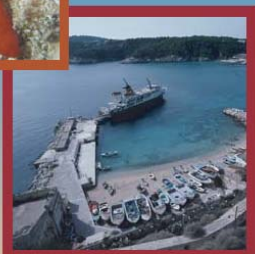




*Ministero dell' Ambiente  
e della Tutela del Territorio e del Mare*

## MANUALE PER LA MOVIMENTAZIONE DI SEDIMENTI MARINI



*realizzato da:*



**ICRAM**

ISTITUTO CENTRALE PER LA RICERCA  
SCIENTIFICA E TECNOLOGICA APPLICATA AL MARE



**APAT**

Agenzia per la protezione  
dell'ambiente e per i servizi tecnici

## **Autori**

APAT

**Ing. Stefano Corsini**

*Responsabile tecnico del progetto*

Hanno collaborato:

Ing. Raffaella Alessi

Dr.ssa Stefania Balzamo

D.ssa Maria Belli

Dr.ssa Patrizia Borrello

Dott. Damiano Centioli

Ing. Daniela Ceremigna

Ing. Claudio Cerri

Dr. Vincenzo De Gironimo

Dr. Paolo De Zorzi

Ing. Claudia Di Fiore

Ing. Lorenzo Morra

Ing. Massimo Paone

Dr. Michele Rotunno

Dr.ssa Flavia Saccomandi

ICRAM

**Dott. Fulvio Onorati**

**Dott. David Pellegrini**

*Responsabili scientifici*

Hanno collaborato:

D.ssa Silvia Bellacicco

Ing. Daniela Calarco

Dr. Cristian Mugnai

Dr.ssa Luisa Nicoletti

Dr.ssa Daniela Paganelli

Ing. Fabiano Pilato

Dr. Fabio Sarti

Dr.ssa Claudia Virno Lamberti

Hanno collaborato per il

**Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare**

**Direzione per la Protezione della Natura**

i dirigenti, i funzionari e gli esperti:

**Dr.ssa Patrizia De Angelis, Dr. Massimo Avancini**

Dr. Stefano Bataloni

Dr.ssa Irene Di Girolamo

Dr.ssa Barbara Marniga

Arch. Maddalena Ramondo

Dr.ssa Bianca Maria Troiano

*Ringraziamenti*

Si ringraziano tutti i numerosi enti che hanno partecipato al lavoro tra i quali:

Per il R.A.M.: **C.V. Vittorio Alessandro**

Regione e ARPA Emilia Romagna

Regione e ARPA Liguria

Regione e ARPA Marche

ARPA Toscana

---

## SOMMARIO

<i>Prefazione</i>		1
<b>CAPITOLO 1</b>		5
<b><i>MODALITA' DI PRESENTAZIONE DELLA DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE E DOCUMENTAZIONE DA ALLEGARE</i></b>		
1.1	<u>DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE</u>	5
1.1.1	AUTORIZZAZIONI PRESSO IL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE	5
1.1.2	AUTORIZZAZIONI REGIONALI	6
1.2	<u>MOTIVAZIONI DELLE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO E DELL'OPZIONE DI GESTIONE PROPOSTA PER I MATERIALI DRAGATI</u>	6
1.3	<u>CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI E OPZIONE DI GESTIONE PROPOSTA</u>	6
<b>CAPITOLO 2</b>		10
<b><i>CAMPIONAMENTO, CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI DA DRAGARE E CRITERI DI GESTIONE</i></b>		
2.1	<u>CRITERI DI CAMPIONAMENTO DEI SEDIMENTI DA SOTTOPORRE A MOVIMENTAZIONE</u>	10
2.1.1	AREA PORTUALE	10
2.1.2	AREA MARINA FLUVIALE O LITORANEA	18
2.1.2.1	Materiali in ambito fluviale	18
2.1.2.2	Materiali in aree marine litoranee	18
2.1.3	AREE DI PRELIEVO MARINE NON COSTIERE (SABBIE RELITTE PER RIPASCIMENTO)	20
2.2	<u>PARAMETRI DA ANALIZZARE</u>	21
2.2.1	PARAMETRI FISICI, CHIMICI E MICROBIOLOGICI	21
2.2.2	ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE (SAGGI BIOLOGICI DI TOSSICITÀ)	25
2.3	<u>CLASSIFICAZIONE DEL MATERIALE DA PRELEVARE E OPZIONI DI GESTIONE</u>	26
2.3.1	CLASSI DI QUALITÀ E OPZIONI DI GESTIONE	26
2.3.2	CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLA QUALITÀ	28
2.3.3	PROCEDURA PER LA DETERMINAZIONE DEL LIVELLO CHIMICO DI BASE "LOCALE" (LCBlloc) PER GLI ELEMENTI IN TRACCIA	39
<b>CAPITOLO 3</b>		40
<b><i>PROCEDURE ANALITICHE RELATIVE ALLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI</i></b>		
3.1	<u>PREPARAZIONE E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI</u>	40
3.2	<u>METODICHE DI ANALISI</u>	41
3.2.1	PARAMETRI FISICI, CHIMICI E MICROBIOLOGICI	41
3.2.2	PARAMETRI ECOTOSSICOLOGICI	41

3.2.3	BIOCENOSI BENTONICHE	42
3.3	<u>ORGANIZZAZIONE DEI RISULTATI DELLE ANALISI</u>	43
	<b>CAPITOLO 4</b>	44
	<i>ATTIVITA' DI DRAGAGGIO, TRASPORTO E DEPOSIZIONE DEI MATERIALI NEI DIFFERENTI AMBIENTI MARINI O COSTIERI E RELATIVI PIANI DI MONITORAGGIO</i>	
4.1	<u>AREA PORTUALE</u>	44
4.1.1	ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO	44
4.1.1.1	Monitoraggio	45
4.1.2	ATTIVITÀ DI DEPOSIZIONE: UTILIZZO DEI MATERIALI IN AMBITO PORTUALE	45
4.1.2.1	Ambienti conterminati	45
4.1.2.2	Ambienti non conterminati	47
4.2	<u>AREA MARINA FLUVIALE O LITORANEA</u>	48
4.2.1	ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO	48
4.2.1.1	Area marino fluviale	48
4.2.1.2	Area litoranea	49
4.2.2	ATTIVITÀ DI DEPOSIZIONE	50
4.2.2.1	Ripascimento costiero	50
4.2.2.1.1	Caratterizzazione del sito da ripascere	50
4.2.2.1.2	Progetto di esecuzione e ipotesi di impatto	50
4.2.2.1.3	Piano di monitoraggio	51
4.2.2.2	Ambiente conterminato	51
4.3	<u>AREA MARINA NON COSTIERA</u>	51
4.3.1	ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO (prelievo di sabbie relitte)	51
4.3.2	ATTIVITÀ DI DEPOSIZIONE: IMMERSIONE IN AREA MARINA NON COSTIERA DI MATERIALI DI DRAGAGGIO	54
4.3.2.1	Restrizioni normative	54
4.3.2.2	Individuazione e caratteristiche del sito di immersione	54
4.3.2.3	Modalità di immersione	56
4.3.2.4	Ipotesi di impatto: previsione delle alterazioni prodotte ed idoneità all'immersione	56
4.3.2.5	Piano di monitoraggio delle attività di trasporto e immersione	57
4.4	<u>CASI PARTICOLARI</u>	58
4.4.1	INTERVENTI DI RIPASCIMENTO DI RIDOTTA ENTITÀ (OCCASIONALI O DI MANUTENZIONE PERIODICA) CON SABBIE PROVENIENTI DAL MEDESIMO CONTESTO AMBIENTALE	58
4.4.2	SPOSTAMENTO DI SEDIMENTI IN AMBIENTE SOMMERSO	59
	<b>CAPITOLO 5</b>	60
	<i>PROCEDURA D'URGENZA</i>	
5.1	<u>DINAMICA DEI FENOMENI RESPONSABILI DELL'ACCUMULO DEI SEDIMENTI MARINI</u>	60

5.2	<u>INQUADRAMENTO GENERALE</u>	60
	<b>CAPITOLO 6</b>	62
	<b><i>SCHEDA DI BACINO PORTUALE</i></b>	
6.1	<u>INTRODUZIONE</u>	62
6.2	<u>INQUADRAMENTO GENERALE</u>	62
6.3	<u>TIPOLOGIA DEI TRAFFICI</u>	63
6.4	<u>TIPOLOGIA DEL SITO DA SOTTOPORRE A MOVIMENTAZIONE</u>	63
6.5	<u>TIPOLOGIA DEL DRAGAGGIO, CARATTERIZZAZIONE E QUANTITATIVI DRAGATI NEGLI ULTIMI 10 ANNI</u>	64
6.6	<u>DESTINAZIONE DEL MATERIALE DRAGATO NEGLI ULTIMI 10 ANNI</u>	65
6.7	<u>PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO, GESTIONE DEI MATERIALI E RIDUZIONE DELLE FONTI DI INQUINAMENTO</u>	66
	<b>APPENDICE</b>	67
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	69

## PREFAZIONE

L'immersione deliberata in mare di materiale di escavo dei fondali e dei terreni litoranei emersi, nonché la movimentazione dei fondali marini derivante da attività di posa di cavi e condotte, disciplinato dall'articolo 35 del D.lgs 152/99, è oggi normata dall'articolo 109 della legge 152/2006<sup>1</sup>.

Il presente documento, risultato di una complessa e attenta analisi di pubblicazioni tecnico-scientifiche, legislazioni specifiche vigenti in Italia e in altri paesi e della comune esperienza pluriennale diretta dell'ICRAM e dell'APAT, sviluppa gli elementi tecnici connessi alla materia.

L'elaborazione del documento presentato è stata di grande complessità poiché si affrontano tutte le problematiche relative ai dragaggi portuali, al ripascimento di aree costiere soggette ad erosione, all'immersione in mare di materiale di escavo.

Si è cercato, dunque, di sintetizzare le azioni da intraprendersi per una gestione ecosostenibile della materia relativa alla movimentazione di materiale sedimentario in ambito marino-costiero.

In ambiente portuale, la tendenza in atto è quella di aumentare le profondità dei fondali al fine di accogliere imbarcazioni sempre più grandi; del resto ciò riflette l'organizzazione dell'intero sistema di trasporto marittimo a livello mondiale. Peraltro, com'è noto, si tratta di una attività che presenta rilevanti effetti a vari livelli, ma soprattutto sul piano ambientale; è infatti ormai pienamente accertato che l'escavazione dei fondali e l'eventuale scarico in mare dei materiali di risulta costituisce un'attività di notevole rischio per la diffusa presenza dei contaminanti contenuti nei sedimenti dei fondali, soprattutto a causa delle attività di tipo industriale e commerciale che vengono svolte nelle aree portuali.

Per tutte queste ragioni, nel presente documento viene, in primo luogo, sottolineata l'importanza di limitare il ricorso indiscriminato alla "procedura d'urgenza" mediante l'attuazione di un piano di gestione dei sedimenti che preveda un continuo monitoraggio delle aree interessate, una corretta programmazione e l'attuazione di quello che dovrebbe essere lo strumento di gestione fondamentale: la scheda di bacino portuale.

Per quanto concerne, invece, la problematica dello smaltimento dei materiali dragati, fino a tempi abbastanza recenti, la metodologia privilegiata è stata quella dell'immersione in mare. Successivamente, l'indicazione fornita dall'articolo 35 del D.Lgs. 152/99, che riprende quanto indicato dalla Convenzione di Londra del 1972 (in particolare nella risoluzione di approvazione del D.M.A.F. - "Dredged material assessment framework"), è stata quella di considerare il materiale di risulta una "risorsa" da recuperare, piuttosto che un materiale di rifiuto. In considerazione di ciò, dunque, un'alternativa da preferire allo scarico in mare è l'utilizzo benefico dei materiali dragati con o senza specifici trattamenti, anche perché è ormai chiaro che il fondo del mare non può essere usato come una discarica in quanto non possiede una capacità illimitata di assimilazione e smaltimento.

Anche sul piano internazionale l'argomento trattato dal presente documento è abbastanza controverso e manca una vera e propria normativa che abbia per oggetto l'attività specifica di dragaggio (ad oggi non esiste una Direttiva Europea sull'argomento), mentre è fiorente la

---

<sup>1</sup> La revisione del codice dell'ambiente tuttora in atto potrebbe portare ad un nuovo assetto giuridico in materia ambientale e dunque a modifiche dei riferimenti normativi citati nel presente testo.

presenza di convenzioni internazionali inerenti lo scarico in mare dei materiali: in particolare possiamo citare la *Convenzione di Londra* (protocollo 96) del 1972 e, sul piano regionale, la *Convenzione di Barcellona* (protocollo Dumping del 1995) per quanto riguarda l'area Mediterranea e la *Convenzione OSPAR* del 1992 (entrata in vigore nel febbraio 1999) per l'area del Nord-Est Atlantico che sostituisce la *Convenzione di Oslo* del 1972 e la *Convenzione di Parigi* del 1974. Tutte confermano i seguenti principi essenziali:

*Il principio precauzionale*: possono essere scaricate in mare solo determinate sostanze con un percorso specifico scaturito dalla caratterizzazione dei sedimenti, dall'ipotesi di impatto e dal successivo monitoraggio.

*Il principio di "chi inquina paga"*: si attribuisce al soggetto che introduce sostanze inquinanti nell'ambiente, la responsabilità di sostenere i costi per le misure di riduzione dell'inquinamento prodotto.

*Il Principio di gestione integrata delle zone costiere*: ogni intervento in questa fascia di territorio deve essere contestualizzato nell'ambito di una gestione "integrata", che contempli tutti gli aspetti socio-economici, oltre che prettamente ambientali.

E' chiaro, dunque, che la premessa indispensabile per una corretta gestione del materiale dragato è una dettagliata conoscenza delle sue caratteristiche. Infatti, come indicato dalla già citata Convenzione di Londra e, in generale, dal sistema normativo internazionale, solo una approfondita conoscenza della natura e dell'origine dei sedimenti e un'attenta analisi delle loro caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche permette di valutare correttamente gli impatti ambientali che possono derivare dall'attività di dragaggio e poter gestire il materiale nel pieno rispetto dell'ambiente.

Alla luce di queste necessarie considerazioni, nel presente documento sono state definite le metodologie di campionamento del sedimento, le metodiche di analisi dei campioni e i criteri di classificazione qualitativa del materiale.

Per quanto attiene al campionamento dei sedimenti da sottoporre a movimentazione, vengono proposte alcune modifiche a quanto prescritto dal D.M. del 24.01.1996. Viene, infatti, proposto un criterio di campionamento che prevede tre tipologie di aree unitarie, ciascuna da caratterizzare mediante un solo punto di campionamento, laddove il D.M. del 1996 ne prevedeva solo una con due stazioni di campionamento. Questo nuovo criterio tiene conto della eterogeneità batimetrica dei fondali, della variabilità qualitativa dei sedimenti nonché dell'articolazione strutturale interna dei porti italiani.

La fase successiva al campionamento è quella dell'analisi dei sedimenti. Viene fornito un quadro minimo dei parametri da analizzare in qualunque contesto, a cui vanno aggiunti ulteriori parametri qualora non si possa escludere la presenza di particolari forme di inquinamento, dando comunque molta importanza alle analisi ecotossicologiche. Infatti, nonostante la lista delle sostanze da analizzare indicate dalle varie direttive (la prima delle quali è stata la Direttiva 2000/60CE) sia in continuo aumento, essa non comprenderà mai tutte le sostanze di origine antropica immesse nell'ambiente. Pertanto, si comprende come, oltre alle analisi fisico-chimiche risulti necessario effettuare anche indagini ecotossicologiche, per poter stimare correttamente il rischio ambientale legato alla movimentazione di matrici estremamente complesse quali i sedimenti. Si sottolinea, inoltre, l'importanza di seguire, nella fase di analisi, le metodologie analitiche relative a protocolli nazionali e/o internazionali ufficialmente riconosciuti affinché sia possibile garantire la correttezza della procedura d'esame, nonché l'inequivocabilità dell'informazione e la qualità del dato.

Il risultato finale di un corretto campionamento e di una attenta fase di analisi del sedimento è la sua appropriata classificazione qualitativa. A tal fine, è stato proposto un approccio tabellare che mette a confronto i valori chimico-fisici ed ecotossicologici relativi alla caratterizzazione



effettuata con valori di riferimento, permettendo di individuare cinque classi. Per ciascuna classe vengono in seguito indicate le opzioni di gestione compatibili.

Insieme a quanto sopra detto, uno strumento di riferimento per agevolare la gestione dell'ambito portuale è la "Scheda di bacino portuale", contenente almeno le seguenti informazioni: natura del porto ed opere di protezione, cartografia di dettaglio, descrizione approfondita delle caratteristiche fisiche e meteomarine, attività portuali pregresse, attuali e previste, tipo ed ubicazione di attività di dragaggio eseguite negli ultimi anni, natura ed ubicazione di eventuali fonti di inquinamento. Tali informazioni, infatti, sono necessarie al fine di "conoscere" meglio la realtà portuale, caratterizzare il sedimento che si vuole dragare e proporre quindi la gestione ottimale. E' necessario che le Autorità competenti e tutti gli addetti ai lavori, comprendano l'importanza di questo "nuovo" strumento (per la realtà italiana). Infatti, conoscendo, ad esempio, in modo dettagliato il tipo e l'ubicazione dei dragaggi effettuati negli ultimi anni nonché la qualità dei sedimenti, è possibile dragare solo la quantità di materiale effettivamente necessaria e scegliere, in funzione della classe qualitativa di appartenenza del materiale, la modalità di gestione ottimale. Ciò non solo minimizza gli impatti ambientali ma permette anche di ottenere un notevole risparmio economico nella fase di escavo ed in quella di un eventuale successivo trattamento.

Tale strumento riferito anche ad altre condizioni operative e situazioni presenti sulla costa, può assumere un valore strategico nella gestione/programmazione delle relative attività di movimentazione di tutti i fondali costieri.

Con il presente lavoro si sono voluti, inoltre, indicare i criteri e le modalità tecniche relative, non solo alle attività di dragaggio, ma anche a quelle di trasporto e deposizione dei materiali nei differenti ambienti marini o costieri, e dei relativi e specifici piani di monitoraggio che devono essere predisposti, sia in corso d'opera sia nel periodo successivo la fase finale delle operazioni di dragaggio, al fine di verificare tutte le condizioni di salvaguardia ambientale.

La stessa Convenzione di Londra aveva fornito indicazioni in merito, successivamente riprese e sviluppate da molti paesi Europei, sottolineando l'importanza di una corretta caratterizzazione non solo dei sedimenti da dragare ma anche dei siti destinati alla loro deposizione.

Si può quindi ancora una volta evidenziare l'importanza della scheda di bacino portuale considerando che la maggior parte delle informazioni (ad esempio le caratteristiche meteomarine e batimetriche) necessarie alla caratterizzazione del sito di deposizione sono anch'esse previste nella medesima scheda.

In relazione alla tipologia dell'area di intervento, del materiale dragato, delle modalità di sversamento e delle caratteristiche dell'area di destinazione, l'attività di immersione dei sedimenti può creare impatti più o meno rilevanti sull'ambiente e sulla salute umana. Tali impatti possono riguardare l'ambiente fisico (alterazione del livello di torbidità e delle caratteristiche generali del fondale), le caratteristiche chimiche della colonna d'acqua (aumento del contenuto di sostanza organica e dei contaminanti) e le caratteristiche biologiche (possibili alterazioni a livello di specie e a livello di comunità bentoniche) dell'area. E' fondamentale, quindi, formulare ipotesi di impatto e valutare caso per caso se le alterazioni previste sono accettabili dal punto di vista ambientale, sociale ed economico e, in caso contrario, è necessario introdurre specifiche misure di mitigazione.

Le Regioni dovranno assumere nel futuro un ruolo fondamentale al fine del raggiungimento dell'obiettivo di una gestione ecosostenibile dei materiali dragati in ambito litoraneo e marino. E' di primaria importanza che tali Enti procedano alla redazione di un "Programma Generale" che, come già ricordato, privilegi gli usi benefici, prima o dopo eventuali fasi di trattamento, in un quadro di programmazione pluriennale nel rispetto della normativa nazionale e comunitaria.



In relazione alla vastità e complessità delle tematiche affrontate e considerato il carattere innovativo e i differenti criteri e procedure tecnico-scientifiche contenute nel testo, con particolare riferimento alla classificazione della qualità del sedimento da sottoporre a movimentazione, si ritiene il documento stesso come documento di lavoro da perfezionare attraverso l'esperienza operativa per successive revisioni e aggiornamenti.

# CAPITOLO 1

## ***MODALITA' DI PRESENTAZIONE DELLA DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE E DOCUMENTAZIONE DA ALLEGARE***

Il presente capitolo si riferisce a tutte le attività di movimentazione di fondali marini, con esclusione di quelle relative alle procedure di urgenza (Capitolo 5).

### **1.1 DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE**

Nel presente paragrafo viene riportato un percorso autorizzativo ritenuto adeguato sulla base della normativa vigente.

#### **1.1.1 AUTORIZZAZIONI PRESSO IL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE**

Il soggetto che intenda effettuare operazioni di immersione in mare di materiali a distanza maggiore di tre miglia nautiche dalla costa, presenta apposita domanda di autorizzazione al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare<sup>2</sup> (indicato in seguito solo come Ministero) sulla base delle indicazioni riportati nei capitoli:

**CAPITOLO 2:** CAMPIONAMENTO, CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI DA DRAGARE E CRITERI DI GESTIONE

**CAPITOLO 3:** PROCEDURE ANALITICHE RELATIVE ALLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

**CAPITOLO 4:** ATTIVITA' DI DRAGAGGIO, TRASPORTO E DEPOSIZIONE DEI MATERIALI NEI DIFFERENTI AMBIENTI MARINI O COSTIERI E GLI SPECIFICI PIANI DI MONITORAGGIO

La domanda deve essere corredata dagli esiti dell'accertamento, da parte della Regione competente o di diversa autorità indicata nella Legge Regionale sulla base dei criteri riportati nel Capitolo 2, dell'impossibilità tecnica o economica di utilizzare i materiali di escavo a fini di ripascimento ovvero di ricorrere a modalità alternative di recupero o di smaltimento, e da una relazione tecnica descrittiva che specifichi i punti di seguito illustrati, corredata dai necessari elaborati tecnici di cui ai punti 1.2 e 1.3.

Per quanto riguarda il prelievo di "sabbie relitte", in considerazione della peculiarità ambientale dei depositi sabbiosi, il percorso autorizzativo dovrebbe coinvolgere le Amministrazioni centrali e Regionali competenti. Per gli aspetti tecnici di caratterizzazione e gestione è possibile fare riferimento al Quaderno ICRAM (2007) dal titolo: "*Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte ai fini di ripascimento: proposta di un controllo di monitoraggio*"

---

<sup>2</sup> Tramite la Capitaneria di Porto competente

### 1.1.2 AUTORIZZAZIONI REGIONALI

Il soggetto che intenda effettuare operazioni di ripascimento di arenili o di ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero, e relative operazioni di prelievo delle sabbie da aree fluviali o litoranee, o di deposizione all'interno di bacini di contenimento, di banchine o terrapieni in ambito portuale, presenta apposita domanda di autorizzazione alla Regione competente o a diversa autorità indicata nella legge regionale sulla base delle indicazioni riportate nei capitoli:

**CAPITOLO 2:** CAMPIONAMENTO, CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI DA DRAGARE E CRITERI DI GESTIONE

**CAPITOLO 3:** PROCEDURE ANALITICHE RELATIVE ALLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

**CAPITOLO 4:** ATTIVITA' DI DRAGAGGIO, TRASPORTO E DEPOSIZIONE DEI MATERIALI NEI DIFFERENTI AMBIENTI MARINI O COSTIERI E GLI SPECIFICI PIANI DI MONITORAGGIO

La domanda deve essere corredata da una relazione tecnica descrittiva che specifichi i punti di seguito illustrati per mezzo dei necessari elaborati tecnici.

### 1.2 MOTIVAZIONI DELLE ATTIVITA' DI DRAGAGGIO E DELL'OPZIONE DI GESTIONE PROPOSTA PER I MATERIALI DRAGATI

Le motivazioni dei lavori di dragaggio devono essere riportate nella relazione tecnica da allegare alla domanda di autorizzazione. Tale relazione deve, inoltre, contenere la motivazione dell'opzione di gestione dei materiali da dragare per la quale si chiede l'Autorizzazione, basata sui risultati della caratterizzazione ambientale di cui al punto 1.3 del presente Capitolo e ai Capitoli 3 e 4.

### 1.3 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI E OPZIONE DI GESTIONE PROPOSTA

La relazione tecnica è strutturata secondo il seguente schema:

1. Introduzione relativa alla quantità di materiali da movimentare per l'opzione di gestione di cui si chiede l'Autorizzazione ed eventuale necessità di ripetere gli interventi;
2. Scheda di Bacino Portuale di cui al Capitolo 6;
3. Caratterizzazione ambientale dell'area di dragaggio, sulla base degli elementi conoscitivi di cui ai Capitoli 2 e 3, con particolare riferimento a:
  - caratteristiche meteo marine e idrodinamiche generali e specifiche del sito;
  - piano di campionamento con planimetria in scala opportuna riportante le eventuali opere marittime previste, le batimetrie del fondale attuale e quelle previste al termine dell'attività di dragaggio e l'esatta posizione delle stazioni di campionamento (tutte le planimetrie presentate nella relazione tecnica devono

riportare le isobate, preferibilmente con equidistanza di 0,5 m, il settore di traversia ed essere georeferenziate nel sistema di proiezione UTM 32/33 WGS 84;

- metodiche di campionamento e di analisi impiegate;
  - risultanze analitiche relative alla caratterizzazione;
  - classificazione del materiale;
  - opzioni di gestione proposte compatibili con la classificazione.
4. Caratterizzazione ambientale delle aree di deposizione relative ai differenti ambienti (portuale, costiero, del largo), sulla base degli elementi conoscitivi di cui ai Capitoli 3 e 4, con particolare riferimento a:
- studio delle caratteristiche meteo marine e idrodinamiche generali e specifiche del sito, valutazione per mezzo di idonei metodi empirici o di modelli matematici delle variazioni indotte dall'effettuazione delle operazioni di deposizione sull'idrodinamica locale o sulla stabilità dei litorali adiacenti;
  - piano di campionamento con planimetria in scala opportuna riportante le eventuali opere marittime previste, le batimetrie del fondale attuale e quelle previste al termine dell'attività, l'esatta posizione delle stazioni di campionamento;
  - metodiche di campionamento e di analisi impiegate;
  - risultati analitici della caratterizzazione;
  - valutazione della compatibilità del sito di deposizione rispetto all'opzione di gestione proposta.

Nel caso di ripascimenti costieri deve essere documentata la eventuale presenza di fenomeni di erosione delle coste nella zona di interesse. Devono, inoltre, essere fornite indicazioni riguardo la stabilità del materiale versato e delle perdite iniziali per *overflowing*, l'assetto successivo nel tempo della linea di costa e dei fondali e la durata dell'intervento, da effettuare mediante l'impiego di idonei modelli empirici o matematici predittivi.

5. Modalità di dragaggio sulla base degli elementi di cui al Capitolo 4, con particolare riferimento a:
- mezzi impiegati e sistema di escavazione adottati;
  - ratei di escavazione e tempistica dei lavori.
6. Modalità di esecuzione dei lavori di deposizione sulla base degli elementi di cui al Capitolo 4, con particolare riferimento a:
- modalità di trasporto, tempistica e rotte da seguire;
  - modalità, mezzi e ratei di posa;
  - ripartizione spaziale del materiale deposto.
7. Ipotesi di impatto ambientale e sulla salute umana della compatibilità rispetto alle opzioni di gestione proposte, sulla base dei punti precedenti e di quanto indicato nei Capitoli 2 e 4.

Devono inoltre essere esplicitate:

- le possibili interferenze con le attività ricreative, di pesca commerciale o con altri usi legittimi del mare;
- l'individuazione delle eventuali misure di mitigazione degli effetti previsti;
- nel caso di operazioni ripetute nel tempo, le ipotesi d'impatto devono considerare gli effetti cumulativi delle singole operazioni.

8. Piano di monitoraggio relativo all'esecuzione delle attività di cui al Capitolo 4.  
A partire dalle ipotesi d'impatto deve essere proposto uno specifico Piano di Monitoraggio.
9. Devono, inoltre, essere fornite informazioni relative a:
  - descrizione delle principali caratteristiche tecniche e progettuali dell'opera marittima cui è finalizzata l'attività di dragaggio e deposizione;
  - volumi movimentati per fasi e programma temporale dei lavori.

Al fine di agevolare l'operatività dell'utente e la consultazione dei successivi capitoli, nelle Tabb. 1.1a e 1.1b vengono schematizzati i percorsi tecnico-amministrativi da seguire, con le relative sezioni del presente manuale dove l'argomento in questione è descritto, riferiti all'area di prelievo e a quella di deposizione, rispettivamente.

**Tabella 1.1a.** Principali fasi del percorso tecnico-amministrativo da seguire, con le relative sezioni del presente manuale dove l'argomento in questione è descritto, relativamente all'area di prelievo.

		AREE DI PRELIEVO			
		AREA PORTUALE	AREA MARINA FLUVIALE	AREA MARINA LITORANEA	AREA MARINA NON COSTIERA
<b>FASI OPERATIVE</b>					
Relazione tecnica	Informazioni generali progettuali e ambientali	Cap. 1			
	↓	↓			
	Campionamento	Par. 2.1.1	Par. 2.1.2	Par. 2.1.2	Par. 2.1.3
	↓	↓			
	Caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica e ecotossicologica	Par. 2.2.1 Par. 2.2.2 Tab. 2.1a	Par. 2.1.2.1 Par. 2.2.2 Tab. 2.1b	Par. 2.1.2.2 Par. 2.2.2 Tab. 2.1b	Par. 2.1.3 Par. 2.2.2 Tab. 2.1c Par. 4.3
	↓	↓			
	Classificazione e opzioni gestionali	Par. 2.3, Fig. 2.6			
	↓	↓			
	Ipotesi di impatto del dragaggio con eventuale monitoraggio ante-operam	Par. 4.1.1			Par. 4.3
	↓	↓			
Piano di monitoraggio del dragaggio	Par. 4.1.1.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.1.2	Par. 4.3	
↓	↓				
<b>Fase valutativa e autorizzativi da parte dell'autorità competente</b>					
<b>Realizzazione dell'intervento di dragaggio</b>					
Rapporti tecnici	Dragaggio	Par. 4.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.1.2	Par. 4.3
	↓	↓			
	monitoraggio in corso d'opera e <i>post operam</i>	Par. 4.1.1.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.1.2	Par. 4.3

**Tabella 1.1b.** Principali fasi del percorso tecnico-amministrativo da seguire, con le relative sezioni del presente manuale dove l'argomento in questione è descritto, relativamente all'area di deposizione.

AREE DI DEPOSIZIONE		AREA PORTUALE CONTERMINATA	AREA MARINA FLUVIALE	AREA MARINA LITORANEA	AREA MARINA NON COSTIERA
FASI OPERATIVE					
Relazione tecnica	Informazioni generali progettuali e ambientali	Par. 4.1.2.1	Par.4.2.1.1	Par. 4.2.1.2.	Par. 4.3.2.2
	↓	↓			
	Campionamento	Par. 4.1.2.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.3.2.2
	↓	↓			
	Caratterizzazione	Par. 4.1.2.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.2.1.1	Par. 4.3.2.2
	↓	↓			
	Deposizione e ipotesi impatto	Par. 4.1.2.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.2.1.2	Par. 4.3.2.3 Par. 4.3.2.4
	↓	↓			
Piano di monitoraggio della deposizione	Par. 4.1.2.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.2.1.3	Par. 4.3.2.5	
<b>Fase valutativa e autorizzativa da parte dell'autorità competente</b>					
<b>Realizzazione dell'intervento di deposizione</b>					
Rapporti tecnici	Deposizione	Par. 4.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.1.2	Par. 4.3
	↓	↓			
	monitoraggio in corso d'opera e <i>post operam</i>	Par. 4.1.1.1	Par. 4.2.1.1	Par. 4.2.1.2	Par. 4.3

## CAPITOLO 2

### **CAMPIONAMENTO, CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI DA DRAGARE E CRITERI DI GESTIONE**

Prima di procedere alle attività di caratterizzazione dei materiali da dragare devono essere verificate le condizioni di esclusione riportate all'inizio del Capitolo 4, nell'area di attività e nelle zone limitrofe, tramite indagini bibliografiche o specifiche verifiche di campo, finalizzate ad escludere impatti significativi sulle biocenosi bentoniche costiere, con particolare riferimento alle praterie a fanerogame marine e al coralligeno.

In Appendice vengono riportate due tabelle riepilogative delle principali analisi da eseguire in funzione della tipologia dell'area di prelievo.

#### **2.1 CRITERI DI CAMPIONAMENTO DEI SEDIMENTI DA SOTTOPORRE A MOVIMENTAZIONE**

##### **2.1.1 AREA PORTUALE**

La strategia ottimale di campionamento deve consentire una caratterizzazione significativa dell'intera superficie e del volume di materiale da sottoporre a movimentazione.

Il criterio di campionamento descritto tiene conto della eterogeneità batimetrica dei fondali, della variabilità qualitativa dei sedimenti, nonché dell'articolazione strutturale interna dei porti italiani.

Esso prevede tre tipologie di aree unitarie, ciascuna delle quali da caratterizzare mediante un solo punto di campionamento e da posizionare a ridosso dei manufatti interni al porto (*tipologia 1*), nelle zone centrali del porto a distanza dai manufatti (*tipologia 2*) e presso le zone all'ingresso dei porti o lungo i litorali adiacenti a zone portuali (*tipologia 3*), purché in assenza di contaminazioni specifiche deducibili dalle informazioni pregresse (Capitolo 6 – Scheda di Bacino):

- **TIPOLOGIA «1» (PORTI)**

Lungo la perimetrazione interna caratterizzata dalla presenza di manufatti, quali ad esempio pontili, darsene e banchine, all'area da sottoporre a dragaggio deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di 50 m x 50 m (*aree unitarie* di campionamento di tipo «1»). Eventuali aree residue, risultanti dal frazionamento nei lotti di 2.500 m<sup>2</sup>, possono essere tralasciate se di superficie inferiore a 1.500 m<sup>2</sup> (Figg. 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4).

- **TIPOLOGIA «2» (PORTI)**

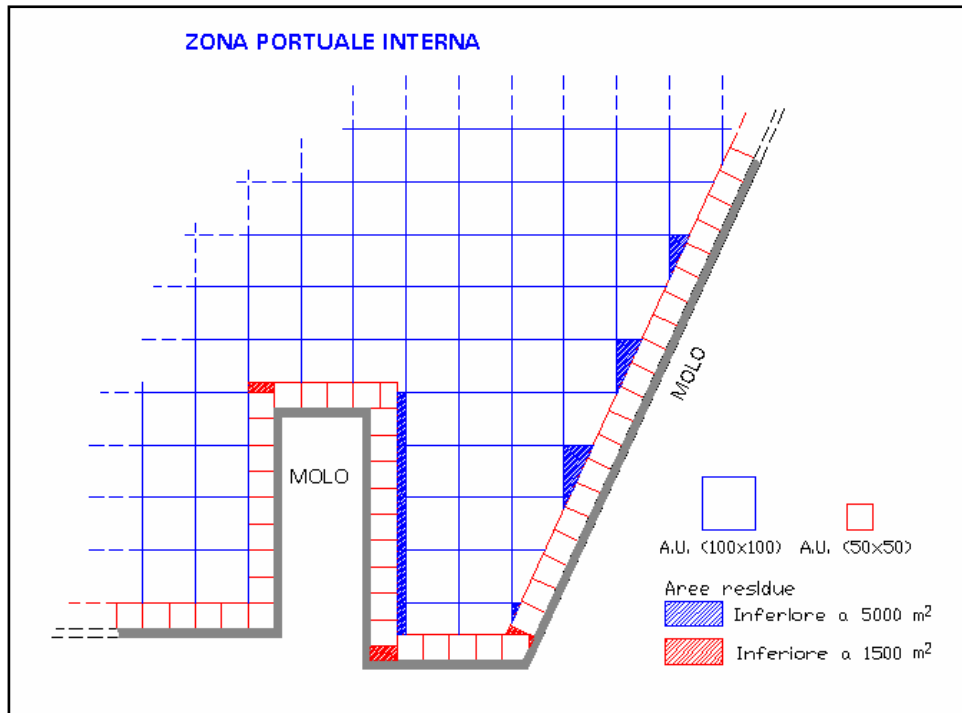
Nelle zone interne a distanze dai manufatti superiori a 50 m, all'area da sottoporre a dragaggio deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 100 m (*area unitaria* di tipo «2»). Tale griglia di aree unitarie deve essere posizionata in contiguità con le eventuali aree unitarie di tipo «1» e «3». Eventuali aree residue, risultanti dal frazionamento nei lotti di 10.000 m<sup>2</sup>, possono essere tralasciate se di superficie inferiore a 5.000 m<sup>2</sup> (Figg. 2.1 e 2.2).

- **TIPOLOGIA «3» (PORTI E AREE ADIACENTI)**

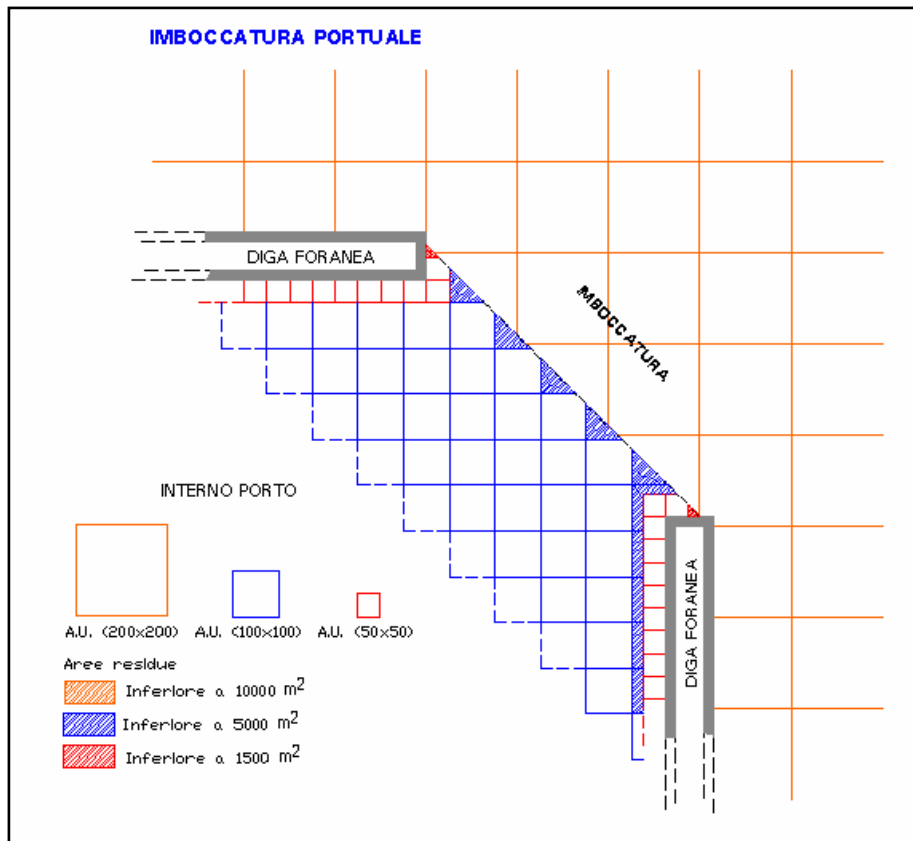
Nell'ambito delle imboccature portuali, delle zone esterne al porto a esso adiacenti, lungo le dighe di protezione esterna e le barriere frangiflutto, nonché di altre aree adiacenti alla linea di



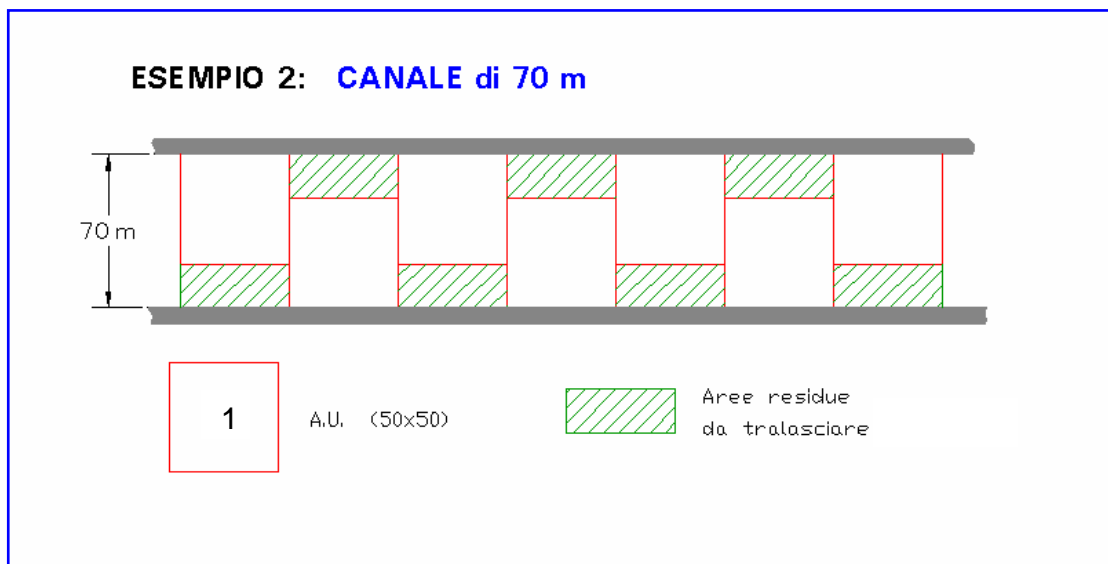
costa, all'area da sottoporre a dragaggio deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 200 m (*area unitaria* di tipo «3»). Tale griglia di aree unitarie deve essere posizionata in contiguità con le griglie di aree unitarie «1» e «2» ove presenti. Eventuali aree residue, risultanti dal frazionamento nei lotti di 40.000 m<sup>2</sup>, possono essere tralasciate se di superficie inferiore a 10.000 m<sup>2</sup> (Fig. 2.2).



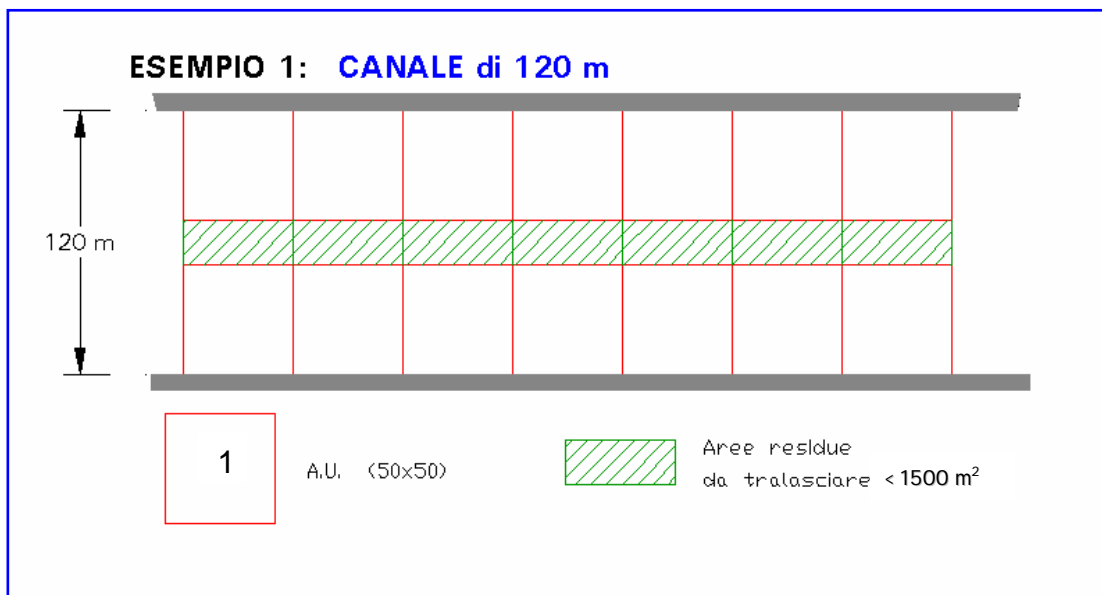
**Figura 2.1** – Esempio di posizionamento delle aree unitarie di tipologia 1 e 2.



**Figura 2.2** – Esempio di posizionamento delle aree unitarie di tipologia 1, 2 e 3.



**Figura 2.3** – Esempio di posizionamento delle aree unitarie di tipologia 1 in canali di larghezza inferiore a 100 m.



**Figura 2.4** – Esempio di posizionamento delle aree unitarie di tipologia 1 in canali di larghezza superiore a 100 m.

▪ Stazioni di campionamento

All'interno di ciascuna area unitaria e per tutte le tipologie deve essere individuato almeno un punto di campionamento, rappresentativo dell'area unitaria, posizionato in funzione del volume di materiale da dragare e della distanza dal punto delle aree unitarie contigue. Indipendentemente dalla superficie interessata, il numero dei punti non deve essere comunque inferiore a 3.

▪ Strumenti di campionamento e modalità di prelievo

La notevole variazione spaziale dei parametri chimico-fisici dei sedimenti e l'obiettivo dell'indagine richiedono una strumentazione opportuna in funzione del livello sedimentario da investigare (livello superficiale o livelli profondi). I campioni dovranno essere comunque di tipo indisturbato. In generale la tecnica di campionamento da utilizzare è quella del carotaggio.

All'atto del campionamento devono essere registrate su una apposita "scheda di campionamento" tutte le informazioni riguardanti la stazione di prelievo e i parametri di identificazione del campione, rispetto alle successive attività di analisi (ad esempio: data, luogo, note meteo marine, coordinate, profondità, operatori, strumento di campionamento, sezione, descrizione macroscopica del campione (caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di idratazione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali), aliquote per le differenti indagini, note sull'ambiente circostante come presenza di fonti inquinanti, ecc.).

Per ciascun campione la quantità di materiale prelevata deve essere tale da poter essere suddivisa in due aliquote, delle quali una utilizzata per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche e l'altra conservata (da -18°C a -25°C) per le eventuali controanalisi e verifiche.

### *Sedimenti superficiali*

Il campionamento di sedimenti superficiali sommersi (fino a uno spessore di 50 cm), può essere condotto anche con benna, *box corer* o mediante operatori subacquei muniti di *liner*, con caratteristiche idonee a prelevare l'intero spessore o comunque uno strato di materiale non inferiore ai primi 20 cm. Per quanto riguarda il campionamento in situazioni particolari (es. cumuli di detriti) oltre al carotiere, benna o *box corer*, possono essere previsti altri strumenti, previo accordo con l'Autorità Competente al rilascio dell'autorizzazione.

Ciascun campione, prelevato dallo strumento con una spatola di acciaio decontaminata, deve essere omogeneizzato e successivamente conservato in appositi contenitori, etichettati e datati.

### *Sedimenti profondi*

Per caratterizzazioni fino a 1 m di spessore, laddove la natura del fondale lo consenta, il campionamento può essere condotto anche manualmente, per mezzo di un operatore subacqueo munito di *liner*, recuperando almeno i primi 80 cm di materiale.

Al di fuori di questi casi la tecnica di campionamento da utilizzare è comunque quella del carotaggio eseguito, ad esempio, con sonda di perforazione attrezzata con testa a rotazione e a rotopercolazione, e potenza idonea alle caratteristiche del fondale da campionare o anche mediante carotiere tipo *vibrocorer* con opportune fustelle e sistema di infissione (elettrico, pneumatico e oleodinamico), quando la profondità di prelievo e le caratteristiche dei terreni da attraversare ne consiglino l'utilizzo.

Il sondaggio deve essere eseguito in verticale.

Il sistema di perforazione deve essere comunque tale da rendere minimo il disturbo provocato nei sedimenti attraversati, per escludere il propagarsi degli eventuali contaminanti dagli strati superficiali a quelli più profondi.

Al fine di assicurare la qualità del campionamento gli esecutori devono essere qualificati nel settore dei sondaggi geognostici in ambiente marino e i mezzi di appoggio adeguati alle esigenze tecniche delle attività da svolgere.

#### ▪ Sezioni di sedimento da analizzare

L'altezza di ciascuna carota deve essere almeno pari allo spessore di materiale da asportare previsto nel punto di campionamento.

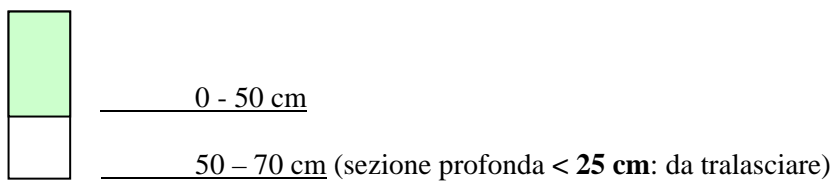
Da ciascuna carota devono essere prelevate sezioni di circa 50 cm, secondo le seguenti indicazioni:

- le carote fino a 2 m di altezza devono essere suddivise in sezioni di 50 cm, a partire dalla sommità, prelevando un numero di sezioni da 1 a 4, in funzione della lunghezza della carota, tralasciando la sezione più profonda quando quest'ultima risulti inferiore a 25 cm (Fig. 2.5-1);
- per carote con altezza superiore ai 2 m, oltre ai 4 livelli di cui al punto precedente, deve essere prelevata una sezione di 50 cm rappresentativa di ogni successivo intervallo di 2 m, tralasciando la sezione relativa all'intervallo più profondo quando quest'ultimo risulti inferiore ad 1 m (Fig. 2.5-2);
- qualora sia accertato il raggiungimento del substrato geologico naturale costitutivo dell'area, opportunamente documentato nella relazione tecnica, per il quale si possa escludere qualunque contaminazione antropica, è sufficiente il prelievo di una sola sezione di lunghezza 50 cm rappresentativa dell'intero strato di base (Fig. 2.5-3);

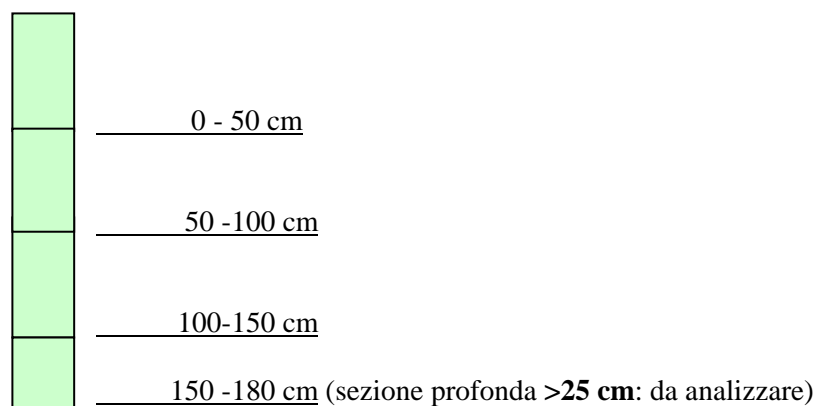
ESEMPI DI SEZIONI DELLE CAROTE DA PRELEVARE PER LE ANALISI

 : **Sezioni da analizzare**

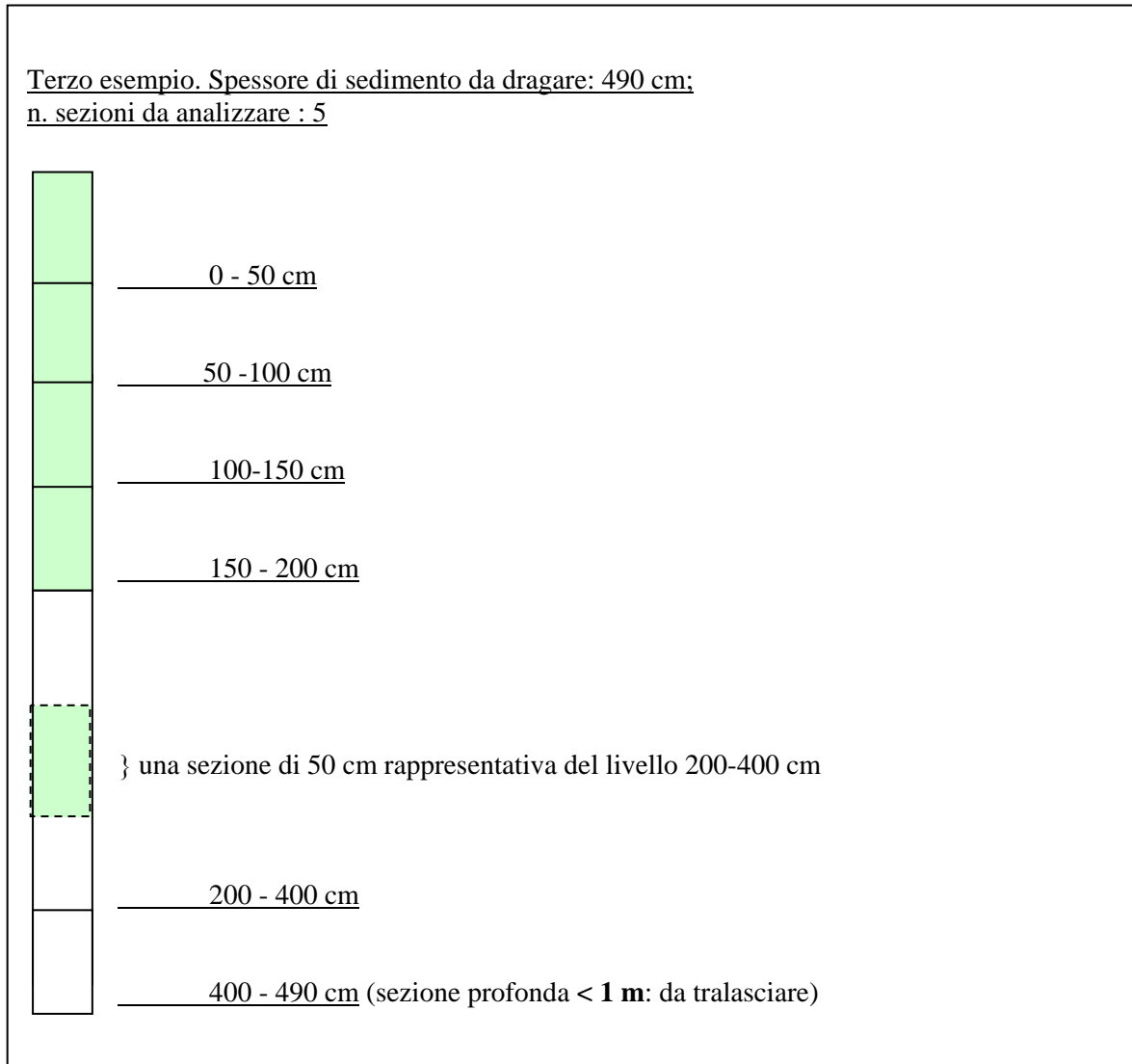
Primo esempio. Spessore di sedimento da dragare: 70 cm;  
n. sezioni da analizzare : 1



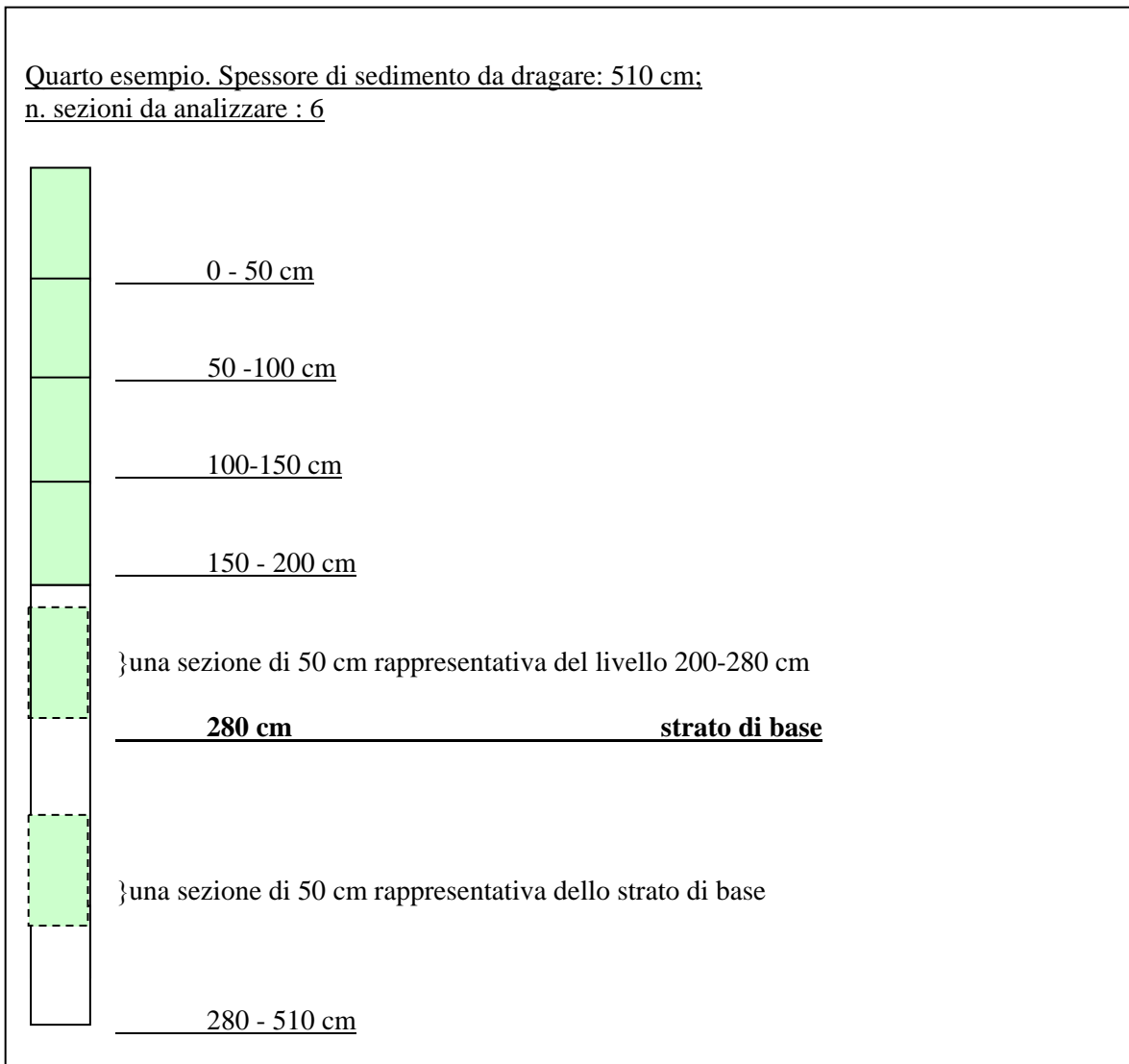
Secondo esempio. Spessore di sedimento da Dragare: 180 cm;  
n. sezioni da analizzare : 4



**Figura 2.5-1.** Esempi di selezione delle sezioni da analizzare in funzione dello spessore di sedimento da dragare.



**Figura 2.5-2.** Esempio di selezione delle sezioni da analizzare in funzione dello spessore di sedimento da dragare.



**Figura 2.5-3.** Esempio di selezione delle sezioni da analizzare in funzione dello spessore di sedimento da dragare.



## 2.1.2 AREA MARINA FLUVIALE O LITORANEA

### 2.1.2.1 Materiali in ambito fluviale

La strategia di campionamento deve consentire una caratterizzazione significativa dell'intera superficie e del volume di materiale da sottoporre al prelievo.

Nelle zone da sottoporre a dragaggio deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 100 m, rappresentativa della stessa. Eventuali aree residue, risultanti dal frazionamento nei lotti di 10.000 m<sup>2</sup> (*area unitaria*), sono tralasciate se di superficie inferiore a 5.000 m<sup>2</sup>.

- Punti di campionamento

All'interno di ciascuna area unitaria deve essere individuato almeno un punto di campionamento, posizionato in funzione del volume di materiale da dragare e della distanza dai punti delle aree unitarie contigue. Inoltre, occorre prevedere il posizionamento di stazioni di controllo esterne all'area di prelievo, in numero non inferiore a 3, ubicate in funzione delle caratteristiche idrodinamiche del sito e dell'eventuale prossimità di aree sensibili o di particolare pregio naturalistico.

Per qualunque tipo di indagine, indipendentemente dalla superficie di escavo interessata, il numero dei punti di campionamento non può comunque essere inferiore a 3.

- Strumenti di campionamento

Si veda il paragrafo 2.1.1

- Sezioni di sedimento da analizzare

Le sezioni da prelevare sono le medesime di cui al punto 2.1.1.

Le sezioni da analizzare sono invece ridotte al 50% rispetto al punto 2.1.1, alternando i livelli di 50 cm nell'ambito della stessa carota e rispetto alle carote adiacenti (come riportato in Fig. 2.5-5, per due carote adiacenti di 2,0 m, nella prima si analizza il 1° e il 3° livello di 50 cm, nella seconda il 2° e il 4°, disponendo così le sezioni da analizzare a "scacchiera").

Le sezioni non analizzate devono comunque essere conservate (da -18°C a -25°C) per eventuali verifiche.

### 2.1.2.2 Materiali in aree marine litoranee

Il prelievo di materiale da aree marine litoranee deve essere finalizzato esclusivamente al ripascimento degli arenili o alla ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero (si vedano nella Tab. 2.2 gli utilizzi per sedimenti di classe A1 e A2).

La strategia di campionamento deve consentire una caratterizzazione significativa dell'intera superficie e del volume di materiale da sottoporre al prelievo.

Nelle zone da sottoporre a dragaggio deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 200 m. Eventuali aree residue, risultanti dal frazionamento nei lotti di 40.000 m<sup>2</sup>, sono tralasciate se di superficie inferiore a 10.000 m<sup>2</sup>.

- Punti di campionamento

All'interno di ciascuna area unitaria deve essere individuato almeno un punto di campionamento, rappresentativo della stessa, posizionato in funzione del volume di materiale da dragare e della distanza dai punti delle aree unitarie contigue.

Per qualunque tipo di indagine, indipendentemente dalla superficie di escavo interessata, il numero dei punti di campionamento non può comunque essere inferiore a 3.

Inoltre, occorre prevedere il posizionamento di stazioni di controllo esterne all'area di prelievo, in numero non inferiore a 3, ubicate in funzione delle caratteristiche idrodinamiche del sito e dell'eventuale prossimità di aree sensibili o di particolare pregio naturalistico.

- Strumenti di campionamento

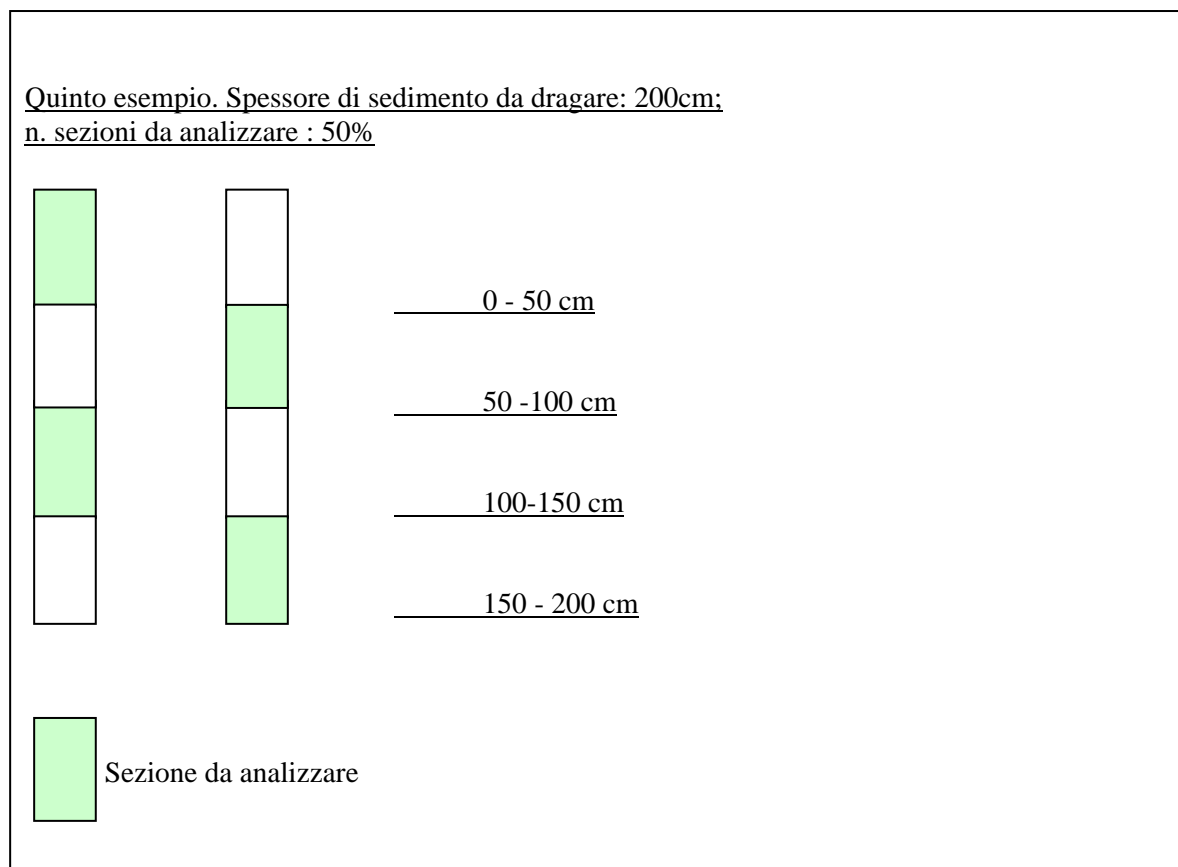
Vedi il paragrafo 2.1.1.

- Sezioni di sedimento da analizzare

Le sezioni da prelevare sono le medesime di cui al punto 2.1.1.

Le sezioni da analizzare sono invece ridotte al 50% rispetto al punto 2.1.1, alternando i livelli di 50 cm nell'ambito della stessa carota e rispetto alle carote adiacenti (Fig. 2.5-4).

Le sezioni non analizzate devono, comunque, essere conservate (da -18°C a -25°C) per eventuali verifiche.



**Figura 2.5-4.** Esempio di selezione delle sezioni da analizzare con massima riduzione concessa.

### 2.1.3 AREE DI PRELIEVO MARINE NON COSTIERE (SABBIE RELITTE PER RIPASCIMENTO)

Nell'ambito delle materie trattate nel presente manuale, si definisce "area marina non costiera" l'area di mare localizzata oltre la distanza di 3 miglia nautiche dalla costa o, interamente o in parte entro le 3 miglia dalla costa, sui cui fondali sono presenti depositi di "sabbie relitte".

La strategia di campionamento deve consentire una caratterizzazione significativa dell'intera superficie e del volume di materiale da sottoporre a prelievo.

Il piano di campionamento deve essere caratterizzato da una densità minima all'interno dell'area di prelievo di 4 stazioni per km<sup>2</sup>, e in numero comunque non inferiore a 3 sull'intera area di prelievo, corredato da un numero minimo di stazioni di controllo esterne all'area di prelievo pari a 8 e comunque commisurato all'estensione dell'area di interesse.

Le stazioni di controllo devono essere posizionate anche in funzione delle caratteristiche idrodinamiche del sito e dell'eventuale presenza di aree sensibili.

Nel caso di depositi con copertura pelitica, il campionamento e la caratterizzazione dei sedimenti superficiali per uno spessore pari a 5 cm, di cui al paragrafo 2.2, vengono eseguiti ai fini della valutazione degli effetti di una eventuale mobilizzazione di contaminanti.

Su almeno la metà delle stazioni interne all'area di prelievo (e in numero comunque non inferiore a 3), selezionate in funzione dell'omogeneità e della distribuzione del materiale da prelevare, il campionamento deve interessare tutto il volume, ai fini della verifica dell'appartenenza del sedimento sabbioso che si intende utilizzare per il ripascimento alla classe A1, di cui al paragrafo 2.3, sulla base della caratterizzazione fisico-chimica e mineralogica.

Per gli strumenti di campionamento si veda il paragrafo 2.1.1. Lo strumento di campionamento utilizzabile per il sedimento superficiale è il solo *box-corer*.

L'altezza di ciascuna carota deve essere almeno pari allo spessore di materiale che si intende prelevare, secondo quanto indicato nel progetto.

Da ciascuna carota devono essere prelevate almeno 2 sezioni di max 50 cm, rappresentative dell'intero spessore da prelevare.

## **2.2 PARAMETRI DA ANALIZZARE**

Le analisi dovrebbero essere condotte da Enti e/o Istituti Pubblici oppure da laboratori privati accreditati da organismi riconosciuti ai sensi della UNI CEI EN 17011/05 per le prove relative ai parametri riportati al paragrafo 2.2.1 e per le altre ritenute necessarie. Nelle more di specifiche prescrizioni normative, è comunque opportuno che la fase di esecuzione delle analisi, di cui ai successivi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2, venga condotta da soggetti coinvolti in circuiti di intercalibrazione nazionali e/o internazionali sui sedimenti, anche in riferimento alle relative indicazioni “in itinere” da parte del Parlamento Europeo.

A garanzia della qualità del dato, un secondo soggetto, di diritto pubblico, dovrebbe eseguire contemporaneamente le medesime analisi su almeno il 10% dei campioni e in numero comunque non inferiore a 3. Per tali campioni occorre, quindi, prevedere il prelievo di una quantità di sedimento sufficiente alla terza aliquota.

Le risultanze analitiche possono essere considerate valide, purché non si siano verificati eventi naturali o artificiali (es. dragaggi, sversamenti accidentali) che abbiano modificato la situazione preesistente, per un periodo massimo di un anno (estensibile fino a tre sulla base delle informazioni della Scheda di Bacino) per le aree portuali, di due anni per le foci fluviali e per le aree marine litoranee, di tre anni per le aree marine non costiere.

### **2.2.1 PARAMETRI FISICI, CHIMICI E MICROBIOLOGICI**

La lista di base dei parametri da analizzare, in funzione dell’ambiente di prelievo, è quella delle Tab. 2.1(a, b, c).

Nel caso di prelievo di sabbie da aree litoranee utilizzate per attività di manutenzione ordinaria di ripascimento (paragrafo 4.4.1), la lista dei parametri può essere opportunamente ridotta in funzione del livello di conoscenze pregresse sull’area, in accordo con l’Autorità competente al rilascio dell’autorizzazione.

Nel caso di pretrattamento mediante separazione meccanica, la caratterizzazione (chimica, fisica, microbiologica ed ecotossicologica) viene intesa riferita a tutte le frazioni granulometriche ottenute.

**Tabella 2.1a** – Parametri da ricercare per la caratterizzazione e classificazione dei sedimenti di aree portuali.

	PARAMETRO	SPECIFICHE
ANALISI FISICHE	Descrizione macroscopica	Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica
	Granulometria	Frazioni granulometriche al $1/2\phi$ dove $\phi = -\log_2$ (diametro in mm/diametro unitario in mm)
	Mineralogia (2)	Principali caratteristiche mineralogiche
ANALISI CHIMICHE	Composti organostannici(1)	Sommatoria: Monobutil, Dibutil e Tributilstagno
	Metalli	Al, As, Cd, Cr totale, Pb, Hg, Ni, Cu, V, Zn
	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	IPA totali: [Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indopirene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene]
	Idrocarburi Totali	Possibilmente distinti in C<12 e C>12
	Pesticidi Organoclorurati	Aldrin, Dieldrin, $\alpha$ -esaclorocicloesano, $\beta$ -esaclorocicloesano, $\gamma$ -esaclorocicloesano (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro, eptacloro epossido, ossiclordano, cis-clordano, trans-clordano, trans-nacloro, cis-nacloro, eldrin, mirex, metossicloro
	Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria
	Clorobenzeni	Esaclorobenzene
	Carbonio organico totale o sostanza organica totale	
	Azoto Totale	
	Fosforo Totale	
ANALISI MICROBIOLOGICHE	Coliformi	<i>Escherichia coli</i>
	Enterococchi	Fecali
	Salmonelle	
	Clostridi	Spore di clostridi solfito-riduttori
	Stafilococchi	
	Miceti (2)	

(1)Parametro da ricercare su 1/3 dei campioni, scelti in modo tale da avere una distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare.

(2)Parametro da ricercare su almeno 3 campioni, scelti in modo tale da avere una distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare, nel caso di sedimenti di cui si chiede l'utilizzo per ripascimenti. Il numero dei campioni da considerare deve essere superiore in casi di elevata eterogeneità geochimica dei materiali.

**Tabella 2.1b** – Parametri da ricercare per la caratterizzazione e classificazione dei sedimenti di aree marine fluviali o litoranee.

	PARAMETRO	SPECIFICHE
ANALISI FISICHE	Descrizione macroscopica	Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica
	Granulometria	Frazioni granulometriche al $1/2\phi$ dove $\phi = -\log_2$ (diametro in mm/diametro unitario in mm)
	Mineralogia (2)	Principali caratteristiche mineralogiche
ANALISI CHIMICHE	Composti organostannici (1)	Sommatoria: Monobutil, Dibutil e Ttributilstagno (l'analisi si trascura se la presenza può essere esclusa sulla base di indagini pregresse)
	Metalli (1)	Al, As, Cd, Cr totale, Pb, Hg, Ni, Cu, V, Zn (3)
	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (1)	IPA totali: [Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indopirene, Acenafte, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene]
	Idrocarburi Totali (1)	Possibilmente distinti in $C < 12$ e $C > 12$
	Pesticidi Organoclorurati (1)	Aldrin, dieldrin, $\alpha$ -esaclorocicloesano, $\beta$ -esaclorocicloesano, $\gamma$ -esaclorocicloesano (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, Eptacloro, Eptacloro epossido, Ossiclordano, cis-Clordano, trans-Clordano, trans-Nonacloro, cis-Nonacloro, Eldrin, Mirex, Metossicloro
	Policlorobifenili (1)	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria
	Clorobenzeni (1)	Esaclorobenzene
	Carbonio organico totale o sostanza organica totale (1)	
	Azoto totale (1)	
	Fosforo totale (1)	
ANALISI MICROBIOLOGICHE	Coliformi (1)	<i>Escherichia coli</i>
	Enterococchi (1)	Fecali
	Salmonelle (1)	
	Clostridi (1)	Spore di clostridi solfito-riduttori
	Stafilococchi (1)	
	Miceti (2) (1)	

(1)Parametro da ricercare su 1/3 dei campioni, scelti in modo tale da avere una distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare.

(2)Parametro da ricercare su almeno 3 campioni, scelti in modo tale da avere una distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare, nel caso di sedimenti di cui si chiede l'utilizzo per risciacimenti.

**Tabella 2.1c** – Parametri da ricercare per la caratterizzazione dei sedimenti di aree marine non costiere.

	PARAMETRO	SPECIFICHE
ANALISI FISICHE	Descrizione macroscopica	Colore, odore, Presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica
	Granulometria	Frazioni granulometriche al $1/2\phi$ dove $\phi = -\log_2$ (diametro in mm/diametro unitario in mm)
	Mineralogia (1)	Principali caratteristiche mineralogiche
ANALISI CHIMICHE	Metalli	Al, As, Cd, Cr totale, Pb, Hg, Ni, Cu, V, Zn
	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	IPA totali: [Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indopirene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene]
	Pesticidi Organoclorurati	Aldrin, Dieldrin, $\alpha$ -esaclorocicloesano, $\beta$ -esaclorocicloesano, $\gamma$ -esaclorocicloesano (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4)
	Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria
	Clorobenzeni	Esaclorobenzene
	Carbonio organico totale o sostanza organica totale	
ANALISI MICROBIOLOGICHE	Coliformi (1)	<i>Escherichia coli</i>
	Enterococchi (1)	Fecali
	Salmonelle (1)	
	Clostridi (1)	Spore di clostridi solfito-riduttori
	Stafilococchi (1)	
	Miceti (1)	

(1)Parametri da considerare solo per le sabbie da prelevare, su 1/3 dei campioni e comunque in numero non inferiore a 3.



Devono essere, inoltre, ricercate tutte quelle sostanze delle quali non possa essere esclusa la presenza, sulla base di indagini pregresse e/o delle caratteristiche desunte dalla Scheda di Bacino Portuale (Capitolo 6), nonché sulla base dell'elenco delle sostanze Prioritarie di cui alla decisione del Parlamento Europeo n. 2455/2001/CE.

In questi casi le sostanze aggiuntive devono essere ricercate su un numero rappresentativo di campioni, scelti in modo tale da ottenere una distribuzione il più possibile rappresentativa dell'area da caratterizzare, con particolare attenzione alle zone con maggiore contaminazione presunta.

## 2.2.2 ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE (SAGGI BIOLOGICI DI TOSSICITÀ)

Contestualmente alla caratterizzazione chimico-fisica, o successivamente alle risultanze analitiche, devono essere condotte analisi ecotossicologiche che concorrono alla definizione della qualità dei materiali da dragare. Esse devono essere eseguite su aliquote di sedimento "fresco" (non congelato), secondo quanto riportato al paragrafo 3.1.

Per il prelievo di sabbie da aree litoranee utilizzate per attività di manutenzione ordinaria di ripascimento (paragrafo 4.4.1), l'esecuzione delle analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità) può essere valutata caso per caso, in funzione del livello di conoscenze pregresse sull'area e in accordo con l'Autorità competente al rilascio dell'autorizzazione.

Nel caso in cui i saggi biologici vengano eseguiti contestualmente alle analisi di cui al paragrafo 2.2.1, questi devono essere eseguiti su almeno 1/3 dei campioni, distribuiti in maniera rappresentativa in tutto il volume di materiale da caratterizzare.

Nel caso di indagini eseguite a posteriori rispetto alle analisi di cui al paragrafo 2.2.1, i saggi biologici devono essere eseguiti su almeno 1/3 dei campioni, distribuiti in modo tale da perseguire il massimo riutilizzo quantitativo dei sedimenti, seguendo le priorità di gestione riportate in Tab. 2.2.

La lista di specie utilizzabili è la seguente:

### ALGHE

- *Dunaliella tertiolecta*;
- *Pheodactylum tricorutum*;
- *Skeletonema costatum*

### BATTERI

- *Vibrio fischeri*;

### ROTIFERI

- *Brachionus plicatilis*

### MOLLUSCHI

- *Crassostrea gigas*
- *Mytilus galloprovincialis*
- *Tapes philippinarum*

### CROSTACEI

- *Acartia clausi*;
- *Acartia tonsa*;
- *Ampelisca diadema*;

- *Balanus amphitrite*;
- *Corophium insidiosum*;
- *Corophium orientale*;
- *Tisbe battagliai*;
- *Tigriopus fulvus*

#### ECHINODERMI

- *Paracentrotus lividus*;
- *Sphaerechinus granularis*;

#### PESCI

- *Dicentrarchus labrax*;
- *Sparus auratus*

Devono essere scelte almeno tre specie-test appartenenti a gruppi tassonomici diversi, di cui almeno una da applicare alla fase solida del sedimento (sedimento tal quale o privato dell'acqua interstiziale) e almeno una da applicare alla fase liquida (elutriato), così come riportato al paragrafo 3.2.2.

A garanzia della qualità del dato, un soggetto pubblico dovrebbe verificare l'idoneità delle metodiche utilizzate per le analisi ecotossicologiche, eventualmente eseguendo contemporaneamente le analisi su almeno un campione.

### **2.3 CLASSIFICAZIONE DEL MATERIALE DA PRELEVARE E OPZIONI DI GESTIONE**

La classificazione del materiale da movimentare è premessa indispensabile alla realizzazione del dragaggio in condizioni di sicurezza per l'ambiente e per la salute dell'uomo e alla individuazione delle opzioni di gestione ambientalmente compatibili.

#### **2.3.1 CLASSI DI QUALITÀ' E OPZIONI DI GESTIONE**

Vengono individuate 3 classi principali di qualità del sedimento, ciascuna delle quali è compatibile con specifici utilizzi e destinazioni, come riportato nello schema di Tab. 2.2.

**Tabella 2.2**– Classi di qualità del materiale caratterizzato e opzioni di gestione compatibili.

Classe	Opzioni di gestione
<b>A1</b>	<p>Sabbie (pelite &lt; 10%) da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ripascimento di arenili (previa verifica compatibilità con il sito di destinazione);</li> <li>2. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa;</li> <li>3. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale;</li> <li>4. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente);</li> <li>5. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata);</li> <li>6. Immersione in mare.</li> </ol>
<b>A2</b>	<p>Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero compresa la deposizione finalizzata al ripristino della spiaggia sommersa (solo nel caso di prevalente composizione sabbiosa).</li> <li>2. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale;</li> <li>3. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente);</li> <li>4. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata);</li> <li>5. Immersione in mare.</li> </ol>
<b>B1</b>	<p>Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente);</li> <li>2. Deposizione in bacini di contenimento che assicurino il trattenimento di tutte le frazioni granulometriche del sedimento (incluso il riempimento di banchine).</li> </ol>
<b>B2</b>	<p>Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente);</li> <li>2. Deposizione all'interno di bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo.</li> <li>3. Smaltimento presso discarica a terra.</li> </ol>
<b>C1</b>	<p>Materiale da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rimozione in sicurezza e avvio di specifiche attività di trattamento e/o particolari interventi che limitino l'eventuale diffusione della contaminazione;</li> <li>2. Rimozione in sicurezza e deposizione in bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo.</li> <li>3. Rimozione in sicurezza e smaltimento presso discarica a terra</li> </ol>
<b>C2</b>	<p>Materiale da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale la cui rimozione e gestione devono essere valutate caso per caso.</p>

### 2.3.2 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLA QUALITA'

In linea generale la classificazione del sedimento scaturisce dalla integrazione delle informazioni fisico-chimiche ed ecotossicologiche.

I principali riferimenti sono costituiti:

- dal **Livello Chimico di Base (LCB)** di cui in Tab. 2.3A, in parte derivata dalle tabelle 4.1 e 4.2 per i metalli in tracce e 3.11 e 3.12 per i composti organici, del Quaderno ICRAM n.1 (Pellegrini *et al.*, 2002). In particolare, per ciò che concerne gli elementi in tracce, i valori riportati in Tab. 2.3A rappresentano una situazione “media” nel contesto nazionale, non contemplando tipologie di sedimenti provenienti da aree con arricchimenti naturali particolarmente evidenti. Sarebbe quindi opportuna una specifica determinazione del valore di riferimento locale “LCBloc” che tenga conto delle caratteristiche geochemiche ed ecotossicologiche di specifici tratti di costa, sulla base dei criteri tecnico-scientifici riportati nel successivo paragrafo 2.3.3. In Tab. 2.3A vengono riportati due valori di LCB per ciascun elemento (riferiti ad una mineralizzazione totale, come riportato al paragrafo 3.2), a seconda delle caratteristiche granulometriche e tenendo conto delle più comuni esigenze gestionali.
- dal **Livello Chimico Limite (LCL)** di cui in Tab. 2.3B, in parte derivata dalle tabelle 4.1 e 4.2 per i metalli in tracce e 3.13 per i composti organici, del Quaderno ICRAM n.1 (Pellegrini *et al.*, 2002), salvo variazioni di carattere locale per ciò che concerne gli elementi in tracce, che tengano conto delle caratteristiche geochemiche ed ecotossicologiche di specifici tratti di costa, sulla base di criteri tecnico-scientifici;
- dagli esiti dei saggi biologici di cui alla Tab. 2.4.

La classificazione ecotossicologica descritta in Tab. 2.4 costituisce il primo tentativo suscettibile di aggiornamenti e/o modifiche, in funzione delle future acquisizioni scientifiche relative alla standardizzazione dei protocolli e allo sviluppo di classi di tossicità specie-specifiche.

In aggiunta a quanto sopra, vengono riportati in Tab. 2.3C, ad esclusivo titolo informativo, alcuni valori chimici cautelativi, relativi ad alcune sostanze Pericolose Prioritarie per le quali, al momento, non sono disponibili valori di TEL o ERL (CCME, 2001; Commonwealth of Australia, 2002), che non concorrono alla classificazione della qualità dei materiali ma che possono essere utilizzati come termine di confronto.

In specifiche situazioni locali, per favorire una migliore conoscenza delle caratteristiche geochemiche dei sedimenti provenienti dalle differenti zone di indagine, potrebbe rivelarsi di particolare utilità l'esecuzione di mineralizzazioni frazionate finalizzate alla “speciazione chimica” degli elementi di interesse.

Tabella 2.3A – Livello Chimico di Base (LCB)

Parametro	LCB (pelite < 10%)	LCB
Elementi in tracce	[mg kg <sup>-1</sup> ] p.s.	[mg kg <sup>-1</sup> ] p.s.
As	17	25
Cd	0,20	0,35
Cr	50	100
Cu	15	40
Hg	0,20	0,40
Ni	40	70
Pb	25	40
Zn	50	100
Contaminanti organici	[µg kg <sup>-1</sup> ] p.s.	
Organostannici* (1)	4,5	
Σ PCB(2)	5	
Σ DDD(3)	1,2	
Σ DDE(3)	2,1	
Σ DDT(3)	1,2	
Clordano	2,3	
Dieldrin	0,7	
Endrin	2,7	
γ-HCH*	0,3	
Eptacloro epossido	0,6	
Σ IPA*(4)	900	
Acenaftene	7	
Antracene	47	
Benzo[a]antracene	75	
Benzo[a]pirene*	80	
Crisene	108	
Dibenz[a,h]antracene	6	
Fenantrene	87	
Fluorene	21	
Fluorantene	113	
Naftalene	35	
Pirene	153	

\*Sostanza Pericolosa Prioritaria ai sensi della decisione del Parlamento Europeo 2455/2001/CE per la quale è stata applicata una riduzione cautelativa del 10% rispetto al valore del TEL (Threshold Effect Limit) (CCME, 2001; McDonald e Ingersoll, 2002; MacFarlane e MacDonald, 2002; McDonald *et al*, 2003) ove disponibile; per i composti organostannici è stato considerato il valore dell'ERL (Effect Range Low) (Long *et al.*, 1995; Commonwealth of Australia, 2002);

<sup>(1)</sup>Come Sn totale di origine organica;

<sup>(2)</sup>Come sommatoria dei seguenti congeneri: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180;

<sup>(3)</sup>Come sommatoria degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza;

<sup>(4)</sup>Come sommatoria dei 16 IPA indicati nelle Tabb. 2.1 (a,b,c).

**Tabella 2.3B – Livello Chimico Limite (LCL)**

Elementi in tracce	[mg kg <sup>-1</sup> ] p.s.
As	32
Cd	0,8
Cr	360
Cu	52
Hg	0,8
Ni	75
Pb	70
Zn	170
Contaminanti organici	[µg kg <sup>-1</sup> ] p.s.
Organostannici(1)	72
Σ PCB(2)	189
Σ DDD(3)	7,8
Σ DDE(3)	3,7
Σ DDT(3)	4,8
Clordano	4,8
Dieldrin	4,3
Endrin	62
Lindano (HCH)	1,0
Eptacloro epossido	2,7
Σ IPA(4)	4.000
Acenaftene	89
Antracene	245
Benzo[a]antracene	693
Benzo[a]pirene	763
Crisene	846
Dibenzo[a,h]antracene	135
Fenantrene	544
Fluorene	144
Fluorantene	1.494
Naftalene	391
Pirene	1.398

<sup>(1)</sup>Come Sn totale di origine organica

<sup>(2)</sup>Come sommatoria dei seguenti congeneri: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180

<sup>(3)</sup>Come sommatoria degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza.

<sup>(4)</sup>Come sommatoria dei seguenti singoli IPA: Naftalene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3,c,d)pirene, Acenaftilene.

**Tabella 2.3C** - Valori chimici cautelativi per alcune sostanze Pericolose Prioritarie ai sensi del D.M. 367/99.

Sostanze Pericolose Prioritarie	[ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ] p.s.
( $\alpha$ , $\beta$ ) HCH	0,2
HCB	0,1
Benzo [b]fluorantene	40
Benzo [k]fluorantene	20
Benzo [g,h,i]perilene	55
Indeno [1,2,3,c,d]pirene	70

I risultati delle analisi chimiche ed ecotossicologiche dei sedimenti da movimentare possono complessivamente ricadere in 12 casi principali (Fig. 2.6), riconducibili alle 6 classi di qualità riportate in Tab. 2.2.

Il criterio di ordinamento dei casi nel diagramma di Fig. 2.6 è basato sull'integrazione dei risultati delle analisi chimiche ed ecotossicologiche, come evidenziato in Tab. 2.5.



Tabella 2.4 – Requisiti ecotossicologici del sedimento.

Specie-test	Colonna A	Colonna B	Colonna C	Colonna D
<i>Skeletonema costatum</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% $\leq$ EC50 $\leq$ 100%	EC50 < 40%
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Pheodactylum tricornutum</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Vibrio fischeri (elutriato)</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 $\geq$ 90%	20% $\leq$ EC50 < 90%	EC50 < 20%
<i>Vibrio fischeri (sedimento)</i>	S.T.I. $\leq$ 3	3 < S.T.I. $\leq$ 6	6 < S.T.I. $\leq$ 12	S.T.I. > 12
<i>Brachionus plicatilis</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Ampelisca diadema</i>	$\Delta$ Mortal. $\leq$ 15%	15% < $\Delta$ mortal. $\leq$ 30%	30% < $\Delta$ mortal. $\leq$ 60%	$\Delta$ mortal. > 60%
<i>Corophium orientale</i>	$\Delta$ Mortal. $\leq$ 15%	15% < $\Delta$ mortal. $\leq$ 30%	30% < $\Delta$ mortal. $\leq$ 60%	$\Delta$ mortal. > 60%
<i>Corophium insidiosum</i>	$\Delta$ Mortal. $\leq$ 15%	15% < $\Delta$ mortal. $\leq$ 30%	30% < $\Delta$ mortal. $\leq$ 60%	$\Delta$ mortal. > 60%
<i>Balanus amphitrite</i>	$\Delta$ Mortal. $\leq$ 15%	15% < $\Delta$ mortal. $\leq$ 30%	30% < $\Delta$ mortal. $\leq$ 60%	$\Delta$ mortal. > 60%
<i>Acartia tonsa</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Acartia clausi</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Tisbe battagliai</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Tigriopus fulvus</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Paracentrotus lividus</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Sphaerechinus granularis</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Dicetrarchus labrax</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Sparus aurata</i>	EC20 $\geq$ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 $\leq$ EC50 < 100%	EC50 < 40%

Il sedimento afferente a ciascun campione viene attribuito alla **Classe AI**, con le relative opzioni di gestione riportate in Tab. 2.2 e Fig. 2.6, quando si verifica il seguente caso:

#### Caso 1

1. il sedimento risulti costituito da sabbie (pelite < 10 %);
2. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori o uguali ai valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
3. l'esecuzione delle analisi ecotossicologiche è da valutare caso per caso. In tal caso, le risposte ottenute dall'esecuzione dei saggi biologici con le 3 specie-test, applicate secondo le modalità di cui al paragrafo 3.2.2, risultino come da Tab. 2.4, colonna A.

Il sedimento viene attribuito alla **Classe A2**, con le relative opzioni di gestione riportate in Tab. 2.2 e Fig. 2.6, quando si verificano i seguenti 3 casi:

Caso 2

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori o uguali ai valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. le risposte ottenute dall'esecuzione dei saggi biologici con le 3 specie-test applicate secondo le modalità di cui al paragrafo 3.2.2, risultino come da Tab. 2.4, colonna A.

Caso 3

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori o uguali ai valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. le risposte ottenute dall'esecuzione dei saggi biologici, applicate secondo le modalità di cui al paragrafo 3.2.2, risultino, anche solo per una delle 3 specie-test, come da Tab. 2.4, colonna B.

Caso 4

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori o uguali ai valori LCL di cui alla Tab. 2.3B e superiori ai valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. le risposte ottenute dall'esecuzione dei saggi biologici con le 3 specie-test, applicate secondo le modalità di cui al paragrafo 3.2.2, risultino come da Tab. 2.4, colonna A.

Il sedimento viene attribuito alla **Classe B1**, con le relative opzioni di gestione riportate in Tab. 2.2 e Fig. 2.6, quando si verificano i seguenti 2 casi.

Caso 5a

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali), ma inferiori o uguali ai valori LCL di cui alla Tab. 2.3B;
2. le risposte ottenute dall'esecuzione dei saggi biologici, applicate secondo le modalità di cui al paragrafo 3.2.2, risultino anche solo per una delle 3 specie-test, come da Tab. 2.4, colonna B;
3. i saggi biologici condotti sull'elutriato, effettuati durante la caratterizzazione, verifichino che le risposte ecotossicologiche siano uguali a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna A.

Caso 6a

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori o uguali ai valori LCB di cui alla Tab. 2.3B;
2. tutte le tre specie-test utilizzate presentino risposte ecotossicologiche migliori o pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, Colonna C;
3. i saggi biologici condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano pari a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna A.

Il sedimento viene attribuito alla **Classe B2**, con le relative opzioni di gestione riportate in tabella 2.2 e figura 2.6, quando si verifichino i seguenti 6 casi:

Caso 5b

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali), ma inferiori o uguali ai valori LCL di cui alla Tab. 2.3B;
2. le risposte tossiche ottenute dall'esecuzione dei saggi biologici, applicate secondo le modalità di cui al paragrafo 3.2.2, risultino, in almeno una delle 3 specie-test, come da Tab. 2.4, colonna B;
3. i saggi condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano peggiori o pari a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna B.

Caso 6b

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori o uguali ai valori LCB di cui alla Tab. 2.3B;
2. tutte le tre specie-test utilizzate presentino risposte ecotossicologiche migliori o pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, Colonna C;
3. i saggi condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano peggiori o pari a quelle indicate in tabella 2.4, Colonna B.

Caso 7

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali), ma inferiori o uguali ai valori LCL di cui alla Tab. 2.3B;
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche peggiori o pari a quelle indicate nella Tab. 2.4 Colonna C;

Caso 8

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCL di cui alla Tab. 2.3B (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, Colonna A o B.

Caso 9a

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori o uguali ai valori LCB di cui alla Tab. 2.3B (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, Colonna D;
3. i saggi biologici condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano pari a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna A, B o C.

Caso 10a

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali), ma inferiori o uguali ai valori LCL di cui alla Tab. 2.3B
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, Colonna D;
3. i saggi biologici condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano pari a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna A, B o C.

Il sedimento viene attribuito alla **Classe CI**, con le relative opzioni di gestione riportate in Tab. 2.2 e Fig. 2.6, quando si verificano i seguenti 3 casi:

Caso 9b

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori dei valori LCB di cui alla tabella 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, colonna D;
3. i saggi biologici condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano pari a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna D.

Caso 10b

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali), ma inferiori o uguali al valori LCL di cui alla Tab. 2.3B;
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, colonna D;
3. i saggi biologici condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano pari a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna D.

Caso 11a

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCL di cui alla Tab. 2.3B (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, colonna C;
3. i saggi biologici condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano pari a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna A o B.

Il sedimento viene attribuito alla **Classe C2**, con le relative opzioni di gestione riportate in Tab. 2.2 e Fig. 2.6, quando si verificano i seguenti 2 casi:

Caso 11b

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCL di cui alla Tab. 2.3B (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, colonna C;
3. i saggi biologici condotti sull'elutriato verifichino che le risposte ecotossicologiche siano pari o peggiori a quelle indicate in Tab. 2.4, Colonna C.

Caso 12

1. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino maggiori dei valori LCL di cui alla Tab. 2.3B (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
2. anche una sola delle tre specie-test utilizzate presenti risposte ecotossicologiche pari a quelle indicate nella Tab. 2.4, colonna D;

Ai campioni sui quali le analisi ecotossicologiche non siano state eseguite è possibile attribuire la risposta tossica di un campione limitrofo con caratteristiche fisico-chimiche simili.

Nel caso in cui non siano stati stabiliti valori chimici di riferimento "locali", sono ammesse difformità chimiche rispetto ai valori di riferimento di cui in Tab. 2.3A. L'entità di tali scostamenti, in termini quantitativi e qualitativi, non può comunque superare il 20% per le sostanze Pericolose Prioritarie, il 25% per le sostanze Prioritarie e il 50% per tutte le altre, per un massimo del 20% dei campioni esaminati, purché campioni isolati (da considerarsi *hot spots*).

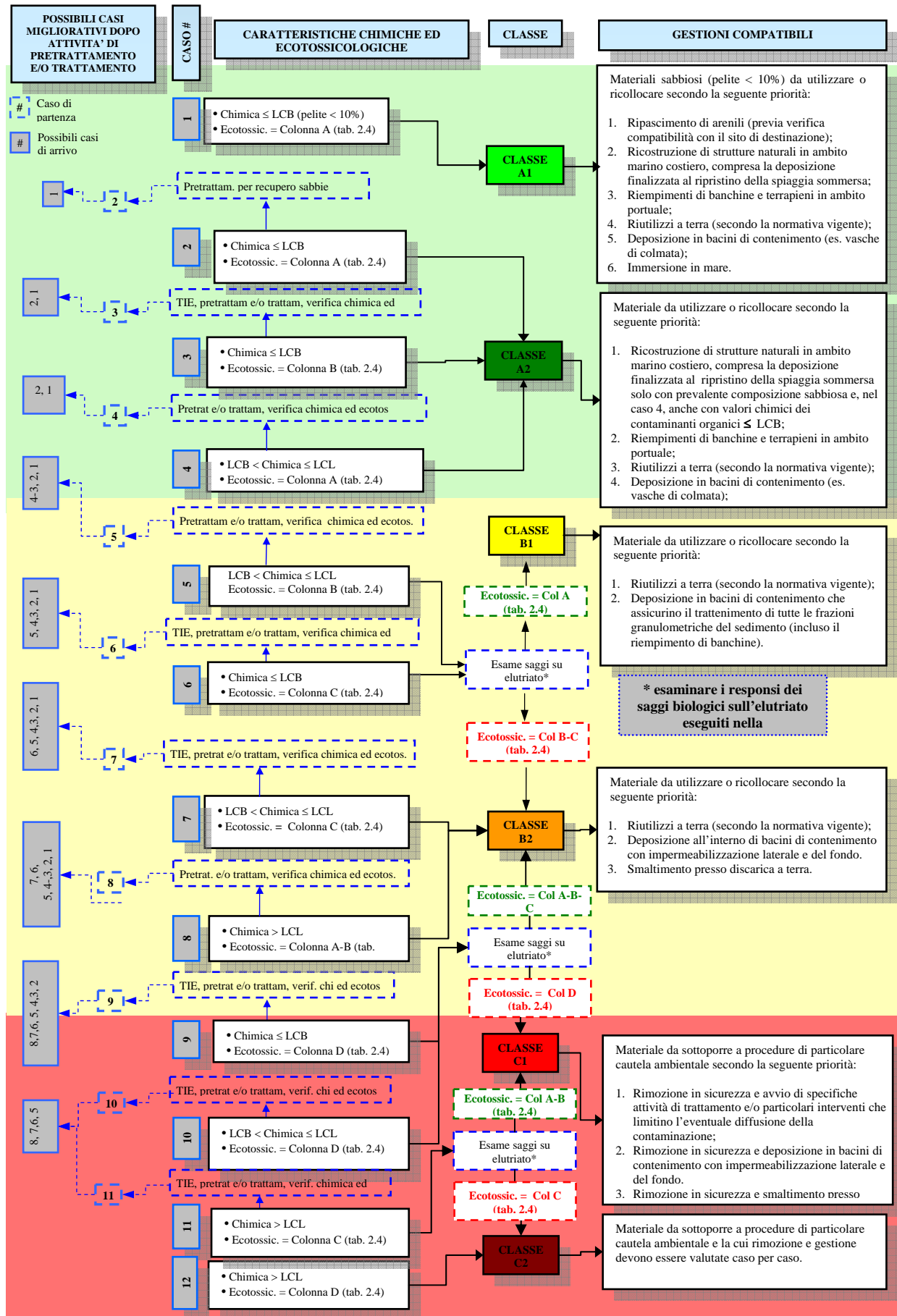
Nel caso in cui la deposizione del sedimento avvenga all'interno di bacini di contenimento con destinazione d'uso finale "suolo", le caratteristiche dei materiali dovrebbero comunque rispettare i valori limite riportati colonna A tabella 1, Allegato V, al titolo V, parte IV del D.lgs 152/06 .

A seguito di attività di pretrattamento e/o trattamento e successive verifiche fisico-chimiche ed ecotossicologiche, il sedimento potrebbe presentare caratteristiche tali da appartenere a una classe di qualità migliore, come indicato nel diagramma di Fig. 2.6. Tuttavia, nel caso di pretrattamenti che prevedano una separazione di differenti frazioni granulometriche, parte del materiale residuo potrebbe presentare caratteristiche qualitative peggiori di quelle di partenza (situazione non considerata nel diagramma di Fig. 2.6).

**Tabella 2.5** – Tabella riassuntiva dei possibili casi sulla base delle risposte chimiche ed ecotossicologiche.

CHIMICA	COLONNA ECO-TOSSICOLOGIA	CASI	CLASSE	NOTE	
VALORI ≤ LCB	A <sup>1</sup>	1	A1	<sup>1</sup> Per questi materiali sabbiosi (pelite < 10%), l'esecuzione delle analisi ecotossicologiche è da valutare caso per caso.	
	A	2	A2 <sup>3</sup>	<sup>2</sup> Si suggeriscono approfondimenti per l'individuazione dell'agente responsabile della tossicità (es. TIE).	
	B <sup>2</sup>	3		<sup>3</sup> Nel caso questi materiali abbiano una prevalente composizione sabbiosa (da valutare caso per caso) potranno essere utilizzati anche per attività di ripristino della spiaggia sommersa.	
	C <sup>2</sup>	6	B1 <sup>4</sup>	B2 <sup>4</sup>	<sup>4</sup> In base alla assenza (B1) o presenza (B2) di tossicità (colonna C) dell'elutriato.
	D <sup>2</sup>	9	B2 <sup>5</sup>	C1 <sup>5</sup>	<sup>5</sup> In base alla assenza (B2) o presenza (C1) di tossicità (colonna D) dell'elutriato.
LCB < VALORI ≤ LCL	A	4	A2 <sup>6</sup>	<sup>6</sup> Con questi materiali di classe A2 è consentito l'utilizzo per "ricostruzione della spiaggia sommersa" (di cui al punto 1. della tabella 2.2) solo se la componente sabbiosa è prevalente ed i valori chimici dei contaminanti organici risultano ≤ LCB (tabella 2.3A).	
	B	5	B1 <sup>7</sup>	B2 <sup>7</sup>	<sup>7</sup> In base alla assenza (B1) o presenza (B2) di tossicità (colonna B) dell'elutriato.
	C <sup>2</sup>	7	B2		
	D <sup>2</sup>	10	B2 <sup>8</sup>	C1 <sup>8</sup>	<sup>8</sup> In base alla assenza (B2) o presenza (C1) di tossicità (colonna D) dell'elutriato.
VALORI > LCL	A <sup>9</sup> o B <sup>9</sup>	8	B2		<sup>9</sup> Considerata la relativa bassa tossicità di questi materiali, si suggerisce di valutare la possibilità di determinare Livelli Chimici "locali" o approfondimenti analitici tali da giustificare un eventuale miglioramento della classe .
	C <sup>2</sup>	11	C1 <sup>10</sup>	C2 <sup>10</sup>	<sup>10</sup> In base alla assenza (C1) o presenza (C2) di tossicità (colonna C) dell'elutriato.
	D	12	C2		

\*esecuzione analisi ecotossicologiche da valutare caso per caso



**Figura 2.6 - Criterio di classificazione dei materiali da movimentare e relative opzioni gestionali compatibili.**



### 2.3.3 PROCEDURA PER LA DETERMINAZIONE DEL LIVELLO CHIMICO DI BASE "LOCALE" ( $LCB_{loc}$ ) PER GLI ELEMENTI IN TRACCIA

Allo scopo di individuare il valore del  $LCB_{loc}$ , soprattutto per quei specifici tratti di costa caratterizzati da peculiari anomalie geochimiche, utilizzando un approccio integrato fisico-chimico-ecotossicologico, è indispensabile tener conto della differente composizione granulometrica che generalmente influenza il contenuto degli elementi in tracce costitutivi del sedimento naturale.

A tal fine viene suggerita una procedura i cui requisiti minimi sono descritti nelle seguenti fasi:

1. Individuare, nell'ambito dell'area costiera con analoghe caratteristiche geochimiche comprendente il sito di interesse, una o più zone relativamente incontaminate, per le quali non si siano verificati eventi perturbativi tali da aver modificato la qualità dei sedimenti dei fondali, sulla base della letteratura pregressa non antecedente 5 anni. Qualora non fossero disponibili sufficienti informazioni sulla qualità dei sedimenti, la caratterizzazione di cui alle successive fasi deve essere estesa ai contaminanti organici.
2. Prelevare, possibilmente lungo transetti costa largo e/o in zone con caratteristiche ambientali omogenee, campioni di sedimento (superficiali e/o rappresentativi dei livelli sottostanti) provenienti da almeno 15 stazioni differenti, al fine di analizzare altrettanti campioni, eventualmente derivanti anche dalla miscelazione di più aliquote provenienti dalla medesima zona. Qualora sia presente una diffusa contaminazione superficiale dell'intera area, è consigliabile considerare solamente i livelli profondi del sedimento. A seconda delle caratteristiche dei materiali da movimentare, è possibile l'individuazione di differenti  $LCB_{loc}$  per più intervalli granulometrici e/o per frazioni granulometriche del sedimento, eventualmente separate meccanicamente.
3. Applicare una batteria di saggi biologici secondo le indicazioni riportate al paragrafo 2.2.2, considerando per le successive analisi ed elaborazioni esclusivamente i campioni conformi alla colonna A della Tab. 2.4 per tutte le prove eseguite. Ogni valore chimico di riferimento ( $LCB_{loc}$ ) da individuare deve derivare da un numero minimo di campioni conformi alla colonna A non inferiore a 10.
4. Eseguire l'analisi degli elementi in tracce con la stessa metodologia utilizzata per i sedimenti da sottoporre a movimentazione di cui al paragrafo 3.2.
5. Ricercare, per ciascun elemento di interesse, la funzione di regressione lineare tra "percentuale di frazione pelitica" e "concentrazione dell'elemento", con i relativi intervalli di confidenza al 95%.
6. Qualora la correlazione risulti significativa ( $p < 0,05$ ), il valore di concentrazione da assumere per ciascun  $LCB_{loc}$ , sarà il limite superiore dell'intervallo di confidenza al 95% del punto individuato sulla retta di regressione in corrispondenza del valore estremo superiore dell'intervallo di % pelitica considerato (es. al 25% per l'intervallo 0-25% di pelite e al 100% per l'intervallo 25-100% di pelite, come per i valori riportati in Tab. 2.3A).
7. Qualora la correlazione non risulti significativa ( $p \geq 0,05$ ), il valore di concentrazione da assumere come  $LCB_{loc}$  sarà il valore medio delle concentrazioni relative ai campioni ricadenti nell'intervallo di % pelitica considerato, maggiorato di due volte la deviazione standard ( $2\sigma$ ).



## CAPITOLO 3

### PROCEDURE ANALITICHE RELATIVE ALLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

#### 3.1 PREPARAZIONE E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI

In generale per il trattamento dei campioni devono essere seguite le indicazioni EN ISO 5667-19 (2004).

La sezione estrusa dalla carota deve essere preventivamente decorticata dalla parte più esterna a contatto con le pareti interne al *liner* o al carotiere.

Il campione prelevato deve essere omogeneizzato sul campo e suddiviso in due aliquote principali delle quali una utilizzata per la fase analitica e l'altra conservata a temperatura compresa tra  $-18^{\circ}\text{C}$  e  $-25^{\circ}\text{C}$ , per eventuali verifiche. Inoltre, per il 10% dei campioni destinati alla "validazione" da parte di un secondo soggetto, deve essere prevista una terza aliquota di sedimento.

Il periodo di conservazione dell'aliquota di materiale destinata ad eventuali verifiche non deve essere inferiore ad un anno dal termine del completamento dell'attività istruttoria da parte dell'Amministrazione competente.

L'attrezzatura utilizzata nel taglio della carota, nelle operazioni di omogeneizzazione e suddivisione nelle varie aliquote per le analisi deve essere sempre decontaminata prima del suo reimpiego tra un campione e l'altro.

Le modalità di trasporto e la conservazione dei campioni sono illustrate nella Tab. 3.1.

**Tabella 3.1** – Modalità di trasporto e conservazione dei campioni di sedimento.

PARAMETRO	CONTENITORE	TRASPORTO	CONSERVAZIONE
		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
Granulometria	Plastica o vetro	4 / 6	4 / 6
Sostanza Organica o TOC	Vetro o polietilene	4 / 6	$-18/-25^1$
Chimica organica	Vetro	4 / 6	$-18/-25^1$
Metalli e inorganici	Polietilene o vetro	4 / 6	$-18/-25^1$
Microbiologia <sup>2</sup>	Polietilene o polistirolo sterili	4 / 6	4 / 6
Ecotossicologia <sup>3</sup>	Polietilene o vetro	4 / 6	4 / 6

<sup>1</sup> da non considerare nel caso di campioni liofilizzati;

<sup>2</sup> da eseguire sui campioni fresco entro le 24 ore;

<sup>3</sup> da eseguire sul campione fresco entro 10 giorni (salvo diversa indicazione prevista dagli specifici protocolli).

## 3.2 METODICHE DI ANALISI

### 3.2.1 PARAMETRI FISICI, CHIMICI E MICROBIOLOGICI

Le metodologie analitiche utilizzate devono essere quelle relative a protocolli nazionali e/o internazionali ufficialmente riconosciuti (quali, a esempio, le metodiche EPA, ISO, UNI EN, IRSA-CNR, il Manuale Tecnico “*Metodologie Analitiche di riferimento. ICRAM-Ministero Ambiente e Tutela del Territorio. A.M. Cicero & I. Di Girolamo (Eds)*” - ICRAM 2001, i rapporti ISTISAN).

Devono comunque essere garantiti, rispetto al campione di sedimento, i limiti di quantificazione di cui in Tab. 3.2.

**Tabella 3.2** - Limiti di quantificazione richiesti riferiti al peso secco.

Singolo parametro	Concentrazione	Unità di misura
As	0,5	mg kg <sup>-1</sup>
Cd	0,05	
Cr	5,0	
Cu	1,0	
Hg	0,05	
Ni	1,0	
Pb	1,0	
Zn	1,0	
PCB	0,1	µg kg <sup>-1</sup>
IPA	10,0	
Pesticidi organo-clorurati	0,1	
Composti organo-stannici (Sn)	1,0	

Devono, comunque, essere indicate la percentuale di recupero rispetto a materiali standard certificati.

I risultati delle analisi devono essere riportati su rapporti di prova rilasciati dai laboratori e devono essere allegati all'istruttoria in originale.

### 3.2.2 PARAMETRI ECOTOSSICOLOGICI

Devono essere selezionate 3 specie-test appartenenti a gruppi tassonomici differenti da applicare secondo quanto riportato al paragrafo 2.2.2 con le modalità di cui in Tab. 3.3.

Considerato l'attuale criterio di classificazione ecotossicologica, cautelativamente basato sul risultato peggiore riscontrato sul singolo saggio, può essere ammesso un unico *end point* a lungo termine o cronico (Tab. 3.3).

In attesa di un aggiornamento di tale criterio, gli *end point* a lungo termine o cronici sono comunque consigliati per specifici approfondimenti.

**Tabella 3.3.** Modalità di applicazione della maggior parte dei saggi biologici riferiti all'elenco di specie-test cui al paragrafo 2.2.2.

SPECIE	MATRICE	STADIO VITALE	ESPOSIZ.	END-POINT	ESPRESSIONE DATO
<b>ALGHE</b>					
<i>Skeletonema costatum</i>	ELUTRIATO	COLTURA CELLULARE	96H	INIBIZIONE DELLA CRESCITA	EC20 E EC50
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	ELUTRIATO	COLTURA CELLULARE	96H	INIBIZIONE DELLA CRESCITA	EC20 E EC50
<i>Pheodactylum tricorutum</i>	ELUTRIATO	COLTURA CELLULARE	96H	INIBIZIONE DELLA CRESCITA	EC20 E EC50
<b>BATTERI</b>					
<i>Vibrio fischeri</i>	ELUTRIATO	CELLULE	30'	INIBIZIONE DELLA BIOLUMINESCENZA	EC20 E EC50
	SEDIMENTO PRIVO DI ACQUA INTERSTIZIALE	CELLULE	30'	INIBIZIONE DELLA BIOLUMINESCENZA	S.T.I. (SEDIMENT TOXICITY INDEX)
<b>ROTIFERI</b>					
<i>Brachionus plicatilis</i>	ELUTRIATO	INDIVIDUI	24H-48H	SCHIUSA DELLE CISTI	EC20 E EC50
<b>CROSTACEI</b>					
<i>Ampelisca diadema</i>	SEDIMENTO TAL QUALE	INDIVIDUI GIOVANI-ADULTI	10 GIORNI	MORTALITÀ	ΔMORTALITÀ (CORRETTO CON ABBOTT)
<i>Corophium orientale</i>	SEDIMENTO TAL QUALE	INDIVIDUI GIOVANI-ADULTI	10 GIORNI	MORTALITÀ	ΔMORTALITÀ (CORRETTO CON ABBOTT)
<i>Corophium insidiosum</i>	SEDIMENTO TAL QUALE	INDIVIDUI GIOVANI-ADULTI	10 GIORNI	MORTALITÀ	EC20 E EC50 (CORRETTO CON ABBOTT)
<i>Acartia tonsa</i>	ELUTRIATO	NAUPLII	96H	MORTALITÀ	EC20 E EC50
<i>Acartia clausi</i>	ELUTRIATO	NAUPLII	96H	MORTALITÀ	EC20 E EC50
<i>Tisbe battagliai</i>	ELUTRIATO	NAUPLII	96H	MORTALITÀ	EC20 E EC50
<i>Tigriopus fulvus</i>	ELUTRIATO	NAUPLII	96H	MORTALITÀ	EC20 E EC50
<b>ECHINODERMI</b>					
<i>Sphaerechinus granularis</i>	ELUTRIATO	GAMETE MASCHILE	1H	FECONDAZIONE UOVA	EC20 E EC50 (CORRETTO CON ABBOTT)
<i>Paracentrotus lividus</i>	ELUTRIATO	GAMETE MASCHILE	1H	FECONDAZIONE UOVA	EC20 E EC50 (CORRETTO CON ABBOTT)
<b>PESCI</b>					
<i>Dicentrarchus labrax</i>	ELUTRIATO	GIOVANILI	96H	MORTALITÀ	EC20 E EC50
<i>Sparus aurata</i>	ELUTRIATO	GIOVANILI	96H	MORTALITÀ	EC20 E EC50

Devono comunque essere riportate le metodologie adottate ed eventuali modifiche rispetto a protocolli nazionali ed internazionali di riferimento.

### 3.2.3 BIOCENOSI BENTONICHE

Per quanto concerne le analisi delle comunità fito-zoobentoniche, è possibile fare riferimento a quanto riportato nel “*Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*”, APAT-SIBM-ICRAM, volume 10, 2003.

### 3.3 ORGANIZZAZIONE DEI RISULTATI DELLE ANALISI

L'organizzazione dei risultati da presentare all'Autorità competente deve garantire la correttezza della procedura di esame, l'inequivocabilità dell'informazione, nonché la qualità del dato.

Le seguenti informazioni sono comunque da includere nella documentazione da presentare all'Autorità competente per il rilascio dell'Autorizzazione:

1. codice di identificazione dell'analisi (codice alfanumerico del campione, codice alfanumerico della prova);
2. nome, Sede Legale del laboratorio, nonché sede operativa ove le prove sono state svolte;
3. rappresentazione tabellare delle risultanze analitiche (i risultati numerici vanno indicati con un numero di cifre significative coerenti con il limite di quantificazione richiesti di cui in Tab. 3.2);
4. data di ricevimento del materiale da analizzare e di esecuzione della determinazione analitica.

Deve essere riportata, inoltre, l'eventuale presenza di particolari condizioni ambientali durante il campionamento che possono avere avuto un effetto sulla natura del campione (onde e correnti, eventi meteorologici, ecc.).

La documentazione in oggetto deve essere fornita anche su supporto informatico.

La documentazione cartografica deve essere fornita in coordinate geografiche nel sistema di coordinate piane UTM 32/33 WGS84.

## CAPITOLO 4

### *ATTIVITA' DI DRAGAGGIO, TRASPORTO E DEPOSIZIONE DEI MATERIALI NEI DIFFERENTI AMBIENTI MARINI O COSTIERI E RELATIVI PIANI DI MONITORAGGIO*

Le attività di dragaggio e/o deposizione non possono essere effettuate nelle seguenti aree:

1. aree archeologiche marine;
2. zone marine di tutela biologica;
3. zone marine di ripopolamento;
4. aree marine protette;
5. aree protette territoriali costiere (parchi e riserve naturali, nazionali e regionali);
6. zone marine che ospitano praterie di fanerogame;
7. aree destinate ad usi legittimi (cavi, condotte e installazioni petrolifere, poligoni militari, maricoltura, trasporti marittimi, barriere artificiali, terminali off-shore, ecc.);
8. Siti Rete Natura 2000;
9. ASPIM (aree specialmente protette);

In zone di particolare pregio biologico (aree di nursery delle principali specie ittiche demersali, ecc.) e nell'area marina identificata come "Santuario per i Mammiferi marini", il dragaggio può essere effettuato purché si dimostri la ininfluenza delle attività di immersione e/o di prelievo nei confronti delle esigenze biologiche di quelle specie per la protezione delle quali tali aree sono state individuate.

Infine, le attività di deposizione non devono essere effettuate in aree marine entro le 3 miglia nautiche dalla costa, con l'eccezione delle attività di ripascimento.

In Appendice vengono riportate due tabelle riepilogative delle principali analisi da eseguire in funzione della tipologia dell'area di deposizione.

#### **4.1 AREA PORTUALE**

##### **4.1.1 ATTIVITA' DI DRAGAGGIO**

Le modalità di dragaggio devono essere tali da minimizzare la turbativa per l'ambiente circostante, al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

1. dragare in sicurezza e con precisione, minimizzando le quantità d'acqua presente nei materiali rimossi;
2. rendere nulle o minime le quantità di materiale disperso, adottando ove possibile sistemi chiusi;
3. limitare la torbidità e la mobilitazione di inquinanti indotta dalle operazioni.

Sulla base delle informazioni riguardanti:

- la classificazione del materiale da dragare;

- le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'area vasta all'interno della quale vengono effettuate le operazioni di dragaggio;
- le modalità ed i tempi di esecuzione del dragaggio,

deve essere elaborata una analisi dei possibili impatti sull'ambiente circostante il sito di dragaggio, con particolare riferimento a:

- variazioni della morfologia e della batimetria dei fondali;
- aumento della torbidità delle acque durante le attività di dragaggio e le sue possibili ripercussioni sulle aree limitrofe, con particolare attenzione alle biocenosi di elevato interesse naturalistico e agli usi legittimi del mare;
- eventuale risospensione del materiale depositato ma non ancora consolidato e che, una volta terminate le attività di dragaggio, potrebbe essere rimesso in circolo nella colonna d'acqua dalle correnti o dal passaggio delle navi;
- possibili aumenti di concentrazione nella colonna d'acqua di quei contaminanti risultati a rischio nella fase di caratterizzazione del sedimento.

Qualora siano ipotizzabili tali effetti devono essere fornite indicazioni sulle misure di contenimento e mitigazione da adottare.

#### 4.1.1.1 Monitoraggio

Le attività di dragaggio devono essere sottoposte ad azioni di monitoraggio sia in corso d'opera, sia al termine delle operazioni, mediante la formulazione di specifici piani di monitoraggio con l'obiettivo di verificare tutte le condizioni di salvaguardia ambientale. In particolare si segnala il controllo di:

1. profondità dei fondali e quantità del materiale dragato;
2. livelli di torbidità e concentrazione di solidi sospesi nelle acque dell'area interessata al dragaggio e delle zone limitrofe;
3. possibili alterazioni delle biocenosi di elevato pregio naturalistico;
4. possibili aumenti di concentrazione nella colonna d'acqua e sui fondali delle aree circostanti la zona di dragaggio di quei contaminanti risultati a rischio nella fase di caratterizzazione del sedimento;
5. variazioni della biodisponibilità e mobilità dei contaminanti mediante l'utilizzo di bioindicatori.

Per i soli sedimenti di classe A il monitoraggio può essere limitato ai punti 1, 2 e 3.

#### 4.1.2 ATTIVITA' DI DEPOSIZIONE: UTILIZZO DEI MATERIALI IN AMBITO PORTUALE

##### 4.1.2.1 Ambienti conterminati

Caratterizzazione del sito preposto a contenere sedimenti provenienti da dragaggi

Nel sito sul quale deve sorgere la struttura di contenimento dei materiali dragati, devono essere eseguite le seguenti indagini:

1. caratteristiche meteo marine;
2. caratteristiche batimetriche, geologiche, geotecniche e geomorfologiche;

### 3. caratteristiche granulometriche, chimiche, ecotossicologiche e biocenotiche.

Tali informazioni possono essere desunte anche dalla letteratura specifica e dalla Scheda di Bacino Portuale (Capitolo 6) qualora la zona di intervento sia stata oggetto di precedenti indagini non antecedenti i tre anni e non si siano verificati eventi che abbiano modificato la situazione preesistente.

La caratterizzazione del sedimento deve riguardare lo spessore del materiale coinvolto nella eventuale movimentazione del fondale durante la costruzione del bacino di contenimento. In ogni caso deve essere caratterizzato uno spessore di 50 cm in corrispondenza di quello che è, o sarà, il fondo dell'intera superficie occupata dall'opera.

Per il sedimento da movimentare, la caratterizzazione deve essere effettuata con le modalità di cui al Capitolo 2.

Sulle stazioni di campionamento, per il materiale da rimuovere e per la caratterizzazione dei 50 cm del fondo della struttura di contenimento, devono essere eseguite le indagini come da paragrafo 2.2.1 e 2.2.2 (a eccezione delle analisi microbiologiche), salvo specifiche variazioni (riduzioni o estensione dei parametri da considerare) giustificate dalle informazioni desumibili dalla Scheda di Bacino Portuale e sulla base di preventivo benessere dell'Autorità competente all'esame della richiesta di autorizzazione.

Il sito specifico di deposizione deve essere riportato su cartografia ufficiale comprensiva della batimetria (Carta Tecnica Regionale e/o carte nautiche dell'Istituto Idrografico della Marina) in scala opportuna, riportando per un raggio di almeno 5 miglia nautiche:

1. aree protette, aree sensibili o di elevato pregio naturalistico (praterie di fanerogame marine, biocenosi del coralligeno, ecc.);
2. zone di maricoltura, pesca, aree di nursery, aree di transito di specie ittiche migratorie e di mammiferi marini;
3. strutture particolari quali ad esempio cavi, ancoraggi, condotte, impianti di desalinizzazione, piattaforme, passaggio preferenziale delle navi, zone militari, ecc.

Nel caratterizzare il sito di deposizione devono essere individuati e descritti anche i seguenti dati riguardanti l'uso del territorio:

1. destinazioni d'uso finale dell'area;
2. prossimità alle aree urbane e industriali con particolare attenzione alle industrie alimentari;
3. contaminazioni storicamente riscontrate nel sito proposto (desumibili anche dalla Scheda di Bacino Portuale di cui al Capitolo 6).

#### Aspetti tecnici per la deposizione del materiale in ambienti conterminati

In linea generale ogni tipologia di struttura di contenimento deve prevedere una conterminazione tale da evitare la diffusione di contaminanti nelle aree circostanti.

Per utilizzi del materiale dragato che prevedano il riempimento di vasche di colmata o di altre strutture conterminate devono essere fornite informazioni relative a:

1. caratteristiche tecniche progettuali delle strutture e delle dighe di contenimento;
2. caratteristiche geologiche (incluse le misure di permeabilità), litologiche dei materiali sottostanti la vasca e di quelli costituenti la conterminazione laterale;
3. percorsi preferenziali di fuga degli inquinanti, considerando anche le potenziali variazioni di volume dei sedimenti dragati prima, durante e dopo la loro collocazione;

Vengono di seguito fornite alcune indicazioni relative alle modalità di deposizione di materiali in tali strutture:

1. collocare nelle strutture conterminate materiali che contengano una frazione grossolana ( $> 63 \mu\text{m}$ ) inferiore al 60%. In caso contrario, infatti, possono essere effettuate attività di pre-trattamento per il recupero integrale delle sabbie;
2. collocare il materiale dragato ad elevata concentrazione di solido, evitando lo stramazzone non controllato di materiale di risulta;
3. prevedere sistemi di mitigazione per limitare la fuoriuscita di materiali fini dalle condotte effluenti, favorendo la sedimentazione all'interno delle vasche (es. barriere mobili, predisposizione di percorsi di intercettazione, ecc.), evitando l'uso di additivi chimici che possano compromettere la qualità delle acque e dei sedimenti presenti all'interno delle conterminazioni;
4. deporre i sedimenti meno contaminati sul fondo della vasca, lateralmente e nella parte superiore della stessa (deposizione selettiva);
5. creare le condizioni per il monitoraggio della qualità delle acque in uscita dalle vasche, come effluenti superficiali.

#### Monitoraggio ambientale

Allo scopo di valutare le possibili alterazioni di carattere chimico e biologico nell'area di deposizione del materiale dragato e nelle zone limitrofe, deve essere redatto uno specifico piano di monitoraggio durante e dopo le attività di deposizione del materiale. Le attività di monitoraggio devono essere commisurate alla qualità e quantità del materiale dragato. Principalmente devono essere sottoposte a monitoraggio:

1. la qualità chimica, ecotossicologica e la presenza di solidi sospesi nelle acque di efflusso;
2. la qualità delle acque piezometriche ospitate nei depositi naturali ed artificiali costituenti la conterminazione laterale e del fondo del bacino;
3. la qualità dei sedimenti e del biota nell'area marina circostante il bacino, privilegiando l'impiego di indicatori biologici;
4. le possibili perdite di materiale e il rilascio di contaminanti sia nell'effluente, sia da vie preferenziali.
5. i dati meteo marini ai fini della valutazione della stabilità delle opere di contenimento e dell'ingressione da parte delle acque marine a causa di eventi significativi di mareggiata.

Possono essere previste vasche di stoccaggio temporaneo per l'approvvigionamento dei sedimenti per tempi brevi. In questo caso devono essere prese misure di isolamento appropriate sul fondo e lungo le pareti in dipendenza della qualità del materiale e dei tempi di permanenza.

#### **4.1.2.2 Ambienti non conterminati**

La deposizione di materiale in ambito portuale non conterminato non è considerata ambientalmente compatibile.



## 4.2 AREA MARINA FLUVIALE O LITORANEA

### 4.2.1 ATTIVITA' DI DRAGAGGIO

#### 4.2.1.1 Area marina fluviale

Le attività possono essere effettuate al solo fine del ripristino delle condizioni di sicurezza di efflusso delle portate di piena e della navigabilità.

Le modalità di dragaggio devono essere tali da minimizzare la turbativa per l'ambiente circostante, al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

1. dragare in sicurezza e con precisione, minimizzando la quantità d'acqua presente nei materiali rimossi;
2. rendere nulle o minime la quantità di materiale disperso, adottando ove possibile sistemi chiusi;
3. limitare la torbidità e la mobilizzazione di inquinanti indotta dalle operazioni.

Sulla base delle informazioni riguardanti:

- la classificazione del materiale da dragare,
- le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'area vasta all'interno della quale sono effettuate le operazioni di dragaggio,
- le modalità ed i tempi di esecuzione del dragaggio,

deve essere elaborata una analisi dei possibili impatti sull'ambiente circostante il sito di dragaggio con particolare riferimento a:

- variazioni della morfologia e della batimetria dei fondali;
- aumento della torbidità delle acque durante le attività di dragaggio e sue possibili ripercussioni sulle aree limitrofe, con particolare attenzione alle biocenosi di elevato interesse naturalistico e agli usi legittimi del mare;
- eventuale risospensione del materiale depositato ma non ancora consolidato e che, una volta terminate le attività di dragaggio, potrebbe essere rimesso in circolo nella colonna d'acqua dalle correnti o dal passaggio delle navi;
- possibili aumenti di concentrazione nella colonna d'acqua di quei contaminanti risultati a rischio nella fase di caratterizzazione del sedimento.

Qualora siano ipotizzabili tali effetti devono essere fornite indicazioni sulle misure di contenimento e mitigazione da adottare.

#### Monitoraggio

Le attività di dragaggio devono essere sottoposte a monitoraggio in corso d'opera e al termine delle operazioni, mediante la formulazione di specifici piani di monitoraggio, con l'obiettivo di verificare tutte le condizioni di salvaguardia ambientale.

In particolare si segnala il controllo di:

1. profondità dei fondali e quantità di materiale dragato;
2. livelli di torbidità e concentrazione di solidi sospesi nelle acque dell'area interessata al dragaggio e delle zone limitrofe;
3. possibili alterazioni delle biocenosi di elevato pregio naturalistico;

4. possibili aumenti di concentrazione nella colonna d'acqua di quei contaminanti risultati a rischio nella fase di caratterizzazione del sedimento;
5. variazioni della biodisponibilità e mobilità dei contaminanti mediante l'utilizzo di bioindicatori.

Per i soli sedimenti di classe A il monitoraggio può essere limitato ai punti 1, 2 e 3.

#### 4.2.1.2 Area litoranea

Le attività di prelievo devono essere condotte in modo tale da conservare il profilo di spiaggia emersa e sommersa precedente.

Le modalità di dragaggio devono essere tali da minimizzare la turbativa per l'ambiente circostante, al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

1. dragare in sicurezza e con precisione;
2. rendere nulle o minime la quantità di materiale disperso, adottando ove possibile sistemi chiusi;
3. limitare la torbidità indotta dalle operazioni.

Sulla base delle informazioni riguardanti:

- la classificazione del materiale da dragare;
- le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'area vasta all'interno della quale vengono effettuate le operazioni di dragaggio;
- le modalità e i tempi di esecuzione del dragaggio,

deve essere elaborata una analisi dei possibili impatti sull'ambiente circostante il sito di dragaggio con particolare riferimento a:

- variazione della morfologia e della batimetria dei fondali;
- aumento della torbidità delle acque durante le attività di dragaggio e sue possibili ripercussioni sulle aree limitrofe, con particolare attenzione alle biocenosi di elevato interesse naturalistico e agli usi legittimi del mare;
- possibili aumenti di concentrazione nella colonna d'acqua di quei contaminanti risultati a rischio nella fase di caratterizzazione del sedimento.

Qualora siano ipotizzabili tali effetti, devono essere fornite indicazioni sulle misure di contenimento e mitigazione da adottare.

#### Monitoraggio

Le attività di dragaggio devono essere sottoposte a monitoraggio sia in corso d'opera, sia al termine delle operazioni, mediante la formulazione di specifici piani di monitoraggio, con l'obiettivo di verificare tutte le condizioni di salvaguardia ambientale.

In particolare si segnala il controllo di:

1. profondità dei fondali e quantità di materiale dragato;
2. livelli di torbidità e concentrazione di solidi sospesi nelle acque dell'area interessata al dragaggio e delle zone limitrofe;
3. possibili alterazioni delle biocenosi di elevato pregio naturalistico;

## 4.2.2 ATTIVITA' DI DEPOSIZIONE

### 4.2.2.1 Ripascimento costiero

Nel presente manuale in riferimento alle possibili opzioni di gestione dei materiali da movimentare, vengono utilizzati i termini di “spiaggia emersa” e “spiaggia sommersa”, intendendo la porzione di arenile al di sopra del limite superiore della più alta “alta marea sizigiale” e la zona posta al di sotto del limite inferiore della più bassa “bassa marea sizigiale”, rispettivamente.

La conseguente distinzione utilizzata tra ripascimenti sulla spiaggia emersa e sommersa è comunque da considerarsi di carattere meramente operativo, dovuta alle modalità di deposizione, in quanto, al termine dell'intervento di ripascimento destinato al ripristino della linea di riva, i materiali raggiungeranno una condizione di equilibrio, in funzione dell'idrodinamismo, delle caratteristiche granulometriche, ecc.

#### 4.2.2.1.1 Caratterizzazione del sito da ripascere

Anche ai fini della determinazione di compatibilità dei sedimenti di apporto, devono essere disponibili le seguenti informazioni relative al sito da ripascere:

1. planimetria generale dell'area, comprensiva delle isobate ed eventuale relativa documentazione fotografica;
2. caratteristiche meteo marine climatologiche annuali, stagionali ed estreme;
3. regime sedimentario e trasporto solido litoraneo nel tratto di costa interessato;
4. analisi storiografica dell'andamento della linea di costa, dei fondali e delle eventuali opere o interventi di protezione;
5. possibili fonti d'inquinamento e stato ambientale delle spiagge da ripascere (superficie emersa e sommersa), in modo tale da scongiurare eventuali coperture di siti contaminati;
6. caratteristiche cromatiche, mineralogiche, granulometriche e chimiche;
7. principali popolamenti macrobentonici presenti nel sito di ripascimento e nell'area circostante fino alla batimetrica dei 10 m, salvo la presenza di praterie di fanerogame marine; in tal caso l'indagine è estesa al limite inferiore della prateria;
8. principali popolazioni ittiche esistenti nell'area ed eventuale presenza di aree di nursery.

Le informazioni richieste possono essere desunte dalla letteratura; in particolare i dati relativi alle informazioni di cui ai punti 5, 6 e 7, non devono essere antecedenti i 3 anni, purché in tale periodo non si siano verificati eventi significativi che abbiano modificato le condizioni preesistenti. Qualora le informazioni bibliografiche relative ai suddetti punti non fossero esaustive rispetto a quanto previsto nel paragrafo 2.2, sarà necessario effettuare una specifica indagine di campo, da concordare con l'Autorità competente all'esame della richiesta di autorizzazione. Tale indagine dovrà prevedere all'interno dell'area interessata al ripascimento, il prelievo di almeno 2 campioni (uno ubicato sulla spiaggia emersa e uno sulla spiaggia sommersa), lungo sezioni equidistanti tra loro al massimo 200 m e perpendicolari alla linea di costa.

#### 4.2.2.1.2 Progetto di esecuzione e ipotesi di impatto

Deve essere fornita una documentazione tecnica contenente le specifiche progettuali dell'attività, comprese le eventuali strutture fisse di protezione, le modalità e i tempi d'esecuzione del ripascimento e le valutazioni sulla necessità di ripetere gli interventi nel tempo (piano di manutenzione), attraverso la previsione della stabilità del materiale depositato.

Sulla base della integrazione delle informazioni riguardanti le caratteristiche meteo marine e la tipologia del sedimento, delle caratteristiche del sito da ripascere e delle operazioni di deposizione, deve essere fornita una sintetica descrizione dei possibili impatti che tali attività possono causare all'ambiente. In particolare, devono essere messi in evidenza i possibili effetti di un aumento della torbidità sui popolamenti macrobentonici ed ittici in prossimità del sito da ripascere. Devono essere, inoltre, esplicitate le eventuali misure di mitigazione proposte.

#### 4.2.2.1.3 Piano di monitoraggio

Conseguentemente all'ipotesi di impatto, lo specifico piano di monitoraggio deve considerare almeno i seguenti parametri:

- caratteristiche meteo-marine;
- granulometria dei sedimenti superficiali;
- rilievi topografici della linea di riva, rilievi topografici della spiaggia emersa, rilievi batimetrici dell'area di intervento e della costa limitrofa, al termine della stagione estiva e invernale e dopo mareggiate estreme;
- livelli di torbidità nell'area e nelle immediate vicinanze del sito da ripascere;
- principali popolamenti macrobentonici presenti nel sito di ripascimento e nell'area circostante fino alla batimetrica dei 10 m, salvo la presenza di praterie di fanerogame marine; in tal caso l'indagine è estesa al limite inferiore della prateria, valutando anche eventuali effetti sul suo stato di salute.

#### 4.2.2.2 Ambiente conterminato

Vale quanto riportato al paragrafo 4.1.2.1.

### 4.3 AREA MARINA NON COSTIERA

Nell'ambito del presente manuale si definisce "area marina non costiera" l'area di mare localizzata oltre la distanza di 3 miglia nautiche dalla costa o, interamente o in parte, entro le 3 miglia dalla costa, sui cui fondali sono presenti depositi di "sabbie relitte".

#### 4.3.1 ATTIVITA' DI DRAGAGGIO (prelievo di sabbie relitte)

##### Caratterizzazione

La caratterizzazione del sito di prelievo prevede due fasi. La prima fase consiste in una indagine su un'area più vasta rispetto a quella indicata come area di prelievo, comprendente eventuali aree sensibili adiacenti.

Tale indagine è mirata alla raccolta delle seguenti informazioni:

- caratteristiche dinamiche della massa d'acqua (onde e correnti);
- caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua, riferite anche al particolato sospeso;
- morfologia e batimetria del fondo;
- caratteristiche tessiturali e chimiche dei sedimenti superficiali;
- popolamento bentonico e ittico demersale (con particolare riferimento alla presenza di nursery);
- presenza di aree di cui alla premessa del Capitolo 4.

Nel caso di parametri soggetti a importanti variazioni stagionali, questi ultimi devono essere riportati con particolare riferimento al periodo in cui viene effettuato il prelievo. Qualora non sia possibile prevedere il periodo di esecuzione del prelievo, tali parametri dovrebbero essere indagati almeno nella stagione estiva e invernale.

Questa fase può essere condotta anche solo su base bibliografica, purché i dati di riferimento siano da ritenersi rappresentativi della situazione attuale. Qualora l'insieme di queste informazioni sia comunque insufficiente devono essere svolte opportune indagini integrative.

La fase 2 è riferita allo specifico sito di prelievo e prevede sempre la raccolta di dati originali. L'area di indagine viene definita sulla base di quanto emerso nella fase 1.

Il campionamento deve essere impostato sulla base di quanto riportato al paragrafo 2.1.3.

Devono essere acquisiti gli elementi conoscitivi di seguito descritti:

- batimetria e morfologia del fondale;
- caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche, di cui al paragrafo 2.1.3 e 2.2.1;
- caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua (temperatura e salinità, con particolare riferimento alla posizione degli eventuali termoclini e pycnoclini, torbidità), riferite anche al particolato sospeso;
- popolamento bentonico.

Integrando le informazioni raccolte nelle fasi 1 e 2 con la classificazione, il volume del materiale da prelevare e le modalità ed i tempi di esecuzione dell'intervento, devono essere formulate le ipotesi di possibili impatti sull'ambiente circostante.

### Dragaggio

Le modalità di prelievo devono essere tali da minimizzare la turbativa per l'ambiente circostante, al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

- dragare in sicurezza e con precisione, minimizzando la quantità d'acqua presente nei materiali rimossi;
- dragare evitando eccessivi approfondimenti localizzati, in modo da non influenzare la dinamica del moto ondoso e delle correnti dell'area;
- rendere nulle o minime la quantità di materiale disperso, adottando ove possibile sistemi chiusi, al fine di limitare la torbidità;
- trasportare il materiale verso l'area di deposizione, con mezzi che evitino dispersione di materiale e sversamenti accidentali, lungo le rotte programmate e controllate con l'impiego di strumenti di navigazione di precisione; tali rotte devono essere registrate e rese disponibili agli organismi di controllo.

### Monitoraggio

Le attività di dragaggio devono essere sottoposte ad un monitoraggio in corso d'opera e al termine delle operazioni (*post operam*), mediante la formulazione di specifici piani, con l'obiettivo di verificare l'entità degli effetti sull'ambiente (con particolare riferimento a biocenosi ad elevato pregio naturalistico) e la tendenza al ripristino delle condizioni precedenti le attività di dragaggio.

### Fase di monitoraggio in corso d'opera

In tale fase deve essere verificato che le eventuali variazioni dei parametri ambientali siano tali da non compromettere l'assetto naturale dell'area e il suo recupero. In particolare, si richiede il monitoraggio di:

- ondametria e correntometria;
- “plume di torbida” (evoluzione spaziale e temporale);
- popolamento bentonico nelle medesime stazioni utilizzate per la caratterizzazione;
- morfologia del fondale;
- rotte di trasporto.

La frequenza delle attività e il numero delle campagne da effettuare devono essere commisurate alle ipotesi di impatto.

Le attività in corso d'opera, qualora i valori dei parametri monitorati risultino superiori a quelli previsti nelle ipotesi di impatto accettate in sede di rilascio dell'autorizzazione, possono essere sospese al fine di stabilire ulteriori misure cautelative per il proseguimento delle stesse.

### Fase di monitoraggio *post operam*

Lo scopo delle indagini condotte al termine delle operazioni di prelievo è quello di fornire dati relativi alle variazioni dei parametri indagati causate dalle attività di movimentazione del fondale. Tali indagini si articolano in diversi cicli temporali, da stabilire in base alle ipotesi d'impatto.

Il piano di campionamento deve comprendere almeno le medesime stazioni utilizzate per la caratterizzazione.

Il monitoraggio deve coprire un periodo di almeno un anno, da prolungare eventualmente sulla base delle ipotesi d'impatto e/o sulla base dei risultati emergenti dal monitoraggio in corso.

In particolare si richiede il controllo di:

- morfologia e batimetria del fondale;
- granulometria dei sedimenti;
- popolamento bentonico;
- popolamento ittico demersale.

Qualora sia emerso dal monitoraggio in corso d'opera un possibile impatto su ecosistemi sensibili, generato dalla dispersione dei sedimenti in fase di dragaggio, tali ecosistemi devono essere sottoposti a uno specifico monitoraggio.

I risultati del monitoraggio devono fornire alle autorità competenti le informazioni tecniche per verificare:

- il rispetto delle condizioni e/o prescrizioni contenute nell'autorizzazione;
- la tendenza al ripristino delle condizioni ambientali precedenti le attività di dragaggio;
- la possibilità di sfruttare ulteriormente il deposito.

## 4.3.2 ATTIVITA' DI DEPOSIZIONE: IMMERSIONE IN AREA MARINA NON COSTIERA DI MATERIALI DI DRAGAGGIO

### 4.3.2.1 Restrizioni normative

E' vietato lo scarico in mare di materiali di dragaggio classificabili come rifiuti pericolosi ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006.

### 4.3.2.2 Individuazione e caratteristiche del sito di immersione

Le indicazioni che seguono sono riferite a siti di immersione localizzati sulla piattaforma continentale e a una distanza dalla costa superiore a 3 miglia nautiche.

Per una scelta idonea del sito di immersione in mare si procede con una prima fase di acquisizione dei seguenti elementi conoscitivi riguardanti l'area vasta nella quale localizzare il sito:

- caratteristiche dinamiche della massa d'acqua (onde e correnti);
- caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche della colonna d'acqua;
- caratteristiche del fondale (morfologia, batimetria, granulometria e caratteristiche chimiche dei sedimenti);
- principali biocenosi bentoniche, popolazioni ittiche, aree di nursery e di alimentazione;
- presenza di aree di cui in premessa al Capitolo 4;
- presenza di altri siti di scarico autorizzati o di fonti inquinanti.

Questa fase può essere condotta su base bibliografica, purché i dati di riferimento siano da ritenersi rappresentativi della situazione attuale. Qualora l'insieme di tali informazioni risulti insufficiente devono essere svolte apposite indagini.

Sulla base delle caratteristiche generali dell'area ricavate dalla prima fase, nella seconda fase deve essere individuato il sito specifico di immersione. Questo deve essere dimensionato in funzione dei volumi di materiale da rilasciare, tenendo in considerazione anche la possibilità di ulteriori scarichi da ripetere periodicamente, in base alle esigenze di gestione a lungo termine.

La superficie del sito di immersione deve essere sufficientemente estesa in rapporto alla quantità dei materiali da scaricare. A tal fine, il ricoprimento teorico medio del fondale non deve essere superiore a 5 cm, spessore che risulta generalmente compatibile con i processi di ricolonizzazione da parte degli organismi bentonici.

Si raccomanda l'individuazione di più siti di immersione, al fine di poter disporre di alternative in caso di "saturazione" del primo sito selezionato.

L'area del sito di immersione deve essere definita secondo forme geometriche regolari suddivisibili in subaree unitarie di 1mn x 1mn, nelle quali differenziare temporalmente i volumi di materiale da scaricare.

Devono essere individuate, inoltre, almeno due aree di controllo (di almeno 1mn x 1mn) che abbiano le stesse caratteristiche del sito e che non siano influenzate da attività di origine antropica e presumibilmente anche da quelle di scarico.

Il sito specifico d'immersione deve essere riportato su carta nautica prodotta dall'Istituto Idrografico della Marina (IIM) in scala opportuna, riportando per un raggio di almeno 10 miglia nautiche le aree di cui alla premessa del Capitolo 4.

La localizzazione del sito di immersione deve essere indicata mediante i seguenti parametri:

- coordinate geografiche UTM 32/33 WGS84 dei vertici dell'intera area e delle singole aree unitarie, nonché delle aree di controllo;

- distanza minima e massima dalla costa (in miglia nautiche);
- profondità minima e massima (metri).

Del sito di immersione e delle aree di controllo devono essere determinate, eventualmente mediante l'ausilio di indagini *in situ*, le seguenti caratteristiche:

- dinamica della massa d'acqua (onde e correnti);
- parametri chimico-fisici della colonna d'acqua;
- batimetria;
- popolamento ittico demersale (prelievo di organismi tramite pesca a strascico).

Ciò anche al fine di verificare che il sito non risulti di tipo dispersivo, ovvero che sussistano le condizioni idrodinamiche e sedimentarie per cui la quasi totalità del materiale rimanga localizzato all'interno dello stesso.

Nello specifico sito d'immersione e nelle potenziali zone di influenza dello scarico, nonché nelle aree di controllo, quando compresi all'interno della piattaforma continentale, deve essere inoltre predisposto un piano di indagine e campionamento di sedimenti superficiali, seguendo le indicazioni sotto riportate:

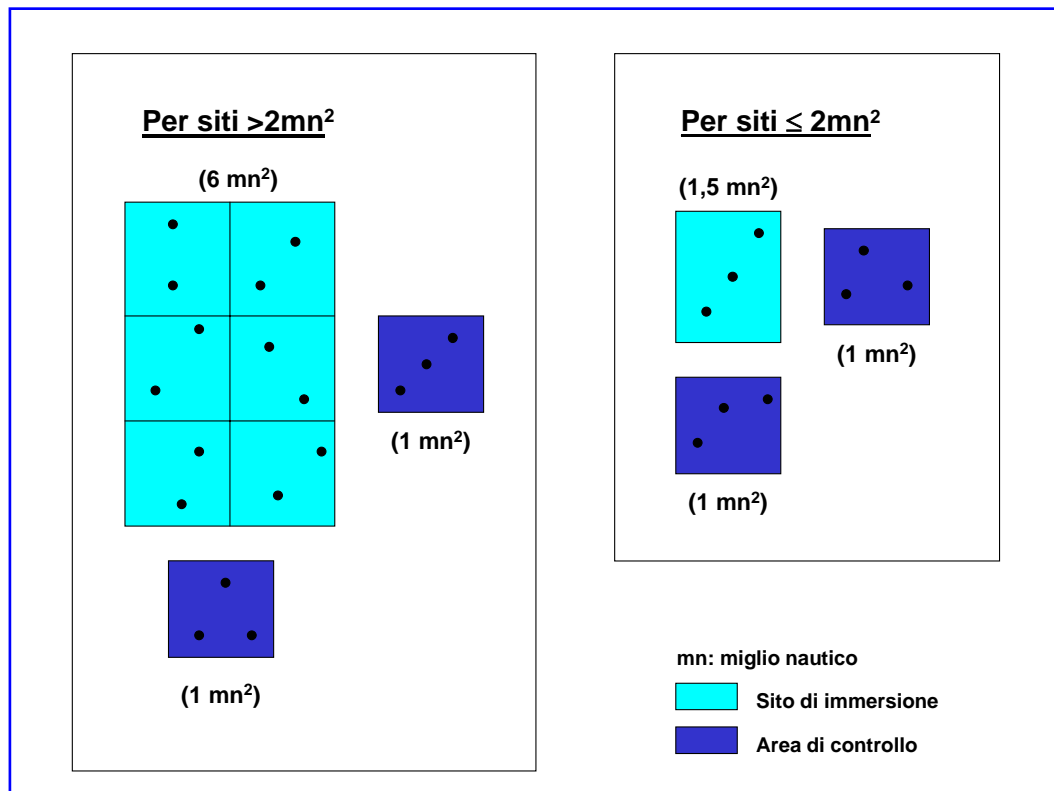
- morfologia (tramite Side Scan Sonar con range di definizione appropriato);
- per siti di immersione con superficie maggiore di 2 mn<sup>2</sup> deve essere posizionato un numero di stazioni di campionamento non inferiore a 2 per ogni mn<sup>2</sup>, come da Fig. 4.1;
- per siti di immersione con superficie minore di 2 mn<sup>2</sup> devono essere previste comunque almeno 3 stazioni di campionamento (Fig. 4.1);
- nelle aree di controllo devono essere posizionate almeno 3 stazioni di campionamento per ogni mn<sup>2</sup> (Fig. 4.1).

I campioni di sedimento superficiale devono essere prelevati con le modalità indicate nel Capitolo 2.

Nelle stazioni di campionamento devono essere eseguite le seguenti indagini:

- analisi chimico-fisiche e microbiologiche del sedimento (di cui al Capitolo 2); queste ultime devono essere eseguite qualora siano presenti impianti di maricoltura nel raggio di 5 mn;
- attribuzione delle specie zoobentoniche ai relativi gruppi ecologici e trofici e analisi delle comunità bentoniche attraverso gli specifici indici;
- analisi ecotossicologiche su specie-test a breve e lungo termine, tramite l'applicazione di saggi biologici e prove di bioaccumulo e/o prove per la valutazione degli effetti biochimici (biomarkers) su specie animali stanziali.





**Figura 4.1** – Esempio di campionamento di sedimenti per la caratterizzazione di siti di immersione.

#### 4.3.2.3 Modalità di immersione

Le principali tecniche di immersione sono lo scarico diretto da *hopper* e da betta.

Le tubazioni alimentate da draghe idrauliche non devono essere utilizzate in quanto tendono a formare estese nuvole di sedimenti fini in sospensione.

Le perdite di materiale per dispersione dovrebbero essere stimate attraverso l'impiego di idonei modelli numerici di simulazione.

Durante il trasporto, prima e dopo l'operazione di sversamento, devono essere esclusi, con opportuni metodi di contenimento, rilasci accidentali o perdite di materiale in navigazione. Devono, inoltre, essere allestiti opportuni sistemi per il monitoraggio in tempo reale delle rotte seguite durante il trasporto e per la registrazione delle stesse per successive verifiche.

#### 4.3.2.4 Ipotesi di impatto: previsione delle alterazioni prodotte ed idoneità all'immersione

Sulla base della integrazione delle informazioni riguardanti:

- la tipologia dell'area di intervento,
- la tipologia del materiale da dragare,
- le modalità di sversamento,
- le caratteristiche dell'area di immersione,

deve essere fornita una descrizione dei possibili impatti sull'ambiente. In particolare devono essere ipotizzate possibili alterazioni:

- dell'ambiente fisico;

- delle caratteristiche chimiche del sedimento e della colonna d'acqua;
- delle caratteristiche biologiche (comunità macrobentoniche e/o effetti ecotossicologici);
- degli usi legittimi del mare.

Nel caso di operazioni di immersione ripetute nel tempo l'ipotesi d'impatto deve considerare gli effetti cumulativi delle singole operazioni.

Ai fini della definitiva idoneità all'immersione in mare, sulla base dell'ipotesi d'impatto, e pur nel rispetto dei criteri di gestione dei materiali esplicitati nel Capitolo 2, deve essere valutato se:

- le alterazioni previste sono accettabili dal punto di vista ambientale, sociale ed economico;
- sia necessario introdurre specifiche misure di mitigazione degli effetti previsti.

#### 4.3.2.5 Piano di monitoraggio delle attività di trasporto e immersione

Sulla base di quanto sopra riportato e in relazione all'entità dello scarico, in termini quantitativi e qualitativi, deve essere predisposto ed eseguito uno specifico piano di monitoraggio con i seguenti obiettivi:

- verificare le previsioni di impatto;
- verificare la capacità di recupero dell'area e la tendenza al ripristino delle condizioni iniziali.

Il monitoraggio deve avere una durata di almeno un anno, da prolungare eventualmente sulla base delle ipotesi d'impatto e/o dei risultati emergenti dal monitoraggio stesso.

Nel sito di immersione, nelle aree di controllo e nelle potenziali zone costiere di influenza dello scarico devono essere eseguiti studi e/o indagini secondo lo schema orientativo illustrato in Tab. 4.1.

Il piano di campionamento per il monitoraggio dei sedimenti e del popolamento bentonico deve comprendere le medesime stazioni utilizzate per la fase di caratterizzazione, selezionate secondo quanto riportato nel paragrafo 4.3.2.2 e nella Fig. 4.1.

I dati ottenuti devono essere elaborati e i risultati sintetizzati in una relazione tecnica relativa a ogni fase di monitoraggio che riporti nel dettaglio:

- piano di campionamento;
- parametri analizzati;
- metodiche di analisi;
- risultati ottenuti;
- verifica dei fenomeni di dispersione e di trasporto del materiale sversato e delle altre ipotesi d'impatto;
- eventuali ipotesi di gestione del sito a medio-lungo termine.

Inoltre, deve essere chiaramente indicato se siano state rispettate le capacità assimilative del sito e se questo sia in grado di ricevere ulteriori scarichi nel tempo.

Qualora i valori dei parametri monitorati risultassero superiori a quelli previsti nelle ipotesi di impatto accettate in sede di rilascio dell'autorizzazione le attività in corso d'opera possono

essere sospese, al fine di stabilire ulteriori condizioni cautelative all'eventuale proseguimento delle stesse.

**Tabella 4.1** – Indagini sul sito di immersione, sulle aree di controllo e sulle potenziali zone costiere di influenza dello scarico, da attuare durante e dopo le attività.

TIPOLOGIA DI INDAGINE	TEMPISTICA
Morfologia e batimetria	Durante i lavori, al termine degli stessi e ogni 6 mesi: al termine della stagione estiva e invernale per un minimo di un anno
Dinamiche della massa d'acqua	Controllo continuo durante le attività di immersione
Chimico-fisica e biologia della colonna d'acqua (TDS, T, Ossigeno disciolto, ecc.)	Durante i lavori e al termine degli stessi
Chimico-fisica ed eventualmente microbiologia dei sedimenti di fondo	Durante i lavori (a seconda della qualità/quantità), al termine dei lavori e ogni 12 mesi successivi per un minimo di un anno
Comunità bentoniche	Al termine dei lavori e successivamente ogni 12 mesi, per un minimo di un anno
Ecotossicologia a breve e lungo termine.	Al termine dei lavori e ogni 12 mesi dopo il termine dei lavori, per un minimo di un anno
Popolamento ittico e bioaccumulo in situ	Ogni 12 mesi dopo il termine dei lavori, per un minimo di un anno

#### 4.4 CASI PARTICOLARI

##### 4.4.1 INTERVENTI DI RIPASCIMENTO DI RIDOTTA ENTITÀ (OCCASIONALI O DI MANUTENZIONE PERIODICA) CON SABBIE PROVENIENTI DAL MEDESIMO CONTESTO AMBIENTALE

Si definiscono di “ridotta entità” quegli interventi di ripascimento, occasionali o periodici, volti a ricostruire il profilo della spiaggia che comportano un apporto di sabbia inferiore a 20 m<sup>3</sup> per metro lineare di spiaggia e comunque inferiore a 5.000 m<sup>3</sup>.

Il materiale utilizzabile per queste attività è quello di origine marina, parte integrante della medesima spiaggia, che, periodicamente e/o naturalmente, si accumula su fondali limitrofi, in assenza di eventi che ne abbiano modificato le caratteristiche fisiche (granulometria, mineralogia, ecc.) e la qualità ambientale, in base alla classificazione di cui al Capitolo 2.

Accertata una prima volta la compatibilità ambientale delle attività previste nell'area di interesse, per i successivi interventi, occasionali o periodici, le indagini ambientali di caratterizzazione e/o monitoraggio possono essere adeguatamente ridotte nella quantità dei campioni, nel numero di parametri e nella periodicità delle analisi, attraverso una valutazione caso per caso.

Le attività di prelievo e deposizione non devono comunque alterare lo stato di salute delle eventuali biocenosi sensibili presenti nell'area.

#### **4.4.2 SPOSTAMENTO DI SEDIMENTI IN AMBIENTE SOMMERSO**

In ambiente sommerso, il semplice spostamento di sedimenti in aree immediatamente contigue è compatibile unicamente in relazione al ripristino della navigabilità in ambito portuale o di corsi d'acqua, nonché al fine di realizzare imbasamenti di opere marittime o agevolare l'operatività portuale. Tale attività viene ritenuta ambientalmente compatibile solo alle seguenti condizioni:

- i quantitativi coinvolti siano inferiori a 25.000 m<sup>3</sup>;
- i sedimenti coinvolti siano di classe A o di classe B1, con saggi biologici negativi su elutriato (paragrafo 2.3.2);
- l'area sulla quale vengono spostati i sedimenti abbia le stesse caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'area di provenienza;
- sia da escludere qualsiasi impatto su biocenosi sensibili e impianti di maricoltura presenti in loco.

Le procedure per la caratterizzazione e la classificazione dei materiali sono comunque quelle riportate nel Capitolo 2.

## CAPITOLO 5

### *PROCEDURA D'URGENZA*

#### **5.1 DINAMICA DEI FENOMENI RESPONSABILI DELL'ACCUMULO DEI SEDIMENTI MARINI**

L'interrimento di una zona di fondale avviene quando l'apporto di materiale depositabile eccede le capacità del flusso di corrente di trasportarlo in sospensione o per moto di fondo. La variazione del comportamento in relazione all'interrimento può essere il risultato di un incremento della disponibilità di materiale sedimentario depositabile, o di un decremento della capacità di trasporto, o di ambedue.

L'apporto di sedimento depositabile in un'area è inoltre determinato dal quantitativo che raggiunge l'area, dal quantitativo di sedimento disponibile sul fondale limitrofo, e, in caso di sedimenti coesivi, dall'intensità dei processi di aggregazione.

La capacità di trasporto è funzione della forza della corrente e delle sue fluttuazioni turbolente. Negli estuari, l'intensità, la direzione e la durata delle velocità di corrente, determinano la capacità del flusso di trasportare i sedimenti. Cambiamenti della geometria, della portata o del gradiente di pressione possono alterare l'intensità del flusso e quindi il pattern di interrimento.

Sono siti a bassa intensità del flusso, relativamente all'apporto di sedimenti, i punti in cui un estuario si allarga, i bacini protetti che sono caratterizzati da basso o nessun flusso netto, le depressioni del fondo. Tali configurazioni sono spesso naturali, ma altrettanto spesso sono il risultato di attività umane connesse alla navigazione, come opere portuali, bacini di ancoraggio o canali di navigazione.

I processi di sedimentazione sono dunque processi lenti, riferibili alla continua azione delle forzanti idrodinamiche (onde e correnti) su un apporto sedimentario costante, che si manifestano con effetti osservabili soltanto quando la disponibilità di materiale sedimentario precipitabile sia sufficiente. Ciò accade in genere in mare se l'azione del moto ondoso è tale da mettere in sospensione il sedimento che trasportato dalle correnti si deposita nelle zone a basso flusso o alle foci dei fiumi quando il flusso trasporta alla foce il materiale sedimentario eroso dai versanti.

L'innalzamento del fondale nelle zone a basso flusso è quindi anch'esso un processo costante che provoca il progressivo venir meno delle condizioni di profondità operative per la navigazione nel caso delle imboccature portuali, o delle condizioni di sicurezza di efflusso nel caso delle foci fluviali. Ad un certo punto, tali condizioni, potranno venire a mancare anche in concomitanza di condizioni di moto ondoso o di piena ordinari che hanno determinato la sedimentazione di quantitativi di materiale anche non consistenti ma tuttavia tali da mettere in crisi il sistema.

#### **5.2 INQUADRAMENTO GENERALE**

E' necessario effettuare una continua e scrupolosa attività di monitoraggio e di manutenzione delle profondità nelle aree soggette ad interrimenti (imboccature e bacini portuali, foci dei fiumi, ecc.) al fine di non incorrere nella necessità di dover ripristinare le profondità operative o di sicurezza con interventi urgenti e/o straordinari. Questi devono essere limitati ai casi di effettiva eccezionalità (mareggiate o eventi di piena con tempo di ritorno maggiore di 5 anni), in deroga alle normali procedure.

A tal fine le Amministrazioni competenti dovrebbero provvedere a rilevare con la opportuna frequenza le profondità dei porti e dei canali di accesso, nonché delle foci fluviali soggette a fenomeni di interrimento, programmando le necessarie attività di dragaggio manutentorio, sulla base del tasso medio di riduzione delle profondità. Tali informazioni dovrebbero essere archiviate in una banca dati.

Uno degli strumenti idonei al perseguimento di tale obiettivo è l'aggiornamento periodico della Scheda di Bacino di cui al Capitolo 6.

Nei casi di effettiva eccezionalità, pertanto, la relazione tecnica da allegare alla domanda di autorizzazione al dragaggio con procedura d'urgenza, deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- 1) analisi dell'evento meteomarinico che ha determinato la condizione per la quale si richiede l'intervento urgente di ripristino del fondale sulla base di dati effettivamente misurati;
- 2) dichiarazione da parte di un organo tecnico pubblico competente circa la eccezionalità dell'evento;
- 3) dichiarazione del Capo del Compartimento Marittimo attestante l'effettivo sussistere delle ragioni di urgenza;
- 4) progetto dei lavori di escavo con planimetria dei fondali in scala opportuna e nel sistema di riferimento UTM 32/33 WGS84, prima e dopo l'evento;
- 5) quantitativo minimo di materiali da movimentare per ripristinare le condizioni di sicurezza;
- 6) tempi e modalità di esecuzione dell'intervento secondo quanto previsto nel Capitolo 4;
- 7) caratterizzazione del materiale da movimentare secondo le indicazioni del Capitolo 2, eventualmente campionato anche durante le operazioni di rimozione. Nel caso di barre di foce, qualora il materiale sia di origine marina, è possibile ridurre il numero dei campioni a 1/3; nel caso di ambienti portuali, è possibile ridurre il numero dei campioni a 1/3 purché il materiale sia di origine marina e sia disponibile la Scheda di Bacino Portuale con le informazioni aggiornate agli ultimi 3 anni;
- 8) individuazione e caratterizzazione del sito di immersione, secondo le indicazioni di cui al Capitolo 4, con riduzione del numero dei campioni a 1/3. La caratterizzazione della zona di scarico può essere omessa qualora le informazioni richieste siano desumibili o da precedenti caratterizzazioni effettuate secondo il Capitolo 4 o dalla Scheda di Bacino, purché aggiornate agli ultimi 3 anni;
- 9) dichiarazione da parte dell'Autorità competente attestante lo stato di attuazione di tutti i lavori ordinari di dragaggio inerenti l'area oggetto della procedura di urgenza, previsti dal piano regolatore portuale e/o dalla Scheda di Bacino;
- 10) piano di monitoraggio durante l'esecuzione dei lavori e successivo al termine degli stessi, secondo quanto previsto dal Capitolo 4.

## CAPITOLO 6

### *SCHEDA DI BACINO PORTUALE*

#### **6.1 INTRODUZIONE**

Allo scopo di programmare la gestione delle attività di dragaggio, tenendo conto delle esigenze specifiche di ogni realtà portuale, può essere predisposto uno strumento per la raccolta delle informazioni relative ad ogni singolo sito avente la seguente struttura:

- caratterizzazione fisica e condizioni meteomarine;
- attività prevalenti attuali e pregresse;
- natura e ubicazione delle possibili fonti di inquinamento;
- tipologia e ubicazione delle attività di dragaggio degli ultimi anni;
- gestione recente dei materiali movimentati

Tale strumento si concretizza nella formulazione di una Scheda di Bacino Portuale che facilita la raccolta delle informazioni utili a fornire una valutazione delle condizioni al contorno sull'attività di dragaggio e sulla qualità dei sedimenti da rimuovere.

La Scheda di Bacino Portuale dovrebbe essere predisposta, aggiornata ogni due anni e comunque prima di ogni richiesta di autorizzazione dall'Amministrazione competente per il porto (p.e. Autorità portuale, Regione, Comune, ecc.) e presentata a ogni richiesta di autorizzazione congiuntamente alla relazione tecnica.

Ogni porto, in particolare quelli di interesse nazionale, dovrebbe includere all'interno della Scheda di Bacino il piano di gestione dei sedimenti portuali. Tale piano dovrebbe contenere una programmazione specifica delle necessità di escavo del porto, per una migliore gestione dei materiali e in particolare per il loro riutilizzo, al fine di una razionalizzazione delle risorse e degli interventi di salvaguardia da attuarsi nel tempo in relazione a quanto previsto dal Piano Regolatore Portuale.

#### **6.2 INQUADRAMENTO GENERALE**

L'inquadramento generale deve contenere le informazioni raccolte, riferite al più lungo periodo disponibile e relative a:

- struttura, natura, classificazione del porto e opere marittime di protezione;
- caratteristiche fisiche (geologia, batimetria, morfologia, sedimentologia, ecc);
- caratteristiche meteomarine generali (onde, correnti, livelli del mare, vento, ecc) ;
- natura e conformazione delle coste limitrofe (sedimentologia, morfologia, ecc);
- andamento qualitativo e quantitativo del trasporto solido litoraneo con analisi storica dell'andamento della linea di costa e dei fondali;
- traffico navale e attività portuali pregresse, attuali e previste dal Piano Regolatore Portuale e dai piani di sviluppo portuale;
- natura e localizzazione dei traffici;
- natura e ubicazione delle possibili fonti di inquinamento passate e presenti (corsi d'acqua, scarichi, ecc.);

- tipo e ubicazione di attività di dragaggio eseguite negli ultimi anni e prevista a breve termine; quantità dei sedimenti e distribuzione temporale delle operazioni di dragaggio;
- destinazione dei materiali, ubicazione e tipologia dei siti di stoccaggio dei sedimenti (emersi e sommersi);
- stima quantitativa del materiale da dragare;
- indicazione sulle precedenti soluzioni gestionali diverse dall'immersione in mare;
- ubicazione della tipologia degli sversamenti accidentali documentabili;
- ricorso alle procedure d'urgenza.

Si deve allegare:

- carta nautica IIM in scala almeno 1:30.000 ove esistente, comprendente il porto;
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 o suo ingrandimento in scala 1:2.000, con le isobate comprendente la planimetria del porto.

Tutta la cartografia riportata nella Scheda di Bacino deve contenere la batimetria dei fondali, la direzione del Nord, il settore di traversia ed essere fornita anche in supporto informatico in formato *shapefile* o *dwg/dxf* se vettoriale, o *tiff* se raster, e in tal caso deve essere fornito anche il file *tfw*.

Il sistema di riferimento, a esclusione della carta nautica IIM, deve essere UTM 32/33 WGS84.

### 6.3 TIPOLOGIA DEI TRAFFICI

Principali attività svolte all'interno dell'area portuale (area che presenta attività che influenzano il bacino) e relativa entità percentuale di massima:

Tipologia	Traffico %	Caratteristiche generali
Industriale		
Commerciale		
Passeggeri		
Diporto		
Pesca		
Altro		

### 6.4 TIPOLOGIA DEL SITO DA SOTTOPORRE A MOVIMENTAZIONE

Planimetrie del bacino portuale in scala 1:2.000/1:5.000 con le seguenti indicazioni:

- batimetria del fondale (preferibilmente con equidistanza di 0,5 m);
- natura del substrato (roccioso, sabbioso, fangoso);
- principali popolamenti animali e vegetali presenti;
- ubicazione delle attività descritte nella tipologia dei traffici, specificamente cantieri, bacini di carenaggio, terminal petroliferi, ecc.,
- indicazione di eventuali attività pregresse significative;
- ubicazione di siti di stoccaggio di sedimenti prodotti dal dragaggio (bacini di contenimento, vasche di colmata, banchine, discariche, aree al largo, ecc.);
- ubicazione e tipologia degli scarichi da terra (urbani e industriali con l'indicazione delle sostanze pericolose presenti e classificazione ai sensi del D.Lgs. 152/99 e s.m.i., in



coerenza anche con le Direttive comunitarie in materia, quali 76/464/CEE e 2000/60/CEE);

- ubicazione di eventuali sbocchi di corpi idrici superficiali con relativa portata, con l'indicazione delle sostanze pericolose presenti e classificazione ai sensi del D.Lgs. 152/06, in coerenza anche con le Direttive comunitarie in materia, quali 76/464/CEE e 2000/60/CEE;
- ubicazione e tipologia degli sversamenti accidentali documentabili negli ultimi 10 anni;
- ubicazione e tipologia dei siti di trattamento dei rifiuti e/o acque di sentina;
- ubicazione e tipologia degli impianti di aspirazione e sconfinamento durante le operazioni di scarico sfusi e/o granaglie;
- dimensione del traffico portuale come numero e stazza di navi, con tempo di sosta per operazioni di carico/scarico medio e tempo di percorrenza medio.

### 6.5 TIPOLOGIA DEL DRAGAGGIO, CARATTERIZZAZIONE E QUANTITATIVI DRAGATI NEGLI ULTIMI 10 ANNI

Planimetria in scala 1:2.000/1:5.000 evidenziando per ogni singolo anno le aree soggette a interventi di dragaggio.

Scheda informativa per singolo dragaggio (se necessario aumentare il numero delle righe):

Tipo di dragaggio	Intervento	Data intervento	Quantitativo dragato (m <sup>3</sup> x 1000)	Riferimento caratterizzazione dei sedimenti (1)
Manutenzione				
Investimento (Approfondimento o ampliamento)				
Risanamento/Bonifica				
Procedura d'urgenza				
Altro				

(1) Allegare i risultati delle attività di caratterizzazione ottenuta nel periodo di riferimento (planimetrie, relazioni, analisi, ecc).

**6.6 DESTINAZIONE DEL MATERIALE DRAGATO NEGLI ULTIMI 10 ANNI**

Riportare le informazioni richieste nello schema seguente riguardo a:

1. aree d'immersione in mare (con procedura ordinaria e procedura di urgenza);
2. aree di ripascimento costiere;
3. altre destinazioni (es.: vasca di colmata, terrapieni, discariche a terra, riempimenti di banchine, ecc.);

Schema per la restituzione dei dati richiesti (se necessario aumentare il numero delle righe):

	Ubicazione aree (1) (coordinate)	Quantitativi (m <sup>3</sup> x 1.000)	Area portuale di provenienza (1)	Anni d'inizio e fine attività di dragaggio
Aree d'immersione in mare utilizzate per procedura ordinaria				
Aree d'immersione in mare utilizzate per procedura d'urgenza				
Aree di ripascimento				
Altre destinazioni				

(1) - Allegare una carta nautica o altra carta in scala opportuna con l'indicazione delle aree, nei formati precedentemente descritti.

**6.7 PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO, GESTIONE DEI MATERIALI E RIDUZIONE DELLE FONTI DI INQUINAMENTO**

Dovrebbero essere fornite informazioni sintetiche sulla programmazione delle attività di dragaggio e sulle opzioni di gestione dei materiali di risulta su base pluriennale (5 anni) per l'intero bacino portuale, in relazione anche a quanto previsto nel Piano Regolatore Portuale, nonché sulle iniziative intraprese o da intraprendere per migliorare la qualità dei sedimenti portuali (riduzione e miglioramento degli scarichi e di tutte le altre fonti di inquinamento dei sedimenti del porto).

Per favorire la razionalizzazione delle informazioni richieste può essere utilizzata ed aggiornata la Tab. 6.1.

**Tabella 6.1** Attività di dragaggio e opzioni di gestione previste per i materiali da dragare

Tipo di dragaggio	Aree del porto interessate dall'intervento*	Spessori indicativi da asportare (min – max)	Volumi previsti (m <sup>3</sup> x 1000)	Tipologia prevalente del materiale da dragare**	Qualità dei materiali (desumibili da indagini pregresse)	Opzioni di gestione previste***
Manutenzione periodica: fondali dragati periodicamente (< 3 anni)						
Manutenzione saltuaria: fondali dragati saltuariamente (> 3 anni)						
Investimento: fondali mai dragati in quanto a superfici o quote di approfondimento						
Risanamento/bonifica: fondali dragati per asportare materiali inquinati						
Recupero sabbie fondali adiacenti al porto dragati per ripascimenti o riutilizzo delle sabbie						

\* allegare planimetrie in scala 1:2.000/1:5.000 con l'ubicazione delle aree.

\*\* sabbie, limi o argille naturali.

\*\*\* ripascimenti costieri, riutilizzi/deposizione a terra o in ambito portuale, immersione in mare, ecc.

## APPENDICE

### A1. PRINCIPALI ANALISI DA ESEGUIRE SUI FONDALI DELLE AREE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI DI PRELEVO E DEPOSIZIONE

AREA DI DEPOSIZIONE AREA DI PRELIEVO	Area marina litoranea per ripascimento	Area di riutilizzo in ambito portuale (es. ambienti conterminati)	Area marina non costiera (sito di immersione oltre le 3mn e sulla piattaforma continentale)
<b>Area portuale</b>	fisiche chimiche mineralogiche(1) microbiologiche (2) ecotossicologiche (2) biocenotiche (3) (par. 2.2.1, 2.2.2, 2.3.2)	fisiche chimiche mineralogiche(1) microbiologiche (2) ecotossicologiche (2) (par. 2.2.1, 2.2.2, 2.3.2)	fisiche chimiche mineralogiche(1) microbiologiche (2) ecotossicologiche (2) (par. 2.2.1, 2.2.2, 2.3.2)
<b>Area marina litoranea</b>	fisiche chimiche(1) mineralogiche(1) microbiologiche (2) ecotossicologiche (1) biocenotiche (3) (par. 2.2.1, 2.2.2, 2.3.2)	fisiche(1) chimiche(1) mineralogiche(1) ecotossicologiche (1) biocenotiche (3) (par. 4.2.2.1)	
<b>Area marina fluviale</b>	fisiche chimiche mineralogiche(1) microbiologiche (2) ecotossicologiche (2) biocenotiche <sup>(1)</sup> (par. 2.2.1, 2.2.2, 2.3.2)	fisiche chimiche mineralogiche(1) ecotossicologiche (1) biocenotiche (3) (par. 4.2.2.1)	fisiche chimiche mineralogiche(1) ecotossicologiche (1) biocenotiche (3) (par. 4.1.2.1)
<b>Area marina non costiera (sabbie relitte per ripascimento)</b>	fisiche chimiche mineralogiche(1) microbiologiche (1) ecotossicologiche (1) biocenotiche (par. 2.2.1, 2.2.2, 2.3.2)	fisiche(1) chimiche(1) mineralogiche(1) ecotossicologiche (1) biocenotiche (3) (par. 4.2.2.1)	

(1): da valutare "caso per caso", secondo quanto riportato nei paragrafi specifici.

(2): su almeno il 1/3 dei campioni

(3): solo per valutare assenza di impatto su biocenosi di pregio naturalistico nel sito di intervento e nell'area circostante

**A2. ANALISI DA ESEGUIRE SUI FONDALI DELLE AREE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI DI PRELIEVO E DEPOSIZIONE: “CASI PARTICOLARI”**

<b>AREA DI PRELIEVO</b>	<b>AREA DI DEPOSIZIONE</b>	<b>Area Sommersa Contigua</b>	<b>Area marina litoranea per ripascimento (medesima spiaggia rispetto al sito di prelievo)</b>
<b>Area Sommersa (Volume di sedimenti ≤ 25.000 m<sup>3</sup>)</b>		<b>fisiche chimiche ecotossicologiche (2) biocenotiche (1) (par. 4.4.2)</b>	
<b>Area marina litoranea per prelievo sabbie (piccoli ripascimenti che interessano quantitativi ≤ 5000 m<sup>3</sup> provenienti dalla medesima spiaggia)</b>			<b>fisiche(1) chimiche(1) ecotossicologiche (1) biocenotiche (1) (par. 4.4.1)</b>
			<b>fisiche(1) chimiche(1) microbiologiche (1) ecotossicologiche (1) biocenotiche (1) (par. 4.4.1)</b>

(1): da valutare “caso per caso”, secondo quanto riportato nei paragrafi specifici.

(2): su almeno il 1/3 dei campioni

(3): solo per valutare assenza di impatto su biocenosi di pregio naturalistico nel sito di intervento e nell’area circostante

## BIBLIOGRAFIA

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AAVV, 2001. Metodologie Analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). A.M. Cicero & I. Di Girolamo (Eds)" Ministero Ambiente e Tutela del Territorio-ICRAM ([http://www.minambiente.it/Sito/settori\\_azione/sdm/pubblicazioni/mar/sommario.asp](http://www.minambiente.it/Sito/settori_azione/sdm/pubblicazioni/mar/sommario.asp))

APAT-SIBM-ICRAM, 2003. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. M.C. Gambi & M. Dappiano (Eds), Vol. 10

Barnard W.D., 1978. Dredged Material Research Programme. Prediction and control of dredged material dispersion around dredging and open-water pipeline disposal operations

CCME, 2001. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. Canadian Council of Ministers of the Environment. CCME EPC-98E

Commonwealth of Australia, 2002. National Ocean Disposal Guidelines for Dredged Material, Canberra, 2002

DMAF and PIANC, 1994. Review and assessment of the dredged material guidelines. Scientific Group-17 Meeting, July 1994

EPA, 2001. Methods for collection, Storage and Manipulation of sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual

G. Deding, 1991. Port of Aarhus authority: disposal site for dredged material. P.I.A.N.C. – AIPCN, Bulletin n. 72

H. Van Diepen, A. Hunt, G. H. Van Raalte, J.G.S. Pennekamp. Dredging and the Environment: new developments from the Netherlands

ICRAM, 2007. Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte ai fini di ripascimento: proposta di un controllo di monitoraggio.

International Navigation Association, 1998. Management of aquatic disposal of dredged material. Report of Working Group 1

International Navigation Association, 2002. Environmental Guidelines for Aquatic, Nearshore and Upland Confined Disposal Facilities for Contaminated Dredged Material. Report of Working Group 5

International Navigation Association, 2004. Bulletins n. 115-116

International Navigation Association, 2004. Dredging of Marinas. Report of Working Group 13

- International Navigation Association, 2004. Inspection, Maintenance and Repair of Maritime Structures Exposed to Damage and Material Degradation caused by a Salt Water Environment. Report of Working Group 17
- J. Sargent 1987. Disposal and Dredging, the environmental issues. P.I.A.N.C. – AIPCN, Bulletin n. 57
- J.G.S. Pennekamp, M.P. Quaak, 1990. Impact on the environment of turbidity caused by dredging. Terra et Aqua n. 42
- Klesch W.L. 1988. Long term management strategy for the disposal of dredged material: Corps-wide implementation. P.I.A.N.C. – AIPCN, Bulletin n. 60
- Kreps-Heyndriks, Roman, Vandeneede, Strubbe, Stordiau, 1990. An integrated strategy for dredging and disposal of contaminated dredged materials: general considerations and some applications. 27th International Navigation Congress proceedings, Osaka, Japan, May 1990, subject 2, pp 155-168
- Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L., Calder, F.D., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management 19: 81–97
- Loxham M., Westrate, F.A. 1989. Environmental Aspects of the Slufter. P.I.A.N.C. – AIPCN, Bulletin n. 66
- MacDonald D.A, Ingersoll C.G., 2002. A guidance manual to support the assessment of contaminated sediments in freshwater ecosystems. EPA-905-B02-A
- MacDonald D.A., Matta M.B., Field L.J., Cairncross C., Munn M.D., 2003. The coastal resource coordinator's bioassessment manual. Report No. HAZMAT 93-1. Seattle-WA. National Oceanic and Atmospheric Administration. 160 pp + Appendices
- Macfarlane M.W., MacDonald D.D., 2002. Criteria for managing contaminated sediment in British Columbia. Ministry of Water, Land and Air Protection. DRAFT P3 version
- Montevecchi M, 2000. PEC WG5 Working Groups Internazionali 1 marzo 2000
- Naval Facilities Engineering Command, 1986. Coastal Sedimentation & Dredging
- P.I.A.N.C. – AIPCN, Bulletin n. 47, 1984. Classification of soils and rocks to be dredged
- P.I.A.N.C. – AIPCN, Bulletin n. 50 e 52, 1986. Disposal of dredged material at sea
- Palermo M. R., Handbook of Coastal and Ocean Engineering
- Pellegrini D. *et al.*, 2002. Aspetti tecnico-scientifici per la salvaguardia ambientale nelle attività di movimentazione dei fondali marini: Dragaggi portuali, Quaderno ICRAM n. 1, ICRAM
- Proceedings of the Conference organized by the Institution of Civil Engineers and held in Edinburgh on 15-16 May 1991: Capital Dredging

Program Interreg IIIB "BEACHMED" 2004-2005: Technical Reports n° 1, 2 e 3

Rapport du Groupe de Travail n°19 du CTP II, Supplément Bull. 77 : La valorisation des produits de dragage

Sargent J.H. and R.L. Cloet, Sea-Bed Surveys and Studies, in particular in connection with Beach Erosion Problems including the applications of Dredging Methods

Takama, S. Sakurai Y. 1990: Removal and disposal of accumulated organic sludge in the port and harbor area. P.I.A.N.C. – AIPCN, Bulletin n. 68

### RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 26 APRILE 1977, N. 816. Fissazione delle linee di base del mare territoriale.

DECRETO MINISTERIALE 24 GENNAIO 1996. Direttive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della legge 10 maggio 1976, n. 319 , e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino.

NOTA SDM/2961/C14 DEL 9 APRILE 2001.

CIRCOLARE N. 260/3/01 DEL 10 SETTEMBRE 2001.

LEGGE 31 LUGLIO 2002, N. 179. Disposizioni in materia ambientale - Art. 21. Autorizzazione per gli interventi di tutela della fascia costiera.

Ex DECRETO MINISTERIALE 6 NOVEMBRE 2003, N. 367. Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152.

D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" Supplemento Gazzetta Ufficiale del 14 aprile 2006, n. 88. Art. 109. Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte.

### RIFERIMENTI NORMATIVI COMUNITARI

DIRETTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (<http://europa.eu.int/scadplus/leg/it/lvb/l28002b.htm>)

DECISIONE N. 2455/2001/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 20 novembre 2001, relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (<http://europa.eu.int/scadplus/leg/it/lvb/l28002b.htm>)



### CONVENZIONI INTERNAZIONALI

OSPAR Commission, 1992. Convenzione per la prevenzione dell'ambiente marino del Nord-Est Atlantico. ([http://www.ospar.org/eng/doc/OSPAR\\_Convention.zip](http://www.ospar.org/eng/doc/OSPAR_Convention.zip))

UNEP-MAP, 1995. Convenzione per la Protezione dell'ambiente marino e della Regione costiera del Mediterraneo (Convenzione di Barcellona 1995). ([http://www.unepmap.gr/Archivio/All\\_Languages/WebDocs/BC&Protocols/BC95\\_eng.pdf](http://www.unepmap.gr/Archivio/All_Languages/WebDocs/BC&Protocols/BC95_eng.pdf); in inglese)

UNEP-MAP, 1995. Protocollo per la prevenzione e l'eliminazione dell'inquinamento nel Mar Mediterraneo prodotto da scarichi effettuati da navi e aerei o prodotto da incenerimento a mare (Protocollo dumping 1995). ([http://www.unepmap.gr/Archivio/All\\_Languages/WebDocs/BC&Protocols/Dumping95\\_eng.pdf](http://www.unepmap.gr/Archivio/All_Languages/WebDocs/BC&Protocols/Dumping95_eng.pdf); in inglese)

IMO, 1996. Protocollo della Convenzione per la prevenzione dell'inquinamento marino generato dallo scarico in mare di rifiuti e altre sostanze e risoluzioni adottate. (<http://www.londonconvention.org/documents/lc72/PROTOCOL.pdf>)

IMO, 1997. Specific guidelines for assessment of dredged material. (<http://www.londonconvention.org/documents/guidelines/1%20-%20Dredged%20Material.pdf>)

IMO, 2000. Guidelines for the assessment of wastes or other matter that may be considered for dumping. (<http://www.londonconvention.org/documents/lc72/GENERIC-renumbered.RTF>)

UNEP-MAP, 2005. Linee guida per la movimentazione di materiali geologici inerti e incontaminati. (Guidelines for the dumping of inert uncontaminated geological materials). UNEP(DEC)/MED WG.264/6 (in inglese).