

**7.2.23 Deliverable: Technical proposals for the dredged/treated sediments reuse in selected sites in Emilia-Romagna Region (action 5.2)**



LIFE Project Number  
**LIFE08 ENV/IT 000426**

LIFE+ PROJECT NAME or Acronym  
**“CO-ordinated Approach for Sediment Treatment and  
BEneficial reuse in Small harbours neTworks” COAST\_BEST**

**Deliverable:** Technical proposals for the dredged/treated sediments reuse in selected sites in Emilia-Romagna Region (action 5.2)

## Summary (in English)

The evaluation of the selected best practice of sediment reuse can be done considering environmental, economic and social factors.

For economic factor, north west European countries experience teach us how sediment management is considered as a supplementary cost for the society, in addition to dredging and marine disposal of sediments, without any treatment or movement on the ground. This means that society is disposed to spend a maximum of about 50 €/m<sup>3</sup> for heavy polluted sediments in populated areas or in ecological important areas, about 25 €/m<sup>3</sup> for heavy polluted sediments in industrial areas and 10 €/m<sup>3</sup> for slightly polluted sediments management. Other social factor concerns the presence of an existing market for sediments. In fact, investment for sediments management can be done only if exists a market for it, otherwise no effort will be done in that direction.

The social factor is relative to the public opinion on sediment management option realized. For example, different cases of sediments reuse in public works realization or building material manufacturing was bad considered by the public opinion.

The environmental factor consists in making the selected management option be in line with natural processes. So, the preferred management solutions are those foreseeing a sustainable relocation, followed by the beneficial use (directly or by treatment) and, at last, by confined disposal.

Considering environmental factor, it's possible to preview all the potential impacts generated in dredging, movement, transport, stocking, treatment and final use or disposal of sediments and to protect natural resources, for which there's no reference criteria or threshold value.

Considering these three factor, it's possible to evaluate the life cycle for managed materials in the selection phase.

On the base of the considerations of subaction 5.1, we focused our work on sediment reuse for beach nourishment. So, we looked for the definition of environmental impact generated in nourishment works, possible monitoring programs to prevent it and mitigation measures to implement in the case these impact are negatives.

The impacts deriving from a dredging and nourishment work are:

- sea bottom morphology and bathymetry variations;
- water turbidity increasing during dredging and negative consequences on sensitive biocenosis;
- possible resuspension of disposed material not yet consolidated, potentially removed in water column by marine stream or ship transit;
- possible concentration levels increasing in water column for contaminants resulting hazardous in sediment characterization.

The possible mitigation measures to implement during the dredging phase are:

- environmental techniques to protect eco system;
- technologies whom target is the recovery of dredged material;
- authorized fix platform for dredged sediments treatment, with checking limit emissions and environmental managing of energy and water consumptions, air emissions and liquid waste discharges;

The principal environmental matrixes to be monitored are:

- Sea bottom;
- Water column;
- Catalogued species;
- Fishing;
- Sensitive communities.

## Table of contents

INTRODUZIONE .....	7.2-749
ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO E/O DEPOSIZIONE: ASPETTI NORMATIVI E AMBIENTALI VINCOLANTI LE ATTIVITÀ.....	7.2-750
ASPETTI NORMATIVI: D.M. 24/01/1996 .....	7.2-751
ASPETTI AMBIENTALI: COMPATIBILITÀ AMBIENTALE E PAESAGGISTICA.....	7.2-752
GESTIONE DEL SEDIMENTO DRAGATO.....	7.2-753
VINCOLI ECONOMICI.....	7.2-754
VINCOLI SOCIALI .....	7.2-754
VINCOLI AMBIENTALI.....	7.2-755
ASPETTI AMBIENTALI PER INTERVENTI DI DRAGAGGIO E DEPOSIZIONE/ RIPASCIMENTO DELLE SPIAGGE.....	7.2-757
ASPETTI NORMATIVI.....	7.2-757
GESTIONE DEI SEDIMENTI PROVENIENTI DAL DRAGAGGIO ALL'INTERNO DEI SIN .....	7.2-758
GESTIONE DEI SEDIMENTI PROVENIENTI DAL DRAGAGGIO AL DI FUORI DEI SIN .....	7.2-758
POTENZIALI IMPATTI LEGATI AL RIPASCIMENTO/DRAGAGGIO DI SEDIMENTI .....	7.2-759
METODI DI STUDIO PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI LEGATI AGLI INTERVENTI DI RIPASCIMENTO/ESTRAZIONE DI SEDIMENTI.....	7.2-760
<b>Metodi di studio del fondo marino legati agli interventi di dragaggio e di ripascimento delle spiagge ....</b>	7.2-760
Topografia e batimetria .....	7.2-761
Riconoscimento visivo del fondo marino/Prospezione visiva dei fondali marini .....	7.2-761
Metodi acustici di riconoscimento del fondo marino/di prospezione dei fondali.....	7.2-761
Metodi di campionamento del sedimento e del materiale biologico .....	7.2-762
Modifica e valutazione della qualità chimico – fisica e ecotossicologica .....	7.2-762
Modifica e valutazione della qualità microbiologica .....	7.2-762
<b>Metodi di studio della colonna e masse d'acqua .....</b>	7.2-763
Torbidità .....	7.2-763
Qualità chimica dell'acqua.....	7.2-765
Qualità microbiologica dell'acqua .....	7.2-766
<b>Metodi di studio per la pesca .....</b>	7.2-766
<b>Metodi di studio per le specie catalogate.....</b>	7.2-769
<b>Metodi di studio per le specie sensibili .....</b>	7.2-769

## INTRODUZIONE

Le operazioni di dragaggio dei sedimenti, applicate in passato al solo fine di mantenere o garantire la corretta funzionalità operativa dei porti, hanno recentemente assunto la connotazione aggiuntiva di interventi di risanamento ambientale, a causa della possibile contaminazione di natura organica ed inorganica dei materiali dragati. La movimentazione dei sedimenti è così diventata un intervento specifico, atto non solo al mantenimento di idonee condizioni per la funzionalità dei porti, ma anche a garantire il mantenimento di adeguati standard di qualità dell'ambiente acquatico. Quindi, a fronte di una necessità economica e strutturale, il gestore del porto che stia progettando un'attività di dragaggio non potrà ignorare i vincoli derivanti dalla tutela della fascia costiera, dell'ambiente marino e della salute pubblica.

La destinazione dei materiali di dragaggio e i trattamenti a cui questi possono essere sottoposti sono definiti principalmente dalla presenza o meno di contaminanti, nonché dalla quantità e dalla natura degli stessi. I livelli di contaminazione riscontrati nei fanghi dragati, infatti, possono precludere l'immersione diretta in mare e necessitare di sottoporre i sedimenti rimossi a procedure regolamentate relativamente alla movimentazione, al trattamento, al recupero o allo smaltimento. In assenza di una specifica definizione normativa, i materiali prodotti dalle operazioni di scavo, una volta estratti e portati a terra, costituiscono un rifiuto a tutti gli effetti, contraddistinto da uno specifico codice CER.

I lavori di dragaggio hanno negli ultimi tempi assunto una valenza economica ed ambientale tanto importante da richiedere un'approfondita ed oculata scelta dei mezzi e delle modalità di scavo e di trasporto dei materiali rimossi, e della loro gestione intesa come: deposito, trattamento e possibile riuso.

Elaborare soluzioni atte a favorire la sostenibilità economica delle operazioni di dragaggio e una

corretta gestione dei sedimenti nei porti turistici, nel rispetto delle normative ambientali, è un percorso che richiede un'attenzione particolare e un corretto approccio per risolvere in maniera efficace il problema. Sono sempre più numerose, infatti, le strutture che dal punto di vista sia economico, a causa dei costi importanti che richiede il dragaggio e la gestione dei sedimenti, sia tecnico e normativo, si trovano ad affrontare situazioni critiche che se non risolte adeguatamente possono compromettere la corretta funzionalità di un porto e la sua operatività.

L'entità e il grado di contaminazione dei sedimenti prelevati determina la scelta dei "percorsi di recupero" applicabili. Prima di procedere alle operazioni di dragaggio è quindi necessario analizzare e caratterizzare il sedimento al fine di individuarne la possibile destinazione e per prendere misure di contenimento per i possibili impatti che ne possono derivare. È ormai accertato infatti che l'escavazione dei fondali contaminati può essere un'attività ad elevato rischio ambientale a causa della possibile diffusione dei contaminanti nell'ambiente acquatico.

L'identità di un sedimento è definita da:

- la conoscenza del sito di provenienza: l'attività di dragaggio dei materiali può avvenire in aree collocate all'interno di Siti di Interesse Nazionale di bonifica o in Siti ordinari. La gestione del materiale dragato sarà regolata da contesti normativi separati;
- la qualità chimico-fisica, microbiologica ed eco tossicologica, verificata attraverso la caratterizzazione del sedimento. Essa fornisce elementi essenziali per verificare la presenza di specie contaminanti, entità della contaminazione, caratteristiche fisiche, natura granulometrica del materiale. La conoscenza della qualità del materiale, è indispensabile per prendere atto delle possibili soluzioni che possono essere adottate a livello gestionale e anche dei rischi di natura ambientale che possono derivare dalle attività di dragaggio, sia nel sito di rimozione, sia in quello di deposizione o nell'ambito del suo eventuale riutilizzo.
- il destino: ossia le molteplici possibilità di gestione dei sedimenti che si presentano a fronte di attività di dragaggio. La classificazione di un sedimento sarà quindi determinata, oltre che dai risultati della caratterizzazione, dai percorsi di gestione che possono essere intrapresi e che risultano molteplici e dettati da scelte economiche e logistiche di chi effettua l'operazione di dragaggio, dai vincoli territoriali e nel rispetto delle normative in campo ambientale.

## **ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO E/O DEPOSIZIONE: ASPETTI NORMATIVI E AMBIENTALI VINCOLANTI LE ATTIVITÀ**

Le attività di deposizione (o ripascimento) e/o di dragaggio, nonché lo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui di materiale proveniente da escavo di fondali marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché di ogni altra movimentazione di sedimenti in ambienti marini, non può ricadere nelle aree protette e nelle aree sensibili, ai sensi del D.M. 24/01/1996 ("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").

In particolare, le attività di dragaggio e/o deposizione non sono da effettuarsi 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 non compatibili con la movimentazione dei fondali (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);
10. zone di particolare pregio biologico (aree di nursery delle principali specie ittiche demersali, ecc.);
11. “Santuario per i Mammiferi marini”.

Nei casi di cui ai punti 10 e 11, le attività possono essere effettuate 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.

Le attività di deposizione non sono inoltre da effettuarsi in aree marine entro le 3 miglia nautiche dalla costa, con l’eccezione delle attività di ripascimento.

Chi esegue operazioni di dragaggio all’interno di porti turistici deve rispettare anche la normativa per la tutela della sicurezza del lavoro, della sicurezza nei cantieri, e della sicurezza in mare:

- Art.252, D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. “Codice dell’ambiente”;
- Art.3, Artt. 5 e 5bis della L. 28 gennaio 1994 n. 84 “Riordino della legislazione in materia portuale”;
- Artt. 134 e 135 del D.Lgs. 15 marzo 2010 n. 66 “Codice dell’ordinamento militare”;
- D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 “Attuazione dell’Art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- Decreto Ministero dell’Ambiente 7 novembre 2008 “Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale ai sensi dell’Art.1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 296”).

Il controllo su quest’ultimo aspetto spetta alla Capitaneria di Porto competente, che può emanare ordinanze prescrittive speciali ove riscontri profili di rischio.

Non vi sono norme tecniche adottate a livello statale né regionale per la disciplina dell’attività di dragaggio, ad eccezione che per i Siti di Interesse Nazionale di bonifica (DM 7-11-2008). In quest’ultimo caso, è necessario che le operazioni di dragaggio si coordinino con attività di bonifica e che il progetto di dragaggio sia presentato dall’Autorità Portuale territorialmente competente o dall’ente competente per il progetto al Ministero delle Infrastrutture, adottato e trasmesso al Ministero per l’Ambiente per l’approvazione.

Per quanto riguarda i Siti non di Interesse Nazionale, gli operatori possono fare riferimento al “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” redatto da ICRAM-APAT e alle “Linee Guida per le problematiche connesse alle attività di dragaggio nei porti e di possibilità e modalità di riutilizzo dei materiali dragati” del 28.5.2008 redatto a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il sedimento trattato e recuperato può essere riutilizzato tramite immersione in mare, ovvero tramite ricollocazione diversa dall’ambiente marino (arginature, edilizia, profilati stradali).

Per il recupero diverso dalla riutilizzazione in mare è necessario sottoporre il materiale tal quale alle determinazioni analitiche previste dalla tabella I dell’Allegato 5 alla parte quarta del Titolo V del D.Lgs. 152/2006 (Codice dell’Ambiente) e l’eluato derivante dal test di cessione eseguito sul materiale stesso a quelle previste dal D.M. 05/02/1998; l’eventuale riutilizzo è subordinato all’esito delle suddette analisi.

Ulteriori indicazioni tecniche sono previste nel citato “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini”, che classifica i sedimenti dragati in funzione della loro gestione.

#### **Aspetti normativi: D.M. 24/01/1996**

Nello specifico, la norma (D.M. del 24/01/1996) all’Allegato A riporta quanto segue:

*La zona di scarico non può ricadere nelle aree protette o sensibili così come di seguito definite.*

*Aree protette:*

- *aree archeologiche marine di cui alla legge 1 giugno 1939, n. 1089 e all’art. 1 della legge 8 agosto 1985, n. 431;*
- *zone marine di tutela biologica di cui al D.P.R. 2 ottobre 1968, n. 1639, di attuazione della legge 14 luglio 1965, n. 963;*
- *zone marine di ripopolamento di cui all’art. 17 della legge 17 febbraio 1982, n. 41;*
- *zone marine e costiere elencate all’art. 31 della legge 31 dicembre 1982, n. 979, così come*

*perimetrare, in via provvisoria, dall'allegato alla circolare n. 2 del 31 gennaio 1987 del Ministro della marina mercantile nonché quelle istituite ai sensi dell'art. 18 della legge 6 dicembre 1991, n. 394;*

- *aree protette territoriali costiere (parchi e riserve naturali, nazionali e regionali) individuate o istituite in forza della legge 6 dicembre 1991, n. 394 ovvero da leggi statali o regionali o comunque vincolate da altri provvedimenti amministrativi attuativi.*

*Aree sensibili:*

- *la fascia delle 3 miglia marine dalla linea di costa o dal limite delle aree protette indicate nel comma 1; per le riserve naturali marine tale limite sarà quello definitivo indicato nel decreto istitutivo o da eventuali provvedimenti di salvaguardia;*
- *praterie di fanerogame marine, ovunque ubicate.*

*La scelta delle zone di scarico dovrà comunque essere effettuata in modo che lo scarico stesso avvenga a distanza tale da non influenzare, anche indirettamente:*

- *aree protette;*
- *ecosistemi fragili (es. formazioni di fanerogame marine, zone lagunari) e specie protette;*
- *uso protetto delle risorse marine (balneazione, maricoltura, pesca).*

*Salvo che nei casi di opere di ripascimento o di altre opere specificamente autorizzate, la scelta della zona di scarico in mare dovrà inoltre essere effettuata nel rispetto delle seguenti condizioni:*

- *distanza dalla costa non inferiore a 3 miglia;*
- *profondità dei fondali non inferiore a 50 metri (fatta eccezione per l'Alto e Medio Adriatico);*
- *superficie dell'area di scarico sufficientemente estesa in rapporto alla quantità dei materiali da scaricare.*

*Dovrà altresì essere evitata la scelta di zone all'interno di ambienti costieri parzialmente confinati o di areali marini per i quali sussistano manifestazioni evidenti di compromissione ambientale.*

### **Aspetti ambientali: Compatibilità ambientale e paesaggistica**

Le attività di dragaggio e/o deposizione dovranno altresì tener conto della pianificazione ambientale che comunque deve coordinarsi con gli altri strumenti di pianificazione del territorio previsti dalla normativa. L'indagine sulla pianificazione territoriale ed urbanistica a livello regionale e locale viene effettuata nei confronti dei seguenti strumenti di carattere sia generale che settoriale:

- Piano Paesaggistico Regionale;
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- Piano Regolatore Generale (PRG);
- Piano Spiaggia (PS).

La compatibilità ambientale pertanto, è data dall'overlay mapping dei seguenti elementi:

- aree protette per la presenza di aree archeologiche marine;
- aree protette per la presenza di zone marine di tutela biologica;
- aree protette per la presenza di zone marine di ripopolamento;
- aree protette per la presenza di zone marine e costiere;
- aree protette territoriali costiere per la presenza di parchi e riserve naturali, nazionali e regionali, oasi blu WWF);
- aree sensibili per la presenza di praterie di fanerogame marine (presenza di Posidonia oceanica);
- aree sensibili per la presenza di nursery delle principali specie di interesse del popolamento demersale;
- aree sensibili per la presenza della fascia delle 3 miglia marine dalla linea di costa o dal limite delle aree protette di cui sopra;
- usi legittimi del mare non compatibili con la movimentazione dei fondali (aree di sversamento, cavi e condotte, terminali off-shore, zone di divieto di ancoraggio e pesca, poligoni militari).

Infine, deve esserne prevista la destinazione finale d'uso che deve essere anch'essa compatibile e

coerente con l'intorno paesaggistico, ambientale e urbanistico.

## GESTIONE DEL SEDIMENTO DRAGATO

Per “gestione del sedimento” si intendono tutte le fasi relative alla movimentazione del sedimento, dal dragaggio al trasporto e allo smaltimento, compresa la caratterizzazione e la valutazione della qualità. Ai fini della manutenzione, tutela e risanamento dell'ecosistema marino – costiero, devono essere considerate tutte queste fasi. Inoltre, il concetto di una gestione ottimale del sedimento necessita di una comprensione olistica dei processi che avvengono in ogni sistema marino durante la genesi dei sedimenti e la loro erosione sotto specifiche condizioni idrologiche, in modo da poter progettare interventi gestionali che non vadano contro i processi naturali, bensì che siano ad essi complementari.

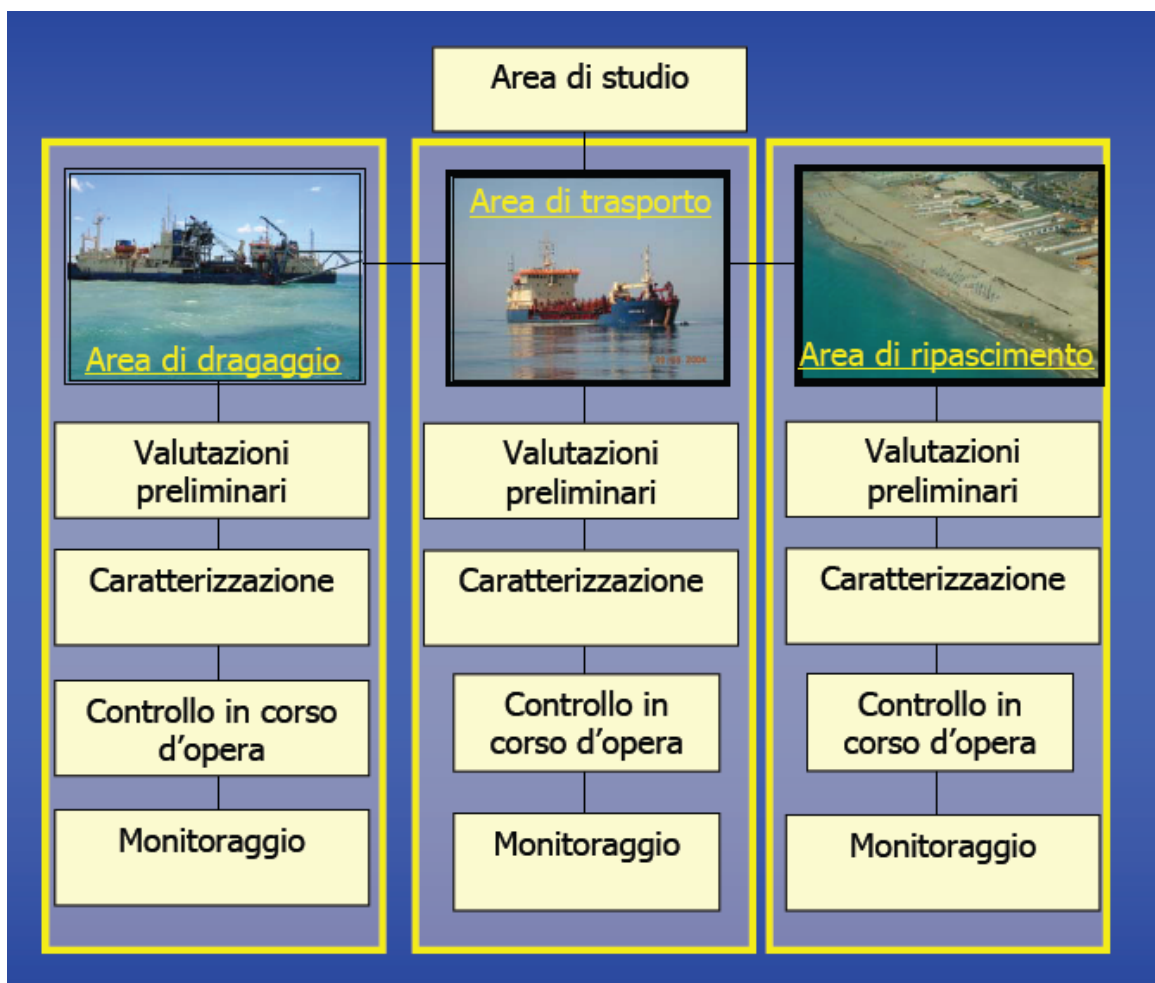


Figure 1 – Indagini volte al controllo ambientale dei sedimenti da destinare a ripascimento

Le possibili modalità alternative di trattamento e smaltimento dei sedimenti, volendo considerare tali materiali come risorsa piuttosto che come rifiuto, richiedono l'applicazione e lo sviluppo di specifici criteri mirati all'integrazione economica, ambientale e sociale delle opzioni gestionali individuate, per poterne valutare la sostenibilità.

Tale approccio integrato non solo permette di combinare fattori economici, ambientali e sociali a scala di bacino idrografico, ma anche di integrare i diversi tipi di informazioni inerenti tali fattori per supportare le procedure decisionali. In questo modo, tuttavia, la soluzione gestionale da selezionare è sottoposta a una serie di vincoli, che rappresentano un fattore fortemente limitante nella sua applicazione. Infatti, una tipologia di gestione che ben si integra con gli aspetti ambientali e sociali, può diventare economicamente insostenibile, comportando, ad esempio, oneri elevati associati alle fasi di dragaggio, decontaminazione, stabilizzazione fisica, realizzazione di opere

particolari a mare o a terra. Viceversa, una soluzione a basso costo può non essere sostenibile dal punto di vista ambientale e sociale, comportando dei rischi associati allo stato di qualità dei sedimenti movimentati, ovvero degli impatti negativi nei confronti di determinati comparti.

La ricerca di tecnologie mirate al raggiungimento di un buon compromesso tra questi diversi aspetti è condizione necessaria per poter perseguire un approccio integrato nella gestione dei sedimenti dragati.

### Vincoli economici

I costi di gestione dei materiali rimossi dal fondale marino rappresentano un onere supplementare per la società, rispetto a quanto necessario per il semplice dragaggio seguito dal loro refluitamento in mare. L'esperienza dei Paesi europei nord-occidentali ha insegnato che la società non arriva a sostenere costi maggiori di quelli inclusi nell'intervallo di valori riportati nella Figure 2.

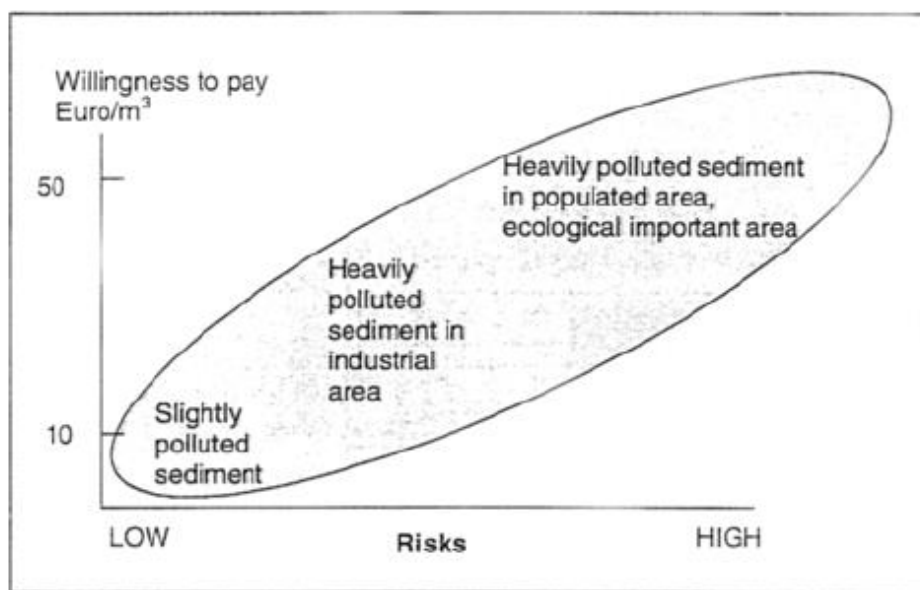


Figure 2 – Diagramma schematico dei costi di trattamento dei sedimenti

Come evidenziato in figura, si è comunque disposti ad affrontare una spesa maggiore (intorno ai 50 € circa per  $m^3$  di sedimento), nel caso in cui sia necessario gestire materiali fortemente contaminati presenti in aree densamente popolate e dalla elevata valenza ecologica, mentre per sedimenti di qualità migliore o presenti in aree industriali il costo considerato sostenibile scende considerevolmente (tra i 10 e i 25 € circa per  $m^3$  di sedimento).

Una questione importante per la valutazione dei costi di gestione è l'esistenza di un mercato per il riutilizzo dei sedimenti. In caso esista un mercato per tali materiali, potrà essere considerata l'eventualità di fare investimenti mirati alla messa a punto di trattamenti specifici, altrimenti non saranno fatti sforzi in tale direzione.

### Vincoli sociali

Oltre agli aspetti economici, devono essere considerati quelli sociali: assume infatti un'importanza fondamentale l'accettabilità della soluzione individuata da parte della popolazione. Le diverse tecnologie e le opzioni di riutilizzo individuate, infatti, potrebbero essere valide dal punto di vista ambientale e convenienti economicamente, ma non accettate dall'opinione pubblica, o comunque malviste, come è avvenuto in diversi casi relativamente agli impianti di smaltimento e all'utilizzo di prodotti derivanti dal trattamento dei sedimenti nella realizzazione di opere pubbliche o nei materiali da costruzione.

Un determinato trattamento trasforma i sedimenti dragati in un prodotto finale. La selezione di tale trattamento dovrà essere incentrata sul tipo di prodotto realizzato e sull'accettazione di tale prodotto da parte dell'opinione pubblica.

## Vincoli ambientali

Un principio generale per valutare la sostenibilità degli interventi di gestione dei sedimenti è quello secondo cui tutte le attività in cui ad essi sono articolati devono essere eseguite, per quanto possibile, in linea con i processi naturali. Ciò significa che le modalità di gestione preferibili sono quelle che prevedono una ricollocazione sostenibile di tali materiali senza trattamento, quali il riutilizzo del come terreno fertile o come ammendante di terreni, seguite da quelle che prevedono un riutilizzo, eventualmente previa trattamento, e da quelle finalizzate al loro deposito definitivo in strutture chiuse, quali discariche o casse di colmata.

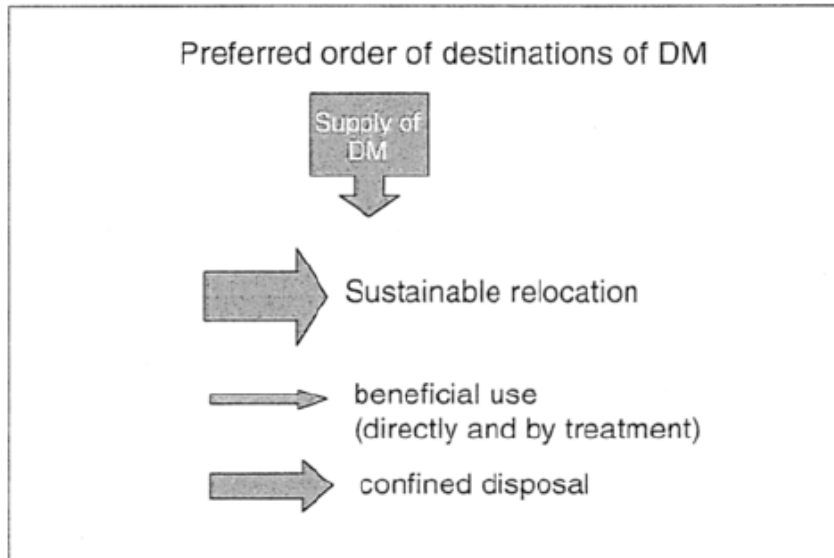


Figure 3 - Ordine preferenziale di destinazione dei materiali dragati

Una valutazione dei costi per la completa gamma di effetti associati ad un processo gestionale dei sedimenti rappresenta un problema complesso. Tuttavia, la necessità di considerare gli aspetti ambientali nella fase decisionale di selezione delle modalità di gestione più sostenibili permette di tener conto degli impatti ambientali potenzialmente generati in fase di movimentazione e trattamento e di proteggere le risorse ambientali per le quali non esistono criteri e valori di riferimento.

Sulla base di questo tipo di approccio si valuta il ciclo di vita (LCA) dei materiali gestiti, introdotto progressivamente nei programmi decisionali e persino nelle strategie politiche. Il processo di valutazione complessiva può essere riassunto nella Figure 4.

---

## Selection of Treatment Chains

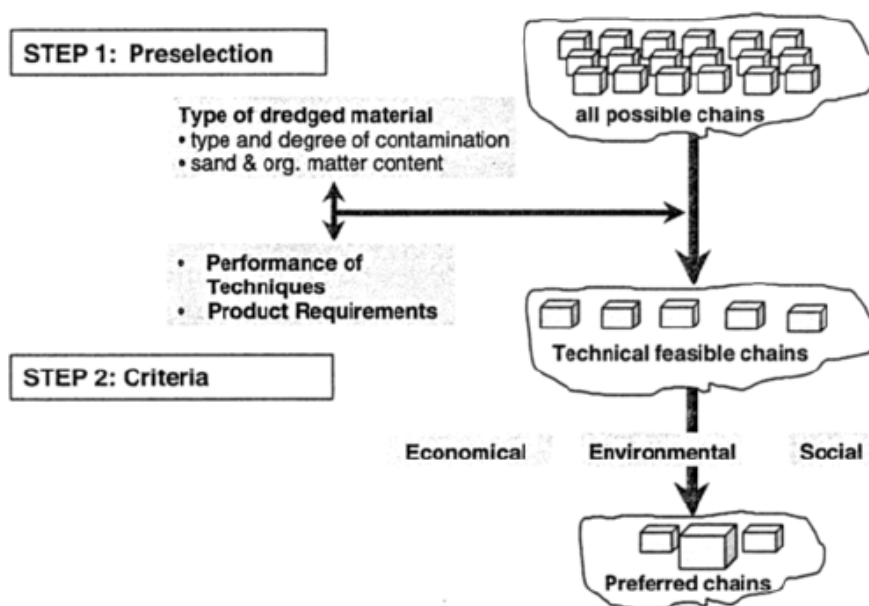


Figure 4 - Valutazione e selezione delle tecnologie di trattamento dei sedimenti

## **ASPETTI AMBIENTALI PER INTERVENTI DI DRAGAGGIO E DEPOSIZIONE/RIPASCIMENTO DELLE SPIAGGE**

### **Aspetti normativi**

Chi esegue operazioni di dragaggio all'interno di porti turistici deve ovviamente rispettare la normativa a tutela della sicurezza del lavoro, della sicurezza nei cantieri, e della sicurezza in mare (Art.252, D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. "Codice dell'ambiente"; Art.3, Art. 5 commi da 11bis a 11sexies; 14 della L. 28 gennaio 1994 n. 84 "Riordino della legislazione in materia portuale"; Art. 134 e 135 del D.Lgs. 15 marzo 2010 n. 66 "Codice dell'ordinamento militare"; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 "Attuazione dell'Art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"; Decreto Ministero dell'Ambiente 7 novembre 2008 "Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse Nazionale. ai sensi dell'Art.1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 296"). Il controllo su quest'ultimo aspetto spetta alla Capitaneria di Porto competente, che può emanare ordinanze prescrittive speciali ove riscontri profili di rischio.

Non vi sono norme tecniche adottate a livello statale né regionale per la disciplina dell'attività di dragaggio, ad eccezione che per i Siti di bonifica di Interesse Nazionale (DM 7-11-2008). In quest'ultimo caso, è necessario che le operazioni di dragaggio si coordinino con attività di bonifica e che il progetto di dragaggio sia presentato dall'Autorità Portuale territorialmente competente o dall'ente competente per il progetto al Ministero delle Infrastrutture, adottato e trasmesso al Ministero per l'Ambiente per l'approvazione.

Per quanto riguarda le altre tipologie di siti, gli operatori possono fare riferimento al "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini", redatto da APAT e ICRAM nel 2007 e alle "Linee Guida per le problematiche connesse alle attività di dragaggio nei porti e di possibilità e modalità di riutilizzo dei materiali dragati" del 28.05.2008 redatto a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il sedimento trattato e recuperato può essere riutilizzato tramite immersione in mare, ovvero tramite ricollocazione in aree a terra (arginature, edilizia, profilati stradali).

Per il riutilizzo a terra è necessario sottoporre il materiale recuperato alle analisi previste dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte Quarta, Titolo Quinto del Codice dell'Ambiente (D.Lgs. 152/2006e s.m.i.); l'utilizzo finale dipenderà dall'esito delle suddette analisi, nonché dai risultati delle analisi da condurre sull'eluato derivante dal test di cessione, da eseguirsi sul sedimento ai sensi del D.M. Ambiente 05.02.1998.

Ulteriori indicazioni tecniche sono previste nel citato "Manuale per la movimentazione sui sedimenti marini".

La gestione dei sedimenti provenienti dall'attività di dragaggio fa parte di un progetto sito specifico che individua e pianifica le fasi di scavo, trasporto, trattamento, recupero/smaltimento, compreso il controllo di tali operazioni.

L'idoneità del materiale dragato ad essere gestito secondo determinati criteri, tecnico-ingegneristici e normativi, viene verificata attraverso due passaggi fondamentali:

- individuazione del quadro normativo di riferimento specifico per il sito di prelievo. Esso è un passaggio essenziale, in quanto la normativa italiana attuale fissa per le attività di dragaggio regole generali, orientate alla tutela dell'ambiente e della salute umana, e particolari per i porti che si trovano all'interno di Siti di bonifica di Interesse Nazionale; i porti turistici possono ricadere nell'ambito di tali siti e dunque essere soggetti alle norme in essi vigenti;
- caratterizzazione delle qualità fisiche, chimiche e microbiologiche del materiale da dragare.

Di seguito si riporta un algoritmo che esemplifica come le azioni di cui ai due punti precedenti guidino il processo decisionario sulla gestione dei sedimenti. Si tratta di uno schema indicativo che, sulla base delle caratteristiche del sedimento e della provenienza dello stesso, traccia un percorso economicamente e tecnicamente sostenibile per la sua gestione ed evidenzia l'opportunità/possibilità di un suo riutilizzo/recupero.

Una volta individuato il quadro normativo di riferimento, uno dei primi step dell'algoritmo è generalmente la descrizione della granulometria del materiale da dragare. L'individuazione del

quantitativo di sedimenti pelitici nel materiale da dragare ha grande rilevanza economica e tecnica nella fase di gestione post dragaggio. La frazione fine non ha grandi potenzialità di riutilizzo tal quale, ed il suo riciclaggio risulta tecnicamente ed economicamente impegnativo.

In base all'analisi granulometrica vengono dunque individuate modalità di gestione diverse.

### **Gestione dei sedimenti provenienti dal dragaggio all'interno dei SIN**

In sintesi, possiamo così definire le modalità di gestione dei sedimenti provenienti dal dragaggio all'interno dei SIN, in funzione della loro caratterizzazione:

- qualora i materiali dragati presentino caratteristiche chimiche, fisiche e microbiologiche, analoghe al fondo naturale con riferimento al sito di prelievo e idonee con riferimento al sito di destinazione, nonché non esibiscono positività a test ecotossicologici => possono essere immessi o refluiti in mare, ovvero impiegati per formare terrapieni costieri o utilizzati per il ripascimento di arenili;
- qualora i materiali dragati, pur contaminati, rientrino entro i limiti previsti dall'Allegato D Parte IV del decreto legislativo 152/2006 e siano quindi classificabili come non pericolosi, all'origine o in seguito a trattamenti finalizzati esclusivamente alla rimozione degli inquinanti (esclusi quindi i processi di immobilizzazione degli inquinanti stessi come nei processi di stabilizzazione/solidificazione) => possono essere refluiti all'interno di vasche di colmata o altre strutture di contenimento in ambito costiero (la vasca di colmata deve avere le caratteristiche di cui all'art.5 comma 11-quater della L.84/94). Nel caso in cui al termine delle attività di refluitamento, i materiali presentino livelli di inquinamento superiori ai valori limite (CSC) di cui alla tabella 1, allegato 5, parte quarta, titolo V, del decreto legislativo n. 152 del 2006, deve essere attivata la procedura di bonifica dell'area derivante dalla colmata, in relazione alla sua destinazione d'uso;
- qualora le concentrazioni presenti nel materiale dragato superino i limiti indicati nell'Allegato D, Parte IV del D.Lgs 152/2006 sono esclusi entrambe le modalità precedenti, ed i materiali, una volta dragati, sono rifiuti pericolosi e devono essere trattati secondo quanto previsto dal T.U.A.

D'altra parte, il materiale dragato all'interno dei SIN, quando non pericoloso, non è un rifiuto, se e solo se questo viene:

- refluito o immesso in mare, su autorizzazione del Ministero dell'Ambiente;
- utilizzato per ripascimento costiero, su autorizzazione della Regione o della Provincia di competenza;
- refluito in vasca di colmata autorizzata dai Ministeri delle Infrastrutture e dell'Ambiente, tal quale o a seguito di trattamento di rimozione dei contaminanti (la vasca di colmata deve avere le caratteristiche di cui all'art.48, comma 2 della L. 27 del 24.03.2012). Nel caso in cui al termine delle attività di refluitamento, i materiali presentino livelli di inquinamento superiori ai valori limite (CSC) di cui alla tabella 1, allegato 5, parte quarta, titolo V, del decreto legislativo n. 152 del 2006, deve essere attivata la procedura di bonifica dell'area derivante dalla colmata, in relazione alla sua destinazione d'uso.

Le autorizzazioni citate rappresentano una condizione necessaria, e vengono acquisite nell'ambito del procedimento di approvazione del progetto di dragaggio presentato dall'Autorità Portuale.

### **Gestione dei sedimenti provenienti dal dragaggio al di fuori dei SIN**

Al di fuori dei SIN le attività di scavo dei fondali ai fini della migliore utilizzazione di uno specchio acqueo producono sedimenti la cui natura giuridica va definita sulla base di un'indagine empirica, che ne accerti la composizione e ne determini la destinazione.

L'indagine ambientale consiste in una caratterizzazione (fisica, chimica, microbiologica ecotossicologica e biocenotica) dei sedimenti del fondale, che appura:

l'idoneità del materiale al suo riutilizzo tal quale: il sedimento costituisce una risorsa utilizzabile ad esempio, per la modifica della linea di costa (ripascimento della spiaggia emersa ed immersa); la possibilità di effettuare questo tipo di riutilizzo è subordinato alla verifica di compatibilità ambientale con le caratteristiche del sito di destinazione<sup>2</sup>; il sedimento può essere anche riutilizzato

per riempimenti confinati, quali casse di colmata, vasche di raccolta o comunque di strutture di contenimento poste in ambito costiero, oppure deliberatamente immerso in materiale aperto (l'art. 109 del Dlgs 152/2006 consente l'immersione in mare aperto di materiali di escavo di fondali marini o salmastri o di terreni litoranei emersi; l'immersione è soggetta ad autorizzazione, che è rilasciata dall'autorità competente solo quando sia dimostrata, nell'ambito della relativa istruttoria, l'impossibilità tecnica o economica del loro utilizzo ai fini di ripascimento o di recupero oppure del loro smaltimento alternativo); in Italia la normativa attuativa vigente è quella del D.M. 24/01/1996 "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". (D.M. vigente in assenza di norme specifiche regionali); l'inidoneità al riutilizzo tal quale, per caratteristiche chimiche o fisiche: tale eventualità di fatto qualifica il sedimento dragato come rifiuto (CER 170505\* fanghi di dragaggio contenenti sostanze pericolose e 170506 fanghi di dragaggio, diversa da quella di cui alla voce 170505), e la sua gestione rientra nella immediata e diretta sfera di operatività della Parte IV del D.Lg.s 152/2006. (i sedimenti dragati non rientrano tra le esclusioni previste all'applicazione della normativa di cui all'art.185 dlgs 152/2006).

I sedimenti provenienti dai dragaggi dei porti turistici possono, in generale, rientrare in entrambe le casistiche precedenti, sebbene, sia per le attuali politiche comunitarie sugli obiettivi di qualità dell'ambiente acquatico, che per l'evolversi della normativa ambientale, siano ormai preponderanti i casi nei quali il sedimento risulta inidoneo al riutilizzo tal quale.

La qualifica di rifiuto comporta di fatto l'applicazione di una disciplina che comporta, tra l'altro, che:

- l'avviamento al recupero o allo smaltimento sia possibile esclusivamente presso strutture appositamente adibite ed autorizzate;
- il trasporto dei materiali dragati debba avvenire esclusivamente ad opera di aziende autorizzate, accompagnando i materiali dai formulari prescritti per legge;

Già questi due aspetti comportano limiti notevoli sulla scelta della destinazione del sedimento, e ciò indipendentemente dalla qualità intrinseca dello stesso (espressa dalla caratterizzazione).

I fanghi provenienti dall'escavo di fondali marini non possono essere recuperati in procedura semplificata: nel Decreto Ministero dell'ambiente 5 febbraio 1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 i fanghi di dragaggio sono inseriti fra i rifiuti recuperabili; ma fra essi non si trovano i materiali di escavazione dei fondali dei porti. A questo proposito si specifica che i fanghi (derivanti dall'escavo di acque interne) possono essere utilizzati in molti modi purché non vengano a contatto con l'ambiente marino.

A norma dell'art. 181, comma 12, del D.Lgs. n. 152/2006, "la disciplina in materia di gestione dei rifiuti si applica fino al completamento delle operazioni di recupero, che si realizza quando non sono necessari ulteriori trattamenti perché le sostanze, i materiali e gli oggetti ottenuti possono essere usati in un processo industriale o commercializzati come materia prima secondaria, combustibile o come prodotto da collocare, a condizione che il detentore non se ne disfi o non abbia deciso, o non abbia l'obbligo, di disfarsene".

Tra le operazioni di "recupero", ex art. 183, lett. h), del D.Lgs. n. 152/2006, sono espressamente "incluse la cernita o la selezione", operazioni di frequente effettuate sui sedimenti di dragaggio per il recupero della parte sabbiosa.

Sono invece esclusi dall'ambito di applicazione della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006 i sedimenti spostati all'interno di acque superficiali ai fini della gestione delle acque e dei corsi d'acqua o della prevenzione di inondazioni o della riduzione degli effetti di inondazioni o siccità o ripristino dei suoli se è provato che i sedimenti non sono pericolosi.

### **Potenziali impatti legati al ripascimento/dragaggio di sedimenti**

I possibili impatti ambientali che si possono avere sull'ambiente circostante il sito di dragaggio

possono essere così schematizzati:

- variazione 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;
- possibile 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, a seguito dei metodi di studio utilizzati per la valutazione ambientale degli interventi di ripascimento e dragaggio vengono fornite indicazioni sulle misure di contenimento e mitigazione che verranno adottate nello svolgimento delle attività (es. Tecniche di dragaggio ambientale per la salvaguardia dell'ecosistema.; scelta di tecnologie che mirano al recupero del materiale; scelta di una piattaforma fissa di trattamento dei sedimenti dragati, sottoposta a procedimenti autorizzativi e di controllo che operano al fine di limitare le emissioni; gestione ambientale della piattaforma di trattamento e recupero, per quanto riguarda il consumo di energia, le emissioni, gli scarichi e l'uso della risorsa idrica; la piattaforma fissa garantisce un minor impatto sulle attività turistiche legate al porto con la riduzione dei tempi di cantiere e degli spazi occupati; ...).

Tenendo conto dei differenti compartimenti dell'ecosistema marino, soggetti all'impatto delle attività legate al ripascimento/estrazione di sabbia, possono prendersi in considerazione i seguenti comparti:

- fondo marino;
- colonna d'acqua;
- specie catalogate;
- pesca;
- comunità sensibili.

Nel paragrafo successivo sono indicati i metodi di studio adottabili per la valutazione dell'impatto ambientale sui compartimenti presi in considerazione.

### **Metodi di studio per la valutazione degli impatti ambientali legati agli interventi di ripascimento/estrazione di sedimenti**

Si considera un impatto come qualunque perturbazione capace di introdurre alterazioni nella densità della popolazione, nella dimensione, frequenza e comportamento dei membri di una comunità di esseri viventi. Gli impatti possono essere positivi quando apportano miglioramenti o negativi quando sono accompagnati da una diminuzione di qualità del sistema.

Esistono molte approssimazioni metodologiche allo studio degli impatti su un rango molto ampio di comunità vegetali e animali in vari ecosistemi. Una di queste, proposta da Green (1979), conosciuta come metodologia BACI (Before, After, Control, Impact) è stata accettata ed implementata fino a convertirsi in uno standard. Il fondamento del BACI si basa sulla considerazione di protocolli sperimentali all'interno dei quali si effettuano campionamenti prima e dopo l'impatto e inoltre si stabilisce un'area di controllo dove l'impatto non ha effetto, che viene studiata seguendo le stesse procedure applicate all'area soggetta all'impatto.

Nella valutazione dell'impatto ambientale della ricostruzione delle spiagge, il protocollo BACI si presenta come uno strumento molto importante la cui applicazione è giustificata nonostante alcuni dei requisiti presentino importanti difficoltà nel momento della sua attivazione.

Il fine dell'applicazione di questi metodi di studio è quello di stabilire preventivamente le possibili conseguenze degli interventi sull'ambiente naturale.

### ***Metodi di studio del fondo marino legati agli interventi di dragaggio e di ripascimento delle spiagge***

Sono molteplici ed abbastanza simili tra loro i metodi di studio del fondo marino da applicare per la

valutazione degli impatti ambientali legati agli interventi di ripascimento delle spiagge e agli interventi di estrazione/dragaggio dei sedimenti, che nello specifico tengono conto dei seguenti aspetti:

- topografia e batimetria;
- riconoscimento visivo del fondo marino o prospezione visiva dei fondali marini;
- metodi acustici di riconoscimento del fondo o di prospezione dei fondali;
- metodi di campionamento del sedimento e del materiale biologico;
- modifica e valutazione della qualità chimica dei sedimenti;
- modifica e valutazione della qualità microbiologica dei sedimenti.

#### *Topografia e batimetria*

Le alterazioni del profilo della spiaggia dovuto al versamento, o meglio conosciuto con il termine “ripascimento”, di sabbia possono essere perfettamente registrate mediante l’utilizzo della barra profilatrice (Serra et. al, 1998), permettendo una restituzione con precisione topografica della batimetria del fondo, indipendentemente dalle oscillazioni del livello del mare.

#### *Riconoscimento visivo del fondo marino/Prospezione visiva dei fondali marini*

Per l’osservazione della topografia del fondo, la natura del substrato e le comunità bentoniche nel fondo soggetto ad impatto dovuto alle opere di ripascimento si possono utilizzare metodi diretti, come l’immersione A.R.A. (Auto-Respiratore ad Aria), o metodi indiretti, come la visualizzazione in remoto mediante telecamera subacquea, che rappresenta uno strumento molto importante nel riconoscimento del fondo marino. L’utilizzo dell’immersione A.R.A. presenta come inconveniente la dipendenza dallo stato del mare, dalla temperatura dell’acqua, dalla profondità e da tutti quei fattori che limitano il tempo di permanenza del subacqueo in immersione all’interno dei limiti di sicurezza convenzionali. L’utilizzazione di dispositivi per il rimorchio o di dispositivi per l’autopropulsione permette aumentare l’area di studio nel caso in cui le necessità del campionamento richiedano l’esplorazione di grandi superfici. I metodi indiretti, la cui applicazione risulta più efficace in acque poco profonde, dove si realizza il versamento di sabbia, si basano sull’uso di telecamere subacquee con diverse modalità operative.

La maggiore profondità alla quale si trovano i sedimenti da estrarre diminuisce il tempo di lavoro in A.R.A., quindi i metodi di visualizzazione remota acquisiscono una maggiore rilevanza. La telecamera rimorchiata può raggiungere profondità di 200-300 m praticamente senza difficoltà, perciò risulta molto utile e relativamente semplice utilizzarla nelle estrazioni superficiali. Le difficoltà di georeferenziazione possono minimizzarsi se si utilizza un GPS indipendente dal cavo di rimorchio. Altro metodo applicabile per la prospezione visiva dei fondali è costituito dalle telecamere sui R.O.V. (Remotely Operated Vehicles), che permettono l’osservazione in dettaglio e la registrazione fotografica<sup>1</sup>.

#### *Metodi acustici di riconoscimento del fondo marino/di prospezione dei fondali*

Il Side Scan Sonar rappresenta una tecnica facilmente accessibile per ottenere immagini acustiche del fondo marino che, attualmente, grazie a nuove tecnologie, ha permesso la produzione di strumenti piccoli, facilmente utilizzabili e che producono immagini di alta qualità, che possono essere utilizzati a partire da imbarcazioni molto leggere. In questo modo è possibile ottenere immagini del fondo nella zona del versamento di sabbia utilizzabili per lo studio della tipologia di fondo e per la cartografia delle praterie di Posidonia oceanica. Recentemente, la tecnologia Multibeam, ha permesso l’ottenimento di immagini del fondo con una grande risoluzione coprendo ampie estensioni del fondale marino e permettendo maggiori velocità di trascinamento tali da ottenere un rendimento realmente superiore al Side Scan Sonar. L’inconveniente è dovuto al fatto che esige un’imbarcazione di stazza maggiore, dotata di sensori di movimento (“pitch and roll”) per

---

<sup>1</sup> Nell’Atlantico si sono conclusi una serie di tests per valutare l’efficacia dei ROVs per il monitoraggio delle condizioni ambientali in aree di dragaggio per la estrazione di sedimenti. Il dispositivo Maridans R.O.V. fu dotato di Side Scan Sonar, profilatore e telecamera, ed era capace di identificare l’area esplorata, effettuare la prospezione e tornare alla base senza connessioni. Si spera che questo sistema integrato riduca i costi di esplorazione di un 50%, potendo costituire nel futuro immediato una alternativa importante ad alcuni dei metodi tradizionali di esplorazione che implicano lo spostamento di imbarcazioni e immersioni con A.R.A. (ICES, 2000).

compensare cambi nell'orientamento dell'asse indotti dalle condizioni del mare sull'imbarcazione, in modo tale che il costo delle operazioni è notevolmente più caro rispetto al Side Scan Sonar, anche se questo è il metodo utilizzato per la cartografia di precisione del fondo marino che ha come obiettivo il rilevamento batimetrico e topografico, e la delimitazione dell'estensione di determinate comunità bentoniche, come nel caso delle praterie di Posidonia oceanica (Pasqualini, 2001). Ad ogni modo, la necessità di essere trasportato da un'imbarcazione di maggiori dimensioni rende limitato il suo utilizzo in acque poco profonde, dove il Side Scan Sonar risulta più maneggevole, come commentato anteriormente. Nonostante ciò, la sua utilizzazione per il rilevamento batimetrico e topografico si considera come la metodologia prescelta.

Nei fondali della zona di estrazione si possono applicare gli stessi metodi utilizzati nella zona di versamento. Il Side Scan Sonar può essere scelto per effettuare esplorazioni preliminari dei fondali marini da dove verrà estratta la sabbia.

#### *Metodi di campionamento del sedimento e del materiale biologico*

L'utilizzo di draghe come metodo di campionamento indiretto e di pistoni (hand-corer) come metodo di campionamento diretto per l'estrazione di sedimento costituiscono le tecniche più adeguate per ottenere sedimenti per lo studio della sua natura e granulometria così come per ottenere campioni per lo studio degli aspetti biologici. Per le esigenze di questo tipo di studi si considera adeguato l'utilizzo di draghe Van Veen e draghe ancora bilaterale di Holme (o il suo equivalente, la draga di Forster). Si riservano per profondità maggiori, per la possibilità di manovra di imbarcazioni di maggiori dimensioni, dispositivi più pesanti come il box corer o la draga Smith-McIntyre, che hanno il vantaggio di ottenere campioni quantitativi e di sedimento inalterato, che però risultano poco applicabili su fondali poco profondi, che sono quelli influenzati dalle opere di ripascimento.

Per gli interventi di dragaggio/estrazione dei sedimenti sono applicabili gli stessi metodi che nella zona di versamento di sabbia. Inoltre, altri dispositivi di maggiori dimensioni come il Box-corer o suoi equivalenti (multi-corer, cassa Reineck etc...) permettono la estrazione di campioni di sedimento inalterati di dimensioni sufficienti per effettuare una quantificazione, con l'inconveniente però legato al suo peso e dalla esigenza di imbarcazioni dotate di rullo idrografico e con dimensioni non adeguate per il campionamento in acque basse, come nel caso delle spiagge oggetto di ripascimento.

I sedimenti ottenuti mediante le draghe o pistoni sono sottoposti ad analisi standard secondo quanto previsto dal "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini", MATTM – ICRAM – APAT, 2007.

#### *Modifica e valutazione della qualità chimico – fisica e ecotossicologica*

Le attività di dragaggio/ripascimento 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 (secondo quanto riportato nel Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini). In particolare si segnala il controllo di:

- profondità dei fondali e quantità del materiale dragato;
- livelli di torbidità e concentrazione di solidi sospesi nelle acque dell'area interessata al dragaggio e delle zone limitrofe;
- possibili alterazioni delle biocenosi di elevato pregio naturalistico;
- 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;
- variazioni della biodisponibilità e mobilità dei contaminanti mediante l'utilizzo di bioindicatori.

#### *Modifica e valutazione della qualità microbiologica*

Dal punto di vista microbiologico conviene distinguere fra spiaggia secca e spiaggia umida per le

loro differenti caratteristiche. La spiaggia secca si caratterizza per la presenza di un elevato numero di generi e specie patogene la cui via di trasmissione è dovuta al contatto diretto con la sabbia. Esistono studi che indicano che *Staphylococcus* spp. predomina sul resto della flora nella sabbia (Dowidart & Abdel-Monem, 1990) essendo la sua presenza direttamente relazionata con l'attività umana (numero di bagnanti) (Papadakis et al., 1997). Anche la presenza di funghi dermatofitici è frequente. Dai campioni di sabbia secca si sono isolati batteri enterici che causano gastroenteriti ed esistono studi dove si è dimostrato che la sabbia delle spiagge può attuare come vettore e riserva di malattie infettive (Mendes et al., 1997).

La spiaggia umida può presentare alti livelli di contaminazione fecale come conseguenza del contatto con acqua contaminata, costituendo un ambiente favorevole per i batteri enterici poiché gli permette sopravvivere più tempo (Papadakis et al., 1997). Non ci sono sufficienti studi concreti che permettono la definizione di protocolli standardizzati e di valori e indicatori per il monitoraggio della qualità microbiologica della sabbia della spiaggia (WHO, 2003).

Il ripascimento è un intervento che può comportare la contaminazione della spiaggia secca e umida e delle acque adiacenti nel caso in cui si realizzi con sabbie i cui livelli di contaminazione fecale siano relativamente più alti rispetto alla spiaggia originale. Allo stesso modo, un ripascimento può contribuire alla diminuzione dei livelli previsti di contaminazione fecale di una spiaggia.

Tutto ciò giustifica lo studio della qualità microbiologica dei sedimenti che si trovano nella spiaggia e di quelli che si utilizzeranno nel ripascimento, senza considerare che la elevata contaminazione fecale dei sedimenti può invalidare totalmente la sua utilizzazione come materiale per il ripascimento.

Le concentrazioni limite accettate, così come gli indicatori di contaminazione fecale per la sabbia destinata al ripascimento delle spiagge secondo il CEDEX (2003) sono indicate in Table 1:

*Table 1 - Concentrazioni limite per i parametri microbiologici in sedimenti da destinare a ripascimento*

INDICATORI	Concentrazioni limite (UFC/g)
Coliformi fecali o E.coli	30
Streptococchi fecali	30
Funghi	10.000

I valori della tabella rappresentano un criterio provvisorio per la valutazione dell'utilizzazione della sabbia in acque balneari. Per il giacimento si usa il valore della concentrazione media ponderata che dovrà essere uguale o inferiore alla concentrazione limite proposta (CEDEX, 2003). Il controllo della possibile contaminazione iniziale della sabbia della spiaggia è fondamentale nel caso di un ripascimento visto che assieme alla carica contaminante del materiale versato può superare i valori raccomandati.

La valutazione della qualità microbiologica del sedimento nell'area di estrazione è fondamentale per stimare il possibile impatto delle operazioni di dragaggio sulla colonna d'acqua come conseguenza della risospensione del sedimento poiché potrebbe includere microorganismi di origine fecale. Inoltre è imprescindibile conoscere la qualità del sedimento per stimare la sua idoneità per il ripascimento delle spiagge. Anche la metodologia per la determinazione del carico microbico e gli indicatori di contaminazione fecale sono gli stessi proposti per il ripascimento.

### ***Metodi di studio della colonna e masse d'acqua***

Le metodologie di studio sulla colonna d'acqua per valutare gli impatti ambientali legati agli interventi di dragaggio e di ripascimento delle spiagge sono abbastanza simili tra loro. Esse vertono sullo studio legato alla:

- torbidità;
- qualità chimico – fisica;
- qualità microbiologica.

### ***Torbidità***

La risospensione di materiale fino che accompagna le operazioni di estrazione di sabbia dal fondo

marino e il suo trasporto e versamento per il ripascimento delle spiagge si traduce nella generazione di torbidità nella colonna d'acqua che si considera uno degli impatti più importanti che producono questo tipo di attività.

La torbidità produce due effetti importanti, da un lato, provoca una diminuzione della penetrazione della luce nella colonna d'acqua con il conseguente impatto sulla fotosintesi, specialmente quella delle macrofite del fondo e fra questi le fanerogame marine; dall'altro, si produce un flusso di particelle che si depositano sul fondale che, dipendendo dalla circolazione locale, possono raggiungere distanze relativamente elevate. Questo deposito di materiale fino, anche trattandosi di piccole quantità, ha un effetto importante sulla fotosintesi quando si deposita sulle foglie di fanerogame marine o sui talli di macroalghe bentoniche. È per questo motivo che lo studio e controllo della torbidità nei processi di estrazione e trasporto e versamento (distribuzione e deposito del materiale), ha un ruolo importante negli studi di impatto ambientale.

Lo studio della torbidità della colonna d'acqua può essere affrontato con differenti approssimazioni. ciascuna di queste fornisce dati su alcuni dei fenomeni fisici associati alle caratteristiche ottiche della colonna d'acqua che possono essere utilizzate per identificare le conseguenze della torbidità dal punto di vista biologico con maggiore o minore successo.

Le differenti metodologie per lo studio della torbidità e dei fenomeni associati al materiale particellato in opere di ripascimento delle spiagge (e in estrazione di sabbia dal fondo marino), sono espone in Table 2.

Table 2 – Metodologie di studio della torbidità e di fenomeni associati nei sedimenti

Variabili	Strumentazione	Uso	Vantaggi	Svantaggi/ Inconvenienti	Osservazioni
Contenuto in seston	Bottiglia idrografica	-----	Metodo rapido ed economico	Non apporta dati sufficienti sulla sua importanza ottica o biologica	-----
Penetrazione della luce solare (Coefficiente di estinzione)	Disco di Secchi	Misura relativa della torbidità	Facile uso	Utilizzazione in condizioni di nuvolosità, stato del mare, ora del giorno, ...	Utilizzato con molta frequenza, ma senza indicare le condizioni dell'osservazione
Torbidità (Nefelometria)	Torbidimetro	-----	Facile uso	Solo valido per soluzioni colloidali	Problemi di ripetibilità delle misure con materiale particellato in sospensione
Irradianza nel PAR a livello del fondo	Irradiometro PAR	Luce disponibile per fotosintesi di macrofiti bentonici	Misura precisa in continuo dell'irradianza	Necessità di immersioni in ARA poiché richiede l'immersione dello strumento	-----
Estinzione ottica (trasmissanza)	Trasmisometro	Variazione della trasparenza lungo la colonna d'acqua	Permette di individuare strati d'acqua con caratteristiche ottiche distinte	Strumentazione relativamente cara e calibrazione difficile	Difficoltà nella comparazione dei dati
Variazione dell'irradianza nella colonna d'acqua	Irradiometro	Ottenimento del profilo di irradianza in profondità nella colonna d'acqua	Misura precisa in continuo dell'irradianza nella colonna d'acqua	Dipendenza dalle condizioni del mare, dagli effetti di rifrazione e riflessione nella superficie dell'acqua.	
Contenuto in materiale particellato in sospensione e velocità di sedimentazione	LISST	Calcolo differenziale delle dimensioni (volume) di particelle in sospensione e della velocità di sedimentazione	Metodo preciso	Prezzo elevato. Necessita calibrazione	Tecnologia recente
Deposito di sedimenti sul fondo	Trappole di sedimento	Determinazione del flusso sedimentario a livello del fondo	Facile uso ed economico	Richiede installazione mediante immersioni in ARA.	

### Qualità chimica dell'acqua

Le possibilità di aumento di nutrienti nella colonna d'acqua a causa di un ripascimento può essere dovuta alla risospensione di sedimenti prodotta durante il processo di versamento.

In Table 3 si riportano in sintesi gli impatti ambientali legati all'attività di movimentazione del sedimento per ripascimento.

Table 3 – Metodologia di studio degli Impatti sulla qualità della colonna d'acqua derivanti dalla movimentazione dei sedimenti

Impatti	Metodologia	Strumentazione	Vantaggi	Inconvenienti
Modifica della qualità chimica della colonna d'acqua.	Analisi automatizzato	Analisi a flusso continuo	Rapido.	Alta resa con un flusso continuo di campioni
	Analisi individuale per ciascun nutriente	Spettrofotometria	Messa a punto rapida ed efficace nel caso di un flusso di entrata dei campioni discontinuo.	Maggiore tempo di operazione a causa dell'applicazione di differenti protocolli per ciascun nutriente

I valori limite accettabili di nutrienti, a partire dai quali si considera una massa d'acqua come deteriorata (CEDEX, 2003), sono 1200 µg/l per i nitrati e 200 µg/l per i fosfati.

L'ossigeno disciolto è un parametro che determina la qualità di una massa d'acqua ed la sua quantità dipende dal consumo di ossigeno dovuto alla degradazione della materia organica per attività batterica, dalla produzione di ossigeno per fotosintesi e dall'intercambio con l'atmosfera. In operazioni di versamento di sedimenti per il ripascimento delle spiagge possono mobilizzarsi quantità importanti di materia organica la cui degradazione batterica esige il consumo di quantità importanti di ossigeno, non disponibili nella colonna d'acqua. Questo deficit può causare episodi di ipossia/anossia con grosse ripercussioni sull'ambiente circostante (mortalità di pesci, liberazione di H<sub>2</sub>S e deterioramento della qualità organolettica della spiaggia). La metodologia abituale per lo studio di questa variabile si basa sull'utilizzazione di elettrodi (pila di Clarke) o sistemi optoelettronici accoppiati a sonde CTD (ottodi).

Table 4 – Metodologia di studio di impatti relativi alla carenza di ossigeno derivanti dalla movimentazione dei sedimenti

Impatti	Metodologia	Strumentazione	Vantaggi	Inconvenienti	Osservazioni
Ipossia/anossia	Polarografia	Elettrodo di Clarke	Economico. Facile da usare	-----	Necessita un agitatore per evitare la saturazione della membrana di teflon
	Elettrodi ottici(ottodi)	Accoppiato a sonde CTD.	Preciso. Manutenimento, uso facile. Risposta rapida	Caro. Si si usa separato dal CTD necessita il suo proprio datalogger	-----

### Qualità microbiologica dell'acqua

La presenza di microorganismi patogeni nelle acque ad uso balneare è molto frequente nei litorali e si origina normalmente a partire dagli scarichi d'acque residuali che possono essere vettore di patogeni responsabili di gastroenteriti per l'ingestione d'acqua contaminata e infezioni delle vie respiratorie superiori, udito, occhi, cavità nasale e pelle, attraverso il contatto diretto con acque e sabbie contaminate (WHO, 2003).

I due parametri microbiologici proposti sulla base degli studi scientifici più recenti include gli enterococchi ed Escherichia coli, poiché si è visto che esiste una buona corrispondenza fra la presenza di questi batteri e i casi di infezione. La principale fonte di contaminazione come conseguenza dei ripascimenti è la possibile introduzione di patogeni assieme al materiale versato e la sua risospensione nella colonna d'acqua nel caso in cui il livelli dei parametri microbiologici delle sabbie introdotte siano superiori a quelli della spiaggia soggetta all'intervento.

### Metodi di studio per la pesca

Ogni volta che si realizza un'estrazione di sabbie o il ripascimento di una spiaggia si producono conflitti di interesse fra le necessità del ripascimento per la lotta contro l'erosione, l'impatto

ecologico sulle comunità presenti e l'importanza dei fondali come zona di pesca per le flotte locali. Le controversie rispetto all'importanza degli effetti delle estrazioni e ripascimenti di sabbia sulla pesca, rendono necessario sviluppare una metodologia che permetta realizzare studi che valorino le dimensioni dell'impatto sulle zone di pesca situate nella zona interessata direttamente e nelle aree prossime. Allo stesso modo, si considera imprescindibile in questo tipo di interventi, effettuare studi pertinenti per stabilire un periodo di lavoro idoneo a minimizzare l'impatto, che sarà determinato valutando la dinamica di popolazione delle specie sfruttabili e potenzialmente soggette all'impatto. Gli effetti del versamento di materiale alla spiaggia possono avere le seguenti conseguenze sullo stock di specie di sfruttabili:

- distruzione da interrimento e alterazione dell'habitat dei popolamenti di interesse commerciale nella zona di versamento, principalmente specie infaunali il cui intervallo di profondità di sfruttamento commerciale è lo stesso delle profondità interessate dal versamento di sabbia, come *Callista chione*, *Donax trunculus* e *Chamelea gallina* (Alarcon, 2001) e che inoltre possono presentar difficoltà di recupero, soprattutto specie con cicli vitali lunghi (Essenzak e van Daltsen, 1998);
- alterazione della dinamica di popolazione, principalmente delle specie infaunali di interesse economico esistenti nella zona. Sono state documentate alterazioni nel reclutamento di *Donax trunculus* come conseguenza delle differenze fra giovani e adulti rispetto alle necessità ambientali relative alla granulometria (della Huz et al., 2002);
- alterazione della produttività della zona come fonte di alimento per le fasi giovanili di pesci e specie vagili di interesse commerciale come *Diplodus anularis*, *Lithognathus mormyrus* e altre specie di sparidi e serranidi, come conseguenza delle alterazioni della comunità residente nelle sabbie dopo il ripascimento, citate da Essenzak e Van Daltsen (1998).

Nella Table 5 vengono presentate le principali specie di interesse per la pesca che possono trovarsi nella zona di versamento nell'area mediterranea.

Table 5 – Metodi di studio degli impatti sui pesci derivanti dalla movimentazione dei sedimenti

Specie obiettivo	Impatti	Metodo di campionamento	Vantaggi	Inconvenienti	Osservazioni
<i>Chamelea gallina</i> ; <i>Callista chione</i> ; <i>Donax trunculus</i> ; <i>Acanthocardia tuberculata</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interramento diretto</li> <li>• Alterazione della dinamica di popolazione</li> <li>• Alterazione della successione ecologica e aumento della densità di specie opportuniste nella comunità.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rastrelli manuali e idraulici;</li> <li>• Campionamento mediante draga ancora bilaterale di Holme- McIntyre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campiona volumi molto grandi.</li> <li>• Campiona tutte le taglie, adulti e fasi giovanili</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo si ottengono adulti di una dimensione determinata.</li> <li>• Campionamento molto puntuale, con volumi ridotti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permette stimare l'importanza economica dei popolamenti esistenti</li> <li>• Permette studiare la dinamica di popolazione delle specie infaunali.</li> </ul>
<i>Octopus vulgaris</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioramento dei fondali utilizzati per la riproduzione.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nasse e polpiere.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molto selettivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo è utile per la specie per la quale si ha disegnato lo strumento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permette stimare l'importanza economica dei popolamenti di polpi.</li> </ul>
<i>Sepia officinalis</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tremaglio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permette catturare specie di pesci e cefalopodi demersali dotati di grande mobilità.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco efficace per la cattura delle fasi giovanili.</li> </ul>	-----
<i>Mullus surmuletus</i> ; <i>Scorpaena porcus</i> ; <i>Serranus scriba</i> ; <i>Diplodus sargus</i> ; <i>Dicentrarchus labrax</i> ; <i>Sparus aurata</i> , <i>Lithognathus mormyrus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alterazione della produttività della zona come fonte di alimento</li> <li>• Alterazione della dinamica di popolazione.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tremaglio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permette catturare specie di pesci e cefalopodi vagili.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco efficace per la cattura delle fasi giovanili.</li> </ul>	-----
<i>Arnogius laterna</i> ; <i>Bothus podas</i> ; <i>Solea spp.</i> ;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alterazione della produttività della zona come fonte di alimento.</li> <li>• Alterazione della dinamica di popolazione.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rete a strascico ad apertura costante ("Chalut a perche").</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utile per catturare specie semi-infaunali e vagili fino ad 1 m dal fondo.</li> <li>• Copre ampie superfici.</li> <li>• Serve per realizzare studi di dinamica di popolazione.</li> <li>• Si può utilizzare a profondità dove la rete a strascico con porte non può accedere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo si può utilizzare su fondali sabbiosi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permette la cattura di specie mobili e di bassa densità di popolazione, non rappresentate nei dragaggi.</li> </ul>

L'estrazione di sabbie può avere i seguenti effetti (impatti) sulle specie di interesse commerciale: distruzione delle comunità esistenti nella zona di estrazione (Essenzak e van Dalfsen, 1998; Sarda et al., 2000; Van Dalfsen et al., 2000);

- alterazione della successione ecologica come conseguenza della ricolonizzazione della zona interessata da specie opportuniste adattate all'instabilità sedimentaria (Posford Duvivier Environment e Hill, M.I. 2001) come qualche polichete spionide (Essenzak e van Dalfsen, 1998) e con cici vitali rapidi (Sardà et al., 2000);
- riduzione dei valori di biomassa a medio termine (2 anni dopo l'estrazione) (Kenny e Res, 1994; 1996), che può supporre una alterazione della produttività della zona come fonte di alimento per specie vagili di interesse commerciale come alcuni sparidi e serranidi (Essenzak e van Dalfsen, 1998).

A continuazione della Table 5 vengono di seguito elencate (cfr. Table 6) le specie di interesse più comuni e importanti dal punto di vista della pesca che potenzialmente possono essere interessate dalle estrazioni di sabbia.

Table 6 – Specie di pesci comuni impattate dalla movimentazione dei sedimenti

Specie	Frequenza	Importanza economica	Osservazioni
<i>Callista chione</i>	Poco comune a seconda delle zone	Alta/ Molto alta	Serie difficoltà per recuperare gli stocks di adulti
<i>Bolinus brandaris</i>	Comune	Alta	-----
<i>Sepia officinalis</i>	Comune puntualmente	Alta/Molto alta	-----
<i>Octopus vulgaris</i>	Comune puntualmente	Alta	-----
<i>Mullus surmuletus</i>	Comune	Molto alta	-----
<i>Pagrus pagrus</i>	Poco comune	Alta	-----
<i>Conger conger</i>	Legato ad affioramenti rocciosi	Alta	-----
<i>Scorpaena porcus</i>	Legato a copertura vegetale e/o ad affioramenti rocciosi	Media/ Bassa	-----
<i>Serranus scriba</i>	Legato a copertura vegetale e/o ad affioramenti rocciosi	Bassa	-----
<i>Pagellus erythrinus</i>	Legato a copertura vegetale e/o ad affioramenti rocciosi	Alta	-----
<i>Diplodus sargus</i>	Comune	Alta	-----
<i>Solea spp.</i>	Media	Alta	-----
<i>Xyrichthys novacula</i>	Poco comune	Alta	-----
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Media	Molto alta	Frequenza in aumento causa fuga da allevamenti
<i>Sparus aurata</i>	Comune	Molto alta	Frequenza in aumento causa fuga da allevamenti
<i>Palinurus elephas</i>	Legato ad affioramenti rocciosi	Molto alta	-----

### Metodi di studio per le specie catalogate

Due tipi di effetti possibili su specie catalogate:

- effetti sui popolamenti locali di specie che si trovano nei fondali direttamente interessati dalla ricostruzione del profilo della spiaggia. Gli effetti su questi popolamenti consiste principalmente nell'interramento o asfissia da ricoprimento diretto;
- effetti su popolamenti di specie catalogate, prossime alla zona intervento. Gli effetti in questo caso, consistono nel provocare cambi (a volte relativamente leggeri) nelle condizioni ambientali caratteristiche dell'habitat.

Come punto di partenza per identificare le specie da considerare, tenendo in conto il grande numero di specie incluse nei cataloghi delle specie minacciate per le varie regioni del Mediterraneo, possono essere prese in considerazione quelle raccolte nella convenzione di Barcellona del 1996 (Annesso II del Protocollo relativo alle aree specialmente protette e alla diversità biologica nel Mediterraneo, revisionato nella Convenzione di Berna del 1998) (EA, 1999, Templado et al , 2004). Questa lista costituisce la base di partenza di tutti gli stati costieri del Mediterraneo, alla quale si possono aggiungere liste specifiche regolate da legislazioni nazionali. 89 sono i taxa presenti nella lista e possono essere selezionati quelli che includono specie che hanno fra i loro habitats le spiagge o le immediate vicinanze in qualche momento del ciclo vitale, e che quindi possono essere interessate da interventi di ripascimento (es. Fanerogame marine: *Posidonia oceanica*; Alghe: *Caulerpa ollivieri*, *Cystoseira amentacea*, *Cystoseira mediterranea*, *Lithophyllum lichenoides*; Molluschi: *Pinna nobilis*, *Pinna rudis*, *Lithophaga lithophaga*, *Dendropoma petraeum*, *Luria lurida*, *Erosaria spurca*; Echinodermi: *Asterina panceri*; Pesci: *Hyppocampus hippocampus*, *Hyppocampus ramius*, *Pomatoschistus tortonesei*, *Pomatoschistus canestrinii*).

### Metodi di studio per le specie sensibili

Gli interventi di ripascimento delle spiagge possono avere effetti diretti o indiretti sulle comunità bentoniche situate nella zona di intervento o in zone adiacenti. Gli effetti più importanti che si possono considerare sono:

- interrimento/erosione delle comunità esistenti;
- cambio nelle condizioni ambientali tipiche della comunità (torbidità, granulometria, nutrienti, materia organica, etc...);

- apparizione di specie opportuniste che alterano la struttura e la composizione originale della comunità.

Si riporta in Table 7 una lista delle principali comunità bentoniche<sup>2</sup> localizzabili in fondali che possono essere interessati da interventi di ripascimento delle spiagge, indicando le possibilità di impatto diretto o indiretto, l'estensione di ciascuna comunità nel Mediterraneo con la probabilità di ospitare specie catalogate.

Table 7 – Specie bentoniche potenzialmente impattate dalla movimentazione dei sedimenti

Comunità	Distribuzione	Specie catalogate	Osservazioni
Sabbie fine superficiali	Molto estesa in tutto il litorale del mediterraneo	No	Tipica in spiagge di sabbia fra 0 e 3 m di profondità
Sabbie fine calibrate	Molto estesa in tutto il litorale del mediterraneo	No	Tipica in spiagge di sabbia a partire di 3 e fino a 8 -15 m di profondità.
Praterie di <i>Cymodocea nodosa</i>	Molto estesa in tutto il litorale del mediterraneo	Si	Forma praterie in differenti comunità dei fondali di sabbia.
Praterie di <i>Caulerpa prolifera</i> .	Molto estesa in tutto il litorale del mediterraneo	Si	Forma ricoprimenti in fondali sabbiosi con infangamento
Praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	Estesa a tutto il litorale del mediterraneo, pero' assente in vaste aree e generalmente in regressione	Si	Può trovarsi da 0 a 50 m di profondità, attualmente può considerarsi rara al di sotto dei 40 m di profondità nella maggiore parte del litorale.
Formazioni biogeniche di vermetidi	Ristretto a regioni meridionali e calde del mediterraneo	Si	-----
Comunità dei Ciottoli Infralitorali	Estesa in tutto il mediterraneo in aree molto ridotte	Non	Comunità ricca in specie e di gran importanza come zona di hatchery e nursery.
Alghe fotofile delle formazioni rocciose infralitorali	Alcune facies molto estese	Si	-----
Enclavi di Alghe sciafile Infralitorali in Regimi di calma	Molto estesa su tutto il litorale	Si	Molto sensibile all'infangamento
Alghe sciafile Circoliali con concrezioni ("Coralligeno")	Molto estesa su tutto il litorale	Si	Molto sensibile all'infangamento

Esistono numerosi lavori che apportano informazioni molto valide sugli effetti dei dragaggi sull'evoluzione delle comunità bentoniche a medio-lungo termine, tanto fuori come dentro il Mediterraneo. In generale, si descrivono cambi molto importanti nella struttura della comunità, che passano da una riduzione nella ricchezza specifica e nella biomassa, che possono raggiungere livelli fino all'80-90 % maggiori dei valori previ. Il recupero della ricchezza specifica si produce solitamente dopo il primo anno e a volte la biomassa rimane bassa fino a quasi tre anni dopo, stabilendosi nella maggior parte dei casi comunità adattate al nuovo ambiente sedimentario e con una certa abbondanza di specie opportuniste (Desprez, 2000). In altri casi, in fondali molto bassi, si descrive un aumento rapido della biomassa con le attività di dragaggio e un ritorno alle condizioni iniziali dopo due anni, con un recupero degli stocks dei popolamenti di alcune specie, variabile a seconda dei cicli biologici, alcuni dei quali non si recuperano passati due anni dal dragaggio (Sardà et al., 2000). L'intensità delle operazioni di dragaggio ha una influenza diretta nel recupero. Un fatto molto importante di cui tenere conto sono le dimensioni del dragaggio, poiché interventi ridotti

<sup>2</sup> Per quanto concerne le analisi delle comunità fito-zoobentoniche, si farà riferimento a quanto riportato nel "Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo" APAT-SIBM-ICRAM, volume 10, 2003 (cfr. Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini, APAT – ICRAM – MATTM, 2007)

permettono un recupero relativamente rapido, mentre dragaggi estensivi hanno un effetto molto più prolungato (van Dalfsen et al., 2000).

Di seguito (Table 8) si riporta una lista delle principali comunità bentoniche localizzabili su fondali interessati dai dragaggi per l'estrazione di sabbie in acque poco profonde.

*Table 8 – Principali comunità bentoniche presenti in fondali interessati da opere di dragaggio in acque poco profonde*

<b>Comunità</b>	<b>Distribuzione</b>	<b>Specie catalogate</b>	<b>Osservazioni</b>
Sabbie fini calibrate	Molto estesa in tutto il litorale del mediterraneo	No	Tipica in spiagge di sabbia a partire da 3 a 8 -10 m di profondità. Occasionalmente a profondità maggiori.
Enclavi di Alghe sciafile Infralitorali in Regimi di calma	Molto estesa su tutto il litorale	Si	Molto sensibile all'infangamento
Alghe sciafile Circalitorali con concrezioni ("Coralligeno")	Molto estesa su tutto il litorale	Si	Molto sensibile all'infangamento
Fanghi Terrigeni Costieri	Molto estesa su tutto il litorale	Si	-----
Sabbie grossolane e ciottoli con correnti di fondo	Molto estesa su tutto il litorale	No	Localizzata a varie profondità, di estensione ridotta e localizzazione variabile nel tempo.