

Autorità di Sistema Portuale
del Mare di Sardegna

PORTO DI OLBIA

Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto
Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00 m e i fondali
della Canaletta a -11,00 m
CUP: B91J19000050005

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Titolo elaborato :

RELAZIONE GENERALE

2 1 0 1 4 F R 1 0 1 - 2 G E N

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro Meloni

Il Raggruppamento Temporaneo di Professionisti



Mandataria



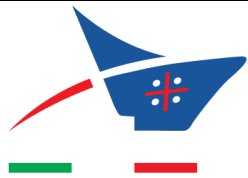
Mandanti

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:
	03/2024	2	Aggiornamento Planimetrico Vasche di Colmata	Vella	Contini	De Girolamo
	10/2023	1	Aggiornamento Quadro Economico	Vella	Contini	De Girolamo
	05/2023	0	Emissione per approvazione	Vella	Contini	De Girolamo

Dimensioni foglio:

A4

Visto del Committente:

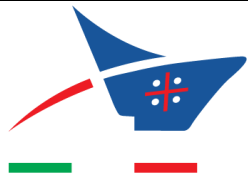


PROGETTO DI DRAGAGGIO

RELAZIONE GENERALE

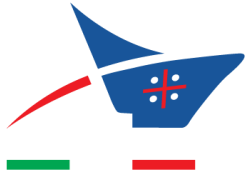
INDICE

1	PREMESSE E INQUADRAMENTO GENERALE DEGLI INTERVENTI	1
1.1	Inquadramento geografico della zona di intervento	1
1.2	Aree oggetto del dragaggio	2
1.3	Aspetti meteomarini della zona di dragaggio	4
1.4	Interventi da eseguire a supporto delle attività di dragaggio	6
1.4.1	Vasche di colmata	6
1.4.2	Consolidamento al piede delle banchine esistenti	9
1.5	Strategia generale di dragaggio	10
2	INDAGINI DI CAMPO ESEGUITE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE	12
2.1	Rilievo batimetrico multibeam	12
2.2	Rilievo sub-bottom profiler	13
2.3	Accertamenti per la definizione del fondale al piede delle banchine	14
2.3.1	Rilievi multibeam	15
2.3.2	Esecuzione dei rilievi georadar e dei sondaggi geognostici ad Isola Bianca	17
2.4	Rilievo side scan sonar	19
2.5	Caratterizzazione dei sedimenti dei fondali marini	23
3	QUANTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DA DRAGARE	25
3.1	Quantificazione del materiale oggetto del dragaggio	25
3.2	Classificazione dei volumi di dragaggio in base alla qualità ambientale dei sedimenti	28
4	PROGETTO DELLE VASCHE DI COLMATA	31
5	INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL PIEDE DELLE BANCHINE DI ISOLA BIANCA ..	34
6	SITO DI IMMERSIONE A LARGO	35
7	GESTIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO	37
7.1	Destinazione del materiale di dragaggio	37
7.2	Modalità di dragaggio	39
7.3	Principali risultati dello studio specialistico condotto sul plume di torbida prodotto dalle attività di dragaggio	42



7.4	Misure di mitigazione	44
8	SINTESI DEL CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA	46
9	QUADRO ECONOMICO DI SPESA.....	47
10	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	49



 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portate i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00 m e i fondali della Canaletta a -11,00 m</p>
---	--

1 PREMESSE E INQUADRAMENTO GENERALE DEGLI INTERVENTI

L'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna (AdSP Sardegna), con nota prot. n. 0017026 ha affidato all' RTP costituito da Seacon S.r.l. (mandataria), Modimar S.r.l., Ambiente, Biotec e ASPs i servizi di *progettazione preliminare dell'intervento denominato "Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del Porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00 m e i fondali della Canaletta a -11,00 m"* – CIG 8395204580 - CUP: B91J19000050005.

La presente relazione costituisce la Relazione Generale del Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica degli interventi di dragaggio.

1.1 Inquadramento geografico della zona di intervento

Con riferimento alla Figura 1-1, il Golfo di Olbia è localizzato lungo la costa Nord-Est della Sardegna a circa 110 miglia nautiche di distanza dal Porto di Civitavecchia con il quale è collegato da numerose linee di navigazione merci e passeggeri.

All'interno del Golfo di Olbia si trova l'omonimo Porto che è costituito dal Porto Commerciale denominato Isola Bianca e dal Porto Industriale denominato Porto Cocciani. L'accesso marittimo al Porto di Olbia avviene dall'imboccatura del Golfo di Olbia per il tramite di un canale di accesso dragato (denominato canaletta) indicato schematicamente nella Figura 1-1 con le due linee tratteggiate.

Sempre con riferimento alla Figura 1-1, all'interno del Golfo di Olbia sfocia il Rio Petrongianu il quale, insieme ad altri canali di drenaggio che sfociano nella zona occidentale del Golfo, alimentano con materiale solido lo stesso Golfo e quindi contribuiscono all'interrimento delle zone destinate alla navigazione e all'evoluzione delle navi.

Per questa ragione l'AdSP Sardegna ha previsto la realizzazione di un intervento di manutenzione dei fondali del canale di accesso, delle aree di evoluzione e degli specchi d'acqua prospicienti le banchine operative del Porto di Olbia finalizzato al ripristino delle quote dei fondali previste dai vigenti Piani Regolatori Portuali che normano il Porto di Olbia, in particolare:

- il PRP approvato nel 1981 relativo al cosiddetto "Porto Interno" ed al pontile "Isola Bianca" (costituenti il porto commerciale);
- il PRP approvato nel 1998 riferito al "Porto Industriale" (denominato ormai Porto Cocciani).

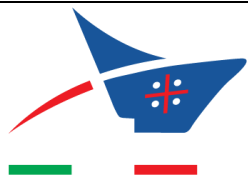


Figura 1-1 - Inquadramento geografico del Porto di Olbia costituito dal terminale Isola Bianca e da Porto Cocciani.

L'obiettivo del presente progetto è quello di definire le opere, le lavorazioni e le modalità necessarie alla realizzazione del dragaggio rivolto alla manutenzione dei fondali del Golfo di Olbia.

1.2 Aree oggetto del dragaggio

Nella Figura 1-2 è indicata l'area complessiva oggetto di dragaggio la quale per comodità è stata suddivisa in 9 sub-aree.

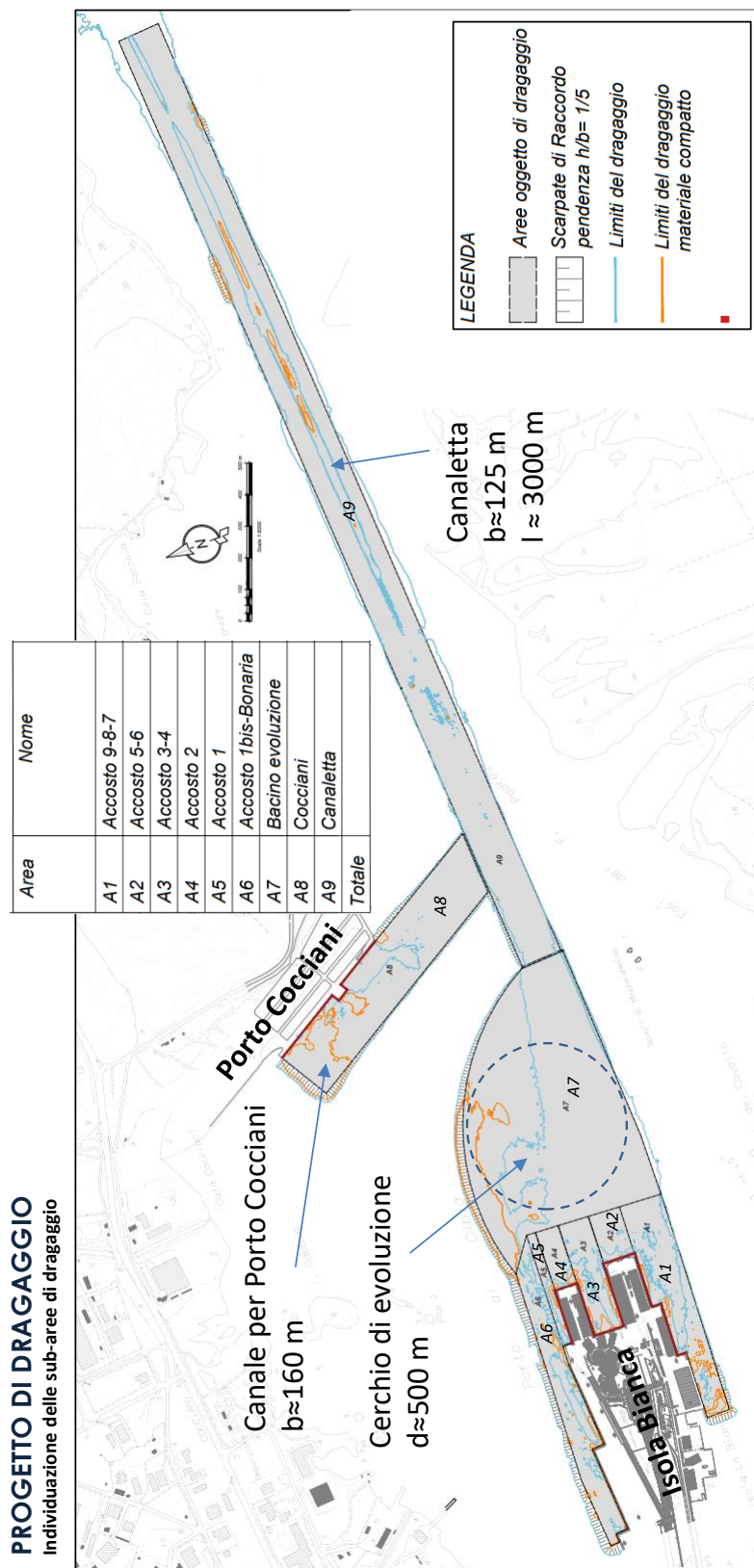
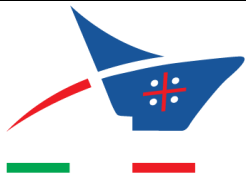



Figura 1-2 - Aree oggetto del dragaggio.



 <p data-bbox="381 143 703 197">Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p data-bbox="767 136 1461 226">Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	---

Le massime profondità di dragaggio previste dai PRP vigenti e quindi dal presente progetto di dragaggio sono le seguenti:

- per la canaletta -11,0 m sul l.m.m.;
- per le restanti sub-aree -10.0 m sul l.m.m..

La canaletta, che collega l'imboccatura del Golfo di Olbia ad Isola Bianca e a Porto Cocciani, è lunga circa 3,0 km e presenta una larghezza di soli circa 125 m. L'unico bacino di evoluzione (Area A7) destinato alle manovre delle navi di maggiori dimensioni, è posizionato di fronte ad Isola bianca e contiene un cerchio il cui diametro è pari a circa 500 m.

Questi parametri risultano appena sufficienti per garantire con condizioni meteo non eccessivamente avverse, una sola corsia di transito lungo la canaletta alle navi che normalmente frequentano il Porto di Olbia che sono costituite prevalentemente da Ro-Ro, Ro-Pax, Crociere e General Cargo.

1.3 Aspetti meteomarini della zona di dragaggio

Il Golfo di Olbia risulta completamente schermato dal moto ondoso proveniente da largo, per cui l'unica agitazione ondosa che può essere presente all'interno di esso può essere generata solo localmente. Tenendo conto che all'interno del Golfo è disponibile un'area di generazione per le onde (fetch) di lunghezza molto limitata (nell'ordine di pochi chilometri), si può facilmente concludere che il moto ondoso all'interno del Golfo risulta estremamente contenuto e in generale non è in grado di influenzare sostanzialmente né la navigazione delle navi, né le attività di dragaggio.

Dal punto di vista idrodinamico la circolazione nel Golfo di Olbia è influenzata prevalentemente da due fattori: la marea astronomica e l'azione del vento.

Gli studi di idrodinamica eseguiti nell'ambito della proposta di PRP 2008 hanno messo in evidenza che il campo idrodinamico indotto dalla sola marea astronomica è estremamente modesto con velocità inferiori al centimetro al secondo su gran parte del Golfo. I valori massimi della velocità della corrente, compresi tra 1 e 5 cm/s, si verificano in prossimità dell'imboccatura del Golfo. La portata transitante attraverso l'imboccatura del Golfo supera di poco i 130 m³/s con un valore massimo del volume scambiato in un semiciclo di marea che si attesta a circa 0,9 10⁶ m³, con un conseguente valore del ricambio idrico ETP, calcolato con il metodo del prisma di marea (rapporto tra il volume scambiato in un semiciclo di marea ed il volume totale contenuto nella rada), modesto pari a circa 2,0 10⁻².

Le simulazioni eseguite forzando la circolazione idrodinamica con il vento hanno mostrato che in presenza di vento la circolazione nel Golfo risulta superiore rispetto a quella prodotta dalla sola marea.

Per caratterizzare il vento locale, si è fatto riferimento ai dati del Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica (CNMCA) registrati presso l'aeroporto di Olbia, localizzato in adiacenza al porto. Nella Figura 1-3 è riportata la rappresentazione polare del clima anemometrico medio annuale ottenuta utilizzando i dati di vento dell'aeroporto.

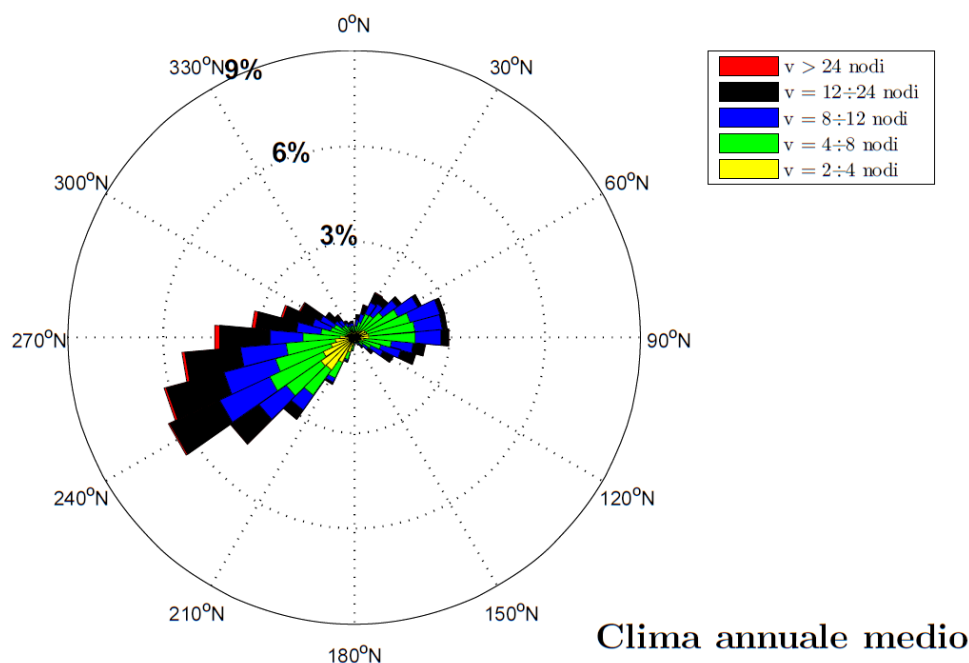
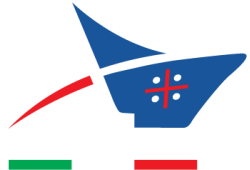


Figura 1-3 - Rappresentazione polare della distribuzione direzionale annuale degli eventi anemometrici nel Golfo di Olbia ottenuta sulla base delle misure effettuate presso l'aeroporto di Olbia.

Si osserva che il regime anemometrico presenta una spiccata bimodalità diretta lungo la direzione Est-Ovest e quindi lungo l'asse del Golfo di Olbia, con gli eventi più intensi e frequenti provenienti dal settore di Ponente.

Per quanto riguarda le variazioni del livello idrico indotte dalla marea nel Golfo di Olbia, si evidenzia che nel Golfo non è presente una stazione mareografica. Pertanto per caratterizzare le variazioni di livello indotte dalla marea astronomica si è fatto riferimento ai dati forniti dal mareografo di Cagliari gestito dall'ISPRA.

Solo recentemente a partire dalla metà del 2021, l'AdSP ha iniziato ad effettuare alcune misure nel Golfo di Olbia le quali riguardano il vento, la corrente e il moto ondoso. Anche se allo stato attuale i

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

dati disponibili non sono sufficienti per caratterizzare dal punto di vista statistico i parametri misurati, si ritiene molto importante che queste misure vengano eseguite.

1.4 Interventi da eseguire a supporto delle attività di dragaggio

1.4.1 Vasche di colmata

Come meglio specificato nel seguito, in previsione delle attività di dragaggio l'AdSP ha iniziato a confrontarsi con l'ISPRA su una serie di temi inerenti il dragaggio. In questo contesto oltre ad aver dato mandato all'ISPRA di individuare un idoneo sito di conferimento a mare atto ad accogliere il materiale di dragaggio di buona qualità, si è concordata con ISPRA la necessità di predisporre idonee vasche di colmata dove poter conferire il materiale di dragaggio non idoneo ad essere conferito a mare.

Pertanto l'AdSP nel 2022, ha predisposto un Adeguamento Tecnico Funzionale (ATF) del PRP vigente prevedendo la realizzazione di quattro vasche di colmata (vedi Figura 1-4) di cui:

- due funzionali per la realizzazione del prolungamento della banchina dell'attracco 9 così da ottenere una nuova banchina operativa per l'attracco laterale delle navi Ro-Ro lunga 316 m e per la realizzazione di un nuovo dente di attracco alla radice dell'attracco 8 largo 40 m e lungo 40 m (vedi Figura 1-5). In sede di ATF si è previsto che queste vasche di colmata avessero rispettivamente una capienza di circa 24.650 m³ e di circa 3.320 m³;
- due collocate in corrispondenza del pontile ex Palmera, posto a Nord di Isola Bianca, nel tratto di costa compreso tra due infrastrutture dedicate alla cantieristica navale (vedi Figura 1-6). Queste due vasche di colmata si è previsto che avessero rispettivamente una capienza di circa 221.472 m³ e di circa 58.546 m³.

Complessivamente quindi la capacità complessiva delle vasche di colmata stimata in sede di ATF è risultata nell'ordine di circa 300.000 m³. Come meglio descritto nel seguito, questa capacità si è rivelata in sede di redazione del PFTE leggermente sovrastimata rispetto a quella effettiva che in seguito è stata calcolata sulla base di un rilievo batimetrico aggiornato.

Si osserva che in sede di ATF si è previsto di conterminare le vasche di colmata con cassoni sia per consentire l'ormeggio dei natanti alle nuove opere, sia per consentire di ospitare all'interno dei cassoni materiale di dragaggio inquinato ricadente nella classe ambientale D.

L'ATF è stato approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Adunanza del 4 ottobre 2022 n, Protocollo 86/2022).

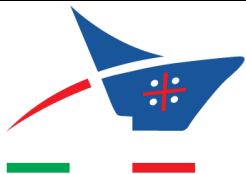


Figura 1-4 - Ubicazione delle vasche di colmata.

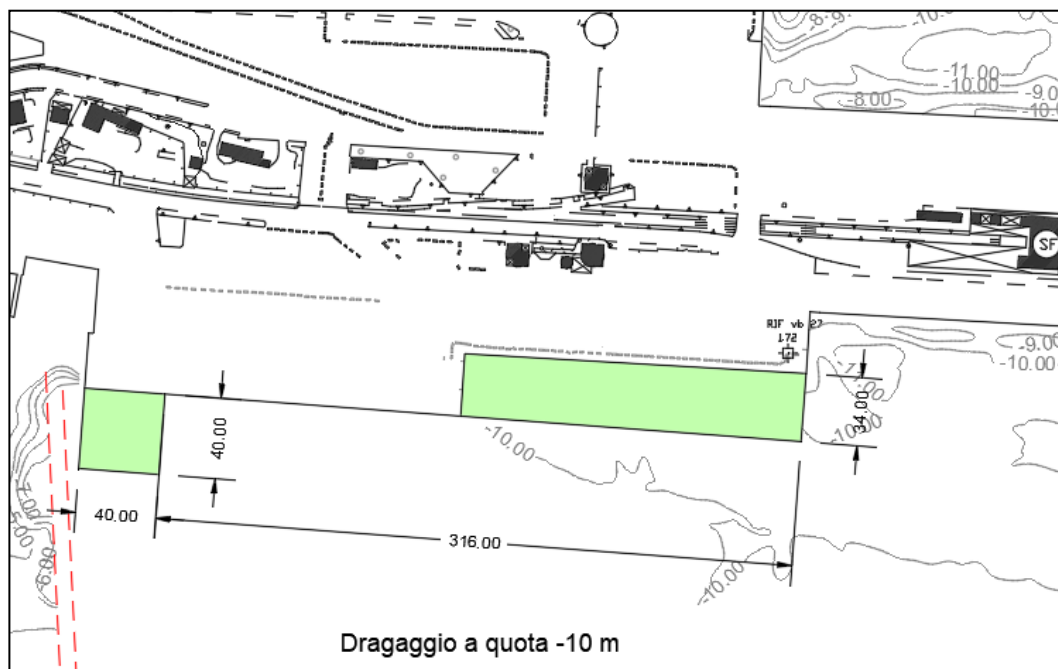


Figura 1-5 – Particolare delle vasca di colmata attracchi 8 e 9 (Sud Isola Bianca) previste dall'ATF proposto nel 2020 dall'AdSP e approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici'.

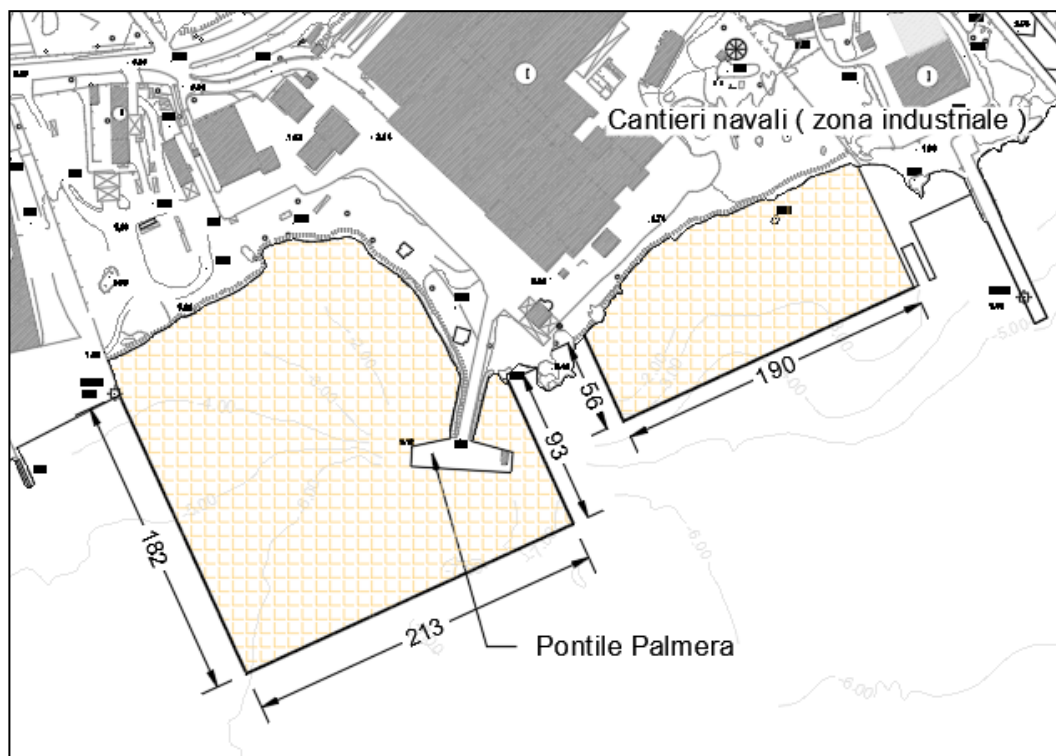
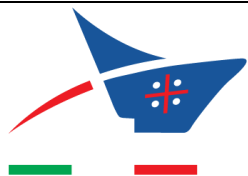


Figura 1-6 – Particolare delle vasche di colmata Nord (ex Palmera) proposto nel 2020 dall'AdSP e approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici'.

Nell'ambito del presente progetto si è quindi eseguito un rilievo batimetrico di dettaglio delle aree oggetto delle vasche di colmata e si è proceduto alla progettazione preliminare delle opere di conterminazione delle vasche. Inoltre si è provveduto ad eseguire la caratterizzazione del materiale ricadente nelle aree destinate ad accogliere il materiale di dragaggio.

Per quanto riguarda la vasca di colmata che si realizzerà prolungando il molo 9 e conglobando il molo 8, si precisa quanto segue.

Attualmente il molo 9, la cui banchina ha una lunghezza di circa 185 m, è già utilizzato per ormeggiare le navi da crociera, le quali, poiché hanno una lunghezza superiore a 185 m, una volta ormeggiate sporgono dalla banchina occupando parte del molo 8. Di conseguenza quando è presente una nave da crociera sul molo 9, il molo 8 non può ospitare un'altra nave.

Una situazione simile si verificherà a seguito della realizzazione della vasca di colmata e quindi non sono previsti incrementi di traffico navale.

Il vantaggio operativo di realizzare la nuova vasca di colmata allungando la banchina del molo 9 sta nel fatto che si potrà disporre di una banchina più lunga (circa 350 m) rispetto a quella attuale, la quale consentirà di ormeggiare in piena sicurezza le navi da crociera. Ovviamente un secondo vantaggio riguarda la possibilità di disporre di una vasca di colmata a supporto del dragaggio.

Si precisa che per ragioni di funzionalità del porto il prolungamento del molo 9 dovrà essere completamente realizzato nell'ambito dei lavori previsti dal presente progetto. Pertanto si è previsto di riempire completamente le due vasche di colmata, di realizzare la sovrastruttura e di predisporre gli arredi portuali per la nuova banchina.

In tal modo la nuova banchina per le navi da crociera diventerà operativa a conclusione di lavori di dragaggio.

1.4.2 Consolidamento al piede delle banchine esistenti


Nel documento preliminare alla progettazione, la Stazione Appaltante aveva previsto che il piede delle banchine di Isola Bianca e di Porto Cocciani, dove si prevede di realizzare il dragaggio, fosse protetto da una paratia costituita da micropali affiancati poiché non si era certi della profondità di imbasamento dei cassoni di delimitazione delle stesse banchine.

Durante le attività di progettazione, è stato possibile recuperare i disegni di progetto delle banchine di Porto Cocciani. Dai disegni è emerso che la profondità di imbasamento dei cassoni di banchina risulta a Porto Cocciani di -12.0 m sul l.m.m. e quindi è possibile eseguire il dragaggio alla quota -10.0 m senza indurre problemi di stabilità delle banchine. Inoltre alcune attività di rilievo subacquee eseguite dalla società Martech hanno mostrato che attualmente le banchine di Porto Cocciani non sembrano essere soggette a fenomeni di sgrottamento indotti dalle eliche delle navi. Per tale ragione si è deciso di non inserire nel PFTE la realizzazione della paratia in micropali a Porto Cocciani.

Per quanto riguarda Isola Bianca non è stato possibile recuperare i disegni di progetto per stabilire in modo certo la quota di imbasamento dei cassoni.

Per accertare tale quota sono stati quindi eseguiti a supporto della progettazione una serie di accertamenti di campo che vengono descritti di seguito. Questi accertamenti hanno mostrato che la quota di imbasamento dei cassoni sembra essere posta alla profondità di -10,0 m sul l.m.m. e quindi alla stessa quota di dragaggio prevista per Isola Bianca.

Tuttavia le attività di rilievo geofisico eseguite a supporto della progettazione, hanno mostrato che in prossimità del piede delle banchine di Isola Bianca si trova del materiale compatto da dragare costituito probabilmente da roccia. Ciò potrebbe costituire un problema in fase di dragaggio, perché la rimozione della roccia potrebbe causare la rimozione involontaria di materiale al piede dei cassoni inducendo di conseguenza problemi di stabilità alle banchine.

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

Per ovviare a questo problema risulta necessario tagliare preventivamente il materiale compatto presente in prossimità delle banchine. Questo risultato si può ottenere realizzando preventivamente al dragaggio una paratia in micropali affiancati, la cui funzione sarà quella di tagliare preventivamente il materiale compatto posto al piede dei cassoni. Inoltre i micropali verranno utilizzati in sostituzione degli attuali massi guardiani al fine di stabilizzare il piede dei cassoni dall'azione esercitata dai getti delle eliche delle navi che tendono a scalzare lo scanno d'imbasamento dei cassoni. Infatti, come mostrato nel seguito, le indagini eseguite hanno mostrato che la maggior parte dei massi guardiani esistenti sono stati rimossi dal piede dei cassoni dai getti prodotti dalle eliche delle navi mostrandone la quindi la loro inadeguatezza.

In conclusione quindi si è deciso di realizzare preventivamente al dragaggio una paratia in micropali al piede dei cassoni esistenti la quale svolgerà la duplice funzione di tagliare preventivamente al dragaggio il materiale compatto esistente e di sostituire gli attuali massi guardiani al fine di proteggere lo scanno di imbasamento dei cassoni dall'azione erosiva dei getti delle navi.


1.5 Strategia generale di dragaggio

Come accennato in precedenza, in previsione delle attività di dragaggio del porto di Olbia, l'AdSP del Mar di Sardegna ha stipulato nel settembre 2018 con ISPRA una convenzione che ha previsto il supporto tecnico scientifico per diverse attività, fra le quali l'individuazione di un'area di immersione oltre le tre miglia nautiche dalla costa, nella quale potranno essere conferiti i volumi di sedimento dragati ritenuti idonei, da riutilizzare anche per ulteriori scarichi da ripetere negli anni a venire, in base alle future esigenze di gestione.

Il percorso condotto da ISPRA ha visto la collaborazione della Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) e dell'Università degli Studi di Cagliari - Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, con le quali sono state stipulate delle specifiche Convenzioni per le tematiche di rispettiva competenza.

Le attività svolte dall'ISPRA hanno infine consentito di individuare un'area di possibile versamento a mare dei sedimenti dragati ritenuti idonei.

L'area individuata, descritta con maggior dettaglio nel seguito, si trova a nord del golfo di Olbia, a circa 14 miglia di navigazione dall'imboccatura del Golfo di Olbia e potenzialmente è in grado di accogliere fino a circa 600.000 m³ di materiale proveniente dal dragaggio.

 <p data-bbox="379 141 703 197">Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p data-bbox="762 136 1465 226">Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	---

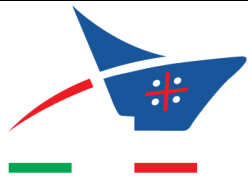
Per quanto riguarda la possibilità di utilizzare parte del materiale di dragaggio per un eventuale ripascimento costiero, si è esclusa tale possibilità poiché:

- i. nessuna delle spiagge di competenza poste in prossimità del Golfo di Olbia presenta problemi erosivi tali da richiedere interventi di ripascimento;
- ii. il materiale oggetto del dragaggio presenta composizione mineralogica, caratteristiche fisiche ecc. diverse da quella delle spiagge presenti nella zona poiché la sua principale origine è costituita dal trasporto solido del Rio Petrongianu che sbocca all'interno del Golfo. Altro materiale di granulometria più fine ricadente nel campo delle peliti arriva nel Golfo di Olbia da corsi d'acqua secondari posti in prossimità del suo limite Ovest.

Alla luce dei risultati ottenuti la strategia generale di dragaggio descritta con maggior dettaglio nel seguito, prevede:

- il conferimento all'interno dei cassoni del materiale di dragaggio ricadente nella classe ambientale D;
- il conferimento all'interno delle vasche di colmata del materiale ricadente nella classe ambientale C;
- il conferimento nella zona di versamento posta a largo per il materiale di classe ambientale A e B.

Da un punto di vista delle priorità ambientali si è stabilito di destinare, compatibilmente alle sue caratteristiche, più materiale possibile al versamento a largo in modo tale di preservare le vasche di colmata per il materiale di caratteristiche non idonee al versamento a mare.



2 INDAGINI DI CAMPO ESEGUITE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE

2.1 Rilievo batimetrico multibeam

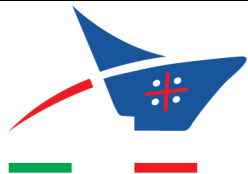
Il rilievo batimetrico dei fondali, eseguito con tecnica multibeam, è stato eseguito nel mese di settembre del 2022 dalla società Martech e ha coperto la superficie potenzialmente oggetto dei dragaggi che copre una superficie di circa 200 ettari (vedi Figura 2-1).



Figura 2-1 - Area coperta con il rilievo batimetrico eseguito dalla società Martech nel mese di settembre 2022.

Non essendo presente ad Olbia una stazione mareografica, durante l'esecuzione del rilievo e per un periodo di 37 giorni è stato installato un mareografo nel porto di Olbia in corrispondenza della banchina della Marina di Olbia. I rilievi batimetrici con il sistema multibeam sono stati eseguiti nei giorni 23, 24 e 25 settembre, eseguendo transetti per lo più paralleli lungo la direzione longitudinale alla canaletta e su batimetrie costanti, per consentire una larghezza di "swath" il più possibile uniforme.

Per maggiori dettagli si allega la relazione tecnica specialistica redatta dalla società Martech dal titolo:



- Esecuzione di rilievi batimetrici con sistema Multibeam a copertura totale dei fondali e di sismica acustica con sistema tipo Sub Bottom Profiler da eseguirsi nell'ambito dei dragaggi del Golfo di Olbia per portare i fondali del Porto Isola Bianca a -10,00 m ed i fondali della Canaletta a -11,00 m. Data di emissione 07/04/2023.

Come descritto nel seguito, il calcolo dei volumi di dragaggio si è basato su questo rilievo.

Sono stati elaborati i seguenti file:

- DTM con grid di 20, 50 e 75 cm in formato asc, elaborazioni delle immagini georeferenziate tipo raster in formato Geotiff del DTM a colori e dello shaded in scala di grigi.
- Elaborazioni cartografiche: rappresentazione del DTM a colori, Carta delle Isobate a colori, isobate su sfondo tipo Shaded relief. Piano Quotato con maglia 10,0 m, piano delle linee di navigazione SBP. Tavola delle isopache, tavole di evidenza delle aree di dragaggio. Le elaborazioni sono state prodotte in formato editabile AutoCad DWG e di stampa Acrobat PDF.

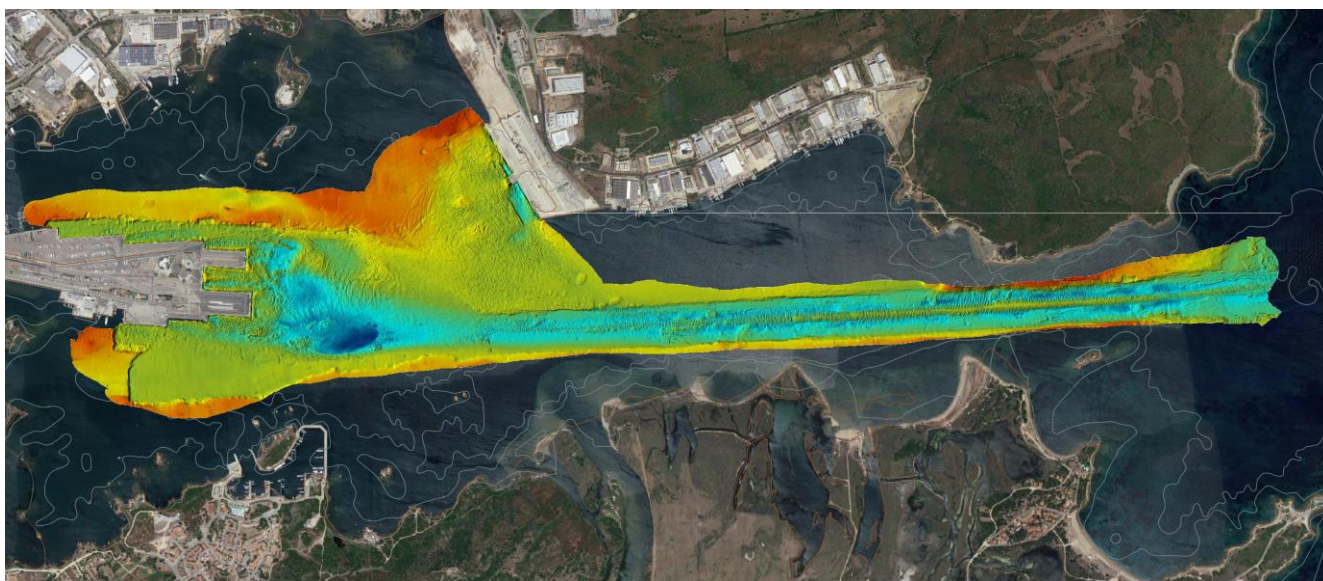
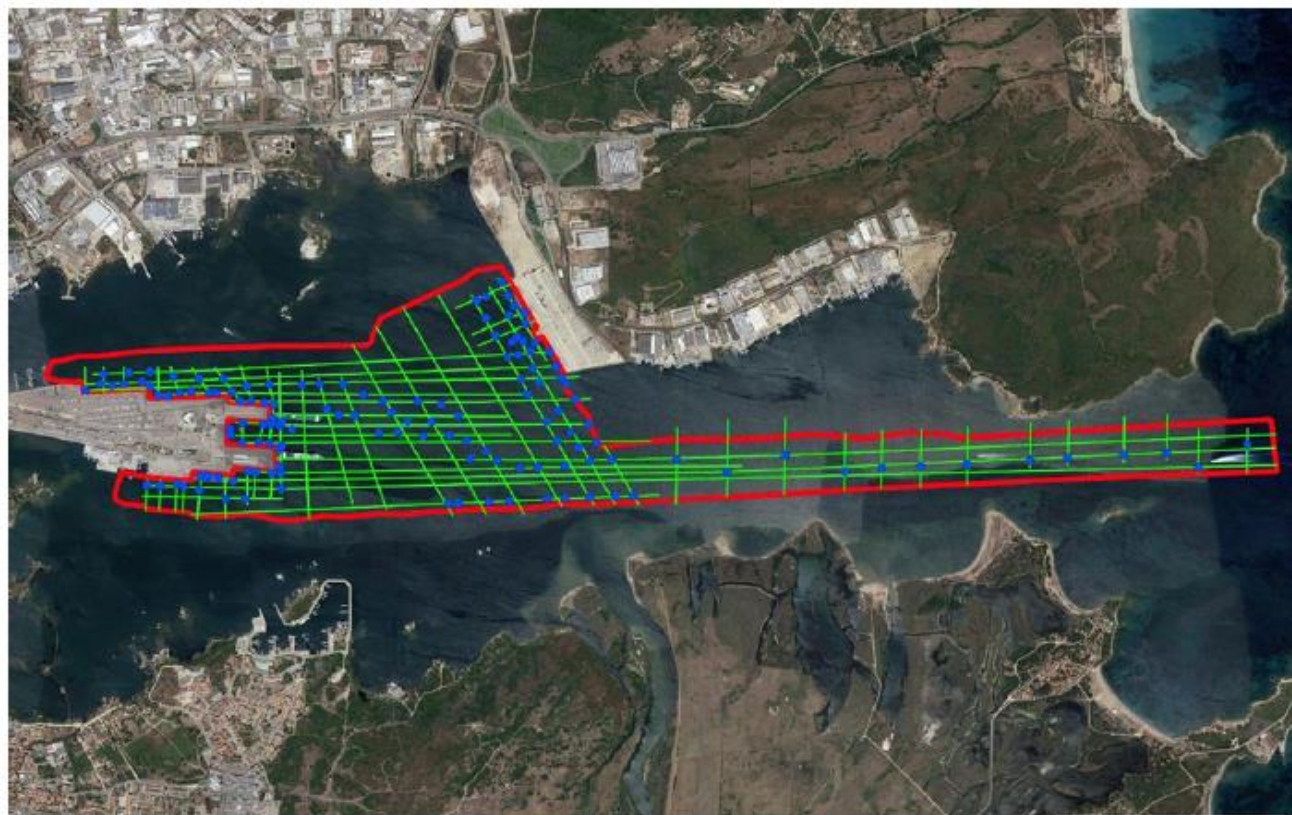
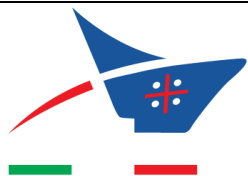


Figura 2-2 - Esempio di restituzione del rilievo multi-beam.

2.2 Rilievo sub-bottom profiler

I rilievi di sismica acustica eseguiti con il sistema tipo Sub bottom Profiler sono stati eseguiti dalla società Martech. I transetti della navigazione SBP sono stati progettati ed eseguiti sulla base del piano dei carotaggi, sviluppato per la caratterizzazione del materiale di dragaggio, fornito dalla Stazione Appaltante alla Martech, che sono stati assunti come "verità a mare".



AREA RILIEVO - 200 ha
LINEE SBP - 50km

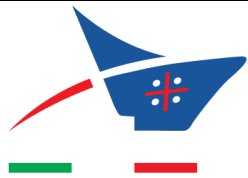
• Punti campionamento
— Linee_SBP
— Area rilievo

Il rilievo è stato eseguito nel mese di settembre del 2022 parallelamente all'esecuzione del rilievo batimetrico. La descrizione di dettaglio del rilievo è riportata nella relazione già citata al paragrafo precedente.

I rilievi eseguiti con il Sub bottom Profiler assieme alle verità a mare hanno consentito alla società Martech di caratterizzare il fondale distinguendo il materiale sciolto più superficiale da quello compatto posto al di sotto di esso. In particolare la Martech ha individuato con la geofisica la superficie di base dei sedimenti sciolti, ovvero la superficie di separazione tra il materiale sciolto e quello compatto. Ciò ha consentito di distinguere nel calcolo dei volumi da dragare il materiale sciolto da quello compatto.

2.3 Accertamenti per la definizione del fondale al piede delle banchine

Al fine di definire la profondità al piede delle banchine di Porto Cocciani e di Isola Bianca, sono stati eseguiti dalla Società Martech una serie di accertamenti che hanno previsto:



1. l'esecuzione di rilievi ad altissima risoluzione con sistema tipo multibeam del piede delle banchine del Porto Cocciani e del terminal Isola Bianca;
2. l'esecuzione dei rilievi georadar presso l'Isola Bianca;
3. l'esecuzione dei sondaggi geognostici presso l'Isola Bianca.

La descrizione tecnica degli accertamenti eseguiti dalla società Martech sono riportati nel seguente documento:

- Esecuzione dei rilievi integrativi nell'ambito del servizio di "Progettazione preliminare dell'intervento denominato: Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del Porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00 m e i fondali della Canaletta a -11,00 m". Data di emissione 02/03/2022.

Si riporta di seguito una sintesi del documento, rimandando alla relazione specialistica per maggiori dettagli.

2.3.1 Rilievi multibeam

Il rilievo multibeam, che è stato eseguito con la testa del sensore ruotata per poter rilevare il piede delle banchine, ha coperto le banchine ricadenti nelle aree indicate nella Figura 2-3.

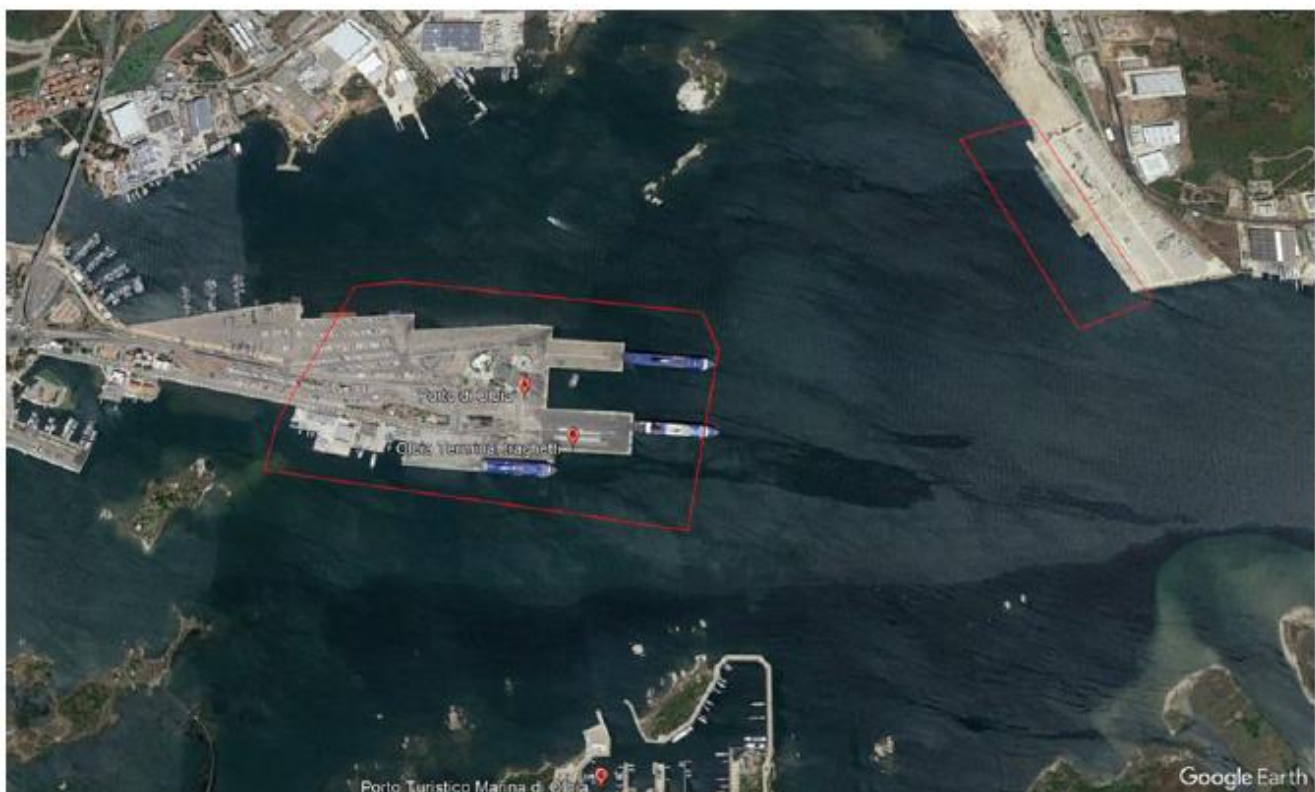
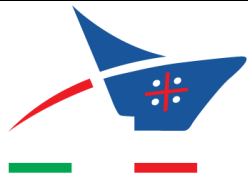


Figura 2-3 - Area coperta dal rilievo multibeam con testa del sensore ruotata

Il rilievo è stato eseguito nel mese di novembre 2021.

Capogruppo Mandataria: Mandanti:





Sono stati elaborati i seguenti file:

- DTM con grid di 20 cm in formato asc, elaborazioni delle immagini georeferenziate tipo raster in formato Geotiff del DTM a colori e dello shaded in scala di grigi;
- Animazioni in formato avi che mostrano i dati di riflettività acustica (soundings) delle banchine in esame.
- Elaborazioni cartografiche: rappresentazione del DTM a colori, Carta delle Isobate a colori, isobate su sfondo tipo Shaded relief, Le elaborazioni sono state prodotte in formato editabile AutoCad DWG e di stampa Acrobat PDF.

L'analisi dei rilievi eseguiti ad Isola Bianca ha permesso di accertare che la quota di imbasamento dei cassoni è posizionata circa alla profondità di - 10,0 m sul l.m.m. anche se in numerose zone il piede delle banchine è risultato coperto dai sedimenti.

Al piede delle banchine sono stati rilevati massi guardiani di diverse dimensioni, ovvero 180 x 360 cm, 240 x 600 cm e 320 x 600 cm. Numerosi massi guardiani, presumibilmente in cls, sono stati spostati dai getti esercitati dalle eliche delle navi. Non è stato rilevato lo spessore dei massi.

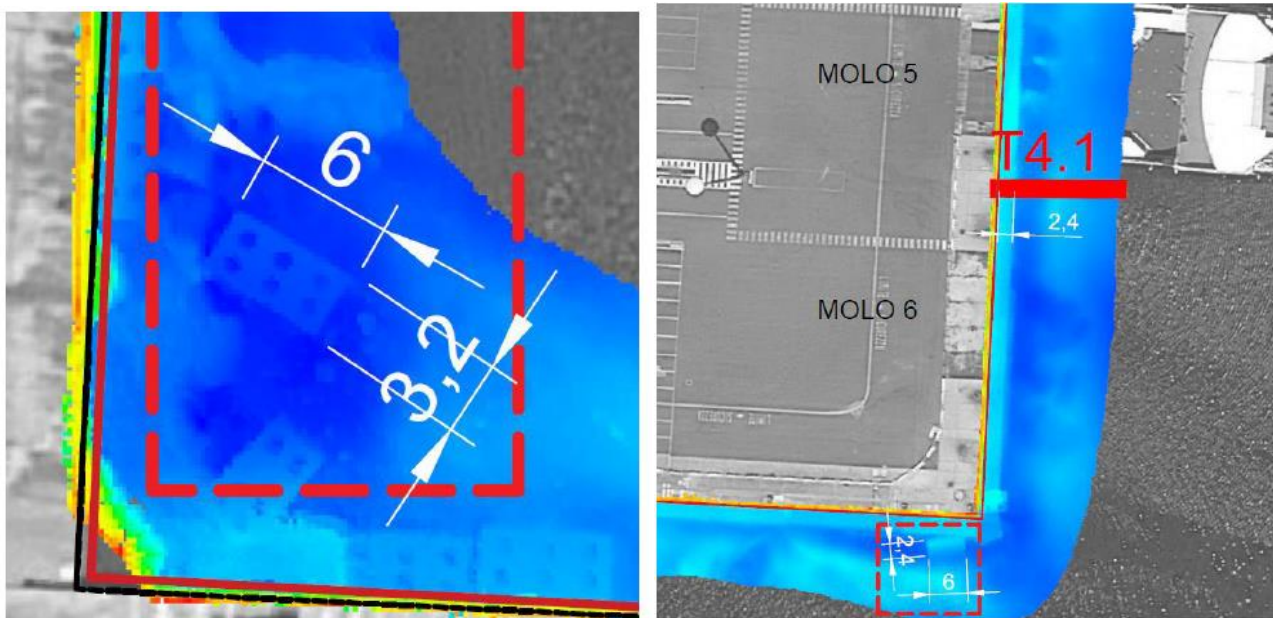


Figura 2-4 - Massi guardiani rilevati al piede delle banchine.

Per quanto riguarda Porto Cocciani i rilievi eseguiti hanno mostrato che la profondità di imbasamento delle banchine è a circa -12.0 m sul l.m.m.

2.3.2 Esecuzione dei rilievi georadar e dei sondaggi geognostici ad Isola Bianca

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti dalla dall'impresa Geotest S.r.l. per conto della Martech e hanno riguardato i quattro transetti indicati con le sigle T1/T2/T3/T4 riportati in Figura 2-5.

In corrispondenza a ciascun transetto è stata eseguita una coppia di sondaggi denominati: C1/C2 – C3/C4 – C5/C6 – C7/C8.

Di ciascuna coppia di sondaggi, il primo è stato eseguito a circa 4.0m dal filo banchina, mentre il secondo è stato realizzato nella zona retrostante al cassone. Per determinare la larghezza dei cassoni è stato eseguito in corrispondenza di ciascun transetto un rilievo georadar.

Il rilievo georadar ha mostrato che i cassoni sono larghi circa 7-8 m.

Nella Tabella 2-1 sono riportate le effettive profondità di campionamento dal piano campagna raggiunte per ciascuno dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo da 101 mm che sono stati eseguiti.

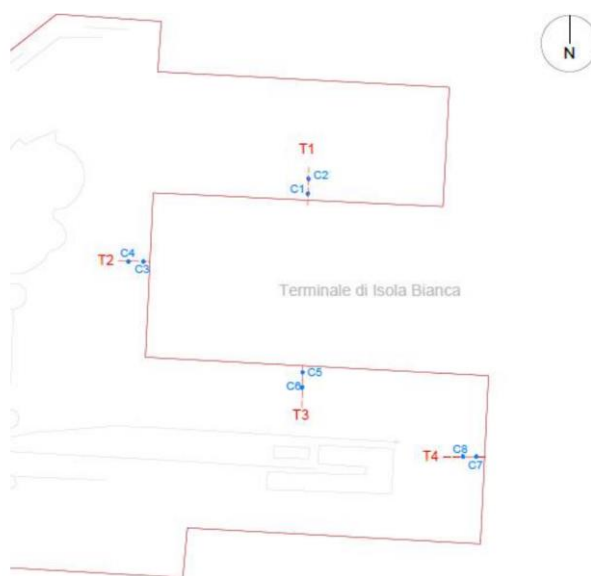
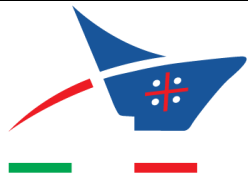


Figura 2-5. Planimetria con individuazione dei sondaggi geognostici.

Tabella 2-1. Profondità di prova per ogni sondaggio, riferita al piano campagna.

VERTICALE SONDAGGIO	PROFONDITÀ DI PROVA DA P.C.
C1	-15.0m
C2	-10.0m
C3	-15.0m
C4	-11.0m
C5	-8.20m
C6	-15.0m
C7	-5.0m
C8	-15.0m



Come si evince dalla Tabella 2-1 solo due dei quattro sondaggi eseguiti all'interno dei cassoni hanno raggiunto la profondità target di 15 m e quindi hanno consentito di definire la quota di imposta dei cassoni. In Figura 2-6 e Figura 2-7 sono riportati i risultati dei due sondaggi C1 e C3 eseguiti all'interno dei cassoni. Dall'analisi dei profili stratigrafici è possibile osservare che la quota di imbasamento dei cassoni risulta essere posta a circa -11 m rispetto al l.m.m..

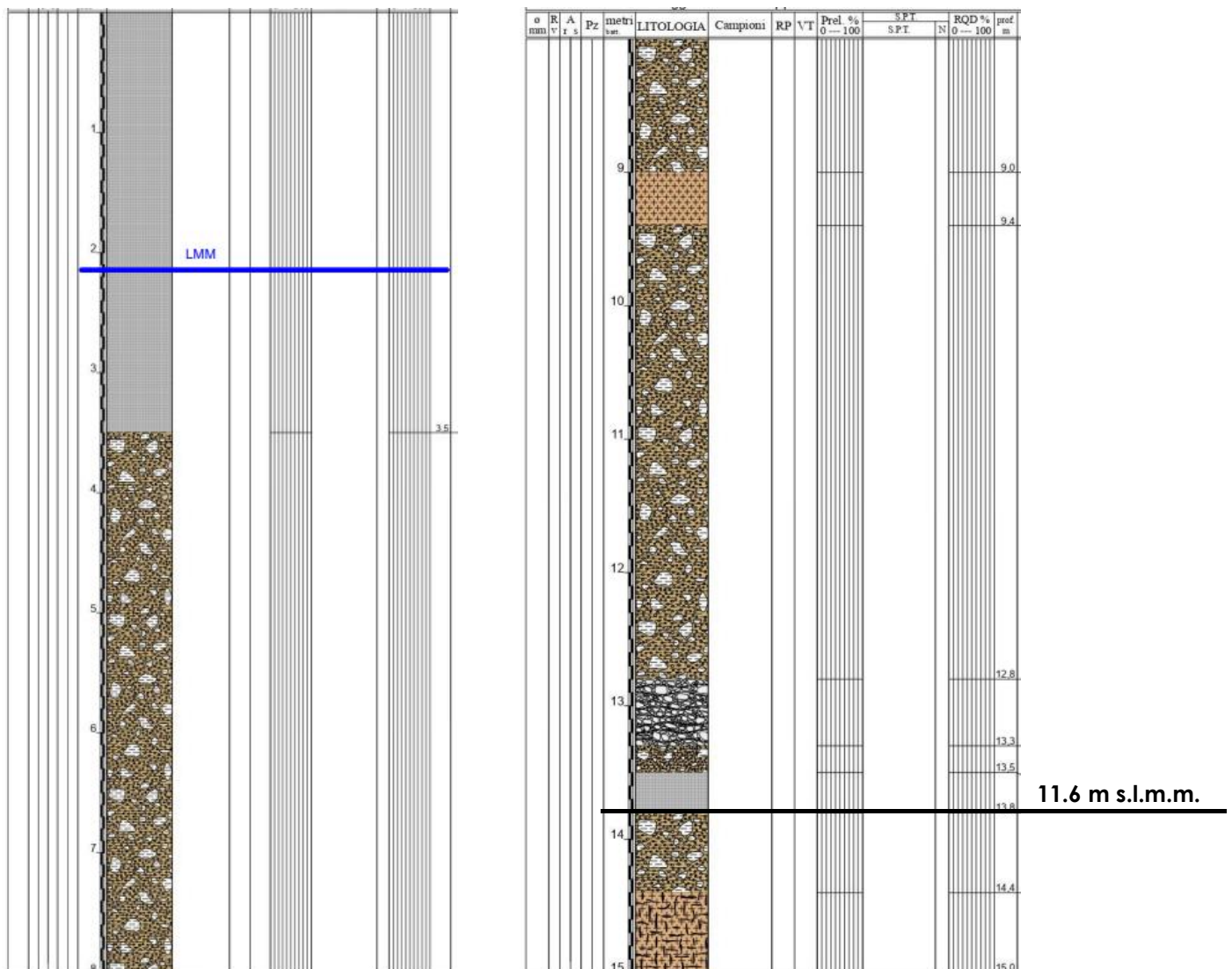


Figura 2-6. Stratigrafia del sondaggio C1.

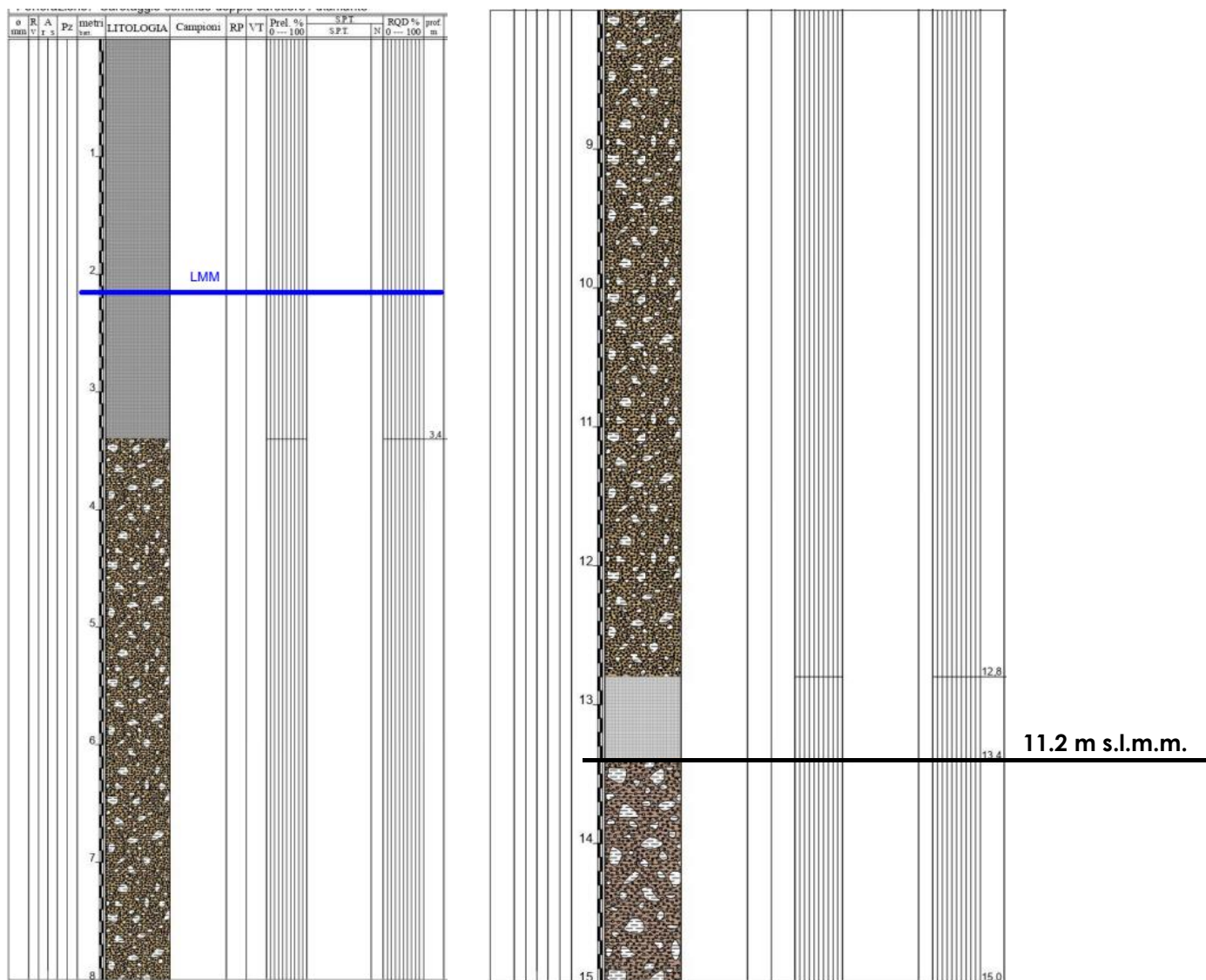
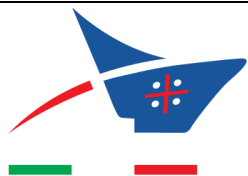


Figura 2-7. Stratigrafia del sondaggio C3.

2.4 Rilievo side scan sonar

Il lavoro è stato finalizzato all'esecuzione delle indagini con un sistema Side scan sonar al fine di riconoscere le differenti litologie e biocenosi che costituiscono e che sono presenti sul fondale e per l'individuazione di eventuali anomalie d'interesse archeologico. Le aree di indagine risultano ubicate all'interno del Golfo di Olbia, in particolare l'area della canaletta di accesso al porto e la zona portuale dell'Isola Bianca e del Molo Cocciani. L'area oggetto del rilievo side-scan sonar (vedi Figura 2-8) ha coperto l'area oggetto dei dragaggi.

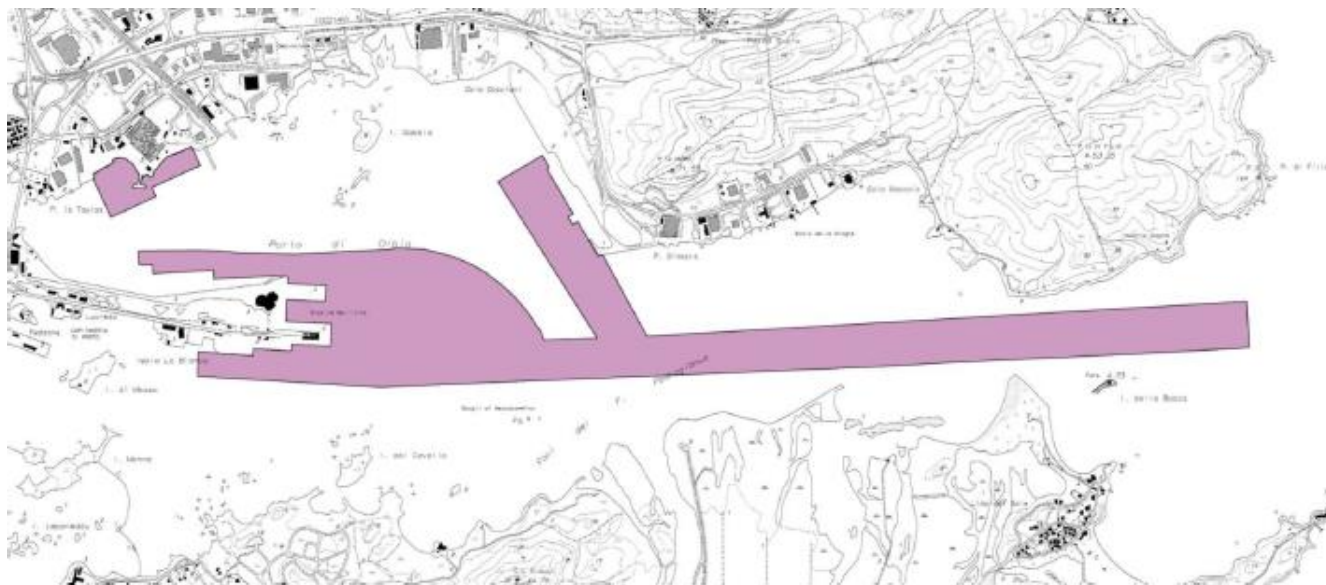
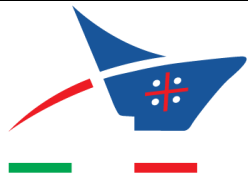


Figura 2-8 - Area coperta con il rilievo side-scan sonar.

Il rilievo geomorfologico è stato eseguito nel mese di marzo 2023.

I rilievi geomorfologici con il sistema side scan sonar sono stati eseguiti nei giorni 16 e 17 marzo con l'impiego della motobarca Sardinia, eseguendo un piano di navigazione secondo transetti paralleli lungo la direzione longitudinale alla canaletta e su batimetrie costanti, per consentire una larghezza di swath il più possibile uniforme. Come previsto nel disciplinare tecnico i transetti sono stati eseguiti con una distanza di 50 m e con un range laterale di 50 m consentendo quindi una sovrapposizione del 100% del dato rilevato.

La descrizione tecnica degli accertamenti eseguiti dalla società Martech sono riportati nel seguente documento:

- Esecuzione di rilievi geomorfologici del fondale marino mediante sistema tipo Side Scan Sonar nel Golfo di Olbia. Data di emissione 02/05/2023.

Si riporta di seguito una sintesi rimandando alla relazione specialistica per maggiori dettagli.

I rilievi eseguiti hanno consentito di elaborare i seguenti file:

- Caratterizzazione dei fondali in formato ESRI shapefile - Elaborazioni cartografiche: Carta del fotomosaico SSS e carta della geomorfologia dei fondali. Le elaborazioni sono state prodotte in formato editabile AutoCad DWG e di stampa Acrobat PDF;
- Tracciati video ROV in formato mp4 con risoluzione full-HD e tracciati in formato ESRI shapefile.

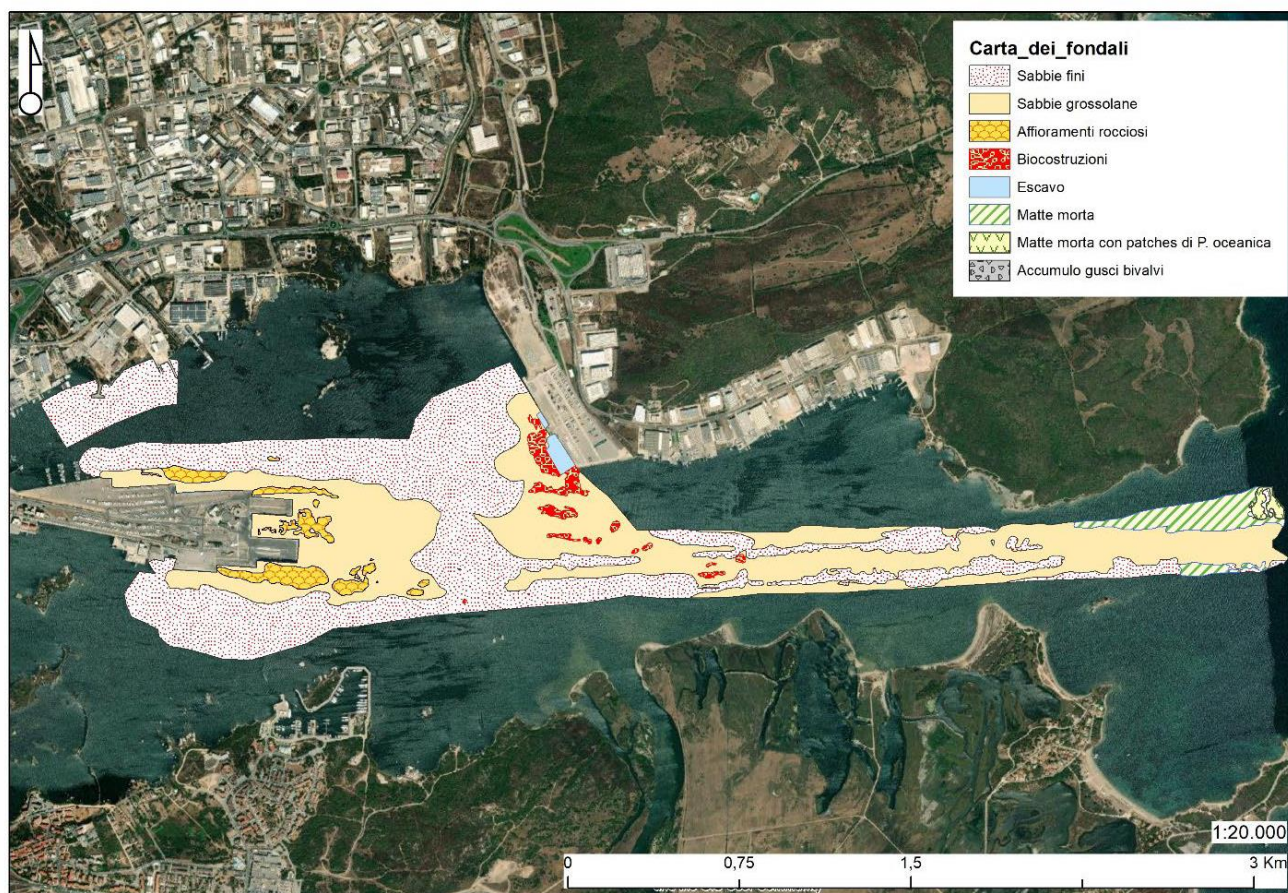
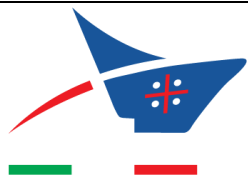


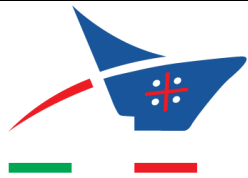
Figura 2-9 - Carta dei fondali dell'area di studio.

La caratterizzazione della natura del fondale nell'area di studio è stata realizzata su base morfologica a partire dal DEM tipo shaded relief ad altissima risoluzione con cella pari a 0.2 m, dai tracciati Side Scan Sonar e dai video realizzati tramite ROV con risoluzione full-HD. La geomorfologia del fondale è riferibile ai soli livelli superficiali.

L'analisi integrata dei dati ha messo in evidenza la presenza di differenti tipologie indicate nella carta dei fondali riportata in Figura 2-9.

La copertura sedimentaria nell'area di studio è caratterizzata prevalentemente da sabbie fini e sabbie grossolane. In prossimità dei moli di attracco delle navi passeggeri, sia le sabbie fini che le sabbie grossolane sono coperte da uno strato superficiale di matrice pelitica di colore grigio. Allontanandosi dai moli di attracco in direzione dell'uscita del Porto, la componente pelitica va a diminuire fino ad essere completamente assente.

Dalle analisi congiunte dei dati Multibeam e dai video effettuati tramite ROV, è stato possibile individuare e mappare diverse aree del fondale caratterizzate da biocostruzioni, ossia strutture



edificate da organismi marini. Queste strutture presentano dimensioni e forme variabili e sono composte da diverse associazioni di organismi. Sono state inoltre individuate aree caratterizzate da accumuli di gusci di bivalvi.

Nell'area inoltre sono presenti alcuni affioramenti rocciosi assimilabili ai Tor granitici, evolutisi in ambiente sub aereo ma che al momento si trovano parzialmente coperti dal riempimento sedimentario alluvionale della Ria di Olbia.

Le analisi di tracciato Side Scan Sonar e Multibeam, associati alle analisi dei video ROV hanno permesso di individuare nell'area di studio diverse strutture antropiche. Le coordinate di ogni manufatto sono visibili nel frame dei video ROV in alto a destra. Le posizioni dei manufatti sono riportate nella Figura 2-10 e a ognuno è associato un numero.

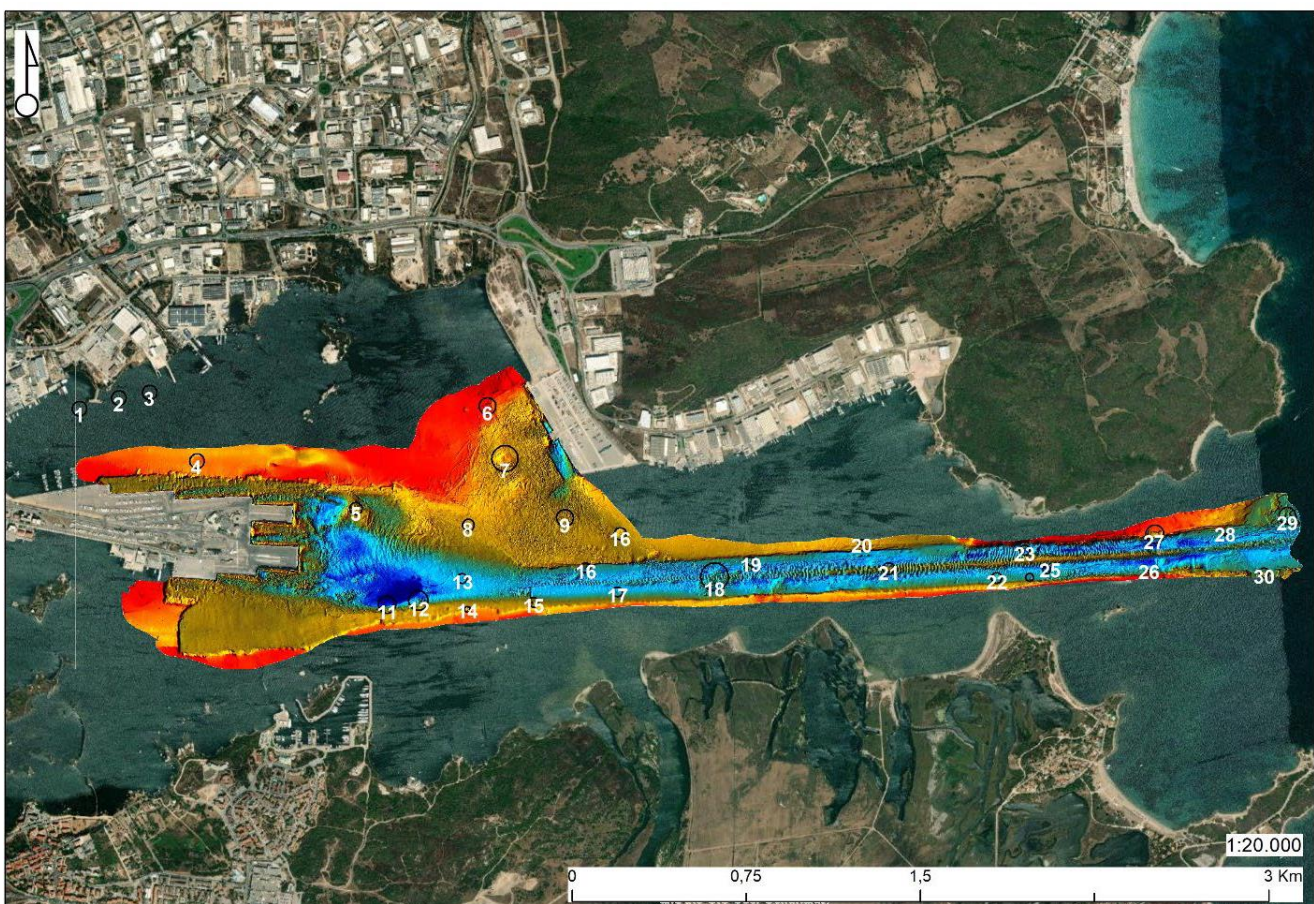



Figura 2-10 - Mappa dei target investigati dal ROV.

In particolare i manufatti antropici individuati si trovano nei seguenti punti:

- Punto 20 (manufatto di natura sconosciuta profondità - 8,8 m);
- Punto 21 (rete abbandonata profondità -9.1 m);

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

- Punto 22 (corpo morto del fanale, profondità -11.6 m);
- Punto n. 24 (include due manufatti: catena con probabile ancora e struttura antropica non indentificata, profondità – 11.3 m);
- Punto n. 26 (probabile struttura antropica di natura sconosciuta, batimetria – 10.4 m);
- Punto n. 28 (corpo morto di un fanale, profondità – 10.6 m).

In totale si tratta quindi di circa sette manufatti antropici di cui due di natura sconosciuta.

2.5 Caratterizzazione dei sedimenti dei fondali marini

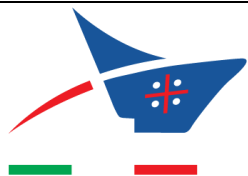
L'AdSP ha incaricato l'R.T.I. Chimica Applicata Depurazione Acque di Filippo Giglio & C. SNC S.r.l. (mandataria) e Atlantis soc.coop. a.r.l. (mandante) di eseguire il campionamento e la caratterizzazione dei fondali del canale di accesso al Porto di Olbia, del bacino di evoluzione e degli attracchi del porto Isola Bianca e del porto Cocciani.

Lo studio affidato ed eseguito ha compreso un'indagine esaustiva dei parametri fisici, chimici ed eco tossicologici richiesti dalle principali norme e linee guida ambientali vigenti, nello specifico, il piano di caratterizzazione è stato redatto secondo le disposizioni dell'Allegato Tecnico al D.M. del 15 luglio 2016 n. 173 (di seguito D.M. 173/2016) "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini". Tale regolamento definisce i criteri e le modalità per il rilascio dell'autorizzazione di cui all'art.109 del D.Lgs. 152/2006 per l'immersione deliberata in mare dei materiali di escavo di fondali marini o salmastri o di terreni litoranei emersi di cui al comma 1, lettera a) del medesimo articolo 109.

La caratterizzazione dei sedimenti dell'area di intervento è il passaggio chiave per arrivare alla classificazione dei materiali di escavo e alla individuazione delle possibili opzioni di gestione dei materiali, informazioni richieste ai fini del rilascio dell'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo dei fondali marini, così come specificato all'art. 3 del D.M.173/2016.

Le attività descritte in dettaglio nella relazione tecnica allegata dal titolo "Caratterizzazione dei sedimenti dei fondali marini del Porto di Olbia, del bacino di evoluzione, degli attracchi del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani" alla quale si rimanda per i necessari dettagli, hanno compreso:

- perforazioni a mezzo di vibro-carotiere idraulico di fondali marini;
- campionamenti di sedimenti marini parte dei quali eseguiti in contraddittorio con ISPRA e ARPAS ai fini della validazione dei risultati;
- analisi chimiche, fisiche ed ecotossicologiche;



- classificazione ecotossicologica dei sedimenti;
- classificazione chimica dei sedimenti;
- classificazione ponderata con rispettiva attribuzione della classe di qualità ai sedimenti analizzati;
- elaborazioni statistiche e geostatistiche dei dati.



3 QUANTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DA DRAGARE

3.1 Quantificazione del materiale oggetto del dragaggio

Per il calcolo dei volumi di dragaggio si sono utilizzati i seguenti dati:

- i risultati del rilievo batimetrico eseguito da Martech nel mese di settembre 2022 mediante strumentazione multibeam;
- la superficie di separazione tra il materiale sciolto e il materiale compatto identificata dalla società Martech mediante il sub-bottom profiler.

Nel calcolo dei volumi si è tenuto conto delle scarpate di raccordo che si verranno a formare naturalmente tra il fondale dragato e quello naturale che non verrà dragato per le quali si è ipotizzata una pendenza uguale a 1:5 (H:B).

Le quantità di materiale da dragare sono state definite utilizzando due metodologie di calcolo differenti. Il primo calcolo è stato eseguito utilizzando il software CIVIL3D, mentre il secondo è stato eseguito mediante l'applicazione del metodo delle sezioni raggugliate utilizzando sezioni trasversali alle aree da dragare con interasse di 100 m l'una dall'altra. Il confronto tra i risultati ottenuti con i due metodi ha mostrato una differenza pari a circa il 5% motivata dal fatto che l'attuale batimetria dei fondali si presenta molto irregolare. Viste le limitate differenze tra le due metodologie di calcolo utilizzate e la natura del fondale, per la definizione dei volumi di dragaggio si è deciso di utilizzare i risultati forniti dall'applicazione di CIVIL3D che ha fornito volumi leggermente superiori.

Preliminarmente alla stima delle quantità, l'intera superficie potenzialmente oggetto degli interventi di dragaggio, è stata suddivisa in sub-aree numerate da A1 ad A9 come indicato in Figura 3-1.

Ad eccezione dell'area A9 che individua la canaletta dove si deve garantire una profondità non inferiore a -11,0 m sul l.m.m., in tutte le altre aree la profondità minima da garantire risulta di -10,0 m sul l.m.m.

Nella Figura 3-1 si è evidenziata per ciascuna sub-area la superficie effettiva di dragaggio (superficie di dragaggio), la quale evidentemente risulta inferiore alla superficie dell'area potenzialmente oggetto del dragaggio.

In relazione alle aree di dragaggio si sono poi distinte le aree costituite da materiale sciolto e le aree costituite da materiale compatto.

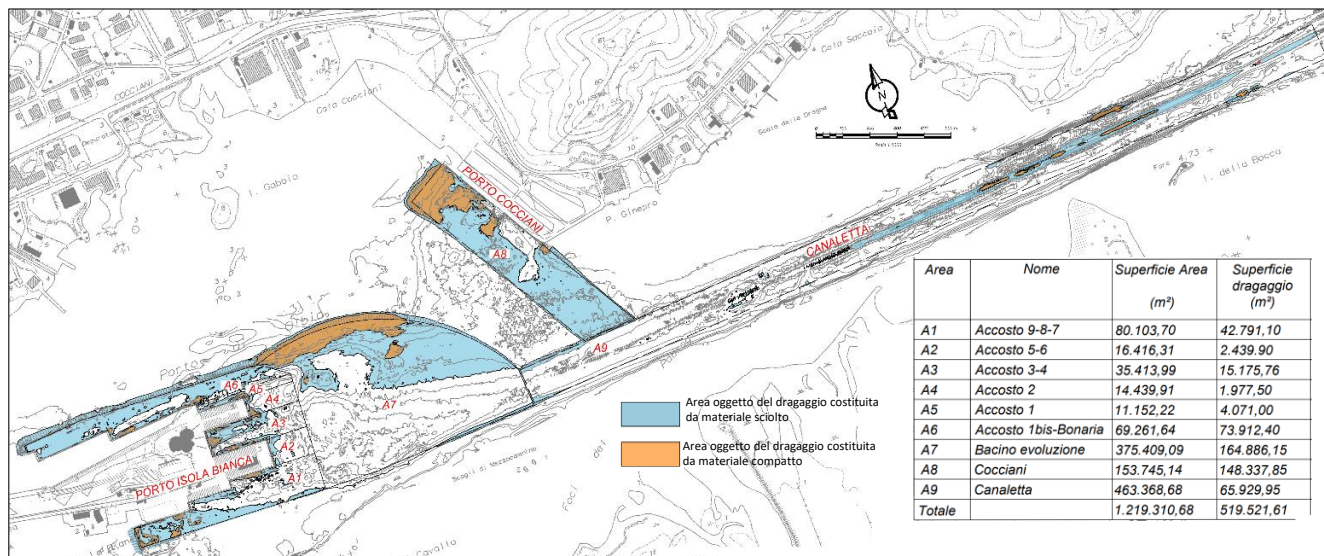


Figura 3-1 - Aree oggetto del dragaggio.

Utilizzando il software di calcolo CIVIL3D sono state stimate le seguenti quantità riportate nella Tabella 3-1:

- *Superficie area*: ovvero la superficie totale delle singole aree in cui è stato discretizzato il dominio potenzialmente oggetto degli interventi di dragaggio;
- *Superficie dragaggio*: ovvero la superficie che sarà effettivamente oggetto del dragaggio, al netto delle aree che già garantiscono la quota del fondale minima richiesta dal progetto;
- *Volume dragaggio complessivo*: il volume complessivo del materiale da dragare;
- *Volume dragaggio del materiale compatto e del materiale sciolto*: ovvero i quantitativi di materiale da dragare suddivisi nelle due categorie in funzione delle caratteristiche dei sedimenti definiti sulla base dell'interpretazione dei profili sismici ottenuti mediante il rilievo "sub bottom profiler" appositamente eseguito dalla Società Martech.

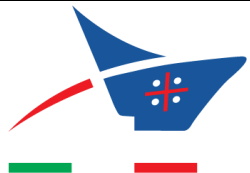
 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

Tabella 3-1. Calcolo dei volumi di dragaggio.

CALCOLATO SU RILIEVO DEL 2022							
Area	Nome	Superficie Area (m ²)	Superficie dragaggio (m ²)	Volume dragaggio complessivo (m ³)	Volume dragaggio sedimenti compatti (m ³)	Volume dragaggio sedimenti sciolti (m ³)	Profondità (s.l.m.m)
A1	Accosto 9-8-7	80.103,70	42.791,10	28.910,47	1.714,65	27.195,82	-10
A2	Accosto 5-6	16.416,31	2.439,90	1.256,25	141,65	1.114,60	-10
A3	Accosto 3-4	35.413,99	15.175,76	15.287,28	2.364,00	12.923,28	-10
A4	Accosto 2	14.439,91	1.977,50	2.217,10	589,30	1.627,80	-10
A5	Accosto 1	11.152,22	4.071,00	3.817,50	183,75	3.633,75	-10
A6	Accosto 1bis-Bonaria	69.261,64	73.912,40	61.230,26	5.157,40	56.072,86	-10
A7	Bacino evoluzione	375.409,09	164.886,15	324.765,84	79.895,38	244.870,46	-10
A8	Cocciani	153.745,14	148.337,85	217.216,37	39.124,00	178.092,37	-10
A9	Canaletta	463.368,68	65.929,95	52.924,61	8.204,20	44.720,41	-11
Totale		1.219.310,68	519.521,61	707.625,69	137.374,33	570.251,36	

Con riferimento alla Tabella 3-1, il volume di dragaggio complessivo è risultato pari a 570.251,36 m³ di materiale sciolto e di 137.374,33 m³ di materiale compatto per un totale di 707.625,69 m³.


Nel calcolo dei volumi di dragaggio è sempre importante tenere conto che dal punto di vista pratico è impossibile garantire che il dragaggio effettivamente eseguito coincida esattamente con quello previsto in progetto. Di conseguenza in generale si deve sempre prevedere una “tolleranza di dragaggio” la quale dipende da vari fattori, come ad esempio: dalla finalità del dragaggio; dalla profondità di dragaggio e dalle tecniche impiegate per effettuare lo stesso dragaggio.

In generale la tolleranza di dragaggio può assumere valori positivi, ovvero superiori alla profondità di progetto, o negativi, ovvero inferiori rispetto alla profondità di progetto.

Poiché nel presente caso il dragaggio viene eseguito per fini navigazionali, la tolleranza di dragaggio deve essere espressa in termini positivi al fine di garantire, per la sicurezza alla navigazione, che i fondali minimi di progetto siano di sicuro garantiti nell’area di evoluzione delle navi. Di conseguenza quindi la tolleranza di dragaggio nel presente caso fornirà un volume di extra dragaggio positivo, anche detto in lingua inglese “over-dredging”.

Nel presente caso, stimando una tolleranza di dragaggio massima accettabile pari a 0,3 m, il massimo “over-dredging” che si potrebbe ottenere risulta essere: 0,30 m x 519.521,60 m² = 155.856,48m³, ottenendo un volume complessivo massimo di dragaggio pari a circa 863.482,17 m³.

Sulla base dell’interpretazione dei profili sismici provenienti dal rilievo sub-bottom profiler, si è stimato che il dragaggio che coinvolge il materiale compatto risulta essere all’incirca il 20% del

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

volume totale, mentre quello che coinvolge il materiale sciolto risulta ovviamente pari a circa l'80%. Applicando la stessa ripartizione all'over-dredging, si ottiene:

- Over-dredging sedimenti sciolti: 124.685,18 m^3 (80%), ottenendo quindi il volume complessivo dei sedimenti sciolti che verranno dragati pari a circa 694.936,54 m^3 .
- Over-dredging sedimenti compatti: 31.171,29 m^3 (20%), ottenendo quindi il volume complessivo dei sedimenti compatti che verranno dragati pari a circa 168.545,62 m^3 .

In conclusione, nella seguente tabella sono riassunti i quantitativi totali massimi di materiale da dragare nell'ambito dell'intervento in oggetto:

Tabella 3-2. Tabella riepilogativa dei volumi massimi previsti per il dragaggio

Volume dragaggio materiale compatto (m^3)	137.374,33
Overdredging materiale compatto (m^3)	31.171,29
Totale materiale compatto (m^3)	168.545,62
Volume dragaggio materiale sciolto (m^3)	570.251,36
Overdredging materiale sciolto (m^3)	124.685,18
Totale materiale sciolto (m^3)	694.936,54
Volume complessivo (m^3)	863.482,16

Nelle tavole di progetto sono riportate le superfici oggetto dei dragaggi gli spessori di dragaggio e le sezioni di dragaggio.


Si evidenzia infine che i volumi di dragaggio così calcolati non tengono conto di eventuali variazioni di volume del materiale dragato anche denominato "over-bulking" che è legato alla naturale tendenza di rigonfiamento dei materiali sciolti nell'atto di essere rimaneggiati.

3.2 Classificazione dei volumi di dragaggio in base alla qualità ambientale dei sedimenti

A partire dalla stima dei volumi di materiale da dragare e dai risultati della caratterizzazione degli stessi, la Soc. Ambiente S.r.l. ha provveduto a classificare i volumi di materiale da dragare in base alla relativa classe di qualità ambientale e granulometria. Questa classificazione risulta un elemento cardine per definire successivamente la gestione dei sedimenti dragati.

La totalità del materiale oggetto di dragaggio è rientrato nelle classi ambientali A, B, C e D definite dalla normativa vigente.

I risultati della classificazione ambientale sono riportati nella Tabella 3-3, dove:

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

- nella colonna Isola Bianca è riportato il volume del materiale da dragare proveniente dalle aree di dragaggio da A1 ad A7 (vedi Figura 1-2);
- nella colonna Cocciani è riportato il volume del materiale da dragare proveniente dall' area di dragaggio A8 di Porto Cocciani (vedi Figura 1-2);
- nella colonna Canaletta è riportato il volume del materiale da dragare proveniente dall' area di dragaggio A9 (vedi Figura 1-2).


Tabella 3-3. Volumetrie di materiale da dragare in funzione della classe di qualità ambientale e possibili siti di conferimento.

Classe di qualità ambientale	Isola Bianca [m ³]	Cocciani [m ³]	Canaletta [m ³]	Totale [m ³]	Incidenza %	Conferimento
Classe A + B	330.688,60	141.842,40	44.720,41	517.251,40	91%	Refluitamento a mare
Classe C	14.250	26.250	-	40.500	7%	Cassa di colmata non impermeabilizzata
Classe D	2.500	10.000	-	12.500	2%	Cassa di colmata impermeabilizzata

Con riferimento alla Tabella 3-3, si osserva quanto segue:

- il materiale classificato ai fini ambientali è costituito esclusivamente dal materiale sciolto poiché quello compatto, che non è stato possibile caratterizzare, sicuramente non contiene agenti inquinanti;
- nella tabella non sono riportati i volumi derivanti dall'overdredging;
- in generale i quantitativi di materiale sciolto contenente sostanze inquinanti sono molto modesti e pari a meno del 10% del totale del materiale sciolto;
- lungo la canaletta non è presente materiale inquinato e quindi si può ritenere che i sedimenti che provengono dal Rio Petrongianu che naturalmente interessano la canaletta non presentano sostanze inquinanti. Inoltre questi sedimenti risultano percentualmente pari a meno del 10% del totale dei sedimenti sciolti oggetto del dragaggio.

Al fine di classificare anche il volume di overdredging in precedenza stimato in 124.685,18 m³, si è proceduto a suddividere questo volume nelle varie classi di qualità ambientale proporzionalmente alle incidenze riportate nella Tabella 3-3.

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

Nella Tabella 3-4 sono riportate le volumetrie da dragare complessive e quindi comprensive del volume massimo di overdredging, in funzione della classe ambientale. Tali volumi costituiscono il riferimento per le successive fasi di gestione del materiale dragato.

Tabella 3-4. Volumetrie di materiale da dragare in funzione della classe di qualità ambientale comprensive di over-dredging.

Classe di qualità ambientale	Isola Bianca [m ³]	Cocciani [m ³]	Canaletta [m ³]	Overdredging [m ³]	Totale [m ³]	Conferimento
Classe A + B	330.0688,60	141.842,40	44.720,41	113.096,76	630.348,17	Refluitamento a mare
Classe C	14.250	26.250	-	8.855,30	49.355,30	Cassa di colmata non impermeabilizzata
Classe D	2.500	10.000	-	2.733,12	15.233,12	Cassa di colmata impermeabilizzata


Infine nella Tabella 3-5 e nella Tabella 3-6 è riportata rispettivamente la composizione percentuale e volumetrica del materiale ricadente nelle classi A e B in funzione della granulometria dello stesso materiale. Complessivamente quindi la frazione più fine (pelite) del materiale ricadente nelle classi A e B, il quale potenzialmente può essere conferito a mare, è costituita da circa il 37% del quantitativo complessivo del materiale. Il rimanente 63% è costituito da sabbia e ghiaia.

Tabella 3-5. Composizione percentuale del materiale di classe ambientale A + B in termini granulometrici.

	Materiale di Classe Ambientale A + B		
	Isola Bianca	Cocciani	Canaletta
Ghiaia	23.40%	20.43%	24.03%
Sabbia	44.50%	22.59%	66.98%
Pelite	32.10%	56.98%	8.99%
Totale	100.00%	100.00%	100.00%

Tabella 3-6. Composizione volumetrica del materiale di classe ambientale A + B in termini granulometrici.

	Materiale di Classe Ambientale A + B		
	Isola Bianca	Cocciani	Canaletta
Ghiaia	94 300.48 m ³	35 314.52 m ³	13 095.99 m ³
Sabbia	179 332.11 m ³	39 048.21 m ³	36 503.10 m ³
Pelite	129 360.91 m ³	98 493.45 m ³	4 899.42 m ³
Totale	402 993.50 m³	172 856.18 m³	54 498.51 m³

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
--	--

4 PROGETTO DELLE VASCHE DI COLMATA

Come in precedenza accennato, a valle dell'approvazione dell'ATF si è provveduto al progetto delle vasche di colmata. Per l'esecuzione del progetto la Stazione Appaltante ha fornito la batimetria dell'area interessata.

Come già accennato e con riferimento alla Figura 1-4, le vasche di colmata sono ubicate a sud del terminale di Isola Bianca e nella zona ex Palmera posizionata a Nord di Isola Bianca.

Per quanto riguarda la vasca di colmata Nord-Ovest durante la fase di progettazione si è deciso di definire una nuova conformazione della stessa, modificando il perimetro della vasca comunque ricompreso nei limiti definiti dall'ATF.

Si è previsto di realizzare la conterminazione delle vasche di colmata mediante l'impiego di cassoni cellulari in c.a. prefabbricati e trasportati in galleggiamento in modo tale da collocare all'interno dei cassoni il materiale rientrante nella classe ambientale D che richiede una conterminazione impermeabile.

In particolare si è prevista la posa in opera di due tipologie di cassoni: ad una cella per la le vasche di colmata Nord e due file di celle per quelle poste in prossimità degli attracchi 8 e 9. Per ridurre le spinte esercitate dal materiale dragato sulle pareti dei cassoni, sarà realizzato un rinfiacco a tergo dei cassoni utilizzando il materiale compatto proveniente dal dragaggio preventivamente disgregato. In Figura 4-1 e Figura 4-2 sono riportate, rispettivamente, le vasche di colmata di Isola Bianca e quelle poste in prossimità del pontile ex Palmera.

La capacità complessiva delle vasche di colmata di Isola Bianca è pari a circa 9.380 m³ necessarie per il riempimento delle celle interne dei cassoni e 34.060 m³ per il riempimento delle vasche di colmata. Con riferimento alle vasche di colmata Nord la capacità complessiva è pari a circa 17.090 m³ necessarie per il riempimento delle celle interne dei cassoni e 161.678 m³ per il riempimento delle vasche di colmata.

In Figura 4-3 e Figura 4-4 sono riportate la sezione tipo della vasca di Isola Bianca lato Est e la vasca di colmata Nord lato Est.

Il volume complessivo delle vasche di colmata è risultato quindi pari a 222.208 m³ di cui 26.470 m³ costituiti dalla capienza delle celle dei cassoni idonee ad accogliere anche il materiale di classe D. Confrontando questi valori con quelli stimati in sede di ATF si constata che le capacità disponibili da parte delle vasche di colmata risultano inferiori rispetto a quelle stimate in ATF.

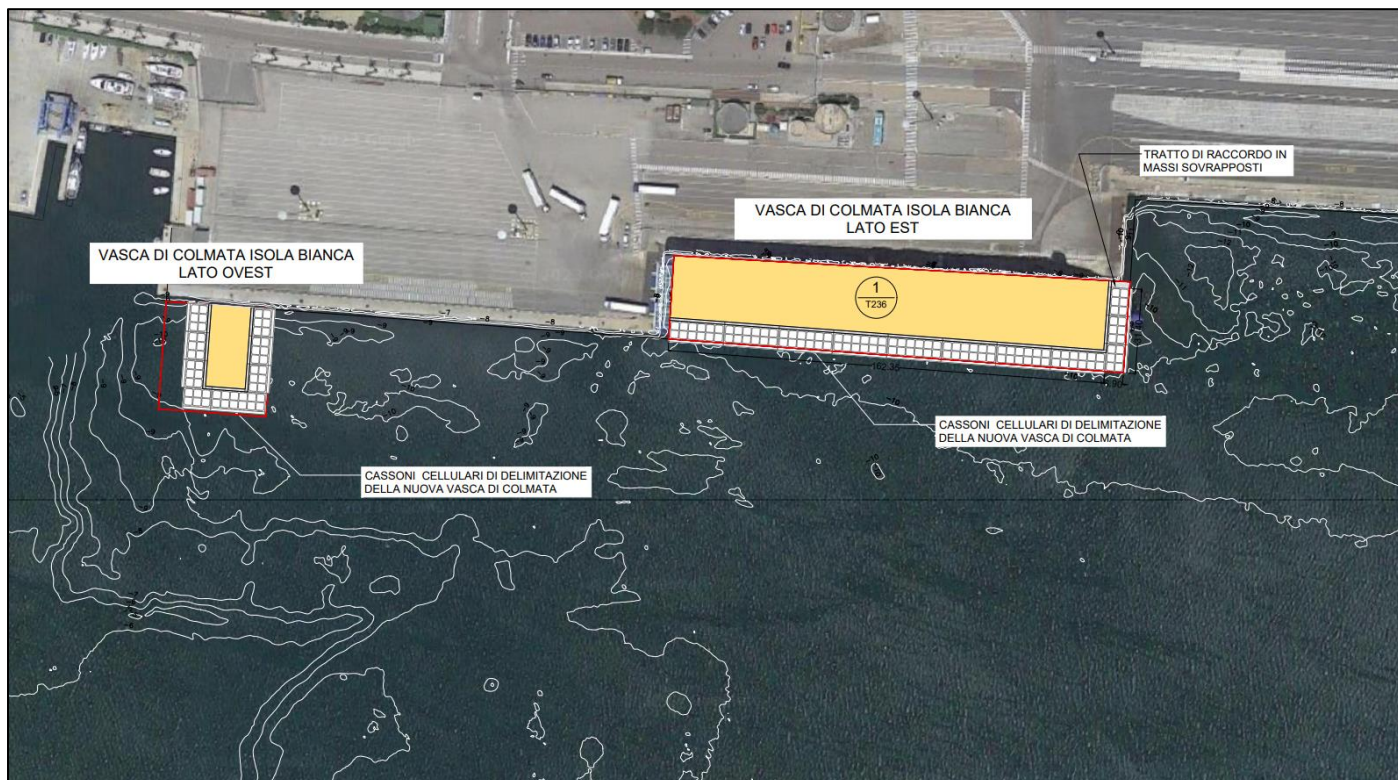
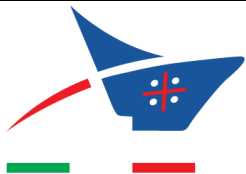


Figura 4-1. Vasche di colmata Isola Bianca.

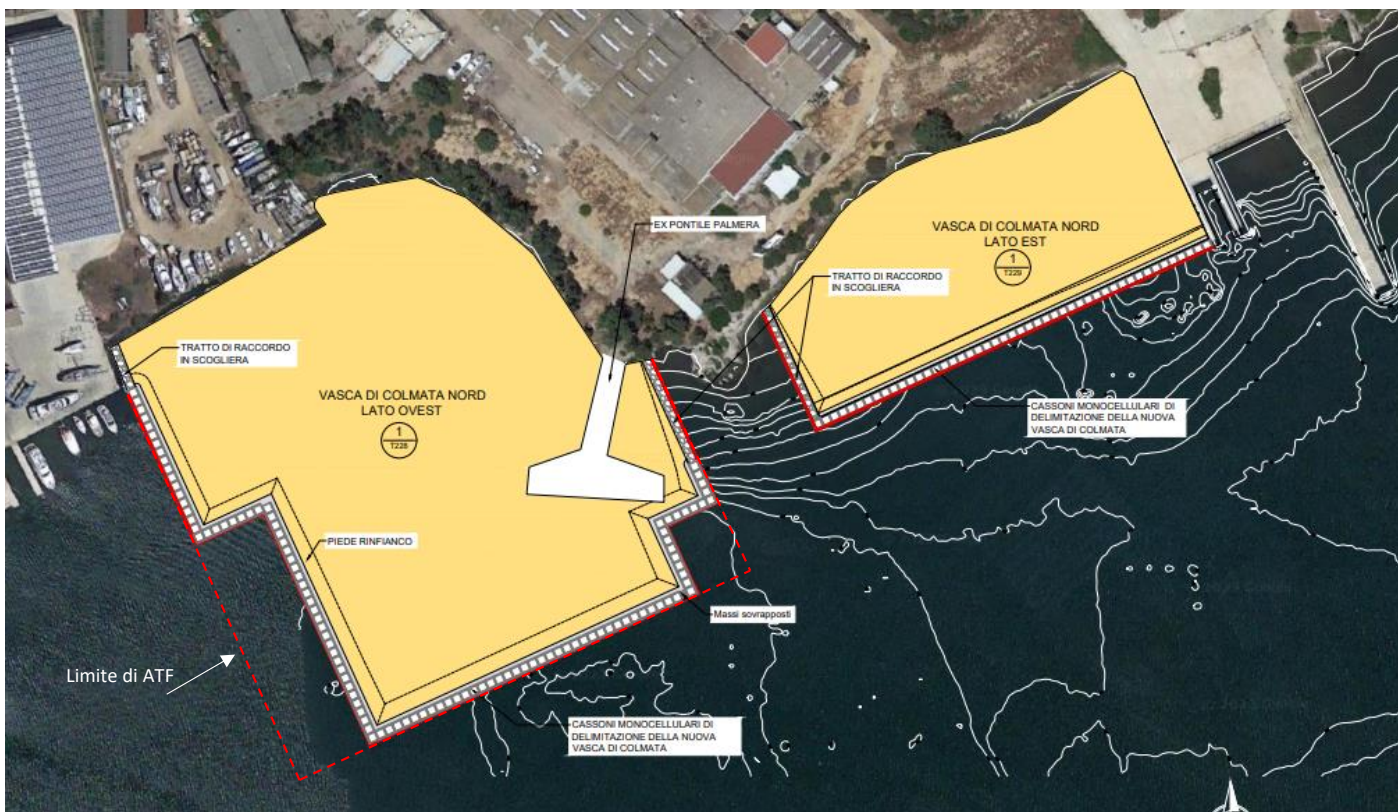


Figura 4-2. Vasche di colmata Nord



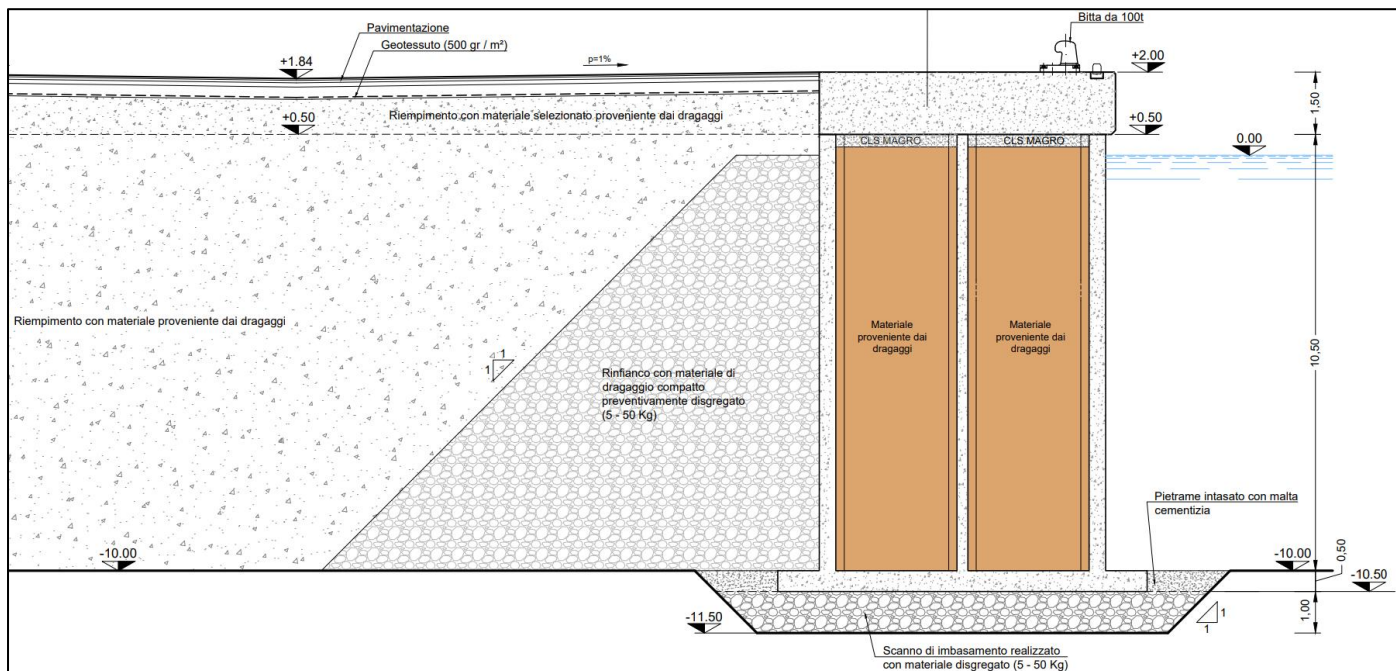
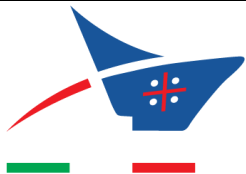


Figura 4-3 – Sezione tipo della vasca di Isola Bianca lato Est

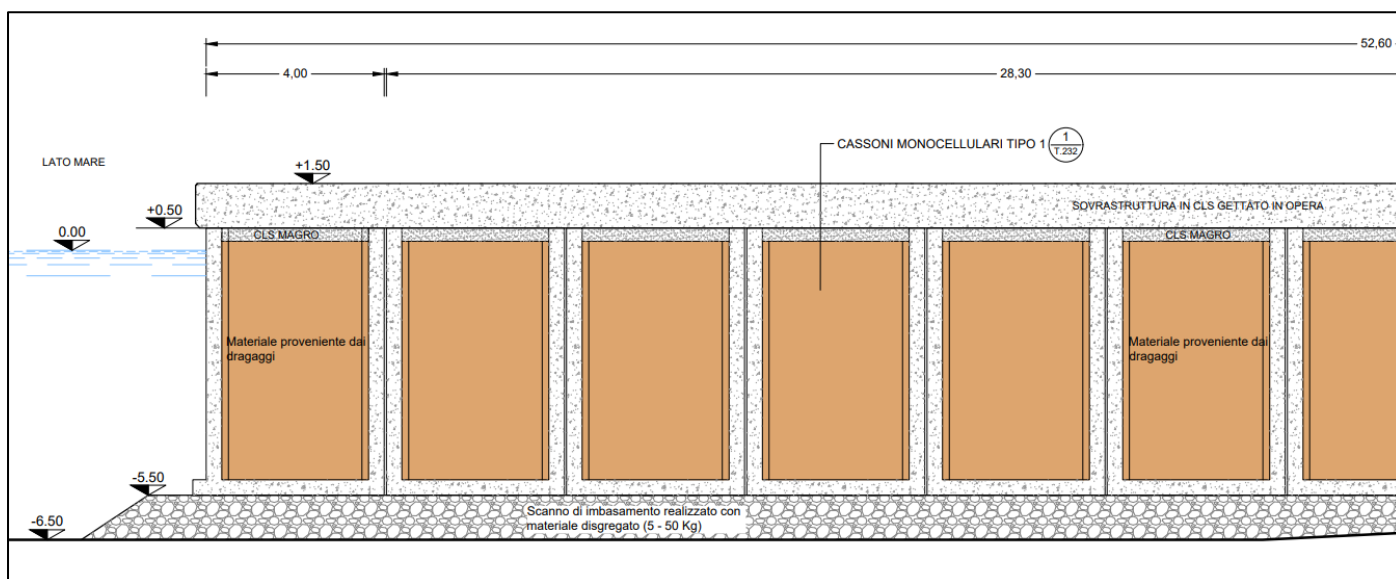


Figura 4-4. Vasca di colmata Nord lato Est.



5 INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL PIEDE DELLE BANCHINE DI ISOLA BIANCA

Il consolidamento al piede delle banchine di Isola Bianca verrà realizzato mediante una paratia in micropali affiancati costituita da micropali $\Phi 250$ mm con armatura portante costituita da tubi di acciaio di qualità Fe 510.

La funzione della paratia sarà duplice, ovvero:

- di tagliare preventivamente il materiale compatto posto al piede dei cassoni per consentirne l'asportazione senza pregiudicare il piede degli stessi cassoni;
- di stabilizzare il piede dei cassoni dalle azioni di scalzamento esercitate dalle eliche delle navi.

In Figura 5-1 è riportata la sezione tipologica di intervento

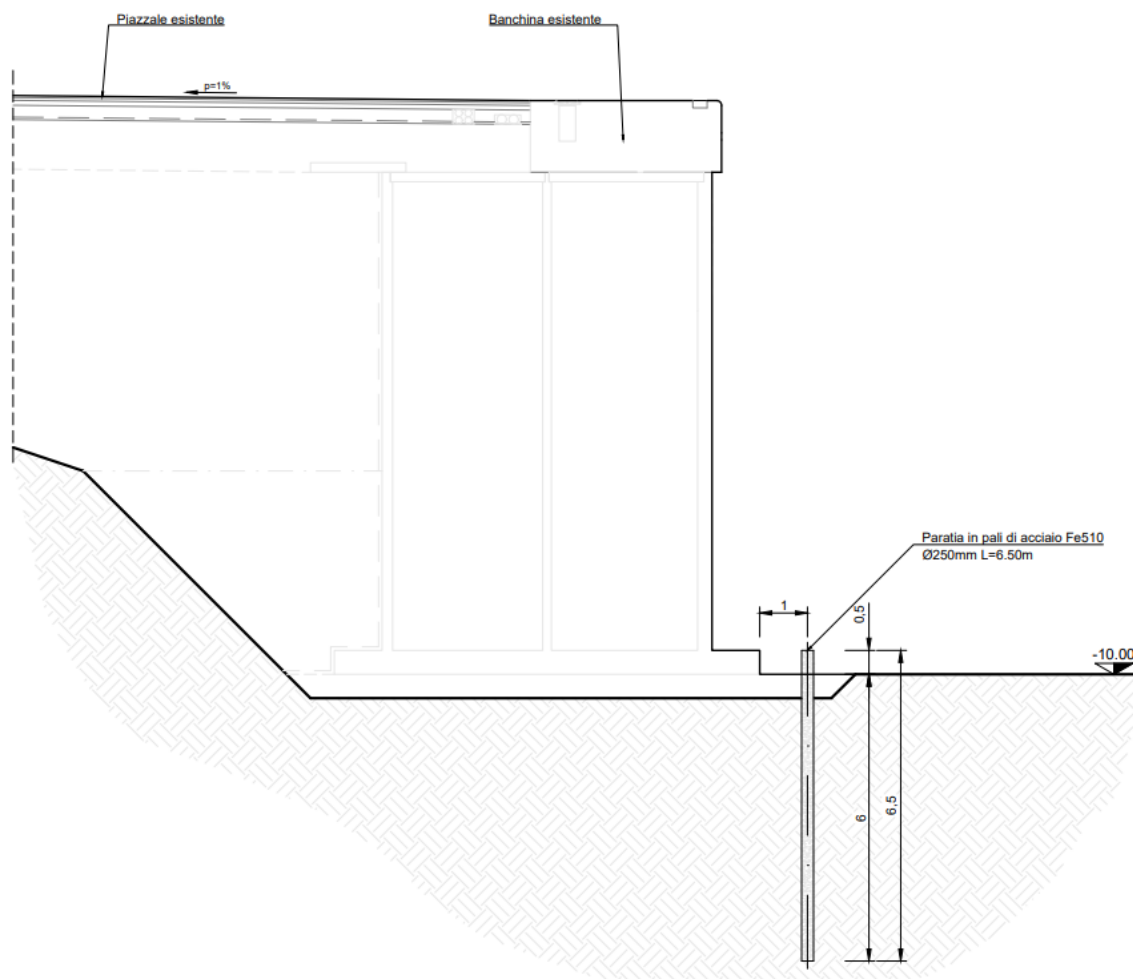


Figura 5-1. Sezione tipo dell'intervento di consolidamento del piede dei cassoni di Isola Bianca.

6 SITO DI IMMERSIONE A LARGO

Sulla base di quanto riportato nel documento “*Report 2 – Studio di Fattibilità dell’Area di Immersione dei Sedimenti da Dragare nel Porto di Olbia*” nell’ambito della convenzione ISPRA – AdSP del Mar di Sardegna (luglio 2021), cui si rimanda per i dettagli, l’area identificata come sito di immersione per le operazioni di sversamento è quella identificata nella Figura 6-1.



Figura 6-1. Individuazione dei siti di immersione del materiale dragato

Il sito è suddiviso in cinque sub-aree (A, B, C, D, E) di dimensione 1x1 miglio nautico, poste ad una profondità compresa tra gli 80 e i 100 m s.l.m.m. Le coordinate dei vertici delle cinque sub-aree sono riportate in Tabella 6-1.

Oltre al sito di immersione ISPRA ha identificato quattro aree di controllo di cui due su “fondo mobile” (F, G) e due su “fondo duro” (I, H), anch’esse riportate in Figura 6-1, necessarie per le operazioni di monitoraggio ante, in corso e post operam.

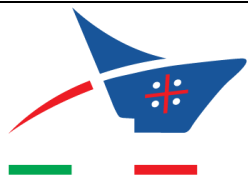


Tabella 6-1. Coordinate dei vertici delle sub-aree identificate per l'immersione del materiale dragato.

AREA	Vertice	X UTM WGS 84 Fuso 32	Y UTM WGS 84 Fuso 32	Longitudine WGS84 (gradi decimali)	Latitudine WGS84 (gradi decimali)
A	V05	557914	4550069	9.689657	41.099833
	V06	559421	4551145	9.707705	41.109421
	V07	560497	4549638	9.720378	41.095769
	V08	558990	4548562	9.702332	41.086182
B	V06	559421	4551145	9.707705	41.109421
	V09	560928	4552222	9.725757	41.119007
	V10	562004	4550715	9.738429	41.105352
	V07	560497	4549638	9.720378	41.095769
C	V08	558990	4548562	9.702332	41.086182
	V07	560497	4549638	9.720378	41.095769
	V11	561574	4548131	9.733046	41.082114
	V12	560067	4547055	9.715002	41.072530
D	V07	560497	4549638	9.720378	41.095769
	V10	562004	4550715	9.738429	41.105352
	V13	563081	4549208	9.751095	41.091696
	V11	561574	4548131	9.733046	41.082114
E	V14	560820	4547593	9.724023	41.077322
	V15	562327	4548670	9.742070	41.086906
	V16	563404	4547163	9.754732	41.073249
	V17	561897	4546086	9.736687	41.063668

7 GESTIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO

7.1 Destinazione del materiale di dragaggio

A seguito della classificazione dei sedimenti in funzione della qualità ambientale del materiale si è proceduto a definire una metodologia atta alla corretta gestione dei sedimenti dragati.

Le principali priorità che hanno guidato la gestione del materiale sono le seguenti:

- destinare tutto il materiale di classe ambientale D all'interno delle celle dei cassoni di perimetrazione delle vasche di colmata che possono essere considerate impermeabili dal punto di vista della conterminazione del materiale inquinato;
- destinare tutto il materiale di classe ambientale C all'interno delle vasche di colmata;
- utilizzare il materiale "compatto", previa disgregazione e frantumazione, per il completamento del riempimento delle vasche di colmata e in particolare in via prioritaria per costituire il rinfiacco dei cassoni che deve essere realizzato con materiale di buone caratteristiche meccaniche e per la costituzione degli scanni di imbasamento dei cassoni;
- dare priorità al riempimento di tutte le vasche di colmata e di conseguenza limitare il materiale da destinarsi a versamento a largo;
- rendere operative quelle degli attracchi 8 e 9 a fine lavori.

Nella seguente Figura 7-1 è riportato il flow chart che riassume la destinazione del materiale dragato.

Con riferimento alla Figura 7-1, il materiale di dragaggio, riportato nelle caselle colorate della figura, è stato classificato in base alla relativa qualità ambientale la quale ovviamente ha una diretta influenza sulla possibile destinazione dello stesso materiale. I quantitativi riportati nelle caselle colorate indicano sia i volumi minimi di dragaggio, che sono stati calcolati ipotizzando un overdredging nullo, sia i quantitativi massimi di dragaggio definiti tenendo conto del massimo overdredging atteso.

Utilizzando un approccio cautelativo, per stabilire la destinazione del materiale di dragaggio, riportato in termini volumetrici dai numeri associati alle frecce, si è fatto riferimento ai quantitativi massimi di dragaggio attesi includendo quindi l'overdredging. Utilizzando questo approccio si è verificato che le vasche di colmata previste sono in grado di accogliere tutto il materiale di classe C e D e che inoltre tutto il materiale di classe D può essere conterminato all'interno delle celle dei cassoni che possono essere considerate impermeabili.

In sintesi si osserva quanto segue:

- la capacità delle celle dei cassoni progettati è sufficiente ad accogliere tutto il materiale di classe D;
- la capacità delle vasche di colmata è sufficiente per accogliere tutto il materiale di classe C;
- tutto il materiale compatto una volta dragato e disgregato verrà ri-utilizzato per rinfiancare i cassoni e per costituire gli scanni di imbasamento degli stessi cassoni riducendo quindi enormemente la necessità di “acquisire” materiale da cave di prestito a vantaggio degli aspetti ambientali complessivi dell’intervento;
- il quantitativo di materiale di dragaggio da conferire a mare risulta circa 612.719 m³.

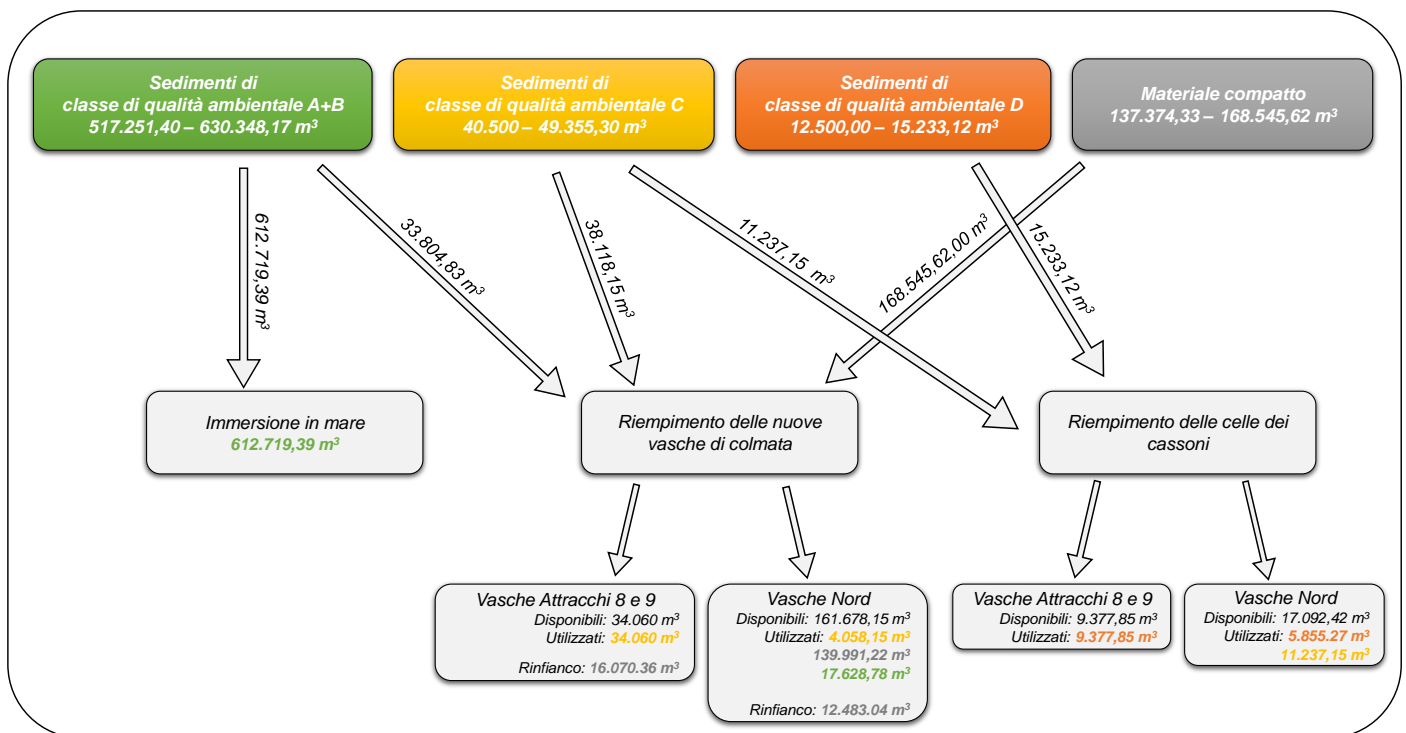


Figura 7-1. Flow chart sulla gestione del materiale di dragaggio.

In conclusione operando in questo modo si prevede di riempire completamente le vasche di colmata e quindi di limitare il versamento a mare del materiale comunque idoneo a tale scopo. Il volume del materiale idoneo al versamento a mare che verrà messo nelle vasche di colmata risulta pari a circa 33.804,83 m³.

Si evidenzia che questo approccio anche se può sembrare cautelativo dal punto di vista ambientale, invece per gli aspetti tecnici ed economici si può ripercuotere negativamente in termini di problematiche per la gestione dei volumi del materiale dragato anche in ragione del possibile rigonfiamento di quello destinato al conferimento in vasca.

7.2 Modalità di dragaggio

Come evidenziato in precedenza nel presente caso si prevede di dragare sia materiale coerente che materiale incoerente.

Il materiale coerente, il cui volume risulta al massimo pari a circa 168.000 m³, ovvero pari a circa il 20% del materiale totale da dragare, che può essere caratterizzato da differenti valori di tenacità, verrà disgregato mediante l'impiego di martelli demolitori e salpato mediante l'impiego di draghe meccaniche tradizionali. Per facilitare la disgregazione del materiale si potranno utilizzare malte espansive. Nelle seguenti fasi di progettazione si dovrà valutare mediante sondaggi geotecnici diretti il livello di tenacità del materiale coerente al fine di definire con maggiore precisione le tecniche di dragaggio da utilizzare. Comunque si esclude la possibilità di utilizzare esplosivi a causa dell'elevato impatto ambientale che si verrebbe a determinare all'interno del Golfo dalle onde d'urto generate dalle esplosioni.

Le attività di dragaggio del materiale incoerente, in linea generale, possono rappresentare potenziali sorgenti di risospensione della componente fine del sedimento che, con la generazione di nuvole di torbida, richiedono la valutazione dell'evoluzione spazio-temporale della concentrazione dei sedimenti sospesi al fine di identificare eventuali impatti in fase di dragaggio sulle aree limitrofe a quelle di intervento.

In generale, le attività di dragaggio, pur differenziandosi nei meccanismi di risospensione e nella quantità di sedimento risospeso a seconda della tecnica operativa, possono essere schematizzate come una sorgente di risospensione variabile nel tempo e nello spazio.

Il materiale risospeso subisce i fenomeni di dispersione e di diffusione ad opera del campo idrodinamico il quale quindi ne determina le zone di deposizione.

Ovviamente in presenza di materiale contaminato la produzione di risospensione e quindi di nuvole di torbida possono favorire la dispersione degli inquinanti nelle zone limitrofe producendo un impatto ambientale nella fase di esecuzione del dragaggio. In alcuni casi anche la dispersione di materiale fino non inquinato può produrre impatti negativi sull'ambiente, come ad esempio in presenza di praterie di fanerogame marine.

In generale gli impatti esercitati dal materiale risospeso dalle attività di dragaggio dipendono principalmente dai seguenti fattori:

- caratteristiche ambientali del materiale di dragaggio (livello di contaminazione);
- caratteristiche granulometriche del materiale di dragaggio;
- presenza di target ambientali sensibili al materiale risospeso;

- tecnica di dragaggio che in generale può essere distinta in dragaggio di tipo meccanico e dragaggio di tipo idraulico;
- idrodinamica presente durante il dragaggio;
- confinamento naturale delle aree di dragaggio ad opera di opere portuali o della morfologia costiera.

In relazione ai fattori sopra indicati, si deve in primo luogo osservare che fortunatamente nel presente caso sulla base degli esiti della caratterizzazione eseguita si può escludere la presenza di sedimenti pericolosi all'origine e che i quantitativi del materiale inquinato appartenente alle classi C e D risultano molto limitati (meno del 10 % del volume totale di dragaggio).

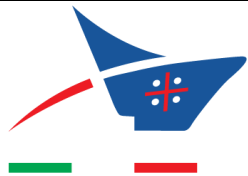
Si osserva inoltre che l'elevata conterminazione delle aree oggetto di dragaggio dovuta alla morfologia del Golfo di Olbia offre sia aspetti vantaggiosi, sia aspetti svantaggiosi dal punto di vista della dispersione e diffusione del materiale risospeso. A tal riguardo il principale vantaggio è costituito dal fatto che dal punto di vista idrodinamico il Golfo di Olbia essendo completamente schermato dal moto ondoso incidente presenta normalmente una circolazione idrodinamica estremamente modesta la quale risulta poco sensibile anche alla propagazione della marea astronomica. Di conseguenza nel presente caso il principale "motore" della circolazione idrodinamica e quindi dei sedimenti risospesi dalle attività di dragaggio è costituito solo dall'azione del vento il quale ovviamente non agisce con continuità. Sempre in relazione alla "conterminazione morfologica", invece il principale svantaggio è costituito dal fatto che il materiale risospeso dalle attività di dragaggio è destinato a rimanere all'interno del Golfo essendo modesti i volumi d'acqua scambiati tra il Golfo e il mare aperto.

Alla luce di queste considerazioni, al fine di individuare le tecniche di dragaggio più opportune da utilizzare nel presente caso, si è deciso di eseguire uno studio specifico che è stato condotto mediante l'utilizzo di una idonea modellistica numerica.

Lo studio specialistico dal titolo "*Analisi dei processi idrodinamici e di risospensione indotti dalle attività di dragaggio*" allegato al presente progetto, si è posto l'obiettivo di fornire una stima quantitativa dell'evoluzione spazio-temporale della torbida generata dalle attività di dragaggio.

Tale stima è stata eseguita prendendo in esame sia l'utilizzo di draghe meccaniche operanti con benne tradizionali (vedi ad esempio Figura 7-2) e con benne ambientali (vedi ad esempio Figura 7-3), sia l'utilizzo di draghe idrauliche.

A titolo di esempio nella Figura 7-4 è messo a confronto il "taglio" che si riesce ad ottenere mediante una benna tradizionale con quello ottenibile con una benna ambientale. La figura mostra che la



benna ambientale riesce a produrre un taglio orizzontale, mentre quella tradizionale produce una superficie di escavo fortemente irregolare dove si potrebbe produrre un rimescolamento tra il materiale eventualmente contaminato e il materiale non contaminato. Inoltre le benne ambientali producono una minore risospensione rispetto alle benne tradizionali. Per contro la produzione espressa in termini di volume dragato nell'unità di tempo di un escavatore meccanico equipaggiato con una benna ambientale risulta mediamente inferiore rispetto alla produzione di una benna tradizionale.



Figura 7-2 - Moto-nave pontone: A sx escavatore idraulico a braccio rovescio; A dx escavatore tralicciato a funi



Figura 7-3 Benna ecologica: A sx in posizione di apertura; A dx in posizione di chiusura.

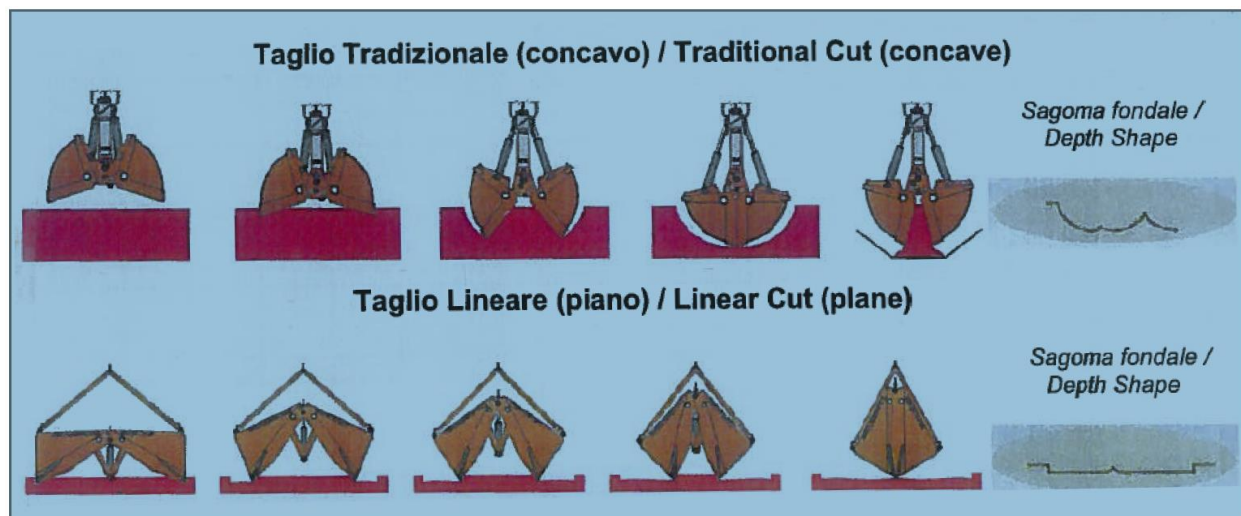
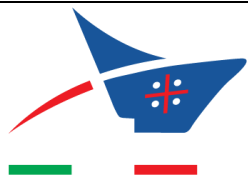


Figura 7-4 - Confronto taglio di escavo tra benna tradizionale e benna ecologica.

7.3 Principali risultati dello studio specialistico condotto sul plume di torbida prodotto dalle attività di dragaggio


Come accennato in precedenza lo studio numerico eseguito, al quale si rimanda per maggiori dettagli, si è posto l'obiettivo di valutare il plume di torbida che può essere prodotto all'interno del Golfo di Olbia dalle attività di dragaggio.

Per eseguire lo studio è risultato necessario in primo luogo definire degli scenari di simulazione in relazione alle forzanti idrodinamiche di interesse dal punto di vista statistico per l'area in esame. In base a precedenti studi eseguiti per il Golfo di Olbia è stato possibile accertare che nel presente caso la forzante idrodinamica principale è costituita dall'azione del vento. Pertanto tenendo conto del clima anemometrico locale, sono stati definiti quattro scenari anemometrici, prendendo in esame due direzioni di provenienza del vento (libeccio e levante) e per ogni direzione due velocità del vento rappresentanti condizioni di vento frequente e condizioni rare.

Per ogni scenario di vento è stato quindi calcolato, utilizzando il modello numerico XBeach sviluppato da Deltares, il campo idrodinamico forzato dallo stesso vento all'interno dell'intero Golfo di Olbia.

Calcolati i campi idrodinamici è stato possibile prendere in esame due tipologie di sorgenti di risospensione rispettivamente costituite da:

- un dispositivo dragante riprodotto da una draga meccanica con benna tradizionale;
- un dispositivo dragante riprodotto da una draga idraulica.

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

Per ogni dispositivo dragante si sono prese in esame le tre principali localizzazioni della sorgente di risospensione, ovvero Isola Bianca (zona del cerchio di evoluzione), il canale di accesso a Porto Cocciani e la canaletta.

In totale quindi sono state eseguite 24 simulazioni numeriche finalizzate a determinare il pennacchio di torbida, ovvero per ognuna delle tre localizzazioni di dragaggio esaminate si sono prese in esame le 4 condizioni idrodinamiche prodotte dai relativi scenari di vento e dalle due tipologie di dragaggio. Per quanto riguarda le caratteristiche granulometriche del materiale da dragare si è tenuto conto delle caratteristiche ottenute nell'ambito delle attività di caratterizzazione dei sedimenti.


Le simulazioni idrodinamiche effettuate mostrano, in generale, il verificarsi di correnti di bassa intensità (limitata a qualche centimetro al secondo, fino a valori massimi di circa 5 cm/s), principalmente concentrate nel canale di accesso alla rada.

L'analisi dei risultati ottenuti permette di osservare che le attività di dragaggio inducono concentrazioni di sedimento risospeso che diminuiscono rapidamente all'aumentare della distanza dall'area di movimentazione dei sedimenti. I sedimenti sospesi rimangono sostanzialmente confinati nelle aree prossime all'area di intervento. Le concentrazioni massime, quindi, si verificano in corrispondenza delle aree di intervento e il processo di diffusione e dispersione induce un'estensione della nube di torbida piuttosto limitata. Le simulazioni mostrano, infatti, che dopo 16 ore dal termine di un turno giornaliero (di durata pari a 8 ore), l'estensione della nube di torbida è limitata a qualche centinaio di metri. In particolare, per le aree di dragaggio relative al cerchio di evoluzione e al canale di Porto Cocciani, l'estensione della nube di torbida può essere stimata approssimativamente nell'ordine dei 500-600 m. Per quanto riguarda il dragaggio del canale di accesso alla rada si osserva che l'estensione della nube di torbida è superiore rispetto agli altri scenari. La nube di torbida, soltanto per lo scenario di venti rari, è estesa e raggiunge Isola Bianca (per il vento proveniente dal settore di levante), ovvero esce dalla rada (per il vento proveniente dal settore di libeccio).

I valori di concentrazione media dipendono dalla modalità operativa. A causa della maggiore produzione giornaliera e del (lieve) incremento della frazione di sedimenti risospesi, la modalità operativa di dragaggio idraulico appare indurre concentrazioni superiori rispetto al dragaggio meccanico.

Per il dragaggio meccanico, le concentrazioni medie:

- non superano i 10 mg/l nell'area del cerchio di evoluzione;
- non superano i 5.5 mg/l nell'area del canale di Porto Cocciani;

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

- non superano i 2.5 mg/l nell'area del canale di accesso alla rada.

Analogamente, per il dragaggio idraulico, a meno del contributo dell'operazione di trasporto, le concentrazioni medie:

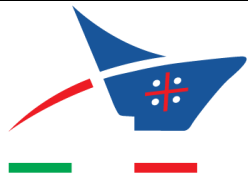
- non superano i 40 mg/l nell'area del cerchio di evoluzione (non superano 20 mg/l escludendo lo scenario frequente di vento proveniente dal settore di Libeccio);
- non superano i 33 mg/l nell'area del canale di Porto Cocciani (non superano 23 mg/l escludendo lo scenario frequente di vento proveniente dal settore di Libeccio);
- non superano i 10.5 mg/l nell'area del canale di accesso alla rada.

A ragione dei risultati ottenuti si è deciso di operare nel seguente modo:

- di eseguire il dragaggio solo con draghe meccaniche;
- di dragare il materiale ricadente nella classe ambientale D con draghe meccaniche dotate di benna ambientale;
- di dragare il resto del materiale con draghe a benna tradizionali;
- di conterminare comunque le aree di dragaggio con panne antitorbidità descritte nel prossimo paragrafo.

7.4 Misure di mitigazione

Al fine di mitigare i possibili impatti generati dalla realizzazione del progetto sull'ambiente marino, le operazioni di dragaggio saranno eseguite in presenza di specifiche panne antitorbidità marine. Queste, realizzate mediante teli in geotessuto o in poliestere ad alta resistenza, pur risultando permeabili all'acqua, consentono di trattenere i solidi in sospensione con completo isolamento della zona di dragaggio. Le panne saranno ancorate al fondale mediante ancore o corpi morti in calcestruzzo e saranno posizionate su ciascuna area in cui opera la moto-nave pontone e quindi spostate e riposizionate sulla successiva area di intervento. La sequenza di spostamento prevede la presenza di due serie di panne, la rimozione della prima serie di panne non verrà effettuata immediatamente al termine delle operazioni di scavo, ma si lascerà trascorrere un tempo adeguato in modo da favorire la sedimentazione naturale del materiale eventualmente messo in sospensione, mentre la seconda serie di panne sarà posizionata nella nuova area di scavo. Durante le operazioni di spostamento e riposizionamento delle barriere, prima di riprendere le operazioni di dragaggio, sarà verificata la stabilità delle panne e degli ancoraggi al fondo, ponendo massima attenzione a



che non si crei una nuova sospensione dei sedimenti durante le fasi di posizionamento degli elementi di ancoraggio. Le panne verranno utilizzate anche in prossimità della zona di scarico. Il periodico rilevamento delle aree di intervento, effettuato con l'utilizzo di un'imbarcazione attrezzata con un sistema GPS e MULTIBEAM, completa la dotazione tecnica a supporto delle attività di escavo. A partire dalle mappe di tali rilievi è possibile definire i piani di lavoro da fornire alle imbarcazioni impiegate nelle fasi di dragaggio.

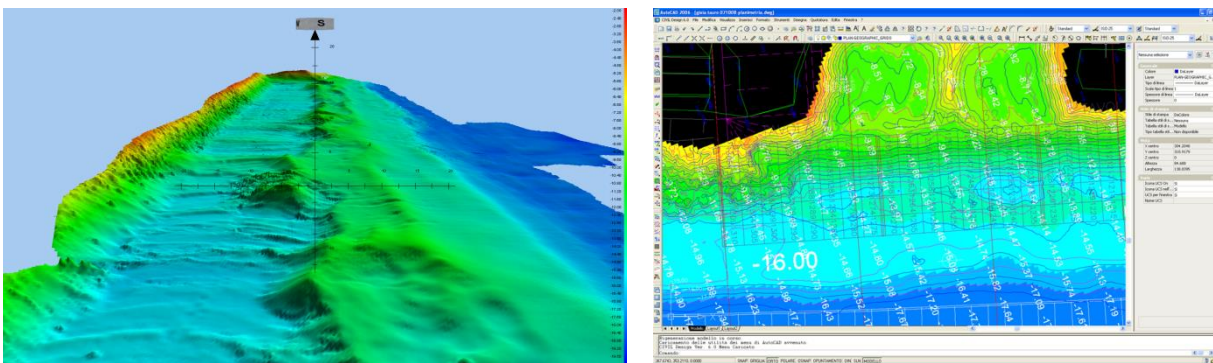


Figura 7-5 - Esempio: Output rilievo multibeam

8 SINTESI DEL CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA


La tabella di sintesi del costo delle opere, di seguito riportata, è stata individuata sulla base del Calcolo Sommario della Spesa riportato nell'apposito allegato, cui si rimanda per i dettagli. Per la definizione delle quantità delle distinte categorie di forniture e lavorazioni e relativi materiali si è fatto riferimento agli elaborati grafici di progetto.

Per la definizione dei costi delle lavorazioni è stato utilizzato il Prezziario Regionale della Regione Sardegna ⁽¹⁾ e, ove necessario, per poter quantificare le lavorazioni necessarie per la realizzazione degli interventi di cui in oggetto si è fatto riferimento ai prezzi unitari derivati dal Prezziario Ufficiale della Regione Lazio ⁽²⁾.

DESCRIZIONE SOMMARIA DEI LAVORI E DELLE FORNITURE CHE COMPONGONO LE ATTIVITA' DI CANTIERE	Importo	Incidenza
DRAGAGGIO DEI FONDALI DEL PORTO DI ISOLA BIANCA, PORTO COCCIANI E DEL CANALE NAVIGABILE Inclusa la localizzazione e bonifica delle aree per la ricerca di eventuali ordigni esplosivi, demolizione e salpamento dei massi guardiani escavo subacqueo meccanico compresa l'eventuale disgregazione subacquea dei materiali, compreso il carico sui mezzi idonei ed il trasporto a refluitamento del materiale fino a 20 miglia	47 074 466.96 €	64.26%
PERIMETRAZIONE CON CASSONI PER LA COSTITUZIONE DELLE NUOVE VASCHE DI COLMATA Realizzazione dei cassoni in calcestruzzo armato, riempimento delle celle dei cassoni con materiale sciolto proveniente dai dragaggi, realizzazione della soletta armata di completamento, nonché le scogliere di raccordo a terra ove necessarie.		
<i>Vasche attracchi 8 e 9</i>	5 933 767.28 €	8.10%
<i>Vasche Nord</i>	3 736 491.29 €	5.10%
RIEMPIMENTO DELLE NUOVE VASCHE DI COLMATA Riempimento delle vasche di colmata con materiale arido proveniente dalle escavazioni subacquee		
<i>Vasche attracchi 8 e 9</i>	406 361.98 €	0.55%
<i>Vasche Nord</i>	1 390 740.20 €	1.90%
INTERVENTI DI PROTEZIONE AL PIEDE DELLE BANCHINE ESISTENTI CON MICROPALI (ISOLA BIANCA) Realizzazione della paratia di micropali comprensiva della perforazione, fornitura e posa in opera dell'armatura e di una piattaforma galleggiante per la realizzazione del sistema di micropali	14 130 103.16 €	19.29%
ARREDI DI BANCHINA Realizzazione della pavimentazione e degli arredi di banchina per il completamento delle vasche di colmata di Isola Bianca	585 000.00 €	0.80%
Totale	73 256 930.87 €	100.00%

¹ Approvato con deliberazione n. 19/23 del 21/06/2022.

² Approvato con deliberazione n.1148 del 07/12/2022.

 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna</p>	<p>Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00m e i fondali della Canaletta a -11,00m</p>
---	--

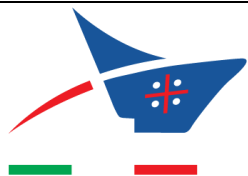
9 QUADRO ECONOMICO DI SPESA

Ai sensi dell'art.16 del DPR 207/2010 "i quadri economici degli interventi sono predisposti con progressivo approfondimento in rapporto al livello di progettazione al quale sono riferiti e con le necessarie variazioni in relazione alla specifica tipologia e categoria dell'intervento stesso". A tal scopo nell'ambito del progetto in epigrafe il quadro economico è stato strutturato nelle seguenti voci di spesa:

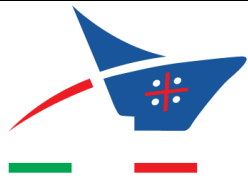
- A) costo complessivo dei lavori e dei relativi oneri della sicurezza desunto dai rispettivi computi metrici;
- B) somme a disposizione della stazione appaltante.

In qualsiasi caso le somme riportate nelle suddette voci di spesa saranno verificate ed eventualmente aggiornate e rimodulate in ragione dei successivi livelli di progettazione, tenendo anche conto dell'esito della procedura autorizzativa con particolare riferimento agli aspetti ambientali per il riutilizzo del materiale dragato ai sensi del DM 173/2016.

Si precisa che l'articolazione delle Somme a disposizione della Stazione Appaltante e la conseguente approvazione del presente Quadro Economico è comunque demandata alle competenze del RUP.



QUADRO ECONOMICO dell'intervento denominato "Dragaggi Golfo di Olbia per portare i fondali del Porto Isola Bianca e del Porto Cocciani a -10,00 m e i fondali della Canaletta a -11,00 m"		
Lavori		
a1	Importo dei lavori	€ 73.256.930,87
a2	Oneri di Sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	€ 733.861,02
Sommano lavori		€ 73.990.791,89
Progettazione - Servizi a Surrpoto del R.u.p.		
a3	Importo per Progettazione Esecutiva	€ 1.592.732,05
a4	Oneri previdenziali professionali (4% di a3)	€ 63.709,28
Sommano progettazione		€ 1.656.441,33
A	Totale A (a1+a2+a3+a4)	€ 75.647.233,22
Somme a disposizione		
b1	Lavori in economia	€ 1.000.000,00
b2	Rilievi, accertamenti di laboratorio, indagini e monitoraggi geognostiche/geotecnica/ambientali	€ 1.000.000,00
b3	Incentivo art.92 D.lgs 12 aprile 2006 n.163 +Irap (2% di a1+a2)	€ 1.482.399,26
b4	Imprevisti	€ 3.835.169,33
b5	Spese per attività archeologica	€ 500.000,00
b6	Verifica progetto	€ 456.116,30
b7	Direzione lavori, Responsabile Sicurezza Esecuzione	€ 2.173.889,13
b8	Collaudo tecnico amministrativo e statico	€ 470.436,54
b9	Spese di gara, pubblicità - copie cartoleria e softwares di supporto al lavoro,spese per missioni dipendenti, corsi.	€ 50.000,00
b10	Contributo Anac e pubblicità	€ 880,00
b11	Accantonamento per accordo bonario	€ 7.338.610,21
b12	Contributo VIA Statale - 0,5/1000 di € 74.119.963,07	€ 37.059,98
b13	Commissione di gara	€ 24.000,00
b14	Collegio Consultivo Tecnico	€ 230.458,76
b15	Oneri previdenziali professionali (4% di b6+b7+b8)	€ 124.017,68
B	Totale B (b1+b2+b3+b4+b5+b6+b7+b8+b9+b10+b11+b12+b13+b14+b15)	€ 18.723.037,19
	Totale (A)	€ 75.647.233,22
	Totale (B)	€ 18.723.037,19
C	TOTALE (A+B)	€ 94.370.270,41



10 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Sulla base delle modalità esecutive ipotizzate e delle quantità che compongono i lavori sono stati stimati i tempi di esecuzione redigendo il seguente cronoprogramma a barre tenendo conto anche delle attività accessorie e dell'incidenza delle condizioni meteo ordinarie quantificando in 525 (cinquecentoventicinque) giorni naturali e consecutivi la durata di tutte le attività di cantiere comunque al netto delle tempistiche occorrenti per le attività di riscontro finale e collaudo dei lavori.



	MESI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	1																			2																			3																			4																			5																			6																			7																			8																			9																			10																			11																			12																			13																			14																			15																			16																			17																			18																			19																		
	1																			2																			3																			4																			5																			6																			7																			8																			9																			10																			11																			12																			13																			14																			15																			16																			17																			18																			19																		
Cantierizzazione	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Localizzazione e bonifica delle aree mediante ricerca superficiale di eventuali ordigni esplosivi	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Demolizione e salpamento massi guardiani	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Escavo subacqueo con draga meccanica	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
VASCHE DI COLMATA ISOLA BIANCA	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione cassoni cellulari in calcestruzzo armato	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione raccordo massi sovrapposti	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Trasporto posizionamento e affondamento dei cassoni di delimitazione	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Riempimento dei cassoni con materiale arido proveniente da escavazioni subacquee	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione soletta di completamento	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Riempimento delle vasche con materiale arido proveniente da escavazioni subacquee	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
VASCHE DI COLMATA NORD	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione cassoni monocellulari in calcestruzzo armato (Vasca Nord Est)	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione scogliera di raccordo (Vasca Nord Est)	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Trasporto posizionamento e affondamento dei cassoni di delimitazione (Vasca Nord Est)	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione cassoni monocellulari in calcestruzzo armato (Vasca Nord Ovest)	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione scogliera di raccordo (Vasca Nord Ovest)	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Trasporto posizionamento e affondamento dei cassoni di delimitazione (Vasca Nord Ovest)	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Riempimento dei cassoni con materiale arido proveniente da escavazioni subacquee	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione solette di completamento	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Riempimento delle vasche con materiale arido proveniente da escavazioni subacquee	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Interventi di consolidamento delle banchine esistenti con micropali	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Realizzazione pavimentazione e arredi di banchina (Vasche di colmata Isola Bianca)	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Rimozione del cantiere e pulizie finali	[Green bar]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

