

FIUMICINO  
WATERFRONT

SOGGETTO ESECUTORE E FINANZIATORE



CITTÀ DI  
FIUMICINO

SOGGETTO PROPONENTE ED ATTUATORE



**RINA CONSULTING S.P.A.**

Via Antonio Cecchi 6, 16129 Genova

tel +39 010 31961

www.rina.org

Registro imprese di Genova: 03476550102

Partita IVA: 03476550102



**Atelier(s) Alfonso Femia s.r.l.**

Via Interiano 3/11, 16124 Genoa

tel. +39 010.540095 fax 010.5702094

Via Cadolini 32/38, 20137 Milan

tel. +39 02.54019701 fax 010.54115512

55 rue des petites écuries, 75010 Paris

tel +331.42462894

genova@atelierfemia.com - www.atelierfemia.com

Registro imprese di Genova: 01601780990

Partita IVA: 01601780990



RESPONSABILE COORDINAMENTO  
DELLE DISCIPLINE SPECIALISTICHE

Ing. **ALESSANDRO ODASSO**

Direttore Tecnico - Rina Consulting S.p.A.

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Alfonso FEMIA - Architettura e Landscape

Ing. Marco COMPAGNINO - Studio di impatto ambientale

Dott. Sandro LORENZATTI - Archeologia

Ing. Michele DI LAZZARO - Studio Idraulico e idrologico

Arch. Riccardo COCCIA - Prevenzione incendi

Ing. Alessandro VITA - Studio Geotecnico

Dott. Geol. Roberto SALUCCI - Geologia

Ing. Federico BARABINO - Sicurezza

Dott. Geol. Paolo RAVASCHIO - Rilievi e indagini

Ing. Flavio MARANGON - Studio trasportistico

Ing. Bruno RAMPINELLI ROTA - Compatibilità vincoli aeronautici

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE

Ing. Marino BALZARINI - Project Management Consultancy

Arch. Paola DEL BIANCO - Project Manager Deputy

Ing. Alessandro PIAZZA - Coordinamento Opere Civili

Ing. Damiano SCARCELLA - Coordinamento Opere Marittime

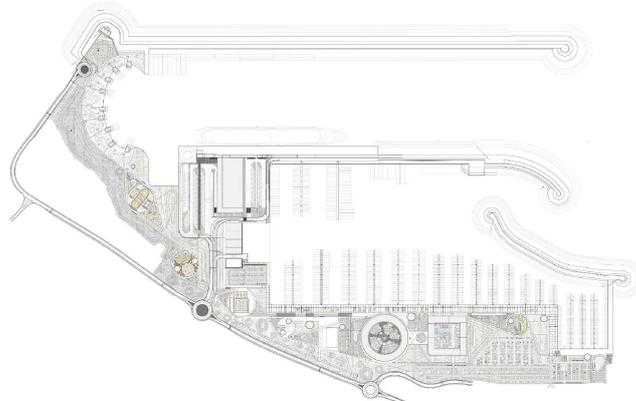
Arch. Sara GOTTARDO - Coordinamento Architettura e Landscape

UNITÀ DI PROGETTO

Ing. Massimo GUIDI - Dirigente Comune di Fiumicino

## PORTO TURISTICO-CROCIERISTICO DI FIUMICINO ISOLA SACRA CUP:F1122000320007

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA



OM51 - DRAGAGGIO

OPERE MARITTIME

### PIANO PRELIMINARE DI DRAGAGGIO E GESTIONE SEDIMENTI

COMMESSA	SERVIZIO LOTTO	OPERA	DISCIPLINA	TIPO	PROG.	REV.	SCALA
P0031150	D5	OM51	OM	REL	01	00	-

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
00	Emissione per approvazione	D. SCARCELLA	D. SCARCELLA	A. ODASSO	31/07/2023
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

NOME FILE: P0031150-D-5-OM51-OM-REL-01\_00

---

## INDICE

	<b>Pagina</b>
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>2</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>2</b>
<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>3</b>
<b>1   PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2   OGGETTO DEL DOCUMENTO</b>	<b>5</b>
<b>3   DEFINIZIONE DELLE AREE, PROFONDITÀ E VOLUMI DI DRAGAGGIO</b>	<b>6</b>
<b>4   CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO E OPZIONI DI GESTIONE POSSIBILI AI SENSI DEL DM 173/2016</b>	<b>8</b>
4.1   CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI	8
4.2   METODO DI ELABORAZIONE DATI	10
4.3   CALCOLO VOLUMI PER CLASSI DI QUALITÀ	14
4.4   RAPPRESENTAZIONE SPAZIALE DEI DATI DI CARATTERIZZAZIONE	16
<b>5   PIANO DI GESTIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO</b>	<b>25</b>
5.1   SCELTA DELLA METODOLOGIA DI DRAGAGGIO	25
5.1.1   Dragaggio meccanico	25
5.1.2   Dragaggio idraulico (TSHD)	26
5.2   DESTINAZIONI D'USO DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO	28
5.2.1   Ripascimento degli arenili in erosione	29
5.2.2   Conferimento in colmata	29
5.2.3   Immersione in area marina oltre le 3 miglia nautiche	36

## LISTA DELLE TABELLE

	Pag.
Tabella 3.1: Table Example N. 1	7
Tabella 4.1: Tabella riepilogativa delle maglie caratterizzate.	9
Tabella 4.2: Volumi di sedimento per classe/opzione di gestione	15
Tabella 5.1: Destinazioni d'uso dei sedimenti, aree di dragaggio e classi qualitative corrispondenti	28
Tabella 5.2: Lavorazioni previste per ogni area di intervento	35

## LISTA DELLE FIGURE

	Pag.
Figura 3.1: Indicazione delle aree di dragaggio a diversa profondità	6
Figura 4.1: Planimetria delle maglie AU	8
Figura 4.2: Elenco delle Classi di qualità ambientali riscontrate.	11
Figura 4.3: Stralcio della planimetria riportante le classi di sedimento per sezioni di scavo.	12
Figura 4.4: Editing dei vertici della maglia AU	13
Figura 4.5: DEM della maglia in scenario di dragaggio ultimato	13
Figura 4.6: Sezione della maglia in scenario di dragaggio ultimato	14
Figura 4.7: Rappresentazione in sezione delle classi di qualità della Maglia F19	14
Figura 5.1: Schema di una draga a benna	25
Figura 5.2: Schema di una Buckhoe dredger (BHD)	26
Figura 5.3: Tipica draga TSHD (1) Tramoggia, (2) Tubo di suzione, (3) Testa dragante	27
Figura 5.4: Modalità di scarico di una draga TSHD: Dumping (scarico tramite porte di fondo), Pumping ashore (pompaggio tramite tubazione)	28
Figura 5.5: Individuazione delle diverse metodologie di riempimento	30
Figura 5.6: Schema di flusso delle principali lavorazioni per il riempimento dello specchio d'acqua	31
Figura 5.7: Planimetria con le aree di cantiere	31
Figura 5.8: Tramoggia	32
Figura 5.9: Vaglio vibrante a umido	32
Figura 5.10: schema di un idrociclone.	33
Figura 5.11: Filtropressa	33
Figura 5.12: Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca.	34
Figura 5.13: Gestione del materiale di dragaggio nelle aree con riempimento in acqua	34
Figura 5.14: Planimetria delle aree di intervento	36

---

## ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>DM</b>	Decreto Ministeriale
<b>TSHD</b>	Trailer Suction Hopper Dredger

## 1 PREMESSA

Nel contesto del Mediterraneo, dove la storia marittima risale a migliaia di anni fa, le insenature naturali e molti dei siti costieri più idonei per l'insediamento portuale sono stati già sfruttati fin dall'antichità. Ciò significa che ogni progetto per un nuovo porto deve affrontare la sfida di fornire un accesso adeguato, spesso richiedendo dragaggi per creare canali di navigazione e permettere l'accesso sicuro alle imbarcazioni.

Il progetto del Porto Turistico-crociéristico di Fiumicino Isola Sacra, nel considerare quindi i requisiti di accessibilità delle imbarcazioni e di conseguenza include un importante intervento di dragaggio e relativa gestione dei sedimenti.

La gestione dei sedimenti di dragaggio è un processo complesso che richiede un'attenta valutazione delle dinamiche ambientali e un approccio olistico. Ogni progetto di movimentazione dei sedimenti non può essere considerato isolato, ma deve essere compreso nel contesto più ampio del sistema in cui si inserisce. Al centro di questa visione integrata si trova il principio fondamentale del considerare il sedimento come una preziosa risorsa, considerando attentamente come e dove è possibile utilizzare questo sedimento in modo benefico.

Il presente documento si basa sui risultati di tutte le attività propedeutiche e di progettazione che sono state eseguite nell'ambito del presente progetto e definisce una strategia e una progettazione preliminare di tutti gli interventi connessi alla gestione dei sedimenti di dragaggio.

In particolare:

- ✓ La progettazione dell'intervento di dragaggio ha tenuto conto delle esigenze di accessibilità e navigazione delle imbarcazioni così come definite a seguito dei risultati delle simulazioni di manovra (real time) che sono state eseguite dal personale specializzato RINA (si faccia riferimento al documento P0031150-D-0-OM00-RS-REL-06\_00 Navigation Simulation Study). Sulla base di tale quadro esigenziale, sono state identificate le aree, le profondità e quindi i volumi di dragaggio necessari al progetto.
- ✓ L'area di dragaggio è stata oggetto di caratterizzazione ambientale secondo quanto previsto dal DM 173/2016, attraverso un attento studio dell'area e delle matrici ambientali rilevanti, la predisposizione di un piano di caratterizzazione ai sensi del DM 173/2016 e l'esecuzione dello stesso tramite le necessarie indagini di campo (si faccia riferimento agli Elaborati Ambiente e Paesaggio, in particolare P0031150-D-0-MP00-AM-REL-16\_00 - Rapporto finale - indagini ambientali ai sensi del D.M. 173/20169).
- ✓ sull'area di dragaggio sono stati inoltre eseguiti dedicati studi specialistici di modellazione, in particolare:
  - P0031150-D-0-OM00-RS-REL-03\_00 - Studio modellistico preliminare di dispersione dei sedimenti a seguito delle attività di dragaggio: atto a quantificare l'impatto causato dalla torbidità indotta dalle attività di dragaggio (che verranno comunque monitorate come previsto ai sensi di legge).
  - P0031150-D-0-OM00-RS-REL-05\_00 - Studio idro-morfodinamico: atto a studiare la morfodinamica del paraggio e a quantificare la sedimentazione portuale e quindi le future necessità di dragaggio manutentivo.

---

## 2 OGGETTO DEL DOCUMENTO

Sulla base delle informazioni incluse in premessa, è stato definito il progetto di dragaggio presentato nel presente documento, che è stato elaborato prevedendo il seguente percorso logico, secondo il quale in documento è strutturato di conseguenza:

- ✓ Definizione delle aree e delle profondità di dragaggio;
- ✓ Caratterizzazione dei sedimenti da dragare ai fini delle opzioni di gestione possibili ai sensi del DM 173/2016;
- ✓ Definizione delle opzioni di gestione del materiale di dragaggio in funzione dei requisiti ambientali, della predisposizione delle opere di compensazione e delle esigenze di progetto in termini di bilancio dei materiali;
- ✓ Progettazione preliminare dell'intervento di dragaggio considerando le diverse opzioni di gestione (ovvero di destinazione dei sedimenti), in particolare:
  1. Ripascimento degli arenili;
  2. Conferimento in cassa di colmata nell'ambito di progetto;
  3. Immersione in sito offshore oltre le 3 miglia nautiche.

### 3 DEFINIZIONE DELLE AREE, PROFONDITÀ E VOLUMI DI DRAGAGGIO

La scelta della giusta profondità di dragaggio è di fondamentale importanza nella progettazione portuale al fine di assicurare il pescaggio adeguato delle diverse imbarcazioni che utilizzeranno il porto. Il pescaggio, o pescaggio massimo, rappresenta la profondità massima dell'acqua in cui un'imbarcazione può navigare in modo sicuro senza incagliarsi o subire danni.

La determinazione della profondità di dragaggio è stata basata sull'analisi accurata delle caratteristiche delle imbarcazioni previste per operare nel porto. Ogni tipo di imbarcazione ha un pescaggio specifico, che dipende dalle sue dimensioni, dal tipo di scafo, dal carico trasportato e da altri fattori. Sono state considerate tutte queste variabili per garantire che il porto abbia una profondità sufficiente per consentire il transito sicuro di diverse imbarcazioni (per maggiori dettagli consultare l'elaborato P0031150-D-0-OM32-OM-DRW-01\_00 - Piano degli ormeggi).

Le profondità di dragaggio per le diverse aree del porto sono state scelte attraverso un compromesso tra l'entità dell'iniziale dragaggio necessario per l'operatività del porto (capital dredging) e la pianificazione di una strategia di manutenzione periodica, essenziale per garantire che il porto rimanga adeguatamente accessibile nel corso del tempo. Questo processo, che contribuisce a garantire la sicurezza delle navigazioni, a facilitare le operazioni portuali e a promuovere l'efficienza del sistema portuale nel suo complesso, si è tradotto nell'analizzare i tassi di sedimentazione attesi nelle differenti aree del porto (si veda l'elaborato P0031150-D-0-OM00-RS-REL-05\_00 - Studio idro-morfodinamico).

Le profondità di progetto sono le seguenti (Figura 3.1):

- ✓ Yacht Marina : -4.5m
- ✓ Superyacht e Cruise Marina: -11.5
- ✓ Canale d'accesso: -12m

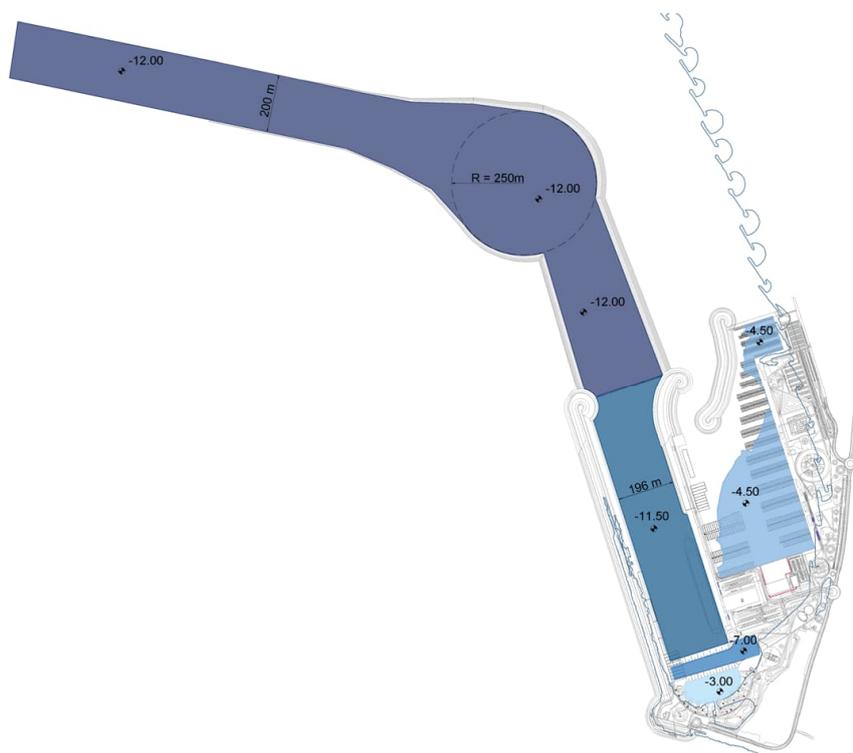


Figura 3.1: Indicazione delle aree di dragaggio a diversa profondità

Tali aree e profondità corrispondono a un volume complessivo di **3.160.702 m<sup>3</sup>**, così distribuiti:

**Tabella 3.1: Table Example N. 1**

Zona	Profondità (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Yacht Marina	4,5	130.800	122.866
Terminal superyacht e crociere	11,5	194.300	1.075.530
Canale di accesso	12	664.000	1.962.305
<b>TOTALE</b>			<b>3.160.702</b>

## 4 CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO E OPZIONI DI GESTIONE POSSIBILI AI SENSI DEL DM 173/2016

Il presente Capitolo include le elaborazioni finali derivanti dal calcolo della distribuzione spaziale dei volumi di sedimento corrispondenti alle differenti classi qualitative previste ai sensi del DM 173/2016, e include altresì la rappresentazione grafica della distribuzione spaziale delle diverse classi riscontrate.

### 4.1 CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

A seguito della campagna condotta tra il 18 ed il 21 aprile 2023, ognuna di queste aree è stata sottoposta a caratterizzazione dei sedimenti, ai sensi del DM 173/2016, attraverso la realizzazione di carotaggi profondi e superficiali, secondo uno schema di suddivisione delle aree per maglie unitarie aventi dimensioni di 200 x 200 m (di seguito denominate AU – Aree Unitarie).

In accordo con quanto previsto dal Piano di Caratterizzazione, nel complesso sono state identificate 31 postazioni di campionamento disposte secondo lo schema riportato in basso.

Tra le maglie identificate sono inoltre comprese le maglie corrispondenti alle stazioni caratterizzate durante la campagna del 2022 (stazioni codificate con la sigla F), per le quali non è stato previsto un nuovo campionamento.

Come si può notare nella figura seguente, alcune stazioni ricadono al di fuori del perimetro di dragaggio, dal momento che sono state predisposte, successivamente all'esecuzione delle simulazioni di navigazione, delle ottimizzazioni progettuali al fine di limitare il volume di dragaggio, avvenute successivamente alla campagna di caratterizzazione.

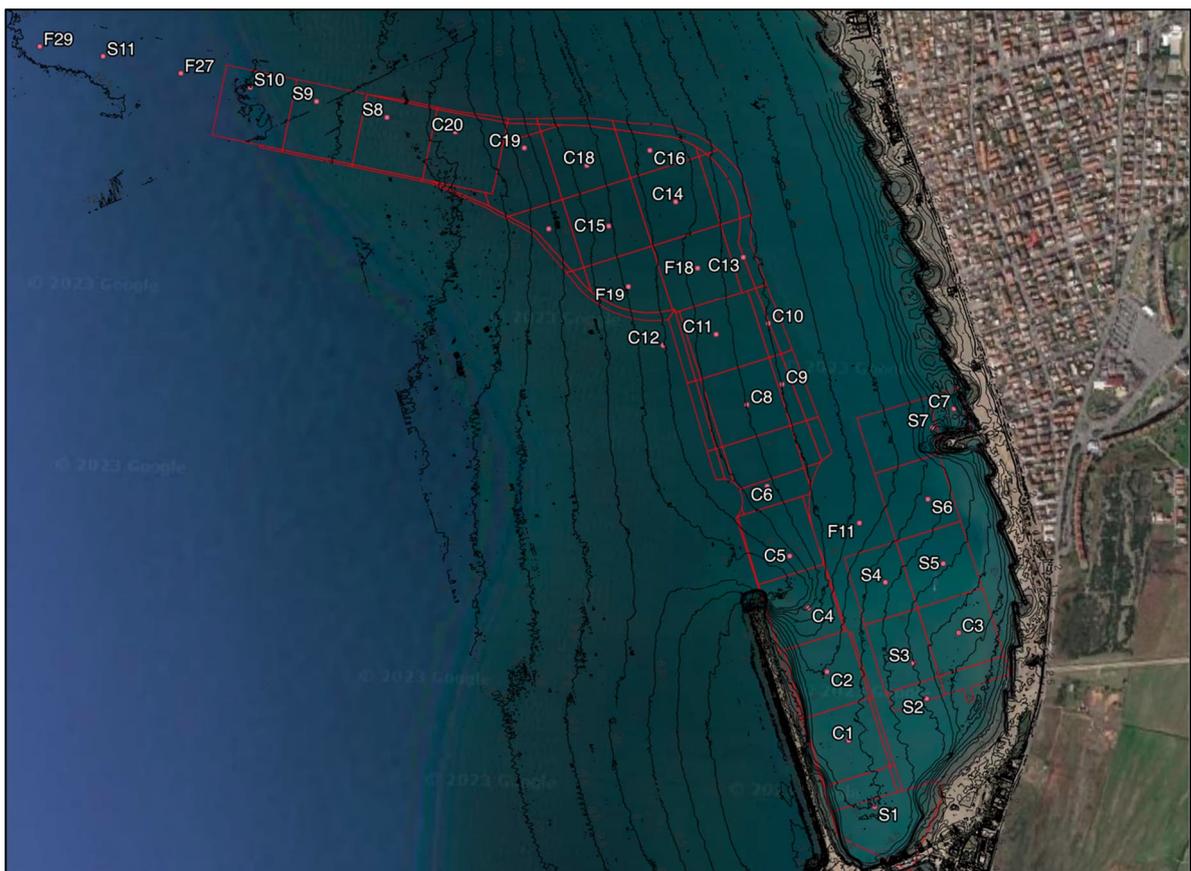


Figura 4.1: Planimetria delle maglie AU

Tabella 4.1: Tabella riepilogativa delle maglie caratterizzate.

Punto di campionamento	Fondale medio	Quota dragaggio	Lunghezza carota	Campioni prelevati
S1	-4.8	-4.5	0.7	2
S2	-4	-4.5	2.5	3
S3	-4.2	-4.5	2.5	3
S4	-5	-4.5	1.0	2
S5	-4.1	-4.5	4.8	3
S6	-5	-4.5	0.5	1
S7	-5.1	-4.5	1.0	2
S8	-11.2	-12.0	3.4	3
S9	-11.7	-12.0	4.0	2
S10	-12	-12.0	0.5	1
S11	-12.4	-12.0	0.5	1
C1	-5	-11.5	5.4	5
C2	-5.1	-11.5	5.1	5
C3	-3.2	-4.5	2.3	4
C4	-6.8	-11.5	4.5	5
C5	-7.5	-12.0	5.4	5
C6	-7.1	-12.0	5.4	5
C7	-3	-4.5	2.9	4
C8	-7	-12.0	5.5	5
C9	-6.5	-12.0	5.7	5
C10	-6.5	-12.0	5.3	5
C11	-7.2	-12.0	5.7	5
C12	-8	-12.0	4.7	5
C13	-6.7	-12.0	5.25	5
C14	-7.7	-12.0	5.2	5
C15	-8.6	-12.0	5.6	4

Punto di campionamento	Fondale medio	Quota dragaggio	Lunghezza carota	Campioni prelevati
C16	-7.8	-12.0	4.7	5
C17	-9.6	-12.0	5.3	4
C18	-8.7	-12.0	5.2	4
C19	-9.7	-12.0	4.3	4
C20	-10.7	-12.0	2.3	3

## 4.2 METODO DI ELABORAZIONE DATI

Per il calcolo dei volumi sono stati utilizzati i software QGIS e Global Mapper utili per la gestione e l'elaborazione di tutti i dati a disposizione che consistono in:

- ✓ DEM (con dimensioni delle celle di 50 cm) dell'intera porzione di fondale interessata dagli scavi,
- ✓ Shapefile contenente il perimetro delle aree di dragaggio,
- ✓ Shapefile contenente le AU di caratterizzazione,
- ✓ Shapefile contenente l'ubicazione dei punti di carotaggio con relativa denominazione,
- ✓ Shapefile contenente le isobate aventi equidistanza a 50 cm,
- ✓ Foglio di calcolo contenente tutti i risultati delle analisi fisiche, chimiche, ecotossicologiche e la classificazione dei sedimenti suddivisi per livelli di campionamento.

A seguito l'interpretazione dei risultati analitici è stato possibile attribuire ad ogni maglia caratterizzata le relative classi di qualità suddivise per spessori, secondo quanto riportato nell' AT del DM 173/2016 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini".

Le carote, in funzione della loro lunghezza, sono state campionate nei livelli 0-50, 50-100, 100-200, 200-400 e 400-600 cm, attribuendo quindi, in fase di calcolo dei volumi, rispettivamente uno spessore di sedimento pari a 50 cm per i primi due livelli, di 1,0 m per il terzo livello e di 2,0 m per i livelli più profondi al fine di avere una rappresentazione verticale delle classi di qualità per ogni maglia.

Questa prima fase ha quindi consentito di attribuire ai livelli sopra citati la relativa classe di qualità riconosciuta dal DM 173/2016.

Inoltre, considerando l'importanza che riveste la percentuale di sedimento fine per determinare le opzioni di gestioni ottimali, è stata eseguita un'ulteriore suddivisione all'interno di tutti i campioni in base alla percentuale di pelite in essi contenuta in:

- ✓ **Sedimenti di Classe A:**
  - con percentuale di frazione pelitica <10%;
  - con percentuale di frazione pelitica compresa tra il 10% ed il 35%;
  - con percentuale di frazione pelitica compresa tra il 35% ed il 50%;
  - con percentuale di frazione pelitica >50% (da gestire secondo le opzioni previste per i sedimenti di Classe B);
- ✓ **Sedimenti di Classe B e C;**
  - con percentuale di frazione pelitica <35%;
  - con percentuale di frazione pelitica compresa tra il 35% ed il 50%;
  - con percentuale di frazione pelitica > 50%.

Un'ulteriore suddivisione è stata effettuata tra tutti i campioni ricadenti in Classe D, ricercando al loro interno tutti quei campioni con Ecotossicità BASSA/ASSENTE e pertanto gestibili secondo le opzioni previste per i sedimenti di Classe C. Tali classi sono state riscontrate esclusivamente in 3 orizzonti:

- ✓ C9 0-50

- ✓ C13 0-50
- ✓ S2 0-50

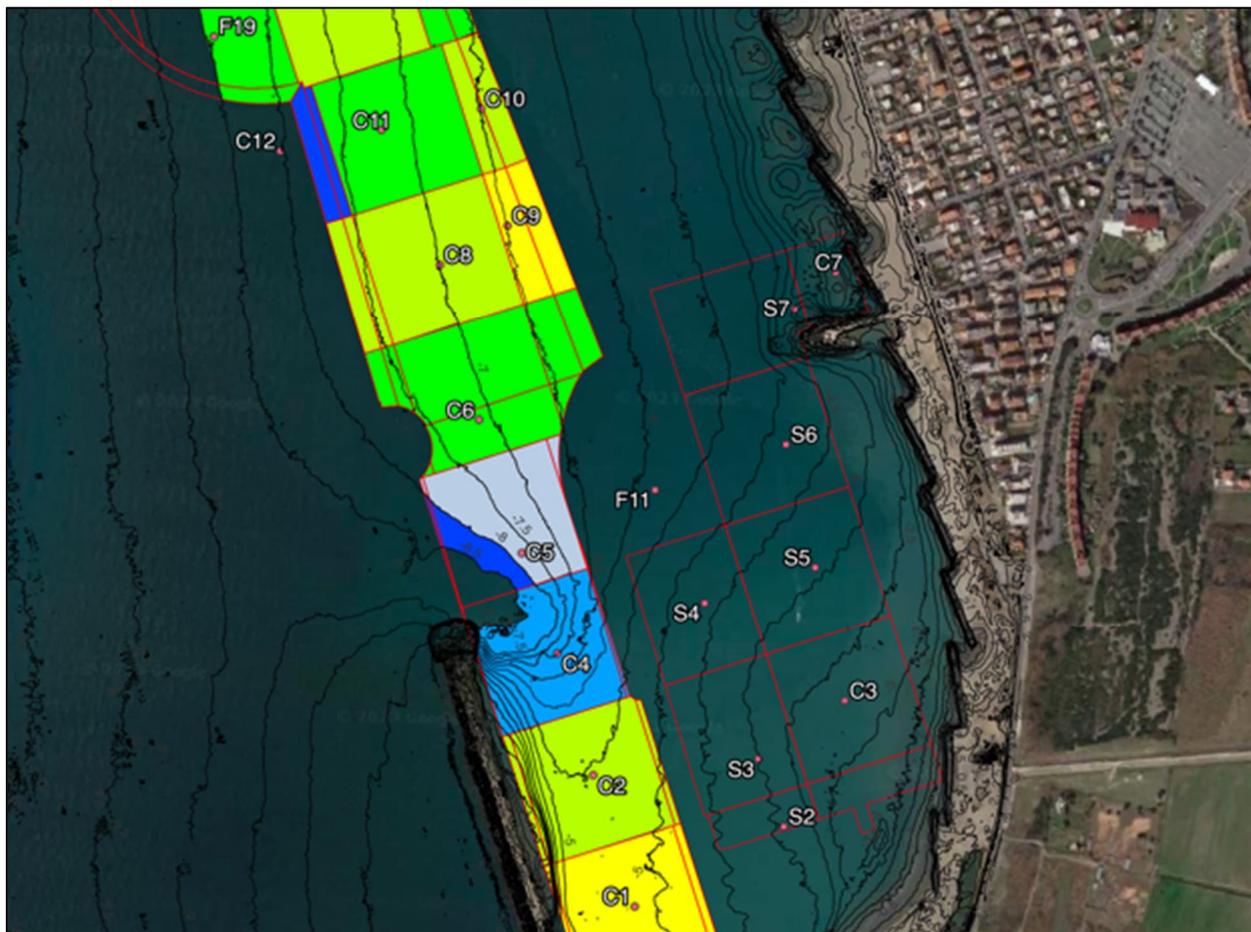
Di seguito l'elenco delle colorazioni attribuite ad ognuna delle classi appena elencate:

CLASSE DEI SEDIMENTI	
A con pelite <10%	A<10%
A con pelite 10-35%	10%<A<35%
A con pelite 35-50%	35%<A<50%
A con pelite >50% (gestire come Classe B)	A>50%
B con pelite <35%	B<35%
B con pelite 35-50%	35%<B<50%
B con pelite >50%	B>50%
C con pelite <35%	C<35%
C con pelite 35-50%	35%<C<50%
C con pelite >50%	C>50%

**Figura 4.2: Elenco delle Classi di qualità ambientali riscontrate.**

La successiva fase di elaborazione dati ha visto l'utilizzo del software QGIS, nella sua versione 3.28 Firenze, al fine di:

- ✓ ottenere la corretta georeferenziazione dei dati forniti dal cliente in un unico sistema di riferimento di coordinate (EPSG:32633),
- ✓ sovrapporre il modello morfobatimetrico con gli shapefile riportanti le maglie di campionamento, l'ubicazione dei punti di carotaggio ed il perimetro dell'area di dragaggio,
- ✓ ritagliare le maglie in base alle rispettive aree di dragaggio comprendendo al loro interno le isobate,
- ✓ ritagliare ogni singola maglia in modo da poter effettuare il calcolo volumi su ognuna di essa tramite il software Global Mapper (come spiegato in seguito),
- ✓ rappresentare graficamente le sezioni di scavo, con intervalli di 0,5 m, in base ai risultati della caratterizzazione e dell'interpretazione dei dati sopraccitata.



**Figura 4.3: Stralcio della planimetria riportante le classi di sedimento per sezioni di scavo.**

A partire dagli shapefile delle singole maglie così ottenute per ognuna di esse, attraverso l'uso del software Global Mapper, è stato creato il rispettivo DEM tramite un processo di editing dei singoli vertici costituenti lo shapefile stesso. Infatti, prendendo ad esempio la maglia F19, è stato attribuito un valore di quota Z pari alla profondità di fondo scavo (in questo caso -12,0 m) sia ai vertici ricadenti al piede della scarpata sia ai vertici della AU, ed un valore di quota Z pari alla profondità dell'attuale fondale a tutti i vertici ricadenti sul ciglio della scarpata.

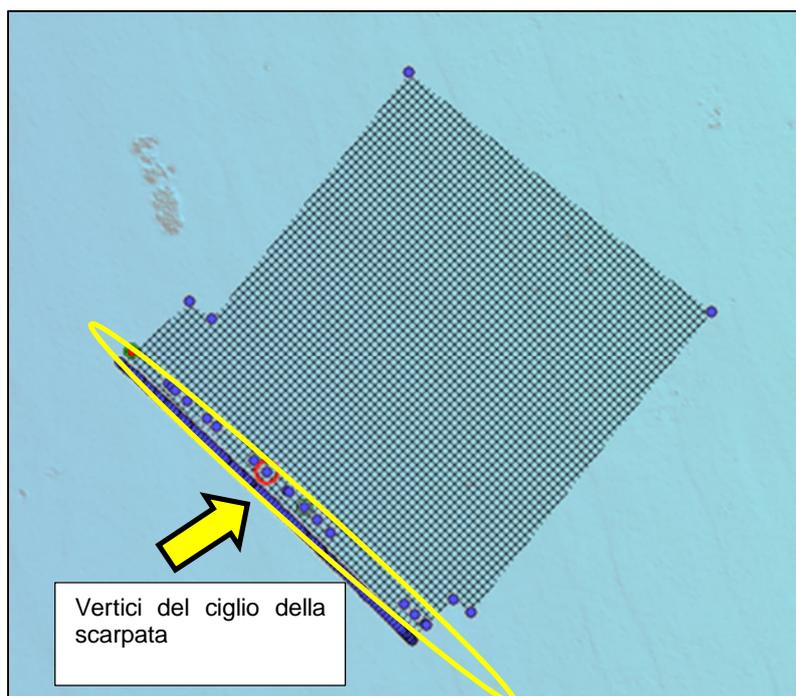


Figura 4.4: Editing dei vertici della maglia AU

A seguito di questa operazione è stato successivamente creato, per interpolazione, un DEM della maglia a seguito del “dragaggio” così come raffigurato di seguito in cui sono considerati profondità finale di dragaggio, angolo di riposo della scarpata (come in questo caso) o eventuale angolo retto nel caso di scavo con palancole.

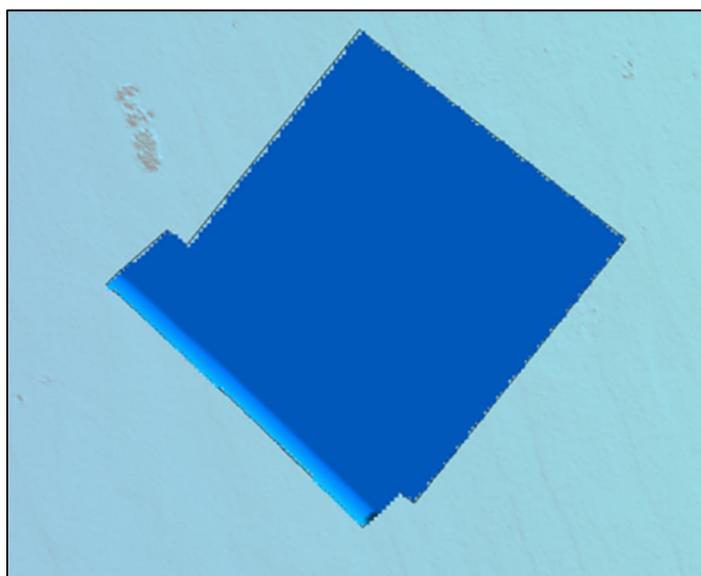


Figura 4.5: DEM della maglia in scenario di dragaggio ultimato

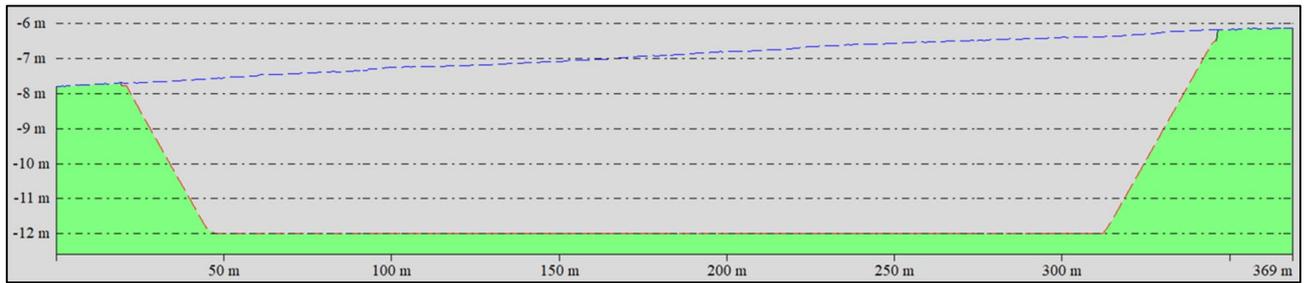


Figura 4.6: Sezione della maglia in scenario di dragaggio ultimato

Per ciascuna maglia sono stati creati piani di taglio orizzontali aventi la stessa superficie della maglia di riferimento, ciascuno con quota pari a quella delle suddivisioni verticali per classe di qualità.

Proseguendo con l'esempio della maglia F19 sono state quindi impostate le quote Z dei piani di taglio a -9,0, -9,5 e -12,0 rispettivamente per ottenere il volume dei sedimenti in Classe A, Classe B e Classe A con pelite >10%.

Nel caso in cui tali piani intersechino la batimetria il software considera l'effettiva conformazione irregolare del fondale per mezzo di calcolo degli elementi finiti.

Profondità	A<10%	10%<A<35%	35%<A<50%	A>50%	B<35%	35%<B<50%	B>50%	C<35%	35%<C<50%	C>50%
-9,0	17886					18413				
-9,5										
-10,0										
-10,5										
-11,0		87922								
-11,5										
-12,0										

Figura 4.7: Rappresentazione in sezione delle classi di qualità della Maglia F19

Infine tramite il comando "Measure volume between surfaces..." è stato calcolato il volume delle singole sezioni di scavo.

### 4.3 CALCOLO VOLUMI PER CLASSI DI QUALITA'

A seguito delle operazioni descritte è stata quindi ottenuta la stima dei volumi effettivi di sedimenti di dragaggio suddivisi per classi di sedimenti.

In base all'appartenenza ad una determinata Classe di qualità, ognuno di questi volumi dovrà essere gestito separatamente in accordo con le opzioni di gestione previste al punto 2.8 dell'AT al DM 173/2016.

Di seguito viene riportata la tabella riepilogativa dei volumi stimati suddivisi, oltre che per Classe di qualità, in base alla relativa area di dragaggio.

PIANO PRELIMINARE DI DRAGAGGIO E GESTIONE DEI SEDIMENTI

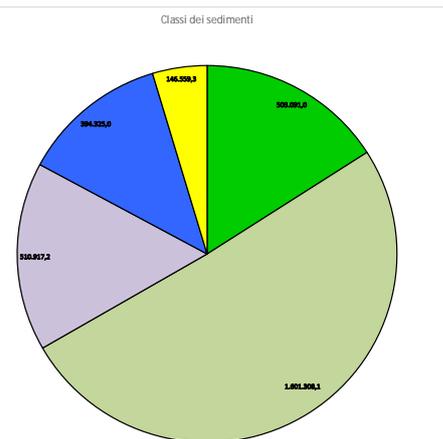
Tabella 4.2: Volumi di sedimento per classe/opzione di gestione

Area -4,5 m	A<10%	10%<A<35%	35%<A<50%	A>50%	B<35%	35%<B<50%	B>50%	C<35%	35%<C<50%	C>50%	TOTALE (mc)
	93.399,00				25.729,00			3.738,00			122.866,0
	0,00	91.804,00	1.595,00	0,00	0,00	25.729,00	0,00	0,00	3.738,00	0,00	
	0,0%	74,7%	1,3%	0,0%	0,0%	20,9%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	

Area -11,5 m	A<10%	10%<A<35%	35%<A<50%	A>50%	B<35%	35%<B<50%	B>50%	C<35%	35%<C<50%	C>50%	TOTALE (mc)
	759.378,40				214.304,00			97.347,00			1.071.029,4
	33.704,00	481.818,40	37.992,00	205.864,00	16.742,00	33.462,00	164.100,00	83.612,00	0,00	13.735,00	
	3,1%	45,0%	3,5%	19,2%	1,6%	3,1%	15,3%	7,8%	0,0%	1,3%	

Area -12,0 m	A<10%	10%<A<35%	35%<A<50%	A>50%	B<35%	35%<B<50%	B>50%	C<35%	35%<C<50%	C>50%	TOTALE (mc)
	1.762.538,90				154.292,00			45.474,30			1.962.305,2
	469.387,00	856.935,70	131.163,00	305.053,20	136.405,00	0,00	17.887,00	23.708,00	5.514,00	16.252,30	
	23,9%	43,7%	6,7%	15,5%	7,0%	0,0%	0,9%	1,2%	0,3%	0,8%	

CLASSE/OPZIONE DI GESTIONE	VOLUME TOTALE		
<b>A</b>	<b>2.615.316,3</b>	<b>mc</b>	<b>82,9%</b>
° Ripasamento della spiaggia emersa	503.091,0	mc	19,2%
° Ripasamento della spiaggia sommersa			
° Immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 Nm)			
° Immersione in ambiente conterminato marino-costiero			
° Ripasamento della spiaggia sommersa	1.601.308,1	mc	61,2%
° Immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 Nm)			
° Immersione in ambiente conterminato marino-costiero			
° Immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 Nm) con monitoraggio ambientale			
° Immersione in ambiente conterminato in ambito portuale, incluso capping , con monitoraggio ambientale	510.917,2	mc	19,5%
<b>B</b>	394.325,0	mc	12,5%
° Immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 Nm) con monitoraggio ambientale			
° Immersione in ambiente conterminato in ambito portuale, incluso capping , con monitoraggio ambientale	146.559,3	mc	4,6%
° Immersione in ambiente conterminato in ambito portuale, incluso capping all'interno di aree portuali, con idonee misure di monitoraggio ambientale			
<b>SOMMANO</b>	<b>3.156.200,6</b>	<b>mc</b>	



---

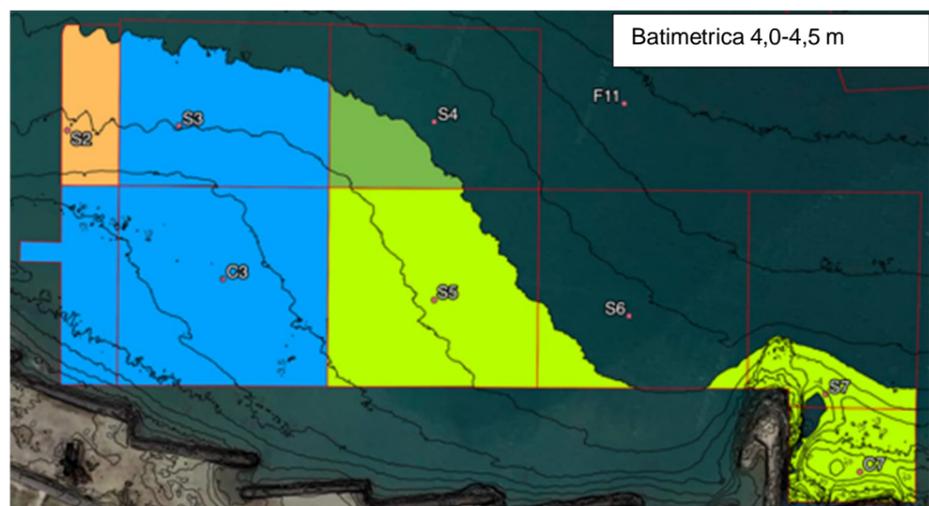
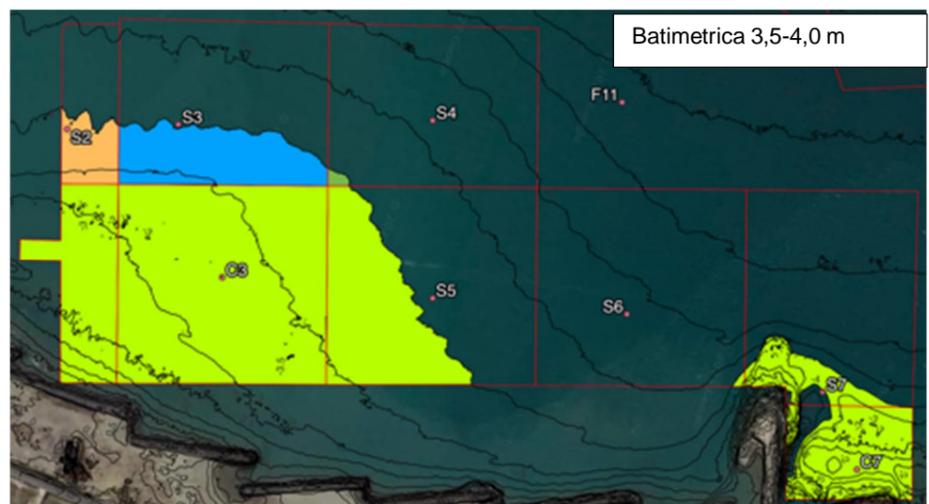
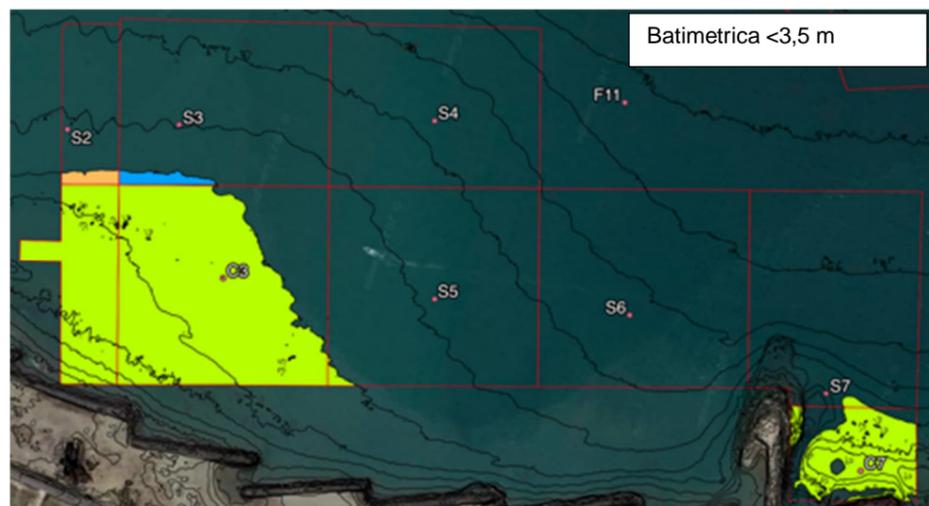
#### 4.4 RAPPRESENTAZIONE SPAZIALE DEI DATI DI CARATTERIZZAZIONE

Gli stessi dati di qualità ambientale dei sedimenti sono stati ulteriormente elaborati al fine di ottenere una rappresentazione di:

- ✓ la variazione verticale delle classi di qualità tramite planimetrie con piani di taglio aventi incrementi di profondità ogni 50 cm;
- ✓ sezioni longitudinali delle classi di qualità dei sedimenti, secondo i criteri adottati al Capitolo 2.2 dell'AT al DM 173/2016

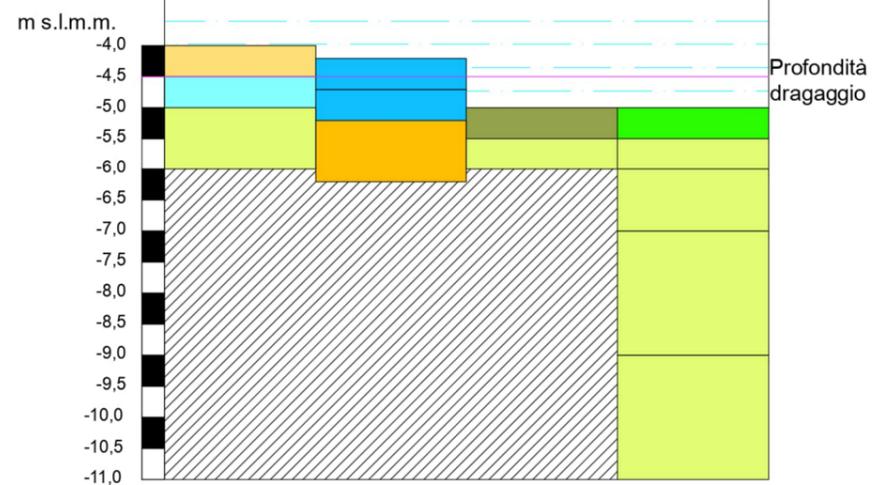
Le sezioni realizzate sono state raggruppate sia in base all'allineamento delle Aree Unitarie che in base all'appartenenza ad una determinata area con differente profondità di dragaggio.

RAPPRESENTAZIONE DELLE CLASSI DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI RICADENTI NELL'AREA DI DRAGAGGIO -4,5 m

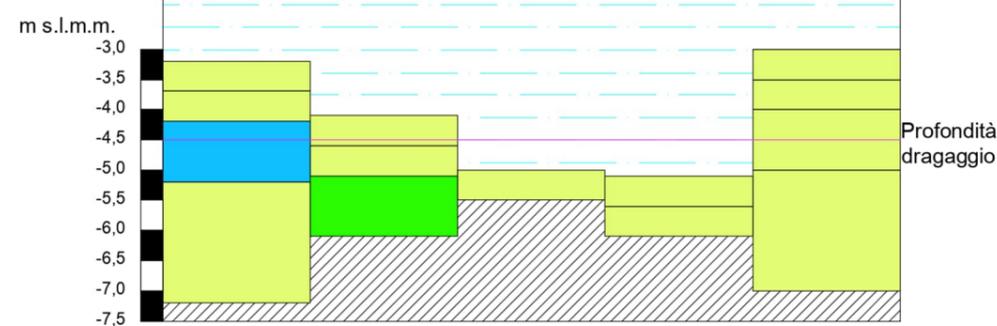


CLASSE DEI SEDIMENTI	
A con pelite <10%	A<10%
A con pelite 10-35%	10%<A<35%
A con pelite 35-50%	35%<A<50%
A con pelite >50% (gestire come Classe B)	A>50%
B con pelite <35%	B<35%
B con pelite 35-50%	35%<B<50%
B con pelite >50%	B>50%
C con pelite <35%	C<35%
C con pelite 35-50%	35%<C<50%
C con pelite >50%	C>50%

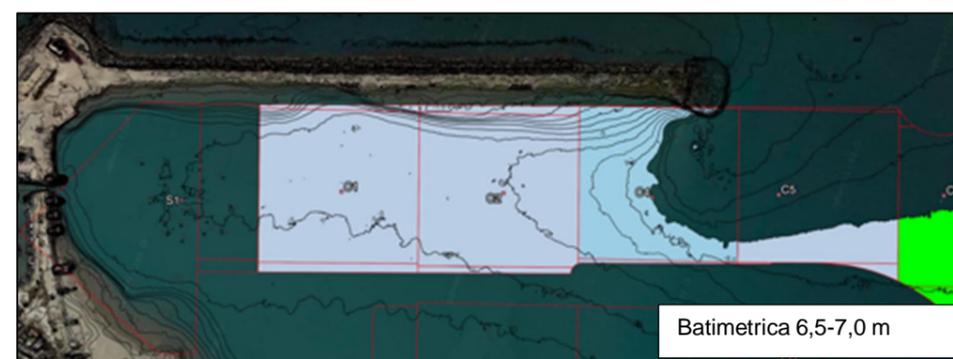
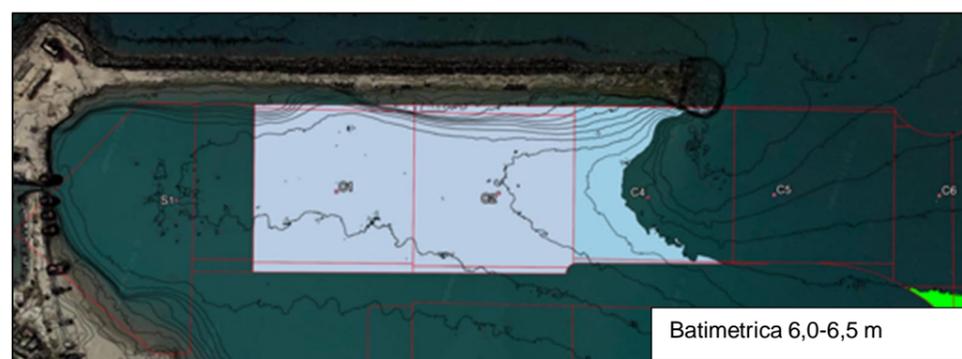
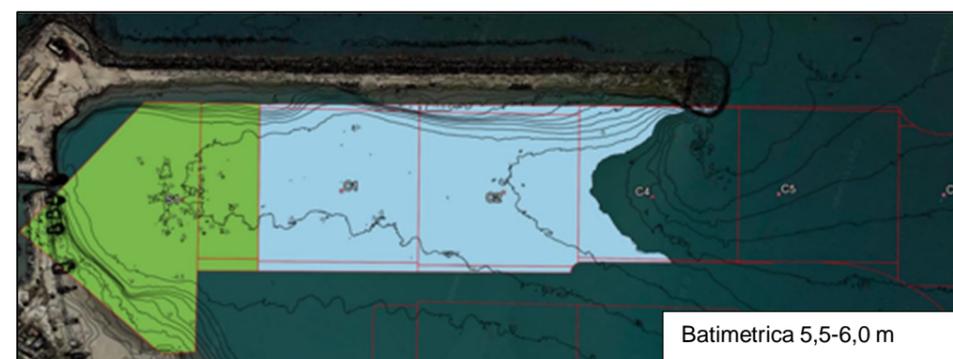
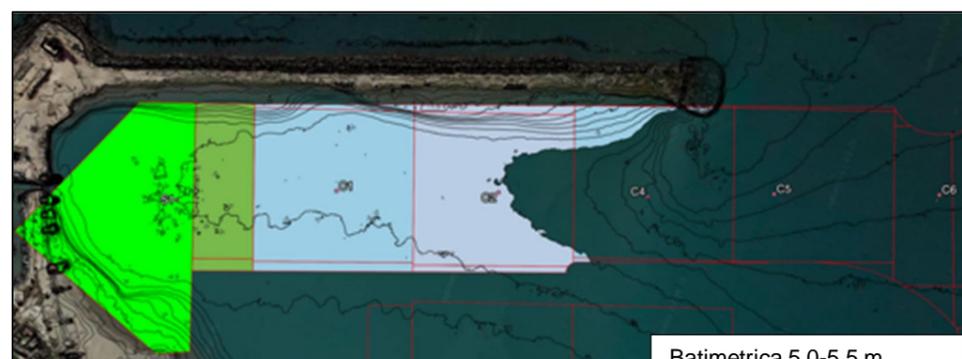
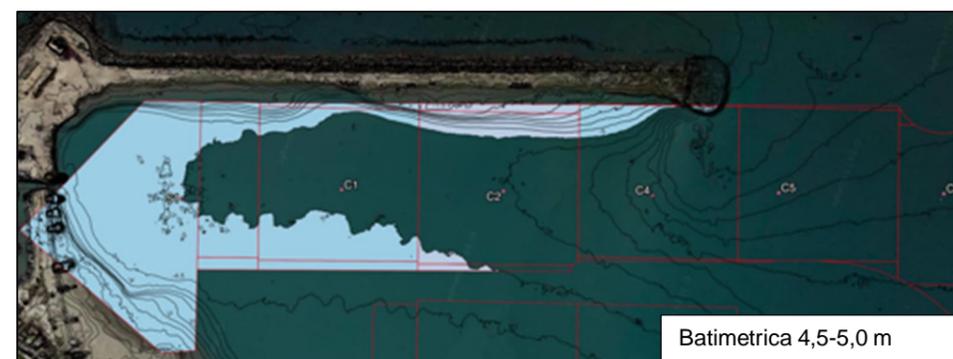
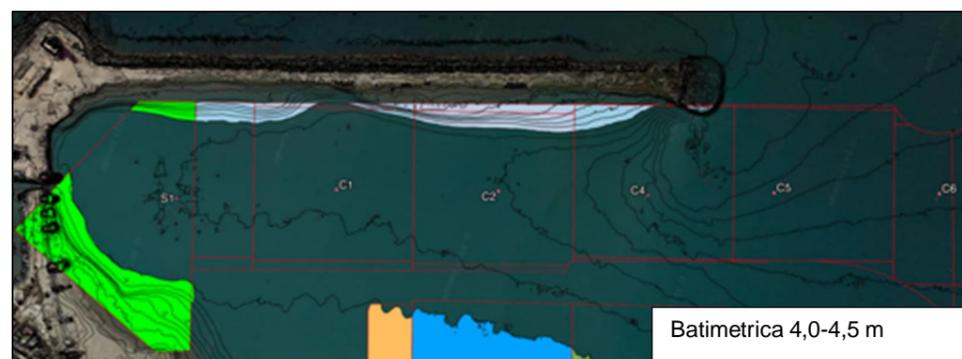
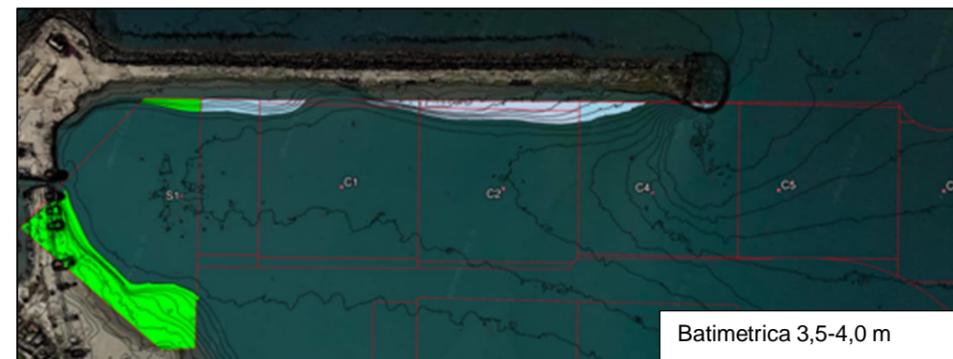
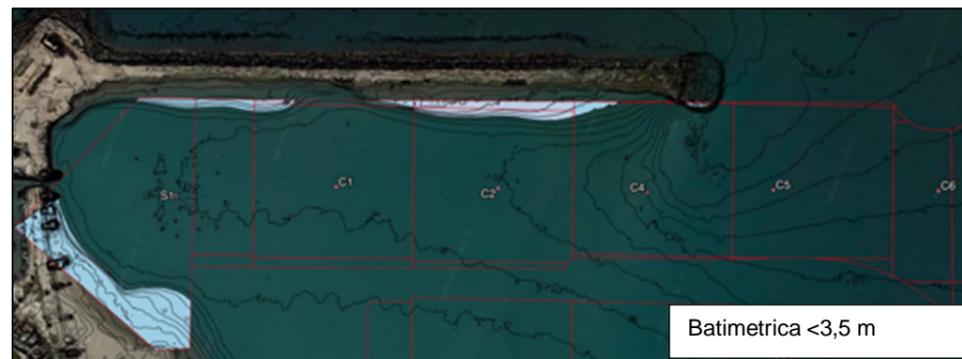
Sigla stazione	S2	S3	S4	F11
Profondità media (m)	-4,0	-4,2	-5,0	-5,0

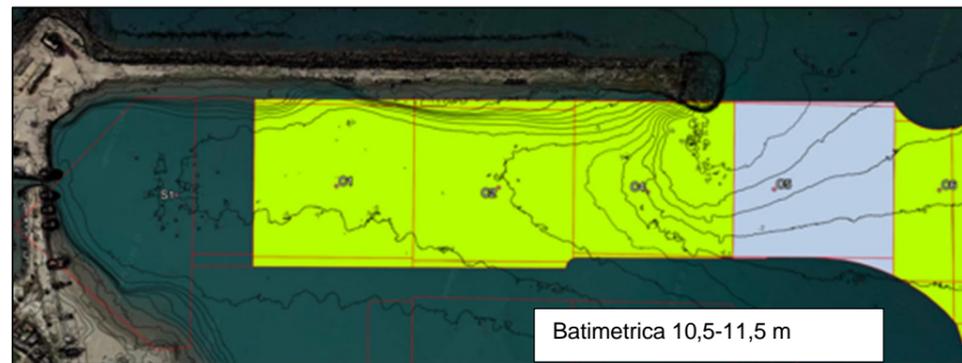
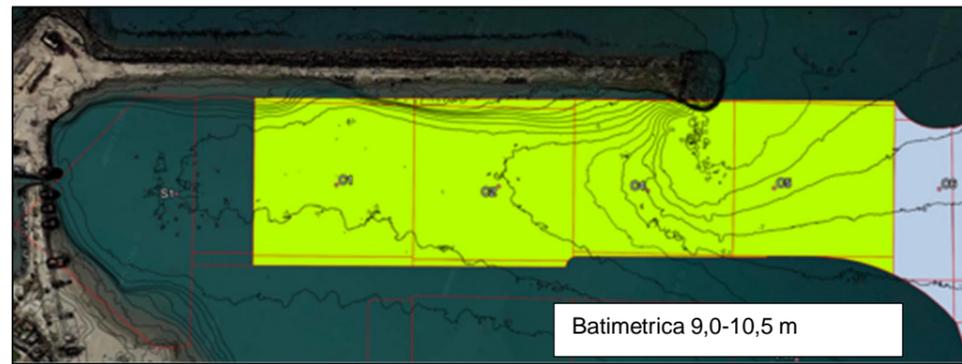
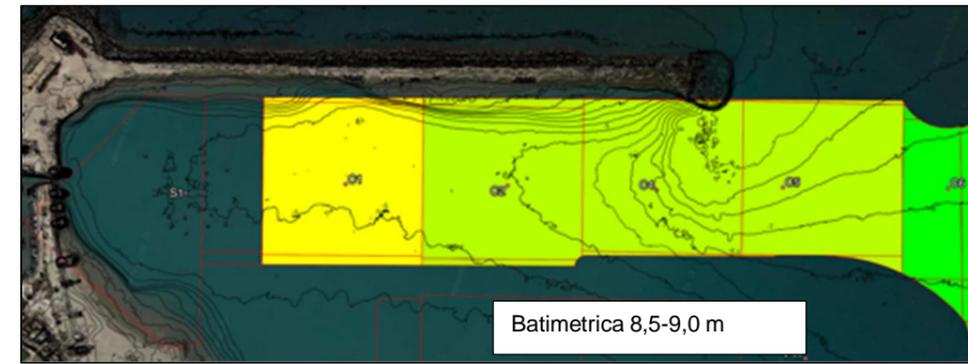
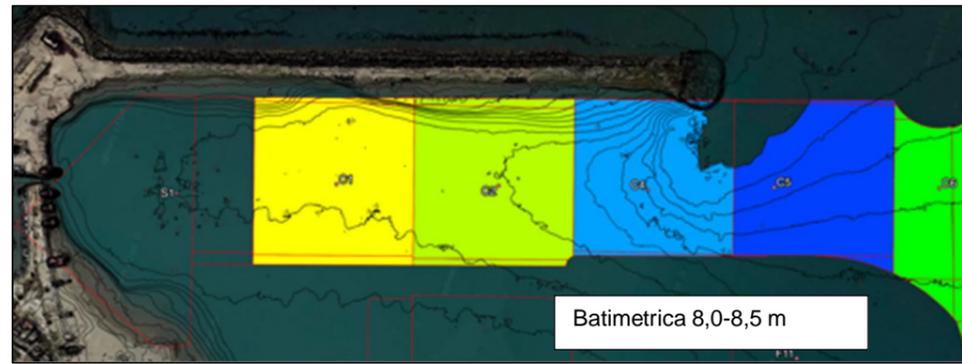
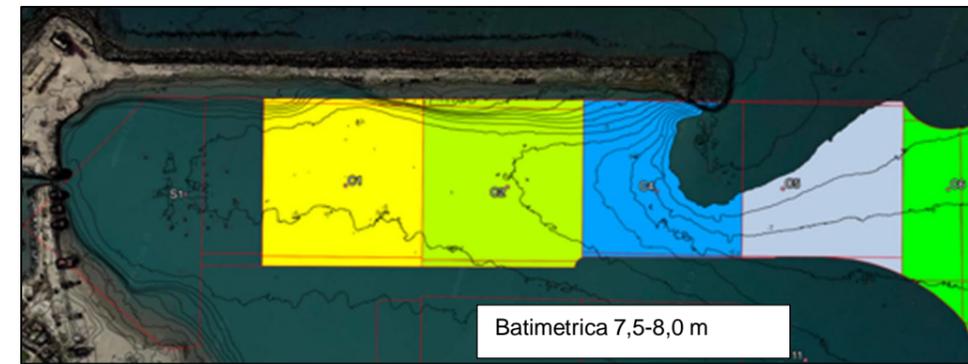
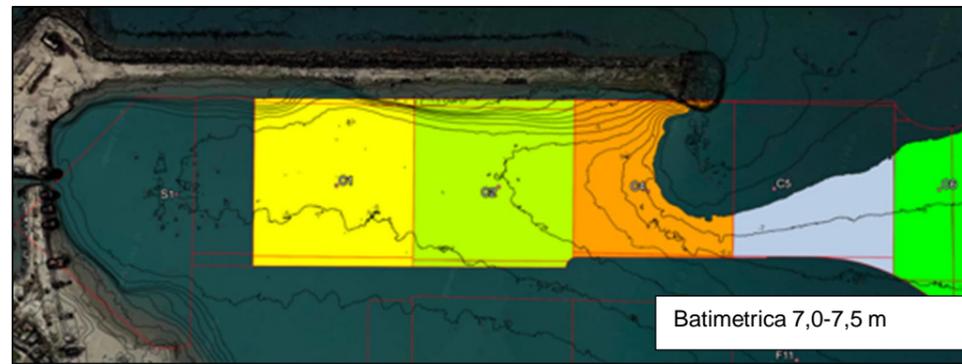


Sigla stazione	C3	S5	S6	S7	C7
Profondità media (m)	-3,2	-4,1	-5,0	-5,1	-3,0

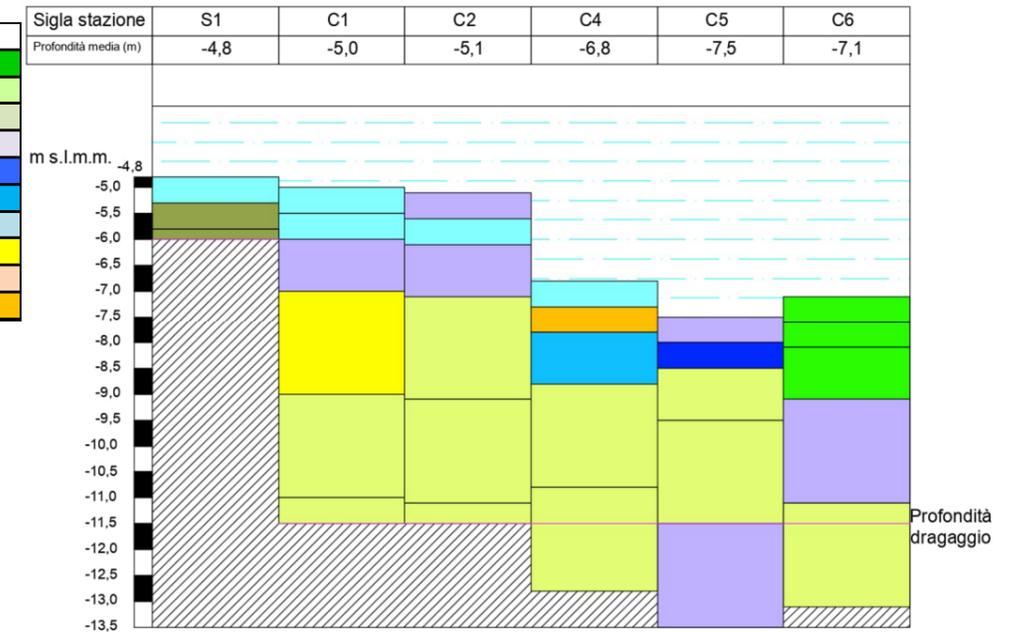


RAPPRESENTAZIONE DELLE CLASSI DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI RICADENTI NELL'AREA DI DRAGAGGIO -11,5 m

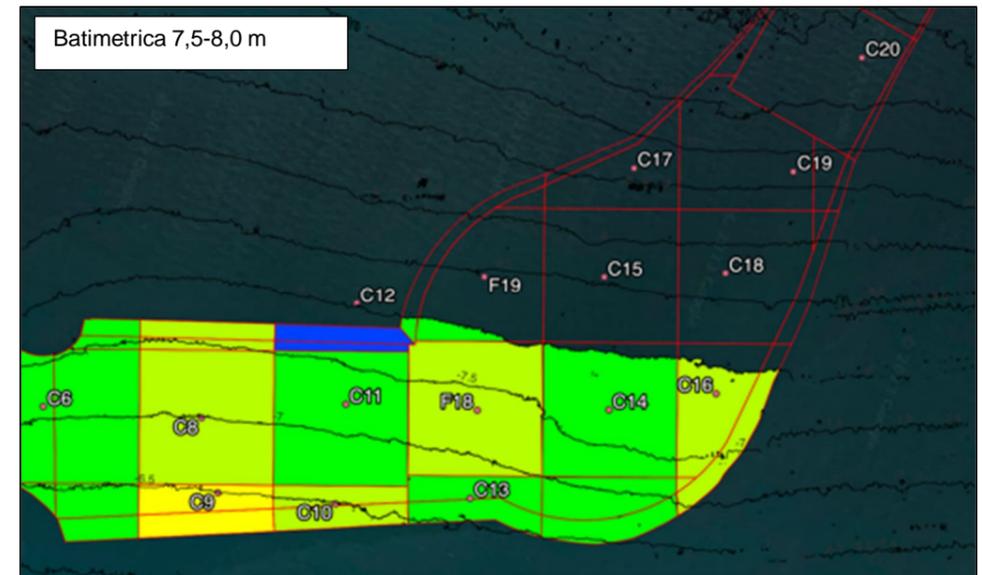
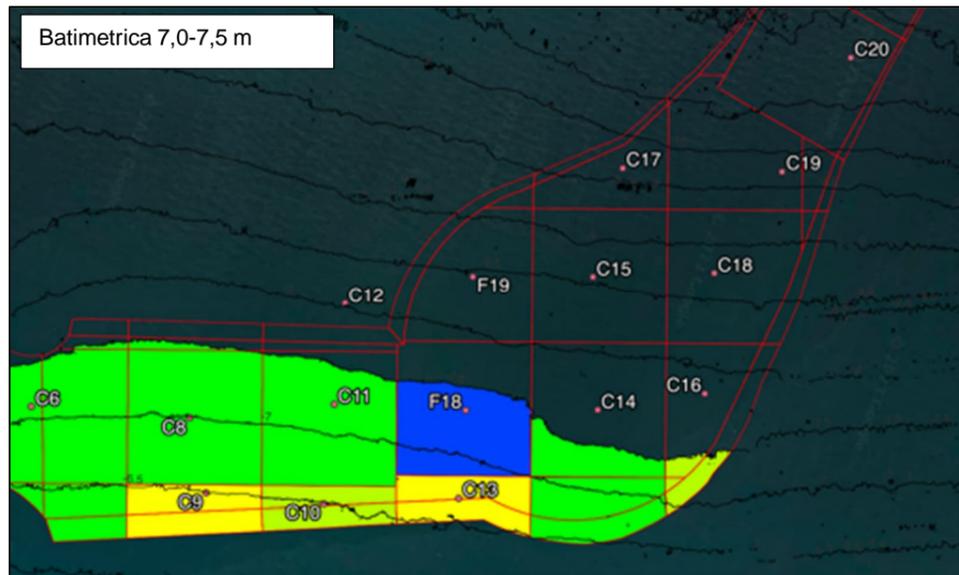
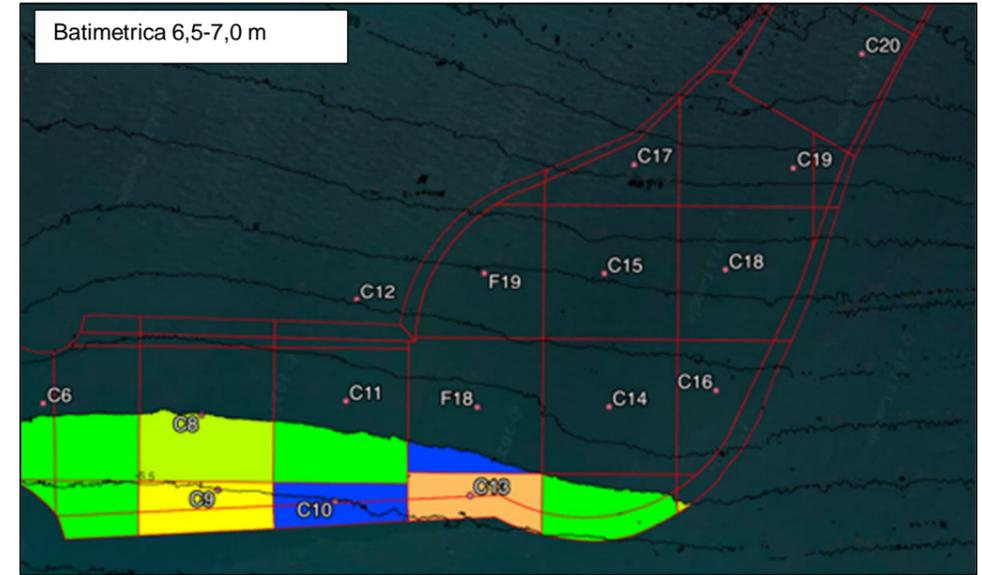
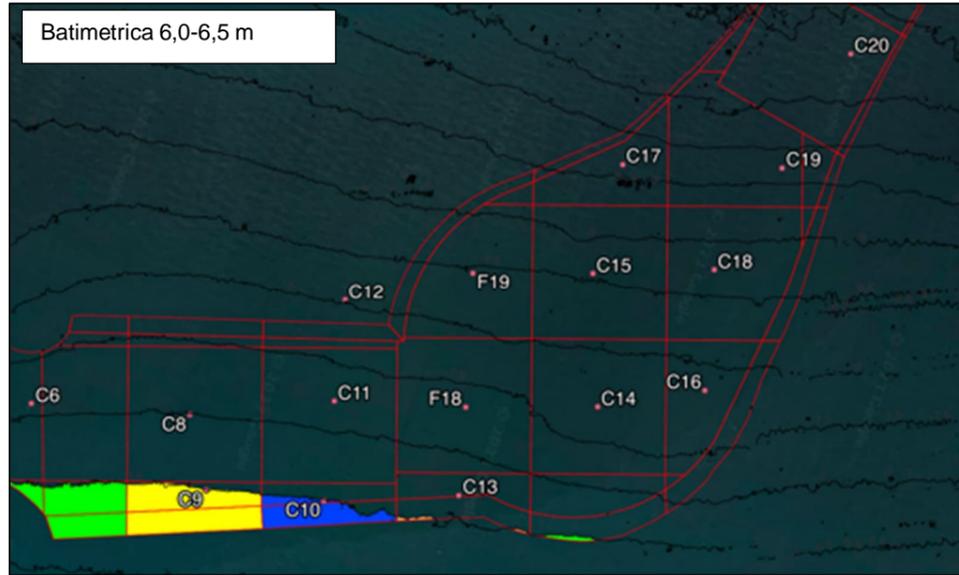


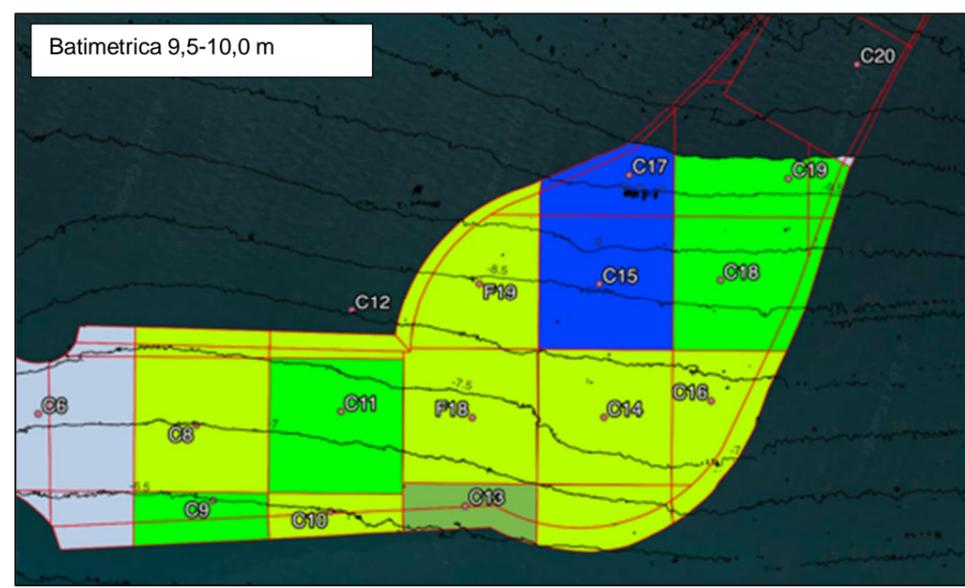
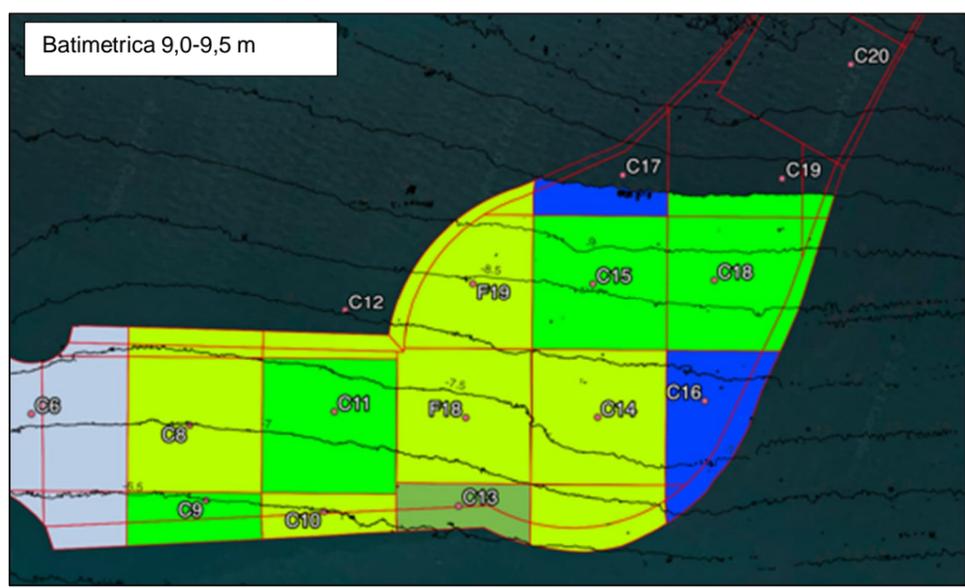
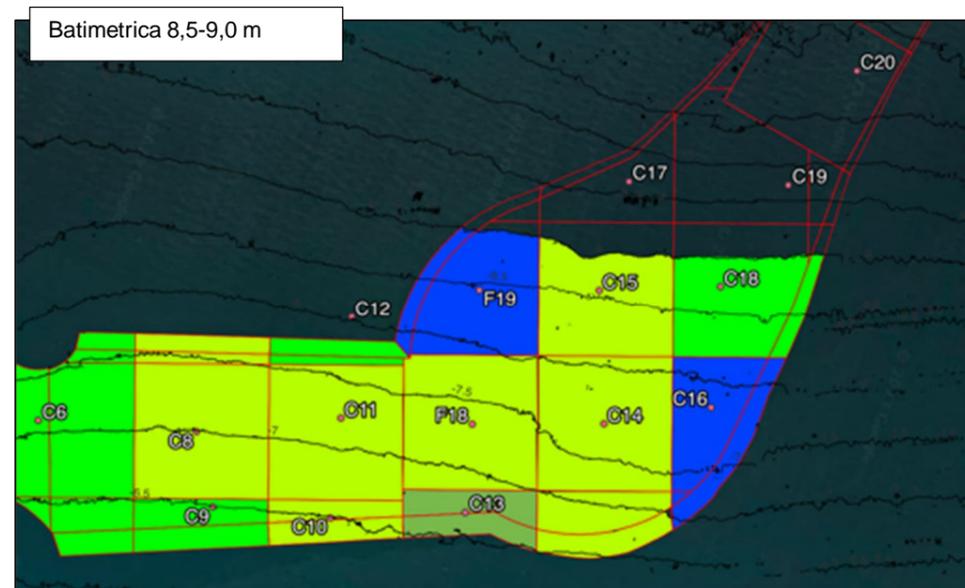
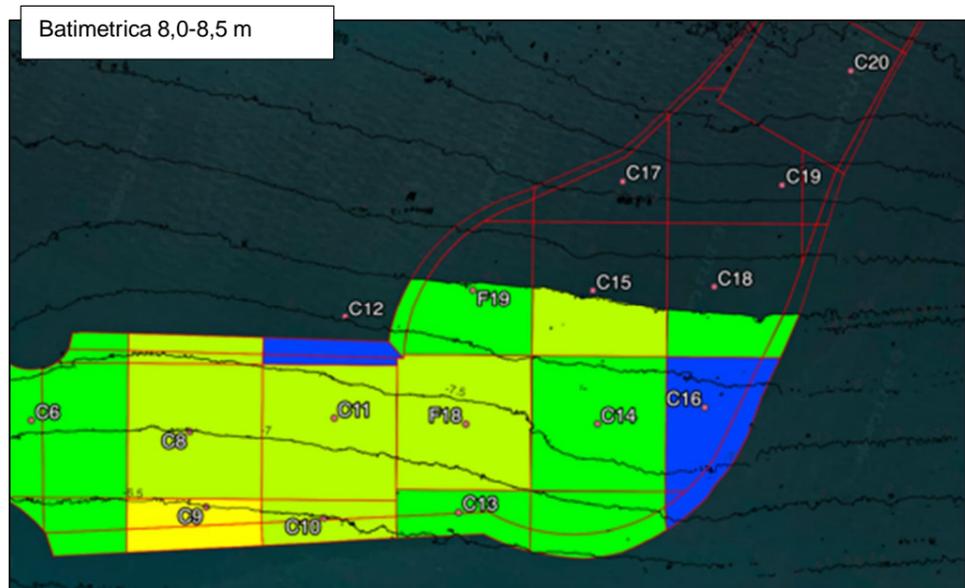


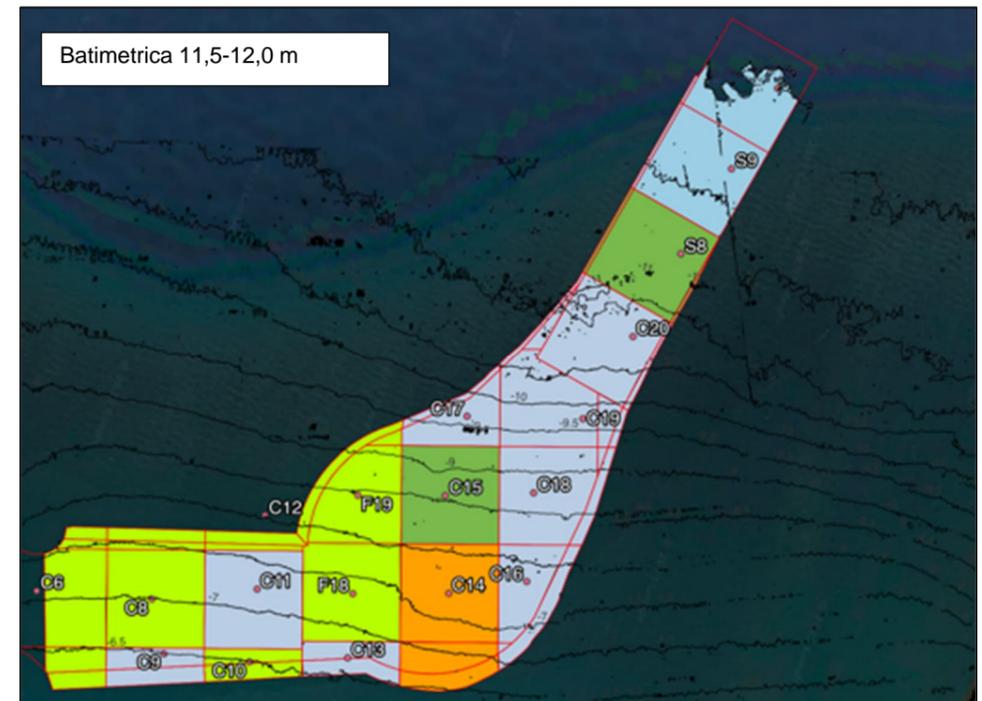
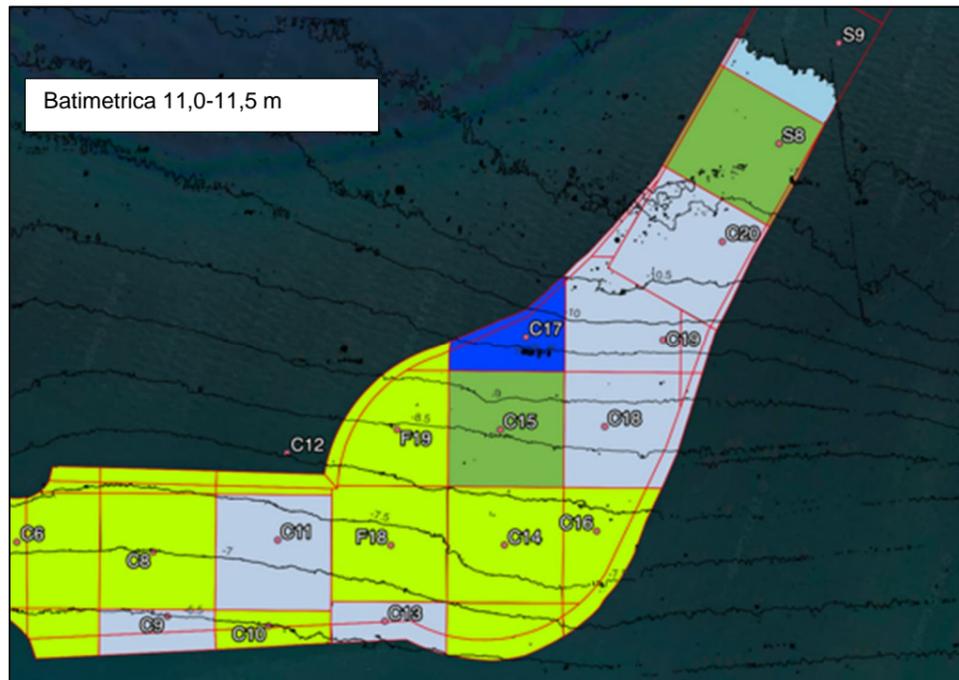
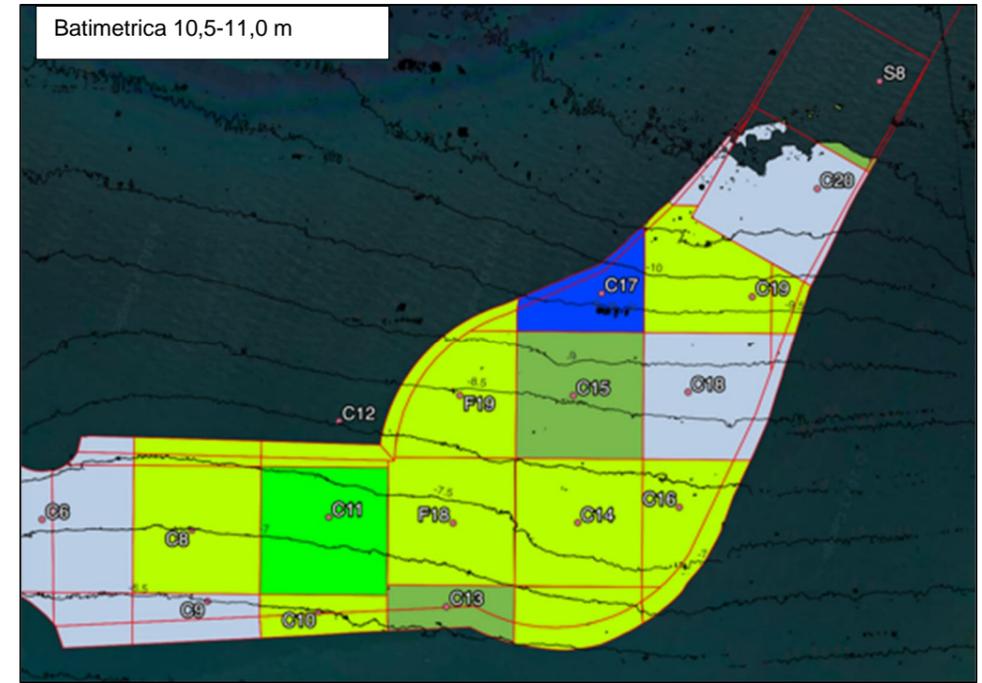
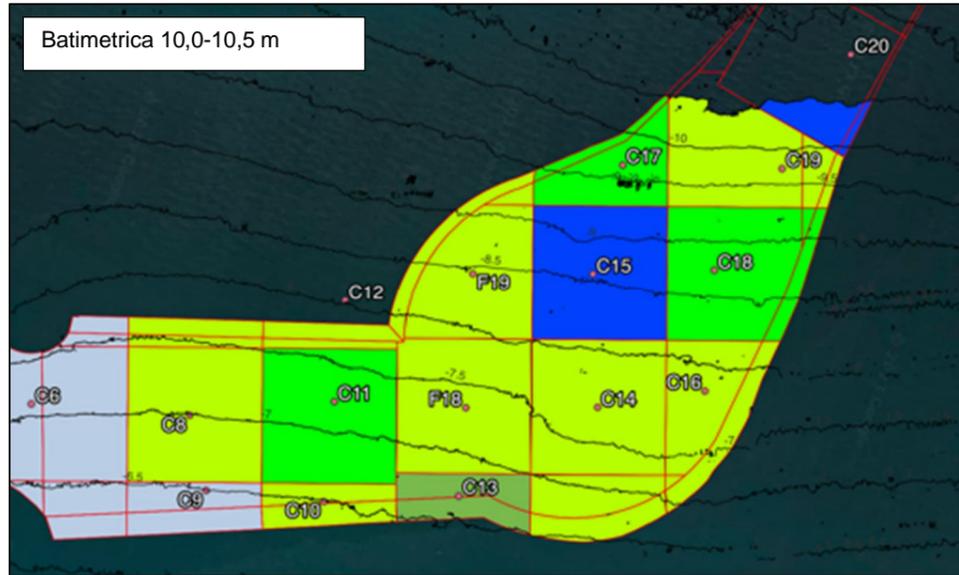
CLASSE DEI SEDIMENTI	
A con pelite <10%	A<10%
A con pelite 10-35%	10%<A<35%
A con pelite 35-50%	35%<A<50%
A con pelite >50% (gestire come Classe B)	A>50%
B con pelite <35%	B<35%
B con pelite 35-50%	35%<B<50%
B con pelite >50%	B>50%
C con pelite <35%	C<35%
C con pelite 35-50%	35%<C<50%
C con pelite >50%	C>50%



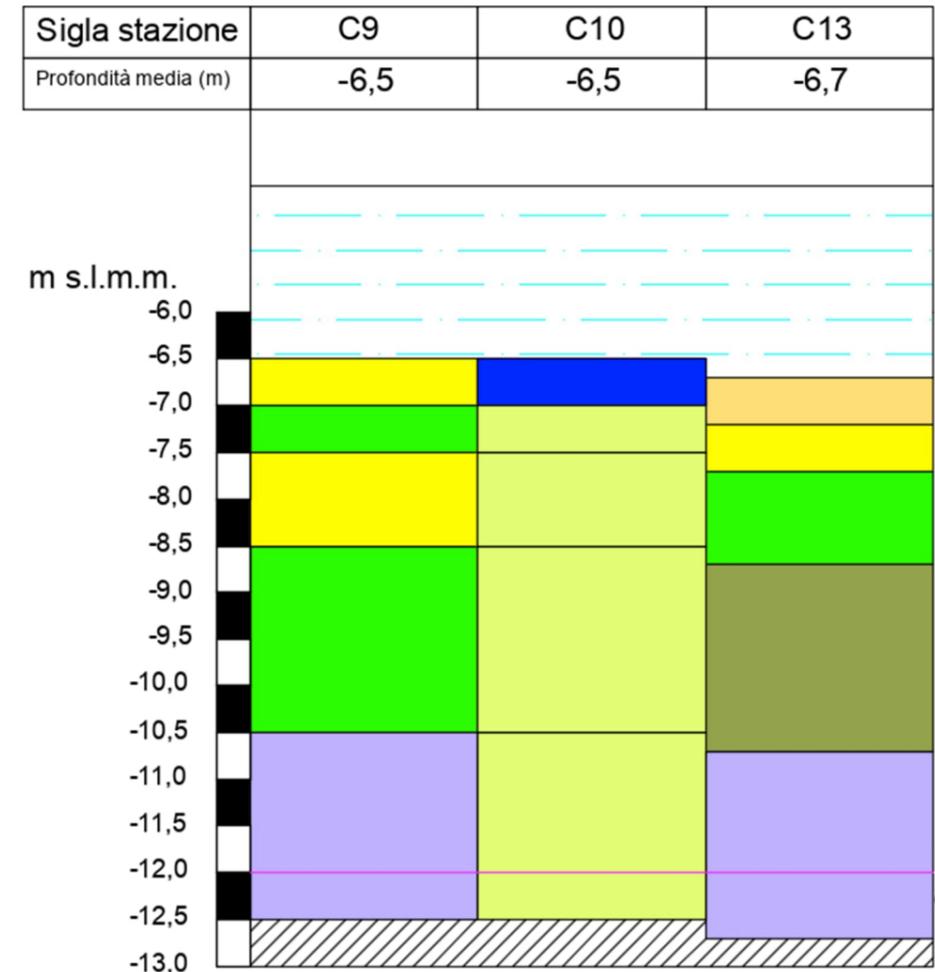
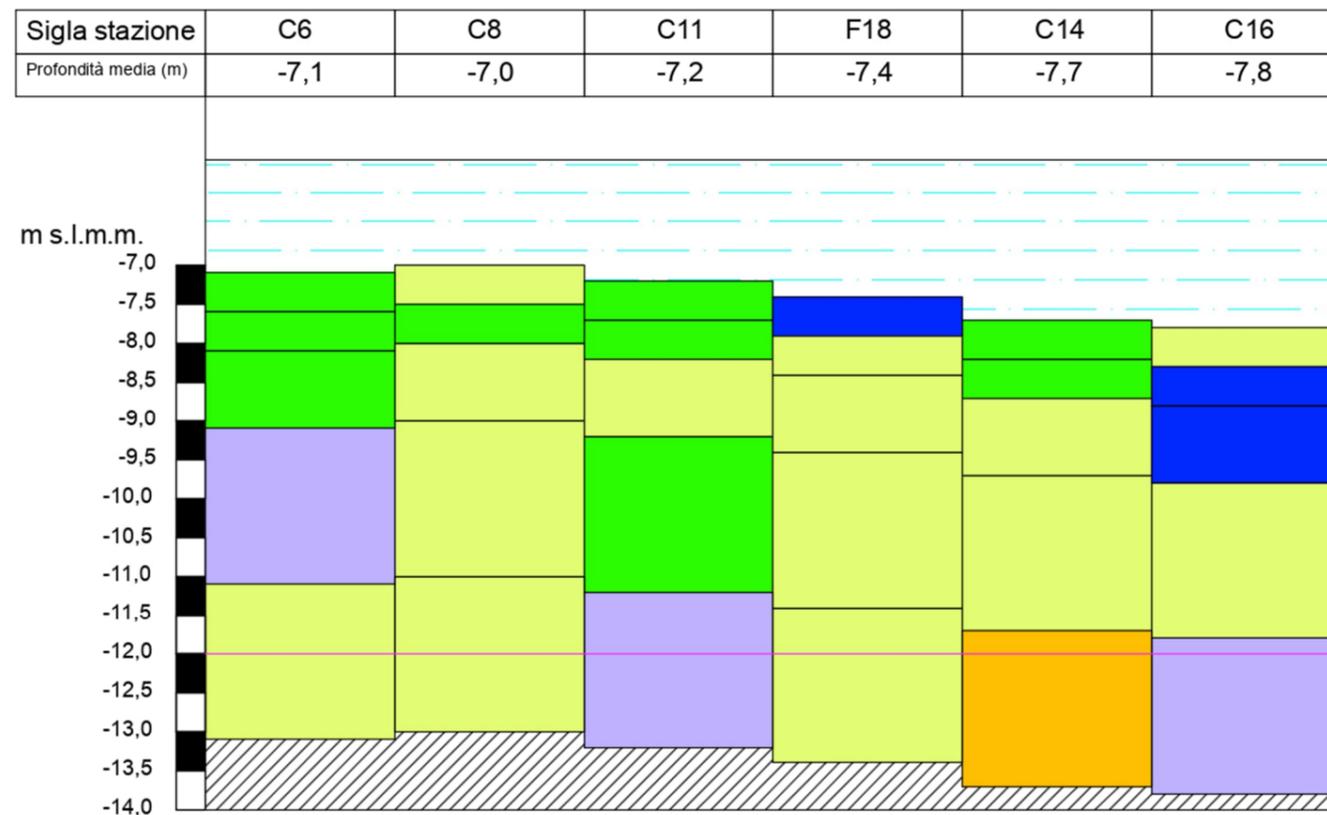
RAPPRESENTAZIONE DELLE CLASSI DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI RICADENTI NELL'AREA DI DRAGAGGIO -12,0 m



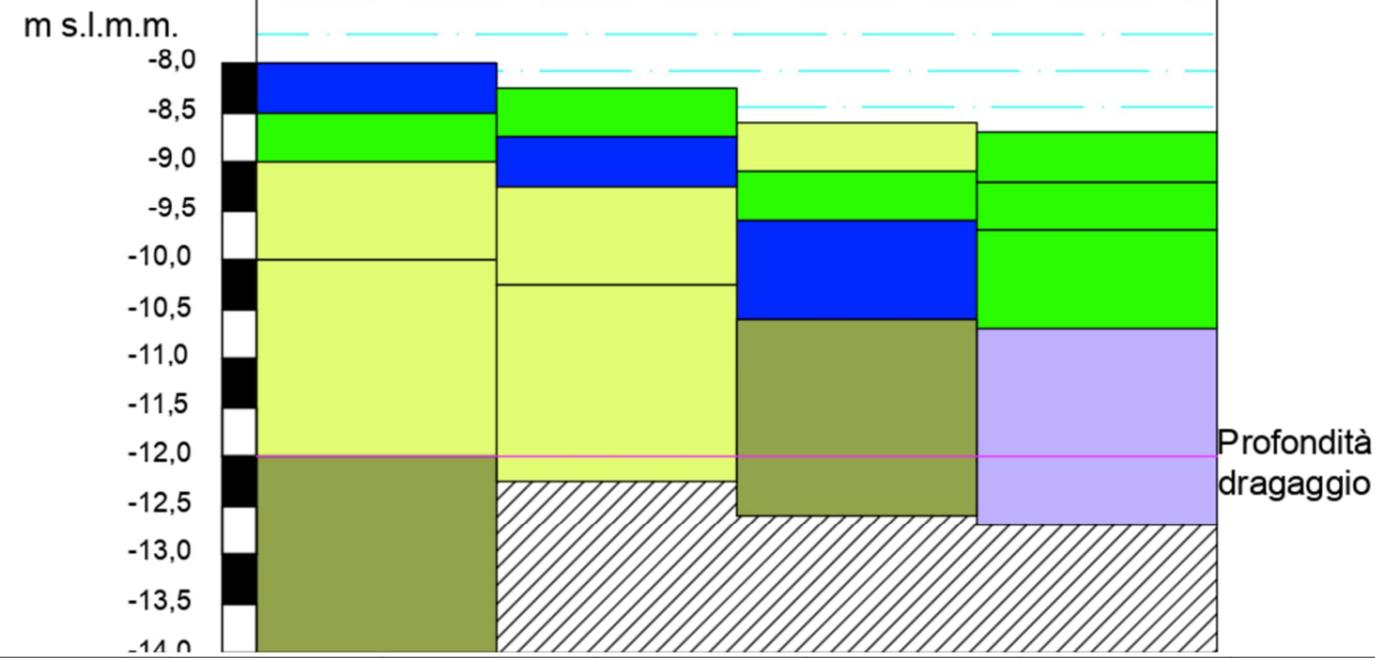




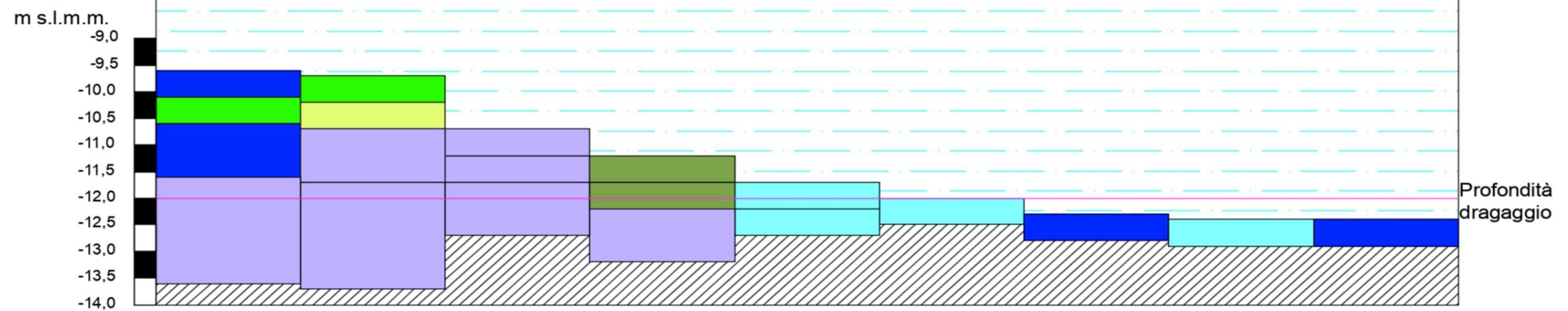
CLASSE DEI SEDIMENTI	
A con pelite <10%	A<10%
A con pelite 10-35%	10%<A<35%
A con pelite 35-50%	35%<A<50%
A con pelite >50% (gestire come Classe B)	A>50%
B con pelite <35%	B<35%
B con pelite 35-50%	35%<B<50%
B con pelite >50%	B>50%
C con pelite <35%	C<35%
C con pelite 35-50%	35%<C<50%
C con pelite >50%	C>50%



Sigla stazione	C12	F19	C15	C18
Profondità media (m)	-8,0	-8,5	-8,6	-8,7



Sigla stazione	C17	C19	C20	S8	S9	S10	F27	S11	F29
Profondità media (m)	-9,6	-9,7	-10,7	-11,2	-11,7	-12,0	-12,3	-12,4	-12,4



## 5 PIANO DI GESTIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO

Sulla base delle informazioni e dati presentati nel paragrafo precedente, il presente paragrafo definisce le modalità di trattamento, smaltimento o utilizzo dei materiali di dragaggio. Tale piano di gestione ha lo scopo di massimizzare l'utilizzo delle risorse e ridurre al minimo gli impatti negativi sull'ambiente.

### 5.1 SCELTA DELLA METODOLOGIA DI DRAGAGGIO

La scelta della metodologia di dragaggio è basata su differenti fattori concomitanti, che tengono conto delle necessità di limitazione gli impatti ambientali (e quindi la durata delle operazioni) nonché l'efficienza del processo in base alla tipologia di materiale da dragare, con particolare attenzione alla percentuale di sedimento fine presente.

Considerando le caratteristiche del materiale da dragare (sabbie e sabbie limose) e il quantitativo totale di materiale, poco più di 3 milioni di metri cubi, la tecnica di dragaggio più idonea è quella del dragaggio idraulico.

Tuttavia, la tipologia di intervento in oggetto per una buona parte del materiale richiede la necessità di dragaggio selettivo, per andare a dragare materiali che a seconda delle caratteristiche qualitative e/o di contenuto di fine, hanno destinazioni diverse.

Il piano di dragaggio in fase esecutiva andrà quindi a considerare quest'ultima tipologia di dragaggio e, ove possibile, il dragaggio idraulico.

Durante i lavori di dragaggio saranno eseguite le attività di monitoraggi previste ai sensi di legge, come descritto nel Cap. 9 dello Studio di Impatto Ambientale - P0031150-D-0-MP00-AM-REL-01\_00.

#### 5.1.1 Dragaggio meccanico

Tra le varie tipologie di draga meccanica, le ditte specializzate hanno a disposizione principalmente due tipologie di macchine: le draghe a benna (*grab dredger*) e le draghe escavatore (*backhoe dredger*).

##### 5.1.1.1 Grab dredger

Una draga meccanica a benna è un'imponente macchina progettata per asportare materiale dal fondale marino, comunemente utilizzato per operazioni di dragaggio, anche "selettivo" ovvero individuando con ragionevole precisione il quantitativo di materiale da asportare (in genere di caratteristiche qualitative omogenee).

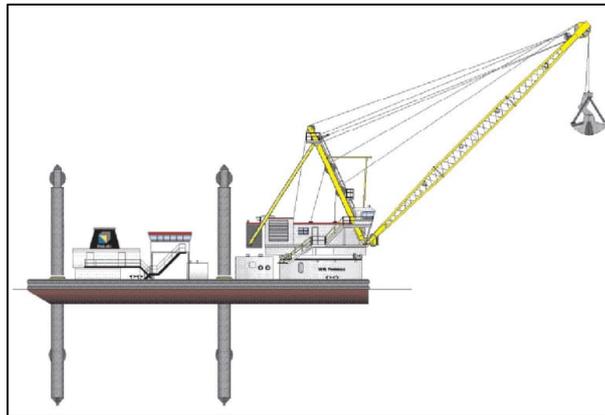


Figura 5.1: Schema di una draga a benna

La draga a benna è generalmente costituita da una struttura galleggiante, ospita il sistema di azionamento, i meccanismi di sollevamento e l'unità di controllo. La benna stessa è solitamente di grandi dimensioni e può variare a seconda della quantità di materiale da asportare e dalla tipologia del materiale stesso (sabbia, fango, ghiaia, ecc.). La benna è collegata a una struttura di sollevamento mediante cavi o catene. Il meccanismo di sollevamento è solitamente costituito da motori e ingranaggi in grado di sollevare la benna con il materiale dragato.

Una volta sollevata, la benna può essere orientata per spostare il materiale sopra la stiva di carico o per scaricarlo direttamente su chiatta o barca di trasporto.

### 5.1.1.2 Backhoe dredger (BHD)

Un Backhoe Dredger (BHD) è fondamentalmente un escavatore idraulico installato su un pontone. Il dragaggio è eseguito dall'escavatore montato su una piattaforma girevole nella parte anteriore del pontone.

Il BHD può essere utilizzato per il dragaggio in acque poco profonde o acque confinate ma anche in aree aperte. Un BHD è in grado di dragare una vasta gamma di materiali, da materiale morbido (come limo morbido) a materiale duro (come roccia esplosa o esposta all'aria o argilla rigida).

Un BHD è in grado di dragare con elevata precisione. A seconda delle condizioni del terreno e pendenze, è possibile ottenere una tolleranza media di 0,25 m.

I componenti principali di un BHD sono:

- ✓ Il pontone
- ✓ escavatore idraulico, costituito da un corpo idraulico dell'escavatore (gru), braccio e secchio
- ✓ Pali di ancoraggio e loro alloggiamenti.

I pali di ancoraggio garantiscono una piattaforma stabile durante le operazioni di dragando, mentre sollevano po' il pontone di alcuni decimetri. L'alloggiamento dei pali consente al pontone di muoversi in avanti e all'indietro quando vengono sollevati.

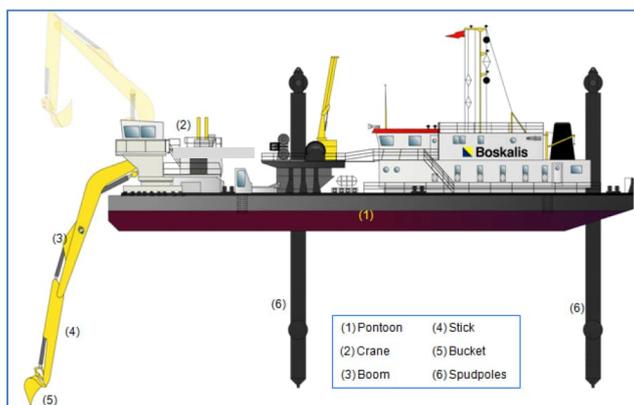


Figura 5.2: Schema di una Buckhoe dredger (BHD)

Il dragaggio con un BHD non è un processo continuo, ma consiste in un ciclo di operazioni.

Queste operazioni sono:

- ✓ Dragaggio: la benna scava il terreno un movimento combinato all'indietro e verso l'alto di braccio, asta e benna.
- ✓ Sollevamento: quando la benna è piena, un movimento verso l'alto del braccio e dell'avambraccio solleva il secchio sopra l'acqua per iniziare a oscillare.
- ✓ Oscillazione piena: la benna oscilla sopra la chiatta ruotando l'escavatore sulla piattaforma girevole.
- ✓ Scarico: posizionata sopra la chiatta di trasporto, la benna viene ruotata e ribalta il materiale da scaricare nella chiatta.
- ✓ Oscillazione a vuoto: al termine dello scarico, l'escavatore tornerà indietro vuoto alla sua ultima posizione di dragaggio.
- ✓ Abbassamento e posizionamento: Il braccio verrà abbassato e l'asta e la benna verranno spostati nella posizione iniziale. Con l'ausilio del sistema di monitoraggio e posizionamento della gru, la benna scava il materiale alla posizione e profondità desiderate.

### 5.1.2 Dragaggio idraulico (TSHD)

L'utilizzo del dragaggio idraulico offre infatti numerosi vantaggi, tra cui la capacità di trattare sedimenti con diverse dimensioni di particelle, l'efficienza nella rimozione di grandi volumi di materiale e la flessibilità nelle operazioni di dragaggio in termini di profondità e distanza di trasporto.

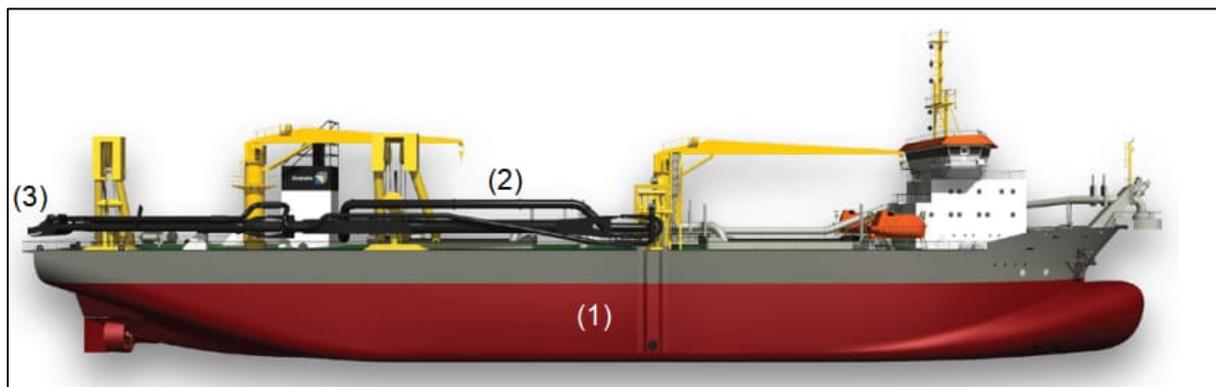
Nel dragaggio idraulico, la draga idraulica è dotata di una pompa idraulica che genera un getto d'acqua ad alta pressione. Questo getto d'acqua viene indirizzato sul fondo marino per fluidificare il materiale e successivamente aspirarlo tramite tubi di aspirazione o condotti.

Differenti tipologie di draga aspirante refluyente possono adattarsi all'operazione di dragaggio descritta, considerando le dimensioni, la capacità di aspirazione e il sistema di pompaggio; tuttavia, la tipologia di draga più idonea per l'esecuzione dell'intervento è rappresentata dalle draghe TSHD – Trailer Suction Hopper Dredger, ovvero le draghe a strascico aspirante, auto-caricanti, auto-refluenti (Figura 5.3 **Error! Reference source not found.**).

Una draga con tramoggia aspirante (TSHD) è un'imbarcazione semovente con uno o due tubi di aspirazione, progettati per seguire il lato della nave. Le parti principali dell'imbarcazione sono:

In linea di principio le parti principali del TSHD Sono:

- lo scafo, contenente i motori, le pompe, pompa(e), gli alloggi dell'equipaggio, il ponte di navigazione e la sala di controllo del dragaggio;
- la tramoggia, in cui viene pompata la miscela di acqua e sedimento e dove quest'ultimo si deposita, e da cui l'acqua può essere scaricata attraverso un sistema di troppopieno (overflow);
- il tubo di aspirazione, attraverso il quale la miscela viene trasportata alla pompa;
- la testa dragante, posizionata alla fine del tubo di aspirazione, che disintegra il terreno spesso con l'ausilio di lame e/o un sistema a getto d'acqua.



**Figura 5.3: Tipica draga TSHD (1) Tramoggia, (2) Tubo di suzione, (3) Testa dragante**

Per iniziare le operazioni di dragaggio la draga TSHD naviga direttamente in corrispondenza dell'area da dragare. Una volta in posizione, la draga abbassa il tubo di aspirazione finché la testa dragante non tocca il fondo.

La pompa di dragaggio, installata all'interno della draga aspira una miscela di acqua e terra attraverso la testa dragante e il tubo di aspirazione e pompa la miscela nella tramoggia.

I sedimenti si depositeranno nella tramoggia e l'acqua viene scaricata attraverso il sistema regolabile di troppopieno. Il dragaggio viene interrotto quando la nave raggiunge il pescaggio corrispondente al pieno carico, oppure quando le circostanze non consentono ulteriore carico. L'utilizzo del troppopieno (overflow) può essere limitato qualora venga richiesto per motivi ambientali (per controllare la torbidità generata).

La nave quindi salpa con il materiale dragato verso l'area di conferimento.

Lo scarico potrà essere eseguito tramite (Figura 5.4):

- Smaltimento fondo porta, il carico viene rilasciato aprendo le porte inferiori o lo scafo sdoppiato.
- Pompando a terra, collegando la TSHD a una condotta (in genere galleggiante) per pompare la miscela nell'area designata.

Una volta vuota, la nave ritorna all'area di dragaggio, completando così il ciclo.

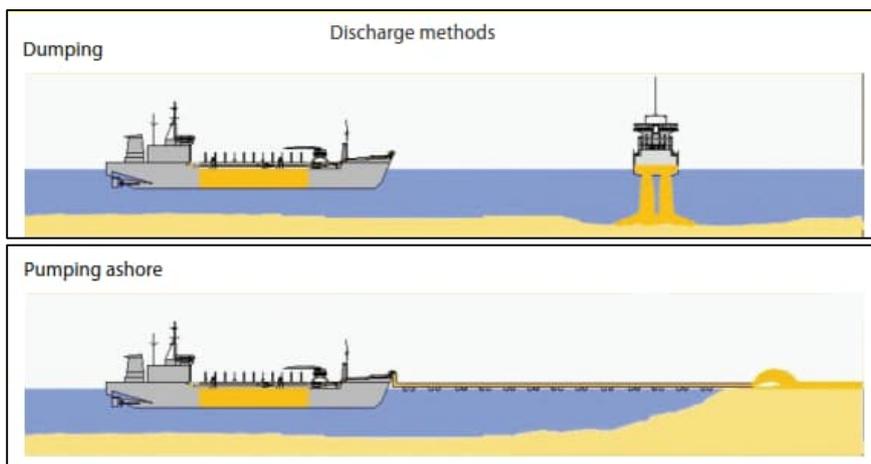


Figura 5.4: Modalità di scarico di una draga TSHD: Dumping (scarico tramite porte di fondo), Pumping ashore (pompaggio tramite tubazione)

## 5.2 DESTINAZIONI D'USO DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO

Il piano di dragaggio è stato predisposto secondo i seguenti criteri:

- ✓ Massimizzare il materiale che possa essere destinato al ripascimento degli arenili in erosione;
- ✓ Minimizzare l'impatto ambientale tramite:
  - una minor durata delle operazioni, ovvero cercando di conferire i sedimenti il più vicino possibile all'area di dragaggio
  - riempimento delle volumetrie di colmata a terra necessarie per il progetto, limitando quindi l'importazione di materiale da cava
  - limitazione del quantitativo di materiale da disporre a largo solamente alla frazione pelitica più fine, che in parte viene comunque riutilizzata all'interno delle aree di colmata

Sulla base di questi principi, sono state identificate le aree di dragaggio quanto più omogenee, cercando di assegnare, secondo le possibili d'uso, al materiale proveniente da una determinata area, una singola destinazione.

In particolare, tutto il materiale che verrà dragato dall'area dello yacht marina verrà conferito in colmata. La maggior parte del resto del materiale di colmata proviene inoltre dal bacino superyacht e crociere (ad eccezione delle classi B e C del canale di accesso). Ciò potrà permettere che la draga possa lavorare in uno spazio limitato e facilmente confinabile, qualora fosse necessario, ad esempio da panne anti torbidità, limitando quindi la dispersione della torbida unicamente all'area dei bacini.

La ripartizione delle volumetrie per distinzioni d'uso a seconda delle classi qualitative è riportata nella tabella seguente.

Tabella 5.1: Destinazioni d'uso dei sedimenti, aree di dragaggio e classi qualitative corrispondenti

Destinazione d'uso	Area di dragaggio	Quantitativi (m <sup>3</sup> )	Classi qualitative	Totali (m <sup>3</sup> )
Ripascimento degli arenili in erosione	Canale di accesso e bacino Superyacht e Crociere	1.665.260	Classe A, con pelite < 10% (idoneo per spiaggia emersa)	503.091
			Classe A, Con pelite > 10 % (idoneo per spiaggia sommersa)	1.162.169

Destinazione d'uso	Area di dragaggio	Quantitativi (m <sup>3</sup> )	Classi qualitative	Totali (m <sup>3</sup> )
Conferimento in cassa di colmata e rilevati nell'ambito del progetto	Bacino dello Yacht Marina e Bacino Superyacht e crociere	984.524	Classe A con pelite tra 10 e 50%	443.640
			Classe B	394.325
			Classe C	146.559
Immersione in sito idoneo a largo	Bacino Superyacht e crociere e Canale di accesso	510.917	Classi A e B con contenuto di pelite maggiore di 50%	510.917

### 5.2.1 Ripascimento degli arenili in erosione

Come sopra menzionato, si è data la precedenza al riutilizzo dei sedimenti per la ricostruzione e rinaturalizzazione degli arenili, dal momento che il litorale Laziale, in prossimità dell'area di dragaggio, è interessato da importanti fenomeni erosivi.

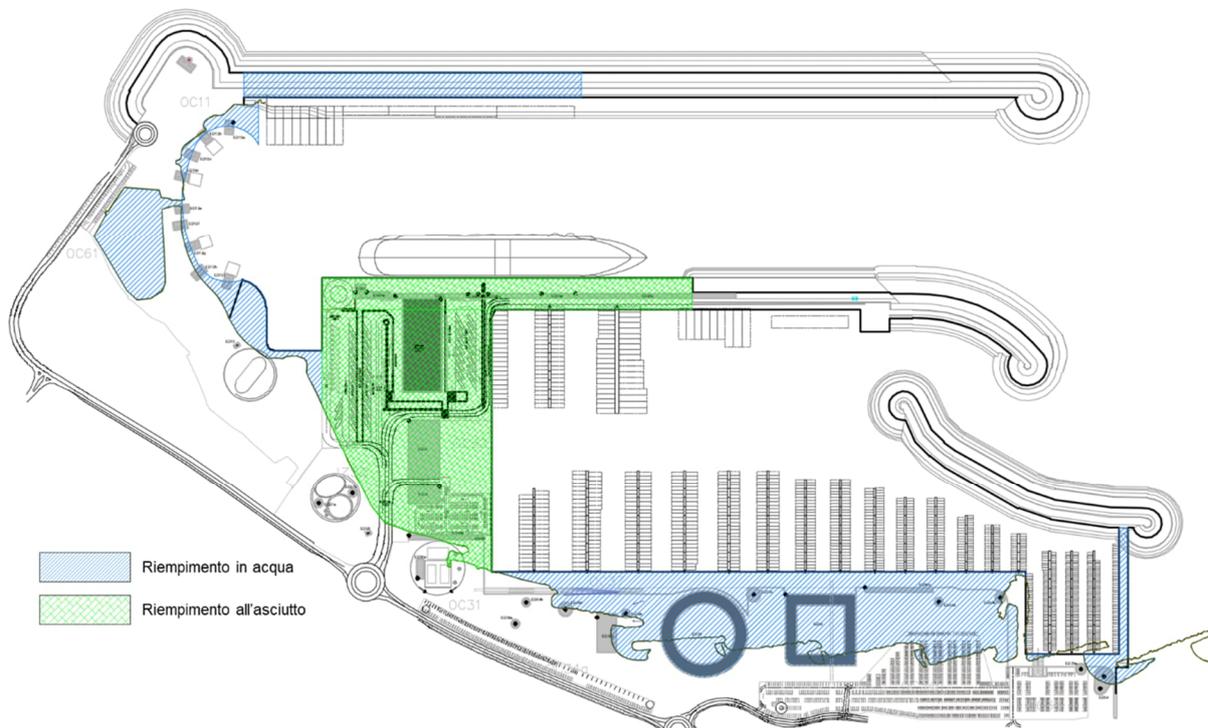
Per l'identificazione di un litorale idoneo nonché la progettazione dell'intervento è stato predisposto il progetto di fattibilità tecnico ed economica di RICOSTRUZIONE DEGLI ARENILI DI FREGENE E RINATURALIZZAZIONE DELLA RISERVA DI MACCHIAGRANDE, elaborato da Iterprogetti srl, e allegato al presente PFTE (EE\_Elenco elaborati\_12320), a cui si rimanda per ogni dettaglio.

Il sito di progetto è situato interamente nel Comune di Fiumicino sulla costa di Fregene, da diversi anni flagellata da un imponente fenomeno erosivo, che ha ridotto di diverse centinaia di metri l'estensione dell'arenile.

### 5.2.2 Conferimento in colmata

I materiali che andranno utilizzati per le colmate sono essenzialmente quelli classificati come B e C (classe di qualità riconosciuta dal DM 173/2016). Da un punto di vista granulometrico il materiale di dragaggio si presenta essenzialmente sabbioso con contenuto in fine variabile fino a raggiungere, in alcune zone, percentuali maggiori al 50%.

Per quanto riguarda la tecnica di conferimento in vasca, si distingue tra aree con riempimento fatto all'asciutto e aree con riempimento fatto in acqua. In Figura 5.5 si riporta la planimetria in cui si evidenzia le diverse metodologie di riempimento adottate.



**Figura 5.5: Individuazione delle diverse metodologie di riempimento**

#### Riempimento all'asciutto

Il riempimento all'asciutto si rende necessario al fine di garantire in tempi brevi buone caratteristiche meccaniche del terreno di riempimento e ridurre i cedimenti propri del terrapieno di colmata.

Da un punto di vista geotecnico la questione assume particolare importanza per i possibili effetti sui banchinamenti e sulle opere di completamento. Per minimizzare tali effetti, in vasca di colmata verrà conferito materiale preventivamente essiccato e costipato meccanicamente; in tale modo il definitivo ed omogeneo consolidamento dei sedimenti di dragaggio risulterà più rapido ed efficace.

Il riempimento dello specchio d'acqua avverrà per fasi. In particolare, una volta realizzata la conterminazione della vasca di colmata tramite palancolati, si procederà con lo svuotamento dell'acqua contenuta nella vasca, portando la quota piezometrica al livello del fondale (variabile da 0m a -5 da l.m.m.); successivamente sarà regolarizzato il terreno affiorante mediante stesa di materiale granulare e, infine si procederà al riempimento della vasca di colmata con i sedimenti essiccati.

Prima del conferimento in vasca, il materiale dragato dovrà essere inviato in una vasca di colmata per la prima fase di stoccaggio. In questa prima fase avverrà una prima riduzione del contenuto d'acqua presente nel terreno dragato.

Successivamente il materiale stoccato nella vasca di colmata verrà inviato ad un impianto di pretrattamento che procederà alla vagliatura per eliminare gli elementi di grosse dimensioni presenti ed all'asciugatura fino a portare il materiale residuo ad un contenuto d'acqua basso (essenzialmente minore dell'ottimo Proctor). Il materiale così condizionato sarà quindi portato a un secondo sito stoccaggio.

Dopo il pretrattamento, il materiale può essere disposto nella vasca in strati di spessore omogeneo e compattato mediante macchinari di peso e dimensione idonei. L'obiettivo è quello di riempire la vasca con una successione di strati di sedimento stabilizzato, con spessore massimo 30/50 cm, fino al raggiungimento della quota di sommità prevista in progetto.

In Figura 5.6: Schema di flusso delle principali lavorazioni per il riempimento dello specchio d'acqua è riportato lo schema di flusso delle principali lavorazioni, mentre in Figura 5.7: Planimetria con le aree di cantiere planimetria in cui si individuano le aree di cantiere che potranno essere destinate alle lavorazioni sopra descritte.

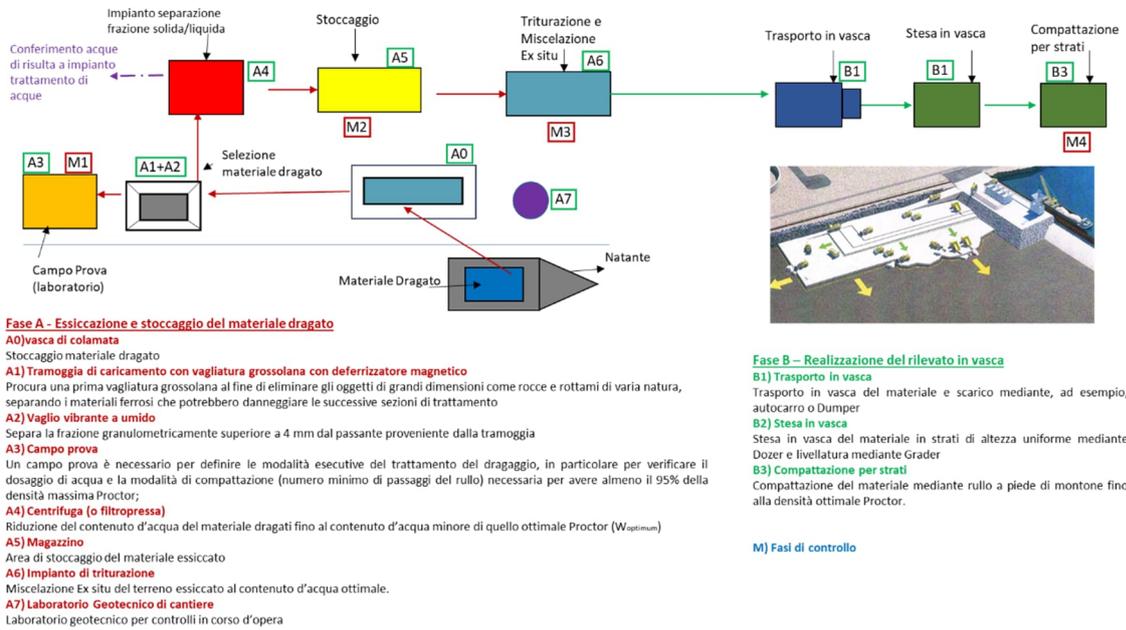


Figura 5.6: Schema di flusso delle principali lavorazioni per il riempimento dello specchio d'acqua

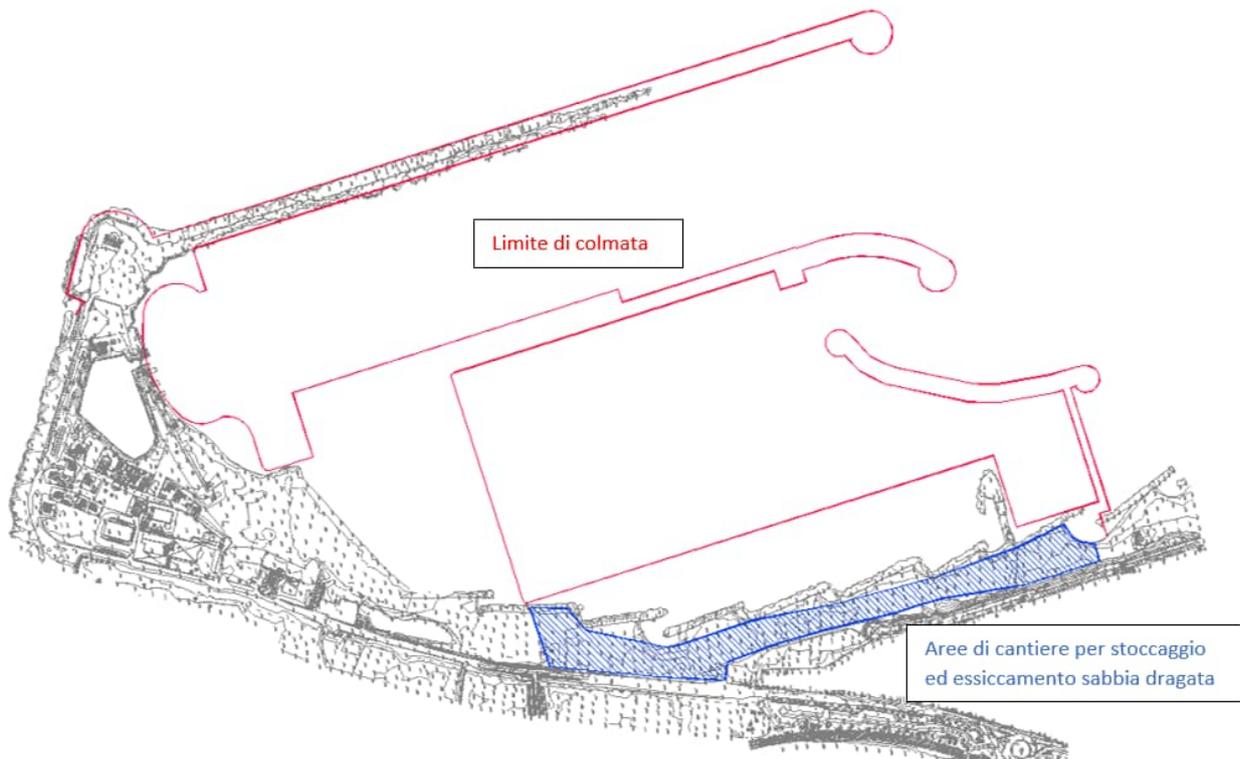


Figura 5.7: Planimetria con le aree di cantiere

Di seguito si fornisce una breve descrizione dei principali dispositivi.

### Tramoggia di caricamento con vagliatura grossolana

La tramoggia Figura 5.8: Tramoggia

procura una prima vagliatura grossolana al fine di eliminare gli oggetti di grandi dimensioni come rocce e rottami di varia natura (trovanti).



Figura 5.8: Tramoggia

### Vaglio vibrante a umido

Il vaglio vibrante (Figura 5.9) separa la frazione granulometricamente superiore a 4 mm dal passante proveniente dalla tramoggia. Il sopravaglio asciutto, comunque destinato allo smaltimento, viene accantonato sui piazzali. La frazione passante ai 4 mm viene inviata alla successiva fase di lavorazione.



Figura 5.9: Vaglio vibrante a umido

### Idrocycloni

Ha il compito di separare la parte solida dalla parte liquida. Qualora il materiale si presenti con una componente fine importante allora l'idrociclone separerà anche le sabbie dai limi e dalle argille (Figura 5.10: schema di un idrociclone.

).

In questo caso il materiale fine viene successivamente spedito alla filtropressa. Togliere la sabbia evita il danneggiamento delle tele e delle membrane della filtropressa e contemporaneamente garantisce migliori prestazioni in termini di resa della filtropresse.



Figura 5.10: schema di un idrociclone.

**Filtropresse**

Nelle filtropresse avviene la riduzione del contenuto d'acqua dei terreni fini, nella figura seguente è mostrato lo schema di funzionamento della filtropressa (dx) e il materiale essiccato (sx).

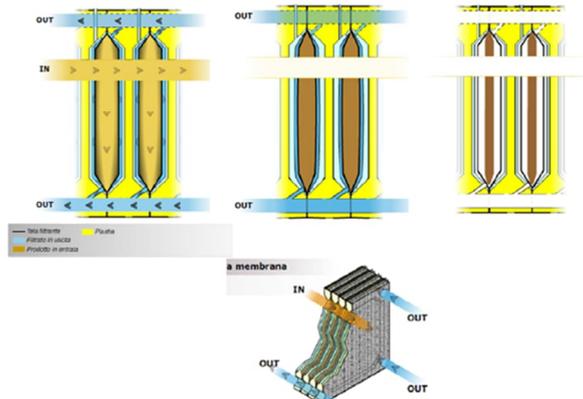


Figura 5.11: Filtropressa

**Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca**

Il materiale essiccato potrà essere collocato in vasca mediante l'utilizzo dei tipici messi da cantiere come il dumper per il trasporto, il Dozer e il grader per la stesa e il rullo a piede di montone per la compattazione. In Figura 5.12: Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca.

alcune immagini di riferimento.



**Figura 5.12: Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca.**

#### Riempimento in acqua (con miscela acqua-sabbia)

Questo riempimento viene eseguito tramite tubazione, attraverso la quale la draga idraulica conferisce una miscela acqua-sabbia direttamente in colmata.

In queste aree, sempre dopo aver realizzato la conterminazione della vasca di colmata tramite palancole, il riempimento viene effettuato direttamente con il materiale dragato senza ulteriori lavorazioni. In Figura 5.12: Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca.

un esempio di come viene sversato in vasca il materiale dragato e la gestione con escavatori.



**Figura 5.13: Gestione del materiale di dragaggio nelle aree con riempimento in acqua**

#### Aree di Colmata

In base alla configurazione delle nuove aree di intervento e alle caratteristiche dei terreni di colmata, sono state considerate 8 diverse aree di intervento, distinte in base agli interventi di consolidamento previsti e ad i tempi di consegna.

Tali aree sono individuate con diverse colorazioni in Figura 5.14, mentre nella Tabella 5.2 sono indicati gli interventi previsti per ciascuna area, ed i tempi di lavorazione, questi ultimi distinti secondo due fasi di consegna, la fase 1 con orizzonte temporale previsto entro il 2025 (circa 12 mesi per le realizzare le lavorazioni) e la fase 2 con orizzonte temporale più avanzato nel tempo (circa 24 mesi in più di attività lavorative).

Tabella 5.2: Lavorazioni previste per ogni area di intervento

Area	Descrizione	Tecnica di riempimento	Fase di consegna	Interventi previsti	
	<b>Area 1</b>	Banchina Molo Claudio	All'asciutto	Fase 1	Riempimento all'asciutto Dreni maglia 2x2m per consolidazione a 8 mesi Precarica dovuta all'abbassamento di falda
	<b>Area 2a e 2b</b>	Piazzali, parcheggi del Molo Marina lato corto	All'asciutto	Fase 1	Riempimento all'asciutto. 2a: Dreni maglia 2x2 per consolidazione a 8 mesi 2b: Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi Precarica dovuta all'abbassamento di falda
	<b>Area 3</b>	Banchina Molo Traiano	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi
	<b>Area 4</b>	Riempimento zona bilancioni	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi
	<b>Area 5</b>	Riempimento tra linea di costa e Molo Marina, lato lungo	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi Pali in ghiaia
	<b>Area 6 e 6a</b>	Piazzali, parcheggi Terminal e struttura Terminal	All'asciutto	Fase 1	Riempimento all'asciutto Dreni maglia 2x2m per consolidazione a 5 mesi 6a: anche Rilevato di precarica
	<b>Area 5a</b>	Struttura Circular	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi Rilevato di precarica Pali in ghiaia
	<b>Area 5b</b>	Struttura Hotel	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi Rilevato di precarica Pali in ghiaia

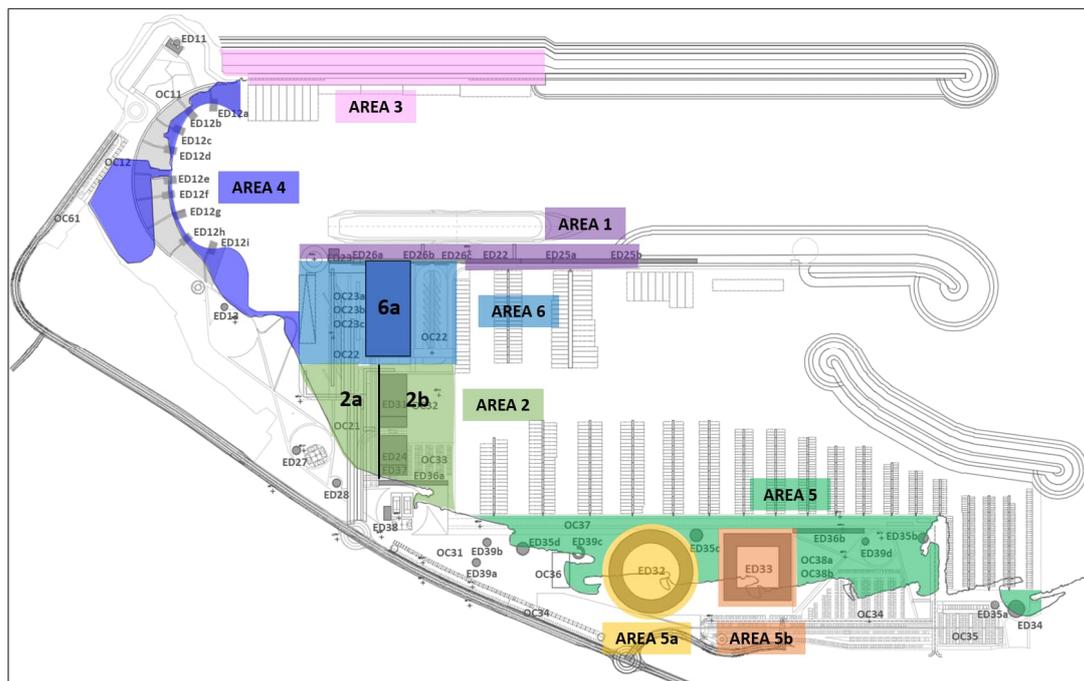


Figura 5.14: Planimetria delle aree di intervento

Per ognuna delle aree sono state definite le caratteristiche degli interventi di consolidamento necessari a raggiungere gli obiettivi del progetto, garantendo la funzionalità delle opere nei tempi previsti dal cronoprogramma di realizzazione.

Gli interventi individuati sono strettamente necessari perché tutti i terreni che ricadono nel volume significativo delle diverse opere presentino le caratteristiche meccaniche, di rigidità e resistenza, richieste per il soddisfacimento delle verifiche imposte dalla Normativa vigente e dalle prestazioni previste per le opere in progetto.

La natura dei terreni provenienti dai dragaggi impone l'adozione di una varietà di interventi di consolidamento che comprendono, dreni verticali con interassi variabili da zona a zona, realizzazione di colonne di ghiaia, rilevati di precarica e riduzione temporanea del livello dell'acqua per incrementare gli effetti del precarico applicato.

In base all'articolazione degli interventi, procedendo area per area, sono stati stimati i cedimenti ed i relativi tempi di attesa.

La complessità delle lavorazioni previste e conseguentemente anche quella della previsione degli effetti degli interventi impone di procedere nella logica del metodo osservazionale, per il quale è la stessa Norma che prescrive l'uso sistematico del monitoraggio in corso di costruzione, in modo da potere controllare tutti i processi in atto e di anticipare la necessità di eventuali interventi correttivi, per raggiungere gli obiettivi del progetto nei tempi previsti.

Per maggiori dettagli sugli interventi di consolidamento si rimanda alla Relazione sui Consolidamenti P0031150-D-0-MP00-GI-REL-05\_00.

### 5.2.3 Immersione in area marina oltre le 3 miglia nautiche

Per l'individuazione di un'area idonea oltre le 3 miglia nautiche dalla costa per l'immersione deliberata in mare di sedimenti marini, non gestibili altrimenti è stato effettuato un desk study (a cui si rimanda per maggiori dettagli: documento: P0031150-D-5-OM51-OM-REL-02\_00 - Desk Study per l'individuazione del sito di immersione di sedimenti marini >3mn dalla foce del Tevere - Fiumicino (RM).

La necessità di inquadrare un sito nel litorale laziale è dovuta alla mancanza, al momento della stesura del presente studio, di aree già autorizzate dalla Regione Lazio idonee all'immersione di sedimenti marini.

Il Desk Study è stato redatto in conformità con le indicazioni normative vigenti, in particolare quelle previste dall'allegato Tecnico del Decreto Ministeriale 173/2016 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per

---

l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini". Si sottolinea come l'ubicazione individuata per il sito di immersione in questa fase ha carattere di screening e non definitivo.

Per la stesura del Desk Study si è fatto affidamento a dati bibliografici provenienti da numerose fonti, tra cui si annoverano: la normativa nazionale, studi pubblicati da Enti nazionali di rilievo quali ARPA o ISPRA, pubblicazioni scientifiche nazionali ed internazionali e database online nazionali ed europei.

Il documento, a seguito di una breve introduzione sulla normativa seguita e il metodo di ricerca adottato, comprende una rassegna di tutti i livelli informativi (layer) inclusi per la costruzione del modello dell'area potenziale ed il procedimento di sovrapposizione sequenziale (overlaying) adottato per l'individuazione del sito di immersione.

Infine, il documento include anche una proposta di piano di caratterizzazione del sito individuato.

