;**

RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA DRAGAGGI

Codice Elaborato 2021E022INV-01D-02-MA-DE-DEM-05-00 – Luglio2023

- ✓ **trasporto;**
- ✓ **deposito.**

Tali macrofasi, operativamente, si possono schematizzare nelle seguenti fasi esecutive adottate per l'intervento in esame e appresso riportate:

1. navigazione e posizionamento della draga meccanica a benna mordente nell'area di prelievo;
2. esecuzione delle operazioni di dragaggio meccanico ambientale consistenti nell'escavo e successivo sollevamento del materiale mediante benna mordente bivalve a chiusura ermetica;
3. sversamento del materiale dragato contenuto nella benna su betta operante in affiancamento alla draga;
4. ritorno al sito di dragaggio: tutto il materiale presente sulla betta di appoggio viene caricato sul mezzo terrestre e la stessa betta ritorna a vuoto sul sito di prelievo dove ricomincia il ciclo di dragaggio.

