



Autorità Portuale di Augusta

**LAVORI DEL PRIMO STRALCIO E DEL SECONDO STRALCIO  
DELLA TERZA FASE DEL PORTO COMMERCIALE DI AUGUSTA  
- BANCHINE CONTAINERS -**

IMPRESE:



**Condotte** S.p.A.

Fondata il 7 aprile 1880

(MANDATARIA)



**PIACENTINI  
COSTRUZIONI** spa



**Cosedil** spa

(MANDANTI)

**PROGETTO ESECUTIVO DI FUSIONE ED INTEGRAZIONE DEL I E II STRALCIO**

3	<input type="text"/>				
2	<input type="text"/>				
1	<input type="text"/>				
0	<input type="text" value="190116"/>	PRIMA EMISSIONE	F.GIORDANO	F.GIORDANO	F.GIORDANO
REV.	DATA	EMISSIONE	RED.	VER.	APPR.
PROGETTO <input type="text" value="1073"/>		OPERA <input type="text" value="GE00"/>	TIPO ELAB. <input type="text" value="C"/>	N° ELAB. <input type="text" value="017"/>	REV. <input type="text" value="A"/>
SCALA:					

TITOLO ELABORATO:

**STUDI E RELAZIONI SPECIALISTICHE  
STUDIO AMBIENTALE VOLTO ALLA  
VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' AMBIENTALE**

PROGETTAZIONE:



(MANDATARIA)



**SIGMA INGEGNERIA s.r.l.**

Via della Libertà, 201/A  
90143 PALERMO  
Tel. 091/6254742 - Fax 091/307909  
C.F. e P.IVA 02639310826  
e-mail: sigmaingsrl@gmail.com



(MANDANTE)

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

**PROGETTO ESECUTIVO**

Studio Ambientale volto alla verifica di assoggettabilità ambientale

Pag. I

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROGETTO POSTO A BASE DI GARA .....</b>	<b>15</b>
<b>3. INDAGINI PRELIMINARI AL PROGETTO ESECUTIVO DI FUSIONE ED INTEGRAZIONE TRA IL I° ED IL II° STRALCIO .....</b>	<b>19</b>
3.1. <i>RILIEVI MORFO STRATIGRAFICI E TOPOGRAFICI.....</i>	<i>20</i>
3.2. <i>INDAGINI GEOGNOSTICHE E STUDIO GEOLOGICO.....</i>	<i>22</i>
3.3. <i>STUDIO IDRAULICO MARITTIMO.....</i>	<i>28</i>
3.4. <i>PROVE SU MODELLO FISICO VOLTE ALL'OTTIMIZZAZIONE DEL FUNZIONAMENTO ANTIRIFLETTENTE DELLE NUOVE BANCHINE OPERATIVE.....</i>	<i>31</i>
3.5. <i>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</i>	<i>37</i>
3.6. <i>GESTIONE DEGLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI .....</i>	<i>53</i>
3.7. <i>INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE .....</i>	<i>54</i>
3.8. <i>ANALISI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE.....</i>	<i>67</i>
3.9. <i>RAPPORTO CON ALTRE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE EFFETTUATE NELLA RADA DI AUGUSTA .....</i>	<i>117</i>
3.10. <i>ANALISI DI RISCHIO ECOLOGICO .....</i>	<i>134</i>
<b>4. PROGETTO ESECUTIVO DI FUSIONE ED INTEGRAZIONE TRA IL I° ED IL II° STRALCIO .....</b>	<b>139</b>
<b>5. CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>146</b>
<b>6. UTILIZZAZIONE DI RISORSE NATURALI - CAVE .....</b>	<b>163</b>
<b>7. PRODUZIONE DI RIFIUTI PROVENIENTI DAI SEDIMENTI DI DRAGAGGIO .....</b>	<b>168</b>
<b>8. ANALISI DELLE INTERFERENZE AMBIENTALI .....</b>	<b>170</b>
8.1. <i>STUDIO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO PROVOCATO DALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE .....</i>	<i>172</i>
8.2. <i>STUDIO SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO PROVOCATO DALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE .....</i>	<i>208</i>
<b>10. MISURE CONTRO IL RISCHIO INCIDENTI .....</b>	<b>220</b>
<b>11. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>221</b>
11.1. <i>UTILIZZAZIONE ATTUALE DEL TERRITORIO.....</i>	<i>221</i>
11.2. <i>CAPACITÀ DI CARICO DELL'AMBIENTE NATURALE .....</i>	<i>223</i>
<i>ZONA COSTIERA E ZONE A FORTE DENSITÀ DEMOGRAFICA .....</i>	<i>223</i>



Autorità Portuale di Augusta

LAVORI DEL PRIMO STRALCIO E DEL SECONDO STRALCIO DELLA TERZA  
FASE DEL PORTO COMMERCIALE DI AUGUSTA – BANCHINE  
CONTAINERS”

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Studio Ambientale volto alla verifica di assoggettabilità ambientale**

Pag. I

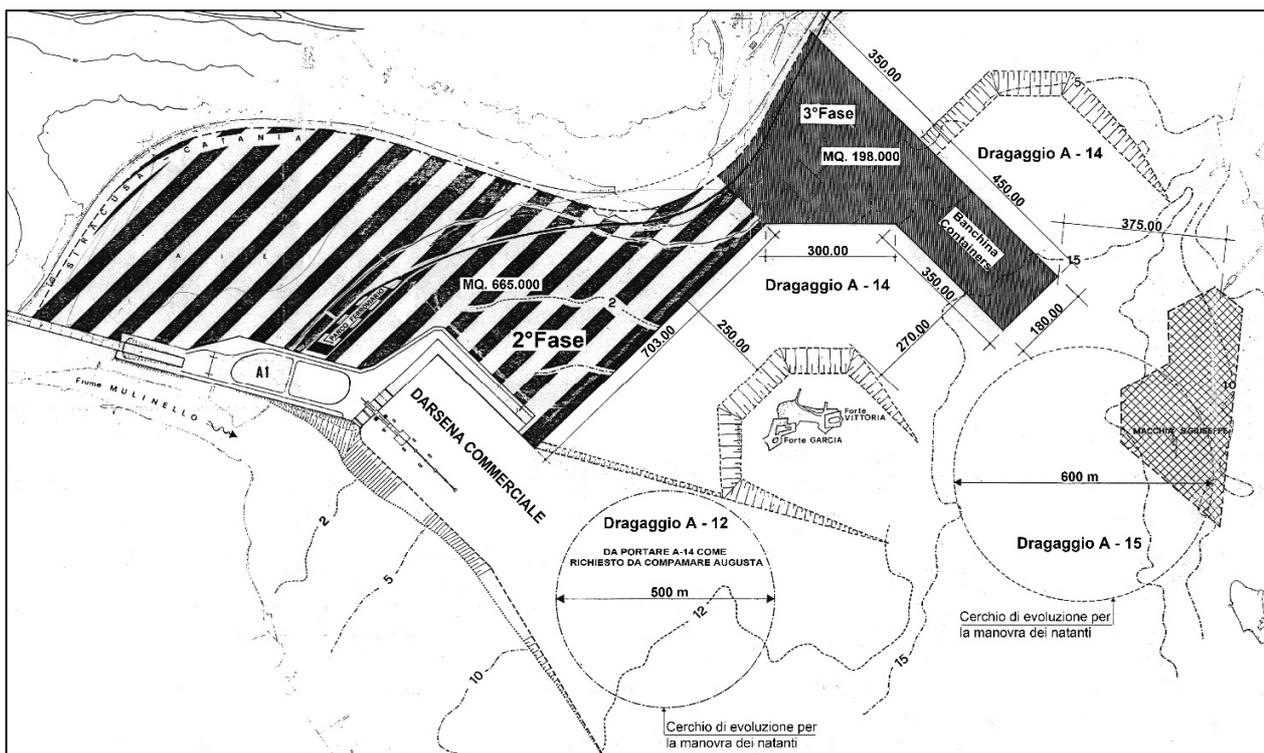
<i>INTERFERENZE CON AREE DI TUTELA AMBIENTALE (SIC E ZPS).....</i>	<i>225</i>
<b>12. CARATTERISTICHE DELL'IMPATTO POTENZIALE .....</b>	<b>234</b>
<b>13. CONCLUSIONI .....</b>	<b>237</b>



## 1. Premessa

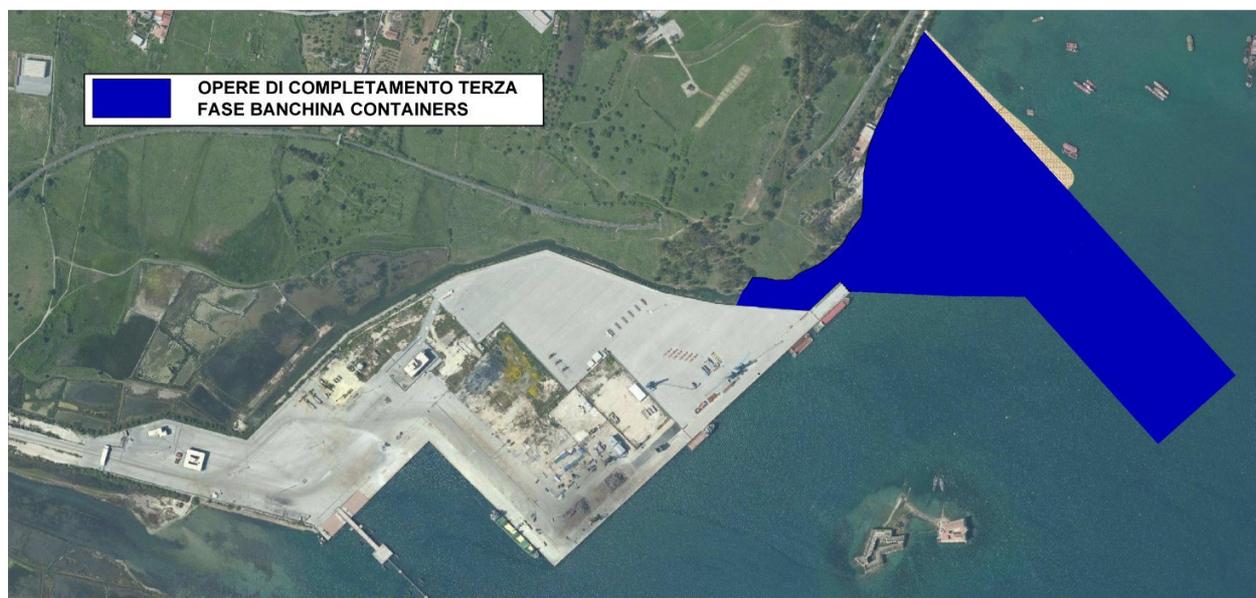
Il progetto di fusione ed integrazione dei progetti “Primo stralcio esecutivo” e “Secondo stralcio definitivo” delle opere di realizzazione della Terza fase – Banchina Containers – del Porto Commerciale di Augusta è stato predisposto dall’Autorità Portuale di Augusta in conformità:

- alle previsioni del Piano Regolatore del Porto, approvato del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici con i voti n. 421 e 251 rispettivamente emessi nelle adunanze del 17.08.80 e del 28.05.1986 ed infine reso esecutivo con il D.M. n. 64/1986 (**Figura 1**);
- al progetto definitivo generale “Porto Commerciale di Augusta – Completamento terza fase realizzazione banchina container” trasmesso al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, dalla stessa Autorità Portuale, in data 21.02.2008 (**Figura 2**).



**Figura 1** – Stralcio planimetrico del Piano Regolatore del Porto

In particolare, l’Autorità Portuale di Augusta con nota n. 1413 del 21/02/2008, ha trasmesso al Consiglio Superiore LL.PP. per esame e pareri, il progetto definitivo generale dell’importo complessivo di € 130.890.000,00 e il progetto definitivo primo stralcio dell’importo complessivo di € 25.823.000,00



**Figura 2** – Planimetria del Porto con le varie fasi di realizzazione progetto definitivo generale

Il Consiglio Superiore dei LL. PP. con parere reso nell'Adunanza del 25/07/2008 ha espresso "che, previo adeguamento del "progetto definitivo generale dei lavori di completamento terza fase realizzazione banchina containers da realizzarsi nel Comune di Augusta" alle osservazioni, prescrizioni e raccomandazioni", di cui al parere stesso, il "progetto definitivo di primo stralcio sia suscettibile di essere sviluppato al livello di progettazione esecutiva" (**Allegato 1**).

Il Progetto definitivo generale "Porto di Augusta – Commerciale – Completamento terza fase realizzazione banchina containers" è stato sottoposto a Valutazione di impatto Ambientale e sullo stesso è stato acquisito il parere di compatibilità ambientale con prescrizioni da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, con il Decreto di approvazione "DSA-DEC-2007-0000244 del 27.03.2007" (**Allegato 2**).

Con tale decreto è stato espresso giudizio di compatibilità ambientale positivo sul progetto "Porto di Augusta – Commerciale – completamento terza fase banchine containers" con prescrizioni, tra le quali sono contenute le prescrizioni ambientali da adottare in fase ante operam, di corso d'opera e post operam e da recepire in fase di Progettazione Esecutiva di seguito riportate:

- in accordo con l'ARPA Sicilia e ICRAM, prima dell'inizio dei lavori, dovrà essere effettuata la caratterizzazione, ai sensi del DM 24.01.96, dei fondali dell'intera area da dragare in corrispondenza del piano di posa della banchina e il materiale dragato dovrà essere conferito a discarica autorizzata;
- gli interventi previsti dal progetto vanno realizzati compatibilmente alle attività di messa in sicurezza e/o bonifica previste dal Progetto preliminare di bonifica della Rada di Augusta Fase I- inclusa all'interno



della perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di Priolo (BoL-Pr-SI-PR-Rada di Augusta-02 05) redatto da ICRAM;

- in particolare, la caratterizzazione dei fondali da sottoporre a interventi di escavo, nella zona interessata dal piano di posa della banchina, dovrà integrare quella già effettuata ai fini della caratterizzazione dell'area marino-costiera prospiciente il sito di interesse nazionale di Priolo secondo il protocollo adottato nel piano di caratterizzazione ICRAM (doc. ICRAM #CII-Pr-SI-P-02. 04), approvato senza prescrizioni dalla Conferenza di Servizi decisoria ex art 14 c. 2, della Legge n. 241/90 del 18.11.03, con metodiche e modalità da concordare con gli Enti competenti e già adottate all'interno di altri Siti di interesse Nazionale;
- prima dell'inizio dei lavori dovrà essere redatto un piano di monitoraggio relativo al piano di costruzione delle opere che consideri tutte le componenti ambientali, ai fini di eventuali misure di mitigazione; tale piano di monitoraggio, concordato con l'ARPA Sicilia, riporterà le modalità operative, la frequenza, i parametri e i tempi di esecuzione, e dovrà prevedere anche una idonea banca dati per l'informazione e la consultazione;
- allo scopo di limitare i potenziali impatti derivanti dalla sospensione e diffusione dei sedimenti durante le operazioni di dragaggio sui litorali limitrofi all'ambito portuale, fatti salvi ulteriori specifici accordi sulle modalità operative che potranno essere indicate dalla Regione Siciliana o dalle strutture tecniche delegate, esse dovranno essere effettuate con procedure e macchinari idonei a minimizzare la risospensione del materiale fine.

In data 15.06.2009 l'Autorità Portuale ha trasmesso al Ministero dell'Ambiente, Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale, la documentazione progettuale, relativa al primo stralcio esecutivo, per la verifica di ottemperanza alle prescrizioni contenute nel DEC/VIA/244/2007.

Il progetto esecutivo del I primo stralcio prevede l'ampliamento dei piazzali esistenti a nord delle banchine esistenti del porto commerciale di Augusta, in un'area ubicata al di sotto della linea ferroviaria (Siracusa-Catania).

In particolare il progetto esecutivo di I° Stralcio prevedeva la realizzazione di una colmata che si estende in direzione Sud-Est formando un nuovo piazzale esteso 45.000 mq (planimetria riportata in **Figura 3**).

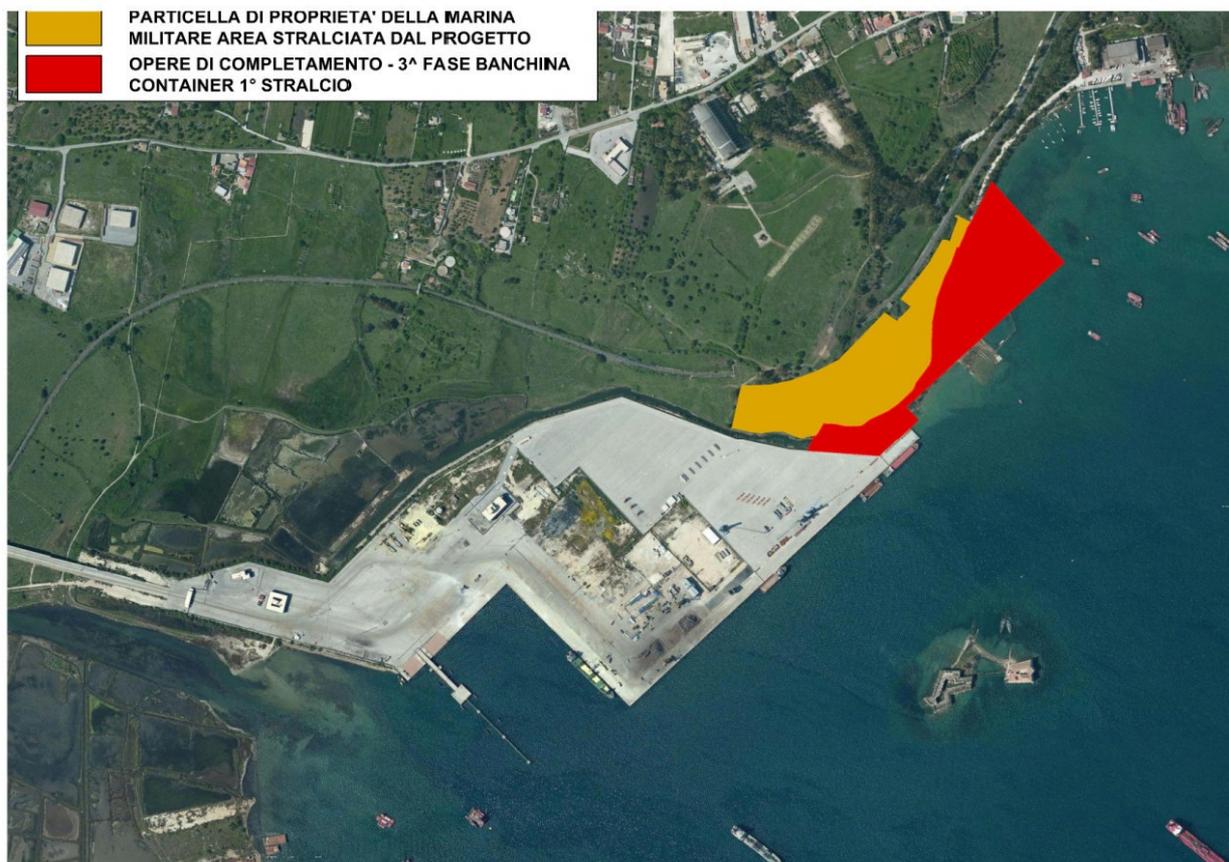
Il piazzale è formato con terrapieni in tout-venant di cava, pavimentazione in conglomerato cementizio, delimitato, protetto lato mare, con un'opera a gettata radente in scogli.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione degli impianti tecnologici di seguito elencati:

- impianto di smaltimento acque bianche realizzato con tubi in polietilene, collegati ad un impianto di trattamento delle prime acque di pioggia;
- impianto antincendio esterno con predisposizione di idranti UNI 70 interrati con pompa di presa a mare;



- impianto idrico a servizio delle nuova banchine;
- impianto di illuminazione dei nuovi piazzali.



**Figura 3** - Planimetria piazzali del progetto di 1° Stralcio funzionale con esclusione delle aree di proprietà della Marina Militare

Il progetto esecutivo del I stralcio funzionale ha ottenuto la verifica di ottemperanza alle prescrizioni del Decreto VIA n. 244 del 27.03.2007, da parte della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – Via-Vas del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con parere n. 357 del 30.09.2009 (**Allegato 3**).

Nel suddetto parere viene ribadito che la prescrizione n.2, relativa alla caratterizzazione ambientale dei sedimenti da effettuare prima dell'inizio dei lavori, non era ancora del tutto ottemperata in quanto, tra l'altro, non risultava ancora stipulato un accordo con ISPRA ed Arpa Sicilia.

L'autorità Portuale di Augusta ha inviato il Piano di Caratterizzazione del Progetto Esecutivo delle opere di Primo stralcio, secondo quanto indicato dall'articolo 1 comma 996 della legge n. 296 del 27 dicembre 2006 e del relativo decreto attuativo del 07 novembre 2008, al Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.



L'ISPRA ha trasmesso alla Direzione Generale per la Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con nota protocollo 16864 del 14.05.2010 (**Allegato 4**) le osservazioni al progetto esecutivo primo stralcio, relativamente al piano di caratterizzazione dei sedimenti marini, in riferimento a quanto indicato dall'art. 1 comma 996 della legge 256 del 27 dicembre 2006 e del relativo decreto attuativo del 7 novembre 2008.

Successivamente, con nota 20670 del 11.06.2010 (**Allegato 5**), l'ISPRA ha trasmesso sempre alla Direzione Generale per la Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare le osservazioni al progetto esecutivo primo stralcio, relativamente al piano di monitoraggio delle acque marine, suggerendo una strategia di monitoraggio finalizzata alla verifica dell'assenza di effetti sull'ambiente circostante.

Esaminati i pareri Ispra, la Direzione Generale per la Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nell'ambito della Conferenza di Servizi Decisoria del 22.12.2010 (**Allegato 6**), ha approvato il Piano di caratterizzazione dei sedimenti marini ed il Piano di monitoraggio delle acque marine, a condizione che siano ottemperate le prescrizioni formulate dalla Conferenza di Servizi Istruttoria del 20.12.2010.

In particolare per quanto riguarda le modalità di caratterizzazione, è stato prescritto all'Autorità Portuale di:

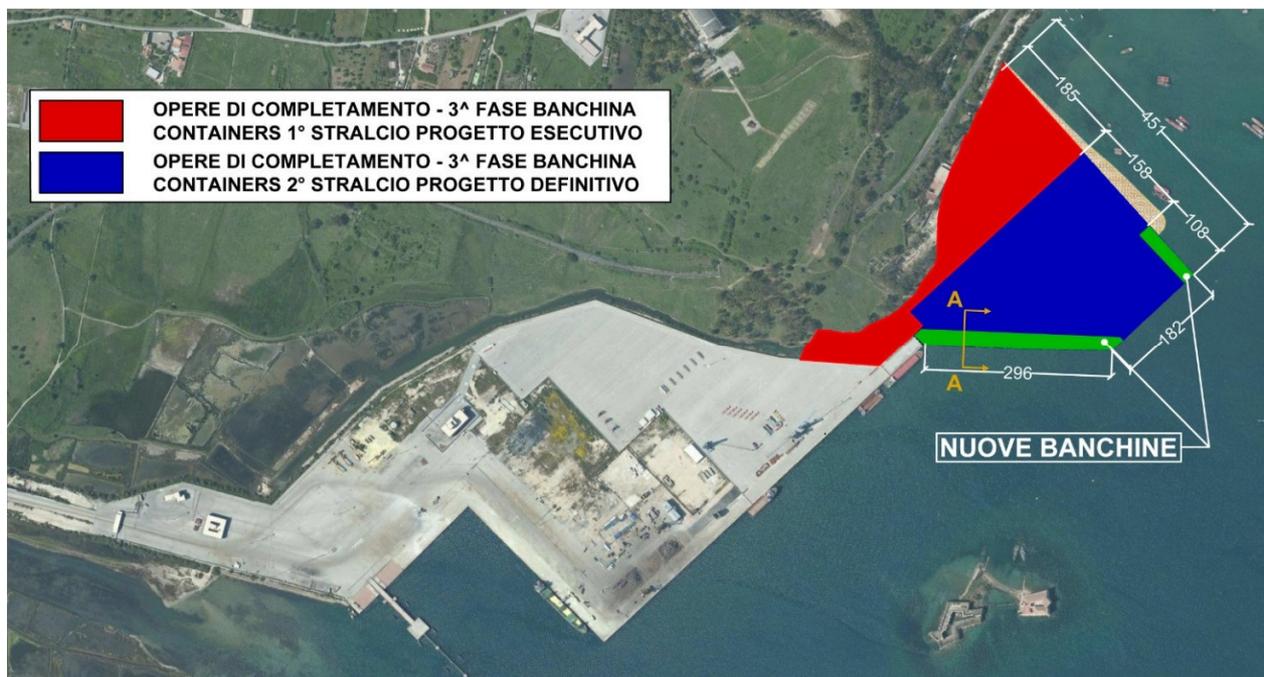
- 1. realizzare n.2 piezometri nell'area pianeggiante, in considerazione del passato utilizzo dell'area ai fini industriali nonché della presenza in essa di rifiuti;*
- 2. caratterizzare l'intero strato di terreno insaturo; in particolare, da ogni sondaggio dovranno essere prelevati, nei primi 5 m di terreno insaturo, tre campioni rappresentativi della porzione superficiale, di quella intermedia e del fondo foro. Per i sondaggi più profondi dovranno essere prelevati, inoltre, n.2 campioni nel terreno insaturo fino a 10 m di profondità. Per i sondaggi oltre i 10 m di profondità si richiede di prelevare un campione ogni 5 m di profondità. Dovranno essere, inoltre, prelevati ulteriori campioni in presenza di evidenze visive e/o organolettiche di contaminazione.*
- 3. Analizzare i campioni prelevati fino alla profondità di 10 m. Qualora questi ultimi dovessero risultare contaminati si procederà con l'analisi dei campioni più profondi fino a riscontrare la totale assenza di contaminazione;*
- 4. Prelevare comunque n. 3 aliquote per ciascun campione di terreno;*
- 5. Concordare tutte le attività di campo e quelle di laboratorio con gli enti di Controllo locali (Arpa Sicilia e Provincia di Siracusa);*
- 6. in merito all'utilizzo di materiale tout venant si ricorda che lo stesso deve essere costituito da materiale vergine di cava. E che, essendo l'area a terra in esame ubicata all'esterno della perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale, ritiene che le osservazioni sopra riportate debbano essere valutate*



dall'Amministrazione precedente in materia di bonifica per l'area medesima (Regione Siciliana o Ente locale delegato).

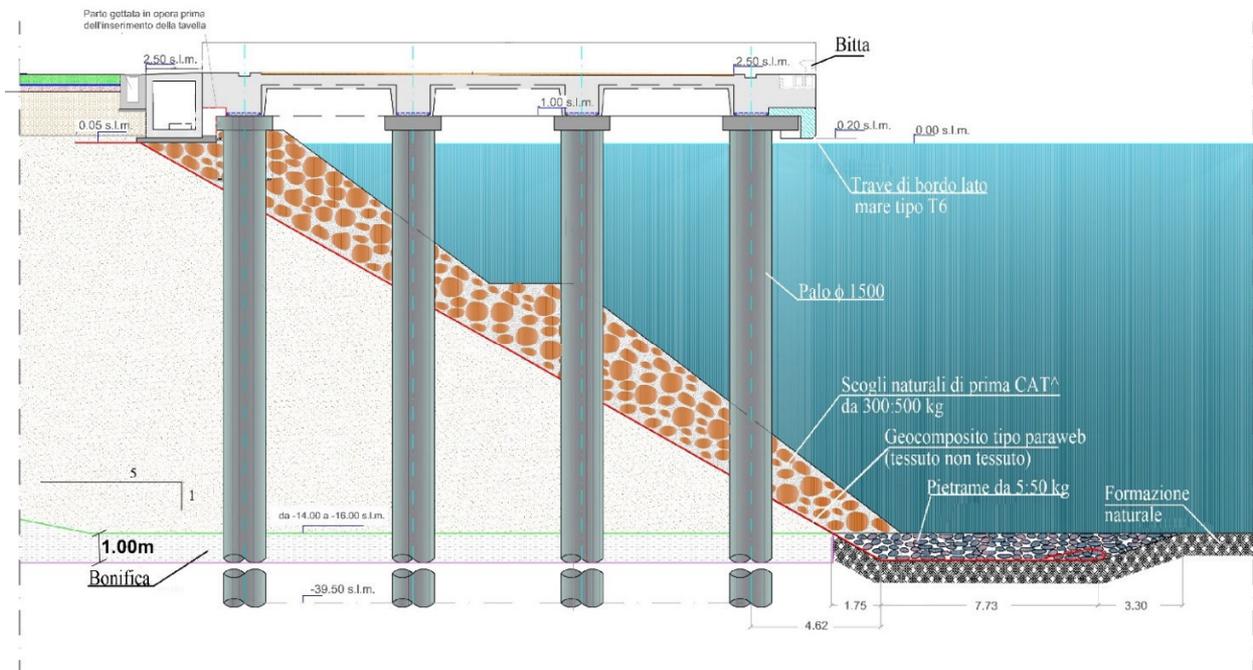
Successivamente l'Autorità Portuale di Augusta ha predisposto il progetto definitivo II° Stralcio aggiornato secondo le prescrizioni del DSA – DEC – 2007 – 0000244 del 27/03/2007 e conforme ai pareri resi in conferenza dei servizi nella seduta della Commissione Regionale Lavori Pubblici del 20/11/2007 e del parere 40/08 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 25/07/2008.

Il progetto definitivo di secondo stralcio funzionale prevedeva l'ampliamento dei piazzali del 1° Stralcio, avanzando, in direzione NO-SE verso lo specchio acqueo della Rada, per circa 260 m, con tale stralcio definitivo si prevedeva la realizzazione di circa 71.000 m<sup>2</sup> di nuovi piazzali oltre nuove banchine a giorno su palificate per uno sviluppo complessivo di circa 410 m (**Figura 4**).



**Figura 4** - Planimetria piazzale del progetto definitivo di II° Stralcio funzionale

In particolare nel progetto definitivo l'impalcato della banchina veniva sorretto da quattro file di pali posti a maglia quadra di lato di 6,00 m in modo da formare una sovrastruttura di larghezza pari a 21,75 m. La scogliera anti risacca, posta al di sotto dell'impalcato a protezione del rilevato, con scogli del peso compreso 300÷500 kg e poggiava su uno scanno di bonifica in pietrame del peso compreso 5÷50 kg posto a quota variabile per un'altezza di 1,00 m a seconda della quota del fondale esistente (**Figura 5**).



**Figura 5** – Sezione tipo della banchina del progetto definitivo Il stralcio

L'Autorità Portuale con nota prot. 7540 del 11/11/2010 (**Allegato 7**) a firma del RUP pro-tempore ha richiesto al Ministero dell'Ambiente “..una attestazione del fatto che la procedura, così articolata per successivi lotti funzionali, non è pregiudizievole ai fini ambientali.” facendo riferimento al decreto VIA 27/03/2007 n.DSA/DEC/2007/0000244.

La Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale – VIA e VAS del Ministero dell'Ambiente con parere n.578 del 19/11/2010 (**Allegato 8**) ha ritenuto “irrelevante ai fini ambientali l'articolazione del progetto di cui al Decreto VIA n.244 del 2007 in successivi lotti funzionali e lo spostamento dell'ottemperanza della prescrizione n. 1 dalla fase “prima dell'inizio dei lavori” alla fase “prima dell'ultimazione dei lavori” a condizione che:

-restino invariate tutte le altre prescrizioni ed in particolare che siano completate, “prima dell'inizio dei lavori”, le ottemperanze di tutte le altre prescrizioni relative a tale fase nonché le ottemperanze delle prescrizioni che riguardano il progetto esecutivo del II stralcio funzionale;

-sia comunque prevista una fascia a verde con effetto barriera al limite della banchina del terminal container, composta da essenze arboree ed arbustive tipiche ed autoctone da sottoporre a verifica di ottemperanza al MATTM prima della messa a dimora.”

Il progetto esecutivo di primo stralcio e il progetto definitivo di secondo stralcio inerenti i lavori del Porto Commerciale di Augusta Terza Fase – Banchine Container sono stati approvati con delibera del Presidente dell'Autorità Portuale di Augusta n.21/10 del 14.12.2010.



Conseguentemente l’Autorità Portuale ha esperito una procedura d’appalto integrato, sul progetto di fusione ed integrazione dei progetti “Primo stralcio esecutivo” e “Secondo stralcio definitivo” delle opere di realizzazione della Terza fase – Banchina Container – del Porto Commerciale di Augusta per l’importo totale previsto di € 58.454.794,65 di cui: € 56.126.520,79 per importo a base di gara per lavori, € 1.802.970,51 per oneri relativi ai costi per la sicurezza non soggetti a ribasso e € 525.303,35 per progettazione esecutiva del secondo stralcio. A seguito del pubblico incanto (bando pubblicato sulla GUCE in data 24.12.2010 e sulla GURI il 7.01.2011) il R.T.I. composto dalla Società Italiana per Condotte d’Acqua, (mandataria), Cosedil S.p.a. (mandante cooptata), Piacentini Costruzioni (mandante), ha messo a punto una proposta migliorativa per il progetto che, partendo anche dalle esigenze di modifica delle banchine di contenimento del rilevato previste nel progetto posto a base di gara, prevedeva il confinamento su tutti i lati dell’area da sottoporre a colmata tramite un palanco lato metallico impermeabile; e ciò al fine di evitare l’esecuzione della bonifica (escavazione) all’interno della stessa e di meglio contenere i materiali fini che potevano fuoriuscire per sifonamento (**Figura 6**).

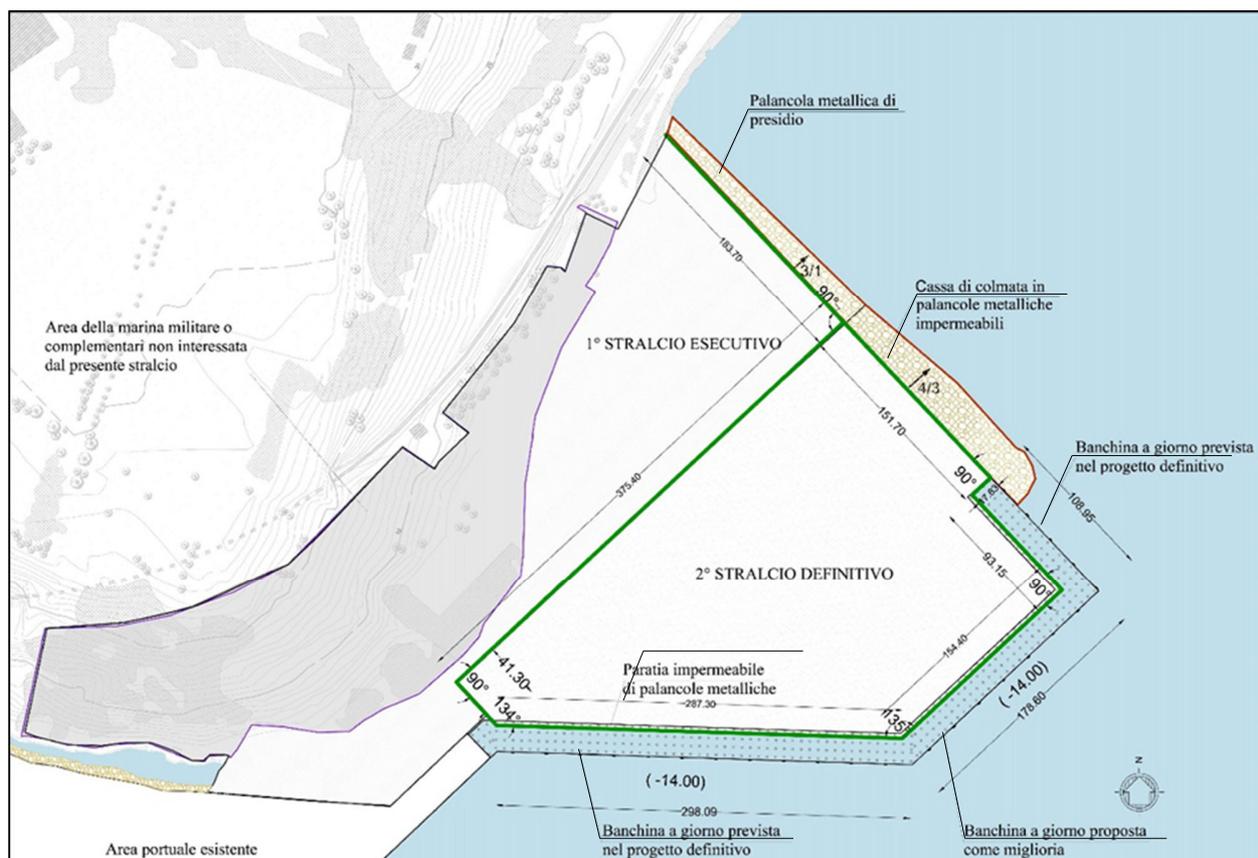


Figura 6 - Planimetria progetto offerto in fase di gara



La vasca di colmata era prevista con delle palancole metalliche impermeabili anche nei giunti ed infisse nel substrato impermeabile costituito da una formazione di argille azzurre, in modo da impedire qualsiasi moto di filtrazione o movimentazione di sedimenti attraverso il palancolato.

La soluzione progettuale migliorativa offre un vantaggio anche nei riguardi della protezione del rinterro della colmata, in quanto la palancola metallica a tenuta fino con coefficiente di permeabilità pari a  $1,0 \times 10^{-9}$  m/s consente la realizzazione di un'opera a gettata, avente funzione di antirisacca e contemporaneamente funge da protezione dall'erosione dovuta alle forzanti esercitate dalle eliche delle navi in fase di ormeggio alla scogliera sottostante la banchina (Figura 7).

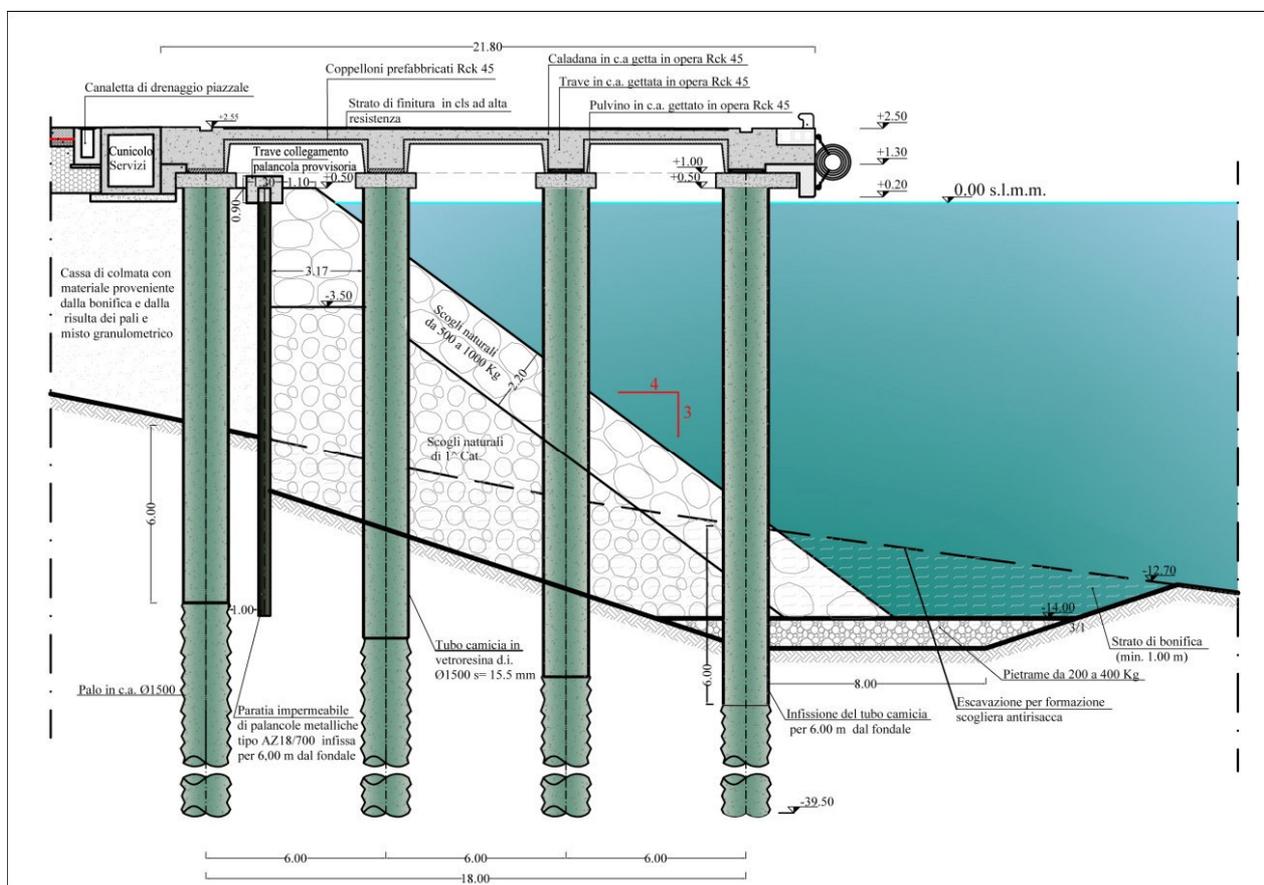


Figura 7 – Sezione tipo dell'impalcato offerto in fase di gara

A seguito delle procedure di gara i lavori di *fusione ed integrazione del I stralcio esecutivo e del II stralcio definitivo* sono stati aggiudicati al R.T.I. – Società Italiana per Condotte d'Acqua, Cosedil S.p.a., Piacentini Costruzioni, per l'importo complessivo netto di euro 41.895.209,27 di cui euro 39.567.238,76 per l'esecuzione dei lavori al netto degli oneri della sicurezza, euro 525.000,00 per la progettazione esecutiva ed euro 1.802.970,51 per oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso.

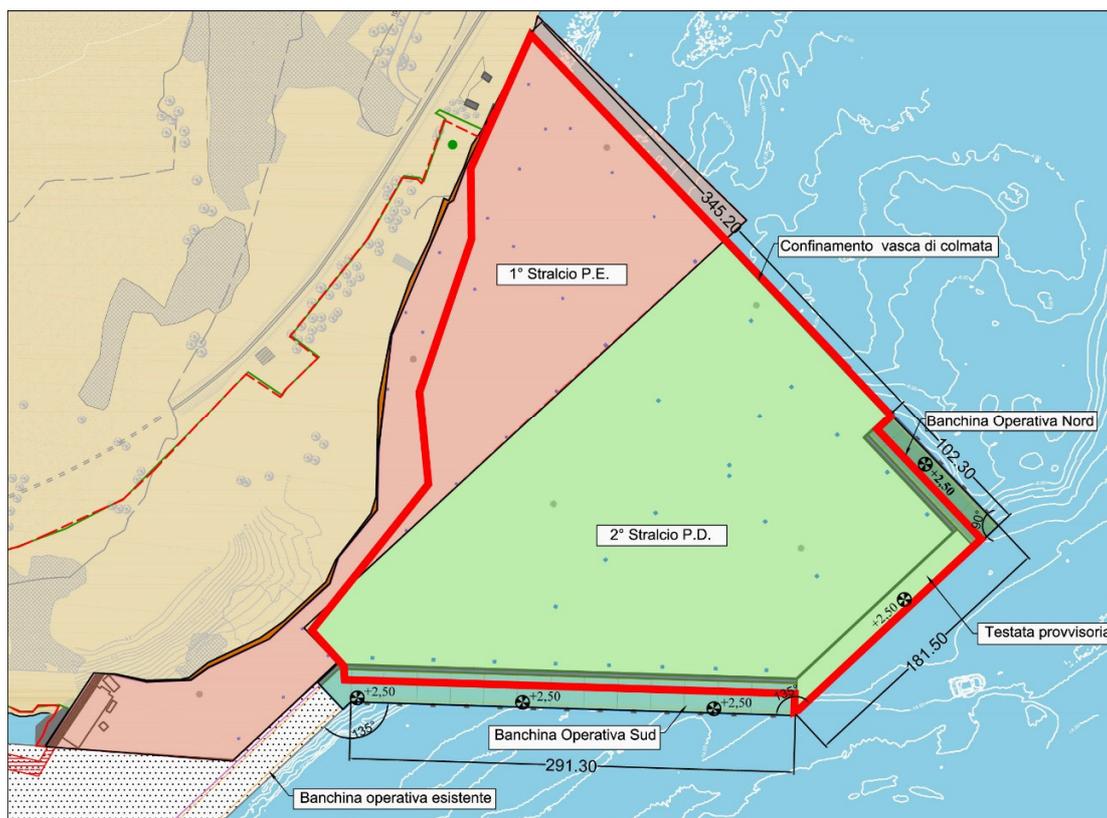


A seguito della stipula del contratto d'appalto avvenuta in data 27/01/2014 l'impresa aggiudicataria ha dato inizio alla prescrizioni contrattuali riguardanti il concordamento del piano di monitoraggio con l'ARPA, la caratterizzazione ambientale dei fondali interessati dalle opere in progetto e le indagini geognostiche preliminari per la stesura del progetto esecutivo.

Le indagini preliminari hanno consentito di ottimizzare il progetto offerto con particolare riguardo ai risultati dei rilievi morfo-stratigrafici e topografici, delle indagini geognostiche e delle risultati delle analisi di caratterizzazione ambientale dei sedimenti dei fondali di sedime delle opere in progetto.

Il progetto esecutivo è stato predisposto particolare alle considerazione e prescrizioni del Decreto VIA del Ministero dell'Ambiente prot. DSA-DEC-2007-0000244 del 27.03.2007, cercando di minimizzare gli impatti dovuti alle fasi costruttive ed alle lavorazioni previste nel progetto esecutivo I° stralcio e definitivo II° stralcio.

La soluzione ottimizzata prevede la realizzazione di una barriera perimetrale di cinturazione della nuova colmata, comprendente sia quella prevista nel progetto esecutivo di I° stralcio sia quella prevista nel progetto definitivo di II° stralcio (**Figura 8**).



**Figura 8** – Planimetria cinturazione della colmata unificando il P.E. I° stralcio e il P.D. II° stralcio



La cassa di colmata è realizzata con una struttura metallica impermeabile, in modo da conterminare sia i sedimenti costituenti il fondale sia il materiale di riempimento proveniente da cava per la formazione della colmata stessa e la possibilità di eseguire eventuali futuri lavori di dragaggio senza interferire con le nuove strutture.

Si è messa a punto una soluzione che prevede la realizzazione di una cassa di colmata, formata da una struttura tipo “cofferdam”, costituita da due pareti in combi-wall, di cui una impermeabile, per le nuove banchine di accosto (Figura 9) e conterminazione con palancole metalliche del perimetro di tutto il nuovo piazzale container (Figura 10).

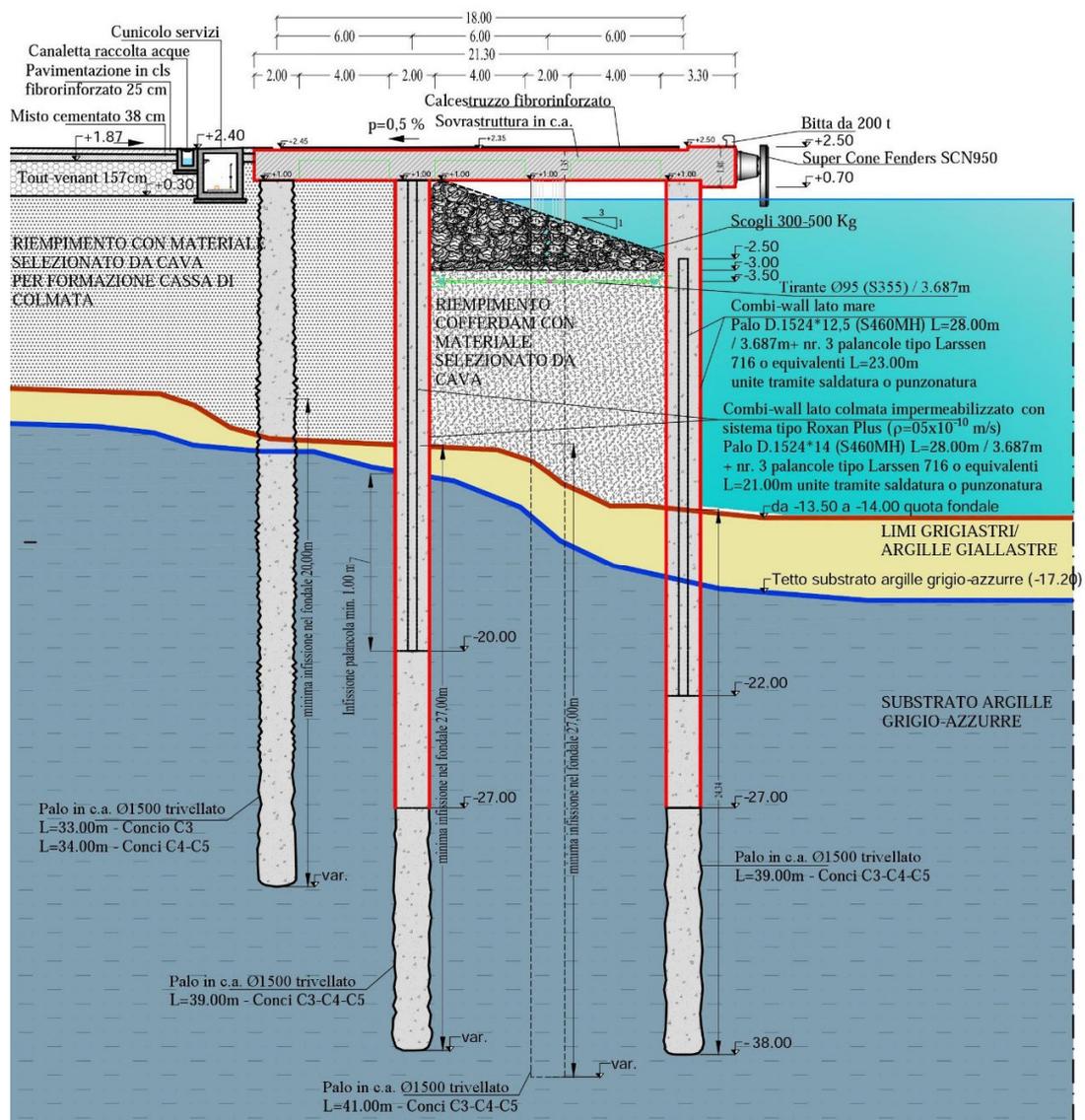
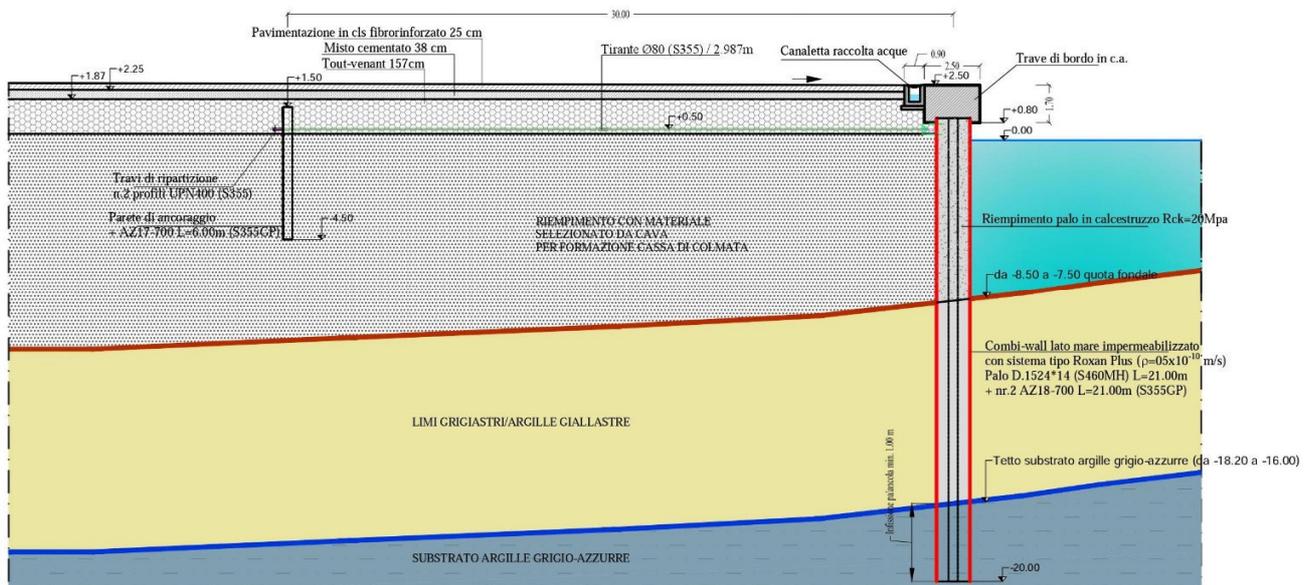


Figura 9 – Sezione tipo nuove banchine di accosto P.E. di fusione ed integrazione tra il I° ed il II° stralcio



**Figura 10** – Sezione tipo conterminazione colmata P.E. di fusione ed integrazione tra il I° ed il II° stralcio

Il sistema di conterminazione dei sedimenti del fondale, è stata progettato con le caratteristiche di una cassa di colmata impermeabile, ai sensi del DM 7 novembre 2008 e del D.Lgs 1 del 24 gennaio 2012 art. 48, e cioè strutture che devono presentare un sistema di impermeabilizzazione naturale o completato artificialmente al perimetro e sul fondo, in grado di assicurare requisiti di permeabilità almeno equivalenti a quelli di uno strato di materiale naturale dello spessore di cento centimetri con coefficiente di permeabilità pari a  $1,0 \times 10^{-9}$  m/s.

La nuova tipologia strutturale ha permesso di escludere dalle opere in progetto le attività di bonifica dei sedimenti, interessati dal nuovo terrapieno.

Conseguentemente si esclude quindi l'attività di dragaggio a mare prevista nel progetto posto a base di gara, limitando notevolmente in tal modo l'impatto ambientale dovuto all'escavo, alla movimentazione di elevate quantità di materiali di risulta del dragaggio ed al possibile trattamento dei sedimenti di dragaggio e/o allo smaltimento degli stessi presso centri autorizzati.

Gli evidenti vantaggi ambientali della nuova soluzione, sono sostanzialmente sintetizzati di seguito:

- minori flussi veicolari di mezzi pesanti previsti in entrata ed uscita dal cantiere, dovuti al fatto che non viene più previsto il trasporto dei fanghi dragati come rifiuto a discarica o ad impianto di trattamento;
- minor impatto atmosferico ed acustico legato ai minori flussi veicolari indotti; eliminazione della eventuale fase di trattamento dei sedimenti dragati contaminati in un apposito sistema di trattamento, con conseguente riduzione dei costi energetici e di sfruttamento di risorse naturali;
- eliminazione del fenomeno di dispersione degli inquinanti contenuti nei sedimenti a causa delle attività di escavo;



- eliminazione dei fenomeni di sifonamento del rilevato, attraverso strutture di con terminazione tradizionale (opere a gettata, pile di massi, pali accostati, etc...)
- aumento delle performance della struttura, anche in riguardo di eventuali futuri dragaggi dei fondali antistanti le banchine.

La nuova soluzione progettuale proposta inoltre permette una ottimizzazione temporale della realizzazione dell'opera, in quanto le fasi realizzative risultano più rapide, riducendo i tempi di esecuzione dell'opera e conseguente gli impatti con l'ambiente circostante in fase di cantiere.

In particolare, i nuovi piazzali containers saranno conterminati con le seguenti opere, come riportato in (**Figura 11**):

- Banchina operativa Sud per uno sviluppo di circa 295,00 m, costituita da una struttura tipo “cofferdam” composta da due pareti un combi-wall con tubi circolari e palancole tipo Larssen 716 di cui una impermeabile (lato terra);
- Testata provvisoria per uno sviluppo di 168,00 m, costituita da una parete in combi-wall impermeabile costituita da tubi circolari e palancole tipo Larssen 716;
- Banchina operativa Nord - un primo tratto, in corrispondenza della banchina operativa, dello sviluppo di circa 140,00 m, sarà costituita da un combi-wall impermeabile in tubi circolari e palancole tipo Larssen 716 – un secondo tratto, confinamento vasca di colmata, fino a riva dello sviluppo di circa 303,00 m costituito da palancole Larssen impermeabilizzate;
- Palancolato impermeabile lato terra, per uno sviluppo di circa 475,00 m costituito con palancole tipo Larssen impermeabilizzate.

Nell'ambito della redazione del progetto esecutivo di  *fusione ed integrazione del I stralcio esecutivo e del II stralcio definitivo*, è stata predisposta una relazione ambientale, volta alla verifica di ottemperanza alle prescrizioni sul progetto definitivo, rilasciate con il decreto del Ministero dell'Ambiente sopra citato ed alla verifica ambientale in fase di cantiere, relativa alle nuove lavorazioni previste nel progetto esecutivo.

Il MATTM, in sede di esame del progetto, tenendo conto delle modifiche introdotte nel progetto esecutivo che riguardano aspetti costruttivi delle strutture di confinamento dei nuovi piazzali assimilabili ad un adeguamento tecnico funzionale, ha richiesto si sottoporre lo stesso ad assoggettabilità Ambientale, ai sensi dell'art. 20, Titolo III, parte II del D.Lgs, 152/2006 e ss.mm.ii. come si evince dalla richiesta avanzata dall' Autorità Portuale in sede di riunione del 13.01.2016 (**Allegato 9**).

Il presente Studio Ambientale è volto alla verifica di assoggettabilità Ambientale, ai sensi dell'art. 20, Titolo III, parte II del D.Lgs, 152/2006 e ss.mm.ii., del Progetto Esecutivo di Fusione ed integrazione del I e del II Stralcio della Terza Fase del Porto Commerciale di Augusta – Banchine Containers.

Per la redazione dello Studio Ambientale è stato preso in considerazione l'Allegato V alla parte 2 del D.Lgs. 152/2006, che definisce i criteri con cui l'autorità competente valuta se assoggettare o meno a V.I.A. il progetto.

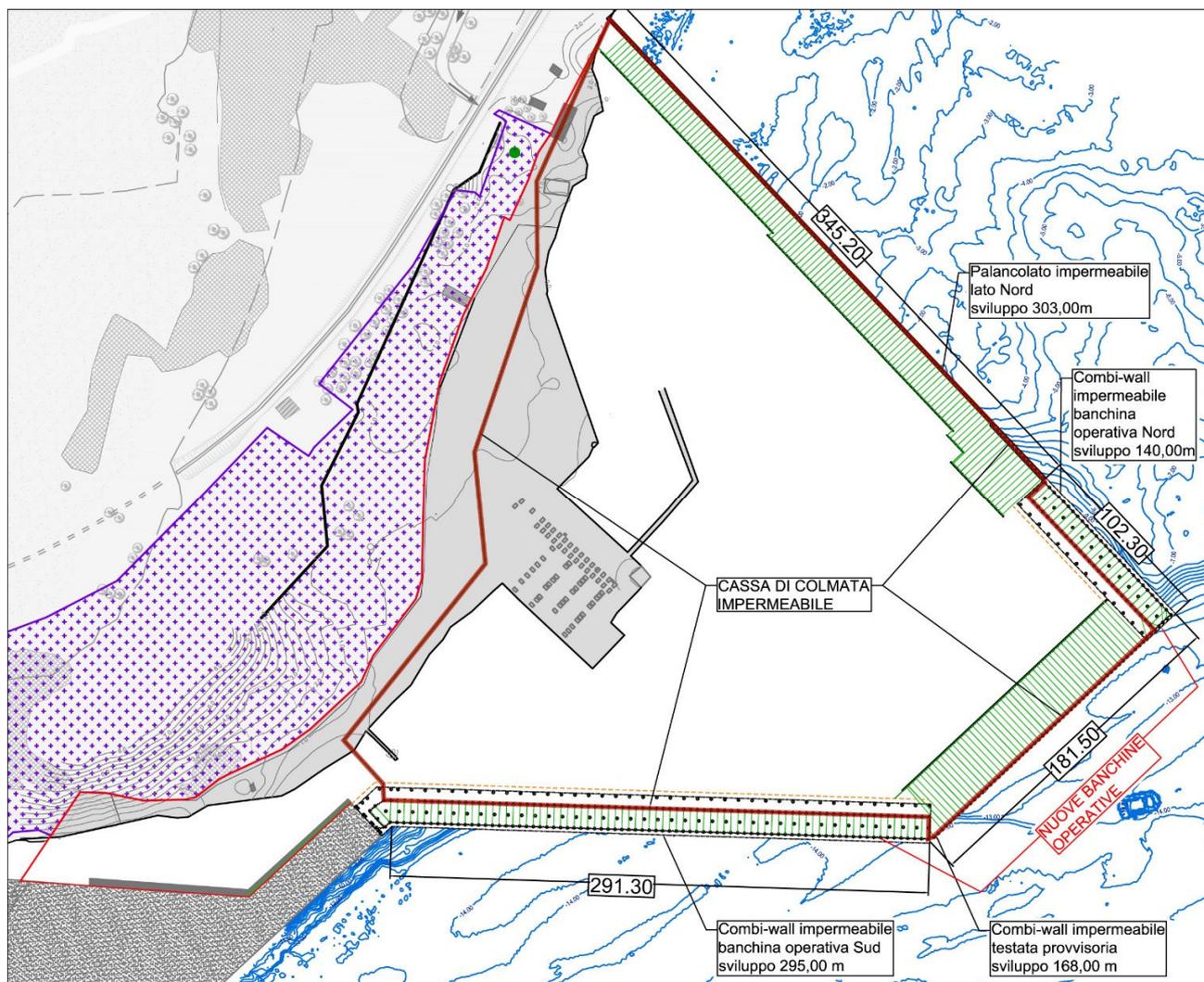


Figura 11 - Planimetria progetto esecutivo di fusione ed integrazione tra il I° ed il II° stralcio



## 2. Progetto posto a base di gara

Il Progetto posto a base di gara è relativo al “Progetto di fusione ed integrazione relativo alle opere di primo stralcio esecutivo “con esclusione dell’area della Marina Militare” e di secondo stralcio definitivo del porto commerciale di Augusta Terza Fase – Banchine Containers e prevedeva la realizzazione di circa 114.405 mq di piazzali e di circa 8.726 mq di nuova banchina.

In particolare, il Progetto Esecutivo del I° stralcio funzionale con esclusione delle aree della Marina Militare è stato redatto a seguito delle lungaggini burocratiche relative alla acquisizione da parte della Autorità Portuale delle particelle di proprietà del Demanio dello Stato, ramo Aeronautica, ormai in fase di definizione, essendo divenuto cogente il rischio di perdita dei fondi stanziati per la esecuzione delle opere, rischio che avrebbe portata alla vanificazione dell’intero intervento.

Conseguentemente, l’Autorità portuale di Augusta ha predisposto il progetto di Realizzazione banchina containers primo stralcio funzionale con esclusione delle aree della Marina Militare – Terza Fase – (Figura 12).

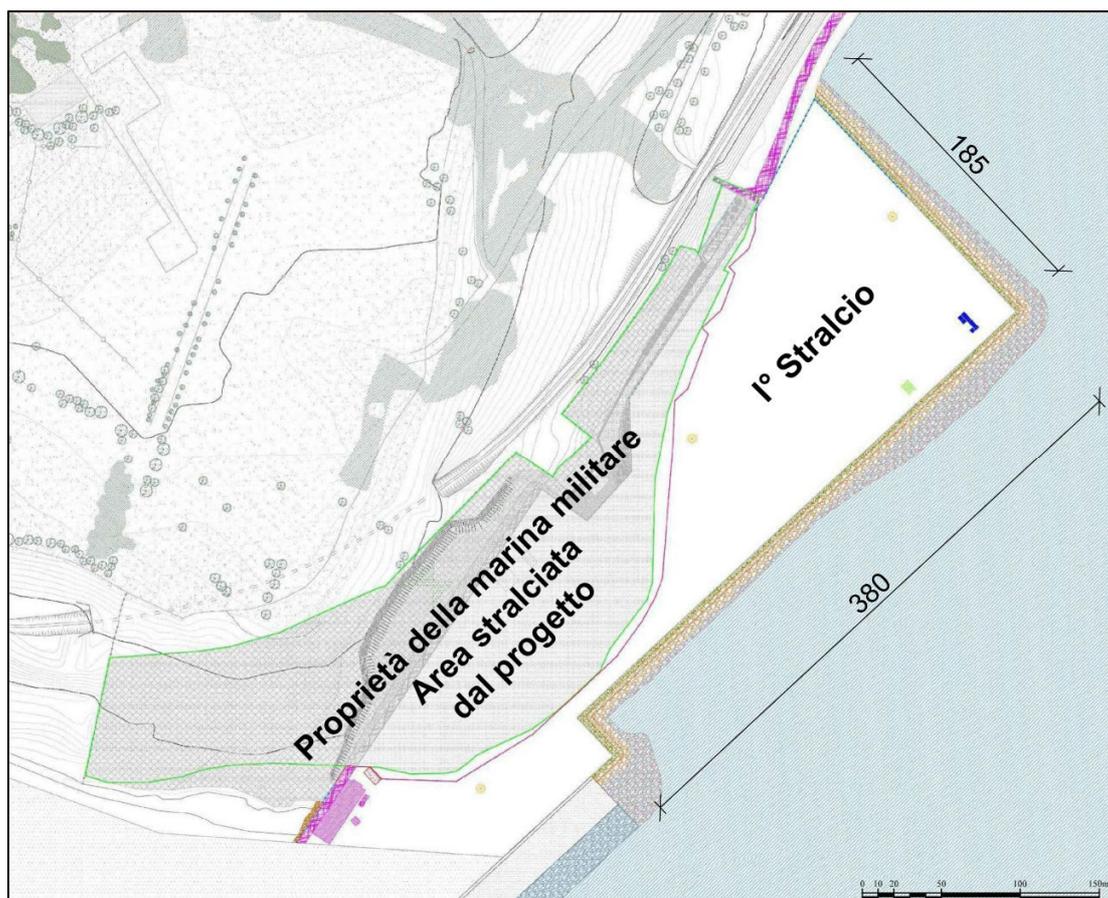


Figura 12 - Planimetria piazzali progetto esecutivo I stralcio



La realizzazione dell'intervento prevede l'ampliamento dei piazzali esistenti, che andranno ad occupare l'area ubicata a ridosso dell'area portuale del Porto commerciale di Augusta.

Morfologicamente l'area interessata dalle opere del I stralcio esecutivopresenta una parte pianeggiante avente estensione di circa 40.000 mq ad una quota media sul livello del mare m. 1,50, che si estende dalla linea di battigia fino a ridosso del muro di contenimento che segna l'inizio della scarpata della ferrovia, ed una parte in pendenza che da una quota di circa 20 m sul livello del mare degrada fino alla battigia. Nella parte pianeggiante sono presenti edifici in muratura in pessimo stato di conservazione ed in alcuni casi anche in precarie condizioni strutturali, sono presenti anche un bunker in cemento armato risalente al secondo conflitto mondiale, un pozzo e quattro capannoni metallici privi per quasi la totalità di copertura e pareti, e pericolanti gran parte esclusi dal presente progetto perché all'interno della proprietà della Marina Militare.

La parte in pendenza è coperta parzialmente da alberi di eucalipto ed in parte da sterpaglie. Il progetto di I° stralcio prevede la realizzazione di circa 46.000 mq di piazzale con terrapieni eseguiti in tout-venant di cava per il tratto di fondazione e misto cementato per lo strato di fondazione, e lastre in cls per la pavimentazione.

È prevista la protezione della nuova colmata con delle scogliere radenti in scogli del peso compreso tra 300 e 500 Kg.

Per quello che riguarda gli impianti tecnologici il progetto prevede un'impianto di smaltimento acque bianche realizzato con tubi in polietilene, dotato di un sistema di sollevamento per il convogliamento delle acque di prima pioggia ad un impianto di depurazione mentre il troppo pieno verrà sollevato e per caduta è smaltito a mare.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un'impianto antincendio esterno dotando l'area di idranti UNI 70 interrati con pompa di presa a mare ed di un'impianto per l'approvvigionamento idrico. Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un impianto di illuminazione costituita da 3 nuove torri faro che si affiancano alle 12 esistenti.

Il progetto definitivo di II° stralcio prevede l'ampliamento dei piazzali esistenti in adiacenza a quelli del del progetto del I° stralcio e al realizzazione di due nuove banchine.

È prevista la realizzazione di circa 81.000 mq di piazzale interamente a mare (vedi **Figura 13**), formati con una colmata in tout-venant di cava per il tratto di fondazione e misto cementato per lo strato di fondazione, e lastre in cls per la pavimentazione.

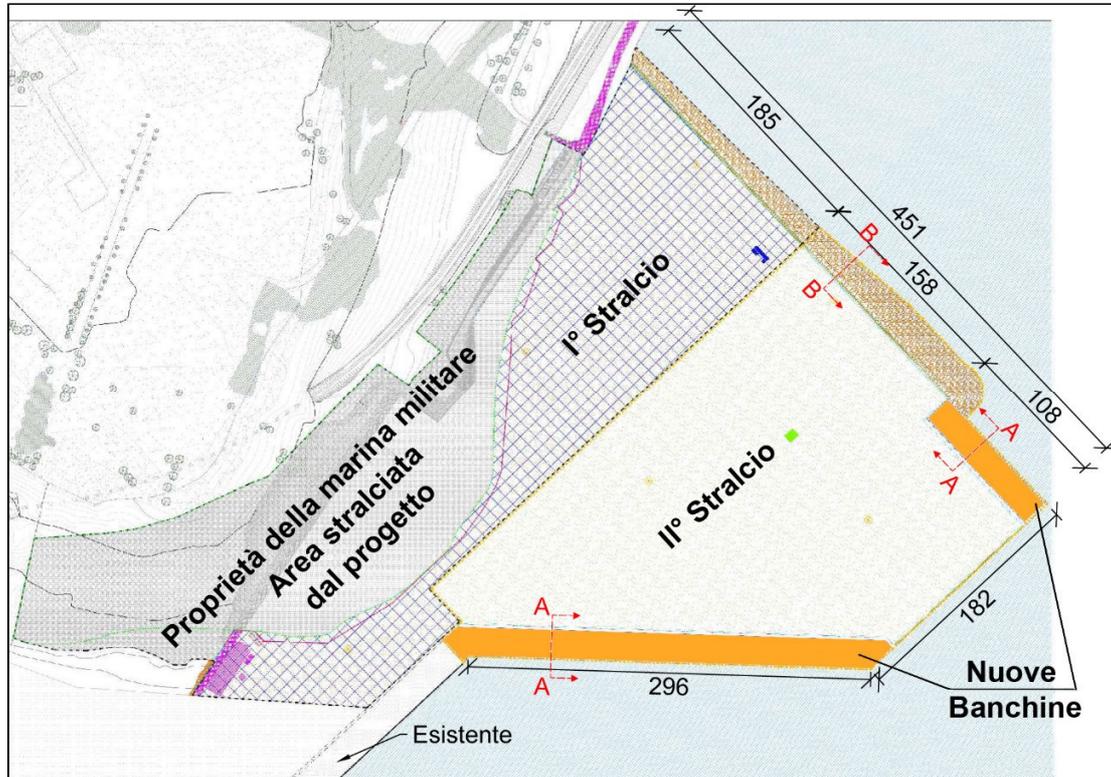


Figura 13 - Planimetria piazzali progetto definitivo II stralcio

Il progetto prevede la realizzazione di una scogliera con scogli di prima categoria di pezzatura compresa tra i 300 e 500 Kg. (vedi Sezione B-B - Figura 14).

A contenimento della nuova colmata, oltre alla scogliera sopra descritta, il progetto prevede la realizzazione di banchinamenti a giorno in c.a. realizzati su pali in c.a. di grande diametro (vedi Sezione A-A - Figura 15).

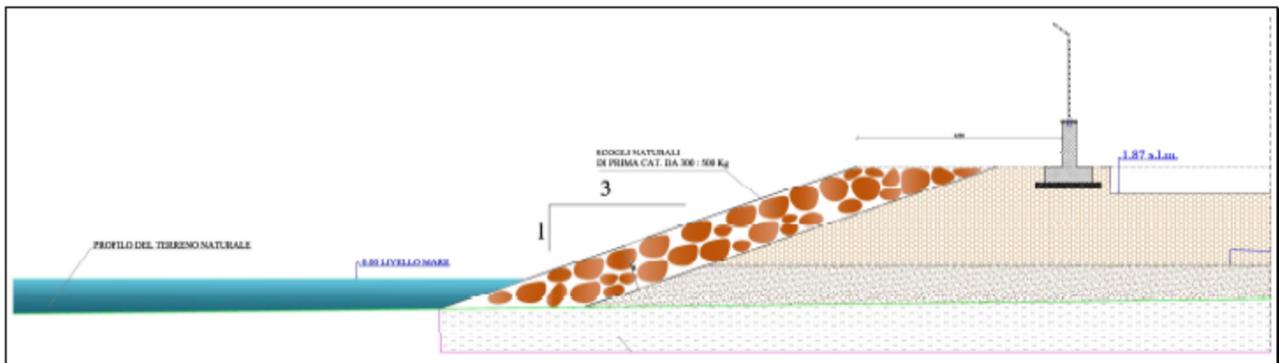
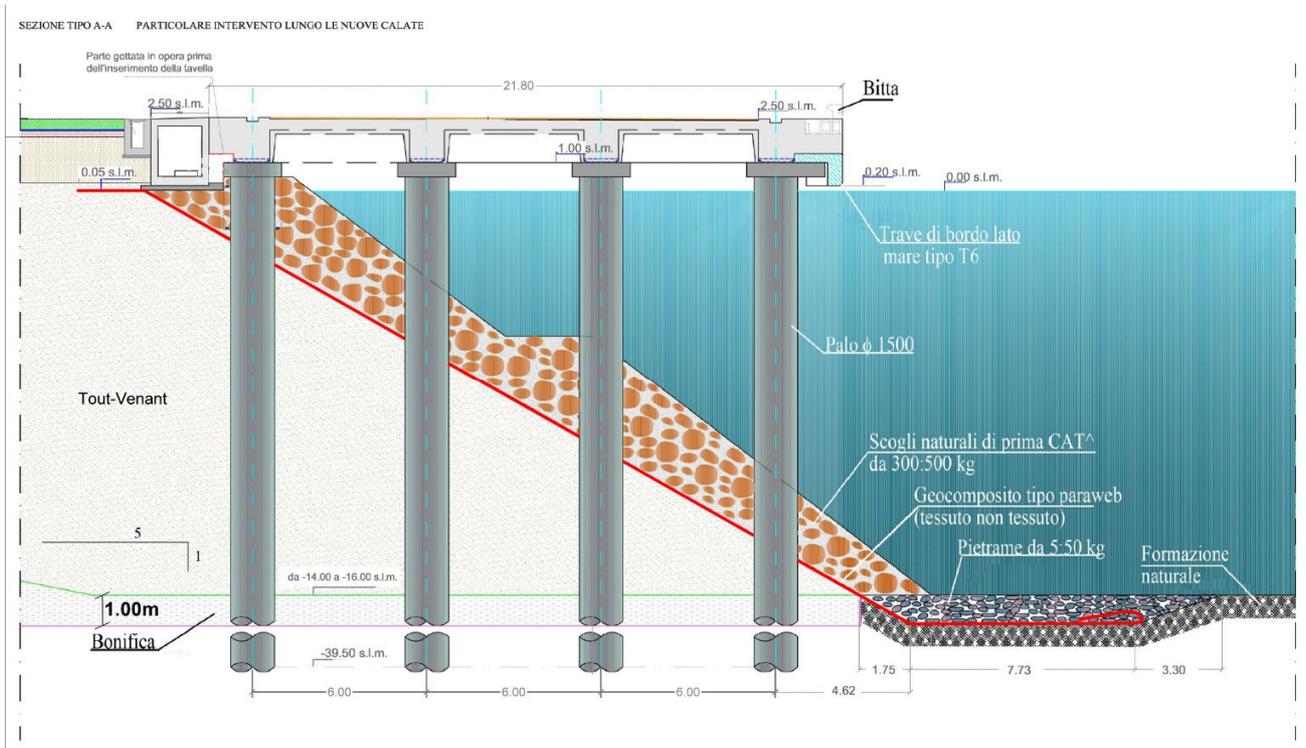


Figura 14 - Sezione B-B -Esecuzione piazzale rilevato, scogliera e recinzione

**Figura 15 - Sezione A-A – Banchinamenti**

La colmata è prevista a seguito del dragaggio dei fondali interessati dalla stessa in fasi secondo un crono programma dei lavori. Il dragaggio viene realizzato in una fase unica nella quale è previsto lo scavo subacqueo di circa 1 m di bonifica per la preparazione del piano di posa della colmata in tout-venant. Per tutte le attività di movimentazione dei sedimenti marini, asportazione e trasporto del materiale, il progetto prevede, per minimizzare gli impatti sull'ambiente, di utilizzare per l'escavo subacqueo infatti verrà eseguito con benne mordenti a tenuta stagna e la delimitazione dell'area di dragaggio, con l'impiego di panne di contenimento galleggianti ancorate fino al fondale. Il dragaggio è inoltre realizzato in presenza di stazioni di rilevamento mobili, previste nel presente progetto di monitoraggio delle acque marine, posizionate all'esterno delle panne di contenimento per verificarne l'efficacia con un controllo giornaliero delle condizioni torbidità e dei parametri fisici principali nella colonna d'acqua mediante sonde multiparametriche.



### **3. Indagini preliminari al progetto esecutivo di fusione ed integrazione tra il I° ed il II° Stralcio**

Il progetto esecutivo di fusione (I stralcio esecutivo e II stralcio definito) è stato messo a punto sulla scorta delle risultanze delle analisi di caratterizzazione ambientali dei sedimenti dei fondali interessati dalle opere e dei monitoraggi ambientali *ante operam* sulle matrici acque marine, atmosfera, rumore e biologia.

I risultati delle analisi di caratterizzazione ambientale hanno consentito, come detto in premessa, di mettere a punto una soluzione progettuale ottimizzata, rispetto a quella del progetto di fusione ed integrazione del I e II stralcio posto a base di gara, prevedendo la conterminazione all'interno di una struttura impermeabile, sia dei sedimenti costituenti il fondale e sia del materiale di riempimento occorrente per la formazione della colmata.

La nuova soluzione non altera la configurazione planimetrica delle nuove banchine, ma si può considerare un adeguamento tecnico funzionale della tipologia costruttiva delle nuove banchine e delle opere di conterminazione del nuovo piazzale.

In particolare, la nuova soluzione progettuale ottimizzata è stata messa a punto in riscontro alle seguenti indagini e studi:

- 3.1. *Rilievi morfo stratigrafici e topografici*
- 3.2. *Indagini geognostiche e studio geologico*
- 3.3. *Studio idraulico marittimo*
- 3.4. *Prove su modello fisico volte all'ottimizzazione del funzionamento antiriflettente delle nuove banchine operative*
- 3.5. *Piano di monitoraggio ambientale*
- 3.6. *Gestione degli sversamenti accidentali*
- 3.7. *Indagini di caratterizzazione ambientale*
- 3.8. *Analisi dei risultati delle indagini di caratterizzazione*
- 3.9. *Rapporto con altre indagini di caratterizzazione ambientale effettuate nella rada di Augusta*
- 3.10. *Analisi di rischio ecologico*



### 3.1. Rilievi morfo stratigrafici e topografici

Per la redazione del progetto esecutivo di fusione ed integrazione del I e II stralcio sono stati preliminarmente eseguiti rilievi morfo-batimetrici e stratigrafici del fondale dell'intero specchio acqueo interessato dai lavori in progetto.

Tali rilievi sono stati eseguiti con metodi geofisici da un natante, che ha percorso varie rotte a ricoprire esaustivamente l'area.

Le tecniche di rilevamento e la tipologia delle prospezioni geofisiche utilizzate sono state scelte per rilevare la morfologia del fondale, le anomalie di carattere antropico e le caratteristiche sedimentologiche dei primi metri di fondo e sottofondo marino.

La georeferenziazione dei dati acquisiti è stata effettuata utilizzando un sistema di posizionamento RTK, R6 Trimble, interfacciato con software per la navigazione PDS 2000, Reson.

I dati sono stati acquisiti mediante un profilatore acustico di sedimenti ad altissima risoluzione (Sub-Bottom Profiler, SBP), di un ecoscandaglio radiale multifascio (MultiBeam Echo Sounder, MBES) e di un sistema per indagini morfologiche dei fondali (Side Scan Sonar).

Sono inoltre stati effettuati dei rilievi topografici delle superfici interessate dai lavori, utilizzando un sistema di posizionamento RTK, R6 Trimble.

L'indagine geofisica sui fondali interessati dai lavori in progetto, con l'impiego di un sistema multibeam, ha permesso la predisposizione dei seguenti elaborati:

- Rilievo multibeam fotomosaico con batimetriche;
- Rilievo multibeam batimetriche
- Rilievo batimetrico – tratto di raccordo con banchina esistente

I risultati delle indagini effettuate hanno permesso di mettere in evidenza le particolarità dell'area indagata, fornendo una batimetria di dettaglio che ha evidenziato una bassa pendenza dei fondali con andamento costante del profilo fino alla batimetrica di circa -8,00 m, dove è posizionata una scarpata con pendenze più accentuate.

L'indagine geofisica sui fondali interessati dai lavori in progetto, con l'impiego di un sistema side scan sonar, ha permesso la predisposizione dei seguenti elaborati:

- Rilievo side scan sonar

Dall'esame del rilievo multi-beam e side scan sonar si sono riscontrati la natura sedimentaria del fondo marino, in particolare è emerso che i sedimenti superficiali sono formati da sedimenti poco consolidati.

L'indagine geofisica sui fondali interessati dai lavori in progetto, con l'impiego di un sistema sub-bottom-profiler, ha permesso la predisposizione dei seguenti elaborati:

- Rilievo Sub-Bottom-Profiler (planimetria delle rotte di navigazione)
- Rilievo Sub-Bottom-Profiler (profili)



- Carta del tetto delle argille.

Dal punto di vista sedimentologico l'esame dei profili di sub-bottom ha permesso, comparando i dati ai sondaggi direttamente eseguiti, di elaborare una cartografia geologica dei sedimenti dei fondali e substrato.

In particolare è emerso che i fondali interessati dalle opere in progetto sono caratterizzati, dall'alto verso il basso, da una successione sedimentaria formata da uno strato superficiale di alcuni metri composto da sedimenti non consolidati (limi sabbiosi), seguito da uno strato, di spessore variabile non sempre ben identificato, di sedimenti debolmente consolidati (argille giallastre alterate) e infine dal bed-rock stratigrafico, al di sotto del quale si è avuto un forte assorbimento acustico del segnale, che correlato con i sondaggi stratigrafici, è stato identificato come argille grigio-azzurre integre di base.

Sono inoltre stati effettuati dei rilievi topografici delle superfici interessate dai lavori che hanno permesso la predisposizione dell'elaborato di rilievo topografico.



### 3.2. Indagini geognostiche e studio geologico

L'area di intervento ricade all'interno della baia naturale di Augusta (SR) che rappresenta uno dei nodi industriali più importanti del Mediterraneo. Topograficamente è ubicata nella tavoletta in scala 1:25000 "Augusta" F. 274 I SW della Carta d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano. Le sue coordinate geografiche sono approssimativamente 37.240404° latitudine nord e 15.204782° longitudine est.

Le opere previste in progetto si sviluppano interamente nell'ambito del territorio comunale di Augusta e riguardano il completamento del porto commerciale, interessando sia la terraferma sia lo specchio acqueo antistante.

Le quote altimetriche sulla terraferma interessate dalle opere in progetto si attestano intorno a 1-2 m circa sul livello medio del mare, mentre il rilievo batimetrico dei fondali interessati dalle opere in progetto ha messo in evidenza profondità massima dei fondali intorno a 14,50 m.

L'area oggetto di studio interessa un'area costiera, caratterizzata da una morfologia pianeggiante, strettamente connessa alla litologia e controllata da processi dinamici morfostrutturali.

In questo contesto trovano riscontro, dal punto di vista geomorfologico, le aree collinari che si smorzano procedendo verso Nord, interrotte da ampie zone peneplanate in cui affiorano i sedimenti di natura idroclastica la cui derivazione e messa in posto, come si evince dal termine stesso, è riconducibile all'azione fisiografica degli elementi che formano la primaria rete drenante di superficie (Fiume Marcellino, la cui area territoriale idrografica di appartenenza è rappresentata dai bacini dei fiumi Anapo e S. Leonardo.).

Nell'ambito della tettonica e della geodinamica del Mediterraneo centrale, la Sicilia, e quindi anche il territorio comunale di Augusta, riveste un'importanza rilevante in quanto si trova tra l'avampaese africano a Sud-Est, il bacino tirrenico a Nord e il dominio ionico a Est.

L'assetto tettonico dell'isola comprende tre domini distinti: 1) il settore Sud-Orientale in cui affiora l'avampaese ibleo, di pertinenza africana, 2) l'area centrale in cui è presente un bacino di avanfossa, messo in evidenza da una notevole anomalia gravimetrica che ne denuncia l'elevato spessore dei sedimenti ed infine 3) la porzione settentrionale nella quale si nota un dominio di catena, con caratteristiche molto simili a quelle dell'Appennino meridionale con impilamento di falde a vergenza Sud-Est.

Dal punto di vista morfostrutturale, l'area essendo ubicata nel settore Nord-Orientale dell'Avampaese Ibleo, è caratterizzata da strutture ad "Horst e Graben", formatesi nell'ambito di una tettonica distensiva manifestatasi secondo trends strutturali orientati NW-SE, leggermente immergenti verso NE. In particolare, l'area appartiene al Graben di Augusta ed è delimitata a N-NE dal pianoro di Monte Tauro, ad W dall'horst dei Monti Climiti (che delimita i confini del bacino idrogeologico in cui insiste l'area) e a S-SW dal mare.

Il sito in studio si colloca in corrispondenza di una naturale depressione costituita dal porto di Augusta; le zone strettamente a monte sono formate da horst strutturali (come l'horst di Monte Tauro) litologicamente costituiti dai



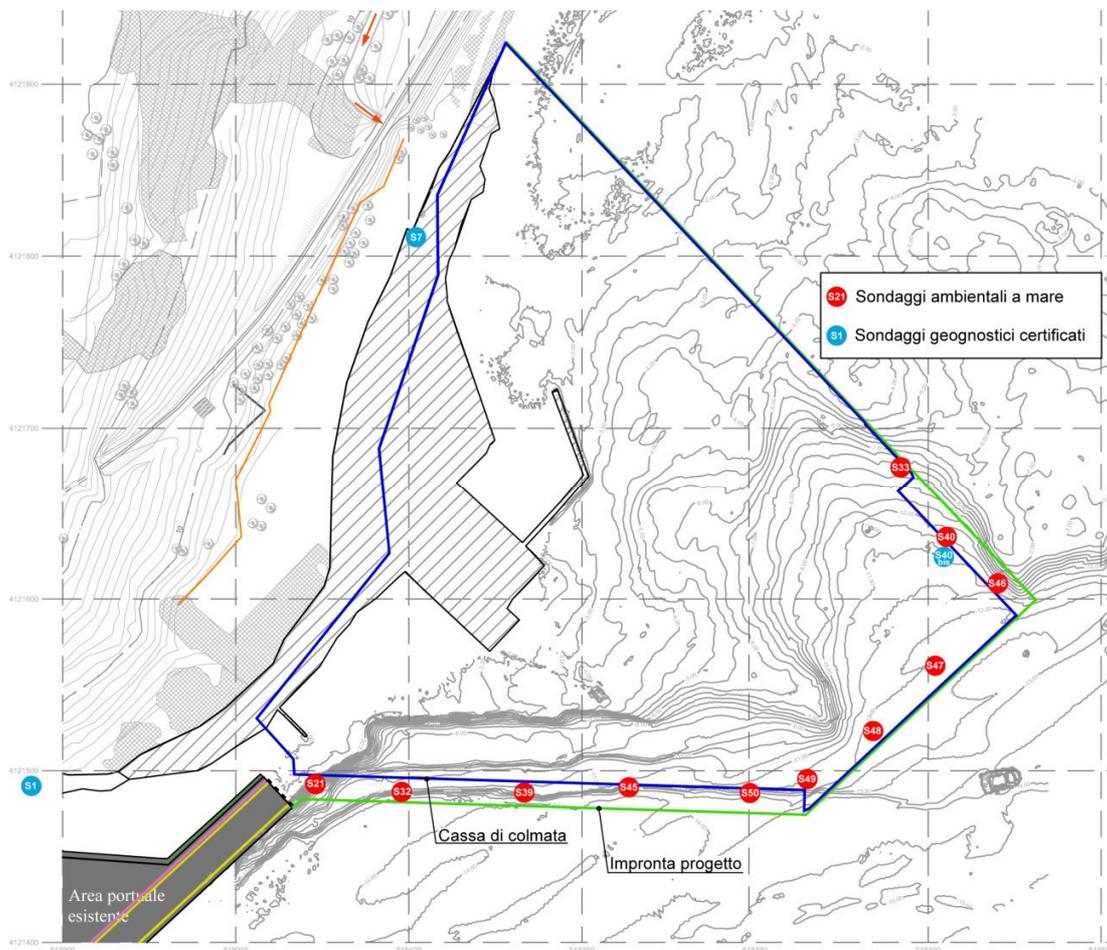
terreni calcarei miocenici della F.ne M.te Climiti ricoperti in discordanza superiormente dalla successione dei terreni quaternari.

La successione litostratigrafica dei luoghi in esame, ricostruita attraverso i sondaggi eseguiti, riguarda sia i terreni di primo substrato riscontrati sulla terraferma sia quelli relativi allo specchio acqueo.

Sono esclusi dalla trattazione i livelli di suolo vegetale e riporto presenti sulla terraferma messi in posto a seguito delle opere di sistemazione, bonifica e livellamento eseguite nel corso del tempo per l'urbanizzazione anche portuale dell'area.

La stratigrafia dell'area in studio è stata resa possibile grazie al riscontro delle colonne stratigrafiche ottenute a seguito dell'esecuzione dei sondaggi certificati (ai sensi del D.M 14/01/08) S1, S7 e S40 bis e confermata dai risultati di tutti i sondaggi ambientali eseguiti le cui stratigrafie sono state di supporto ed integrative alle informazioni geologiche già acquisite con le colonne stratigrafiche certificate.

I sondaggi geognostici presi in considerazione sono quelli riportati in figura **Figura 16**.



**Figura 16** - Planimetria dei sondaggi effettuati



I restanti sondaggi ambientali realizzati a mare, di supporto ai sondaggi certificati, sono stati presi come riferimento per la ricostruzione della stratigrafia dei fondali di sedime delle opere.

In particolare sono state esaminate tutte le stratigrafie disponibili e, prudenzialmente, il tetto delle argille azzurre è stato considerato nel punto più basso della fascia di transizione tra argille gialle e argille grigio-azzurre ed il valore ottenuto è stato ulteriormente corretto in basso in funzione dei risultati delle sezioni ottenute con il sub-bottom profiler. Poiché il contatto tra argille grigio-azzurre e gialle non è mai netto e definito è stata eliminata tutta la fascia di transizione in modo da essere certi che il tetto delle argille grigio-azzurre venga disegnato, prudenzialmente, più in basso rispetto a quello reale in modo da supplire ad una eventuale sia pure improbabile variazione di quota. Il numero e la densità dei sondaggi ed il confronto con i profili sub bottom infatti ci danno la più ampia garanzia della esistenza del tetto alla quota disegnata.

Si riporta in **Figura 17** la planimetria del tetto delle argille a curva di livello e le sezioni stratigrafiche, eseguite in corrispondenza di tutti i margini della vasca di colmata, che evidenziano il tetto.

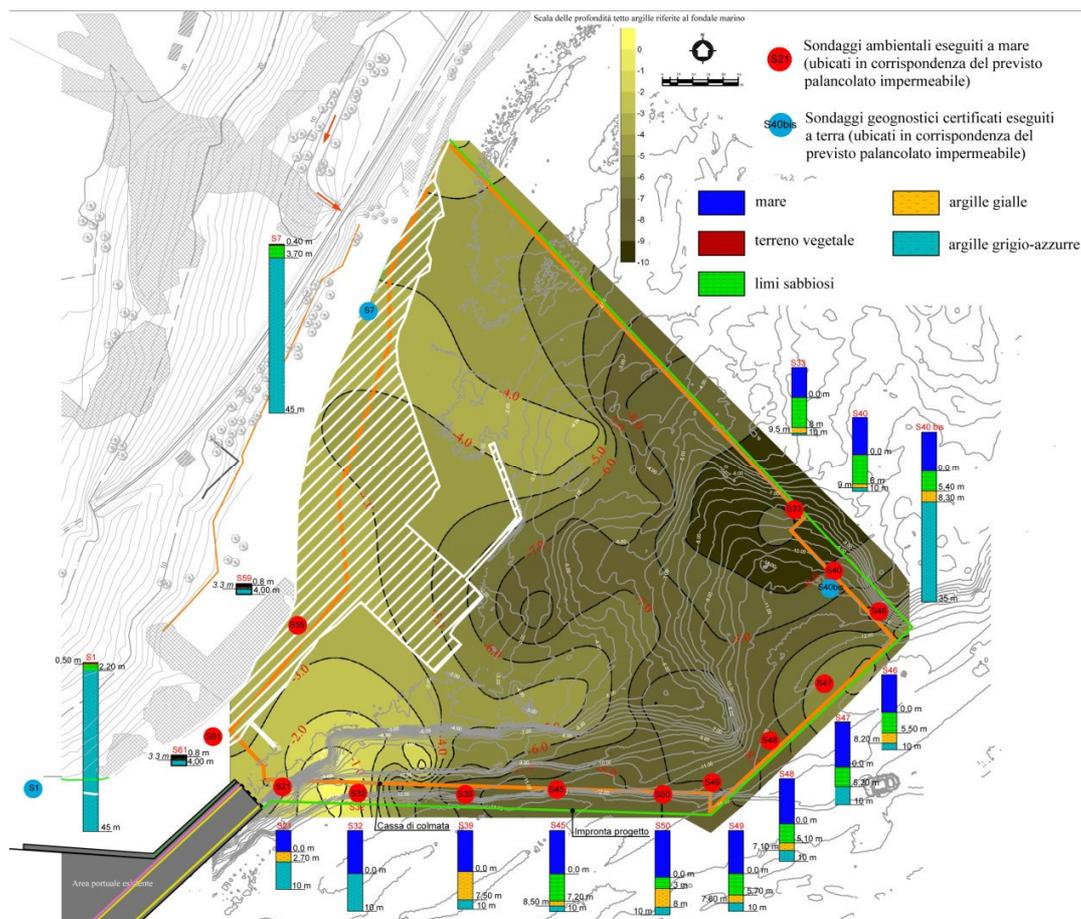
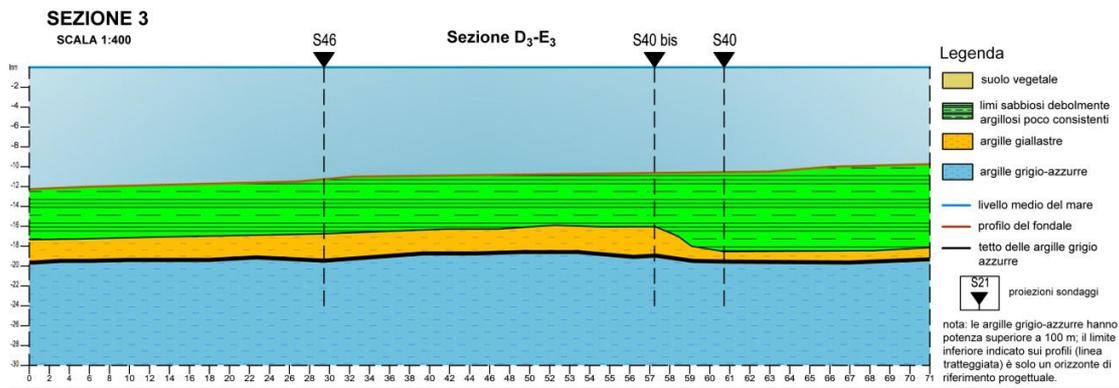


Figura 17 - Carta tetto delle argille nell'area interessata dall'intervento



La successione di una sezione stratigrafica (vedi **Figura 18**) dei luoghi in studio può essere così schematizzata, pur riscontrando variazioni stratigrafiche locali:

- Limi sabbiosi debolmente argillosi poco consistenti (Limi)
- Argille giallastre (Argille)
- Argille grigio azzurre (Argille)



**Figura 18** - Sezione stratigrafia longitudinale sull'area di intervento

### Limi

Si tratta di un livello di limi brunastrì sulla terraferma e di colore grigiastro al di sotto del mare debolmente argilloso con ricca presenza di trovanti calcarenitici, fibre vegetali, frammenti di bivalvi e policheti.

I terreni limo-argilloso ricoprono il fondale con spessori discontinui (da pochi metri fino a 7-8 m). Dal punto di vista geologico sono dei sedimenti attuali e rappresentano prodotti di deposizione fluviale provenienti dal vicino fiume Mulinello che ha carattere di regime torrentizio.

A causa delle condizioni di sotto consolidazione sono del tutto trascurabili in termini di capacità portante e inconsistenti dal punto di vista geotecnico.

E' possibile anche riscontrare alluvioni ghiaioso-sabbiose, prive delle frazioni limo-argillose e portate dal vicino Torrente Mulinello: hanno una potenza consistente nelle immediate vicinanze del Torrente; il banco va però rapidamente scomparendo allontanandosi dalla foce dove lascia il posto ad un banco di argille gialle.

### Argille

Al di sotto dei Limi i terreni attraversati da tutte le perforazioni sono costituiti dalle Argille di colore grigio-azzurro al taglio fresco, mediamente consolidate, talvolta con lenti discontinue di sabbie e livelletti limosi.

La porzione superficiale giallastra è invece alterata e particolarmente rimaneggiata ed ha inglobata una maggiore percentuale di sedimenti granulari limoso - sabbiosi disposti in lamine centimetriche.

Durante la sua sedimentazione si sono, a più riprese, verificati fenomeni di mobilitazione gravitativa di depositi non ancora consolidati ("correnti di torbida"), ripetutisi in tempi successivi a causa di movimenti tettonici accompagnati da sismi.



In seguito a questi rimaneggiamenti si sono formati, localmente, accumuli lenticolari di fossili ed in periodo più recente, banchi e letti di brecce di rocce vulcaniche, anch'esse rimaneggiate.

E' da sottolineare che le Argille ridepositate in ambiente sottomarino non subiscono ossidazione e conservano perciò il loro colore grigio azzurro caratteristico.

In tempi successivi, le "Argille siciliane", sono state sollevate, grazie alla tettonica recente, al di sopra del mare, presentando un andamento stratigrafico solitamente sub-orizzontale, con blande ondulazioni rilevabili solo a grande scala; arealmente affiorano diffusamente al di sotto del livello mare. Il loro spessore, accertato attraverso i sondaggi, è certamente superiore ai 35 m; da dati di letteratura e da pozzi presenti nelle vicinanze lo spessore di questa formazione risulta comunque superiore ai 100 metri.

La permeabilità di questa formazione è mediamente bassa o nulla: solo alcuni corpi detritici inclusi nell'ammasso argilloso possiedono caratteristiche di discreta permeabilità, ma il loro andamento tipicamente lenticolare impedisce un'efficiente alimentazione, per mancanza di continuità idraulica.

La giacitura generale del litotipo rivela una lieve immersione verso Est (lato mare), mentre diviene per lo più pendente procedendo verso Sud in considerazione della prevalente frazione argilloso-limoso, con evidenti caratteri di trasgressione rispetto alla sottostante sequenza calcarenitica. L'accertamento delle loro caratteristiche meccaniche ha denotato elevati valori della resistenza meccanica.

In particolare, le caratteristiche meccaniche delle argille variano rapidamente con la profondità passando da valori modesti a valori anche elevati. Verso il basso questo orizzonte evolve in modo graduale verso un banco di argilla grigia molto compatta di notevole spessore, caratterizzato da un elevato grado di sovraconsolidazione ed ottime proprietà meccaniche.

A corredo delle stratigrafie sono state eseguite prove di laboratorio sui campioni argillosi.

Le argille costituiscono la parte integra della formazione argillosa di substrato, ritenuta la più idonea a ricevere le sollecitazioni indotte dai carichi di progetto.

Nel complesso, ribadiamo, le argille possiedono un notevole grado di sovraconsolidazione e ottime caratteristiche meccaniche.

In definitiva, le stratigrafie evidenziate e le sezioni stratigrafiche da esse derivate possono mostrare variazioni di qualità compositiva, tessitura e di profondità, ma l'assetto geostratigrafico e strutturale dell'area di progetto, ancorché complicato da anisotropie stratigrafiche, è estremamente chiaro e mostra, in substrato, unicamente terreni argillosi mediamente consolidati.

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni del fondale marino sono costituiti da un orizzonte di limi argillosi costituenti un discreto acquifero permanente, mentre il letto è formato da terreni appartenenti a successioni argillose di permeabilità molto bassa dell'ordine di  $10^{-9}/10^{-10}$  cm/s ( $K= 10^{-11}$  m/s) (come hanno accertato le prove edometriche eseguite su campioni di argille con limo debolmente sabbiose e di limi con argille sabbiose).



Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni si è fatto riferimento alle indagini ed agli studi condotti per la redazione del progetto di completamento, già disponibili tra gli elaborati di gara, nonché alle ulteriori prove in situ e di laboratorio eseguite per la redazione del presente progetto esecutivo.

Tali indagini hanno previsto l'esecuzione di sondaggi e prove in situ sia in mare che sulla terraferma e prove di laboratorio sui campioni di terreno.

Le prove eseguite sono consistite in sondaggi geognostici di profondità compresa tra -40 e -45 m dal p.c., ubicati sulla terraferma in corrispondenza dell'attuale fronte mare, ed in n.1 sondaggio ubicato in mare di profondità pari a -30 m dal piano dei sedimenti marini, nonché in prove penetrometriche, scissometriche ed indagini per la caratterizzazione in campo sismico dei terreni (prove sismiche di superficie e di tipo Down-Hole).

Le indagini di laboratorio sono consistite in prove di classificazione e prove per la determinazione dei parametri geotecnici caratterizzanti i terreni sub-superficiali e quelli profondi su cui dovranno attestarsi le opere previste in progetto.

La sintesi dei risultati derivanti dalle diverse campagne d'indagine, ed in particolare quelli relativi alle investigazioni condotte nei terreni superficiali e di fondale più direttamente interessati dalla realizzazione delle opere, permette di concludere che i terreni di fondazione presentano caratteristiche di argille-limose.

Possono essere individuati due strati argillo-limosi: uno più superficiale alterato di scadenti proprietà meccaniche, ed uno più profondo di spessore e consistenza notevolmente maggiore.

Nell'ambito della redazione del presente Progetto Esecutivo sono state eseguite ulteriori indagini comprendenti prove in situ e di laboratorio. Le caratteristiche stratigrafiche dell'area di specifico interesse sono state accertate mediante sondaggi geognostici, nel corso dei quali sono stati prelevati alcuni campioni di terreno sui quali sono state eseguite le prove di laboratorio. I risultati delle indagini sono integralmente riportati negli elaborati facenti parte del progetto.

In definitiva nell'area interessata dal progetto e più direttamente dalle opere per la costituzione della cassa di contenimento del rilevato (palancolato per formazione della cassa, banchina containers e zona di testata) a partire dalla quota del fondale è possibile distinguere mediamente uno strato superficiale di limi grigiastri dello spessore di 3.0 - 4.0 m, seguito fino ad una profondità di circa 8.5 m dalle argille giallastre costituenti la copertura della formazione di base delle argille grigio-azzurre di spessore certamente superiore alla profondità massima investigata.



### 3.3. Studio idraulico marittimo

Il progetto esecutivo delle banchine containers – terza fase, del porto commerciale di Augusta prevede la realizzazione di un piazzale confinato da: una banchina operativa Sud per l'accosto e lo scarico di navi portacontainer di una chiusura provvisoria a Est della cassa, in attesa della realizzazione di un ulteriore lotto dei lavori e di una banchina per l'accosto a Nord che prosegue verso terra con una chiusura non attraccabili.

Al fine di determinare l'azione del moto ondoso sulle citate strutture sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio, è stato redatto uno studio idraulico marittimo.

In particolare, al fine di una più accurata progettazione esecutiva delle opere in oggetto, si è ritenuto opportuno analizzare il clima meteomarinico e le azioni dallo stesso esercitate. Sono stati dunque analizzati:

- il regime dei venti;
- gli eventi estremi del vento;
- le variazioni del livello medio del mare;
- le correnti;
- il clima ondoso al largo del paraggio;
- gli eventi estremi del moto ondoso al largo del paraggio in esame;
- il clima ondoso estremo in prossimità delle opere in progetto.

Il tratto di costa in cui è ubicato il Porto Commerciale di Augusta ricade lungo la costa sud-orientale della Sicilia.

Il sito in oggetto è localizzato all'interno della Rada di Augusta, area protetta dal moto ondoso da tre frangiflutti (diga centrale, diga settentrionale e diga meridionale) che creano un bacino di notevole estensione, pari a circa 8 km in direzione N-S e 4 km in direzione E-O.

L'ingresso principale alla rada è quello tra la diga settentrionale e la diga centrale, che presenta una larghezza di circa 366 m ed una profondità di circa 13 m.

È importante evidenziare come il tratto di costa sia interessato da marosi provenienti dal I e dal II quadrante. Inoltre l'estensione del Fetch interno alle opere foranee risulta superiore a 8 km in direzione Sud-Nord e pertanto all'interno della stessa rada possono generarsi onde caratterizzate da brevi periodi (4-5 s) non del tutto trascurabili in altezza.

Lo studio del regime dei venti ha particolare rilevanza nel caso in esame. Infatti, come evidenziato, la rada del Porto di Augusta risulta molto ben protetta dall'azione del moto ondoso esterno. Tuttavia essa presenta al suo interno fetch superiori a 8 km nella direzione Sud-Nord. Tale condizione causa in prossimità del sito in esame altezze d'onda non trascurabili, soprattutto in presenza di venti che spirano da Sud.

L'analisi delle variazioni del livello del mare ha mostrato come il sito in esame sia caratterizzato da modeste oscillazioni di marea, con un livello massimo di 0.45 m e un livello minimo pari a 0.40 m rispetto allo zero idrografico.



Lo studio delle correnti ha evidenziato come a largo del paraggio in esame si rilevino correnti di gradiente di modesta entità, raggiungendo solo nei mesi estivi valori di 0.5 m/s. Tali correnti appaiono caratterizzate prevalentemente da un'unica direzione di percorrenza da Nord verso Sud per tutto l'anno, dovuta alla macrocircolazione del Mar Mediterraneo.

Il regime medio del moto ondoso è caratterizzato da una predominanza dei marosi provenienti da Est sia in termini di frequenza che in termini di massima altezza d'onda, ad eccezione dei mesi estivi quando si registra una predominanza dei marosi provenienti da Nord-Est.

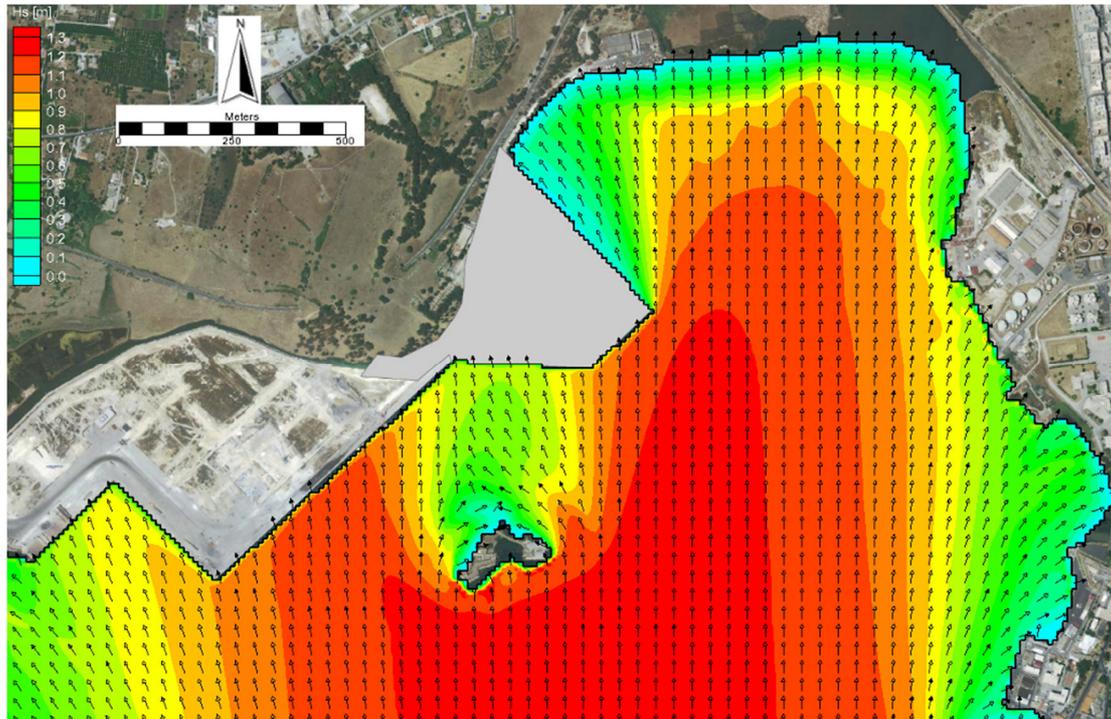
Al fine di valutare l'agitazione del moto ondoso in prossimità delle banchine previste nel citato progetto, è stato applicato il modello numerico CMS-Wave sviluppato dall'U.S.Army Corps of Engineers. In particolare, le condizioni planimetriche della rada di Augusta hanno suggerito di valutare due casi distinti: il primo considerando solo l'azione del moto ondoso proveniente dall'esterno del porto; il secondo considerando solo il moto ondoso generato dai venti da Sud che spirano all'interno della rada. Infatti, le analisi degli eventi estremi del moto ondoso e dei venti hanno suggerito che le forzanti più significative ai fini dell'agitazione del moto ondoso sono quelle dovute ai marosi provenienti da Est e ai venti che spirano da Sud sul bacino protetto. Tali condizioni, tuttavia, non possono verificarsi simultaneamente.

I risultati dell'applicazione del sopra citato modello hanno mostrato come il moto ondoso esterno possa essere trascurato; infatti anche in presenza di moto ondoso esterno alla rada caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni, si raggiungono valori di agitazione in prossimità delle previste banchine pari a circa 0.25 m (**Figura 19**).

Viceversa, è stato mostrato come i venti provenienti da Sud determinino valori di altezza d'onda in prossimità delle citate banchine più rilevanti, sinteticamente riportati in tabella

**Tabella 1** - Altezze d'onda calcolate in prossimità delle nuove banchine portuali previste nella terza fase del porto commerciale di Augusta.

Dir [°N]	157.5	180
Tr	Hs	
[anni]	[m]	
5	0.64	0.72
10	0.75	0.78
20	1.02	0.84
50	1.16	1.11
80	1.20	1.15
100	1.21	1.18



**Figura 19** - Agitazione del moto ondoso - particolare in prossimità delle nuove banchine dell'agitazione del moto ondoso generata all'interno della Rada di Augusta da venti provenienti da 180°N e caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 100 anni: condizioni Post-operam.



### 3.4. Prove su modello fisico volte all'ottimizzazione del funzionamento antiriflettente delle nuove banchine operative

Al fine di ottimizzare dal punto di vista della riflessione, ossia del fenomeno di interazione tra onde e ostacoli riflettenti, assume notevole rilevanza lo smorzamento offerto dalla struttura nei confronti del moto ondoso incidente.

Al fine di realizzare un muro di sponda della colmata, altamente performante nei confronti del moto ondoso e avente efficacia, nei confronti della riflessione, analoga a quella della banchina a giorno con scogliera, sono state commissionate al Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura Università degli Studi di Catania delle prove su modello fisico, da effettuare in canaletta, volte all'ottimizzazione della banchina operativa prevista nell'ambito della Progettazione Esecutiva di integrazione e fusione del I stralcio esecutivo e Il stralcio definitivo della terza fase del porto commerciale di Augusta Banchine Container.

Lo studio su modello fisico è stato rivolto all'analisi della interazione tra il moto ondoso e le nuove banchine del porto commerciale di Augusta, previste nel progetto esecutivo di integrazione e fusione sopra richiamato.

Il fenomeno della riflessione assume in generale particolare rilevanza all'interno di un bacino portuale, ove la presenza di banchine, di pareti verticali, di scogliere in massi, muri di sponda, etc., provoca un moto ondoso riflesso che, sovrapponendosi a quello incidente, dà luogo ad altezze d'onda superiori a quelle del moto ondoso incidente. In taluni casi, come è noto, se l'ostacolo che intercetta il moto ondoso è totalmente riflettente, come accade nel caso di una superficie piana e verticale, l'onda risultante è un'onda stazionaria di altezza doppia rispetto a quella dell'onda incidente.

Questo è, dunque, il motivo per cui occorre contenere il fenomeno della riflessione, specialmente all'interno di un bacino portuale, dove un'elevata agitazione può comportare sollecitazioni eccessive per le navi ormeggiate o in manovra.

La letteratura disponibile sull'argomento risulta lacunosa per quel che riguarda le banchine a parete verticale con camera assorbente e scogliera sottostante, ossia per le c.d. banchine antiriflettenti. Dette banchine sono realizzate tramite un impalcato su pali e, al di sotto dell'impalcato, presentano una scogliera su cui il moto ondoso dovrebbe dissipare la propria energia per frangimento.

In particolare, nel caso dei Lavori del primo stralcio e del secondo stralcio della terza fase del porto commerciale di Augusta Banchine Container, è stata proposta una tipologia di banchine realizzate con cofferdam finestrati, costituiti da un sistema di due combiwall.

Nella parte sommitale lato mare del combiwall finestrato sarà formata una scogliera avente la funzione antirisacca, come si evince dalla **Figura 20**.



BANCHINA OPERATIVA NORD - SEZIONE TIPO 4 SUL PALO  
DA PROG. 481,20 m A PROG. 583,50 m - CONFIGURAZIONE FINALE

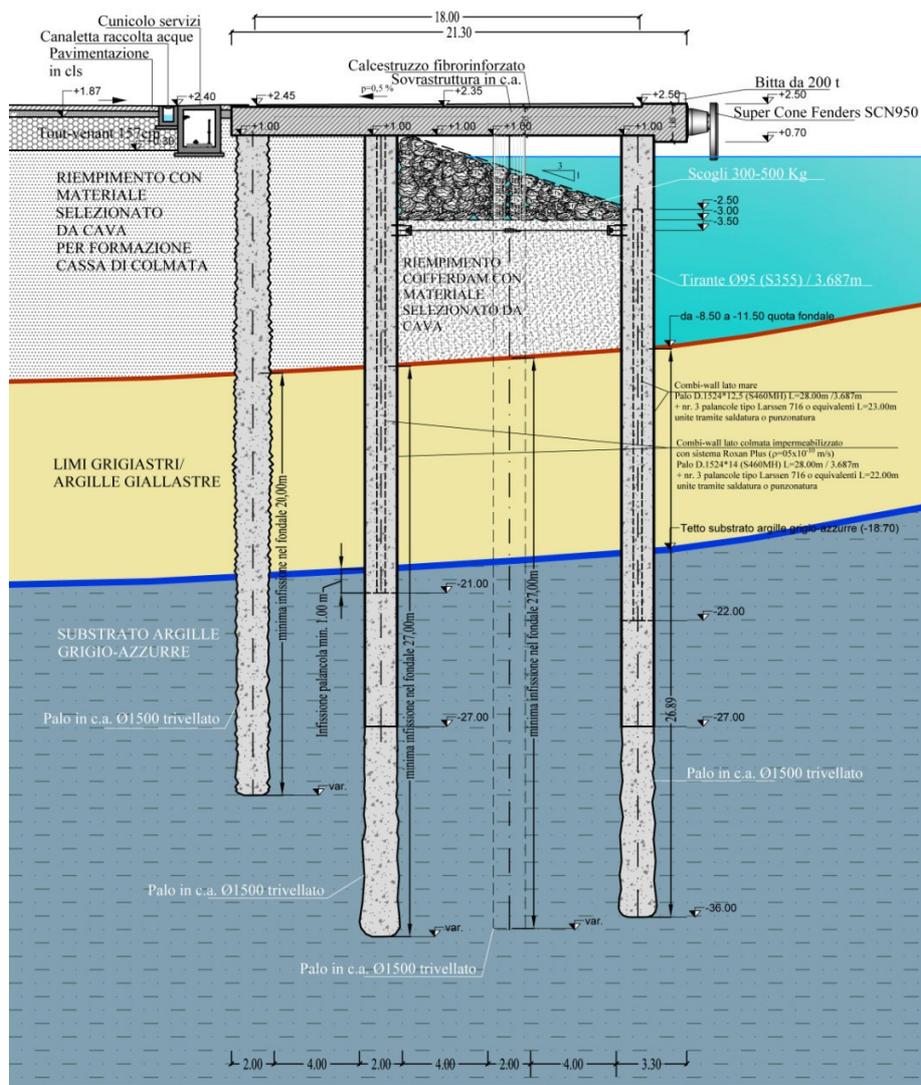


Figura 20 - Sezione tipo banchina Nord

Tale soluzione è stata messa a punto al fine di garantire la possibilità di dragare successivamente alla realizzazione della banchina, per poter approfondire i fondali adeguandoli alle navi che diventano, col passare del tempo, di maggior dimensioni con pescaggi maggiori. Si comprende quindi come, a fronte delle caratteristiche complesse di questo tipo di struttura, per essa non siano disponibili indicazioni progettuali sulla geometria da adottare né stime del coefficiente di riflessione del moto ondoso.



A causa di questa carenza di informazioni inerenti alla riflessione del moto ondoso generata dalle banchine in oggetto, si è reso necessario effettuare uno studio su modello fisico, al fine di fornire utili indicazioni per l'ottimizzazione del dimensionamento della geometria della banchina medesima. In particolare, lo studio è stato condotto in termini comparativi, considerando sia la riflessione indotta dalla innovativa tipologia di banchina proposta in fase di progettazione esecutiva, sia la riflessione indotta da banchina a giorno su pali, con scogliera sottostante, inizialmente offerta in fase di progettazione definitiva.

Obiettivo dell'indagine sperimentale è quello di reperire utili informazioni sull'effetto della geometria proposta per le nuove Banchine Container del porto commerciale di Augusta.

In particolare si sono verificate le capacità antiriflettenti delle nuove banchine messe a punto, comparandole con la configurazione scelta in fase di progettazione definitiva: banchina a giorno su pali con sottostante scogliera antirisacca.

In particolare, obiettivo specifico dell'indagine sperimentale è stimare i valori dei coefficienti di riflessione che si instaurano al variare delle condizioni idrodinamiche del moto ondoso incidente per le due configurazioni analizzate.

In ambito marittimo i modelli fisici rappresentano la riproduzione in scala ridotta di una infrastruttura sollecitata da forzanti naturali. Rispetto all'osservazione sul campo, la modellistica fisica ha il vantaggio di potere realizzare condizioni simili a quelle osservabili in Natura, potendo ripeterle o modificarle a piacimento.

Tuttavia, la modellazione fisica è affetta da alcuni limiti che possono essere ricondotti all'impossibilità di riprodurre in laboratorio le condizioni presenti in Natura in maniera esatta. È noto, infatti, che le condizioni di similitudine dinamica tra modello in scala ridotta e prototipo non possono essere, nella stragrande maggioranza dei casi, tutte contemporaneamente soddisfatte. Ciò conduce a una similitudine incompleta che può causare differenze di comportamento tra prototipo e modello, note in letteratura come effetti di scala. Nonostante tali effetti siano ineliminabili, si vedrà nel prosieguo dello studio come le prove condotte nell'ambito della presente convenzione siano state effettuate cercando di minimizzarne il più possibile gli errori indotti.

Pertanto, nonostante i sopracitati limiti, si ritiene che i risultati dello studio effettuato possano essere ritenuti ragionevolmente affidabili rispetto agli obiettivi prefissati.

Si ricorda che l'analisi del progetto definitivo, posto a base di gara di appalto, ha evidenziato alcune problematiche tecniche ed ambientali con particolare riguardo allo smaltimento dei materiali dragati e alle tipologie costruttive della banchina a giorno e dei piazzali. In particolare, poiché l'intervento previsto in progetto ricade all'interno del S.I.N. di Priolo-Gargallo, sono state messe a punto, in gara e in sede di offerta, alcune soluzioni progettuali migliorative al fine di ridurre gli impatti sull'ambiente circostante.

La zona di interesse del Porto Commerciale di Augusta è costituita dalle Banchine Container, evidenziate in **Figura 21**.



Le indagini sperimentali condotte su modello fisico hanno avuto come obiettivo la verifica delle capacità antiriflettenti della nuova soluzione proposta, comparandole con la configurazione offerta in fase di gara: banchina a giorno su pali con sottostante scarpata antirisacca con pendenza 4/3. La campagna sperimentale è stata condotta nella vasca con ondogeno in dotazione al Laboratorio di Idraulica del Dipartimento Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Catania.

Il modello fisico è stato realizzato all'interno della vasca adottando una scala geometrica di riduzione pari a 1:45, rispettando il criterio di similitudine di Froude. Sono state riprodotte due diverse configurazioni della banchina di riva corrispondenti alle sopra citate soluzioni progettuali ossia quella posta a base di gara e quella da progetto esecutivo. Complessivamente sono state condotte 50 prove (25 per ogni configurazione).



**Figura 21-** Vista aerea del porto di Augusta con indicazione dell'area di intervento (fonte google.maps – settembre 2011)



Le due configurazioni hanno permesso di verificare l'effetto delle differenti geometrie sul fenomeno della riflessione delle onde riscontrabili nella rada di Augusta.

A questo riguardo è opportuno precisare che si è scelto di utilizzare un ampio range di condizioni ondose, al fine di ottenere dei risultati parametrici che possano risultare validi al variare di tutte le possibili condizioni ondose effettivamente riscontrabili nella rada. È stata inoltre monitorata la tracimabilità della banchina di riva, che è risultata assente in entrambe le configurazioni studiate. Il coefficiente di riflessione è stato valutato mediante l'applicazione del metodo delle tre sonde (Mansard e Funke, 1980 modificato da Faraci et al., 2014), consistente nell'elaborazione e acquisizione di dati forniti da tre sonde accoppiate e posizionate a circa una lunghezza d'onda dal modello fisico in grado di misurare le altezze d'onda incidente e riflessa e quindi lo stesso coefficiente di riflessione.

La struttura è stata sollecitata da onde random (con spettro Jonswap o TMA in funzione delle caratteristiche del moto ondoso); il range di altezze d'onda significativa considerato è stato:  $0,18 \text{ m} \div 1,35 \text{ m}$  (a scala di prototipo); il range dei periodi di picco è stato:  $3,4 \text{ s} \div 10,1 \text{ s}$  (a scala di prototipo). Si precisa che, sebbene non tutte le condizioni di moto ondoso adottate potranno realizzarsi nella rada con elevate probabilità, esse hanno tuttavia permesso di definire in maniera completa le caratteristiche antiriflettenti della struttura. I risultati sperimentali ottenuti hanno mostrato come entrambe le configurazioni della banchina di riva esaminate presentino, in generale, caratteristiche di antiriflessione soddisfacenti. Infatti, il valore del coefficiente di riflessione si mantiene generalmente inferiore a 0,5, tranne che per alcuni casi della Configurazione 1 (banchina su pali a giorno, offerta in sede di progetto definitivo) in presenza di onde più lunghe.

È stato possibile effettuare un confronto complessivo tra le due configurazioni testate in laboratorio, analizzando i grafici che riportano i valori del coefficiente di riflessione al variare del parametro adimensionale  $kh$ , funzione del periodo di picco

Si è osservato, in particolare, che la prima configurazione, proposta in fase di gara, assume dei coefficienti di riflessione che variano in un ampio range, ossia tra 0,21 e 0,58. I valori più elevati dei coefficienti di riflessione, maggiori di 0,5, si hanno per periodi di picco superiori a 9 s. Al contrario, per periodi minori di 5 s il coefficiente di riflessione è sempre inferiore a 0,4.

La Configurazione 2, corrispondente alla banchina su pali e palancole con sottostante camera assorbente con scogliera di pendenza 3/1, assume dei valori più uniformi del coefficiente di riflessione al variare del periodo di picco delle onde. Il massimo coefficiente di riflessione calcolato è pari a 0,44 e viene raggiunto per condizioni ondose con periodo di picco compreso tra 5,9 e 7,2 s. Tale uniformità di comportamento è da attribuirsi, verosimilmente, alla scabrezza aggiuntiva della parete introdotta dalla presenza delle palancole.

Dalla analisi comparativa dei risultati ottenuti nelle due configurazioni si è notato che in entrambi i casi il coefficiente di riflessione si aggira mediamente su un valore di poco inferiore a 0,4, con scarti sostanzialmente giustificabili anche con gli errori di misura connessi alla metodologia adottata. Ne deriva che le due soluzioni



Autorità Portuale di Augusta

*LAVORI DEL PRIMO STRALCIO E DEL SECONDO STRALCIO DELLA TERZA  
FASE DEL PORTO COMMERCIALE DI AUGUSTA – BANCHINE  
CONTAINERS”*

**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**

Pag. **36**  
di **241**

progettuali possono ragionevolmente definirsi equivalenti dal punto di vista del fenomeno della riflessione. Ciò è tanto più vero per valori del parametro adimensionale  $kh$  maggiori di 1, corrispondenti a periodi di picco minori di 1,3 s (8,7 s in scala di prototipo). Per valori maggiori del periodo di picco si ha che la configurazione n.2, corrispondente alla nuova soluzione elaborata in fase di progettazione esecutiva, e leggermente migliorativa ai fini della minimizzazione della riflessione delle onde.



### 3.5. Piano di Monitoraggio ambientale

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è stato redatto in osservanza delle indicazioni poste nel Progetto di Fusione ed integrazione relativo alle opere di primo stralcio esecutivo “con esclusione dell’area della Marina Militare” e di secondo stralcio definitivo del porto commerciale di Augusta terza fase – banchine containers. Sono state valutate nello specifico gli elaborati del Titolo III: Fusione ed integrazione I e II stralcio, ed in particolare:

- Elaborato 001/1 - Relazione mitigazioni e monitoraggi ambientali – Protocollo ambientale;
- Elaborato 001/2 - Relazione mitigazioni e monitoraggi ambientali – Disciplinare tecnico di integrazione al Capitolato Speciale d’Appalto;
- Elaborato 008/4 - Monitoraggio della qualità dell’aria – Planimetria con ubicazione dei punti di misura;
- Elaborato 008/5 - Monitoraggio del rumore – Planimetria con ubicazione dei punti di misura;
- Elaborato 008/6 - Monitoraggio biologico;
- Elaborato 008/7 - Tavole delle preesistenze da salvaguardare durante il corso dei lavori e in esercizio.

In fase di gara la Società Italiana per Condotte d’Acqua ha proposto delle migliorie sulle attività previste dal Piano di Caratterizzazione e del Piano di Monitoraggio Ambientale posti a base di gara. A seguito dell’aggiudicazione dell’incarico la società Condotte ha redatto, per l’avvio del monitoraggio, il Piano di Monitoraggio Operativo, adeguando le Relazioni di mitigazione e Monitoraggio Ambientale redatto dall’ing. Francesco Nicchiarelli (Progetto di Fusione Titolo III, elaborato 001/1, elaborato 001/2 elaborato 001/3, elaborato 001/4, elaborato 001/5) alle migliorie proposte nel “Piano di incantieramento - Relazione Ambientale”.

Il piano viene suddiviso nelle principali componenti ambientali coinvolte nella realizzazione dell’opera; così come ribadito dal Disciplinare tecnico di integrazione al Capitolato Speciale d’Appalto, le componenti ambientali sottoposte ad attività di monitoraggio sono:

1. Atmosfera
2. Rumore
3. Flora e fauna dell’area SIC “Saline di Augusta”, vegetazione di nuovo impianto
4. Patrimonio archeologico
5. Acque marine

L’analisi/monitoraggio delle componenti ambientali descritte nel presente documento è contemplata rispettivamente nei seguenti capitoli:

- Piano di monitoraggio della qualità dell’aria;
- Piano di monitoraggio del rumore;
- Piano di monitoraggio biologico;
- Ricognizione archeologica;
- Monitoraggio delle acque marine.



Per ciascuna componente ambientale sono stati individuati una serie di indicatori di qualità, che saranno oggetto delle attività di rilevamento in campo, raccolta di campioni ed analisi chimico-fisiche e di elaborazione dei dati rilevati.

La caratterizzazione ha lo scopo di monitorare i livelli di qualità delle componenti ambientali analizzate in tre periodi distinti:

- prima dell'inizio dei lavori (ante operam);
- nel corso della operatività del cantiere;
- per un determinato arco temporale dopo la fine dei lavori (post operam).

L'obiettivo è quello di evidenziare la qualità e l'entità degli impatti in corso d'opera e in fase di esercizio, nonché di mantenere un adeguato livello di sorveglianza ambientale nei confronti dei rischi più consistenti.

Secondo le indicazioni del Disciplinare tecnico di integrazione al Capitolato Speciale d'Appalto, il monitoraggio in corso d'opera dovrà essere finalizzato a:

- Controllare gli effetti temporanei in relazione alle attività di cantiere;
- Rilevare le situazioni di anormalità e di non conformità;
- Fornire le basi per la definizione di conseguenti idonee azioni correttive;
- Verificare l'idoneità delle eventuali misure di mitigazione degli impatti rilevati previste in sede progettuale.

Le attività di monitoraggio verranno condotte nel rispetto delle procedure previste nel protocollo ambientale condiviso tra Ente Appaltante, ARPA Sicilia e Regione Sicilia.

Contestualmente al Piano di monitoraggio ambientale è stato predisposto il Piano di Caratterizzazione dei sedimenti, suddividendo le attività di monitoraggio tra i sedimenti marini e le arre a terra, con una procedura conforme all'Allegato A al Decreto 7 novembre 2008 (Gu 4 dicembre 2008 n. 284) che disciplina le operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale, oltre che al Progetto Preliminare di Bonifica della Rada di Augusta Bol-Pr-SI-Pr- Rada di Augusta-03.22 del Giugno 2008.

### **Monitoraggio Atmosfera**

La componente atmosfera risulta particolarmente interessata dall'opera nella sua fase realizzativa, principalmente sotto l'aspetto delle emissioni inquinanti e polveri, dovute alle attività di cantiere e movimentazioni che si svolgono in ambiente "aperto".

E' previsto un sistema di monitoraggio delle emissioni di inquinanti atmosferici prodotti durante le attività di incantieramento ed esecuzione dei lavori, con particolare riferimento all'abitato di Augusta ed eventuali recettori sensibili, nelle seguenti fasi così definibili:

- Ante-operam, allo scopo di definire e caratterizzare lo stato della componente atmosfera prima dell'inizio dei lavori



- in corso d'opera, allo scopo di seguire l'evoluzione qualitativa della componente atmosfera durante la realizzazione delle opere;
- post operam per il monitoraggio delle aree di interesse ambientale, ai fini di una ulteriore verifica richiesta.

I parametri utilizzati per il monitoraggio sono i seguenti:

- Polveri totali sospese (PTS);
- Polveri sospese frazione respirabile (PM<sub>10</sub>);
- Fibre asbestiformi aerodisperse;
- Inquinanti legati al traffico veicolare (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Benzene, PTS, PM10, Benzo(a)pirene);
- Radon;
- Metalli (Alluminio, Antimonio, Argento, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Manganese, Tallio, Zinco).

I parametri meteo climatici utilizzati per il monitoraggio sono i seguenti

- Velocità del vento (m/sec);
- Direzione del vento (°Nord);
- Pressione atmosferica (mBar);
- Temperatura dell'aria (°C);
- Umidità relativa (%);
- Precipitazioni (mm);

A seguito di rilievi condotti nelle macro-aree individuate nel Piano di Monitoraggio approvato dagli Enti, sono stati individuati i punti specifici di ubicazione delle stazioni di rilevamento, come rappresentato nelle seguenti figure.

I risultati della campagna di monitoraggio ante operam, relativi alla componente atmosfera, sono riportati nell'elaborato “**1073-GE00-C005-C Allegati**”, del progetto esecutivo di fusione ed integrazione del primo e del secondo stralcio della terza fase del Porto Commerciale di Augusta – Banchine containers



QUALITA' ARIA Punto 1: GOLDEN BAY (ENTRATA)



QUALITA' ARIA Punto 2: MARINA MILITARE



QUALITA' ARIA Punti 3 e 4: PORTO COMMERCIALE

Punto 3: adiacente area di cantiere (24h)

Punto 4: Porto commerciale (fisso per 3 mesi Ante operam)

Figura 22 - Planimetria con ubicazione dei punti di monitoraggio (atmosfera)



### **Monitoraggio Rumore**

La finalità del monitoraggio della componente Rumore è la caratterizzazione del clima acustico e la misura dell'inquinamento da rumore prodotto dal cantiere e dal traffico indotto nelle seguenti fasi successive:

- Ante-operam, allo scopo di definire e caratterizzare lo stato della componente rumore prima dell'inizio dei lavori;
- In corso d'opera, allo scopo di seguire l'evoluzione qualitativa della componente rumore durante la realizzazione delle opere.

Le attività di monitoraggio del rumore previste saranno costituite da:

- Monitoraggio del rumore in prossimità dell'area di cantiere, allo scopo di determinare il livello di rumore presso ricettori sensibili localizzati nell'area di potenziale impatto del cantiere stesso;
- Monitoraggio del rumore da traffico veicolare, allo scopo di determinare il livello di rumore nelle zone attraversate da mezzi addetti al trasporto dei materiali da e verso le aree del cantiere.

E' quindi previsto e posto in essere un piano di monitoraggio del rumore prodotto durante le attività di cantiere di esercizio, con particolare riferimento all'abitato di Augusta e di eventuali ricettori sensibili.

In caso di superamento dei limiti normativi per le emissioni sonore, è previsto l'impiego di macchine o tecniche di lavorazione meno rumorose, oppure devono essere predisposte barriere acustiche da collocare sul perimetro del cantiere in corrispondenza dei ricettori.

E' altresì essere previsto un monitoraggio del rumore prodotto durante le attività di cantiere e di esercizio, per la valutazione di eventuali disturbi alle specie di uccelli frequentatrici il Sic Saline di Augusta.

È stato previsto un sistema di monitoraggio diviso in due fasi:

1. ante operam
2. in corso d'opera

I punti di monitoraggio sono stati stabiliti in funzione della zonizzazione del territorio e dei potenziali ricettori presenti. In particolare si è tenuto conto di:

- Tipologia e densità dei ricettori;
- Distanza dei ricettori dall'area di cantiere e dalla viabilità ad essa collegata;
- Presenza di ricettori sensibili;
- Intensità del traffico veicolare dovuto ai mezzi di cantiere e loro apporto rispetto al traffico ordinario.

Nello specifico è prevista la localizzazione di cinque punti di misura per la valutazione:

- dell'impatto del indotto del traffico di cantiere
- dell'impatto sull'abitato di Augusta
- dell'impatto sul Sic Saline e foce del Mulinello

Punto di prelievo n. 1

Per monitorare l’impatto del traffico indotto dalla realizzazione del progetto si è prevista la localizzazione nei pressi di Casa Mangano sulla SS193 di un punto di prelievo. Tale viabilità dallo svincolo della Siracusa-Catania alla bretella al Porto sono da considerarsi “Strade di accesso da e per il cantiere”.

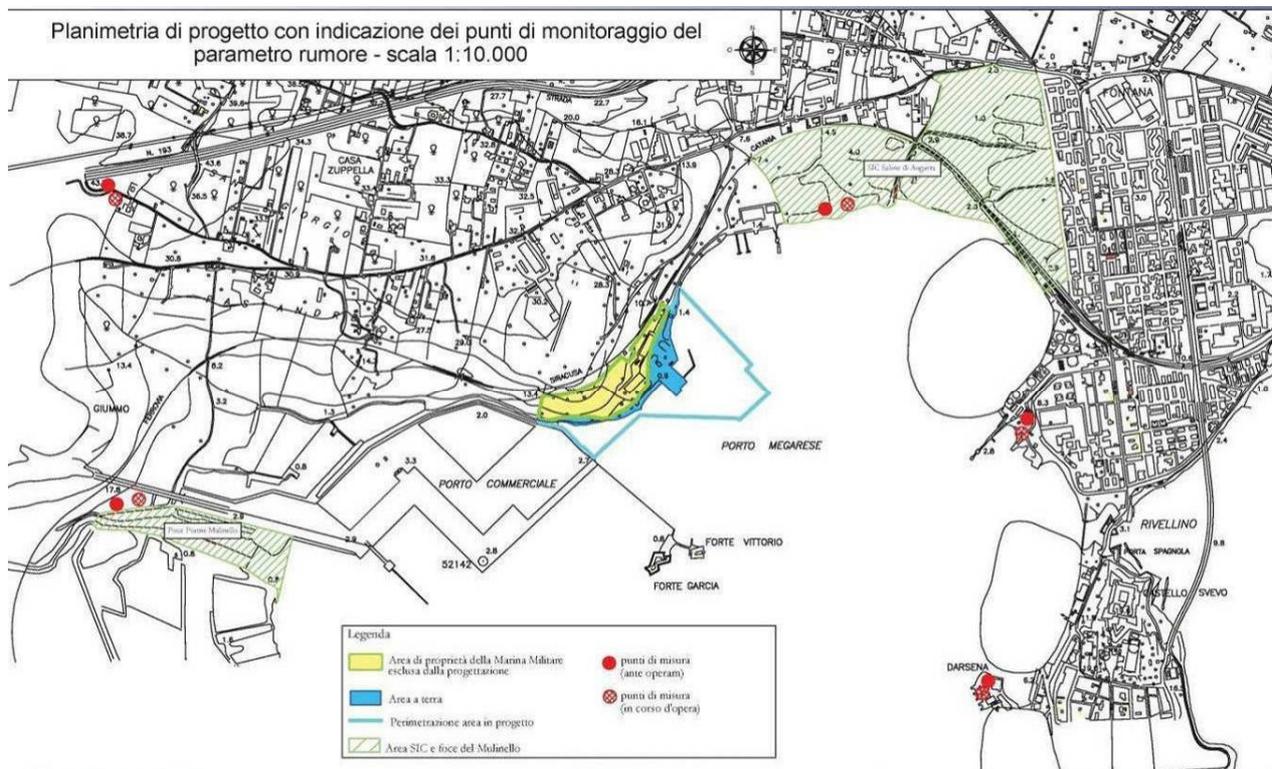
Punto di prelievo n. 2 e n. 3

Per monitorare in modo adeguato l’impatto del progetto sull’abitato di Augusta si è prevista la localizzazione 2 punti:

1. il n. 2 sul fronte mare in posizione più vicina all’area di progetto;
2. il n. 3 in corrispondenza della Darsena della Marina Militare (nei pressi della centralina di monitoraggio della componente atmosfera esistente)

Punti di prelievo n. 4 e n. 5

Questi punti sono stati localizzati nelle aree di interesse naturalistico adiacenti il progetto per la valutazione di eventuali disturbi alle specie di uccelli frequentatrici il Sic Saline di Augusta e della foce del Mulinello, durante le attività di cantiere e di esercizio.



**Figura 23** - Planimetria con ubicazione dei punti di monitoraggio (rumore)

Si riporta nella tabella i risultati del monitoraggio della componente rumore in fase ante operam. Sono state rilevate valori di LAeq(dB) più alti in corrispondenza degli assi viari (punto 1), sul fronte mare in posizione più



vicina all'area di progetto (punto 3) e nell'area SIC Saline di Augusta (punto 5). Dai risultati del monitoraggio ante operam si evince sostanzialmente un'area fortemente contaminata, dal punto di vista del clima acustico, dalle numerose attività di natura industriale, commerciale e navale.

I risultati della campagna di monitoraggio ante operam, relativi alla componente rumore, sono riportati nell'elaborato “**1073-GE00-C005-C Allegati**”, del progetto esecutivo di fusione ed integrazione del primo e del secondo stralcio della terza fase del Porto Commerciale di Augusta – Banchine containers.

**Tabella 2 - Monitoraggio del rumore della fase ante operam – Livelli registrati**

<b>Monitoraggio RUMORE - fase ante operam</b>				
<b>DATA</b>	<b>N. riferimento</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Analiti</b>	
			LIMITI APPLICABILI	
			<b>70 dB</b>	<b>60 db</b>
22-28/09/2014	2114067-001	RUMORE p.to 1 "Viabilità"	LAeq (diurno) media su 7gg dB	LAeq (nott.) media su 7ggdB
			<b>55,5</b>	<b>51,7</b>
06-12/10/2014	2114190-001	RUMORE p.to 1 "Viabilità"	LAeq (diurno) media su 7gg dB	LAeq (nott.) media su 7gg dB
			<b>56,8</b>	<b>50,5</b>
20-26/10/2014	2114344-001	RUMORE p.to 1 "Viabilità"	LAeq (diurno) media su 7gg dB	LAeq (nott.) media su 7gg dB
			<b>57,8</b>	<b>51,0</b>
<b>DATA</b>	<b>N. riferimento</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Analiti</b>	
			LIMITI APPLICABILI	
			<b>60 dB</b>	<b>50 db</b>
23/09/2014	2114067-002	RUMORE p.to 2 "Marina Militare"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>50,1</b>	<b>49,8</b>
07/10/2014	2114190-002	RUMORE p.to 2 "Marina Militare"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>49,7</b>	<b>49,9</b>
21/10/2014	2114344-002	RUMORE p.to 2" Marina Militare"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>52,4</b>	<b>48,8</b>
<b>DATA</b>	<b>N. riferimento</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Analiti</b>	
			LIMITI APPLICABILI	
			<b>60 dB</b>	<b>50 db</b>
22/09/2014	2114067-003	RUMORE p.to 3 "Darsena"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>63,2</b>	<b>62,5</b>
06/10/2014	2114190-003	RUMORE p.to 3 "Darsena"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>61,1</b>	<b>56,6</b>
20/10/2014	2114344-003	RUMORE p.to 3 "Darsena"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>60,6</b>	<b>55,2</b>
<b>DATA</b>	<b>N. riferimento</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Analiti</b>	
			LIMITI APPLICABILI	
			<b>70 dB</b>	<b>70 db</b>
22/09/2014	2114067-004	RUMORE p.to 4 "Porto Commerciale"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>49,7</b>	<b>45,3</b>
06/10/2014	2114190-004	RUMORE p.to 4 "Porto Commerciale"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>53,5</b>	<b>45,3</b>
20/10/2014	2114344-004	RUMORE p.to 4 "Porto Commerciale"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			<b>52,5</b>	<b>49,2</b>
<b>DATA</b>	<b>N. riferimento</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Analiti</b>	
			LIMITI APPLICABILI	



			65 dB	55 db
22/09/2014	2114067-005	RUMORE p.to 5 "Golden Bay"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			55,4	45,8
06/10/2014	2114190-005	RUMORE p.to 5 "Golden Bay"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			57	47,4
20/10/2014	2114344-005	RUMORE p.to 5 "Golden Bay"	LAeq (diurno) dB	LAeq (notturno) dB
			56,4	50,5

### Monitoraggio Biologico

Il monitoraggio biologico è stato suddiviso nella componente flora e nella componente fauna. La componente flora riguarderà nel dettaglio:

- Monitoraggio vegetazionale (E' prevista l'identificazione, fase ante-operam, delle formazioni vegetazionali di ogni area di intervento e aree limitrofe su cartografia in scala 1:1000, georeferenziata con GPS, estesa per una fascia di spessore di circa 50 m al di fuori della recinzione. Su tale cartografia saranno misurati i mosaici direttamente consumati dalle attività di cantiere.
- Monitoraggio flora (Saranno definite le fasce di interesse lungo il perimetro delle aree di cantiere che comprenderanno sia la superficie prossima alla vegetazione originaria che quella ove saranno in atto fenomeni dinamici di recupero degli stadi pionieri a seguito della asportazione della vegetazione originaria stessa).
- Analisi biometriche (Nelle fasce di interesse lungo il perimetro delle aree di cantiere larghe circa 15 m saranno individuati preliminarmente, anche con GPS, campioni rappresentativi delle tipologie arbustive autoctone).
- Monitoraggio delle comunità vegetali (Il controllo sarà effettuato con rilievi fitosociologici secondo la scala di Braun-Blanquet nelle formazioni di qualità media e medio-alta definite nel SIA prossime alle aree di cantiere).

Il monitoraggio della componente fauna si articolerà come di seguito riportato:

- Uccelli (Definizione del quadro avifaunistico, ante operam e acquisizione informazioni sulle popolazioni di uccelli in corso d'opera, monitoraggio delle popolazioni di uccelli ampiamente distribuite sul territorio).
- Lepidotteri e Odonati (Il rilevamento di lepidotteri e odonati, adulti, avverrà nelle aree di cantiere e nelle zone limitrofe nel raggio di 100 m, verranno visitati tutti gli habitat reputati idonei).
- Macroinvertebrati acquatici (Applicazione della metodologia IBE, Indice Biotico Esteso (EBI: AA.VV. 2005).
- Animali marini e pesci (Monitoraggi specifici di invertebrati marini e pesci, analizzati per gruppi con tecniche differenti).



- Mammiferi marini, chelonidi e rettili marini (Osservazione e controllo presenza di cetacei e chelonidi, survey in gommone. Esplorazioni nell'area marina racchiusa nel golfo di Augusta).
- Rettili ed anfibi (ricerca di adulti e ovature e girini in ciascuna area di cantiere e nelle zone limitrofe nel raggio di 100 m).

I risultati della campagna di monitoraggio biologico ante operam, sono riportati nell'elaborato “1073-GE00-C005-C Allegati”, del progetto esecutivo di fusione ed integrazione del primo e del secondo stralcio della terza fase del Porto Commerciale di Augusta – Banchine containers.

### **Ricognizione Archeologica**

Il progetto prevede la realizzazione di una accurata campagna di rilievo archeologico di tutta l'area marina destinata a copertura con banchine e di un significativo intorno.

La ricognizione avrà luogo sia in fase di ante operam che in corso di esecuzione dei lavori.

In fase ante opera sono state effettuate le seguenti attività ed indagini geofisiche:

1. Realizzazione di una cartografia di dettaglio, mediante l'utilizzo della tecnologia multibeam, del fondale interessato direttamente dalle opere in progetto, anche per la verifica delle proposizioni progettuali, dell'area, nonché di una fascia esterna al sito direttamente interessato dall'interno che avrà le dimensioni opportune per poter produrre delle valutazioni esaustive sull'area;
2. Post-processamento ed interpretazione dei dati prodotti dai sensori multibeam, con individuazione della distribuzione del posidonieto e dunque del suo limite superiore;
3. Indagine geofisica con Sub Bottom Profiler. L'indagine ha lo scopo di indagare lo spessore della matte di posidonia atlantica o cimodocea nodosa, se esistenti, viva o morta, dalla superficie del fondale marino, alla superficie sabbiosa o limosa del substrato, definendo dunque anche l'eventuale presenza e spessore di sedimenti organici al di sotto della matte, in modo da poter correttamente progettare gli interventi tecnici.
4. Side Scan sonar
5. Rilievi con GPS

Le attività hanno avuto la finalità di individuare eventuali bersagli archeologicamente interessanti da studiare direttamente con archeologi e responsabili della Soprintendenza del Mare, che verranno coinvolti nelle ricognizioni/esecuzione dei rilievi suddetti, che in adempimento al Protocollo Ambientale e alle inerenti indicazioni del decreto di Via, restituiranno i dati ricavati dalle indagini.

### **Risultati delle indagini geofisiche**

Lo scopo del rilievo geofisico effettuato con il sistema di Multibeam, Sub Bottom Profiler e Side Scan sonar è stato quello di individuare eventuali anomalie presenti sul fondale marino e nel substrato di sedimenti e quindi di consentire, attraverso due differenti fasi di analisi indirette in situ (una prima generale e superficiale ed una seconda puntuale sui target), la verifica dell'effettiva presenza di giacimenti di tipo culturale.



Le risultanze della campagna di indagini hanno messo in evidenza la presenza di un totale di 30 target, di cui 2 osservati dai dati multibeam, 9 dai dati di side scan sonar e 19 dai dati di sub bottom profiler.

I target si Sub Bottom Profiler sono stati ritenuti tali solo nei casi in cui il segnale è apparso caratterizzato da un alto grado di impedenza acustica ( $\rho \times c$ ); generando spesso la tipica iperbole di diffrazione che fa dedurre che si tratta di elementi caratterizzati da un alto coefficiente di rifrazione e/o geometria irregolare. Sono stati mappati anche dei target probabilmente riconducibili ad un sedimento sciolto più consolidato o caratterizzato da una taglia maggiore del circostante. In via precauzionale queste anomalie sono indicate come possibili target e catalogate in un elenco di seguito riportato.

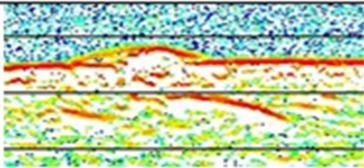
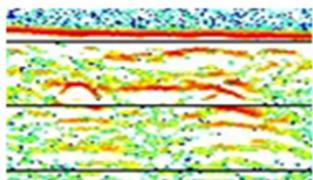
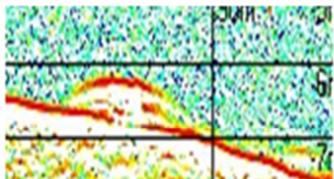
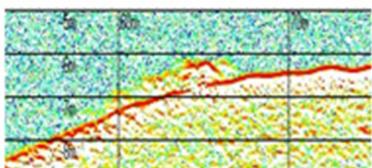
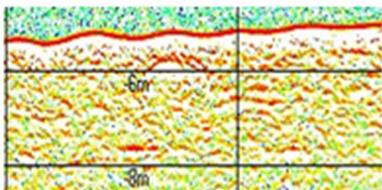
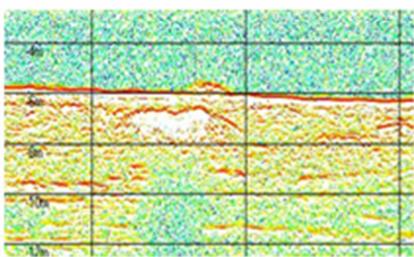


**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**

Profilo SB	ID target	Datum wgs 84 proiezione utm 33		Profondità fondale (metri)	Profondità target dal fondale (metri)	descrizione	Rappresentazione grafica del target segnalato
		est	nord				
sb3	1	518260	4121764.2	3.20	1,0	Iperboli di diffrazione Dim. 2 x 0.50 m	
sb7	2	518236.6	4121736.9	4.00	1,5	lente di materiale più compatto e/o sabbioso Dim. 4 x 0.60 m	
sb7	3	518250.1	4121747.3	4.00	1,0	Iperboli di diffrazione e lente di materiale più compatto e/o sabbioso Dim. 3 x 0.60 m	
sb7	4	518404.2	4121829.8	5.00	1,0	lente di materiale più compatto e/o sabbioso Dim. 3.5 x 0.50 m.	
sb8	5	518416.7	4121816.4	5.30	1,5	Iperboli di diffrazione e lente di materiale più compatto e/o sabbioso Dim. 3,5 x 0.70 m	
sb8	6	518366.4	4121791.3	3.90	2,2	Iperboli di diffrazione Dim. 4 x 0.20 m	
sb10	7	518321	4121783.8	3.40	0.70	lente di materiale più compatto e/o sabbioso Dim. 4 x 0.20 m	

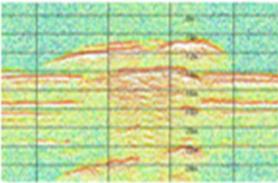
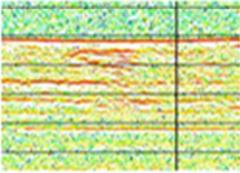
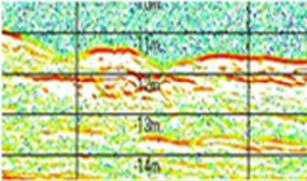
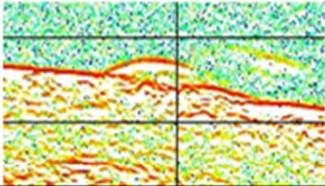
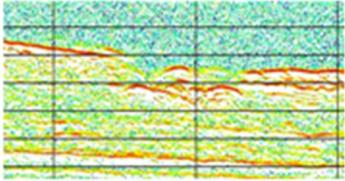
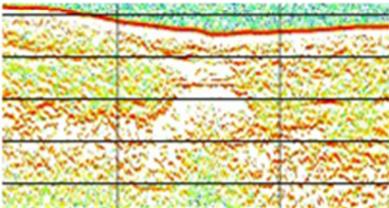


**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**

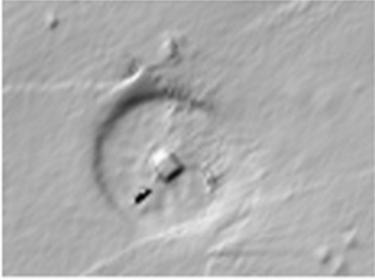
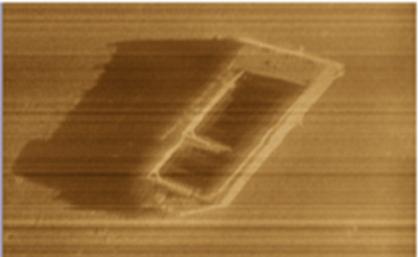
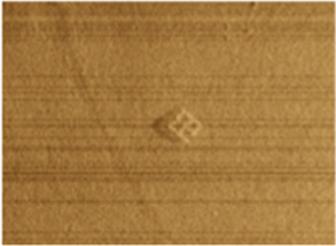
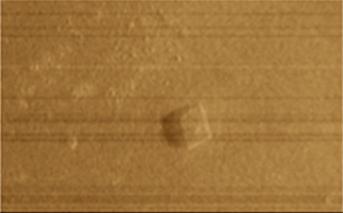
sb16	8	518264.8	4121690.6	0.00	<del>SUP</del>	Presenza di iperbole di diffrazione sul fondo.	
sb17	9	518422.1	4121797.7	9.50	0,7	Iperboli di diffrazione. Alta impedenza acustica dim. 3 x 0.20	
sb46	10	518415.3	4121674.7	0.00	<del>SUP</del>	Presenza di iperbole di diffrazione sul fondo.	
sb49	11	518413.3	4121676.9	0.00	<del>SUP</del>	Presenza di iperbole di diffrazione sul fondo.	
sb60	12	518273.8	4121563.3	5.00	0.50	Presenza di iperbole di diffrazione	
Sb74	13	518444.2	4121805.6	5.30	0.30	Area caratterizzata da un riflettore ad alta impedenza acustica Dim. 3.5 x 1.5 m.	



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**

Sb126	14	518441.1	4121494.6	0.00	sup.	Iperbole di diffrazione. Dim. 17.0 x 4.00m (relitto).	
Sb155	15	518252.6	4121629.3	5.50	1.00	lente di materiale più compatto Dim. 2.0 x 1.0 m.	
Sb181	16	518370.3	4121643.6	0.00	sup.	Presenza di iperbole di diffrazione.	
Sb188	17	518335.8	4121707.8	0.00	sup.	Presenza di iperbole di diffrazione Sul fondo	
Sb189	18	518371.8	4121647.8	0.00	sup.	Area caratterizzata da riflettori ad alta impedenza acustica Dim. 5.00 x 1.0 m.	
Sb199	19	518327.5	4121766.7	9.50	1.20	Area caratterizzata da riflettori ad alta impedenza acustica Dim. 3.00 x 1.2 m.	

PROGETTO ESECUTIVO  
Studio Ambientale

Mb	20	518338.7	4121703.9	0.00	sup.	Oggetti di natura antropica sul fondale (bocchi rettangolari) Dim. 3.0 x 1.5 m.	
Mb	21	518366.8	4121641.5	0.00	sup.	Corpo morto sul fondo Dim. 1.50 x 1.50 m.	
Sss	22	518448.8	4121703.9	0.00	sup.	Relitto Dim. 24 x 12 m.	
Sss	23	518265.7	4121689.9	0.00	sup.	Oggetto sul fondo Dim. 1.5 x 1.5 m.	
Sss	24	518258.5	4121695.4	0.00	sup.	Oggetto sul fondo Dim. 2 x 2 m.	

PROGETTO ESECUTIVO  
Studio Ambientale

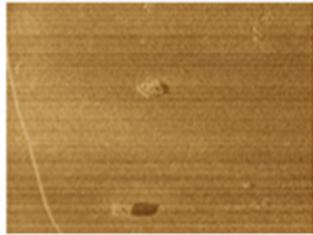
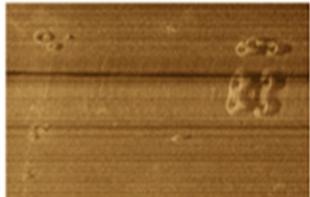
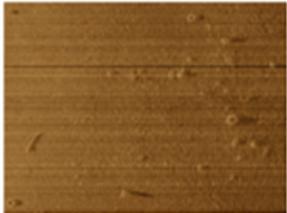
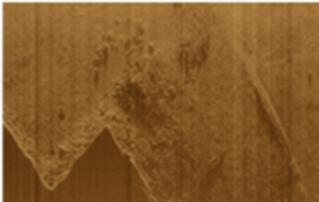
Sss	25	518348.9	4121601.9	0.00	sup	Oggetto sul fondo Dim. 1 x 1 m.	
Sss	26	518242.1	4121626.4	0.00	sup	Oggetti sul fondo (Pneumatici)	
Sss	27	518419	4121729.2	0.00	sup	Oggetti sul fondo (Pneumatici)	
Sss	28	518188.8	4121586.5	0.00	sup	Blocchi rettangolari allineati Dim 3 x 1.5 m.	
Sss	29	518200.2	4121551.5	0.00	sup	Condotta rifornimento acqua	
Sss	30	518338.7	4121703.9	0.00	sup	Oggetti di natura antropica sul fondale (blocchi rettangolari) Dim 3.0 x 1.5 m.	

Figura 24 - Risultati delle indagini del Side Scan Sonar e Sub Bottom Profiler



Inoltre sono state definite le indagini archeologiche subacquee dell'area sottoposta ai lavori di che trattasi; la relazione di fine attività delle indagini (sono riportati nell'elaborato “**1073-GE00-C005-C Allegati**”, del progetto esecutivo di fusione ed integrazione del primo e del secondo stralcio della terza fase del Porto Commerciale di Augusta – Banchine containers) è stata trasmessa alla Soprintendenza del Mare con nota prot. 26/LPLM/FG del 17 febbraio 2015.

La Soprintendenza del Mare, con nota prot. n. 401 del 05.03.2015, ha rilasciato parere favorevole ai lavori di III fase realizzazione banchina container 1° e 2° stralcio del porto Commerciale di Augusta.

### **Monitoraggio Acque marine**

Il monitoraggio delle acque marine si divide in 3 fasi. È prevista l'installazione di un ondometro/correntometro. In particolare il monitoraggio prevede:

- rilevamento con sonda multiparametrica di tutti i parametri chimico-fisici dell'acqua marina antistante l'area di realizzazione delle opere a mare da stazioni fisse, in particolare il rilevamento dei profili verticali di Temperatura, pH, Salinità, Conducibilità, Ossigeno disciolto, Potenziale Redox, Clorofilla “A”, Torbidità
- esecuzione di analisi chimico/fisiche su campioni superficiali e profondi per la determinazione dei seguenti parametri: Solidi sospesi; Metalli ed elementi in tracce (As, Cd, Cr tot, Hg, Ni, Pb, Al, Fe, V, Cu, Zn); Idrocarburi Policiclici Aromatici, Idrocarburi pesanti C>12, HCB; Idrocarburi leggeri C<12 e microbiologia;
- valutazione della qualità delle acque in relazione ai risultati degli analiti dal piano di caratterizzazione dei sedimenti marini

È stato attivato un monitoraggio ante operam, di cui la relativa relazione tecnica è riportata nell'elaborato “**1073-GE00-C005-C Allegati**”, del progetto esecutivo di fusione ed integrazione del primo e del secondo stralcio della terza fase del Porto Commerciale di Augusta – Banchine containers.

Sarà previsto inoltre, un monitoraggio in fase di costruzione con frequenze diverse a secondo della fase di lavorazione ed una verifica post operam di raffronto rispetto ai risultati ottenuti ante operam.



### 3.6. Gestione degli sversamenti accidentali

È stato previsto un sistema di gestione degli sversamenti accidentali in mare di sostanze inquinanti durante le attività di cantiere che potrebbero nascere a seguito di malfunzionamento delle macchine, al fine di minimizzare gli impatti in fase di realizzazione dell'opera. Il sistema di gestione degli sversamenti accidentali è stato implementato nel documento *Sistema di Gestione Salute, Sicurezza Ambiente – Pianificazione e Coordinamento – Gestione delle Emergenze – Cdc 9112 Porto Commerciale di Augusta* (riportato nell'elaborato “**1073-GE00-C005-C Allegati**”, del progetto esecutivo di fusione ed integrazione del primo e del secondo stralcio della terza fase del Porto Commerciale di Augusta – Banchine containers).

La movimentazione delle sostanze pericolose all'interno del sito può causare condizioni di emergenza per accidentali sversamenti sul suolo. A seconda del luogo di sversamento (aree pavimentate, aree non pavimentate, aree pavimentate in prossimità di tombini, sversamenti in mare) sono state predisposte delle opportune procedure di gestione volte al rispetto dell'ambiente e della sicurezza dei lavoratori.



### 3.7. Indagini di caratterizzazione ambientale

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è stato redatto in osservanza delle indicazioni poste nel Progetto di Fusione ed integrazione relativo alle opere di primo stralcio esecutivo “con esclusione dell’area della Marina Militare” e di secondo stralcio definitivo del porto commerciale di Augusta terza fase – banchine container.

Il piano è stato suddiviso nelle principali componenti ambientali coinvolte nella realizzazione dell’opera; così come ribadito dal Disciplinare tecnico di integrazione al Capitolato Speciale d’Appalto, le componenti ambientali sottoposte ad attività di monitoraggio sono:

- 1) Sedimenti marini
- 2) Aree a terra
- 3) Acque marine

All’interno del Piano di monitoraggio ambientale è presente un Piano di Caratterizzazione Ambientale, suddiviso nella componente sedimenti marini e delle aree a terra. Gli obiettivi delle indagini di caratterizzazione sono:

- in primo luogo la conferma di estraneità delle aree di intervento dalla necessità degli interventi di bonifica già previsti per altre aree della Rada di Augusta (Priolo);
- in secondo luogo la classificazione del materiale finalizzata alla gestione del materiale stesso secondo criteri ambientalmente sostenibili e nel rispetto della normativa vigente in materia.

L’approccio utilizzato per l’esecuzione del campionamento dei sedimenti marini è stato reso conforme all’Allegato A al Decreto 7 novembre 2008 (Gu 4 dicembre 2008 n. 284) che disciplina le operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale, oltre che al Progetto Preliminare di Bonifica della Rada di Augusta Bol-Pr-SI-Pr- Rada di Augusta-03.22 del Giugno 2008.

Lo schema di campionamento è riportato in **Figura 25**.

La strategia di campionamento prevede:

- in primo luogo la caratterizzazione dei sedimenti marini ante-operam sull’area interessata dalla realizzazione delle opere a mare;
- e in seguito, finito il dragaggio, la verifica del fondale dragato ai sensi dell’art. 5 del DM 7 novembre 2008

Lo schema di campionamento prevede che la distribuzione delle stazioni di campionamento avvenga secondo maglie di: 50x50 m, in corrispondenza del sedime delle future opere a mare (ante operam), area per la quale era previsto uno scavo a mare di bonifica di max 1.0 m.

La distribuzione delle maglie ottenuta mediante l’adozione di tale strategia risulta uniforme e le stazioni posizionate in base a tale criterio forniscono informazioni di dettaglio su tutta l’area oggetto di studio. All’interno dell’area interessata dalla realizzazione delle opere a mare al fine di raccogliere informazioni complete sullo spessore di sedimento interessato dalla movimentazione, i livelli prescelti delle carote da sottoporre alle



determinazioni analitiche saranno consecutivi. Tutti i livelli, ottenuti previo campionamento, avranno uno spessore di 50 cm. In particolare:

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



Figura 25 - Planimetria delle stazioni di campionamento



Di seguito è riportato il numero ed il posizionamento delle stazioni di campionamento ottenuto dall'applicazione della strategia precedentemente descritta.

Nella figura sono identificate le "aree unitarie" all'interno delle quali è posizionata e numerata la relativa stazione di monitoraggio.

Si utilizza la maglia regolare 50,0X50,0 m e per le aree residue di superficie minore a 1500.0 mq non si prevede alcun punto di campionamento. Per la verifica dei fondali dragati si applica lo stesso schema con la stessa posizione delle stazioni di monitoraggio limitando il prelievo allo strato superficiale.

La strategia di caratterizzazione prevista per l'ante operam nell'area delle opere a mare prevede la predisposizione di un numero di stazioni di campionamento pari al numero di aree di superficie di 2500 mq assimilabile alle maglie 50x50m, l'irregolarità della forma di tali aree è determinata dalla specifica conformazione della linea di costa attuale dalla quale parte l'opera oggetto di questo progetto. Di seguito si riporta la **Tabella 3** riassuntiva del piano di monitoraggio ante-operam

**Tabella 3** - Schema riassuntivo del piano di campionamento dell'area sedime

SCHEMA DELLA STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO ANTE-OPERAM DELL'AREA DI SEDIME DELLE OPERE A MARE DEL PORTO COMMERCIALE DI AUGUSTA	
<b>Spaziatura delle maglie di campionamento</b>	<b>50x50 m</b>
N. Totale maglie	50
N. Totale stazioni di campionamento per ciascuna maglia	1
<b>Totale stazioni di campionamento</b>	<b>50</b>
H scavo massimo previsto nell'area (m)	1
N. carote per stazione di campionamento	1
<b>N. carote da 2 m</b>	<b>50</b>
1 campione ogni 50 cm di sezione	0,5
Lunghezza della carota	2
Totale campioni per carota	4
<b>Totale campioni (da 0 a -2,0 m dal fondale)</b>	<b>200</b>
ai quali si devono aggiungere:	
Stazioni di campionamento in corrispondenza banchina a giorno	11
Addizionale N. campioni a carota (*si caratterizza lo strato di profondità da -2 a -10,0 m dal fondale perché dai profili stratigrafici mediamente alla profondità di -10,0m si trova il tetto delle argille grigio-azzurre compatte (4 campioni – 1 ogni 2 m) + 1 campione nei primi 2,0 dello strato delle argille grigio-azzurre) - Area calate	5
<b>Totale campioni (da -2,0 a -10,0 m dal fondale)</b>	<b>55</b>
<b>Totale campioni</b>	<b>255</b>

**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**Pag. 57  
di 241

Subcampioni da analizzare (50% del campione)	255
Subcampioni da conservare (50% del campione = divisione in 2 subcampioni da 25% l'uno )	510
<b>Totale lunghezze di carotaggio</b>	
Lunghezza carote da 0 a -2,0 m dal fondale (m)	100,00
Lunghezza carote da -2,0 a -10 m dal fondale	110,00
<b>Totale lunghezze di carotaggio</b>	<b>210,00</b>

In ciascun punto di campionamento deve essere “prelevata una carota di lunghezza superiore di 50 cm rispetto allo spessore di sedimento da dragare (quest’ultimo già approssimato per eccesso ai consecutivi 50 cm), e comunque non inferiore ai 2 m (ciò laddove non sia accertata e opportunamente documentata la presenza di fondi duri che impediscano la penetrazione dello strumento durante le attività di carotaggio). La profondità di escavo per la realizzazione delle opere a mare del presente progetto è di circa 1m su tutta l’area, pertanto nel presente progetto di monitoraggio è prevista per ogni stazione di campionamento una carota da 2 m.

Nelle aree dove vengono realizzati i banchinamenti si prevede per la realizzazione dei pali di grande diametro. A tal fine si aggiunge, alla caratterizzazione dei primi 2 metri, la caratterizzazione dello strato di profondità da -2.0 a -10,0 m dal fondale perché dai profili stratigrafici mediamente alla profondità di -10,0 m si trova il tetto delle argille grigio-azzurre compatte che rappresentano substrato geologico naturale costitutivo dell’area, per il quale si possa escludere qualunque contaminazione antropica, è sufficiente il prelievo di una sola sezione di lunghezza di 50 cm rappresentativa dell’intero strato. Le stazioni in corrispondenza dei banchinamenti su pali sono le n. 21/32/39/45/50/49/48/47/46/40/33.

Per “quota di escavo” si intende l’effettiva quota del progetto di dragaggio, approssimata ai 50 cm successivi. La lunghezza della carota si intende misurata a partire dal top (indicato come livello “0”). Da ciascuna carota devono essere prelevate sezioni di sedimento, secondo le seguenti indicazioni:

- Per quota di scavo inferiore ai 2 m

Devono essere prelevate sezioni consecutive di sedimento di spessore pari a 50 cm sino alla quota di 2 m (4 sezioni);

- Per quota di scavo superiore ai 2 m

oltre ai 4 livelli di cui al punto precedente, deve essere prelevata una sezione di 50 cm rappresentativa di ogni successivo intervallo di 2.0 m, tralasciando la sezione relativa all’intervallo più profondo quando quest’ultimo risulti inferiore a 1.0 m.

Qualora sia accertato il raggiungimento del substrato geologico naturale costitutivo dell’area, opportunamente documentato nella relazione tecnica, per il quale si possa escludere qualunque contaminazione antropica, è sufficiente il prelievo di una sola sezione di lunghezza di 50 cm rappresentativa dell’intero strato di base.



A tale proposito è stato considerato per le 11 stazioni di campionamento, posizionate in corrispondenza dei banchinamenti a giorno su pali di grande diametro, il prelievo aggiuntivo per la caratterizzazione dello strato da -2.0 a -10,0 m dal fondale perché, come già detto, dai profili stratigrafici mediamente alla profondità di -10,0m si trova il tetto delle argille grigio-azzurre compatte che rappresentano substrato geologico naturale costitutivo dell'area, per il quale si può escludere qualunque contaminazione antropica. Perciò per ciascuna delle 11 stazioni sopra citate devono essere prelevate ulteriori 4 sezioni di 50 cm da aggiungere alle 4 sezioni dei primi 2.0 m di scavo.

Tutte le sezioni prelevate saranno sottoposte ad analisi.

Le analisi sotto indicate vanno condotte sul campione tal quale e la restituzione del dato analitico va riportata rispetto al peso secco del materiale analizzato.

#### Su tutti i campioni prelevati

- deve essere effettuata una descrizione macroscopica che riporti la tipologia del sedimento:
  - a. colore,
  - b. odore,
  - c. presenza di concrezioni,
  - d. residui di origine naturale o antropica, etc.
- devono essere effettuate le determinazioni di contenuto d'acqua e peso specifico.
- devono essere effettuate le determinazioni granulometriche: la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti deve prevedere l'individuazione delle principali frazioni dimensionali (ghiaia, sabbia, silt e argilla) secondo le classi dimensionali riportate nella **Tabella 4**.

La caratterizzazione della frazione pelitica nelle frazioni silt e argilla è richiesta per tutti i campioni aventi percentuale di frazione pelitica maggiore del 10%. Per l'esecuzione di tale caratterizzazione si consiglia l'uso di un sedigrafo a raggi X o di un granulometro laser, oppure di strumentazione idonea a fornire tale informazione analitica.

**Tabella 4** - Classi dimensionali richieste per la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti

Frazioni dimensionali	Dimensioni
Ghiaia	> 2 mm
Sabbia	$2 \text{ mm} \geq x > 0,063 \text{ mm}$
Pelite	Silt $0,063 \text{ mm} > x > 0,004 \text{ mm}$
	Argilla < 0,004 mm

I parametri chimici da determinare sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale ed i relativi limiti di quantificazione richiesti per diversi parametri sono riportati nella **Tabella 5** (modificata con DM 4 agosto 2010).



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**

Per quanto riguarda la determinazione dei PCB, potranno essere impiegati metodi di analisi a bassa risoluzione ufficialmente riconosciuti e accreditati, qualora la strumentazione impiegata nella determinazione analitica consenta di raggiungere un limite di quantificazione pari o inferiore al limite a quello indicato nella seguente tabella, previa verifica dell' idoneità di strumenti e metodo in accordo con gli Enti preposti.

**Tabella 5 -** Analisi chimiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale e relativi limiti di quantificazione

Specifiche chimiche	Singoli Parametri e Specifiche Analitiche	Numero di determinazioni da effettuare	Limite di quantificazione e richiesto (mg/Kg s.s.)	Progetto di caratterizz. Augusta
<b>Metalli</b>	Al (alluminio) As (arsenico) Cd (cadmio) Cr totale (cromo) Cu (rame) Fe (ferro) Hg (mercurio) Ni (nichel) Pb (piombo) Zn (zinco) V (vanadio)	Su tutti i campioni prelevati	5,0 0,5 0,05 5,0 1,0 5,0 0,05 1,0 1,0 1,0 1,0	<b>Su tutti i campioni prelevati</b>
<b>Policlorobifenili (PCB)</b>	Policlorobifenili (PCB) Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria (per i PCB Diossina simili si richiede la determinazione con spettrometria di massa ad alta risoluzione)	Su tutti i campioni prelevati	0.0001  per singolo composto  0.00001  per singolo composto dei PCB Diossina simili	<b>Su tutti i campioni prelevati</b>
<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</b>	Naftalene Acenafte Fluorene Fenantrene Antracene Fluorantene Pirene Benzo(a)antracene Crisene Benzo(b)fluorantene Benzo(k)fluorantene Benzo(j)fluorantene Benzo(a)pirene Benzo(e)pirene Dibenzo(a,h)antracene Benzo(g,h,i)perilene Indeno(1,2,3,c,d)pirene Acenafilene	Su tutti i campioni prelevati	0.001  Per singolo idrocarburo	<b>Su tutti i campioni prelevati</b>



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**

Specifiche chimiche	Singoli Parametri e Specifiche Analitiche	Numero di determinazioni da effettuare	Limite di quantificazione e richiesto (mg/Kg s.s.)	Progetto di caratterizz. Augusta
Benzene		Su tutti i campioni prelevati	1.0	Su tutti i campioni prelevati
Idrocarburi leggeri (C $\leq$ 12)**		Su tutti i campioni prelevati	0.5	Su tutti i campioni prelevati
Idrocarburi pesanti (C $>$ 12)**		Su tutti i campioni prelevati	1.5	Su tutti i campioni prelevati
Azoto totale		Solo su campioni di sedimento presumibilmente destinati a immersione in mare		NO E' previsto il conferimento a discarica
Fosforo totale		Solo su campioni di sedimento presumibilmente destinati a immersione in mare		NO E' previsto il conferimento a discarica
Carbonio Organico Totale (TOC)		Su tutti campioni prelevati		Su tutti i campioni prelevati
Pesticidi organoclorurati	DDD, DDT, DDE, (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4) Cis-clordano Trans-clordano Aldrin Dieldrin Endrin $\alpha$ -esaclorocicloesano $\alpha$ -esaclorocicloesano $\gamma$ -esaclorocicloesano (Lindano) Eptacoloro Eptacoloro Epossido	In presenza di attività presenti o pregresse che ne facciano ipotizzare la presenza, su una percentuale dei campioni	0.0005 per singolo composto	Sul 40% dei campioni prelevati
Esaclorobenzene	HCB	Su una percentuale dei campioni	0.0001	Sul 40% dei campioni prelevati
Composti organostannici	Espresso come Sn totale di origine organica	Su una percentuale dei campioni	0.001	Sul 40% dei campioni prelevati



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**

Specifiche chimiche	Singoli Parametri e Specifiche Analitiche	Numero di determinazioni da effettuare	Limite di quantificazione e richiesto (mg/Kg s.s.)	Progetto di caratterizz. Augusta
Diossine e furani [Sommatória PCDD/PCDF (conversione T.E.)]	Determinati con spettrometria di massa ad alta risoluzione al fine del raggiungimento del limite di rilevabilità richiesto	Su una percentuale dei campioni	0.5x10 <sup>-6</sup>	Sul 40% dei campioni prelevati
Amianto	Espresso in mg/Kg s.s. determinato attraverso una delle seguenti tecniche: diffrattometria a raggi oppure I.R. - Trasformata di Fourier	Su una percentuale dei campioni		Sul 40% dei campioni prelevati
Solventi aromatici (BTEX)		Su una percentuale dei campioni	1.0 per singolo composto	Sul 40% dei campioni prelevati
<p>Devono essere inoltre ricercate tutte quelle sostanze ricavabili sulla base delle indagini di cui al punto 2.1, con particolare attenzione alle sostanze Pericolose e Prioritarie di cui alla decisione del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 2455/2001/CE.</p> <p>In questi casi le sostanze aggiuntive devono essere ricercate su un numero rappresentativo di campioni, scelti in modo tale da ottenere una distribuzione il più possibile rappresentativa dell'area da caratterizzare, con particolare attenzione alle zone con maggiore contaminazione presunta.</p> <p>* Con la dizione "limite di quantificazione richiesto" si intende la concentrazione di analista più bassa misurabile con il metodo utilizzato dal laboratorio che procede all'analisi.</p> <p>** In attesa di specifiche metodiche di riferimento, gli Idrocarburi Totali (THC) sono da considerare come sommatória di Idrocarburi leggeri (C<sub>12</sub>) e di Idrocarburi pesanti (C<sub>&gt;12</sub>).</p> <p>Ai fini della classificazione del materiale contenente "Idrocarburi Totali" (THC) di origine non nota, si fa riferimento al parere espresso dall'Istituto Superiore di Sanità il 5 luglio 2006, prot. n. 0036565 sulle "procedure di classificazione di rifiuti contenenti idrocarburi", e successivi aggiornamenti a seguito dell'adeguamento al progresso tecnico (ATP) in materia di classificazione, di imballaggio e di etichettatura delle sostanze pericolose ai sensi della direttiva 67/548/CEE, precisando che, al solo fine della classificazione quale rifiuto, l'analisi deve fare riferimento al tal quale.</p>				

Le analisi microbiologiche da eseguire ai fini di cui all'art. 5, comma 11-ter sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale, stante la loro specifica natura, sono indicate nella **Tabella 6.**

**Tabella 6** - Analisi microbiologiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale

Parametro	Specifiche	Numero di determinazioni da effettuare	Progetto di caratterizz. Augusta
Enterococchi	Fecali	Su tutti i campioni prelevati	Su tutti i campioni prelevati
Coliformi	Totali	Su tutti i campioni prelevati	Su tutti i campioni prelevati
Coliformi	Escherichia coli	Su tutti i campioni prelevati	Su tutti i campioni prelevati
Clostridi	Spore di clostridi solfito-riduttori	Su tutti i campioni prelevati	Su tutti i campioni prelevati
Salmonella		Su tutti i campioni prelevati	Su tutti i campioni prelevati
Stafilococchi		Su tutti i campioni prelevati	Su tutti i campioni prelevati
Miceli e Lieviti		Al fine dell'eventuale riutilizzo dei sedimenti per ripascimenti è opportuna la determinazione su tutti i campioni. Se il sedimento prelevato è destinato ad altri usi la determinazione non è necessaria.	NO NON è previsto il riutilizzo per ripascimenti



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Studio Ambientale**

Le analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità) da eseguire ai fini di cui all'art. 5, comma 11-ter sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale, stante la loro specifica natura, verranno effettuate sul 40% dei campioni, a due matrici ambientali costituite da:

- Fase solida del sedimento (sedimento tal quale e/o centrifugato);
- Fase liquida del sedimento (acqua interstiziale e/o elutriato).

Verrà impiegata una batteria di saggi biologici costituita da tre specie-test appartenenti a gruppi tassonomici e filogenetici differenti, scelte preferibilmente all'interno della lista di specie riportate in **Tabella 7**, dove sono riportate anche le modalità di applicazione.

**Tabella 7 -** Modalità di applicazione dei saggi biologici ai sedimenti

Specie	Matrice	Stadio vitale	Esposizione	End-point	Espressione dato
<b>ALGHE</b>					
<i>Skeletonema costatum</i>	Elutriato	Coltura cellulare	96h	Inibizione della crescita	EC20 e EC50
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	Elutriato	Coltura cellulare	96h	Inibizione della crescita	EC20 e EC50
<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	Elutriato	Coltura cellulare	96h	Inibizione della crescita	EC20 e EC50
<i>Minutocellus polymorphus</i>					
<b>BATTERI</b>					
<i>Vibrio fischeri</i>	Elutriato	Cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	EC20 e EC50
	Sedimento centrifugato	Cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	S.T.I. (Sediment Toxicity Index)
<b>ROTIFERI</b>					
<i>Brachionus plicatilis</i>	Elutriato	Individui	48h	Schiusa delle cisti	EC20 e EC50
<b>CROSTACEI</b>					
<i>Ampelisca diadema</i>	Sedimento tal quale	Individui giovani-adulti	10 giorni	Mortalità	Amortalità (Corretto con Abbot)
<i>Corophium orientale</i>	Sedimento tal quale	Individui giovani-adulti	10 giorni	Mortalità	Amortalità (Corretto con Abbot)
<i>Corophium insidiosum</i>	Sedimento tal quale	Individui giovani-adulti	10 giorni	Mortalità	EC20 e EC50 (Corretto con Abbot)
<i>Acartia tonsa</i>	Elutriato	Nauplii	96h	Mortalità	EC20 e EC50
<i>Acartia clausi</i>	Elutriato	Nauplii	96h	Mortalità	EC20 e EC50
<i>Tisbe battagliai</i>	Elutriato	Nauplii	96h	Mortalità	EC20 e EC50
<i>Tigriopus fulvus</i>	Elutriato	Nauplii	96h	Mortalità	EC20 e EC50
<b>MOLLUSCHI</b>					
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Elutriato	Gamete maschile	1h	Fecondazione uova	EC20 e EC50
<i>Tapes philippinarum</i>					EC20 e EC50
<i>Cassostrea gigas</i>	Elutriato	Gamete maschile	1h	Fecondazione uova	EC20 e EC50
<b>ECHINODERMI</b>					
<i>Sphaerechinus granularis</i>	Elutriato	Gamete maschile	1h	Fecondazione uova	EC20 e EC50 (Corretto con Abbot)
<i>Paracentrotus lividus</i>	Elutriato	Gamete maschile	1h	Fecondazione uova	EC20 e EC50 (Corretto con Abbot)
<i>Arbacia lixula</i>					



PESCI					
Dicentrarchus labrax	Elutriato	Giovanili	96h	Mortalità	EC20 e EC50
Sparus aurata	Elutriato	Giovanili	96h	Mortalità	EC20 e EC50

In merito alla successiva gestione del sedimento marino si può riportare quanto segue.

L'Articolo 2 del DM 7 novembre 2008 definisce che le “*Analisi chimiche e valori di riferimento*” <...> effettuate ai sensi dell'Allegato “A”, stabiliscono in occasione della caratterizzazione ad ogni effetto l'idoneità dei materiali dragati ad essere successivamente impiegati o gestiti ai sensi delle disposizioni di cui all'articolo 5-bis, della legge n. 84 del 1994.

L'art.5-bis della legge n.84 del 1994, oltre a ribadire l'importanza del Progetto di Dragaggio, che dovrà essere approvato prima dell'inizio dei lavori: “... le operazioni di dragaggio possono essere svolte anche contestualmente alla predisposizione del progetto relativo alle attività di bonifica. Al fine di evitare che tali operazioni possano pregiudicare la futura bonifica del sito, il progetto di dragaggio, basato su tecniche idonee ad evitare dispersione del materiale, ivi compreso l'eventuale progetto relativo alle casse di colmata, vasche di raccolta o strutture di contenimento di cui al comma 3, e' presentato dall'autorità portuale o, laddove non istituita, dall'ente competente ovvero dal concessionario dell'area demaniale al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti e al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, con proprio decreto, approva il progetto entro trenta giorni sotto il profilo tecnico-economico e trasmette il relativo provvedimento al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare per l'approvazione definitiva.”,

Inoltre, nello stesso articolo di legge, al comma 2, il legislatore riporta in maniera chiara ed esaustiva le modalità di gestione del sedimento rimosso ovvero:

“a) qualora presentino, all'origine ovvero a seguito di trattamenti aventi esclusivamente lo scopo della rimozione degli inquinanti, ad esclusione dei processi finalizzati alla immobilizzazione degli inquinanti stessi, caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche ((...)) idonee con riferimento al sito di destinazione, e non presentino positività ai test eco-tossicologici, su autorizzazione dell'autorità competente per la bonifica, possono essere immessi o refluiti nei corpi idrici dai quali provengono, ovvero possono essere utilizzati per il rifacimento degli arenili, per formare terreni costieri ovvero per migliorare lo stato dei fondali attraverso attività di capping, nel rispetto delle modalità previste dal decreto di cui al comma 6. Restano salve le competenze della regione territorialmente interessata;”

“b) qualora presentino, all'origine o a seguito di trattamenti aventi esclusivamente lo scopo della desalinizzazione ovvero della rimozione degli inquinanti, ad esclusione quindi dei processi finalizzati alla immobilizzazione degli inquinanti stessi, livelli di contaminazione non superiori a quelli stabiliti nelle colonne A e B della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, in funzione della destinazione d'uso e qualora risultino conformi al test di cessione da compiere con il metodo e in base ai



*parametri di cui al decreto del Ministro dell'ambiente 5 febbraio 1998, pubblicato nel supplemento ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 aprile 1998, possono essere destinati a impiego a terra secondo le modalità previste dal decreto di cui al comma 6. Nel caso siano destinati a impiego in aree con falda naturalmente salinizzata, i materiali da collocare possono avere un livello di concentrazione di solfati e di cloruri nell'eluato superiore a quello fissato dalla tabella di cui all'allegato 3 del citato decreto del Ministro dell'ambiente 5 febbraio 1998 a condizione che, su conforme parere dell'ARPA territorialmente competente, sia prevenuta qualsiasi modificazione delle caratteristiche. Tale destinazione deve essere indicata nei progetti di cui al comma 1. Il provvedimento di approvazione del progetto di dragaggio costituisce altresì autorizzazione all'impiego dei materiali fissandone l'opera pubblica, il luogo, le condizioni, i quantitativi e le percentuali di sostituzione dei corrispondenti materiali naturali;”*

*“c) qualora risultino non pericolosi all'origine o a seguito di trattamenti finalizzati esclusivamente alla rimozione degli inquinanti, ad esclusione quindi dei processi finalizzati alla immobilizzazione degli inquinanti stessi quali solidificazione e stabilizzazione, possono essere destinati a refluimento all'interno di casse di colmata, di vasche di raccolta, o comunque in strutture di contenimento che presentino un sistema di impermeabilizzazione naturale o artificiale o completato artificialmente al perimetro e sul fondo in grado di assicurare requisiti di permeabilità equivalenti a quelli di uno strato di materiale naturale dello spessore di 1 metro con K minore o uguale a  $1,0 \times 10^{-9}$  m/s,”*

*“d) qualora risultino caratterizzati da concentrazioni degli inquinanti al di sotto dei valori di intervento definiti ed approvati dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare per ciascun sito di interesse nazionale, l'area interessata viene restituita agli usi legittimi, previo parere favorevole della conferenza di servizi di cui all'articolo 242, comma 13, del decreto legislativo 5 aprile 2006, n. 152.”*

L'articolo 5 del DM 7 novembre 2008 prevede la verifica dei fondali dragati. Al termine delle operazioni di dragaggio, prima di procedere alla realizzazione delle opere a mare, si dovrà verificare il fondale dragato ai sensi dell'allegato A, limitatamente allo strato superficiale (primi 50 cm dalla quota del fondale) e per i soli parametri che nella caratterizzazione superano i valori di intervento specifici per il “Sito di Bonifica di Interesse Nazionale di Priolo: Rada di Augusta” individuati da ICRAM (ora ISPRA) – rif. doc. #CII-Pr-valori di intervento Rada-01.01).

Considerati gli esiti della caratterizzazione in situ, il Progetto Esecutivo de quo non prevede l'esecuzione di escavi subacquei di dragaggio, e pertanto, non sono previste verifiche di fondo scavo ai sensi del Decreto Ministeriale del 07.112008.



**Tabella 8** - Tabella estratta dal documento ICRAM – “Valori di intervento per i sedimenti di aree fortemente antropizzate, con particolare riferimento al Sito di Bonifica di Interesse Nazionale di Priolo: Rada di Augusta” -  
rif. doc. #CII-Pr-valori di intervento Rada-01.01

NUMERO CAS		PARAMETRI	VALORI DI INTERVENTO
		<b>Metalli</b>	<b>Mg/kg s.s</b>
7440-38-2		Arsenico	32
7440-43-9	PP	Cadmio	1.0
7440-47-3		Cromo totale	150
7439-97-6	PP	Mercurio	1.0
7440-02-0	P	Nichel	63
7439-92-1	P	Piombo	80
		Rame	75
		Zinco	165
		<b>Organostannici</b>	<b>µg/kg s.s</b>
	PP	Tributilstagno (E mono, di e tributil)	70 (Sn)
		<b>Policiclici Aromatici</b>	<b>µg/kg s.s</b>
	PP	IPA totali	4000
50-32-8	PP	Benzo(a)pirene	760
120-12-7	P	Antracene	245
206-44-0	P	Fluorantene	1500
91-20-3	P	Naftalene	390
		<b>Pesticidi</b>	<b>µg/kg s.s</b>
309-00-2		Al drin	5
319-84-6	PP	Alfa esaclorocicloesano	1
319-85-7	PP	Beta esaclorocicloesano	1
58-89-9	PP	Gamma esaclorocicloesano lindano	1
		DDT	5
		DDD	5
		DDE	5
60-57-1		Dieldrin	5
		HCB	5
		<b>Diossine e Furani</b>	<b>µg/kg s.s</b>
		Sommat PCDD,PCDF e PCB diossina simili (T.E.)	30 x 10 <sup>-3</sup>
		<b>PCB</b>	<b>µg/kg s.s</b>
		PCB totali	190

Note alla tabella

- 1) Le sostanze contraddistinte dalla lettera P e PP sono, rispettivamente, le sostanze prioritarie e quelle pericolose prioritarie individuate ai sensi della decisione n. 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2001.
- 2) IPA totali la sommatoria è riferita ai 16 singoli IPA ritenuti significativi sotto il profilo ambientale: acenaftene, antracene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]antracene, benzo[a]pirene, benzo[a]terilene, crisene, dibenzo[a,h]antracene, fluorantene, fluorene, indeno[1,2,3 cd]pirene, naftaline, fenantrene e pirene.
- 3) DDE, DDD, DDT: il valore è riferito alla somma degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza.
- 4) PCB: il valore è riferito alla sommatoria di una selezione di alcuni congeneri ritenuti più significativi sotto il profilo sanitario e ambientale (28, 52, 77, 81, 95, 99, 101, 105, 110, 118, 126, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 156, 169, 170, 177, 180, 183, 187).
- 5) Ai fini della sommatoria “PCDD, PCDF e PCB diossina simili (T.E.) si riportano i PCB diossina simili ed i rispettivi fattori di tossicità equivalente:

**Tabella 9 - Fattori di tossicità equivalente**

PCB	Tossicità equivalente
77	0,0001
81	0,0001
105	0,0001
114	0,0005
118	0,0001
123	0,0001
126	0,1
156	0,0005
157	0,0005
167	0,00001
169	0,01
189	0,0001

- 6) Metalli: i valori sono stati formulati tenendo conto dei tenori naturali che caratterizzano l'area sulla base di dati bibliografici e degli approfondimenti analitici condotti da ICRAM; pertanto, per altre aree, tali valori potranno subire modifiche anche significative in relazione alle caratteristiche geochimiche locali ed all'elemento stesso.