



Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale  
Scali Rosciano, 6 - 57123 Livorno, Italia

R.U.P. ing. Enrico Pribaz  
D.E.C. ing. Ilaria Lotti

R.T.P.



30035 Mirano (VE)  
Viale Belvedere, 8/10  
www.fm-ingegneria.com

Tel. +39 041 5785 711  
Fax +39 041 4355 933  
portolivorno@fm-ingegneria.com



P.O. Box 1132  
3800 BC Amersfoort  
The Netherlands  
www.royalhaskoningdhv.com

Tel. +44 (0)207 222 2115  
Fax +44 (0)207 222 2659  
info@rhdhv.com



35027 Noventa Padovana (PD)  
Via Panà 56/a

Tel. +39 049 8945 087  
Fax +39 049 8707 868  
mail@hsmarinesrl.com



31027 Spresiano (TV)  
Via Tiepolo, 8  
www.gtgeo.it

Tel. +39 0422 8870 31  
Fax +39 0422 8895 89  
info@gtgeo.it

PROGETTO

**PROGETTAZIONE PRELIMINARE E DEFINITIVA DELLE  
OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI  
NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA  
PIATTAFORMA EUROPA, COMPRESO LO STUDIO DI  
IMPATTO AMBIENTALE E LA VALUTAZIONE DI INCIDENZA  
AMBIENTALE**

EMISSIONE

**PROGETTO DEFINITIVO**

TITOLO

**C - STUDI AMBIENTALI**

Studio di impatto ambientale - quadro progettuale

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1					
2					
3					
4					
5					

ELABORATO N.

**C004**

DATA: 31/10/2022	SCALA:	FILE: - 233_PD-C-004_0.doc	J.N. 1233/19
PROGETTO M. Greggio	DISEGNO M. Greggio	VERIFICA C. Galli	APPROVAZIONE T. Tassi

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

## INDICE GENERALE – QUADRO PROGETTAULE

<b>1</b>	<b>ALTERNATIVE E SCELTE PROGETTUALI</b>	<b>7</b>
1.1	OPZIONE ZERO	8
1.2	ALTERNATIVE PROGETTUALI ANALIZZATE NEL PRP	8
1.2.1	SOLUZIONE DI PIANO	9
1.2.2	SOLUZIONE DI PIANO OTTIMIZZATA	10
1.2.3	CONFIGURAZIONE DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE	13
1.3	SICUREZZA ALLA NAVIGAZIONE	15
1.4	ANALISI TECNICO-ECONOMICA DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI	20
1.5	PROPEDEUTICITÀ ALLO SVILUPPO FUTURO DELLE OPERE	21
1.6	SCELTE PROGETTUALI SU ASPETTI DI DETTAGLIO	21
<b>3</b>	<b>SCELTA DEL LAYOUT DI PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>23</b>
3.1	SOLUZIONE DI FASE 1 INDIVIDUATA NEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA	23
3.1.1	SINTESI DEI RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DI MANOVRA	26
3.2	MODIFICHE INTRODOTTE NELLA CONFIGURAZIONE DI FASE 1 DEL PDS	27
3.3	MODIFICHE INTRODOTTE NELLA CONFIGURAZIONE DI FASE 1 DEL PRESENTE PROGETTO DEFINITIVO	29
3.4	COMPATIBILITÀ CON EVENTUALI SUCCESSIVI SVILUPPI	30
3.4.1	OPERE FUTURE DI RIMOZIONE DELLA COLMATA – NON PREVISTE IN PROGETTO	31
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>33</b>
5.1	SCOPO DELL'INTERVENTO	33
5.2	INDIVIDUAZIONE DELLE DIVERSE OPERE O CORPI D'OPERA CHE COMPONGONO IL PROGETTO	35
5.3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	37
5.3.1	OPERE MARITIME	37
5.3.1.1	WBS1	38
5.3.1.2	WBS2	40
5.3.1.3	WBS3	44
5.3.1.4	WBS4	46
5.3.1.5	WBS5	50
5.3.1.6	WBS6	52
5.3.1.7	WBS 7	55
5.3.1.8	WBS 8	57
5.4	OPERE AREA DI COLMATA	58

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

5.4.1.1	OPERE AREA DI COLMATA	58
5.4.1.2	GESTIONE DELLA COLMATA	59
5.4.1.3	ANALISI DEI CEDIMENTI DELLA COLMATA	62
5.4.1.4	DRENAGGIO DELLA COLMATA	62
5.4.2	PENDENZE DI SCAVO	64
5.5	DRAGAGGI	64
5.5.1	CARATTERISTICHE DEI CANALI E DEI CERCHI DI EVOLUZIONE	65
5.5.2	FASI OPERATIVE DI GESTIONE DEI SEDIMENTI	65
5.5.3	TECNOLOGIE IMPIEGATE PER IL DRAGAGGIO	69
5.5.4	SCARICO DEI MATERIALI	70
<b>6</b>	<b>CANTIERE</b>	<b>72</b>
6.1	DESCRIZIONE DEL CONTESTO IN CUI È COLLOCATA L'AREA DEL CANTIERE	72
6.2	UBICAZIONE AREE DI CANTIERE	73
6.2.1	AREA CANTIERE PRINCIPALE	74
6.2.2	AREA CANTIERE RADICE FOCE ARMATA SUD	75
6.2.3	CANTIERE BISCOTTINO	76
6.2.4	CANTIERE PIAN DI ROTA	76
6.2.5	BANCHINA PERINI E BRICCOLE – PIOMBINO	77
6.2.6	AREE DI RICOVERO MEZZI	79
6.2.7	MEZZI DI CANTIERE PREVISTI	79
6.3	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	81
6.3.1	DETTAGLIO SULLO SMONTAGGIO DELLA DIGA DELLA MELORIA	81
6.4	FORNITURA DI MATERIALE	85
6.5	STIMA DEI TRASPORTI PREVISTI	85
6.6	GESTIONE DEI MATERIALI DI DEMOLIZIONE	86
6.6.1	IMPIANTO MOBILE DA CANTIERE	86
6.6.2	EVENTUALI SMALTIMENTI	87
<b>8</b>	<b>OPERE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE</b>	<b>88</b>
8.1	SABBIODOTTO DEL CALAMBRONE	88
8.2	IMPIANTO DI PRATERIE DI POSIDONIA	90
8.2.1	TECNICHE DI TRAPIANTO	90
8.2.2	AREE DI ESPIANTO	92
8.2.3	AREE DI IMPIANTO DELLE TALEE DI P. OCEANICA	95

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

8.2.4	FASI DELL'ATTIVITÀ DI TRAPIANTO	97
8.3	QUADRO ECONOMICO COMPLESSIVO DELLE OPERE DI COMPENSAZIONE	97
<b>9</b>	<b>MITIGAZIONI AMBIENTALI IN FASE DI CANTIERE</b>	<b>97</b>
9.1	OPERAZIONI DI DRAGAGGIO	98
9.1.1	SOFTWARE ECOPLUME	99
9.2	GESTIONE DELLA COMPONENTE LIQUIDA DELLA COLMATA	99
9.3	INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA	100
9.3.1	IMPIANTO DI FRANTUMAZIONE	101
9.3.2	BARRIERE ANTIPOLVERE	102
9.3.3	INUMIDIMENTO – CANNONI DUST BUSTER	102
9.3.4	BAGNATURA DEI CUMULI, AREE DI STOCCAGGIO DEI MATERIALI INERTI O AREE DI DEPOSITO	103
9.3.5	PULIZIA SEDI STRADALI UTILIZZATE DAL TRAFFICO DI CANTIERE	103
9.3.6	PROTEZIONE DEI MATERIALI POLVEROSI DEPOSITATI CON TELI, TETTOIE, CONTENITORI O IMBALLAGGI	104
9.4	MISURE PER LA PROTEZIONE DEL SUOLO/SOTTOSUOLO	105
9.4.1	GESTIONE DEL CANTIERE	105
9.4.2	AREA DI STOCCAGGIO MATERIALI PER IMPIANTO MOBILE DI TRATTAMENTO	106
9.4.3	L'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO	106
9.5	MISURE PER IL RUMORE IN AMBIENTE ACQUATICO	107
9.5.1	MAMMIFERI E RETTILI MARINI	107
9.5.1.1	BARRIERE A BOLLE D'ARIA	107
9.5.2	MISURE OPERATIVE PER LE SPECIE	109
9.5.3	FAUNA ITTICA	110
9.6	MISURE PER LA PROTEZIONE PER L'AMBIENTO IDRICO	110
9.6.1	IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI CANTIERE	111
9.7	MISURE PER LA PROTEZIONE DEL CLIMA ACUSTICO	112
9.8	MISURE PER LA PROTEZIONE DELLA VIABILITÀ	112
9.8.1	L'ACCESSIBILITÀ ALLE AREE	113
9.9	MISURE PER IL RISCHIO ARCHEOLOGICO	113
9.10	MISURE PER L'APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO	113
9.11	MISURE PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO	113
9.12	MISURE PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI	114
9.13	TESSUTO SOCIALE	114

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Soluzione di Piano (“A”, a sinistra) e soluzione “F” .....	10
Figura 2: Nuova Soluzione di Piano (“A8”, a destra) e soluzione “A1” .....	11
Figura 3: <b>Configurazione Definitiva di Piano Regolatore</b> .....	12
Figura 4: planimetria generale. Sovrapposizione PRP vigente con ATF .....	14
Figura 5: planimetria generale – sovrapposizione ATF con stato attuale .....	15
Figura 6: Confronto Layout 4 (verde) con Layout 1 (viola) - Porto di Livorno.....	17
Figura 7: Layout 5 (PDS) - Porto di Livorno .....	18
Figura 8: Layout di prima fase previsto dal P.R.P. e layout prima fase del PFTE proposto dal R.T.P.(con chiusura diga Nord) .....	24
Figura 9: Andamento delle creste - Mareggiata TR 50 anni proveniente da Maestrale Layout di prima fase previsto dal P.R.P. (a sinistra) e layout prima fase proposto dal R.T.P. (a destra) .....	25
Figura 10: Penetrazione del moto ondoso TEST BW 3a (mareggiata TR 50 anni proveniente da Maestrale). Layout di prima fase previsto dal P.R.P. (a sinistra) e layout progetto preliminare (a destra) .....	26
Figura 11: Confronto tra layout del PFTE e layout del Progetto Definitivo Semplificato .....	29
Figura 12: Confronto tra layout del Progetto Definitivo Semplificato e layout del presente Progetto Definitivo.....	30
Figura 13: Porto di Livorno, stato attuale e rotta di ingresso (unica) .....	34
Figura 14: Porto di Livorno, stato di progetto con imboccatura Nord e nuova rotta di ingresso .....	34
Figura 15: Planimetria di progetto con rappresentazione dei corpi d’opera .....	36
Figura 16: Planimetria di progetto con rappresentazione dei corpi d’opera per le opere marittime .....	38
Figura 17: Corpo d’opera WBS 1 - DIGA NORD TRATTO TESTATA: Sezione tipologica 1-1 (testata) .....	39
Figura 18: Corpo d’opera WBS 1 - DIGA NORD TRATTO TESTATA: Sezione tipologica 1-2 (in alto) e 1-3 (in basso) .....	40
Figura 19: Corpo d’opera WBS 2a - DIGA NORD ACCROPODE: Sezione tipologica 2a-1 (accropode da 4 m <sup>3</sup> ).....	41
Figura 20: Corpo d’opera WBS 2a - DIGA NORD ACCROPODE: Sezioni tipologiche 2a-2 e 2a-2’ (accropode da 2 m <sup>3</sup> ).....	42
Figura 21: Corpo d’opera WBS 2b - DIGA NORD MASSI NATURALI: Sezione tipologica 2b-1 .....	43
Figura 22: Corpo d’opera WBS 2b - DIGA NORD MASSI NATURALI: Sezione tipologica 2b-1’ .....	44
Figura 23: Corpo d’opera WBS 2b - DIGA NORD MASSI NATURALI: Sezione tipologica 2b-2 .....	44
Figura 24: Corpo d’opera WBS 3 - DIGA NORD DARSENA: Sezione tipologica 3-1 .....	45
Figura 25: - Corpo d’opera WBS 3 - DIGA NORD DARSENA: Sezione tipologica 3-1’ .....	45
Figura 26: Corpo d’opera WBS 3 - DIGA NORD DARSENA: Sezione tipologica 3-2 .....	46
Figura 27: Corpo d’opera WBS 4a – ARGINE COLMATA INGRESSO: Sezione tipologica 4a-1 .....	47
Figura 28: Corpo d’opera WBS 4a – ARGINE COLMATA INGRESSO: Sezione tipologica 4a-1’ .....	47
Figura 29: Corpo d’opera WBS 4a – ARGINE COLMATA INGRESSO: Sezione tipologica 4a-1’’ .....	48
Figura 30: Corpo d’opera WBS 4b – ARGINE COLMATA BACINO INTERNO: Sezione tipologica 4b-1 .....	49
Figura 31: Corpo d’opera WBS 4b – ARGINE COLMATA BACINO INTERNO: Sezione tipologica 4b-3 .....	49
Figura 32: Corpo d’opera WBS 4b – ARGINE COLMATA BACINO INTERNO: Sezioni tipologiche 4b-2 e 4b-2’ .....	50
Figura 33: Corpo d’opera WBS 5 - DIGA SUD: Sezione tipologica 5-1 .....	51
Figura 34: Corpo d’opera WBS 5 - DIGA SUD: Sezione tipologica 5-2 .....	51

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

Figura 35: Corpo d’opera WBS 5 - DIGA SUD: Sezione tipologica 5-3 Sezione completa (in alto) e dettaglio (in basso) .....	52
Figura 36: Corpo d’opera WBS 6 – NUOVA DIGA MELORIA: Sezione tipologica 6-1 (testata) .....	53
Figura 37: Corpo d’opera WBS 6 – NUOVA DIGA MELORIA: Sezione tipologica 6-2 (in alto), 6-3 (in centro) e 6-4 (in basso) .....	54
Figura 38: Corpo d’opera WBS 6 – NUOVA DIGA MELORIA: Sezione tipologica 6-5 .....	54
Figura 39: WBS 7 – Progetto 1994 / ripristino mantellata esterna – sezione tipologica .....	55
Figura 40: WBS 7 – Progetto 2005 – realizzazione mantellata in tetrapodi / tipologico .....	56
Figura 41: WBS 7 – Progetto 2005 – realizzazione mantellata in tetrapodi / prog. 199.973 .....	56
Figura 5.42 – Sezione tipologica WBS 8. ....	57
Figura 5.43 – Sezione tipologica WBS 8a – 8b .....	57
Figura 5.44 – WBS 8 / argine interno – sezione tipologica .....	58
Figura 5.45 - Ipotesi di gestione delle vasche di colmata .....	61
Figura 5.46 – Sezione di progetto .....	63
Figura 5.47 – Particolare del manufatto di sfioro .....	63
Figura 48 - Suddivisione in macro fasi degli interventi di dragaggio .....	68
Figura 49 - Draghe a benna del tipo a fune (a sinistra) e a braccio articolato (a destra) .....	69
Figura 50 - Draga aspirante refluyente stazionaria (CSD, a sinistra) e autocaricante (TSHD, a destra) ....	69
Figura 51 - Operazioni di refluitamento idraulico (Royal IHC, 2018) .....	71
Figura 52 – Sbarco di materiale da motopontone autocaricante (a destra, Isola delle Tresse, Marghera) .....	72
Figura 53: dettaglio delle aree di cantiere a terra (fonte: Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato al Progetto Definitivo e migliorie offerte dall’ Appaltatore) .....	74
Figura 54: schema dell’area di cantiere principale .....	75
Figura 55: cantiere foce armata sud .....	75
Figura 56: Composizione delle squadre interessate nelle diverse fasi di lavoro .....	80
Figura 57: Tracciato del sabbiodotto .....	89
Figura 58: sezione tipologica di scavo .....	89
Figura 59: Sabbiodotto di Bibione in esercizio (HS marine, 2019) .....	90
Figura 60: trapianto con geogriglia - sequenza di fasi operativi (estratto da Linee Guida 106/2014 ISPRA – pag. 41) .....	91
Figura 61: trapianto con geostuoia (estratto da Linee Guida 106/2014 ISPRA – pag. 52) .....	91
Figura 62: trapianto con materassi rivegetati - sequenza di fasi operativi (estratto da Linee Guida 106/2014 ISPRA – pagg. 67-68) .....	92
Figura 63 Aree di potenziale espianto e impianto individuate in fase di progettazione preliminare .....	93
Figura 64 Localizzazione del limite ipotizzato della P. oceanica presso la batimetrica dei 10 m del transetto 10 Porto .....	95
Figura 65 Aree di impianto potenziali .....	96
Figura 66: schema grafico della gestione della componente liquida della colmata .....	100
Figura 67 Zone con cortina di bolle rilasciata da un tubo perforato poggiato sul fondo (sinistra) e doppia cortina di bolle utilizzata intorno ad una imbarcazione (a destra) (© hydrotechnik lübeck gmbh) <a href="https://www.offnoise-solutions.com/the-hydro-sound-damper-system-hsd-system/">https://www.offnoise-solutions.com/the-hydro-sound-damper-system-hsd-system/</a> .....	108
Figura 68 Esempio di sistema HSD di 40 m di lunghezza (fonte: © offnoise-hsd-systems gmbh) <a href="https://www.offnoise-solutions.com/the-hydro-sound-damper-system-hsd-system/">https://www.offnoise-solutions.com/the-hydro-sound-damper-system-hsd-system/</a> .....	109

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 5.1 – Pendenze sezioni di scavo..... 64

Tabella 22: Tipologie di pezzature naturali e quantitativi in fornitura ..... 85

Tabella 2 Risultati del calcolo dell’indice PREI per le stazioni dell’area 2..... 94

Tabella 3 Coordinate geografiche WGS84 dei centroidi delle aree di impianto potenziale..... 96

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

## QUADRO PROGETTUALE

La progettazione ricomprende le opere marittime di protezione con la nuova imboccatura portuale del porto di Livorno (imboccatura Nord), il nuovo bacino portuale con il canale navigabile e i lavori di dragaggio connessi alla loro funzionalità.

Le opere rispettano gli obiettivi del Piano Regolatore del Porto di Livorno vigente revisionato a seguito dell’Adeguamento Tecnico Funzionale, nonché l’articolazione degli interventi della Prima Fase della Piattaforma Europa prevista dal documento “La nuova articolazione delle fasi attuative del PRP per le aree di espansione a mare denominate “Piattaforma Europa” - Settembre 2020” è stato approvato con Provvedimento Presidenziale n° 115 in data 07/10/2020.

Il presente Progetto Definitivo è stato sviluppato a partire dalla soluzione progettuale individuata nel PDS, aggiornata e modificata sulla base degli esiti delle indagini ambientali svolte propedeuticamente.

Dai risultati della campagna di caratterizzazione ambientale eseguita nel 2022 ai sensi del D.M. 173/2016, è tuttavia emerso come lo strato superficiale sabbioso, che nelle previsioni avrebbe potuto essere riutilizzato per l’esecuzione dei suddetti interventi di ripascimento sommerso, sia caratterizzato da una buona classe di qualità ambientale ma variabile tra le classi A,B,C, da una presenza di resti vegetali in matrice, anche all’interno della classe ambientale A e da una componente pelitica del sedimento, spesso superiore al 50%, che ne pregiudicano l’utilizzo a tale scopo.

Per trovare collocazione ai sedimenti dragati in ambiente conterminato in ambito portuale si è reso necessario predisporre un Adeguamento tecnico funzionale del Piano Regolatore Portuale (ATF, già ampiamente descritta nel quadro generale e programmatico) il quale ha previsto un significativo ampliamento dei piazzali portuali, e conseguentemente dei volumi di colmata, con spostamento verso Nord della nuova “Diga Nord”. Le opere previste dal PDS sono state oggetto di una serie di modifiche come conseguenza diretta e indiretta della modifica del layout e delle modalità di gestione dei sedimenti emerse alla luce della nuova caratterizzazione.

### 1 ALTERNATIVE E SCELTE PROGETTUALI

Lo sviluppo delle alternative progettuali, nel caso specifico, si svolge nell’ambito ristretto delle previsioni di P.R.P., all’interno del quale sono individuati sia i layout delle opere che le linee di sviluppo generali dell’infrastruttura, sottoposta in tale contesto a Valutazione Ambientale Strategica. La redazione di un P.R.P. è un processo articolato, complesso e condiviso e, per quanto i tempi di approvazione possano rendere il risultato potenzialmente superato dagli eventi, il P.R.P. è da considerarsi il più attendibile riferimento in termini di sintesi delle possibili alternative in termini di ubicazione e funzionalità.

L’ADSP ha inteso rendere le opere flessibili rispetto a successive implementazioni, anche se potenzialmente difformi rispetto alle previsioni di P.R.P.; questo è vero in particolare per la possibilità di operare con navi di maggiori dimensioni, coerentemente con l’evoluzione del naviglio commerciale e delle esigenze di mercato individuate dalla stessa ADSP, e con la possibilità di effettuare in futuro dragaggi a profondità maggiori per poter operare con le navi più grandi a pieno carico.

In merito alla valutazione delle alternative progettuali, il processo può essere suddiviso in più fasi: in primo luogo lo screening di base delle alternative progettuali è stato condotto proprio a livello di P.R.P.,

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

a priori rispetto all’incarico di progettazione affidato allo scrivente R.T.P.. Si riporta comunque nel seguito una sintesi di tale attività.

In secondo luogo, è venuta, con la collaborazione di ADSP e dei suoi consulenti, dello scrivente R.T.P. e dei tecnici e pratici del porto di Livorno, la definizione della nuova configurazione di fase 1. In questa fase sono state apportate alla prima fase attuativa una serie di modifiche in grado di migliorare la funzionalità e la sicurezza dell’infrastruttura, minimizzando l’incremento dei costi, che resta comunque assai significativo rispetto alle previsioni di P.R.P.. In particolare, le modifiche al layout si basano sul confronto di soluzioni alternative in termini di sicurezza della navigazione e agitazione interna. Tutte le modifiche sono state attuate all’interno del perimetro di P.R.P., evitando o minimizzando successive demolizioni delle opere realizzate e rispettando le profondità di escavo previste dal P.R.P. stesso.

Nell’ambito delle simulazioni di manovra, sono stati testati complessivamente 3 layout alternativi, ottimizzando progressivamente la configurazione a partire da quella del PFTE. Di tale fase si rende una sintesi nei paragrafi successivi.

Di concerto tra progettisti e ADSP, sono state affrontate una serie di scelte di dettaglio, finalizzate a rendere l’infrastruttura maggiormente rispondente alle esigenze di ADSP. Questa fase ha visto il confronto di soluzioni alternative in termini di tipologia delle opere (per esempio la scelta tra opere a gettata e a parete verticale, ovvero la scelta di eliminare i cassoni) e requisiti funzionali (per esempio la limitazione della portata di tracimazione per le opere che sottendono aree di prossima infrastrutturazione). In altri casi, si è trattato di scelte obbligate, come l’eliminazione della darsena alla foce dello scolmatore (conseguente alla presenza del gasdotto, non individuato dal P.R.P.) o l’abbassamento del piano di fondazione di alcuni settori (dove sono previsti approfondimenti oltre la quota del fondale di fase 1). Anche di tale fase si rende una sintesi nei paragrafi successivi.

Infine le nuove caratterizzazioni propedeutiche alle movimentazioni dei sedimenti previste dalla norma, hanno evidenziato che gli strati sabbiosi superficiali presentano una distribuzione notevolmente variabile delle classi di qualità (ai sensi del D.M.173/2016) all’interno delle verticali da dragare e una cospicua presenza di resti algali, condizioni che ne pregiudicano l’efficiente utilizzo a ripascimento se non a valle di costose attività di separazione. Si è resa quindi necessaria l’elaborazione di un ATF per modificare la configurazione dei piazzali e della nuova Diga Nord e ottenere così i volumi di colmata necessari.

Con le fasi sopra descritte si è arrivati alla scelta della soluzione progettuale, basata appunto su una progressiva selezione e ottimizzazione delle alternative.

## 1.1 Opzione zero

Si evidenzia che l’**opzione zero** (ovvero il non intervento) per il progetto in esame non risulta applicabile in quanto tale “alternativa” progettuale non risulta coerente con la pianificazione territoriale e in particolare con l’attuazione del Piano Regolatore Portuale.

## 1.2 Alternative progettuali analizzate nel PRP

L’“Analisi delle alternative e scelta della configurazione di Piano Regolatore” è contenuta nell’omonimo elaborato del P.R.P. del 2012 (Elab. 10.010.RR.030-1.GEN).

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

L'assetto del porto è stato oggetto di ampio dibattito, che ha condotto a varie proposte, fundamentalmente basate su un ampliamento del porto ottenuto con la creazione della cosiddetta "Piattaforma Europa", considerata indispensabile per conferire al porto di Livorno le caratteristiche di modernità e funzionalità auspiccate dall'Autorità Portuale. La soluzione dell'espansione verso Nord è obbligata, in quanto un'espansione verso la terraferma viene esclusa per i vincoli che gravano sulle aree disponibili e un'espansione verso Sud è del tutto irrealizzabile. L'analisi delle alternative ha quindi riguardato proprio l'assetto della Piattaforma Europa e la configurazione delle nuove opere foranee.

Nel documento, sulla base di un'analisi comparativa delle alternative, in parte già individuate nel documento di "Indirizzi per il Progetto Operativo", viene individuata la Soluzione di Piano, poi ottimizzata nella configurazione del nuovo Piano Regolatore del porto di Livorno e ulteriormente modificata in base alle indicazioni e prescrizioni emerse nel corso dell'iter autorizzativo.

### 1.2.1 Soluzione di piano

Le alternative sono state definite nel rispetto dei criteri generali di cui sopra e di una serie di invarianti:

1. compatibilità con la perimetrazione delle casse di colmata (oggi superata con lo svincolo delle aree);
2. necessità di una nuova diga foranea a protezione delle nuove banchine della Piattaforma Europa;
3. spostamento verso mare del terminale di sbarco degli oli e derivati;
4. opportunità di una nuova imboccatura portuale per l'accesso alle nuove banchine così come a quelle esistenti del porto commerciale;
5. necessità di contenere il volume dei dragaggi, privilegiando soluzioni che bilanciano i volumi di scavo con quelli di riporto;
6. modularità della realizzazione dell'assetto finale di Piano, con l'obiettivo rendere via via operative parte delle opere;
7. estromissione del traffico del Canale dei Navicelli dalla darsena Toscana.

Complessivamente sono state analizzate 7 soluzioni alternative, i cui caratteri distintivi sono ravvisabili primariamente nella presenza o meno di una nuova e separata imboccatura portuale di fronte alla Piattaforma Europa e, secondariamente, nella configurazione di opere foranee e banchine.

Il confronto tra le alternative descritte è stato eseguito in base all'operatività portuale, al clima meteomarinario, alla sicurezza delle manovre, alle interferenze tra i traffici ed ai criteri generali di Piano riportati in precedenza. Come era facile prevedere, la necessità di una nuova imboccatura e di una separazione dei traffici ha orientato la scelta verso la Soluzione di Piano (Figura 1), anche se la presenza della seconda imboccatura comporta una maggiore agitazione interna.

**Progetto:**

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**

Progetto definitivo

**Elaborato:**

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

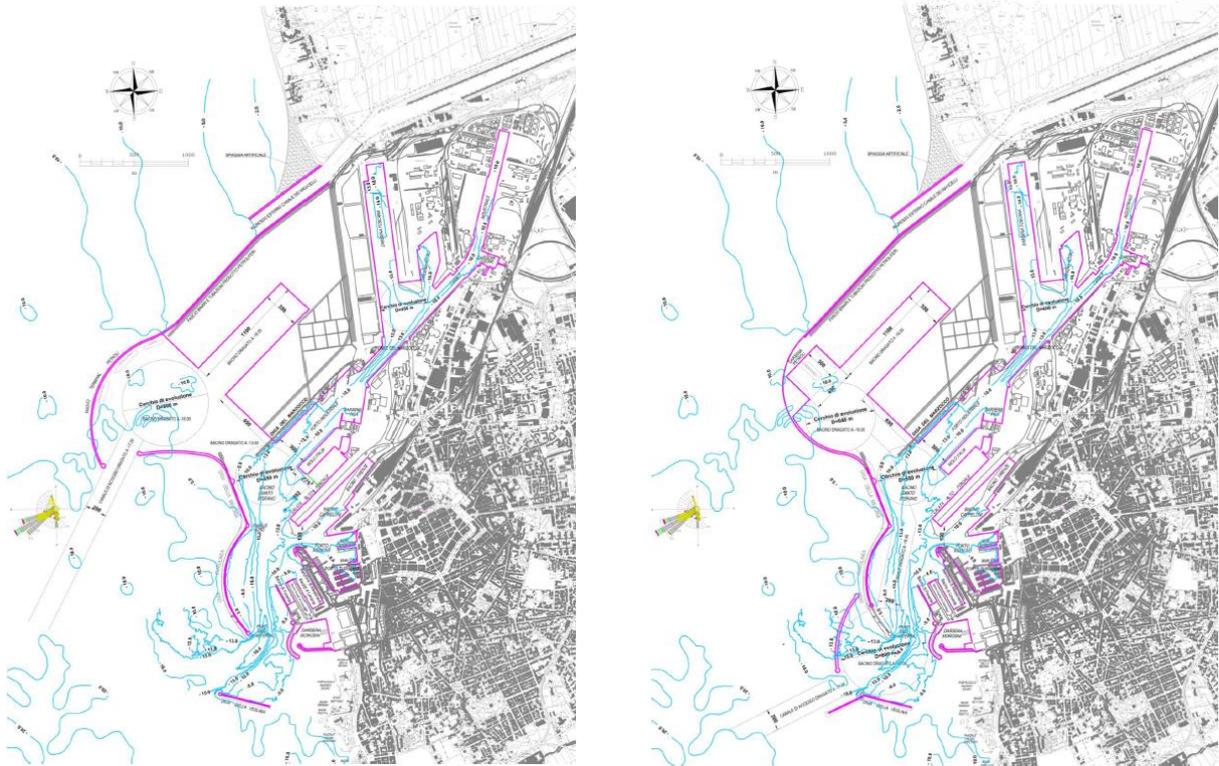


Figura 1: Soluzione di Piano ("A", a sinistra) e soluzione "F"

### 1.2.2 Soluzione di piano ottimizzata

La Soluzione di Piano è stata successivamente ottimizzata in base alle seguenti esigenze:

1. realizzare due terminali per il traffico contenitori e il traffico ro-ro / ro-pax;
2. realizzare un terminale per merci pericolose lontano dalla città e dalle altre infrastrutture portuali;
3. realizzare un nuovo ingresso diretto in porto per il canale dei Navicelli;
4. collocare le nuove banchine all'esterno delle vasche di colmata.

In base a tali esigenze è stata quindi sviluppata una seconda serie di alternative che prevedevano diverse posizioni per i terminal container e ro-ro, merci pericolose e per l'accesso al Canale dei Navicelli. In Figura 2 sono riportate una delle alternative analizzate (soluzione "A1") e la nuova Soluzione di Piano ("A8"), che prefigura la configurazione finale di P.R.P., con un antemurale esterno addizionale, il terminal container all'esterno delle colmate, il terminal ro-ro a ridosso della Diga Nord e quello per merci pericolose all'esterno di entrambi, a ridosso della parte più esterna dell'opera foranea. L'ingresso al Canale dei Navicelli avviene attraverso una via d'acqua parallela alla Diga Nord per tutta la sua lunghezza.

La nuova Soluzione di Piano continuava tuttavia a presentare criticità in termini di interferenze e sicurezza della navigazione, sia per quanto riguarda il traffico del Canale dei Navicelli con il terminal merci pericolose che quello di quest'ultimo con ro-ro e container. La soluzione di tali criticità, introdotta sulla base di più approfondite valutazioni progettuali e simulazioni di manovra delle navi, ha condotto alla Configurazione Definitiva di Piano Regolatore rappresentata in Figura 3, che allontanava ulteriormente il terminal merci pericolose dai potenziali bersagli, ampliando gli spazi di manovra e accosto principalmente a beneficio dei terminal ro-ro e merci pericolose e della riduzione delle interferenze tra i diversi tipi di traffico. Veniva infine eliminata la prosecuzione del Canale dei Navicelli a

**Progetto:**

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**

Progetto definitivo

**Elaborato:**

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

ridosso della Diga Nord e introdotta la cosiddetta “darsena fluviale” alla foce dello scolmatore (opera in seguito dimostratasi interferente con il gasdotto non individuato dal P.R.P.) e la nuova configurazione delle armature di foce dello scolmatore stesso.



Figura 2: Nuova Soluzione di Piano (“A8”, a destra) e soluzione “A1”

**Progetto:**

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**

Progetto definitivo

**Elaborato:**

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

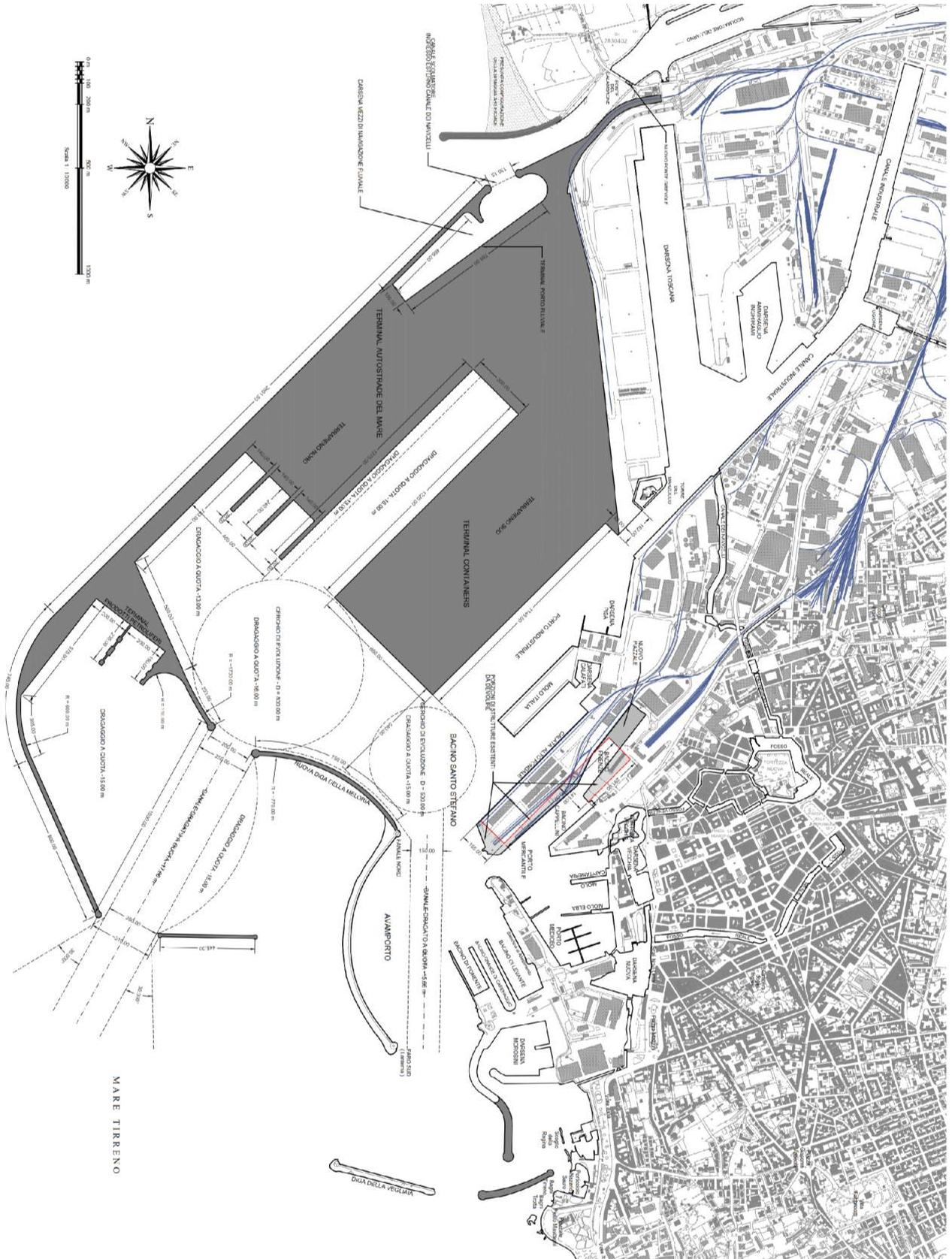


Figura 3: Configurazione Definitiva di Piano Regolatore

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

### 1.2.3 Configurazione di Adeguamento Tecnico Funzionale

Come già evidenziato nel quadro generale e programmatico, alla luce delle evidenze di seguito elencate:

- dell'entità complessiva del volume da gestire (oltre 6 milioni di m<sup>2</sup>),
- della perdurante mancanza dell'individuazione di siti di refluento a mare presso i quali spostare i sedimenti con caratteristiche compatibili sotto ognuno dei profili di indagine (refluento nel corpo idrico);
- della mancanza nelle vasche di colmata esistenti negli altri porti del sistema portuale di una capacità residua adeguata al fabbisogno del porto di Livorno;
- della necessità di escludere l'opzione scarica che non presenta una soluzione ambientalmente ed economicamente sostenibile;

la soluzione più performante sotto il profilo della sostenibilità economica ed ambientale è costituita dal refluento dei sedimenti di dragaggio dei fondali del porto di Livorno all'interno della vasca di colmata.

Da tutte le considerazioni sopra riportate è emersa la necessità di prevedere un ampliamento delle aree di colmata previste nel PRP vigente ottenuto attraverso l'introduzione di una modifica alla configurazione della diga nord ad incremento della superficie dei piazzali del molo Nord.

Inoltre, è emersa la necessità di orientare diversamente migliorando la sicurezza della navigazione, gli attracchi della darsena traghetti in modo da semplificare le manovre di ingresso ed uscita delle navi che la utilizzeranno.

L'AdSP ha pertanto applicato la procedura dell'Adeguamento tecnico funzionale che, secondo quanto indicato nelle Linee Guida per la Redazione dei Piani Regolatori di Sistema Portuale emanate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel 2017, si applica a qualsiasi proposta di revisione e/o aggiornamento al PRP vigente che, pur riguardando aspetti infrastrutturali anche significativi, non alterano in modo sostanziale la struttura del piano regolatore di sistema portuale in termini di obiettivi, scelte strategiche e caratterizzazione funzionale delle aree portuali.

In data 24/06/2022 la Capitaneria di Porto di Livorno (prot. 25669) emetteva parere positivo ai fini della sicurezza della navigazione e con delibera n. 36 del 26/06/2022 il Comitato di gestione dell'AdSP del Mar Tirreno Settentrionale ha adottato la modifica non sostanziale di Adeguamento tecnico-funzionale del vigente Piano regolatore portuale per il porto di Livorno.

In data 06/07/2022 l'ATF è stata consegnata al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (prot. 42352) per l'espressione del parere di competenza.

Si riporta di seguito le tavole grafiche del PRP con ATF.

**Progetto:**

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**

Progetto definitivo

**Elaborato:**

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

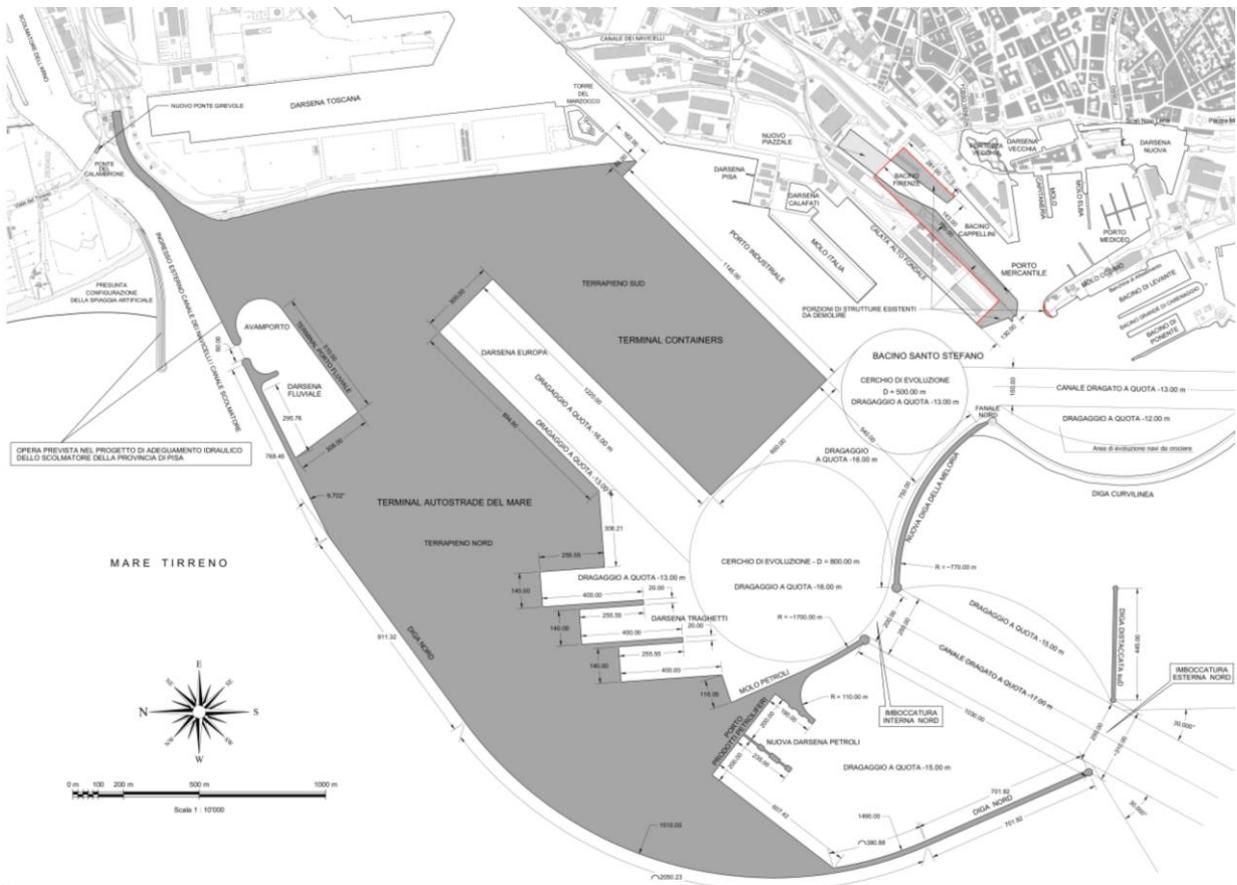
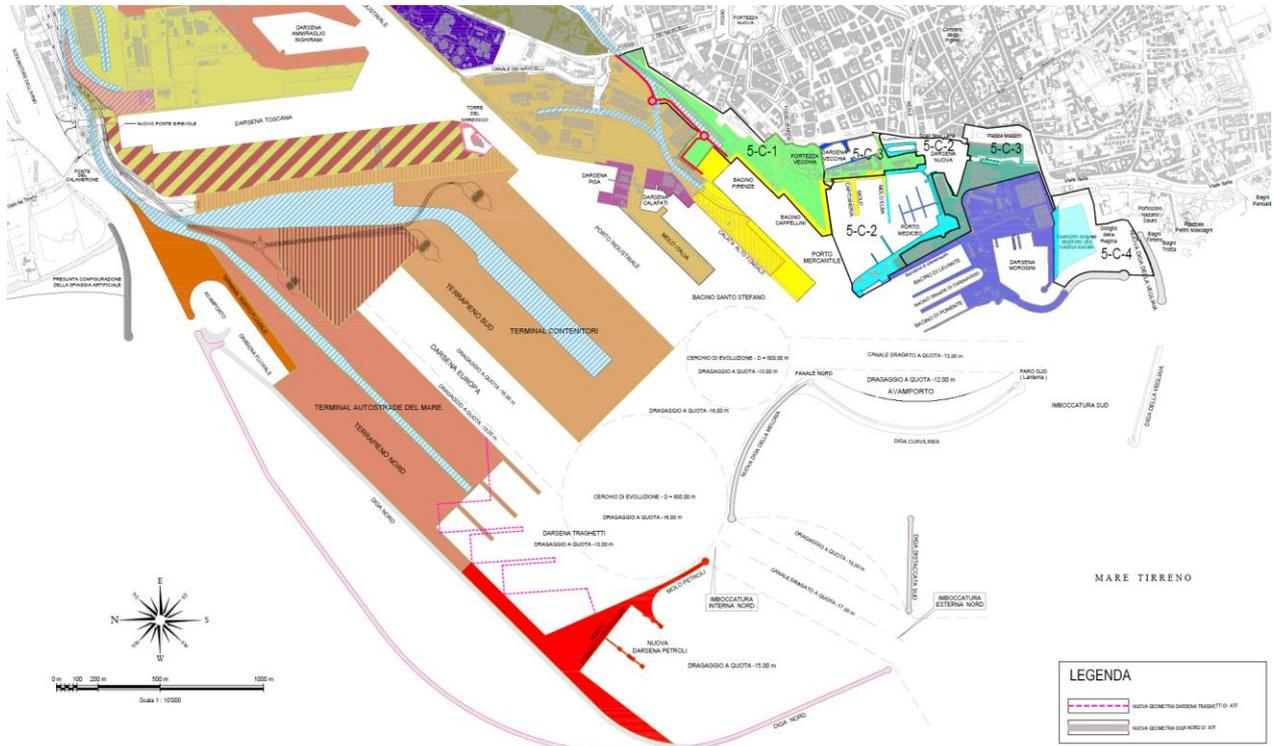


Figura 4: planimetria generale. Sovrapposizione PRP vigente con ATF

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx

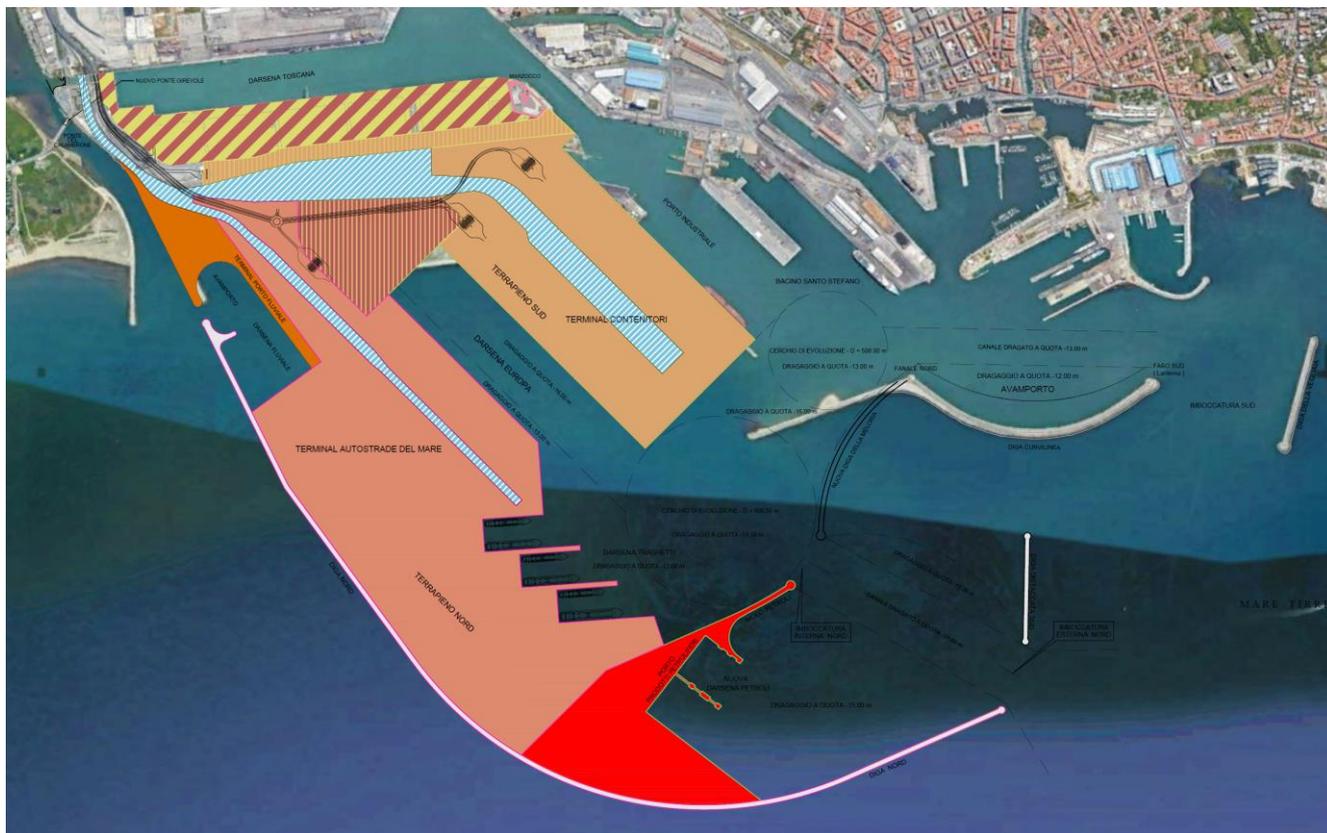


Figura 5: planimetria generale – sovrapposizione ATF con stato attuale

### 1.3 Sicurezza alla navigazione

La sicurezza della navigazione rappresenta un tema probabilmente sottovalutato a livello di P.R.P., almeno per quanto riguarda la prima fase di attuazione. In particolare, il rapporto tra le dimensioni dell'imboccatura e gli spazi di arresto e manovra all'interno dei bacini portuali pongono serie problematiche di sicurezza.

La difficoltà di agganciare i cavi di rimorchio e metterli effettivamente in tiro in mare aperto costringe infatti ad impegnare l'imboccatura a velocità non inferiori ai 6 nodi, pena la perdita di governo, solo in parte rimediabile dai rimorchiatori che, in presenza delle dighe interne, sono impossibilitati ad esercitare il tiro in tutte le direzioni durante la manovra. La problematica si presenta, in modo comunque critico, con tutte le navi portacontainer testate, sia quelle previste dal P.R.P. che quelle di progetto o prevedibili in base alle esigenze di mercato. Alle velocità indicate, l'intervento dei rimorchiatori è vitale per arrestare la nave e completare l'evoluzione, oltre che per il successivo accosto.

Il layout della prima fase di attuazione del PRP ha quindi richiesto la modifica delle dighe interne, incompatibili con la manovra delle navi e dei rimorchiatori in assistenza.

**Progetto:**  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**  
Progetto definitivo

**Elaborato:**  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx

Di seguito si riporta una breve sintesi degli studi di navigazione condotti a supporto dello sviluppo della nuova configurazione di fase 1 e, di conseguenza, del layout delle opere previste dal PDS.

Le simulazioni sono state svolte confrontando l'agibilità nautica in tre diversi layout portuali, al variare degli scenari meteomarinari (a destra un grafico riepilogativo delle simulazioni eseguite in funzione degli scenari di prova).

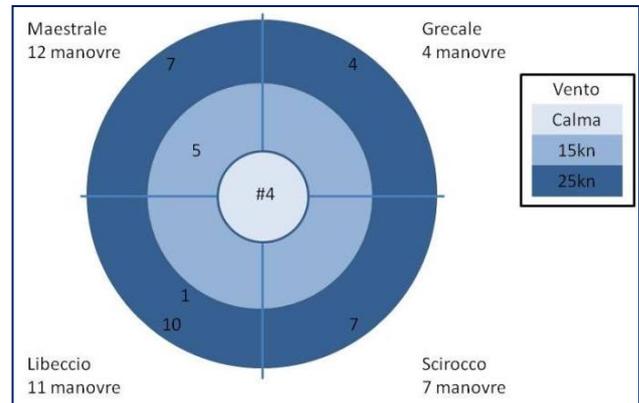
È stata studiata la manovrabilità per diverse classi di navi portacontainer: Triple E, New Panamax, Megamax e Post Panamax II (Handy Post Panamax).

Le manovre sono state eseguite dai Piloti di Livorno, coadiuvati da un esperto messo a disposizione da CETENA (ex-Capo dei Piloti del Porto di Genova) ed affiancati da personale CETENA, ADSP, progettisti, Comandanti dei rimorchiatori e Capitaneria di Porto di Livorno.

Lo studio è stato eseguito allo scopo di valutare la fattibilità delle manovre da parte delle diverse unità navali porta contenitori all'interno della Nuova Darsena Europa e in ingresso all'esistente Porto di Livorno attraverso la nuova Imboccatura Nord definita dalle opere foranee della Piattaforma Europa.

Le manovre delle diverse navi sono state simulate considerando la limitazione di pescaggio a -14.50 m s.m.m., in coerenza con l'attuale P.R.P.; i parametri di manovrabilità delle navi sono stati di conseguenza ricalibrati da CETENA. Nelle simulazioni sono stati utilizzati scenari di moto ondoso e corrente estratti dalle simulazioni e condizioni di vento uniforme sul dominio. Si rimanda allo specifico elaborato di progetto per una descrizione completa delle capacità del sistema utilizzato per le simulazioni e del programma dei test. Nelle sessioni di manovra al simulatore sono stati studiati 3 differenti layout:

- Layout 1: corrispondente al layout del PFTE (Figura 6);
- Layout 4: corrispondente al layout 1 modificato a seguito delle prime criticità emerse (Figura 6);
- Layout 5: corrispondente all'ottimizzazione del layout 4 (Figura 7)



**Progetto:**

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**

Progetto definitivo

**Elaborato:**

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 6: Confronto Layout 4 (verde) con Layout 1 (viola) - Porto di Livorno

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 7: Layout 5 (PDS) - Porto di Livorno

**Progetto:**

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**

Progetto definitivo

**Elaborato:**

STUDI AMBIENTALI

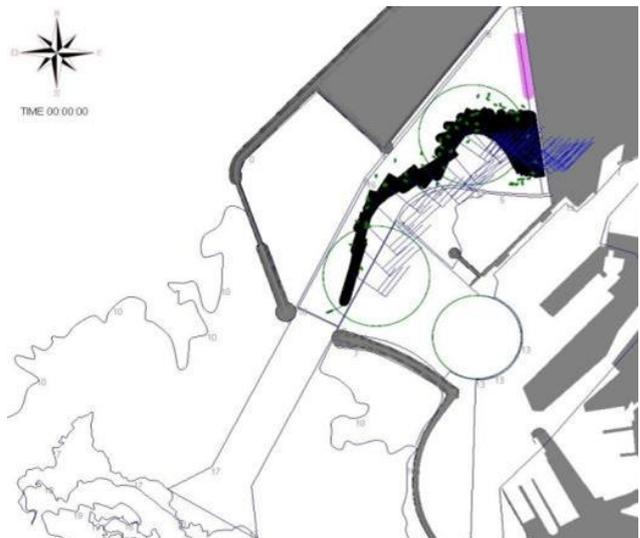
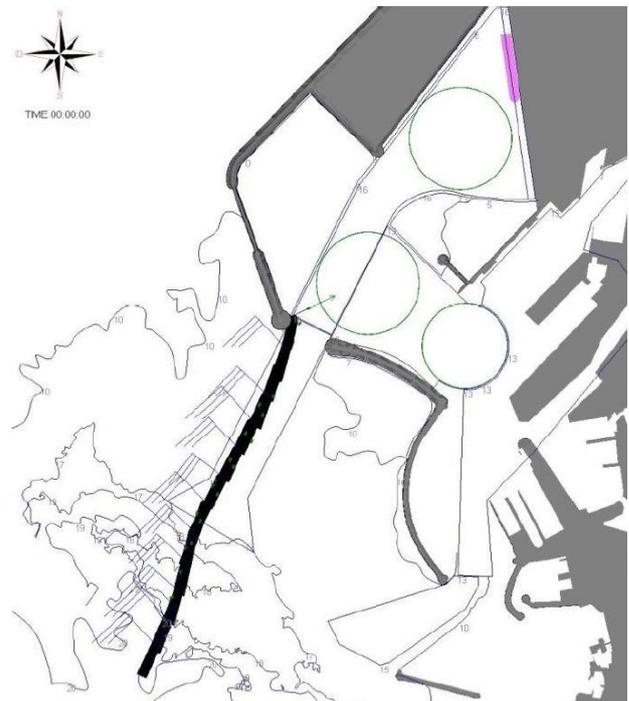
1233\_PD-C-004\_0.docx

Nel corso delle simulazioni eseguite per il layout 1 sono state evidenziate criticità in relazione alle dimensioni e alla distribuzione degli spazi di manovra (canale dragato a -17 m s.m.m. e specchi acquei interni dragati a -16 m s.m.m.); anche in condizioni di calma, infatti, il disallineamento del cerchio di evoluzione rispetto al canale di ingresso costringe il pilota a mantenere la nave verso la parte più settentrionale del cerchio di evoluzione e ad eseguire la successiva manovra di evoluzione in condizioni non ottimali. La manovra è risultata ovviamente ancora più critica, e talora fallita, con venti a 15 nodi, mentre è quasi sempre fallita con venti a 25 nodi.

Nel corso delle simulazioni è stata evidenziata la ridotta larghezza del canale di accesso (figura a destra, sopra) e la necessità di mantenere nel canale velocità non inferiori a 6 nodi. È stata ravvisata anche la necessità di ampliare il raccordo tra canale di accesso e cerchio di evoluzione per anticipare la fase di accelerazione pena, anche in questo caso, la perdita di governo (figura a destra, sotto) anche con i rimorchiatori impegnati quasi a tutta forza.

Nel corso delle simulazioni eseguite per il layout 4, l'aumento degli spazi di manovra a disposizione ha permesso di portare a buon fine praticamente tutte le manovre di ingresso e uscita, anche se con vento a 25 nodi la manovra risulta in sicurezza con l'impiego di 3÷4 rimorchiatori da 95 t. Le criticità residue hanno riguardato il ridotto spazio di manovra per i rimorchiatori in corrispondenza dell'accosto Sud della nuova banchina container e la larghezza della zona di imbocco del canale di accesso.

Il layout 5 presenta un incremento della larghezza dell'imbocco del canale di accesso e dello specchio acqueo dragato di fronte all'accosto Sud della banchina. Le simulazioni sono state più numerose e hanno riguardato sia manovre di ingresso/uscita di navi portacontainer New Panamax dirette al nuovo terminal (anche in condizioni di avaria) che manovre di ingresso/uscita di navi portacontainer (Post Panamax II) dirette al porto esistente attraverso la nuova imboccatura Nord. Le manovre sono tutte riuscite, mantenendo tuttavia una certa criticità per quelle di ingresso al porto esistente con la nave Post Panamax II e vento di Libeccio a 25 nodi. Nell'ambito della redazione del progetto definitivo non sono stati modificati gli spazi di manovra definiti nel PDS 2021, né il canale di accesso; di conseguenza, i



<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

risultati delle simulazioni condotte a supporto del PDS sono da ritenersi tuttora validi per la manovra di ingresso al terminal container.

#### 1.4 Analisi tecnico-economica delle soluzioni progettuali

Il computo sommario del costo delle opere presente nel P.R.P. ha portato, al netto della chiusura della Diga Nord (inizialmente non previsto nella fase 1), ad una notevole sottostima dei costi dell'intervento. A tale sottostima si sono sommate significative criticità, legate sia alla necessità di chiudere il varco nella Diga Nord che alle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

A fronte di evidenti problemi nella copertura finanziaria dell'opera, si è proceduto ad un'attività preliminare di "value engineering" al fine di individuare soluzioni progettuali in grado di contenere i costi e massimizzare l'affidabilità dell'opera. In tale ottica, sono state eliminate tutte le opere a cassoni (costo indicativo circa 150.000 €/m, desumibile dal CME). La Diga Nord e l'intera Nuova Diga della Meloria sono state quindi convertite in opere a gettata (costo indicativo pressoché dimezzato rispetto ai cassoni, desumibile dal CME).

Altre ottimizzazioni, anche in funzione della riduzione dei costi, riguardano una piccola modifica della curvatura della Nuova Diga della Meloria (che ha consentito di imbasare in parte l'opera su fondali più bassi), e l'eliminazione della darsena fluviale, la cui realizzazione è peraltro rinviata sine die (o quanto meno alla fase finale dell'attuazione del P.R.P.) per l'interferenza con il tracciato del gasdotto.

Per le opere con funzionalità in parte "transitoria" (cioè quelle destinate ad essere inglobate in altre opere o protette dal futuro antemurale), è stata mantenuta la scelta della "cresta bassa", accettando un livello di tracimazione elevato per evitare di realizzare strutture destinate a diventare rapidamente obsolete e ad essere parzialmente demolite nel seguito (fase 2 di attuazione del P.R.P.).

La scelta di avere opere a cresta bassa, per le opere di prima fase, deriva proprio dal fatto che è prevista la successiva realizzazione di un antemurale esterno; tale scelta comporta una riduzione dei costi di prima fase e della necessità di successive demolizioni. Sono indicate prestazioni di progetto in termini di tracimazione del moto ondoso nei tratti in cui è prevista la successiva presenza di mezzi o persone (personale non specializzato ed adeguatamente edotto circa i rischi operativi: in pratica, la viabilità e i piazzali del futuro terminal ro-ro e autostrade del mare). Si accetta quindi che nell'interludio che precederà le successive fasi realizzative vi siano fenomeni di tracimazione anche rilevanti. In ogni caso la portata di tracimazione è stata limitata a 50 l/s/m, riferita ad eventi estremi di moto ondoso associati al livello di progetto "estremo", che tiene conto dei peggiori scenari prevedibili.

I livelli di tracimazione che possono essere raggiunti non pregiudicano la possibilità di realizzare il terminal container, ma ne limitano potenzialmente l'operatività. Risulta peraltro più che mai probabile che eventi di moto ondoso tali da produrre consistenti fenomeni di tracimazione siano normalmente associati a condizioni meteorologiche tali da precludere in ogni caso le manovre di carico e scarico dei container.

Le simulazioni SWAN effettuate in condizioni estreme tengono conto della trasmissione del moto ondoso, evidenziando una modesta influenza della tracimazione sulle condizioni di moto ondoso presso le infrastrutture retrostanti. Le condizioni limite di sicurezza e operatività, per le quali le navi in accosto al terminal container non possono rispettivamente rimanere all'ormeggio o movimentare il carico, saranno oggetto di valutazione da parte del progettista del terminal container. Il progetto affidato allo scrivente R.T.P. è infatti il solo progetto delle opere foranee, non quello del terminal container (che si

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

dovrà necessariamente adeguare). Vale la pena di osservare che la finalità delle opere in progetto non è solo quella di permettere la manovra e l'accosto delle navi portacontainer, ma anche quello di allontanare parte del traffico, commerciale e non, dall'esistente imboccatura Sud e dal centro di Livorno.

## 1.5 Propedeuticità allo sviluppo futuro delle opere

Il P.R.P., nella sua definizione delle sezioni tipologiche, prefigurava già la potenziale necessità di approfondimento dei fondali; alcune opere risultavano infatti avere già un piano di fondazione posto molto al di sotto della quota di dragaggio. Nel DPP l'ADSP aveva inoltre già evidenziato la necessità di rendere l'infrastruttura portuale compatibile con navi di ultima generazione (più grandi), demandando ad una successiva variante generale del PRP l'approfondimento dei fondali necessario affinché tali navi (nello specifico quelle della classe "triple E") potessero entrare a pieno carico.

Le quote di imbasamento delle opere definite nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica e nel presente Progetto Definitivo, su specifica richiesta di ADSP, sono state quindi rese compatibili con l'eventuale successivo dragaggio, necessario all'ingresso delle navi di ultima generazione a pieno carico. Più precisamente, le opere sulle quali sarebbe stato impossibile, o eccessivamente costoso, intervenire a posteriori per renderle compatibili con dragaggi a profondità superiori (per esempio la testata della Diga Nord e parte della Nuova Diga della Meloria), sono state imbasate più in profondità di quanto sarebbe stato effettivamente necessario per l'attuazione delle opere previste dal P.R.P.. Corpi d'opera differibili saranno invece realizzati/completati a valle del successivo dragaggio (oltre le quote di P.R.P.), per evitare interventi e costi allo stato attuale inutili.

Diversamente, nel caso del tratto terminale della Diga Nord, il massiccio di coronamento non in grado di garantire i necessari livelli di trascinamento potrà, se necessario, subire successive implementazioni per ottenere la funzionalità richiesta. Si sottolinea, infatti, che la maggior parte della colmata retrostante la Diga Nord non sarà convertita in piazzali e verrà rimossa nelle successive fasi di attuazione del P.R.P. e che l'infrastrutturazione della restante parte è subordinata alla realizzazione dell'antemurale esterno, che andrà a proteggere gran parte della Diga Nord e della Nuova Diga della Meloria. Le successive implementazioni, strettamente correlate alle successive fasi di attuazione, saranno quindi oggetto di specifica analisi e progettazione in relazione alle funzionalità che dovranno essere soddisfatte

Il presente progetto non completa le opere necessarie all'apertura della nuova Imboccatura Nord verso i bacini dell'esistente porto di Livorno, demandando i dragaggi residui (Bacino S. Stefano e parte del canale di collegamento) necessari a successivo progetto ed appalto. Le nuove colmate presentano comunque volumi sufficienti ad ospitare i volumi derivanti da tali dragaggi.

## 1.6 Scelte progettuali su aspetti di dettaglio

Lo sviluppo del progetto ha affrontato una serie di alternative e di scelte, che sono state concordate con l'Autorità di Sistema Portuale sulla base delle attuali e prevedibili esigenze del porto e dei dati derivanti dalle campagne di rilievi e indagini effettuate a supporto del presente progetto, nonché sulla base delle analisi progettuali.

Si riporta di seguito una disamina sintetica degli aspetti di dettaglio (con più o meno rilevanti ripercussioni economiche e funzionali sul progetto complessivo) che sono stati affrontati durante il percorso progettuale e delle scelte che ne sono risultate.

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

Il progetto, già nella fase preliminare, ha riconsiderato le soluzioni tipologiche da adottare per le opere foranee, riducendo lo sviluppo delle dighe a cassoni. La scelta di incrementare lo sviluppo delle opere a gettata, a scapito dei cassoni, è stata condivisa con ADSP sia per la riduzione dei costi che per la maggiore tolleranza ai cedimenti, data la natura geotecnica particolarmente scadente dei fondali. L'area di intervento, a tergo delle Secche della Meloria, è infatti caratterizzata da condizioni di moto ondoso relativamente miti e da un ambiente di sedimentazione a bassa energia (almeno alle profondità interessate da gran parte del sedime delle nuove opere foranee): ciò comporta da un lato la presenza di coltri elevate di sedimenti fini e dall'altro la presenza di estese coltri di materiale organico frammisto a sedimenti fini, oltre che matte di Posidonia (purtroppo "morte", presumibilmente a seguito della presenza dello scolmatore). Ne consegue che le caratteristiche geotecniche del fondale sono particolarmente scadenti e, anche ove la coltre di sedimenti fini/organici è più contenuta o assente, il terreno di fondazione è caratterizzato da sedimenti significativamente compressibili.

In merito al tratto terminale della Diga Nord, ipotizzato come antiriflettente nel P.R.P., si è scelto appunto di realizzarlo completamente come opera a gettata, garantendo quindi in ogni caso un basso coefficiente di riflessione. La scelta finale di eliminare i cassoni, discussa e condivisa con ADSP, deriva dalla sostanziale inutilità della loro presenza in questa fase di attuazione della Piattaforma Europa e dall'eccessivo aggravio di costo che avrebbe comportato.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

### 3 SCELTA DEL LAYOUT DI PROGETTO DEFINITIVO

Il presente paragrafo è stato redatto al fine di descrivere le modifiche introdotte in fase di Progettazione Definitiva della Piattaforma Europa (redazione del PDS (PD 2021) andato in gara e del presente PD) e motivare le ragioni per le quali tali modifiche sono state introdotte.

In particolare, nel presente paragrafo sono descritti:

- i requisiti funzionali richiesti all'opera, in base alle prevedibili evoluzioni del traffico marittimo e agli studi addizionali (simulazioni di manovra in modalità "real time") condotti per la verifica della funzionalità/sicurezza dell'infrastruttura;
- le principali modifiche introdotte nel layout del PDS, rispetto a quello definito nella precedente fase di progettazione (PFTE);
- le modifiche introdotte nel presente PD, rispetto al PDS;
- le principali ottimizzazioni introdotte nelle opere, come conseguenza del più completo quadro conoscitivo (dati di base) e degli approfondimenti propri della fase progettuale;
- gli accorgimenti adottati per garantire la compatibilità del layout individuato con i prevedibili approfondimenti successivi del fondale, così come ipotizzati dalla Stazione Appaltante sulla base delle tendenze evolutive del traffico navale;

#### 3.1 Soluzione di fase 1 individuata nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

La soluzione di fase 1, così come descritta dal Documento Preliminare alla Progettazione presenta una serie di criticità, individuate nel dettaglio nel corso delle analisi modellistiche condotte nell'ambito della redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica.

Il layout di progetto della Piattaforma Europa, sviluppato dal Piano Regolatore Portuale di Livorno, prevede infatti, nella prima fase, la realizzazione dei soli tratti di radice (in scogliera) della Diga Nord e di testata (in cassoni), rimandando alle successive fasi la chiusura del varco tra i due tratti. La presenza del varco ha ovviamente delle implicazioni sulla funzionalità complessiva delle opere di prima fase.

Le principali criticità del layout di fase 1 sono state individuate nei seguenti aspetti:

- a) limitata funzionalità dell'imboccatura Nord, dovuta alla presenza del varco, che lascia esposta l'imboccatura e gli specchi acquei interni alle mareggiate di Maestrale;
- b) eccessiva agitazione interna nel porto esistente, prodotta principalmente dalla maggiore esposizione alle mareggiate di Maestrale.

Il R.T.P. ha proposto, in accordo con l'Autorità di Sistema Portuale, di modificare il layout di progetto della prima fase, inserendo la chiusura del varco nella Diga Nord e variando la posizione delle dighe interne Nord e Sud, in modo tale da:

- 1) ridurre l'agitazione ondosa e migliorare le condizioni di accesso al porto;
- 2) ridurre le sollecitazioni del moto ondoso sulle opere interne;
- 3) garantire una maggiore protezione dell'imboccatura e degli specchi acquei interni;
- 4) migliorare l'operatività e la sicurezza sia dei nuovi bacini portuali che di quelli esistenti.

In Figura 8 sono rappresentate le due configurazioni analizzate: layout di prima fase P.R.P. (a sinistra) e layout proposto nel PFTE dal R.T.P. (a destra) con completamento/chiusura della Diga Nord e riorganizzazione delle opere interne (a destra).

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 8: Layout di prima fase previsto dal P.R.P. e layout prima fase del PFTE proposto dal R.T.P.(con chiusura diga Nord)

Oltre a questo, la soluzione proposta ha consentito di sviluppare significative sinergie con la futura implementazione delle opere previste dalle successive fasi attuative, minimizzandone i costi ed i tempi di realizzazione.

Infine, sono state individuate alcune ulteriori ottimizzazioni finalizzate a massimizzare i benefici degli interventi di fase 1 rispetto alla sicurezza della navigazione attraverso l'imboccatura Nord ed alla sicurezza degli ormeggi negli accosti esistenti.

Al fine di valutare l'efficacia della proposta di modifica sono stati eseguiti, in fase di Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica, una serie di studi su modello: lo studio della penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale è stato condotto per mezzo del codice di calcolo BOUSSINESQ sviluppato da DHI (MIKE21 BW), con riferimento a mareggiate estreme caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni. Le configurazioni analizzate sono le due indicate rappresentate in Figura 8 (configurazione di prima fase previsto dal P.R.P. e layout di prima fase proposto dal R.T.P.).

Di seguito, in Figura 9 e Figura 10, si riportano rispettivamente l'andamento delle creste e le altezze d'onda significative locali (risultanti dalla composizione dell'onda incidente e di quella riflessa) per la mareggiata estrema proveniente da Maestrale. Tale mareggiata, pur essendo meno intensa di quelle provenienti dal settore principale di Libeccio-Ponente, entra direttamente dal varco nella Diga Nord e

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
  
1233\_PD-C-004\_0.docx

arriva con direzione pressoché invariata in corrispondenza della Diga Nord interna (con altezze di oltre 2.0 m).

Dall'analisi dei risultati delle simulazioni risulta evidente come **la chiusura della Diga Nord consenta di proteggere il nuovo bacino portuale, e gli specchi acquei interni esistenti**, dalle mareggiate provenienti dal settore di traversia del paraggio e in particolar modo da quelle di Maestrale.

Esiste inoltre una problematica legata all'esercizio delle banchine esistenti che si affacciano sul **Bacino Santo Stefano**, dove già allo stato attuale si lamenta la presenza di eccessiva risacca. I risultati delle simulazioni hanno infatti evidenziato **la necessità della chiusura per evitare una eccessiva penetrazione del moto ondoso** (significativamente superiore a quella attuale) **anche all'interno del porto esistente**.

La chiusura della Diga Nord, oltre a facilitare la costruzione e la manutenzione dell'opera (è possibile lavorare anche da terra), risulta anche propedeutica alla futura infrastrutturazione dei nuovi specchi acquei portuali e, in particolare, del nuovo terminal ro-ro e ro-pax previsto nell'area della nuova colmata.

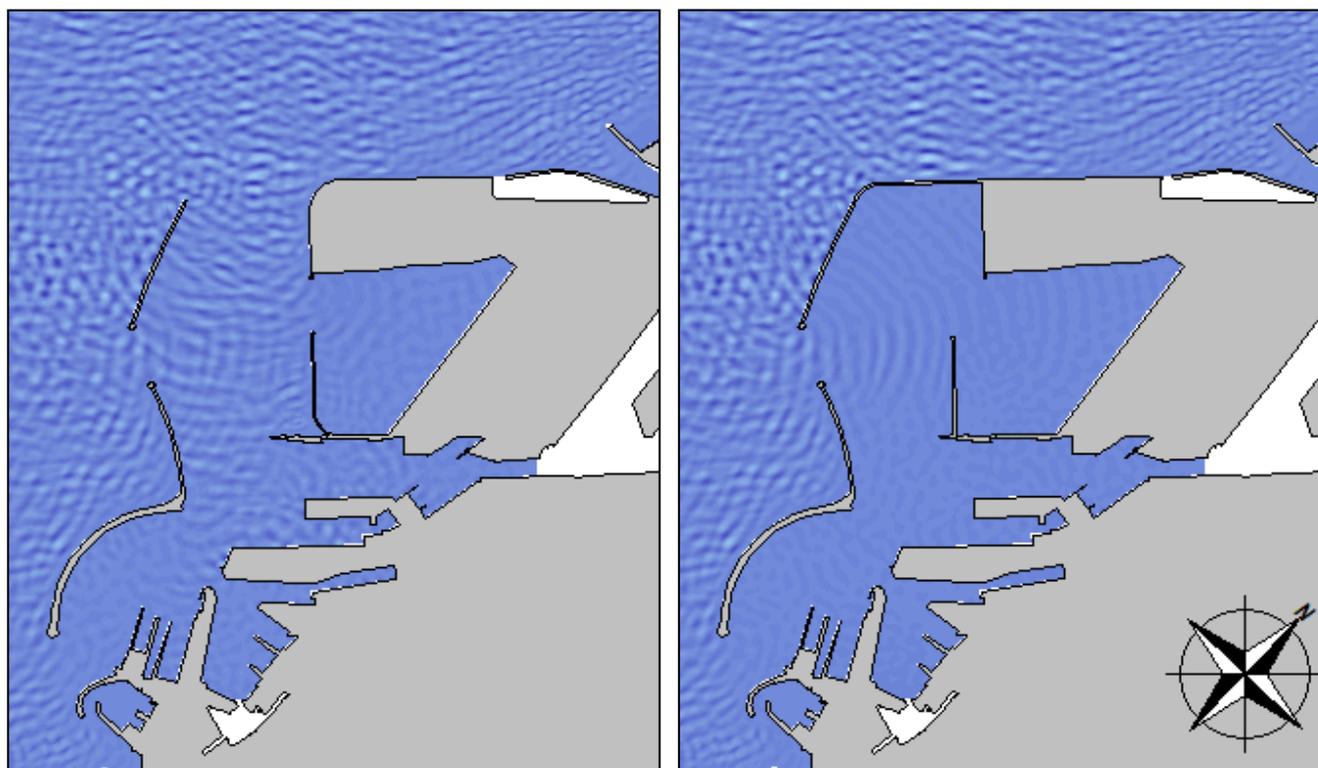


Figura 9: Andamento delle creste - Mareggiata TR 50 anni proveniente da Maestrale  
Layout di prima fase previsto dal P.R.P. (a sinistra) e layout prima fase proposto dal R.T.P. (a destra)

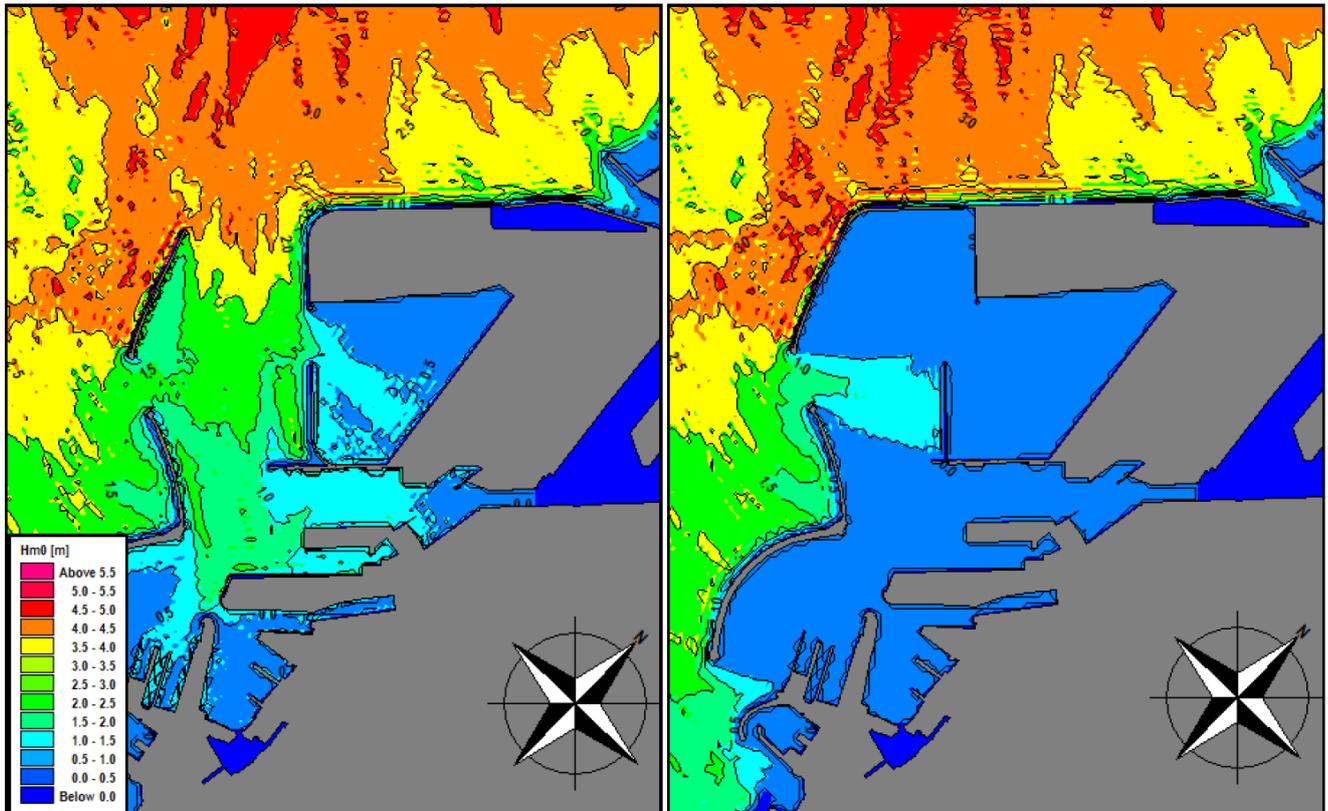


Figura 10: Penetrazione del moto ondoso TEST BW 3a (mareggiata TR 50 anni proveniente da Maestrale). Layout di prima fase previsto dal P.R.P. (a sinistra) e layout progetto preliminare (a destra)

### 3.1.1 Sintesi dei risultati delle simulazioni di manovra

Nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico-economica erano state condotte una serie di simulazioni (simulazioni in modalità "fast time" condotte con il software SHIPMA 7.0) di manovra delle navi, tenendo conto anche di portacontainer di nuova generazione (triple E). Queste simulazioni hanno evidenziato come, con la necessaria assistenza (fino a 4 rimorchiatori e con nave in perfetta efficienza), il layout di fase 1, definito in fase di redazione del P.R.P. e limitatamente corretto nel PFTE, fosse compatibile anche con il transito delle navi più grandi.

Successivamente, l'Autorità di Sistema, in accordo con la locale Autorità Marittima, ha ritenuto di dover approfondire alcuni aspetti tecnico nautici della nuova infrastruttura, legati alla possibilità di manovrare in piena sicurezza, sia per le navi dirette al nuovo terminal container che per quelle di minori dimensioni che oggi utilizzano gli scali esistenti presso la Darsena Toscana e il cui transito dovrebbe avvenire attraverso la nuova Bocca Nord.

Tale approfondimento è stato condotto attraverso l'esecuzione di una serie di simulazioni di manovra condotte in modalità "real time" presso il simulatore della società CETENA di Genova, alla presenza di tecnici dell'Autorità di Sistema Portuale, della Corporazione dei Piloti del porto di Livorno, della compagnia armatrice dei rimorchiatori, della Capitaneria di Porto di Livorno e dei progettisti.

In totale sono state effettuate circa 40 simulazioni, durante le quali sono state condotte manovre di ingresso/accosto e disormeggio/uscita con 3 tipologie diverse di nave (NEW PANAMAX, TRIPLE E, MEGAMAX, oltre ad una portacontainer di vecchia generazione con lunghezza di 334 m e DWT 135000

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

t) con diversi scenari meteomarinari. Per ciascuno scenario meteomarino sono state riprodotte le condizioni puntuali di vento, corrente e moto ondoso onde ottenere la massima verosimiglianza della simulazione.

Le simulazioni hanno permesso ai tecnici di familiarizzare con il nuovo layout del porto, con le nuove manovre conseguenti e con le caratteristiche dei mezzi. Le dimensioni eccezionali dei mezzi, anche in relazione alle dimensioni degli spazi di manovra, e l'altrettanto rilevante superficie velica, hanno determinato una serie di criticità. In estrema sintesi, le navi si sono dimostrate sensibili alla perdita di governo con velocità al di sotto dei 5÷6 nodi, circostanza che, nella manovra specifica, si verifica a ridosso del cerchio di evoluzione o al suo interno.

L'attraversamento dell'imboccatura avviene in sicurezza, sia in ingresso che in uscita, con velocità della nave superiori a 6 nodi; velocità inferiori, in condizioni estreme (25 kN), possono determinare la perdita di governo e/o la collisione con le opere foranee.

Le simulazioni hanno quindi evidenziato come l'aumento delle dimensioni del cerchio di evoluzione e, in particolare, l'incremento degli spazi di manovra in ingresso al cerchio di evoluzione, permettano non solo di avere maggiore spazio di manovra nelle fasi più critiche, ma di anticipare le fasi di accelerazione (o ritardare quelle di decelerazione) mantenendo la nave al di sopra della velocità minima di governo in tutte le fasi critiche della manovra.

Il layout del PDS, poi emendato nel presente PD sotto aspetti che non riguardano la navigabilità, è stato sviluppato sulla base degli esiti delle simulazioni condotte sul layout del PFTE (rivelatosi inadeguato al nuovo naviglio) e successivamente testato con successo con un'ulteriore serie di simulazioni. L'esito di queste ultime è stato senza dubbio positivo, pur rimanendo alcune criticità in condizioni meteomarine estreme, la cui frequenza di accadimento è peraltro molto bassa e comporterebbe *downtime* del tutto accettabili.

### 3.2 Modifiche introdotte nella configurazione di fase 1 del PDS

Nella seguente figura (Figura 11) sono messi a confronto il layout del PFTE e quello del PDS. Le principali modifiche intercorse rispetto al PFTE sono:

- 1) allargamento del canale di accesso (WBS 10), la cui larghezza all'imbocco viene portata a 500 m, con progressiva rastremazione verso l'imboccatura fino a 250 m (larghezza netta al fondo – cunetta - in corrispondenza dell'imboccatura); le dimensioni consentono di ridurre l'effetto di suzione delle scarpate, per le grandi navi, e di correggere la rotta in caso di parziale perdita di governo;
- 2) allargamento degli spazi di evoluzione interni (WBS 11 e 12), sensibilmente verso la Diga del Marzocco (dove la nuova Diga Sud – WBS 5a - si riduce a circa un terzo della lunghezza prevista in PFTE) e in misura minore lungo la colmata (dove l'argine viene arretrato di una ventina di metri e lo spigolo SO stondato); l'allargamento del raccordo tra imboccatura e cerchio di evoluzione permette una più facile entrata e uscita dal cerchio di evoluzione, acquistando prima la velocità di governo; l'arretramento delle opere rigide consente inoltre una più completa operatività e sicurezza dei rimorchiatori;

**Progetto:**

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**

Progetto definitivo

**Elaborato:**

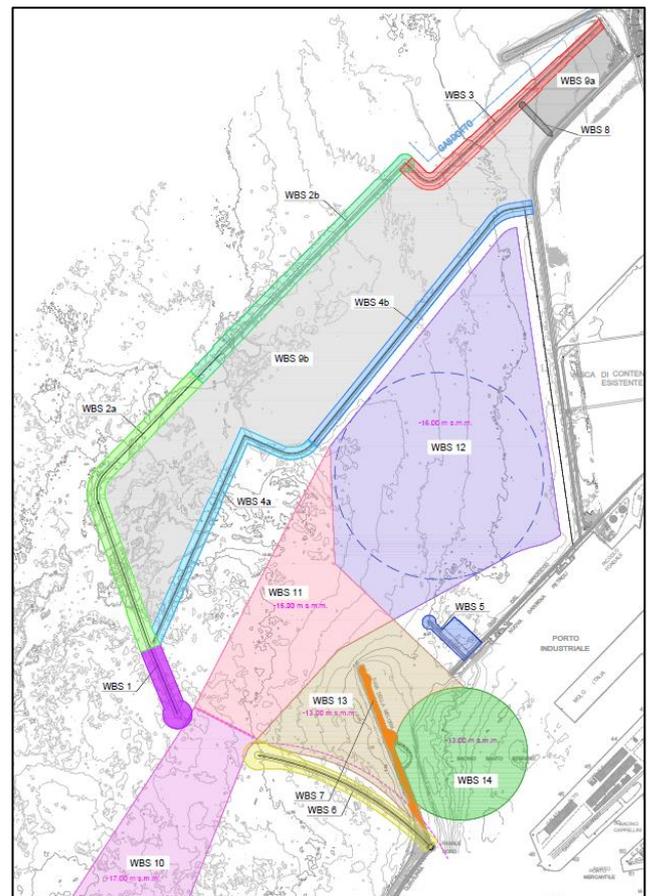
STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

- 3) ampliamento della colmata verso la Diga Nord, dove vengono eliminati i cassoni per passare a un'opera a gettata; l'ampliamento è necessario per contenere i maggiori volumi di dragaggio conseguenti all'ampliamento delle aree di manovra dragate a -16.0 m s.m.m.;
- 4) eliminazione della colmata Sud (WBS 5).

Oltre alle modifiche precedentemente descritte, funzionali all'operatività ed alla sicurezza dell'infrastruttura marittima, sono state introdotte anche alcune modifiche secondarie, finalizzate alla razionalizzazione dell'intervento:

- a) stralcio del molo esterno della darsena fluviale;
- b) adeguamento delle opere interne della darsena fluviale;
- c) ottimizzazioni varie delle opere (continuità del percorso carrabile lungo la Diga Nord, realizzazione di un piazzale lungo la Diga Sud ed altri dettagli costruttivi minori).



<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

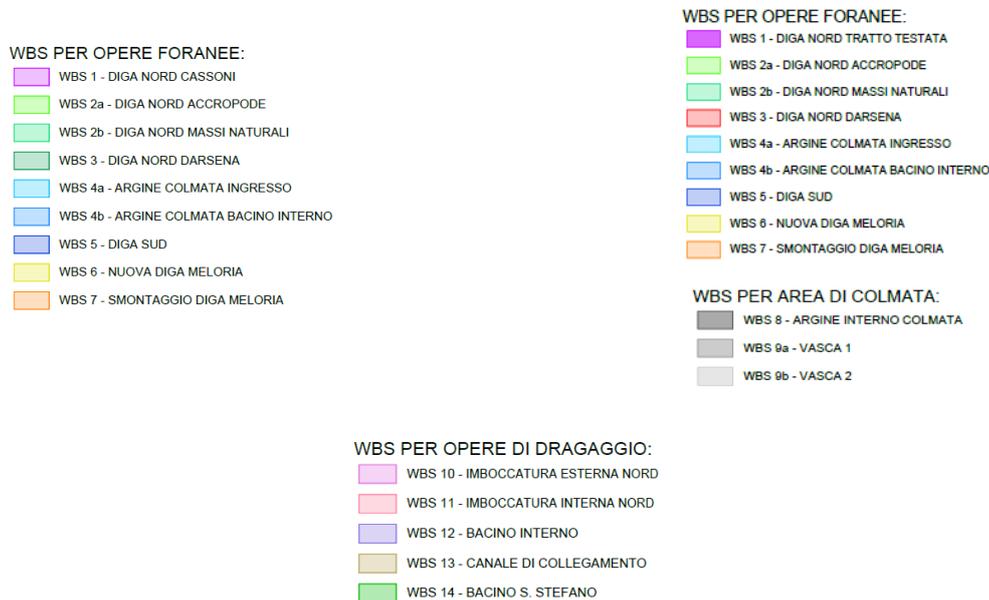


Figura 11: Confronto tra layout del PFE e layout del Progetto Definitivo Semplificato

### 3.3 Modifiche introdotte nella configurazione di fase 1 del presente Progetto Definitivo

Nella seguente figura (Figura 12) sono messi a confronto il layout del PDS posto a base di gara e quello del presente PD. Le principali modifiche introdotte sono:

- 1) ampliamento verso Nord della colmata: la Diga Nord (WBS 2a e WBS 2b) viene traslata verso Nord-Ovest; l'ampliamento è necessario per contenere i maggiori volumi conseguenti all'impossibilità di utilizzare i sedimenti dragati per il ripascimento sommerso del litorale di Marina di Pisa (cfr. ATF 2022);
- 2) modifica dell'orientamento dell'argine interno della colmata in prossimità dell'imboccatura (WBS 4a e WBS 4b): la modifica è conseguenza dell'ottimizzazione del layout dei pontili della futura Darsena Traghetti (cfr. ATF 2022);
- 3) incremento della lunghezza del tratto in accropode della Diga Nord (WBS 1); l'allungamento è conseguenza della modifica alla WBS 4a.

Oltre alle modifiche precedentemente descritte, sono state introdotte anche alcune modifiche secondarie, finalizzate alla razionalizzazione delle fasi costruttive dell'intervento:

- a) eliminazione degli scavi di imbasamento per la WBS 3 e la WBS 5;
- b) inserimento di un argine interno (WBS 8) per la realizzazione di una prima vasca conterminata, alla radice della Diga Nord, per contenere il materiale proveniente dagli scavi di imbasamento (WBS 9B – Primo settore);
- c) spostamento della vasca impermeabilizzata WBS 9, conseguente alla necessità di disporre, alla radice della diga, di una prima vasca conterminata per contenere il materiale proveniente dagli scavi di imbasamento (WBS 9B – Primo settore);

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

- d) inserimento di una scogliera temporanea a protezione del nucleo della scogliera sul lato interno della WBS 2b e della WBS4b (tratto di radice); la scogliera sarà successivamente rimossa e riutilizzata nell'ambito del presente intervento per completare la costruzione delle mantellate esterne e delle protezioni al piede di altri corpi d'opera;
- e) modifica dei muri paraonde e dei massi di coronamento della WBS 2a per effetto della traslazione verso Nord della Diga e delle conseguenti diverse azioni ondose;
- a) stralcio dal presente progetto del dragaggio del Bacino S. Stefano (WBS 14) e di parte del canale di collegamento (WBS 13), che verrà demandato a successivo progetto e appalto.

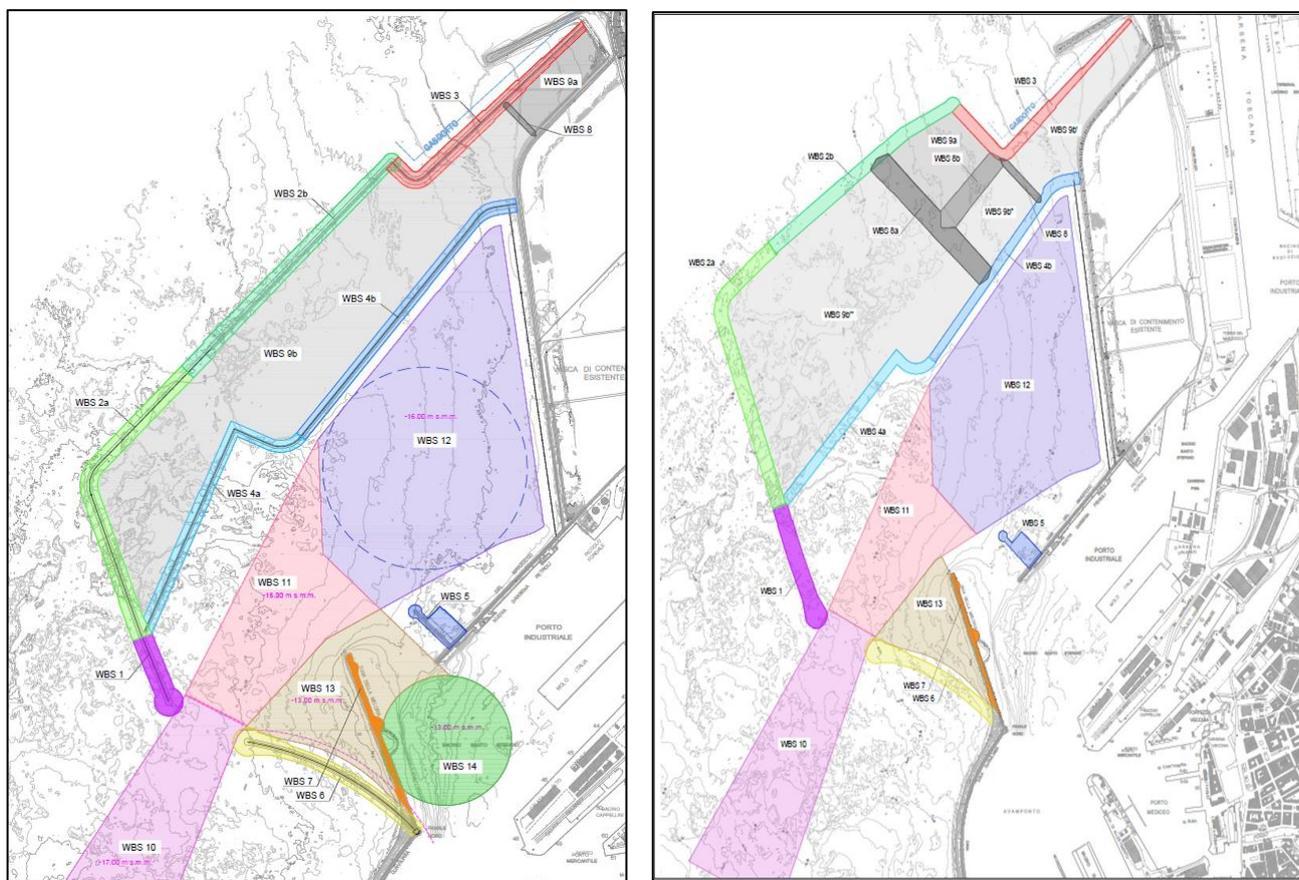


Figura 12: Confronto tra layout del Progetto Definitivo Semplificato e layout del presente Progetto Definitivo

### 3.4 Compatibilità con eventuali successivi sviluppi

Il layout progettuale del progetto definitivo, come peraltro quelli già definiti in fase di PFTE e PDS, è compatibile con le future esigenze di approfondimento dei fondali (che dovranno essere oggetto di successivi ATF).

Il layout del Progetto Definitivo, sulla scorta delle risultanze delle simulazioni di manovra eseguite presso la società CETENA, è stato modificato rispetto al PFTE. Il layout modificato tiene conto anche della più prevedibile evoluzione del naviglio portacontainer, che comporterebbe la possibilità di eseguire, in

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

futuro e se necessario, un ulteriore dragaggio finalizzato al transito a pieno carico di navi classe Triple E e MEGAMAX.

In sostanza, la maggior parte delle opere ubicate in prossimità delle aree di dragaggio sono state concepite in modo tale da poter garantire futuri approfondimenti senza doverle demolire o realizzare ulteriori interventi di protezione al piede. Fa eccezione il lato interno della Diga Nord per il quale, per l'implementazione del nuovo terminal ro-ro, dovranno essere previsti specifici interventi di salpamento della scogliera.

Le previsioni di massimo approfondimento dei fondali, concordate con l'Autorità di Sistema, sono di seguito sintetizzate:

1. approfondimento del canale di ingresso al porto alla profondità di -19.0 m s.m.m.;
2. approfondimento del canale profondo interno alle opere foranee di fase uno alla profondità di -18.0 m s.m.m. (compatibile con il pescaggio a pieno carico di 16.5 m delle portacontainer di nuova generazione);
3. approfondimento a -18.0 m s.m.m. del cerchio di evoluzione del terminal container;
4. realizzazione del cerchio di evoluzione previsto nella fase finale (fase 3) di attuazione del P.R.P. ed eventuale approfondimento dello stesso a -18.0 m s.m.m..

#### 3.4.1 Opere future di rimozione della colmata – non previste in progetto

Si evidenzia che alcune opere, in particolare la WBS 4a e una parte della colmata saranno oggetto di successivo smontaggio e rimozione per la realizzazione delle darsena traghetti; tali attività saranno eseguite nelle successive fasi di attuazione del PRP in conformità all'articolazione temporale che verrà ridefinita al valle dell'approvazione finale dell'ATF.

In tale fase di progettazione sono state individuate a livello preliminare le possibili modalità operative delle lavorazioni, ma si sottolinea che le suddette opere di smontaggio e rimozione saranno oggetto di specifico progetto.

La porzione di colmata a ridosso della Diga Nord è destinata ad essere parzialmente rimossa nelle successive fasi di attuazione del PRP, assieme all'opera foranee (WBS 4a) affacciate sullo specchio acqueo portuale. La colmata in progetto è destinata a contenere sedimenti di classe A, B, C, D\* <sup>1</sup> e D (classificazione ai sensi del D.M. 15/07/2016 n. 173) derivanti dal dragaggio del canale di accesso e degli specchi acquei portuali.

Il materiale conferito in colmata sarà in parte derivante da dragaggio idraulico e in parte da dragaggio meccanico (in massima parte quest'ultimo); si prevede quindi che, con il progredire del processo di

---

<sup>1</sup> Campioni classificati in "D" che rientrano in uno dei casi sottostanti, possono essere gestiti come i sedimenti di classe C:

- con tossicità del sedimento "Assente" o "Bassa" (secondo il criterio ponderato o tabellare), purché collocati non a contatto con le pareti laterali o il fondo del bacino conterminato parzialmente o totalmente emerso;
- il pericolo ecotossicologico valutato secondo i criteri di integrazione ponderata sia dovuto per 2/3 alla fase solida.

In questi casi la classe viene segnalata come una D\*, e trattata come classe C

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

consolidazione, il sedimento possa diventare progressivamente più consistente e palabile in vista di un suo successivo riutilizzo per la formazione di riempimenti in ambito portuale.

Le fasi successive di attuazione del PRP prevedono infatti un parziale smontaggio della porzione di colmata per la realizzazione delle darsene traghetti, in coerenza con il PRP.

Il sedimento conferito in tale ambito della colmata risulterà entro classe C (o D\*) presumibilmente conforme alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) riferite alla destinazione d'uso (colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006) e dovrebbe quindi risultare adatto, dal punto di vista ambientale, al riutilizzo previsto. In ogni caso, si prevede di effettuare una completa caratterizzazione del terreno da movimentare all'interno della colmata per accertare l'idoneità al suo riutilizzo, secondo normativa vigente.

La destinazione finale del sedimento che verrà collocato all'interno della porzione di colmata da demolire è costituita dalle nuove colmate da realizzarsi nelle successive fasi di attuazione del P.R.P. (piazzi container, darsena petroli), ma potrà anche essere temporaneamente utilizzato per la formazione di ricariche e precarichi nella zona dei piazzali ro-ro e Autostrade del Mare.

La movimentazione del sedimento presente in colmata, in funzione del grado di maturazione della colmata al momento della sua rimozione, potrà avvenire attraverso lo scavo con mezzi meccanici o con draga operante all'interno del perimetro della colmata.

La rimozione dell'argine perimetrale avverrà al termine del processo di vuotamento e costruzione delle nuove banchine; i materiali derivanti dalla rimozione degli argini, interamente riciclabili ad eccezione dei gossinici che verranno smaltiti in conformità alla normativa vigente, verranno impiegati per la realizzazione delle opere foranee previste nelle successive fasi di attuazione del P.R.P.

Si sottolinea che al momento attuale non sono definibili in dettaglio i tempi di attuazione per i suddetti interventi, i quali verranno eseguiti previa progettazione delle opere e relative procedure ambientali autorizzative, ove necessarie.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

## 5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

### 5.1 Scopo dell'intervento

La realizzazione delle opere previste nella prima fase della Piattaforma Europa permetterà di raggiungere primari obiettivi di interesse generale del P.R.P., quali un miglioramento della sicurezza della navigazione ed il rilancio della competitività dello scalo livornese, la cui circoscrizione ricade all'interno di un'area di crisi industriale complessa.

Il porto di Livorno potrà, con la realizzazione della nuova imboccatura Nord e del nuovo canale di accesso, suddividere e specializzare i traffici navali transitanti in porto tra l'imboccatura Sud e la nuova imboccatura Nord. La suddetta separazione dei traffici per tipologia (traffici commerciali, crociere e passeggeri) tra le due imboccature incrementerà la sicurezza della navigazione, riducendo i rischi derivanti da traffico promiscuo e riducendo il numero di accessi sulla singola imboccatura. Si sottolinea che il presente progetto non comprende parte dei dragaggi necessari a realizzare il collegamento tra la nuova Darsena Europa e i bacini dell'esistente porto di Livorno. Tali interventi sono demandati a successivo progetto e appalto, ma le nuove colmate sono comunque predisposte per contenerne i volumi.

Contestualmente, la realizzazione della nuova imboccatura aumenterà la sicurezza della navigazione in quanto diminuirà la complessità e pericolosità della manovra, così come i tempi di transito delle navi. Inoltre, verranno allontanati i traffici "potenzialmente pericolosi" dal porto turistico e dalla città.

La situazione attuale, relativa al traffico navale in entrata nel porto di Livorno, viene rappresentata in Figura 13, mentre la situazione ottimale, raggiunta con la realizzazione delle opere foranee di difesa, viene rappresentata in Figura 14)

Le navi container e commerciali potranno avere un nuovo canale navigabile dedicato e di dimensione adeguata per accedere direttamente al porto commerciale; la nuova imboccatura consentirà inoltre, grazie ai dragaggi previsti sia sul canale di accesso che nel bacino di evoluzione, il transito e l'ormeggio di navi contenitori di capacità fino a 12.000/16.000 TEUs. Le due capacità si riferiscono alle due differenti tipologie di navi che potrebbero frequentare il porto di Livorno: il limite dei 12.000 TEUs si riferisce alla classe New Panamax, che sono le navi in grado di attraversare il canale di Panama dopo l'ampliamento del 2009; mentre il limite dei 16.000/18.000 TEUs si riferisce alle navi della classe Triple-E (Economia di scala, Efficienza energetica, Ecocompatibilità) che costituiscono una delle più recenti generazioni di navi ULCV (Ultra Large Container Vessel). Queste unità, insieme alle più grandi navi classe "MEGAMAX" e rappresentano il futuro del trasporto dei container.

I lavori di dragaggio previsti consentiranno l'accesso alle navi contenitori di portata fino a 16.000 TEUs, assicurando franchi sotto la chiglia adeguati alle condizioni morfologiche dei fondali e meteomarine del paraggio.

Lo studio della navigabilità condotto al simulatore "real time" ha verificato come il layout di progetto possa essere compatibile anche con le navi più grandi citate, purché queste abbiano un pescaggio corrente compatibile con il fondale (indicativamente non oltre 14.5 m).

Progetto:  
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
 Progetto definitivo

Elaborato:  
 STUDI AMBIENTALI  
 1233\_PD-C-004\_0.docx

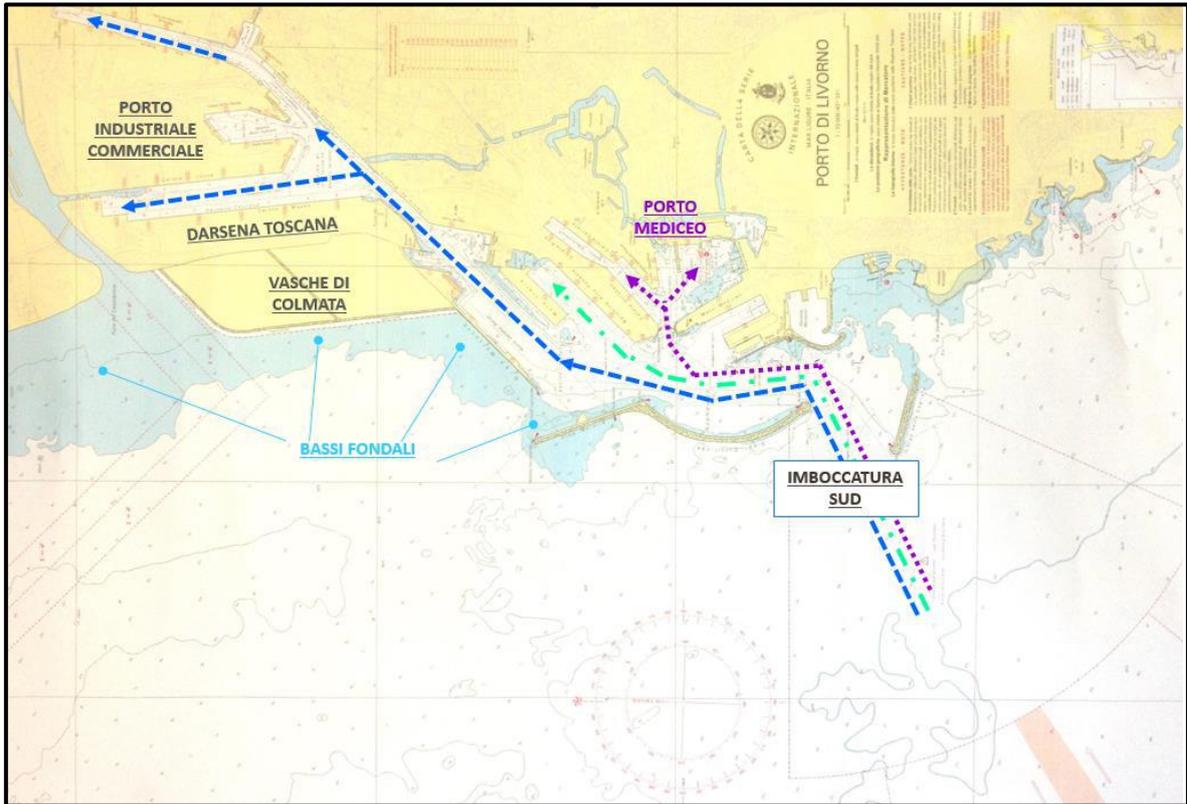


Figura 13: Porto di Livorno, stato attuale e rotta di ingresso (unica)

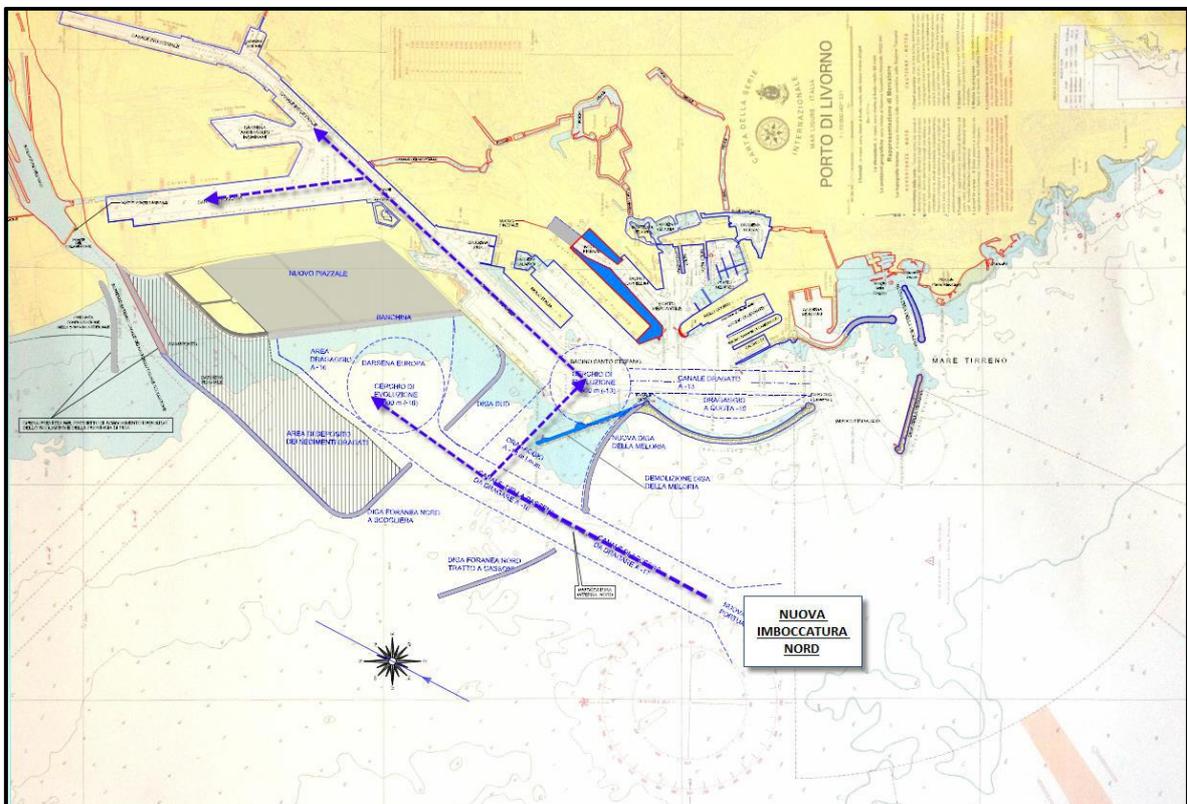


Figura 14: Porto di Livorno, stato di progetto con imboccatura Nord e nuova rotta di ingresso

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

## 5.2 Individuazione delle diverse opere o corpi d'opera che compongono il progetto

Il progetto prevede l'ampliamento del Porto di Livorno mediante la realizzazione di un nuovo molo di sopraflutto (Nuova Diga Nord), la riconfigurazione e il prolungamento della diga del Marzocco (Nuova Diga Sud) e lo smontaggio e riconfigurazione del tratto settentrionale della diga della Meloria (Nuova Diga della Meloria). Più in dettaglio, in funzione della tipologia di infrastruttura e della destinazione d'uso prevista, sono stati individuati i seguenti corpi d'opera (identificati dalla sigla WBS; cfr. Figura 15):

- WBS 1 - DIGA NORD TRATTO TESTATA
- Nuova Diga Nord, realizzata a gettata con scogliera in accropode.
  - Opera non accessibile: rischio della vita umana limitato
  - Struttura a gettata (riparabile): danneggiamento incipiente, ripercussione economica media
- WBS 2 - DIGA NORD ACCROPODE (2a) e DIGA NORD MASSI NATURALI (2b)
- Collegamento verso terra della Diga Nord, interamente realizzato a gettata, composto dai seguenti corpi d'opera: primo tratto più esterno con mantellata in accropode (WBS 2a) e tratto più interno con mantellata in massi naturali (WBS 2b).
  - Opera accessibile: rischio della vita umana elevato
  - Struttura a gettata (riparabile): danneggiamento incipiente, ripercussione economica media
- WBS 3 – DIGA NORD DARSENA
- Tratto terminale della Diga Nord (opera a gettata) coincidente con la scogliera interna della costruenda darsena, la cui realizzazione è prevista nelle successive fasi di sviluppo della Piattaforma Europa.
  - Opera accessibile: rischio della vita umana elevato
  - Struttura a gettata (riparabile): danneggiamento incipiente, ripercussione economica media
- WBS 4 – ARGINE COLMATA INGRESSO (4a) e ARGINE COLMATA BACINO INTERNO (4b)
- Perimetro interno degli argini che conterminano la colmata (opera a gettata), composto da un primo tratto di argine adiacente al canale di ingresso (WBS 4a) e da un secondo tratto di argine in adiacenza al bacino interno (WBS 4b).
  - Opera accessibile: rischio della vita umana elevato
  - Struttura a gettata (riparabile): danneggiamento incipiente, ripercussione economica media
- WBS 5 - DIGA SUD
- Riconfigurazione e completamento della diga del Marzocco interamente a gettata.
  - Opera non accessibile: rischio della vita umana limitato
  - Struttura a gettata (riparabile): danneggiamento incipiente, ripercussione economica media
- WBS 6 – NUOVA DIGA MELORIA
- Riconfigurazione del tratto settentrionale della Diga della Meloria, previa demolizione di parte dell'esistente scogliera; la nuova opera sarà interamente del tipo a gettata.
  - Opera non accessibile: rischio della vita umana limitato
  - Struttura a gettata (riparabile): danneggiamento incipiente, ripercussione economica media.

Il pietrame per la formazione di nucleo e imbasamento potrà essere sostituito con materiale lapideo di diverso fuso granulometrico in grado di rispondere alle specifiche esigenze funzionali e ambientali, previa conferma della rispondenza mediante opportuna relazione di calcolo e prove su modello fisico.

Progetto:  
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
 Progetto definitivo

Elaborato:  
 STUDI AMBIENTALI  
 1233\_PD-C-004\_0.docx

Nel progetto esecutivo si procederà alla definizione di dettaglio delle caratteristiche e modalità di posa in opera del materiale, che dovranno in ogni caso evitare qualsiasi impatto negativo non previsto sull'ambiente

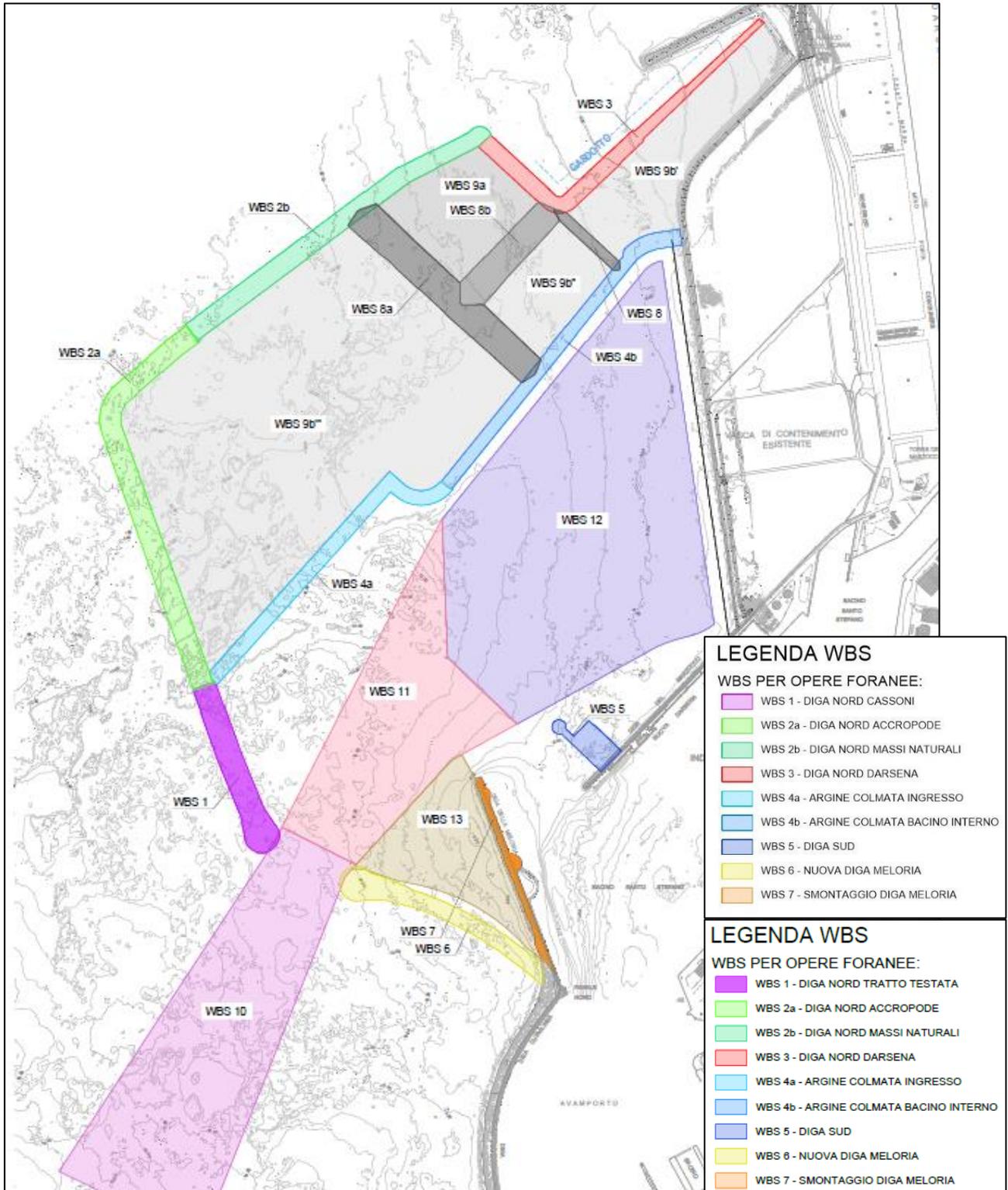


Figura 15: Planimetria di progetto con rappresentazione dei corpi d'opera

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

### 5.3 Descrizione dell'intervento

La progettazione riguarda le opere marittime di protezione della nuova imboccatura portuale (imboccatura Nord), il nuovo bacino portuale (Darsena Europa) con il canale di accesso, e i lavori di dragaggio connessi alla loro funzionalità.

Più in dettaglio, per quanto riguarda le opere marittime, si prevede l'ampliamento del Porto di Livorno verso Nord mediante la realizzazione di un nuovo molo di sopraflutto (Diga Nord), la riconfigurazione della diga del Marzocco (Diga Sud) e lo smontaggio e riconfigurazione del tratto settentrionale della diga della Meloria (Nuova Diga della Meloria).

Gli interventi di dragaggio sono finalizzati alla preparazione del piano di imposta delle nuove opere (bonifica dell'imbasamento), all'approfondimento dei fondali del canale di accesso (tratto esterno a -17 m s.m.m. e tratto interno a -16 m s.m.m.) e alla realizzazione dei bacini/darsene interne (darsena del nuovo terminal container a -16 m s.m.m. e fondali retrostanti la Nuova Diga delle Meloria a -13 m s.m.m.).

Il materiale dragato, pari a circa **15 milioni di metri cubi**, andrà gestito all'interno di una colmata che verrà realizzata creando una vasca di adeguata capacità all'interno del nuovo bacino portuale; la vasca sarà conterminata, sul lato mare, dalla Diga Nord e, sul lato interno, da argini in scogliera.

Una porzione della vasca di colmata sarà opportunamente impermeabilizzata al fine di contenere eventuali aliquote di sedimenti di classe "D" ("ambiente conterminato ed impermeabilizzato" ai sensi del D.M. 15/07/2016 n. 173), mentre la parte restante realizzerà un "ambiente conterminato" per sedimenti di classe A, B, C e D\*.

L'intervento è stato suddiviso in corpi d'opera, identificati con la sigla WBS, che individuano le opere marittime (dighe esterne e interne) e i dragaggi (canali interno ed esterno e bacini interni).

Inoltre, in corrispondenza delle due testate della nuova imboccatura il progetto prevede l'installazione di due fari, di altezza totale di 5 metri, con strumentazione per la segnalazione costituita da fanale marino autoalimentato con portata fino a 12Mn e un power pack con n. 2 pannelli solari da 180 W con regolati e batterie.

Nei successivi paragrafi si riporta una descrizione dettagliata delle opere marittime e dei dragaggi, con riferimento ai corpi d'opera in cui è stato suddiviso l'intervento; si riporta, inoltre, lo schema previsto per la gestione della colmata. Per un maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati grafici specifici.

#### 5.3.1 Opere marittime

In funzione della tipologia di infrastruttura e della destinazione d'uso prevista, sono stati individuati 7 corpi d'opera principali per le opere marittime, identificati dalla sigla WBS e rappresentati nella planimetria di figura seguente con l'indicazione delle tracce delle sezioni tipologiche di progetto.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

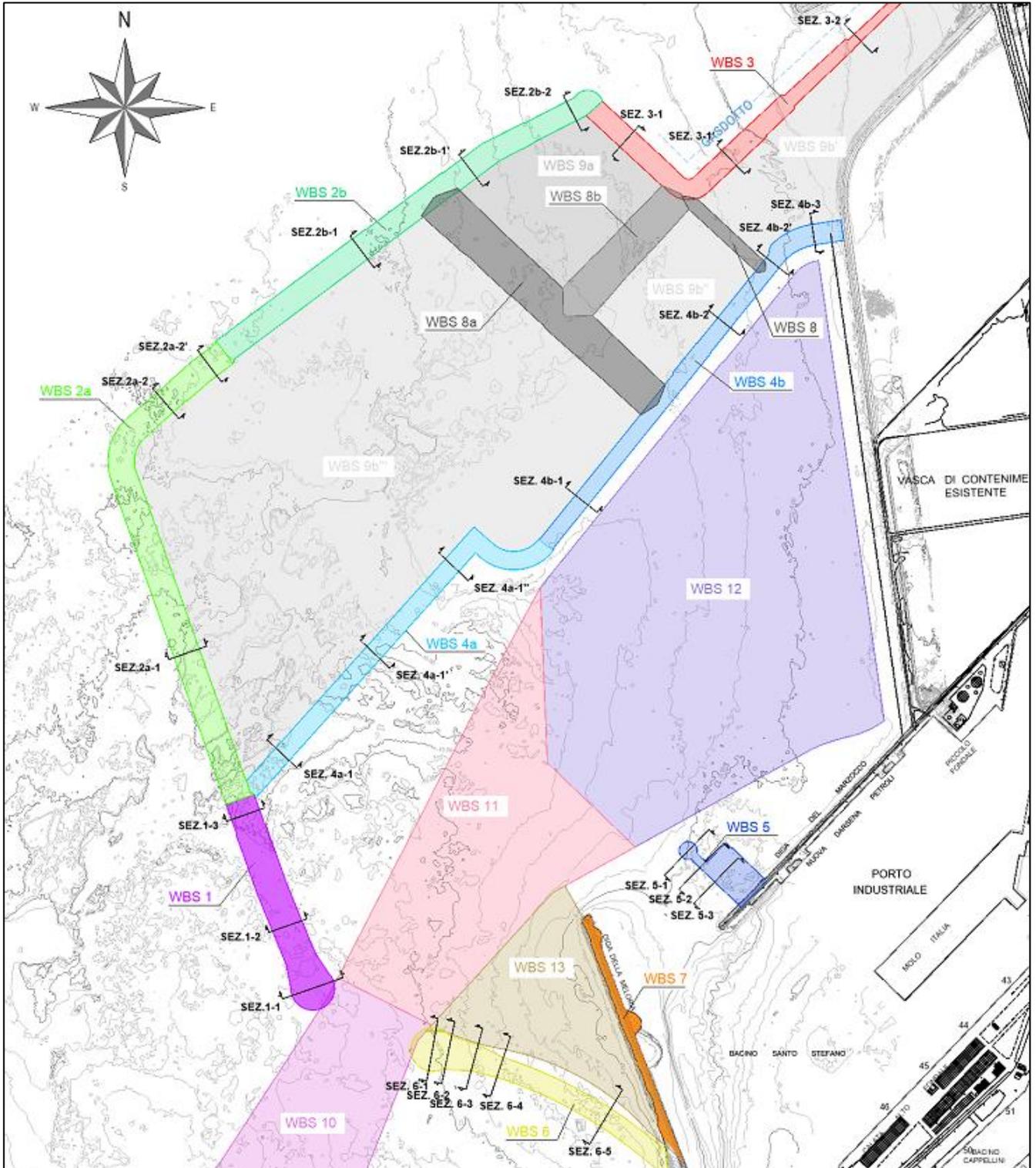


Figura 16: Planimetria di progetto con rappresentazione dei corpi d'opera per le opere marittime

### 5.3.1.1 WBS1

Il corpo d'opera **WBS 1 – DIGA NORD TRATTO TESTATA** (ovvero il tratto più esterno della diga Nord, che si estende dalla testata della diga fino al raccordo con il terrapieno della nuova colmata) sarà realizzato

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

con massi artificiali tipo accropode®; l'opera sarà imbasata a profondità variabili tra -21.30 m s.m.m. (sezione di testata, SEZ. 1-1) e -12.80/-11.00 m s.m.m. (sezione corrente, SEZ. 1-2 e SEZ. 1-3 in Figura 18), con quota di coronamento a +5.00 m s.m.m. e pendenza delle scarpate di 4:3.

Le dimensioni degli accropode sono variabili da 5 m<sup>3</sup> per la testata (SEZ. 1-1) a 4 m<sup>3</sup> per la sezione corrente (SEZ. 1-2 e SEZ. 1-3). In corrispondenza del coronamento della sezione di testata (SEZ. 1-1) verrà realizzato un dado di fondazione in calcestruzzo di forma circolare (diametro 5.00 m e spessore 3.65 m) per l'installazione del fanale di ingresso al porto.

In corrispondenza della testata (SEZ. 1-1), al piede della mantellata in accropode, verrà realizzata una berma con strato esterno in massi di III categoria (da 3.0 a 7.0 t), poggiante sullo strato filtro in massi di I-II categoria da 0.5÷1.5 t e su un imbasamento in massi di I categoria da 0.5 a 1.0 t (Figura 17). Per quanto riguarda la sezione corrente (SEZ. 1-2 e SEZ. 1-3), anche in questo caso al di sotto della mantellata in accropode verrà realizzato uno strato filtro costituito da un doppio strato di massi di I-II categoria da 0.5÷1.5 t, che proseguirà anche come imbasamento del piede della scogliera. La berma al piede della sezione corrente, presente sia sul lato esterno che sul lato interno (sezione simmetrica; Figura 18), sarà invece realizzata con massi di II-III categoria (da 2.0 a 4.0 t). Il nucleo e l'imbasamento (nel corpo centrale dell'opera) saranno costituiti da pietrame di pezzatura 50÷500 kg. Prima della posa della scogliera si prevede il consolidamento del fondale mediante vibrosostituzione. Tra il terreno trattato e l'imbasamento verrà posizionata una geogriglia.

Si fa presente che in sede di progettazione esecutiva i massi tipo Accropode potranno essere sostituiti da altre tipologie di massi artificiali in funzione delle tecnologie costruttive disponibili all'esecutore garantendo comunque le medesime prestazioni in termini strutturali e di stabilità delle opere.

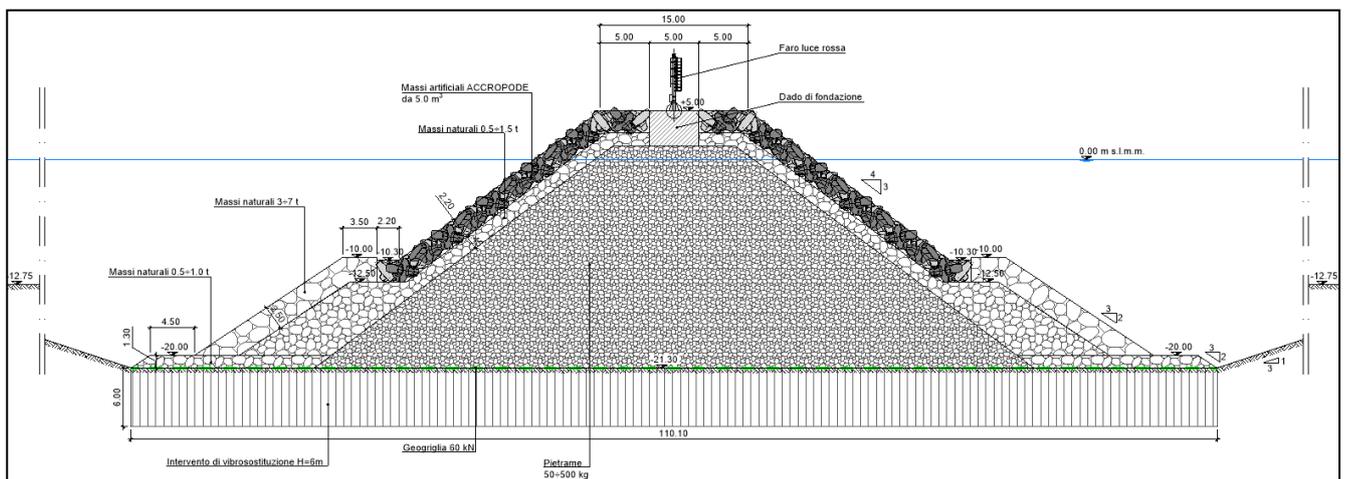


Figura 17: Corpo d'opera WBS 1 - DIGA NORD TRATTO TESTATA: Sezione tipologica 1-1 (testata)

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

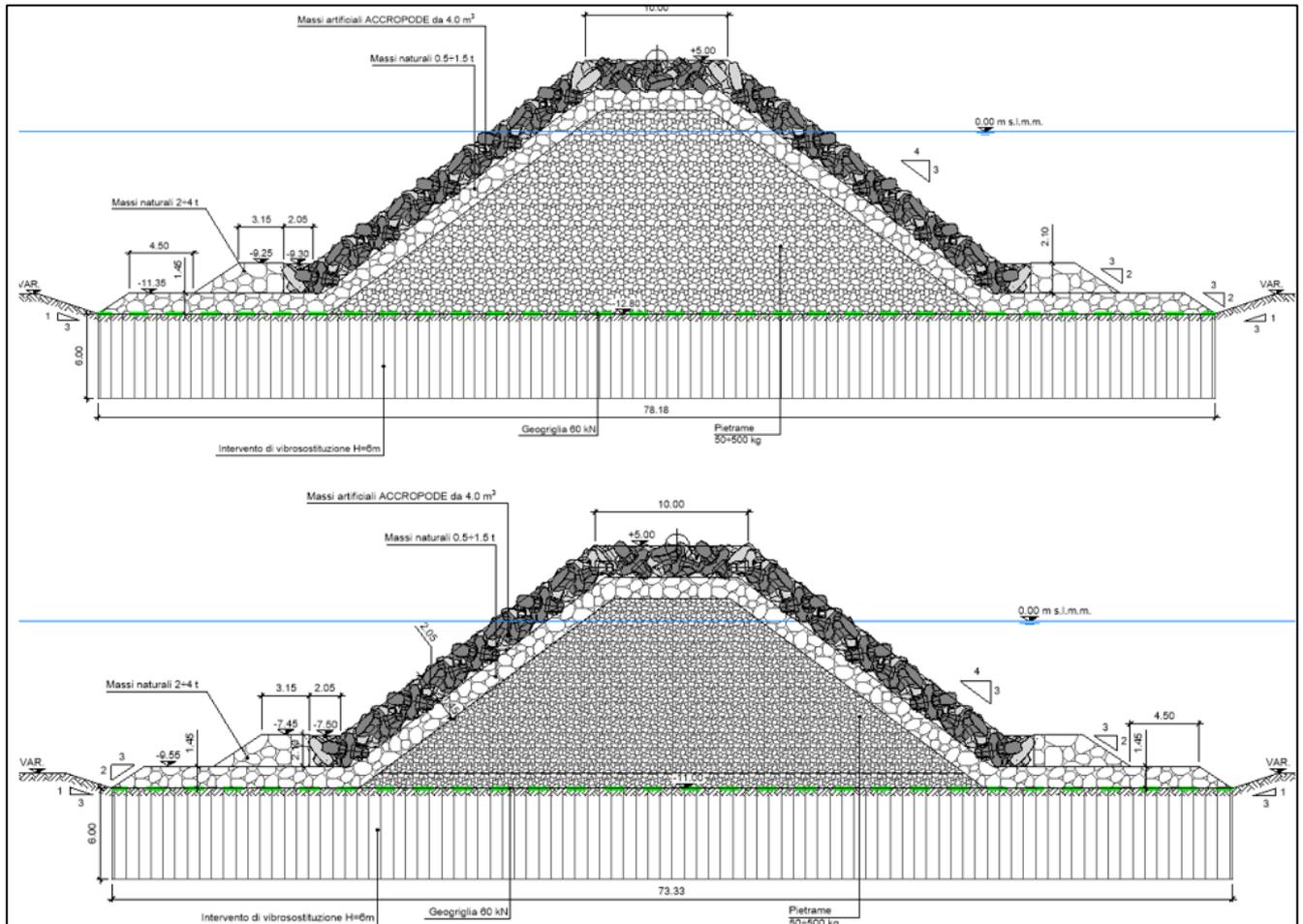


Figura 18: Corpo d'opera WBS 1 - DIGA NORD TRATTO TESTATA: Sezione tipologica 1-2 (in alto) e 1-3 (in basso)

### 5.3.1.2 WBS2

Il corpo d'opera **WBS 2a - DIGA NORD ACCROPODE** (ovvero il tratto più esterno della diga Nord che delimita la colmata) sarà realizzato con massi artificiali tipo accropode® con pendenza della scarpata di 4:3; l'opera sarà imbasata a profondità variabili tra -12.00 e -11.00 m s.m.m..

Il **primo tratto con mantellata in accropode® da 4 m<sup>3</sup>** (sezione tipologica 2a-1 rappresentata Figura 19) ha quota di coronamento della scogliera pari a +5.00 m s.m.m.. Sul coronamento verrà realizzato un masso in calcestruzzo sopraelevato di 50 cm rispetto alla sommità della scogliera per consentire il transito dei mezzi e del personale addetto alle manutenzioni; il masso di coronamento sarà dotato di sfiati (fori circolari di diametro 30 cm) per ridurre le sottopressioni dovute alla sottospinta dell'onda.

Al di sotto della mantellata in accropode® da 4 m<sup>3</sup> verrà realizzato uno strato filtro costituito da un doppio strato di massi di I-II categoria 0.5÷1.5 t, che proseguirà come imbasamento per il piede esterno della scogliera; al piede verrà realizzato un ringrosso con berma in massi di II-III categoria (da 2 a 4 t). Il lato interno della scogliera sarà realizzato in massi naturali di II-III categoria (pezzatura da 2 a 4 t) con pendenza della scarpata di 3:2; la mantellata in massi naturali verrà posata sul nucleo, previa interposizione di un filtro in geotessile. Il nucleo e l'imbasamento saranno costituiti da pietrame di

pezzatura 50÷500 kg; prima della posa della scogliera si prevede il consolidamento del fondale mediante vibrosostituzione; tra il terreno trattato e l'imbasamento della scogliera verrà posizionata una geogriglia.

Il **tratto più riparato** della nuova Diga Nord, dopo la curva (sezioni tipologiche 2a-2 e 2a-2', rappresentate in Figura 20), **con mantellata in accropode® da 2 m<sup>3</sup>** ha quota di coronamento della scogliera pari a +4.50 m s.m.m.; anche questo caso in sommità verrà realizzato un masso in calcestruzzo sopraelevato di 50 cm rispetto alla sommità della scogliera per consentire il transito dei mezzi e del personale addetto alle manutenzioni. Al di sotto della mantellata in accropode® da 2 m<sup>3</sup> verrà realizzato uno strato filtro costituito da un doppio strato di massi di I categoria 0.5÷1.0 t, che proseguirà come imbasamento per il piede esterno della scogliera; al piede verrà realizzato un ringrosso con berma in massi di II-III categoria (da 2 a 4 t). Il lato interno della scogliera sarà realizzato in massi naturali di II-III categoria (pezzatura da 2 a 4 t) con pendenza della scarpata di 3:2; la mantellata in massi naturali verrà posata sul nucleo, previa interposizione di un filtro in geotessile.

Il nucleo e l'imbasamento saranno costituiti da pietrame di pezzatura 50÷500 kg; prima della posa della scogliera si prevede il consolidamento del fondale mediante vibrosostituzione; tra il terreno trattato e l'imbasamento della scogliera verrà posizionata una geogriglia.

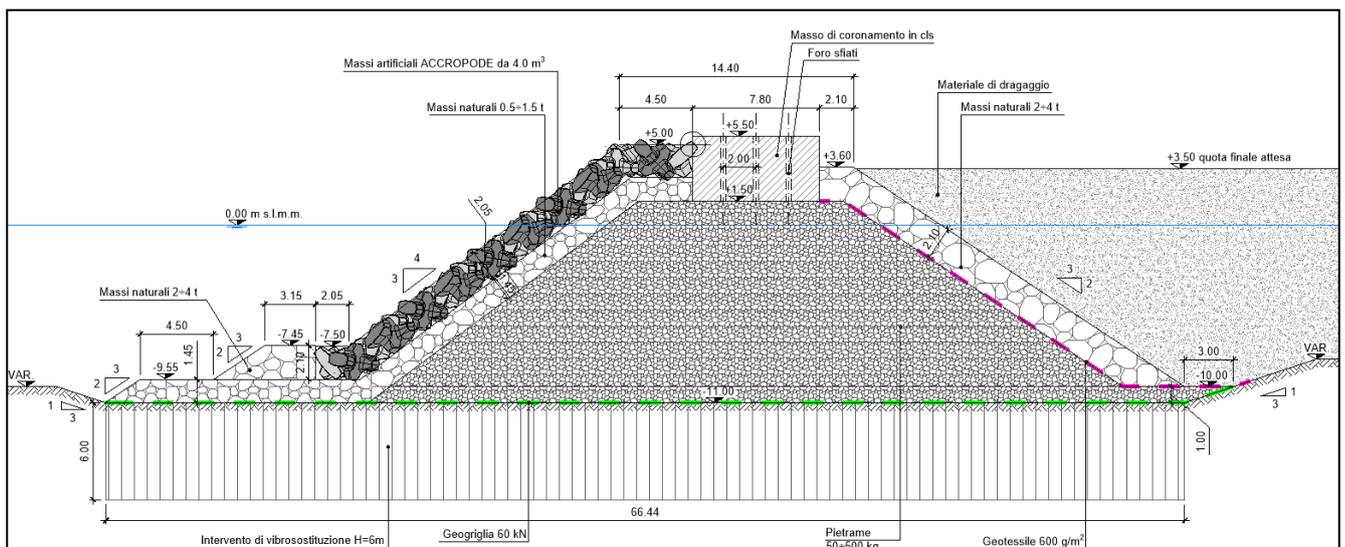


Figura 19: Corpo d'opera WBS 2a - DIGA NORD ACCROPODE: Sezione tipologica 2a-1 (accropode da 4 m<sup>3</sup>)

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

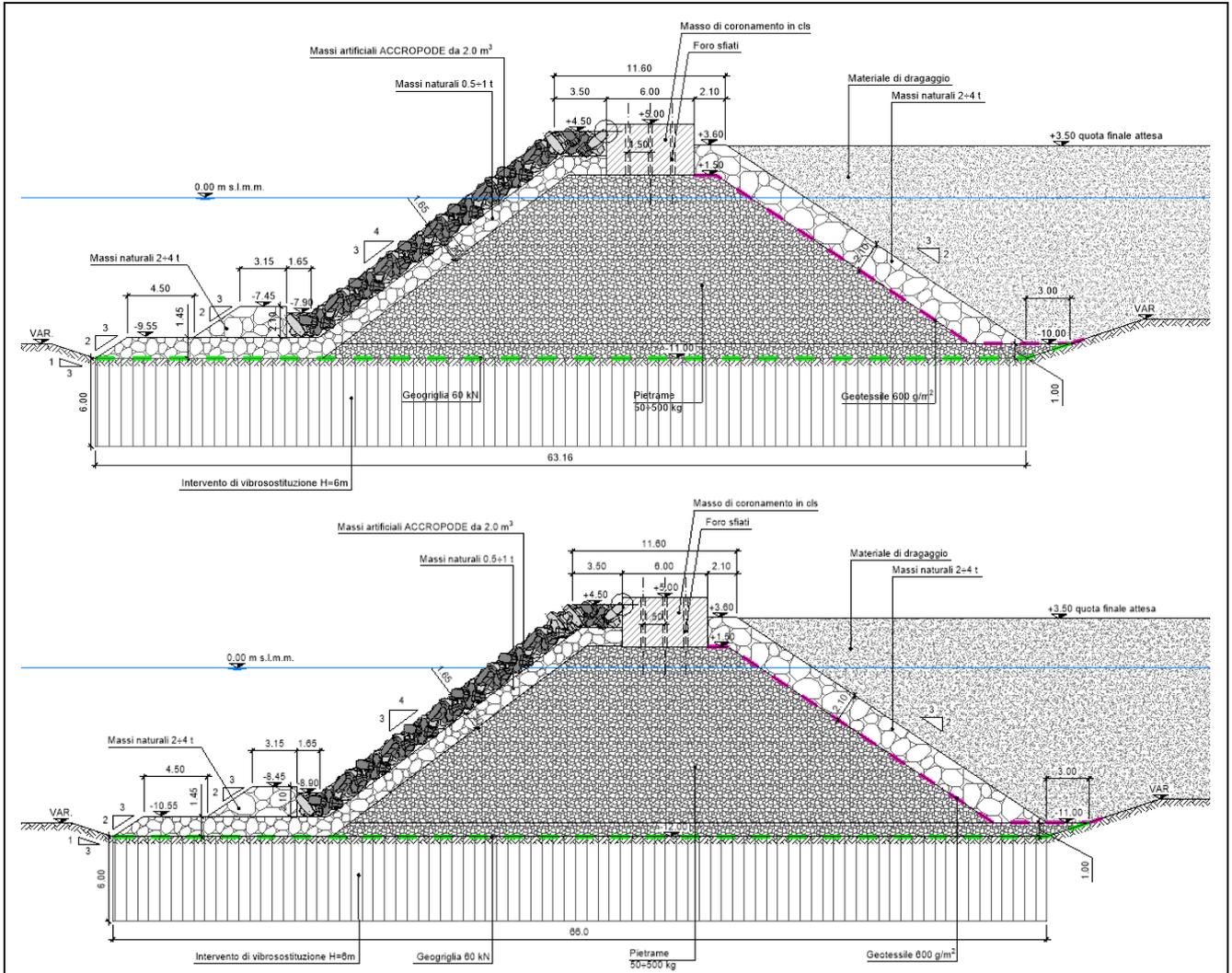


Figura 20: Corpo d'opera WBS 2a - DIGA NORD ACCROPODE: Sezioni tipologiche 2a-2 e 2a-2' (accropode da 2 m<sup>3</sup>)

Il corpo d'opera **WBS 2b – DIGA NORD MASSI NATURALI** (ovvero il tratto a proseguimento della WBS 2a fino alla WBS 3) sarà costituito da una scogliera in massi naturali di III categoria (da 4.0 a 7.0 t); l'opera sarà imbasata a profondità variabili tra -12.00 e -8.00 m s.m.m., con quota di coronamento della scogliera pari a +4.50 m s.m.m..

Il primo tratto a partire dalla WBS 2a, rappresentato dalle sezioni tipologiche 2b-1 (Figura 21) e 2b-1' (Figura 22) ha pendenza della scarpata di 2:1; il tratto finale della WBS 2b (SEZ. 2b-2, Figura 23), compresa la curva di raccordo con la WBS 3, sarà meno acclive, con pendenza 5:2. Per contenere le portate di tracimazione a valori compatibili con la destinazione d'uso dell'opera (accessibile a mezzi e persone) verrà realizzato un muro di coronamento in calcestruzzo avente quota di sommità pari a +5.00 m s.m.m.. Al di sotto della mantellata verrà realizzato uno strato filtro costituito da un doppio strato di massi di I categoria 0.5÷1 t, che proseguirà come imbasamento per il piede esterno della scogliera; il nucleo e l'imbasamento saranno realizzati con pietrame di pezzatura 50÷500 kg.

Per proteggere il lato interno dell'opera in fase di costruzione (prima del completamento degli argini perimetrali della cassa e del riempimento), verrà realizzata una protezione temporanea del nucleo della

Progetto:  
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
 Progetto definitivo

Elaborato:  
 STUDI AMBIENTALI  
 1233\_PD-C-004\_0.docx

scogliera con massi di II-III categoria (da 2.0 a 4.0 t). La protezione sarà successivamente rimossa e riutilizzata nell'ambito del presente intervento per completare la costruzione delle mantellate esterne e delle protezioni al piede di altri corpi d'opera.

Sul lato interno, prima di procedere con il refluito del materiale dragato, verrà posizionato un geotessile con funzione di filtro (SEZ. 2b-1 in Figura 21). In corrispondenza del tratto che contermina la vasca impermeabilizzata (cfr. SEZ. 2b-1' in Figura 22 e 2b-2 in Figura 23) al posto del geotessile sarà posizionata una barriera impermeabile in HDPE (costituita dall'accoppiamento di una geomembrana e due geotessili). Per evitare danneggiamenti dell'impermeabilizzazione, la geomembrana e i geotessili saranno posizionati una volta rimossa la protezione temporanea in massi prevista sul lato interno dell'opera.

Prima della posa della scogliera si prevede il consolidamento del fondale mediante trattamento di vibrosostituzione; tra il terreno trattato e l'imbasamento della scogliera verrà posizionata una geogriglia.

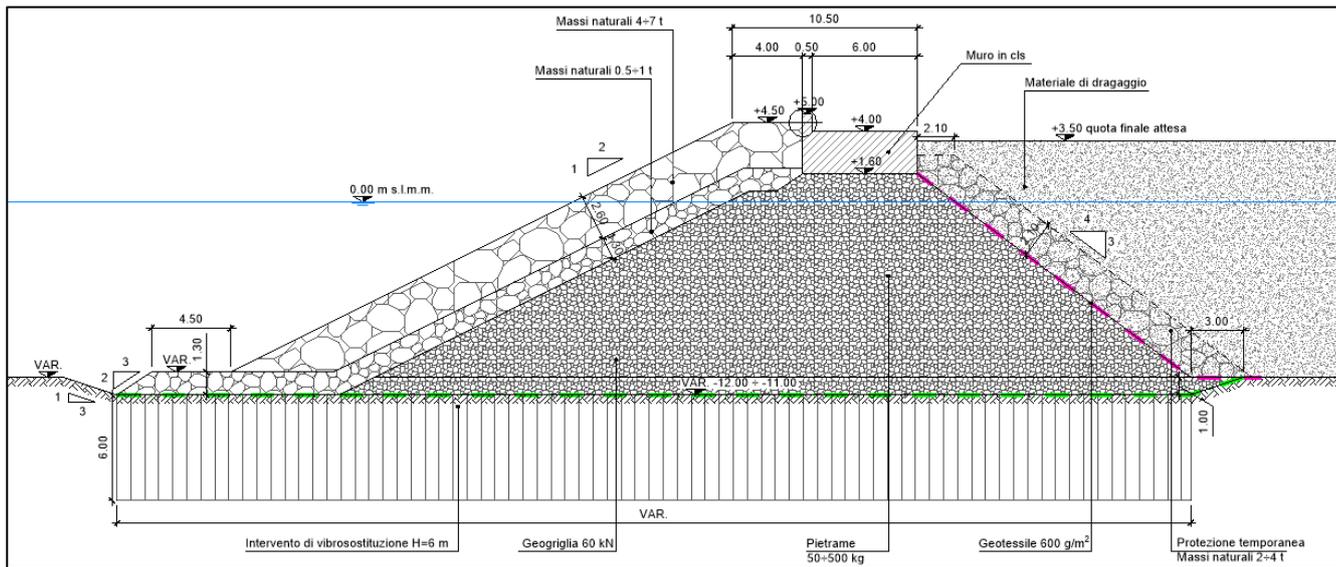
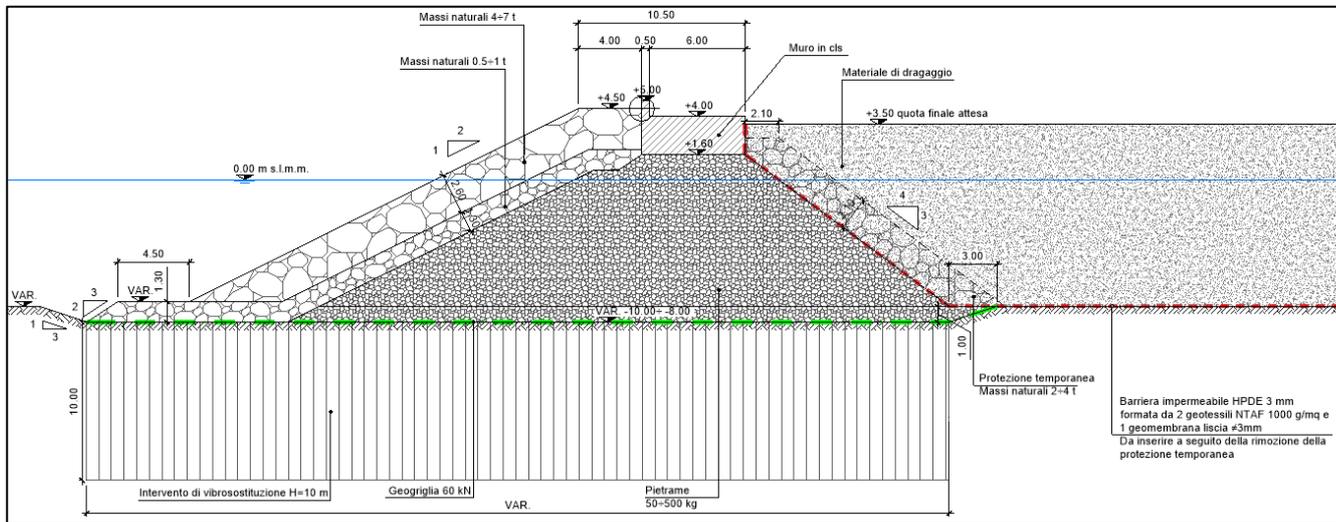


Figura 21: Corpo d'opera WBS 2b - DIGA NORD MASSI NATURALI: Sezione tipologica 2b-1



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

Figura 22: Corpo d'opera WBS 2b - DIGA NORD MASSI NATURALI: Sezione tipologica 2b-1'

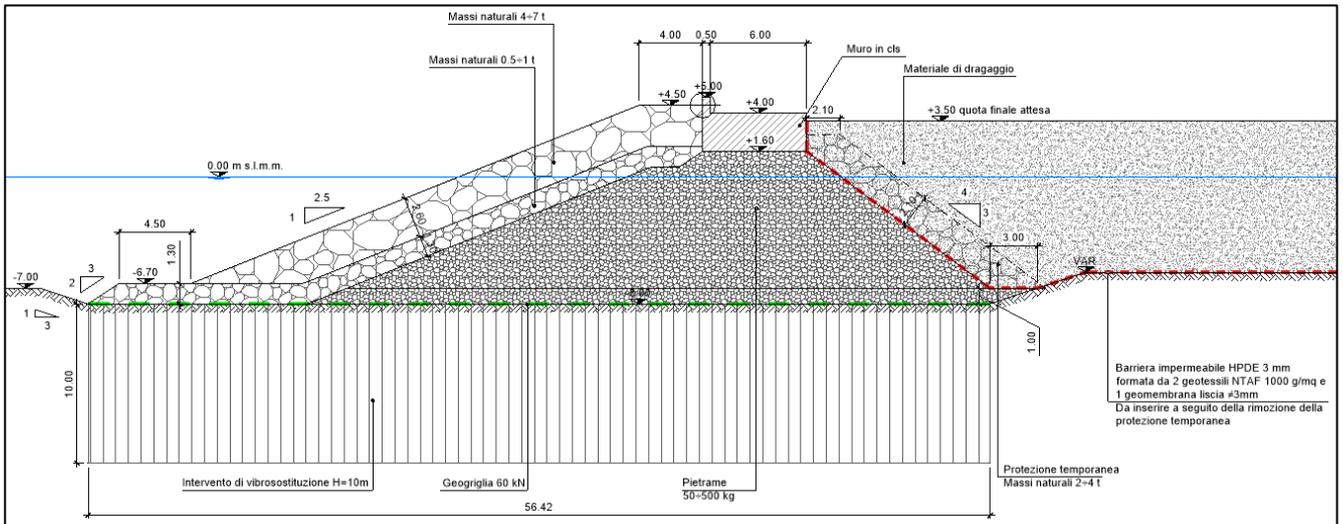


Figura 23: Corpo d'opera WBS 2b - DIGA NORD MASSI NATURALI: Sezione tipologica 2b-2

### 5.3.1.3 WBS3

Il corpo d'opera **WBS 3 – DIGA NORD DARSENA** (ovvero il tratto della diga Nord che delimita verso mare il perimetro della colmata adiacente alla foce dello Scolmatore) sarà realizzato con mantellata in massi naturali di III categoria (da 4.0 a 7.0 t) per il tratto più esterno (SEZ. 3-1 in Figura 24 e 3-1' in Figura 25) e di II categoria (da 1.0 a 3.0 t) per il tratto di radice (sezione tipologica 3-2 in Figura 26). La scogliera avrà quota di coronamento di +4.50 m s.m.m. con pendenza della scarpata di 2:1. Il muro di coronamento ha la stessa geometria del corpo d'opera precedente (WBS 2b – DIGA NORD MASSI NATURALI), con quota sommitale di +5.00 m s.m.m. (la parte in elevazione è sopraelevata di circa 50 cm rispetto alla scogliera) e quota della piattabanda di +4.00 m s.m.m..

Con riferimento al tratto più esposto (SEZ. 3-1 e 3-1'), al di sotto della mantellata verrà realizzato uno strato filtro costituito da un doppio strato di massi di I categoria 0.5÷1 t, che proseguirà come imbasamento per il piede esterno della scogliera; il nucleo e l'imbasamento saranno costituiti da pietrame di pezzatura 50÷500 kg. Per quanto riguarda il tratto di radice (SEZ. 3-2), la mantellata, di pezzatura inferiore rispetto alla sezione precedente (II categoria), verrà posata direttamente sul nucleo in pietrame di pezzatura 50÷500 kg. Prima della posa della scogliera si prevede il consolidamento del fondale mediante trattamento di vibrosostituzione; tra il terreno trattato e l'imbasamento della scogliera verrà posizionata una geogriglia.

Si fa presente che nelle fasi iniziali di costruzione è prevista la realizzazione di una prima vasca conterminata, alla radice della diga, per contenere il materiale proveniente dagli scavi di imbasamento delle opere. In questa fase, una parte della WBS 3 (SEZ. 3-1), unitamente all'argine provvisorio, risulta direttamente esposta all'azione del moto ondoso, non essendo ancora realizzate le opere più esterne di protezione (WBS 1, WBS 2 e WBS 6). Pertanto, sul lato interno della SEZ. 3-1 (Figura 24), verrà realizzata una protezione temporanea, composta da un filtro in massi di I categoria (da 0.5 a 1.0 t) e da una mantellata in massi di III categoria (da 3.0 a 5.0 t). La protezione sarà successivamente rimossa e riutilizzata nell'ambito del presente intervento per completare la costruzione delle mantellate esterne e delle protezioni al piede di altri corpi d'opera.

Progetto:  
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
 Progetto definitivo

Elaborato:  
 STUDI AMBIENTALI  
 1233\_PD-C-004\_0.docx

Sul lato interno, prima di procedere con il refluito del materiale dragato, verrà posizionato un geotessile con funzione di filtro; nel tratto in adiacenza alla vasca impermeabilizzata (SEZ. 3-1 in Figura 24), al posto del geotessile verrà posizionata una barriera impermeabile (costituita dall'accoppiamento di una geomembrana in HDPE interposta tra due geotessili). Per evitare danneggiamenti dell'impermeabilizzazione, la geomembrana e i geotessili saranno posizionati una volta rimossa la protezione temporanea in massi prevista sul lato interno dell'opera.

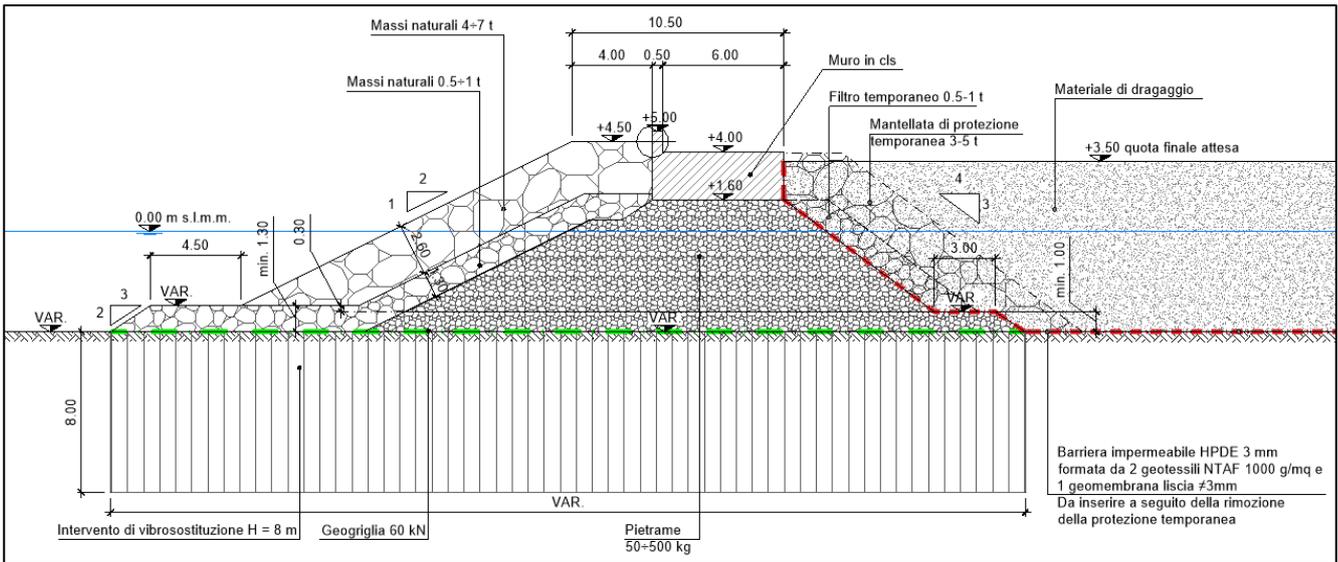


Figura 24: Corpo d'opera WBS 3 - DIGA NORD DARSENA: Sezione tipologica 3-1

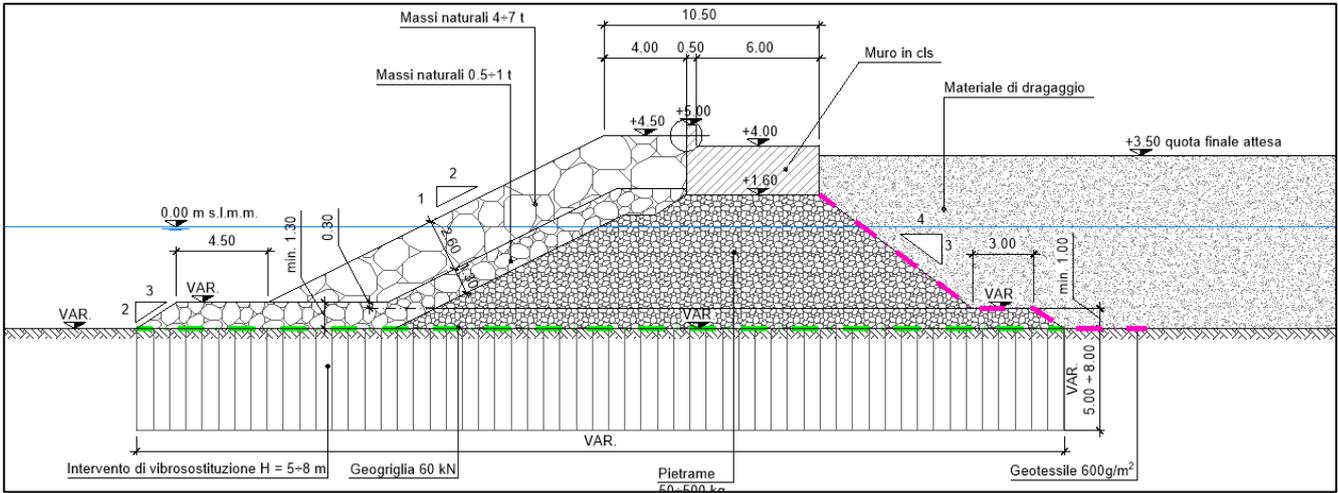


Figura 25: - Corpo d'opera WBS 3 - DIGA NORD DARSENA: Sezione tipologica 3-1'

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

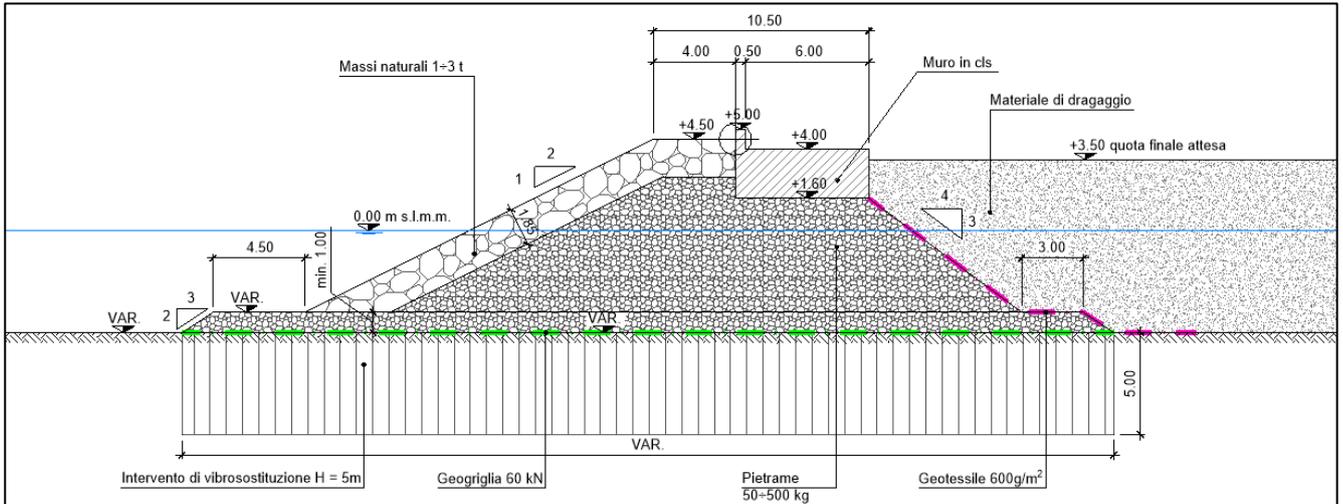


Figura 26: Corpo d'opera WBS 3 - DIGA NORD DARSENA: Sezione tipologica 3-2

#### 5.3.1.4 WBS4

Il corpo d'opera **WBS 4** è costituito dall'argine in scogliera che delimita il lato interno della colmata; questo tratto di intervento è stato a sua volta suddiviso in due tratti: l'argine più esterno (WBS 4a - ARGINE COLMATA INGRESSO) e quello più interno fino alla banchina di riva (WBS 4b - ARGINE COLMATA BACINO INTERNO).

Il corpo d'opera **WBS 4a - ARGINE COLMATA INGRESSO** (ovvero l'argine in scogliera che delimita il lato interno della colmata in corrispondenza dell'ingresso al porto) è costituito da una scogliera in massi naturali di III categoria (da 3.0 a 5.0 t); l'opera sarà imbasata a profondità variabili tra -13.50 e -11.00 m s.m.m., con quota di coronamento a +4.00 m s.m.m. e pendenza della scarpata pari a 3:2 (SEZ. 4a-1, 4a-1' e 4a-1'' riportate rispettivamente in figure seguenti).

Al di sotto della mantellata verrà realizzato uno strato filtro costituito da un doppio strato di massi di I categoria (da 0.5 a 1 t), che proseguirà anche come piede sul lato esterno. Il nucleo e l'imbasamento saranno costituiti da pietrame di pezzatura 50÷500 kg; tra il fondale e lo scanno di imbasamento verrà interposto un geocomposito. Sul lato interno, prima di procedere con il refluito del materiale dragato, verrà posizionato un geotessile con funzione di filtro.

Prima della posa della scogliera, nei tratti in cui il terreno presenta caratteristiche geotecniche scadenti, si prevede il consolidamento del fondale mediante vibrosostituzione. Il trattamento di vibrosostituzione verrà eseguito nei due tratti di estremità (SEZ. 4a-1 e 4a-1''); tra il terreno trattato e l'imbasamento della scogliera verrà posizionata una geogriglia. Nel tratto centrale (sezione tipologica 4a-1'), che non necessita di trattamento di consolidamento (fatte salve successive modifiche a valle dell'esito delle indagini geotecniche integrative in corso di esecuzione), tra il fondale e lo scanno di imbasamento verrà interposto un geocomposito.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

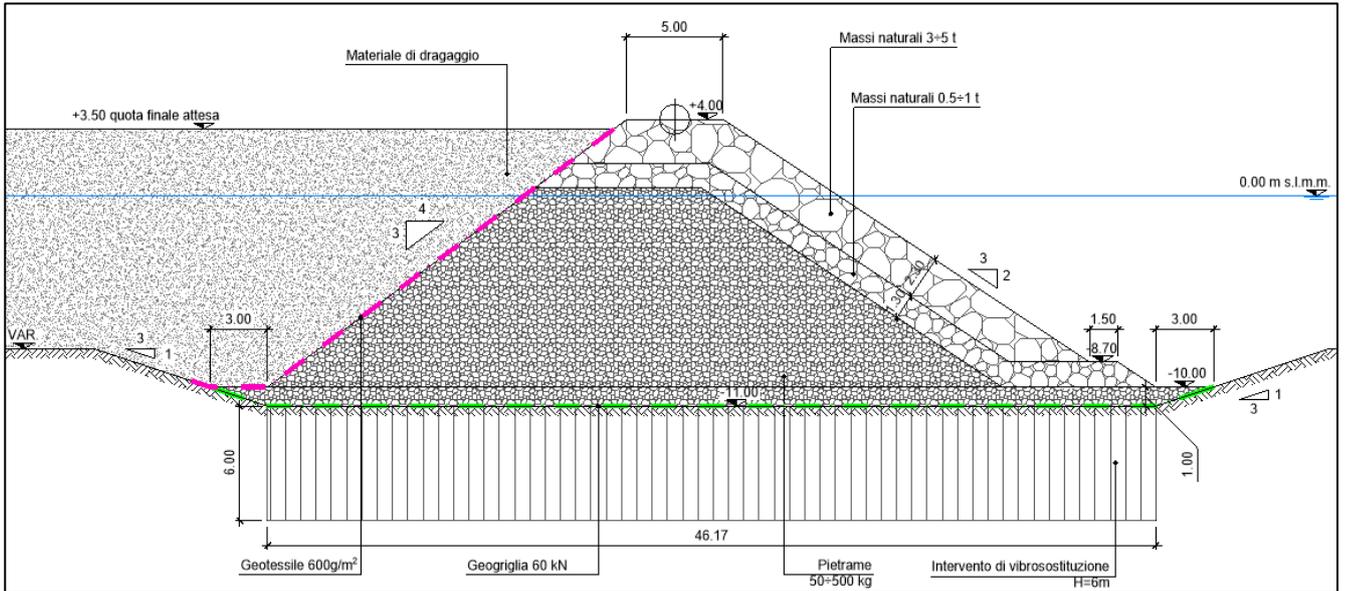


Figura 27: Corpo d'opera WBS 4a – ARGINE COLMATA INGRESSO: Sezione tipologica 4a-1

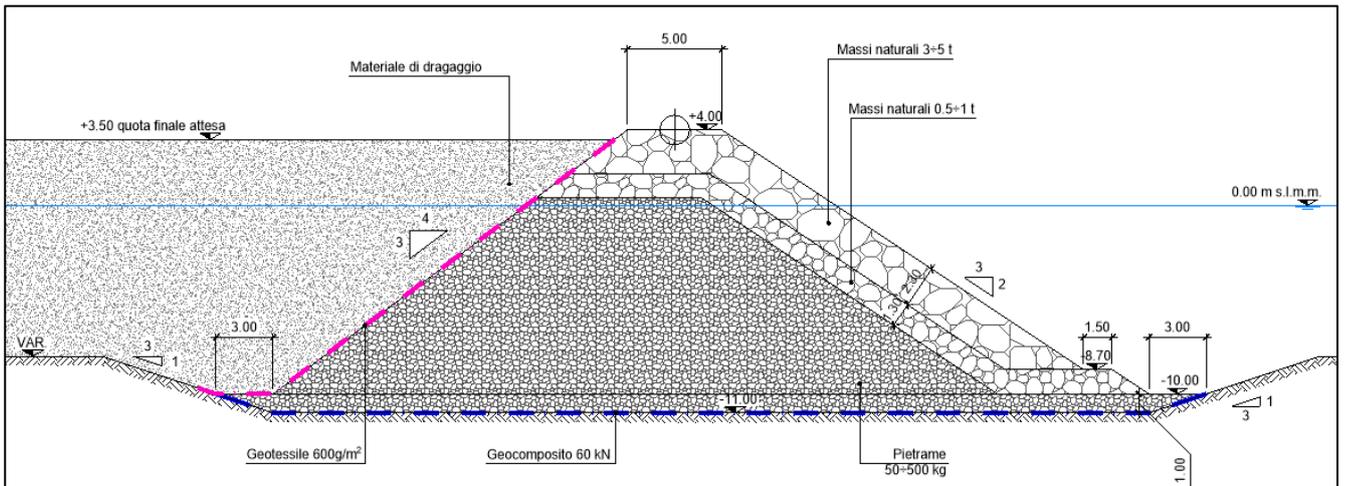


Figura 28: Corpo d'opera WBS 4a – ARGINE COLMATA INGRESSO: Sezione tipologica 4a-1'

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

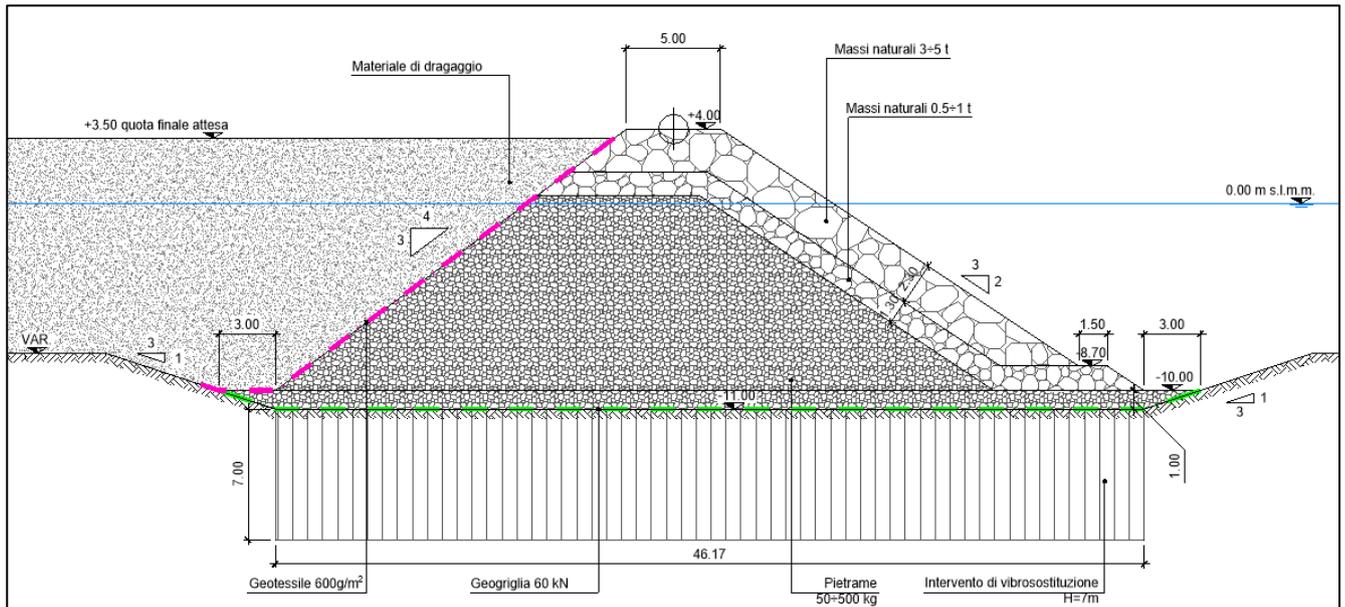


Figura 29: Corpo d'opera WBS 4a – ARGINE COLMATA INGRESSO: Sezione tipologica 4a-1''

Il corpo d'opera **WBS 4b -ARGINE COLMATA BACINO INTERNO** (ovvero l'argine in scogliera che delimita il tratto più interno della colmata fino alla futura banchina di riva) è costituito da una scogliera in massi naturali di II-III categoria (da 2.0 a 4.0 t); l'opera sarà imbasata a profondità variabili tra -9.50 e -8.50 m s.m.m., con quota di coronamento a +4.00 m s.m.m. e pendenza della scarpata pari a 3:2 (SEZ. 4b-1 in e 4b-2/4b-2' in Figura 32). Il tratto di radice (SEZ. 4b-3 in Figura 31) caratterizzato da valori più elevati di altezza significativa, sarà realizzato con la stessa pezzatura del tratto precedente ma con una scarpata meno acclive (pendenza pari a 5:2); la riduzione della pendenza della scarpata consentirà anche di migliorare le condizioni di agitazione ondosa nel tratto più interno del bacino.

Nelle fasi iniziali di costruzione, alla radice della diga, è prevista la realizzazione di una prima vasca conterminata per la gestione del materiale proveniente dagli scavi di imbasamento delle opere. In questa fase, il tratto di radice della WBS 4b (SEZ. 4b-2' e 4b-3) risulta esposto all'azione del moto ondoso. Per proteggere il lato interno dell'opera in fase di costruzione, verrà quindi realizzata una protezione temporanea del nucleo della scogliera con massi di II-III categoria (da 2.0 a 4.0 t). La protezione sarà successivamente rimossa e riutilizzata nell'ambito del presente intervento per completare la costruzione delle mantellate esterne e delle protezioni al piede di altri corpi d'opera. Sul lato interno, prima di procedere con il refluito del materiale dragato, verrà posizionato un geotessile con funzione di filtro. La mantellata in massi naturali verrà posizionata direttamente sul nucleo realizzato in pietrame 50÷500 kg. Prima della posa del pietrame si prevede il consolidamento del fondale mediante trattamento di vibrosostituzione; tra il terreno trattato e l'imbasamento della scogliera verrà posizionata una geogriglia.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

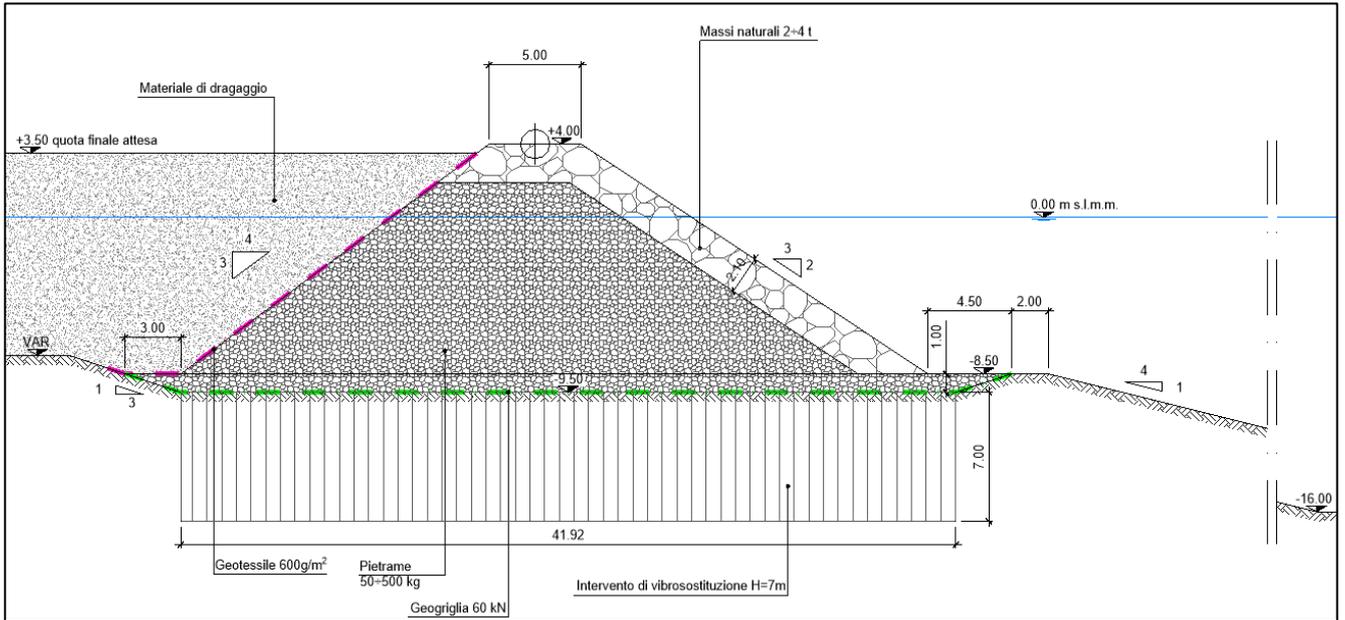


Figura 30: Corpo d'opera WBS 4b – ARGINE COLMATA BACINO INTERNO: Sezione tipologica 4b-1

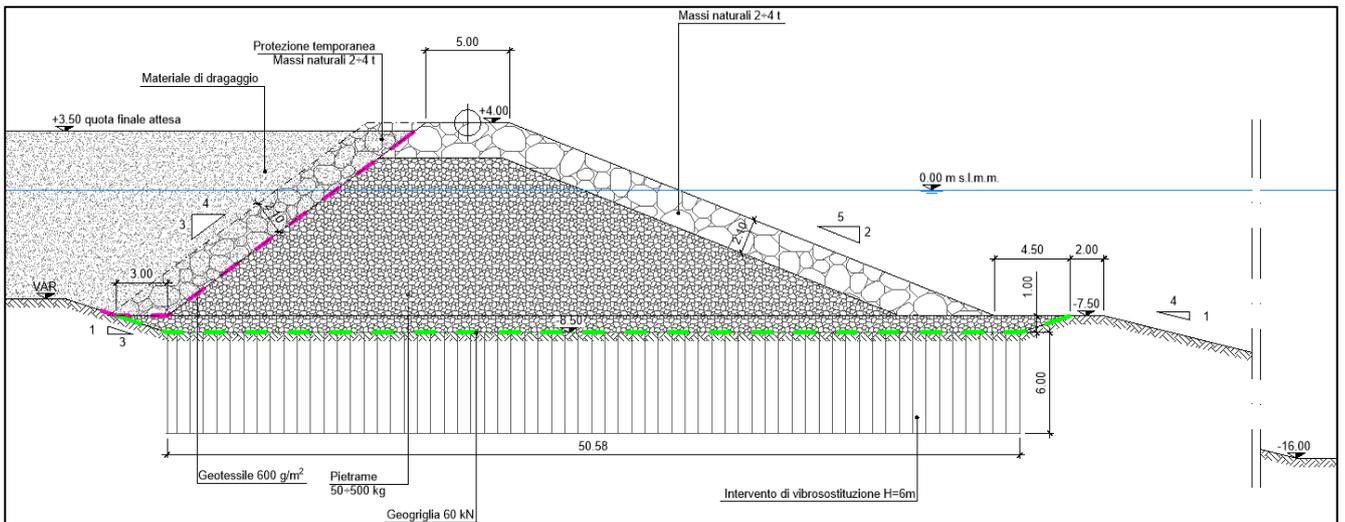


Figura 31: Corpo d'opera WBS 4b – ARGINE COLMATA BACINO INTERNO: Sezione tipologica 4b-3

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

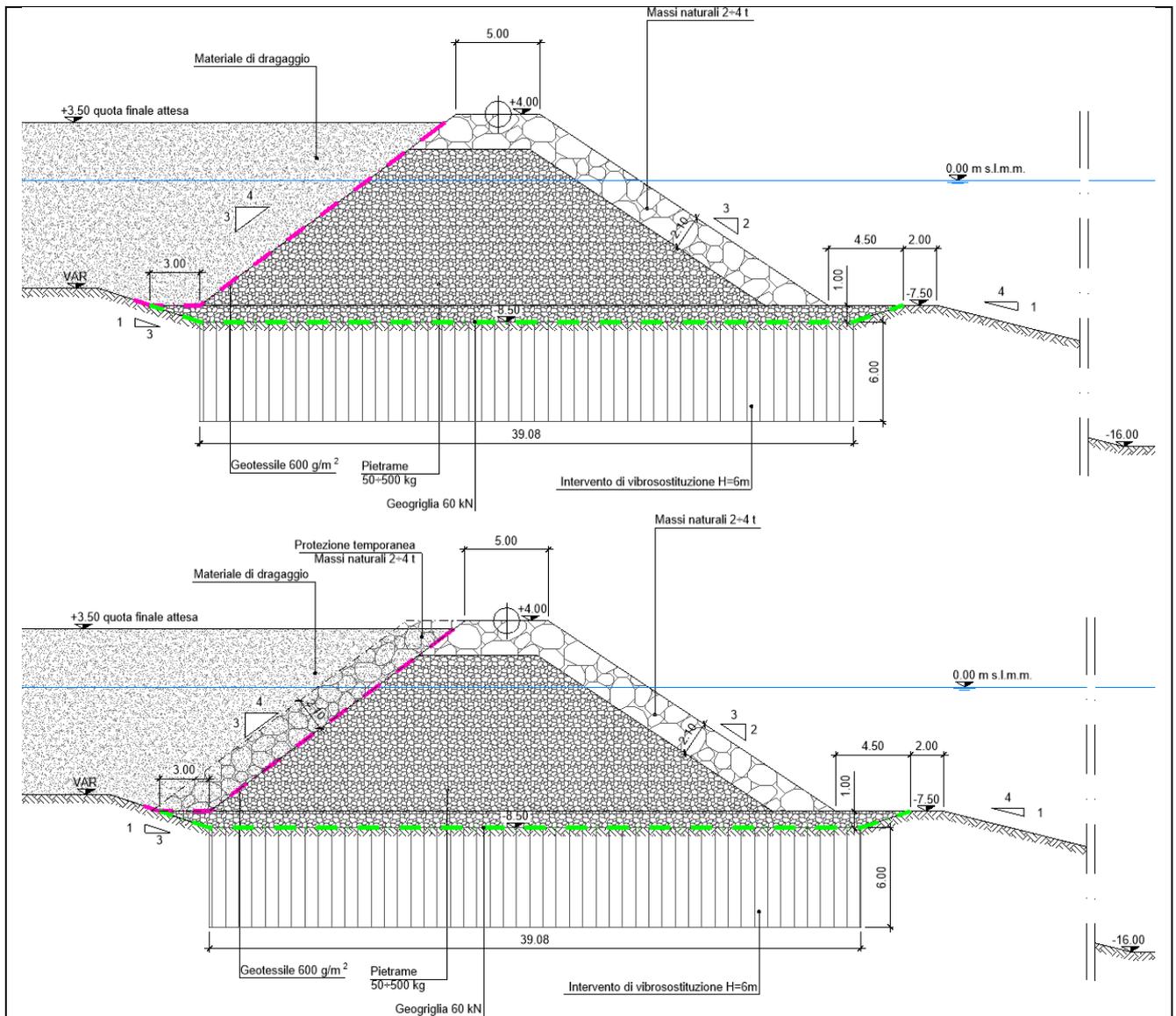


Figura 32: Corpo d'opera WBS 4b – ARGINE COLMATA BACINO INTERNO: Sezioni tipologiche 4b-2 e 4b-2'

### 5.3.1.5 WBS5

Il corpo d'opera **WBS 5 DIGA SUD** sarà costituito da una scogliera in massi naturali di III categoria da 3.0 a 5.0 t per la sezione di testata (SEZ. 5-1, Figura 33) e in massi naturali di II categoria da 1.0 a 3.0 t per la sezione corrente (SEZ. 5-2 in Figura 34 e 5-3 in Figura 35).

La scogliera avrà una quota di coronamento a +2.50 m s.m.m. e pendenza della scarpata pari a 2:1. La mantellata della testata in massi naturali di III categoria (SEZ. 5-1) poggia su uno strato filtro in massi di I categoria (da 0.5 a 1.0 t), che prosegue come imbasamento attorno a tutto il piede della testata.

La mantellata della sezione corrente in massi naturali di II categoria (SEZ. 5-2) poggia invece direttamente sul nucleo/imbasamento, costituiti da pietrame di pezzatura 50÷500 kg.

Prima della posa della scogliera si prevede il consolidamento del fondale mediante trattamento di vibrosostituzione; tra il terreno trattato e l'imbasamento della scogliera verrà posizionata una geogriglia.



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

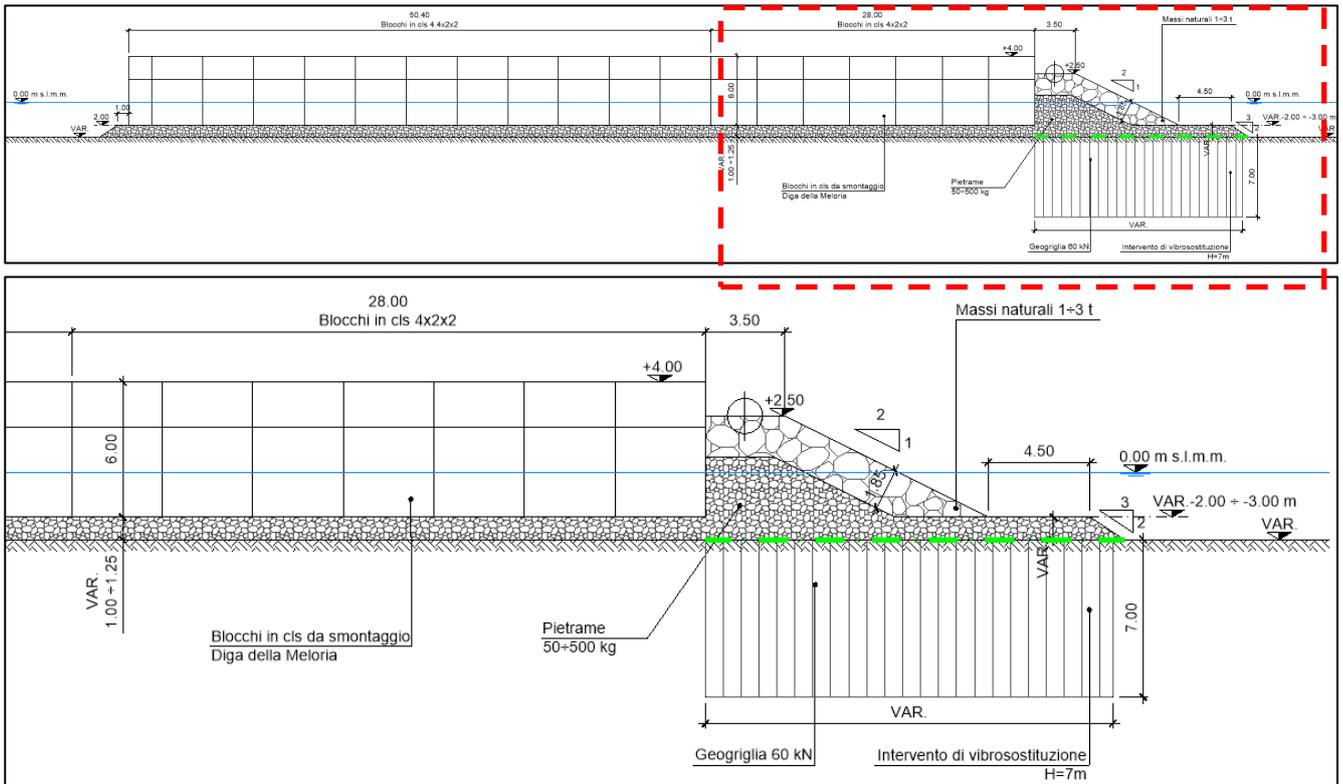


Figura 35: Corpo d'opera WBS 5 - DIGA SUD: Sezione tipologica 5-3 Sezione completa (in alto) e dettaglio (in basso)

### 5.3.1.6 WBS6

Il corpo d'opera WBS 6 – NUOVA DIGA DELLA MELORIA sarà realizzato con massi artificiali tipo accropode®; l'opera sarà imbasata a profondità variabili tra -21.30 m s.m.m. (in testata) e -7.70 m s.m.m. circa (alla radice, nel tratto di raccordo con l'esistente diga della Meloria), con quota di coronamento a +4.50 m s.m.m. e pendenza della scarpata di 4:3 sul lato esterno e in corrispondenza del conoide di testata. Le dimensioni degli accropode® sono variabili da 5 m<sup>3</sup> per la testata (SEZ. 6-1; Figura 36) a 4 m<sup>3</sup> nel restante tratto (sezioni correnti da SEZ. 6-2 a 6-5; cfr. Figura 37 e Figura 38). In corrispondenza del coronamento della testata (SEZ. 6-1) verrà realizzato un dado di fondazione in calcestruzzo di forma circolare (diametro 5.00 m e spessore 3.65 m) per l'installazione del fanale di ingresso al porto.

Al di sotto della mantellata in accropode® verrà realizzato uno strato filtro costituito da un doppio strato di massi di I-II categoria da 0.5÷1.5 t. In corrispondenza della testata, al piede della mantellata in accropode®, verrà realizzata una berma con mantellata in massi di III categoria (da 3.0 a 7.0 t), poggiante sullo strato filtro in massi di I-II categoria da 0.5÷1.5 t e su un imbasamento in massi di I categoria da 0.5 a 1.0 t. La berma proseguirà come protezione al piede su tutto il lato esterno della sezione corrente; in questo caso saranno utilizzati massi di II-III categoria (da 2.0 a 4.0 t).

Sul lato interno della sezione corrente la mantellata in accropode® terminerà alla quota di -5.00 m s.m.m., per proseguire poi con una mantellata in massi naturali di II categoria da 1.0 a 3.0 t; la pendenza della scarpata lato interno è di 3:2.

Il nucleo e l'imbasamento saranno costituiti da pietrame di pezzatura 50÷500 kg. Prima della posa della scogliera si prevede il consolidamento del fondale mediante vibrosostituzione nei tratti in cui il terreno (alla profondità prevista per l'imbasamento delle scogliere) presenta caratteristiche geotecniche

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

scadenti, ovvero risulta costituito da limo sabbioso con resti vegetali. Il trattamento di vibrosostituzione verrà eseguito nel tratto finale della WBS 6 (dalla SEZ. 6-4 fino al raccordo con l'esistente Diga della Meloria); tra il terreno trattato e l'imbasamento verrà posizionata una geogriglia. Nel tratto più esterno, che non necessita di consolidamento (dalla testata fino alla SEZ. 6-3), tra il fondale e lo scanno di imbasamento verrà interposto un geocomposito.

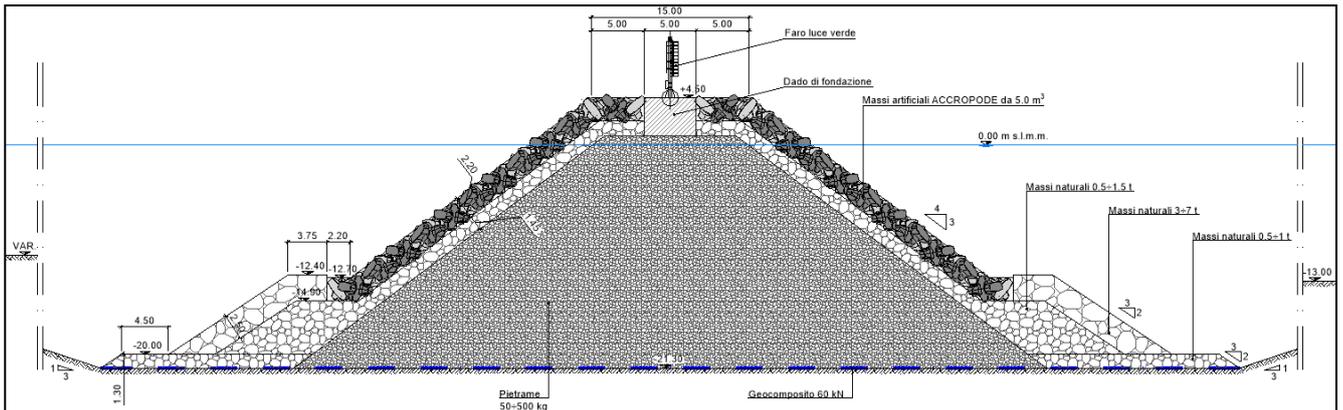
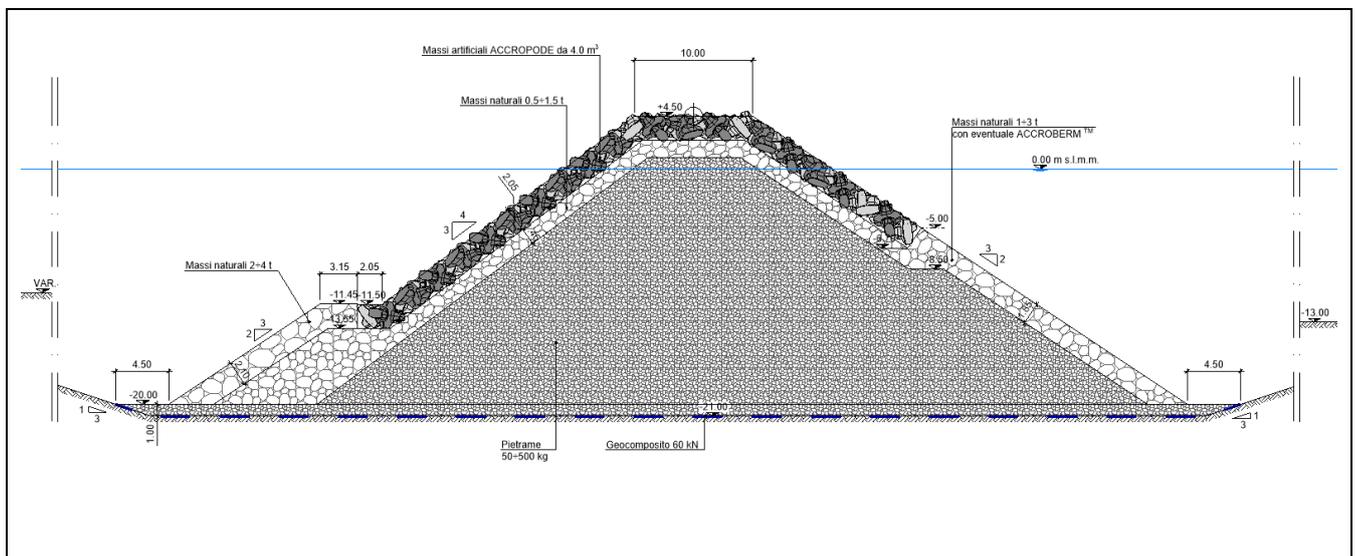


Figura 36: Corpo d'opera WBS 6 – NUOVA DIGA MELORIA: Sezione tipologica 6-1 (testata)



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

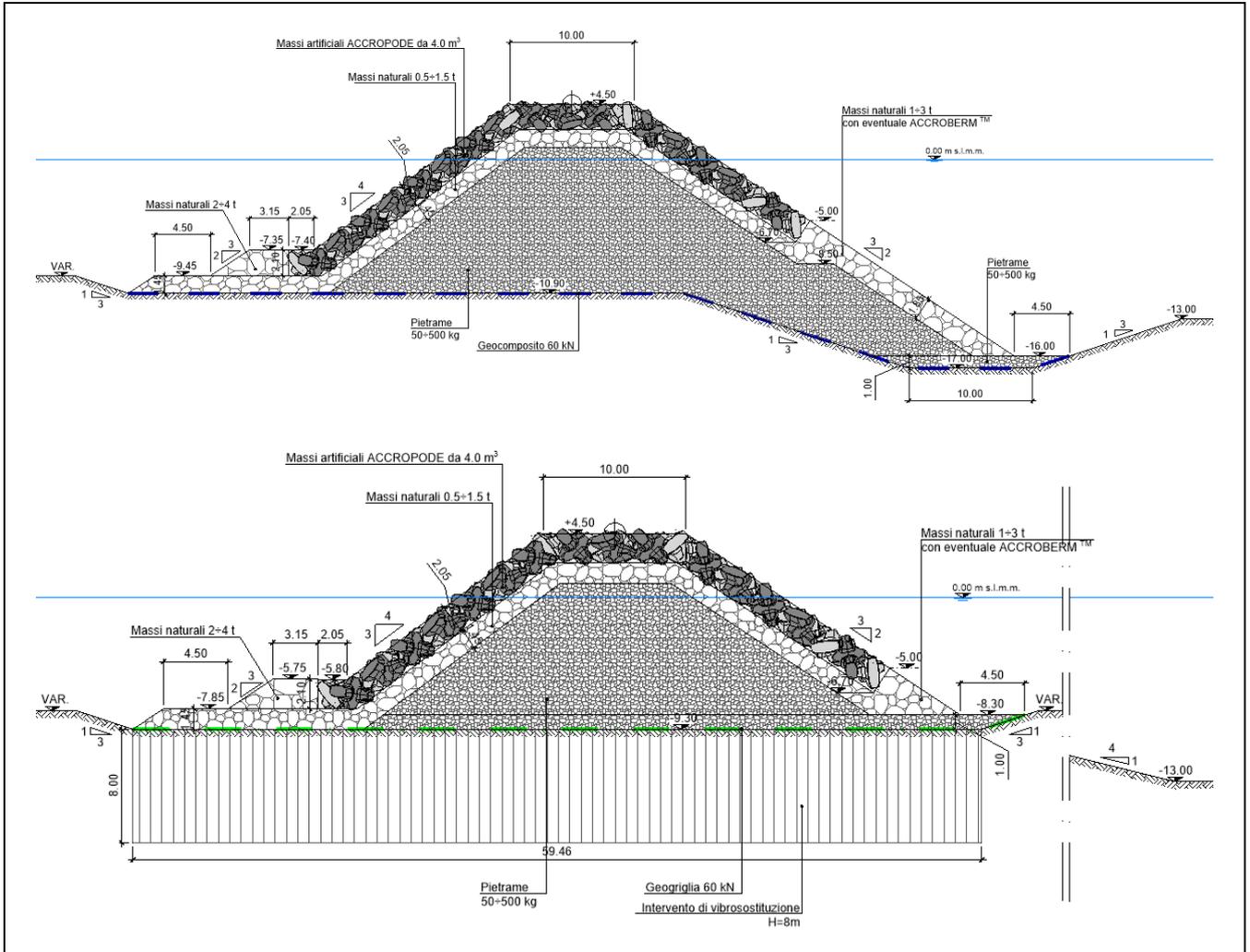


Figura 37: Corpo d'opera WBS 6 – NUOVA DIGA MELORIA: Sezione tipologica 6-2 (in alto), 6-3 (in centro) e 6-4 (in basso)

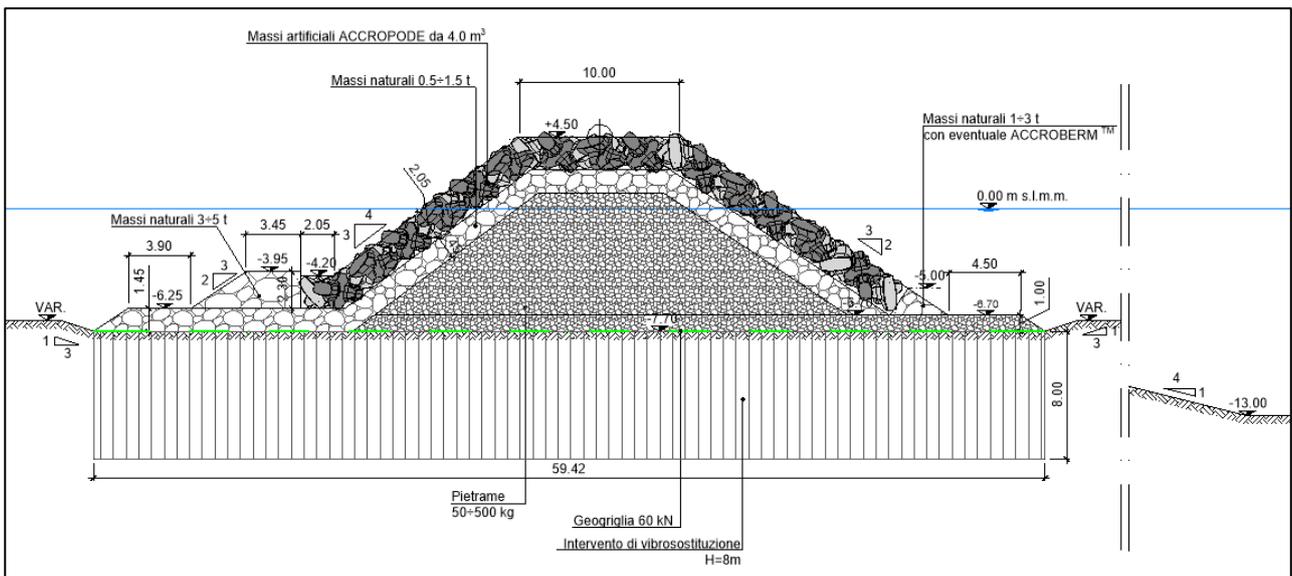


Figura 38: Corpo d'opera WBS 6 – NUOVA DIGA MELORIA: Sezione tipologica 6-5

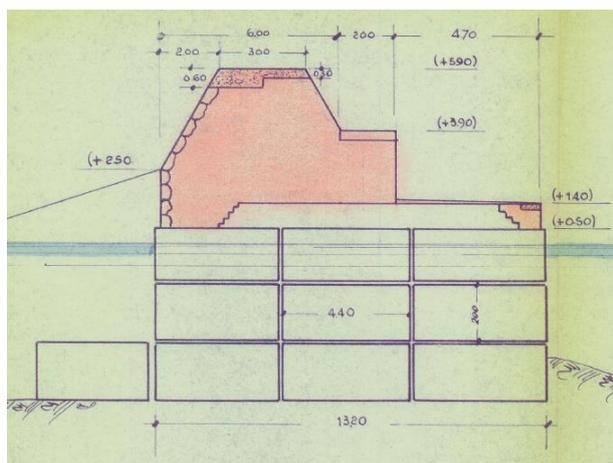
Progetto:  
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
 Progetto definitivo

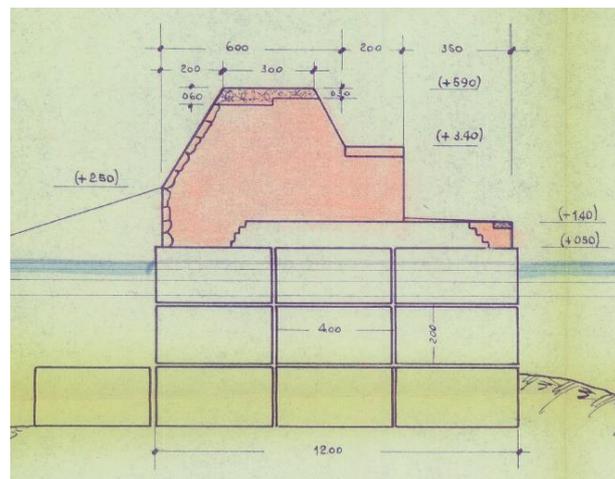
Elaborato:  
 STUDI AMBIENTALI  
 1233\_PD-C-004\_0.docx

5.3.1.7 WBS 7

È stato possibile ricostruire la sezione tipologica che costituisce la struttura della diga della Meloria esistente, costituita da un'infrastruttura primaria, la cui costruzione risale agli anni 1914-1924, con imbasamento di scogliera spianamento superiormente sul quale si eleva una struttura di massi artificiali formata da piloni di 3 massi ciascuno, su tre filari aventi la sommità a quota +1 m s.m.m. circa. I massi, fino alla progressiva 291, hanno dimensioni di 4.0 x 2.0 x 2.0 m cosicché la larghezza alla base risulta di 12 m. Dalla progressiva 291 fino alla testata i massi hanno dimensioni 4.4 x 2.0 x 2.0 m per cui la larghezza alla base risulta di 13.2 m e presenta un aggetto di 1.20 m verso l'esterno della diga rispetto al tratto precedente. Sul lato foraneo l'infrastruttura è rinfiancata al piede da una fila di massi guardiani, posti di punta al mare, delle dimensioni di 4.4 x 2.0 x 2.0m poggiati sullo scanno della scogliera alla stessa quota dei piloni. Come evidenziato dalle foto storiche, la parte sommitale è costituita da un muro paraonde elevato fino a quota +5.20 m s.m.m. con due livelli di camminamento lato porto a quota +3.90 m s.m.m. e +1.40 m s.m.m., costituito da materiale lapideo, blocchi in muratura e calcestruzzo non armato.



progr. 0.00 - 291.00



progr. 291.00 - testata

WBS 7 – Progetto 1958 – struttura del muro.

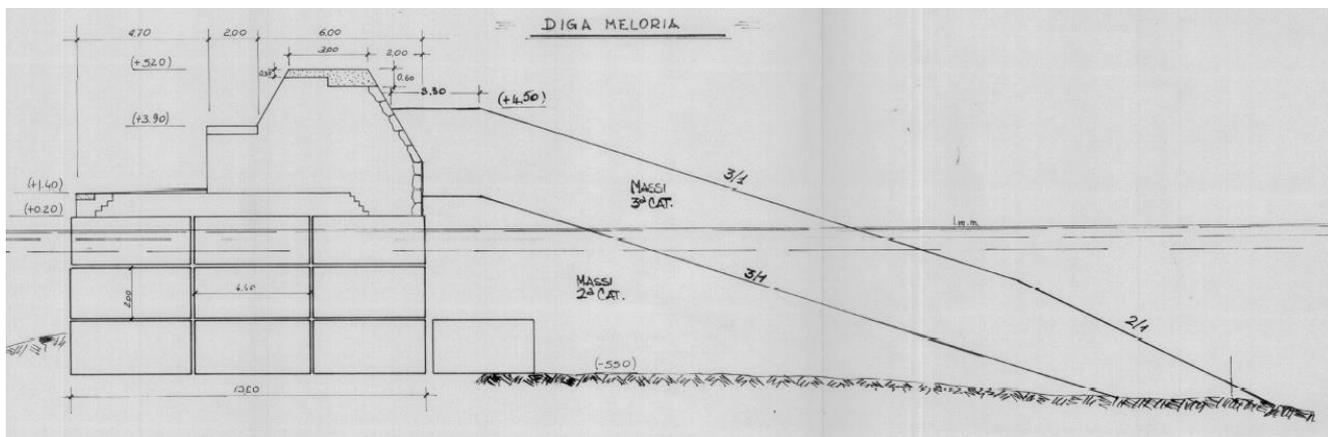


Figura 39: WBS 7 – Progetto 1994 / ripristino mantellata esterna – sezione tipologica.

**Progetto:**  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

**Livello progettazione:**  
Progetto definitivo

**Elaborato:**  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx

Lungo il lato mare, a protezione dell'infrastruttura primaria, nel corso degli anni si sono susseguiti vari interventi di consolidamento della diga e di riparazione da danni causati da eventi bellici durante la II<sup>a</sup> guerra mondiale e da eventi ondosi estremi. La protezione è costituita da un nucleo in pietrame in massi di I categoria, protetto da un filtro in materiale lapideo di massi di 1.0-3.0 t e da una mantellata in scogliera di massi artificiali tetrapodi da 20 t.

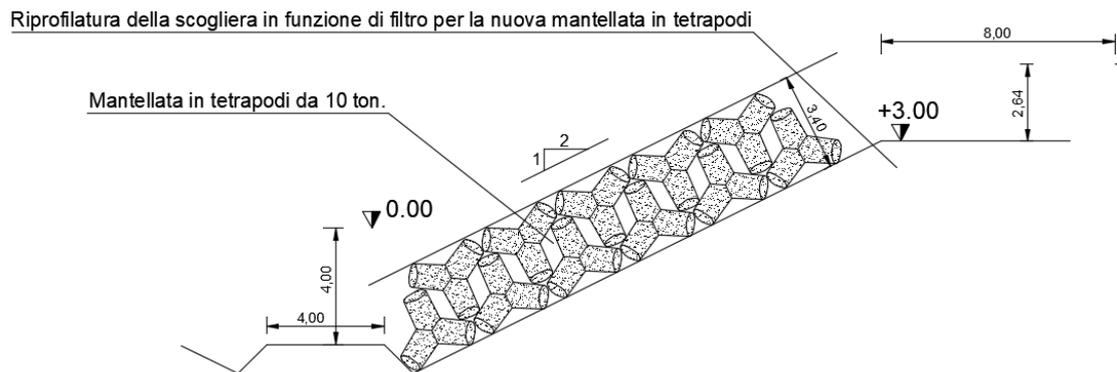


Figura 40: WBS 7 – Progetto 2005 – realizzazione mantellata in tetrapodi / tipologico

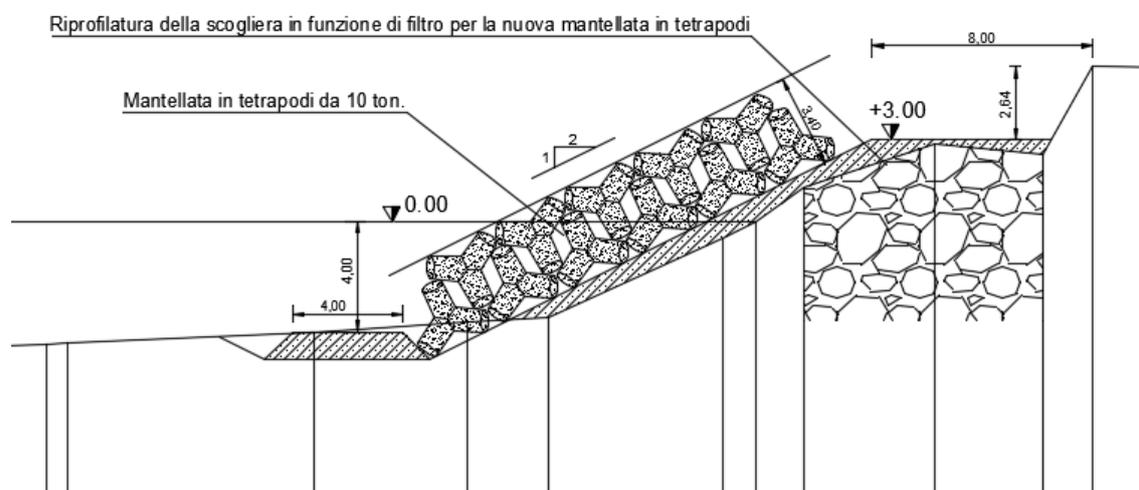


Figura 41: WBS 7 – Progetto 2005 – realizzazione mantellata in tetrapodi / prog. 199.973

Lo smontaggio della Meloria, come illustrato di seguito, prevede le seguenti fasi:

- Salpamento della mantellata esterna in tetrapodi e loro reimpiego all'interno dell'ambito portuale (es: rifioritura mantellata Diga Curvilinea).
- Salpamento dei massi di I e II categoria e loro riutilizzo per la realizzazione delle nuove opere in scogliera.
- Rimozione della sovrastruttura (muro paraonde) fino a quota +1 m s.m.m. circa, frantumazione con impianto mobile (autorizzato ex art. 208 D.Lgs 152/06 localizzato presso il cantiere Biscottino) del materiale e successivo utilizzo come nucleo/scanno delle nuove opere in scogliera.

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale
---

<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo
--

<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---

- Salpamento dei massi in cls, eventuale riduzione volumetrica per una più facile movimentazione, e loro posizionamento nella parte centrale dei nuclei delle scogliere delle WBS che le prevedono.

5.3.1.8 WBS 8

Il corpo d'opera **WBS 8** è costituito dall'argine in scogliera che delimita la cassa denominata 9b settore 1 che recepisce il volume derivante dall'esco per la formazione degli scanni di imbasamento delle opere foranee (WBS 1-6)

Il corpo d'opera è costituito da un nucleo in pietrame di pezzatura 50÷500 kg, con protezione esterna temporanea (prima della chiusura della cassa di colmata) con scogliera in massi naturali di III categoria (da 3.0 a 5.0 t), previo intersposizione di uno strato filtro in pietrame di pezzatura 0.5÷1 t, che saranno posizionati e salpati successivamente come riutilizzo per le WBS di progetto. Il fondale esistente su cui insiste la WBS 8 non sarà oggetto di intervento di consolidamento.

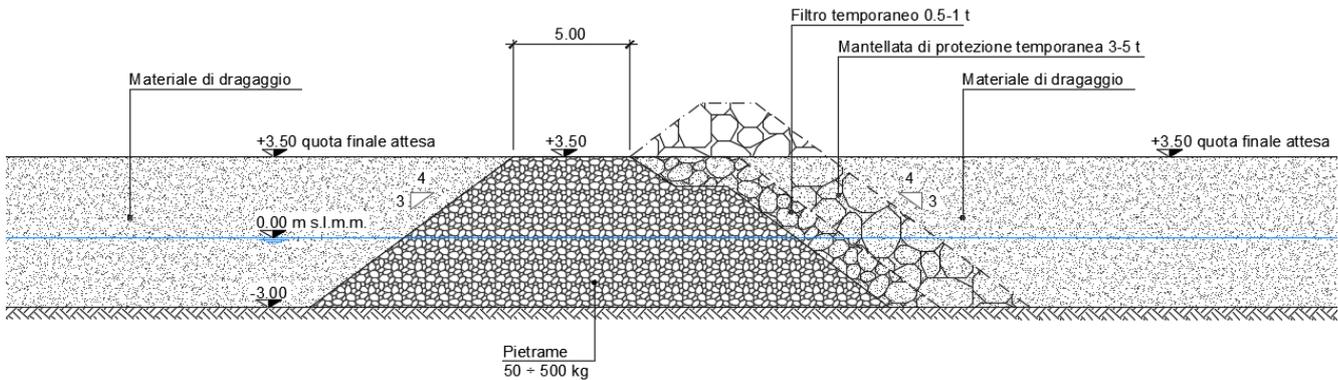


Figura 5.42 – Sezione tipologica WBS 8.

Le WBS **8a** e **8b** si riferiscono agli argini interni alla cassa per la perimetrazione della WBS 9a predisposta per il recepimento dei materiali in categoria D. Tali argini, da realizzare una volta perimetrate l'intera cassa di colmata, saranno realizzati con il materiale incoerente provenienti dall'escavo delle WBS 10-12, tali da realizzare un argine con tratto sommitale di larghezza 10m e quota +3.50 m slmm e scarpate laterali con pendenza 4:1 garantendo l'adeguata stabilità geotecnica dell'opera. Verso la WBS9a, è prevista la posa del telo impermeabile che consente la separazione del materiale in categoria D dal resto della colmata.

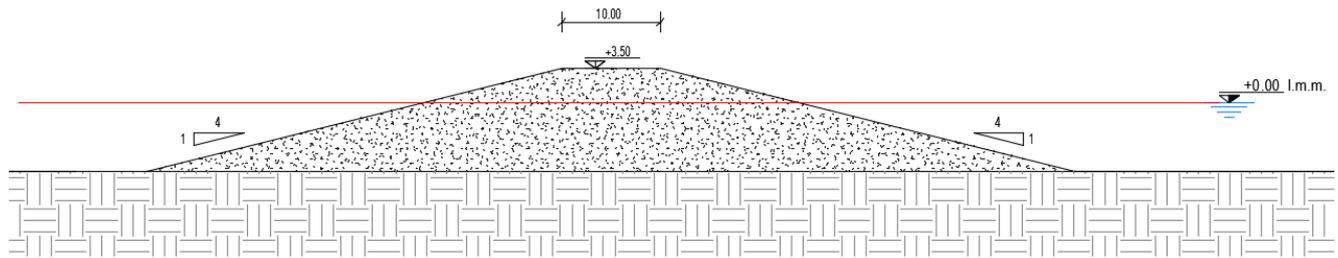


Figura 5.43 – Sezione tipologica WBS 8a – 8b

## 5.4 Opere area di colmata

### 5.4.1.1 Opere area di colmata

L'area di colmata (WBS 9) della capacità di circa 15.6 M€ fino a quota +3.50 m s.m.m., si compone delle seguenti opere:

- Scogliere di perimetrazioni, contraddistinte dalle WBS 2a-2b-3-4a-4b
- Argine interno di suddivisione delle due vasche, ove la prima è destinata al conferimento dei materiali di categoria D, mentre sulla seconda, di maggior capacità, è destinata al conferimento dei materiali di categoria A-B-C-D\*

Il corpo d'opera **della WBS 8** (ovvero l'argine interno) sarà costituito da una scogliera in massi naturali di categoria (pezzatura 50÷500 kg.), poggiante direttamente sul fondale marino senza necessità di scavi di sbancamento; il corpo dell'opera prevede una berma in sommità di larghezza 5 m con quota +3.50 m s.m.m., raccordante con il fondale marino attraverso scarpate di pendenza H/V = 4/3.

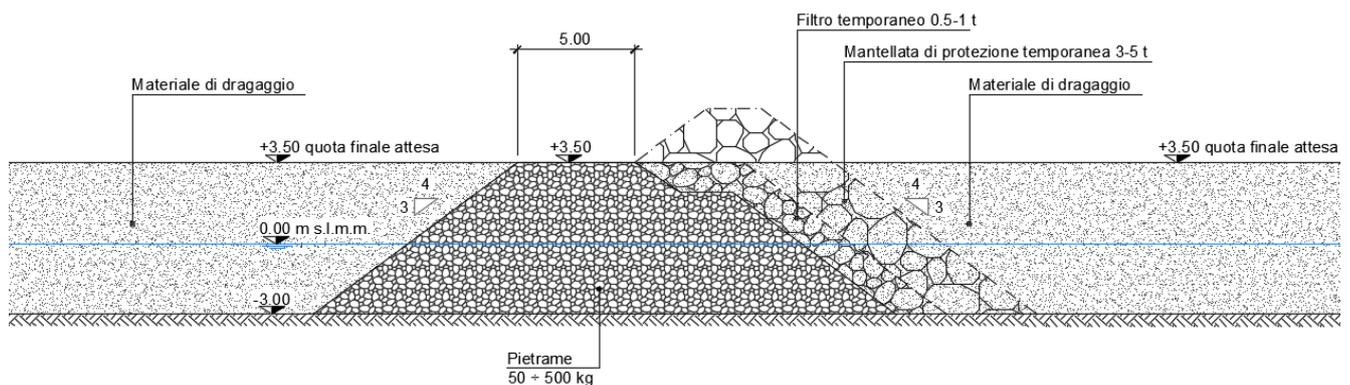


Figura 5.44 – WBS 8 / argine interno – sezione tipologica

Lungo le sponde laterali vengono posati i teli di protezione/impermeabilizzazione a seconda della vasca di interesse; nel caso specifico:

- Lungo tutte le sponde e sul fondale della vasca 1 (**WBS 9a**) è prevista la realizzazione di una barriera impermeabile
- Lungo le sponde della vasca 2 (**WBS 9b**) è prevista la semplice posa di un geotessile da 600 gr/mq

La barriera impermeabile, destinata alla formazione dell'ambiente "confinato ed impermeabilizzato" destinato a contenere i sedimenti di classe "D" ai sensi del D.M. 15/07/2016 n. 173, sarà costituita da una geomembrana liscia in HDPE dello spessore nominale di 3 mm interposta tra due geotessili nontessuti agugliati da fiocco il poliestere con massa areica di 1000 g/m<sup>2</sup>. La realizzazione della barriera impermeabile dovrà avvenire previa regolarizzazione del fondale e delle scarpate, rimuovendo o riposizionando eventuali trovanti che potrebbero danneggiare la barriera in fase di posa dei materiali o di riempimento. Il geotessile da 600 gr/m<sup>2</sup> sarà posto in opera mediante giustapposizione dei teli e successivo zavorramento, trasversalmente alla direzione principale delle sagome delle opere di progetto e con sovrapposizione di 0,50 m, opportunamente vincolati.

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

#### 5.4.1.2 Gestione della colmata

Il materiale dragato sarà interamente versato all'interno della vasca di colmata, fatta eccezione per una modestissima aliquota di materiale dragato nella fase iniziale, da collocarsi temporaneamente all'interno delle colmate esistenti. Per una descrizione dettagliata delle modalità di gestione della colmata si rimanda all'Elaborato 1233\_PD-E-00\_04 ("Relazione di calcolo delle opere di colmata").

È stata ipotizzata la formazione di 2 vasche distinte all'interno della colmata; Figura 5.45):

- 1) **Vasca WBS 9a** collocata nello spigolo Nord della nuova colmata, si tratta della vasca destinata ad accogliere i sedimenti di **classe "D"**; considerato il livello di contaminazione dei sedimenti, si tratterà di un **"ambiente conterminato e impermeabilizzato"** ai sensi del D.M. 15/07/2016 n. 173. Sarà pertanto destinata al materiale che necessita di essere confinato anche idraulicamente e dovrà quindi essere dotata di un sistema di impermeabilizzazione saldamente collocato sul rilevato di conterminazione. La capacità della vasca sarà di circa **1.200.000 m<sup>3</sup>**. Il riempimento della vasca avverrà fino a quote non superiori a quella della conterminazione (+3.50 m s.m.m.).
- 2) **Vasca WBS 9b (sub vasche WBS 9b', WBS 9b'', 9b''')**, si tratta in sostanza dell'intera colmata ed è destinata ad accogliere i sedimenti di **classe "A, B, C e D\*"** risultanti dai dragaggi delle macro fasi da 2 a 5; considerato il livello di contaminazione dei sedimenti, si tratterà di un **"ambiente conterminato"**; la modesta frazione di sedimenti di classe D verrà portata nelle colmate esistenti. Si tratterà di un bacino che realizza un **"ambiente conterminato"** ai sensi del D.M. 15/07/2016 n. 173. Il riempimento della vasca avverrà fino alla quota di +6.50 m s.m.m..

Le vasche saranno in grado di contenere un volume di circa 15.6 milioni di m<sup>3</sup> di materiale dragato (al netto del rigonfiamento), tenendo conto anche del cedimento del piano di fondazione in seguito alla consolidazione del terreno di base. La vasca **WBS 9a** è destinata ad accogliere anche il materiale proveniente da futuri interventi di manutenzione (del porto per una capacità stimata di circa 1mil di mc) che saranno di volta in volta autorizzati con separata procedura

Le fasi di riempimento della vasca **WBS 9b** saranno articolate in funzione delle macro fasi di dragaggio. La vasca **WBS 9b'** accoglierà i materiali derivanti dai dragaggi degli imbasamenti delle opere, nonché il materiale accantonato presso le colmate esistenti durante la macro fase 1; il riempimento della vasca inizia con la macro fase 2 e termina con la macro fase 4.

Le vasche **WBS 9b''** e **WBS 9b'''** accoglieranno il materiale derivante dai dragaggi del canale e dei bacini interni, refluito idraulicamente con draga CSD.

La vasca **WBS 9a** accoglierà il materiale in classe D derivante dal dragaggio selettivo con benna eseguito in limitate aree della **WBS 12** nonché il materiale in classe D derivante dallo scavo di imbasamento dell'area di radice della **WBS 6** e temporaneamente accantonato nelle colmate esistenti.

Uno schema della modalità di gestione dei volumi dragati è riportato nella successive figure

Il volume occupato in colmata dai sedimenti è stato calcolato tenendo conto dell'overdredging medio di 15 cm e del "bulking factor". Una volta prelevato dal fondo, infatti, il sedimento conferito nella cassa di colmata (sia per via meccanica che idraulica), occuperà un volume maggiore di quello originario per effetto del rimaneggiamento. Il rigonfiamento del materiale è strettamente correlato, oltre che alle caratteristiche granulometriche del sedimento e allo stato di addensamento nativo, alla tecnologia impiegata per il dragaggio.

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

In particolare, da letteratura è ragionevole assumere per il dragaggio meccanico un rigonfiamento del materiale pari a circa il 15% (“bulking factor”,  $BF = 1.15$ ) e per quello idraulico pari a circa il 30%.

Nel dettaglio, la cassa è in grado di recepire, circa 15.6 milioni di metri cubi fino alla quota +3.50 m s.l.m.m. e circa 2.5 milioni dalla quota +3.5 fino alla quota +6.5 m.s.l.m.m. al lordo del BF; un ulteriore milione compenserà il volume dovuto al cedimento del sistema.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

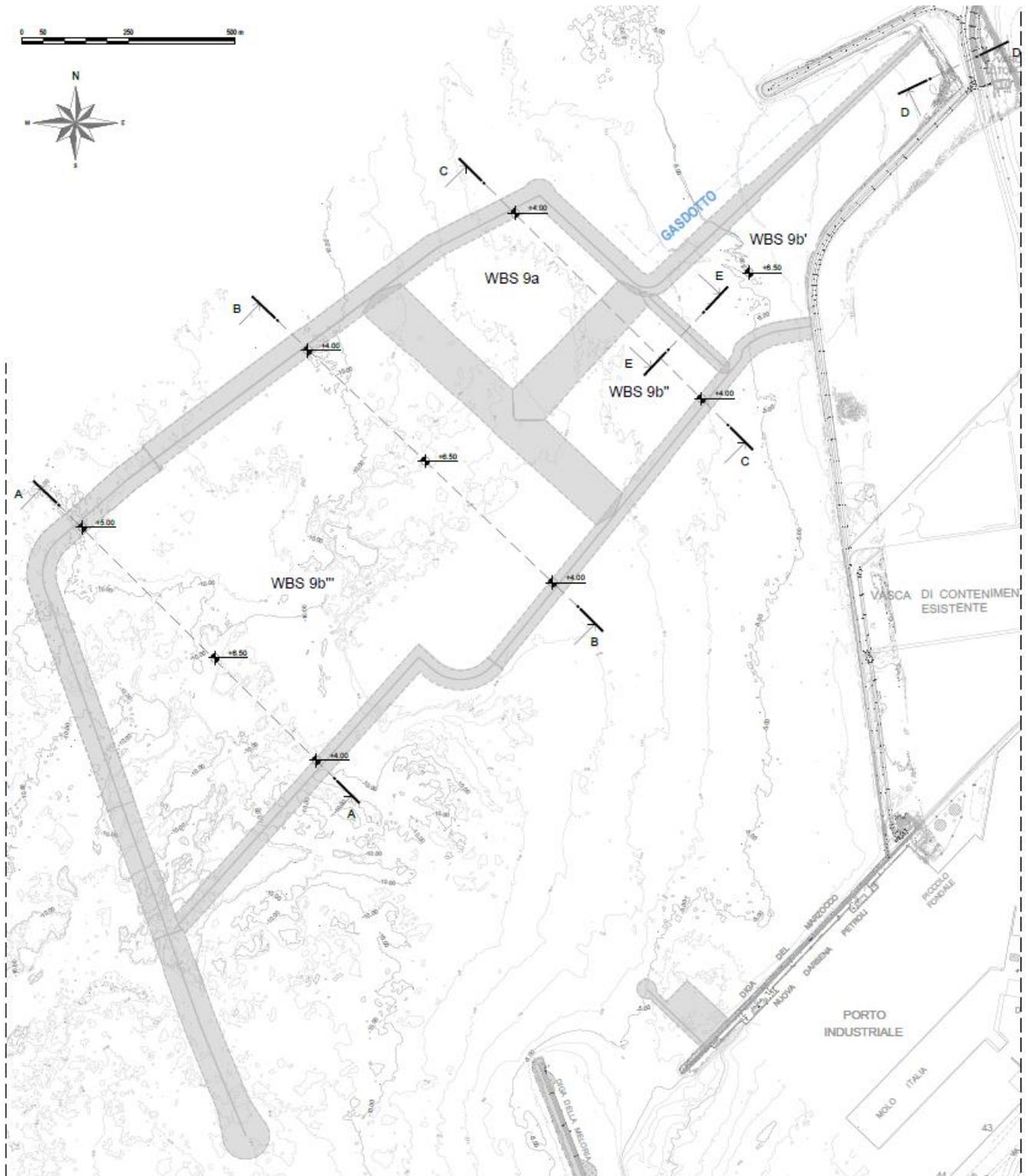


Figura 5.45 - Ipotesi di gestione delle vasche di colmata

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

A seguire si riporta, per ogni WBS, le modalità di scavo (idraulico o meccanico), la categoria del materiale da scavare (A-D), da cui si evince che:

- La volumetria del materiale da conferire in cassa di colmata derivante dalle operazioni di escavo delle opere foranee (WBS 1, 2, 4 e 6) è pari **1 Mmc** circa.
- La volumetria del materiale da conferire in cassa di colmata derivante dalle operazioni di escavo delle aree di dragaggio (WBS 10-14) è pari **13.8 Mmc** circa (compresa la rimozione del sedimento addossato alla WBS 7 da rimuovere previa caratterizzazione dei sedimenti)

La volumetria del materiale da conferire in cassa di colmata è pertanto compatibile con la **capacità massima complessiva** tenendo conto del cedimento del piano di fondazione in seguito alla consolidazione del terreno di base, ma anche dei volumi necessari per completare i dragaggi previsti dalla prima fase di attuazione del P.R.P. e dei prevedibili volumi di manutenzione del porto esistente.

#### 5.4.1.3 Analisi dei cedimenti della colmata

Sulla base delle quote di progetto previste all'interno della cassa di colmata nella fase transitoria (conferimento materiale) e finale (post cedimento e assestamento del materiale dragato), è stata eseguita un'analisi di dettaglio mediante software agli elementi finiti, volta alla determinazione dei cedimenti attesi e dei relativi tempi di consolidamento, a partire dai dati ricavati sulla base dell'elaborazione analitica delle prove geotecniche in sito e di laboratorio. La stima dei cedimenti della vasca di colmata è stata effettuata a partire dal massimo invaso della cassa, a quota +6.5 m s.m.m, fino al successivo consolidamento a lungo termine.

Con riferimento alla Figura 5.45, sono state individuate alcune sezioni rappresentative lungo la cassa oggetto d'intervento. Le analisi condotte e riportate nei documenti progettuali evidenziano che i principali risultati delle simulazioni, che per le sezioni A-A, B-B, C-C evidenziano valori di cedimento massimo dell'ordine di 1.5 m, con tempi variabili nell'intervallo 25÷32 mesi per il raggiungimento del 95% del grado di consolidazione; in questo caso, data la reologia dei terreni di scavo, un'accelerazione dei tempi di consolidazione potrà essere ottenuta con interventi meccanici di consolidamento, quali vibroflottazione, compattazione dinamica per strati, heavy-tamping, ecc.

#### 5.4.1.4 Drenaggio della colmata

Il drenaggio della colmata avviene attraverso un manufatto di sfioro, da realizzare con soglia a quota regolabile, per lo scarico a mare dell'acqua di risulta dal processo di sedimentazione all'interno della cassa di colmata. Lo scarico sarà attivo principalmente durante il dragaggio con draga aspirante refluyente. Si prevede che attraverso 6 manufatti di sfioro possa transitare una portata massima inferiore ai 4 m<sup>3</sup>/s. In base ai livelli dell'acqua a monte dello sfioro, si ritiene che il carico idraulico massimo accettabile sia pari a 50 cm.

Si prevede quindi la realizzazione, per ogni manufatto, di 6 soglie sfioranti affiancate ciascuna lunga 1.34 m. Le soglie saranno realizzate con pozzetti prefabbricati a base quadrata di lato 1.5 m, in cui la parete sul lato dello sfioro dell'elemento prolunga sia stata tagliata e preparata per l'inserimento di elementi di panconatura impilabili su gargami.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

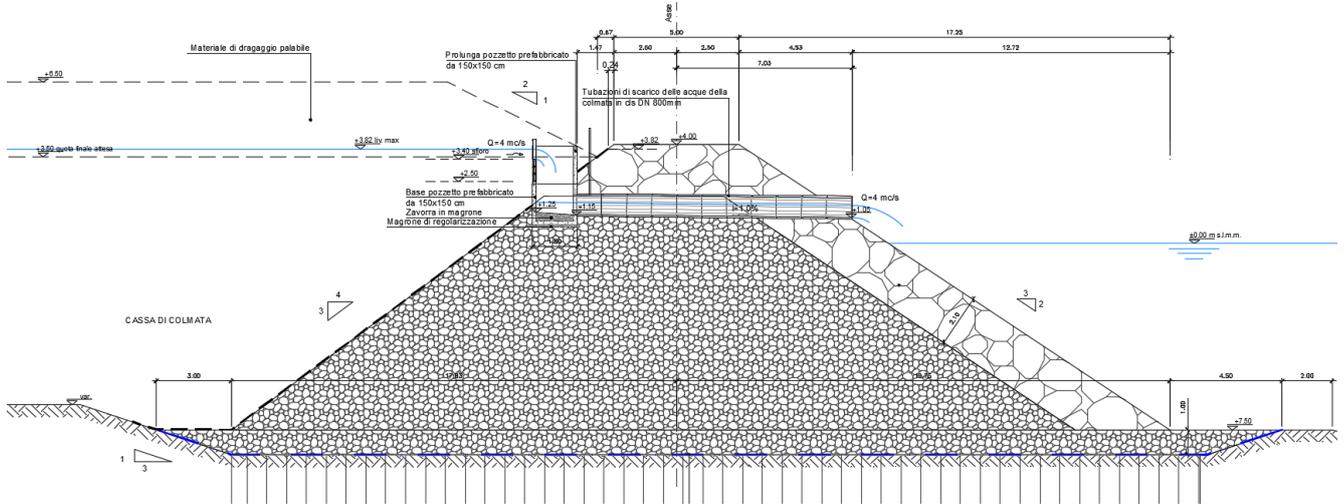


Figura 5.46 – Sezione di progetto

Ciò consente di assumere un comportamento di ciascuna vena sfiorante del tipo “stramazzo in parete sottile-Bazin”, senza contrazione laterale. Nell’ipotesi di una lunghezza complessiva dello sfioro di circa 10 m per ogni manufatto, ottenuta posizionando 6 pozzetti prefabbricati affiancati, si ottiene che la portata di scarico di 4 m<sup>3</sup>/s (0.667 m<sup>3</sup>/s per pozzetto), che transita con un carico idraulico h=34.9 cm sopra la soglia.

Il manufatto di sfioro sarà posizionato lungo l’argine interno della colmata e la portata sarà scaricata all’interno del bacino portuale a grande distanza dall’imboccatura. La concentrazione dei solidi sospesi allo scarico verrà limitata a valori inferiori a 80 mg/l.

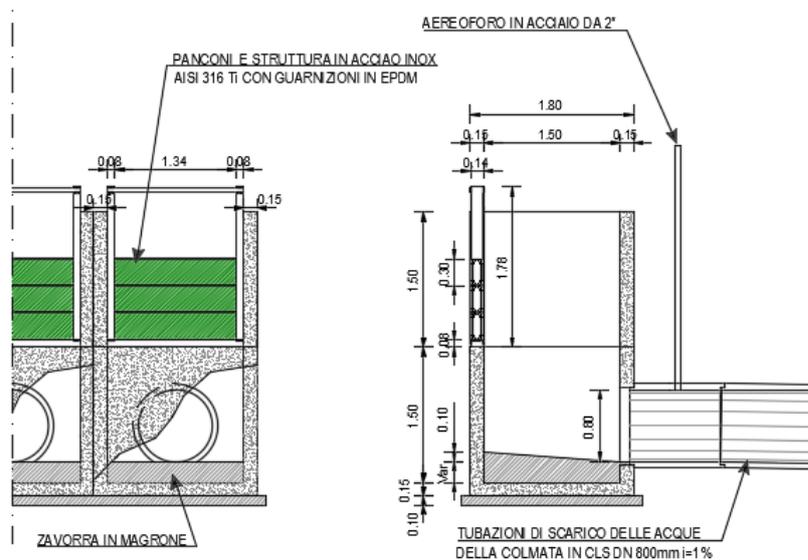


Figura 5.47 – Particolare del manufatto di sfioro

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

#### 5.4.2 Pendenze di scavo

Con riferimento agli elaborati grafici di progetto, in funzione delle profondità di scavo e delle caratteristiche geotecniche dei terreni del fondale marino, sono state definite le seguenti pendenze (rapporto H/V: orizzontale/verticale) delle scarpate di scavo (WBS 1÷6) e di dragaggio (WBS 10÷13).

WBS	Profondità progetto (m s.m.m.)	Rapporto H / V
1	-21.30/-12.80	3 / 1
2a	-12.80/-11.00	3 / 1
2b	-8/-10.50	3 / 1
4a	-11/-13.50	3 / 1
4b	-8.50/-9.50	3 / 1
6	-7.70/-21.30	3 / 1
10	-17	5 / 1
11 - 12	-16	4 / 1
13	-13	4 / 1

Tabella 5.1 – Pendenze sezioni di scavo

### 5.5 Dragaggi

Gli interventi di dragaggio previsti in progetto possono essere distinti in due tipologie: dragaggi finalizzati alla preparazione del piano di imposta delle nuove opere e dragaggi degli specchi acquei propedeutici alla navigazione e all'ormeggio (canale di accesso, darsena e bacini interni). I lavori godono della relativamente favorevole condizione di assenza di interferenze con il traffico marittimo che, come accade attualmente, continuerà ad utilizzare l'imboccatura Sud senza interessare, direttamente o indirettamente, le aree di lavoro.

Lo studio degli impatti dei lavori sugli habitat presenti sui fondali, con particolare attenzione agli effetti di variazione di torbidità (primo parametro indice delle potenziali alterazioni ambientali), è stato eseguito mediante modellistica matematica, i cui risultati sono riportati nel quadro ambientale e nei vari documenti di progetto.

Le operazioni di dragaggio saranno in ogni caso ottimizzate attraverso l'applicazione del **software ECOPLUME®** (software proprietario in uso da parte dell'Appaltatore) che permette di pianificare di lavoro in anticipo in base alle condizioni meteomarine previste nell'area; il software è basato su modelli numerici idrodinamici e di trasporto di sedimenti per simulazioni delle condizioni idrodinamiche nel breve termine (previsioni giornaliere), che può essere tarato utilizzando i parametri di funzionamento rilevati e i valori di soglia prefissati, in modo da aggiornare dinamicamente il piano di dragaggio per meglio adattarlo alle condizioni climatiche ed ambientali. Per la riduzione della diffusione del plume, previa verifica dell'effettiva funzionalità nel campo idrodinamico locale, verrà utilizzato, ove necessario, un **sistema bubble-screen**.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

### 5.5.1 Caratteristiche dei canali e dei cerchi di evoluzione

Le quote di dragaggio dei canali e dei bacini di evoluzione sono fissate dal P.R.P.; le profondità del fondale di progetto sono:

- -17.00 m s.m.m. per il canale d'accesso (WBS 10);
- -16.00 m s.m.m. per il canale interno e il bacino di evoluzione (WBS 11 e WBS 12);
- -13.00 m s.m.m. per i fondali retrostanti la Nuova Diga delle Meloria (WBS 13).

Le dimensioni dei canali e dei cerchi di evoluzione definiti dalle previsioni del P.R.P. sono stati parzialmente modificati a seguito dei test al simulatore eseguiti presso il CETENA di Genova. Tali test sono stati eseguiti a supporto degli approfondimenti condotti dalla Stazione Appaltante, in merito alla sicurezza ed alla fattibilità delle manovre di ingresso/accosto e di partenza/uscita, con il supporto di Capitaneria e Piloti, comandanti dei locali rimorchiatori. Sulla base di tali approfondimenti è stata evidenziata l'inadeguatezza della larghezza del canale in fase di avvicinamento, ed è stato necessario incrementarla fino a contenere il prevedibile scarroccio della nave in fase di ingresso e partenza.

Le dimensioni del canale di accesso sono state quindi modificate come segue:

- larghezza massima: 500 m alla profondità -17 m s.m.m. all'imbocco del canale;
- larghezza minima: 250 m alla profondità -17 m s.m.m. all'imboccatura portuale;
- lunghezza dall'imbocco del canale all'imboccatura portuale: circa 1300 m.

Sempre in esito ai medesimi approfondimenti, le dimensioni del bacino di evoluzione della Darsena Europa sono state significativamente incrementate rispetto a quanto previsto dalla precedente articolazione delle fasi di attuazione del P.R.P. (2017). Non sono state invece ravvisate criticità nel transito delle navi nella zona del bacino S. Stefano.

Il cerchio di evoluzione interno è stato quindi aggiornato come segue:

- WBS 12 - Bacino evoluzione Darsena Europa:  $\varnothing$  780 m.

Sono stati infine introdotti idonei raccordi tra canale di accesso e cerchi di evoluzione, per permettere l'evoluzione in sicurezza delle navi anche in fase di decelerazione e accelerazione, nonché per poter impegnare il cerchio di evoluzione in posizione centrale, condizione indispensabile per completare la manovra in sicurezza. La geometria del bacino tiene conto anche della necessità di lasciare lo spazio necessario ai rimorchiatori e di non esporli al rischio di collisione con la nave e/o con le opere portuali.

Le pendenze dei dragaggi sono state cautelativamente individuate, in funzione della stabilità dello scavo, come di seguito riportato:

- pendenza 1 : 5 (V : H) per i dragaggi esterni all'area portuale (WBS 10);
- pendenza 1 : 4 (V : H) per i dragaggi interni all'area portuale WBS 11, WBS 12 e WBS 13).

### 5.5.2 Fasi operative di gestione dei sedimenti

Gli interventi in progetto comportano la movimentazione di quantità di sedimenti particolarmente rilevanti e certamente inusuali nello scenario nazionale; per questo motivo erano state individuate, già in fase di Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, le tecnologie e le modalità con le quali gli interventi di dragaggio verranno realizzati, cercando di prevedere e gestire tutte le fasi delle lavorazioni in maniera da minimizzare gli impatti ed ottimizzare l'andamento e la sicurezza delle lavorazioni.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

Nel caso specifico, i lavori godono della relativamente favorevole condizione di assenza di interferenze con il traffico marittimo che, come accade attualmente, continuerà ad utilizzare l'imboccatura Sud, senza interessare, direttamente o indirettamente, le aree di lavoro.

La descrizione della sequenza di scavo e collocazione dei sedimenti scavati è riportata con maggiore dettaglio **negli elaborati delle fasi di cantierizzazione**.

I lavori di dragaggio si suddivideranno complessivamente in cinque macro fasi (**Figura 48**):

- Macro fase 1: prima fase del dragaggio per l'imbasamento delle opere, finalizzato alla preparazione del piano di imposta: verrà dapprima dragata (dragaggio meccanico a benna) l'area della porzione di argine interno della colmata (WBS4b) necessario per realizzare la prima vasca conterminata. I sedimenti di questa prima fase di scavo verranno collocati, temporaneamente, all'interno della colmata esistente. Il materiale versato verrà opportunamente separato dal materiale già presente in vasca mediante l'interposizione di un geotessile. Gli stessi potranno essere ricollocati nella vasca di colmata di progetto non appena realizzata la WBS 9b'
- Macro fase 2: seconda fase del dragaggio per l'imbasamento delle opere, finalizzato alla preparazione del piano di imposta: verranno dragate (dragaggio meccanico a benna) le aree della Diga Nord (WBS 2b, WBS 2a e WBS 1). Prima dell'avvio di questa fase di dragaggio sarà realizzata l'argine interno WBS8, così da poter collocare i sedimenti scavati nell'area della WBS 9b'.
- Macro fase 3: terza fase del dragaggio per l'imbasamento delle opere, finalizzato alla preparazione del piano di imposta: verranno dragate (dragaggio meccanico a benna) le aree dell'argine interno della colmata (WBS 4a e restante parte della WBS 4b). I sedimenti scavati verranno collocati nell'area della WBS 9b'.
- Macro fase 4: quarta fase del dragaggio per l'imbasamento delle opere, finalizzato alla preparazione del piano di imposta: verranno dragate (dragaggio meccanico a benna) l'area della Nuova Diga della Meloria (WBS 6) e i materiali collocati ancora nella vasca WBS 9b'. I sedimenti in classe 'D' provenienti dallo scavo dell'imbasamento della WBS6 in corrispondenza della maglia F1 P102 potranno essere temporaneamente collocati all'interno della colmata esistente sopra ad un telo impermeabile di separazione. Si potrà procedere con lo smontaggio della diga della Meloria (WBS 7) in modo tale da poter completare la caratterizzazione ambientale dei sedimenti posti a ridosso della diga stessa.
- Macro fase 5: dragaggio idraulico del canale di accesso e del bacino interno: verranno dragati idraulicamente (con draga CSD) e refluiti direttamente in colmata, in via indifferenziata, i sedimenti di classe A, B, C e D\* delle WBS 10, WBS 11, WBS 12 e WBS 13 e della WBS 7. Verranno realizzati gli argini interni WBS 8a e WBS 8b, e verrà impermeabilizzata la vasca WBS 9a. Il dragaggio del solo materiale in classe D verrà eseguito selettivamente con benna. Si ricorda che le maglie interessate dal materiale in classe D ricadono nelle WBS12 (F1\_P53 e F1\_P129) e WBS13 (F1\_P42 e una piccola porzione della F1\_P106). In quest'ultima fase potranno essere collocati definitivamente in vasca impermeabilizzata WBS 9a i sedimenti in classe 'D' precedentemente accantonati.

Le tecnologie che verranno impiegate per il dragaggio sono descritte al successivo paragrafo.

Le fasi di riempimento della vasca WBS 9b saranno articolate in funzione delle macro fasi di dragaggio. La vasca WBS 9b' accoglierà i materiali derivanti dai dragaggi degli imbasamenti delle opere, nonché il

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

materiale accantonato presso le colmate esistenti durante la macro fase 1; il riempimento della vasca inizia con la macro fase 2 e termina con la macro fase 4.

La vasche WBS 9b'' e WBS 9b''' accoglieranno il materiale derivante dai dragaggi del canale e dei bacini interni, refluito idraulicamente con draga CSD.

La vasca WBS 9a accoglierà il materiale in classe D derivante dal dragaggio selettivo con benna eseguito in limitate aree della WBS 12 nonché il materiale in classe D derivante dallo scavo di imbasamento dell'area di radice della WBS 6 e temporaneamente accantonato nelle colmate esistenti.

Le prime quattro macro fasi verranno realizzate in ambiente non completamente confinato dalle opere foranee, in quanto propedeutiche proprio alla realizzazione di queste ultime (complessivamente circa un milione di metri cubi).

Nella fase 5 il dragaggio idraulico, realizzato adottando una tecnologia che limita notevolmente l'impatto nel punto di prelievo, interesserà prevalentemente un ambiente protetto (dalle forzanti meteomarine, onde e correnti) all'interno delle opere foranee e solo una parte, circa due milioni, proverranno dal canale esterno non confinato (WBS 10).

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx

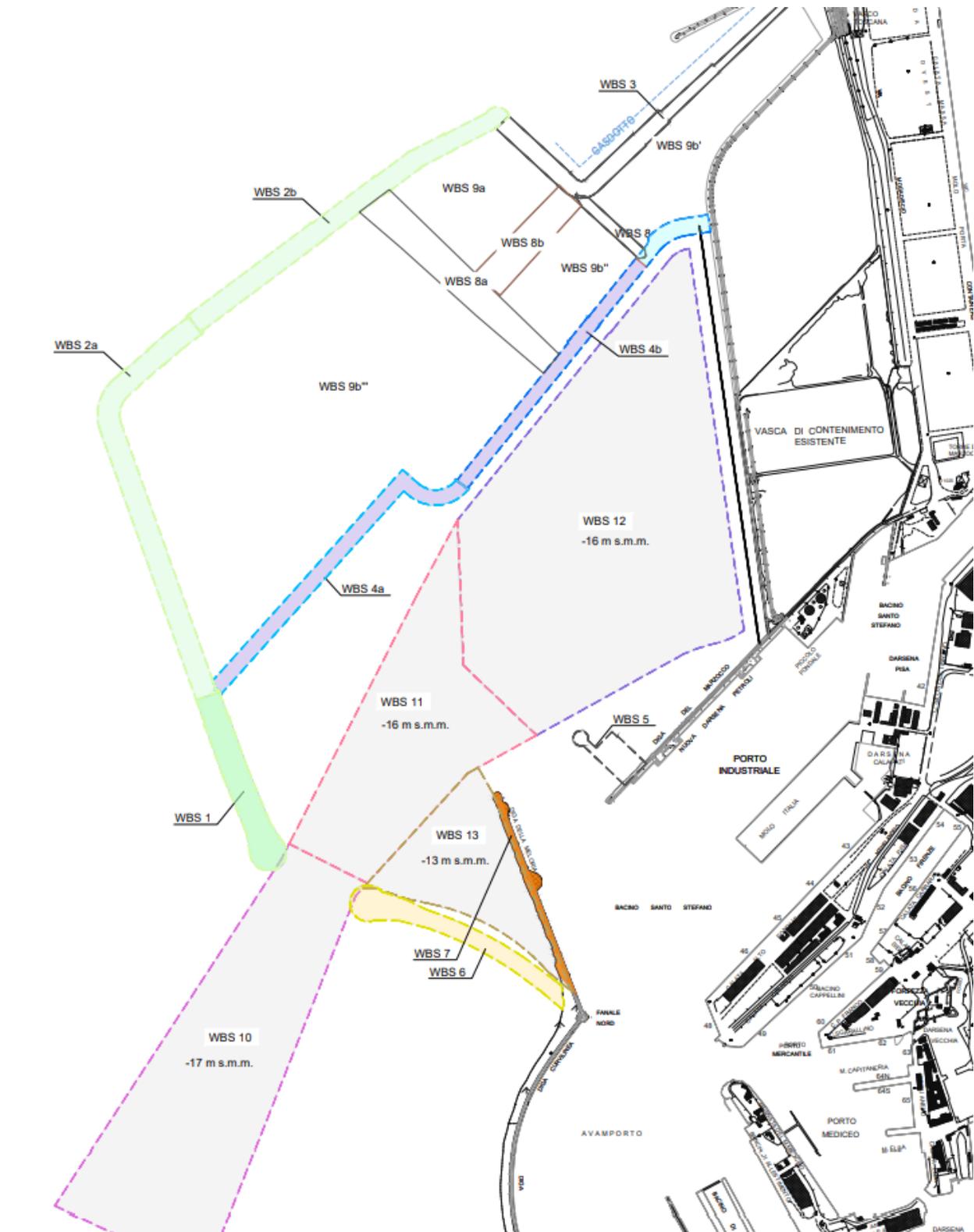


Figura 48 - Suddivisione in macro fasi degli interventi di dragaggio

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

### 5.5.3 Tecnologie impiegate per il dragaggio

Le tecnologie che si prevede di impiegare per il dragaggio sono il dragaggio meccanico con benna e quello idraulico; i mezzi da impiegare sono rappresentati, a livello tipologico, nelle figure sottostanti (Figura 49 e Figura 50; Wlasblom W.J., 2003).

Come anticipato nel precedente paragrafo, al di fuori del bacino parzialmente conterminato realizzato dalle nuove opere foranee si prevede di limitare il più possibile l'impiego del dragaggio meccanico e di evitare l'impiego di draghe TSHD (idrauliche autocaricanti); infatti, il dragaggio meccanico e l'overflow (durante il carico delle draghe TSHD) producono un'elevata torbidità nel punto di prelievo.

In generale, il dragaggio idraulico permette di limitare la generazione di torbidità al punto di scarico, e di avere una minima risospensione dei sedimenti nella zona di prelievo. Nel caso specifico, lo scarico avverrà all'interno della colmata, dove il tempo di residenza della miscela consente alla frazione solida di precipitare, riducendo così la concentrazione di solidi sospesi nell'effluente.

La generazione e dispersione del plume in fase di dragaggio è stata oggetto di una specifica analisi nell'ambito del presente progetto definitivo; l'analisi è stata condotta attraverso l'impiego di idonea modellistica matematica, in conformità a quanto suggerito dal D.M. 15/07/2016 n. 172, è stata alla base delle scelte progettuali ed è parte integrante del progetto di dragaggio

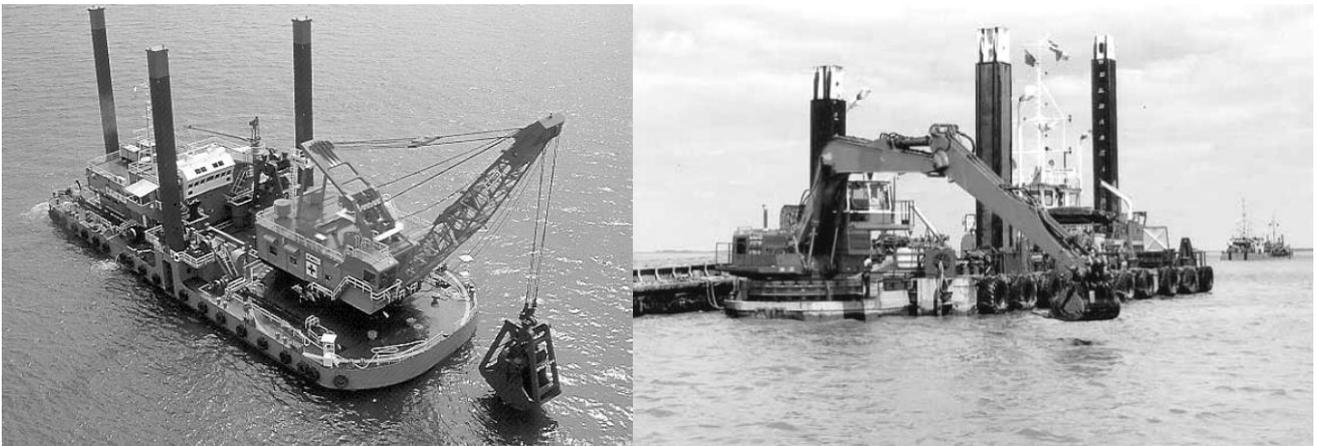


Figura 49 - Draghe a benna del tipo a fune (a sinistra) e a braccio articolato (a destra)



Figura 50 - Draga aspirante refluyente stazionaria (CSD, a sinistra) e autocaricante (TSHD, a destra)

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

#### 5.5.4 Scarico dei materiali

Lo scarico dei materiali avverrà con due diverse modalità, una per il materiale refluito idraulicamente e l'altra per il materiale scavato a benna:

- 1) refluimento idraulico all'interno della nuova colmata;
- 2) scarico in colmata, da motopontone autocaricante, e successiva sistemazione con mezzi meccanici terrestri del sedimento scavato meccanicamente a benna.

**Il refluimento idraulico in colmata** dei sedimenti (**Figura 51**) vedrà l'impiego di una draga CSD di grandi dimensioni, idonea ad eseguire una parte sostanziale dell'intervento in tempi molto brevi (produzione attesa non inferiore ai 30000 m<sup>3</sup>/giorno. Trattandosi di una lavorazione eseguita parzialmente all'esterno delle nuove opere foranee, la ridotta estensione temporale della lavorazione ne riduce considerevolmente l'impatto.

Il refluimento idraulico interesserà il canale di accesso al porto (WBS 10) e i bacini (WBS 11, WBS 12 WBS 13) all'interno delle nuove opere foranee.

La draga, per avere le potenzialità necessarie a rispettare il cronoprogramma, avrà un dislocamento indicativo non inferiore a 5000 t, una potenza asservita alle pompe draganti dell'ordine dei 6÷7000 kW ed una tubazione di mandata dell'ordine dei 900 mm.

La tubazione di refluimento sarà in parte galleggiante, per consentire il movimento della draga, ed in parte affondata o disposta a terra lungo le opere foranee; saranno previsti più punti di scarico per distribuire i sedimenti all'interno della colmata. Sarà invece previsto un unico punto di scarico delle acque decantate, nella zona più distante dall'imboccatura.

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 51 - Operazioni di refluito idraulico (Royal IHC, 2018)

Lo scarico in colmata dei sedimenti dragati meccanicamente a benna con motopontone autocaricante avverrà attraverso apposite piarde realizzate sull'argine di contenimento della colmata (Figura 52); la distribuzione del materiale all'interno dell'area di colmata sarà realizzata con mezzi meccanici operando in avanzamento dalle sponde.

Lo scarico in colmata di sedimenti dragati a benna interesserà il materiale proveniente dallo scavo dell'imbasamento delle opere foranee e dal dragaggio delle aree dei bacini interni caratterizzati dalla presenza di materiale in classe D; quest'ultimo verrà conferito nella vasca conterminata e impermeabilizzata (WBS 9a).

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 52 – Sbarco di materiale da motopontone autocaricante (a destra, Isola delle Tresse, Marghera)

## 6 CANTIERE

Con riferimento agli elaborati grafici di progetto, a seguire si riporta una descrizione sintetica con lo scopo di definire le fasi di cantiere necessarie per la realizzazione delle strutture di progetto.

Si precisa che non si prevedono interferenze tra le operazioni di cantiere e l'operatività del Porto, dato che le banchine portuali sono state indicate indisponibili per la logistica del cantiere. Nell'offerta tecnica migliorativa, infatti, l'Appaltatore non chiede l'utilizzo di aree operative portuali, bensì si prevede una sostanziale diminuzione degli spazi di cantiere rispetto al progetto definitivo 2021. L'appaltatore prevede, come descritto di seguito, la realizzazione di un porto rifugio. Il punto di accesso, sia via mare che via terra dei mezzi e delle forniture impiegati per la costruzione dell'opera, non interferente con l'accesso del porto commerciale (imbocca sud e varco Darsena Toscana).

### 6.1 Descrizione del contesto in cui è collocata l'area del cantiere

L'opera in progetto è ubicata a nord del Porto di Livorno, di fronte alle attuali vasche di colmata in prossimità dello scolmatore d'Arno adiacente alla Darsena Toscana. La sua estensione si propaga a sud all'intersezione dell'attuale Diga Curvilinea con la Diga della Meloria la "Darsena Toscana" si presenta con un unico accesso mediante due ponti elevatoi (più un terzo ferroviario) che oltrepassano il canale dei Navicelli (vecchia via d'acqua che raggiunge la darsena pisana). Essa è prevalentemente occupata dal "Terminal darsena Toscana" per buona parte della sua estensione. Attraverso una strada pubblica demaniale, Via Mogadiscio, si raggiunge il "Piccolo Fondale e la Darsena Petroli.

Ad ovest della Darsena Toscana sono presenti due vasche di Colmata realizzate a partire dagli anni 2000, più precisamente la prima nel 2001 e la seconda nel 2010.

All'estremo nord della darsena Toscana, in prossimità dello scolmatore d'Arno è presente una diga foranea (lato sud) di difesa della foce realizzata dalla Regione Toscana nell'anno 2018; parallela allo scolmatore d'Arno insiste una strada carrabile di proprietà del Demanio (autorizzata dalla provincia di

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

Pisa tramite provvedimento n.795 del 10/12/2012 ai sensi del RD 523/1904) realizzata a cura dell'allora Autorità Portuale di Livorno al fine di permettere il transito dei mezzi pesanti per la costruzione della seconda vasca. Successivamente la Provincia di Pisa Servizio Difesa del Suolo ha utilizzato detta viabilità per la realizzazione della sistemazione idraulica della foce dello Scolmatore.

Dall'esperienza maturata per questi due lavori marittimi, ed in similitudine a quanto si andrà a realizzare si ipotizza di costituire l'area di cantiere principale in prossimità dell'ingresso della suddetta strada di accesso mediante la collocazione in opera di baraccamenti.

Considerato l'estensione del cantiere e la realizzazione degli accropodi previsti in progetto si prevede anche un'ulteriore area di cantiere in prossimità della prima vasca.

## 6.2 Ubicazione aree di cantiere

Nella Figura 53 (di dettaglio) sono riportate le aree di cantiere a terra definite del PSC (Piano di Sicurezza e Coordinamento) e delle miglorie di gara fornite dall' Appaltatore:

- Cantiere principale di accesso
- Cantiere foce armata sud
- Area per deposito temporaneo dei sedimenti (parte residua disponibile della 2° cassa di colmata esistente, qualora disponibile al momento di attuazione del progetto – secondo accordi da definire con AdSP)
- Cantiere sabbiodotto foce armata nord.

Oltre alle suddette aree localizzate all'interno dell'area del Porto di Livorno, l'Appaltatore ha messo a disposizione ulteriori **tre aree private**:

- Cantiere Biscottino: dove verrà localizzato l'impianto di frantumazione e prefabbricati accropodi
- Cantiere Pian di Rota: dove verranno in parte prefabbricati gli accropodi
- Banchina Perini e Briccole – Piombino: dove verranno in parte prefabbricati gli accropodi e stoccati/caricati materiali lapidei.

Si evidenzia all'interno delle aree di cantiere e nelle aree di lavorazioni non verranno effettuati lavaggi delle autobetoniere e dei mezzi di servizio. Qualsiasi intervento di pulizia dei mezzi sarà effettuato in appositi siti esterni o in aree dotate di sistema di raccolta e depurazione delle acque di dilavamento.

Verrà inoltre realizzato in prossimità dell'attuale cassa di colmata una banchina provvisoria e un approdo di servizio.

Per ulteriori dettagli sul sistema dell'accessibilità alle aree di cantiere si rimanda al quadro ambientale componente "sistema infrastrutturale".

Progetto:  
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
 Progetto definitivo

Elaborato:  
 STUDI AMBIENTALI  
 1233\_PD-C-004\_0.docx

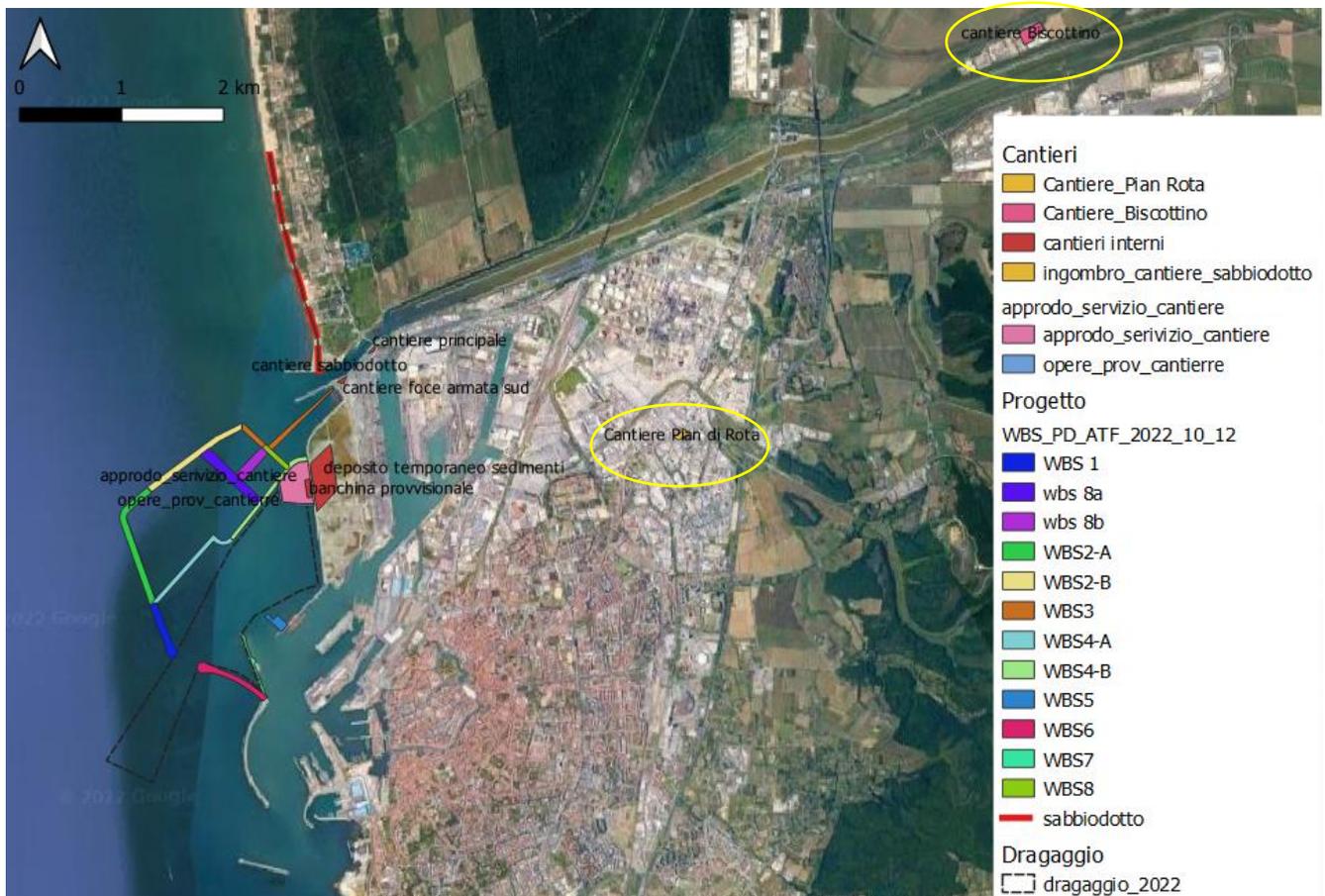


Figura 53: dettaglio delle aree di cantiere a terra (fonte: Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato al Progetto Definitivo e migliori offerte dall' Appaltatore)

### 6.2.1 Area cantiere principale

Si tratta di un'area in adiacenza allo scolmatore d'Arno, che è già stata usata per la realizzazione di grandi opere pubbliche a cura dell'Autorità Portuale di Livorno e della Provincia di Pisa. L'area risulta di facile accesso e al momento è dotata di due cancelli carrabili, presenta forma pianeggiante con estensione di circa 2500 mq, ed è racchiusa tra il corso d'acqua "Scolmatore d'Arno" e la ferrovia di penetrazione in D.T.; l'area è delimitata da una rete a maglia sciolta con altezza superiore a 2 mt dal piano di calpestio. Sarà possibile collocare facilmente baraccamenti come per esempio box ufficio, refettori, wc chimici per imprese e fornitori; inoltre come già avvenuto in lavori eseguiti in passato, sarà possibile collocare una pesa per la quantificazione dei materiali lapidei. Di fatto può considerarsi l'area di cantiere principale, ovvero l'area di ingresso al cantiere vero e proprio; da qui tramite una strada che costeggia lo scolmatore d'Arno, realizzata nel 2010, sarà possibile raggiungere le aree a mare in corrispondenza del molo sud costituente la foce armata, per lo sversamento del materiale lapideo relativo alla costruzione del molo WBS 3 e WBS 2B.

Nell'area, come previsto dall' Appaltatore, verrà installato un **impianto lavaruate**, mentre la miglioria proposta dell'Appaltatore (allargamento della viabilità stradale interna) ha permesso di eliminare il senso unico alternato e l'impianto semaforico.

Progetto:  
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
 Progetto definitivo

Elaborato:  
 STUDI AMBIENTALI  
 1233\_PD-C-004\_0.docx

La strada è stata oggetto di intervento di manutenzione a fine 2020, promosso dalla direzione Infrastrutture Livorno e Capraia di questa AdSP.

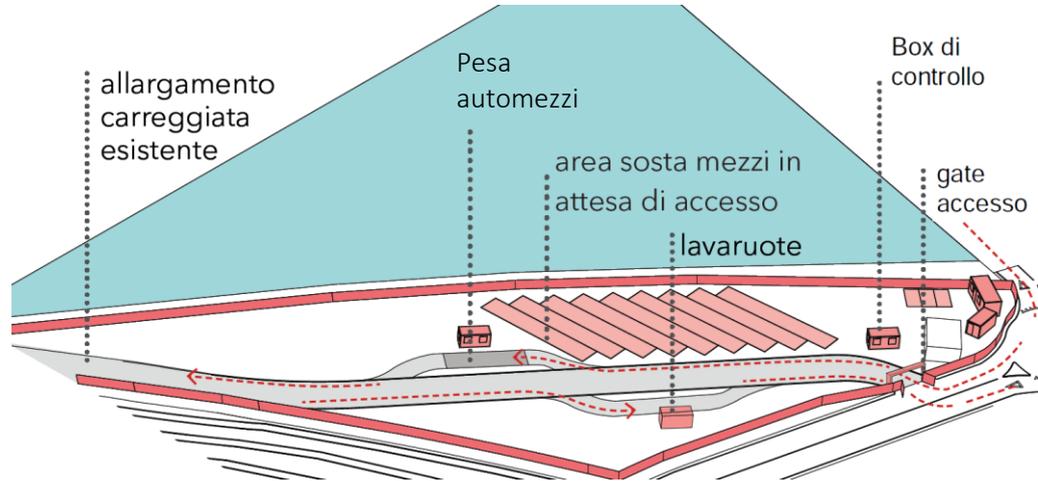


Figura 54: schema dell'area di cantiere principale

### 6.2.2 Area cantiere radice foce armata sud

L'area si presenta in forma pianeggiante per un'estensione di circa 3700 mq, ed è delimitata a nord dalla Foce Armata dello scolmatore d'Arno, ad ovest da una scogliera ed a sud dalla viabilità attuale. Nell'area sono previsti dei WC a disposizione delle Imprese esecutrice e dei fornitori. L'area risulterà di passaggio per la formazione del nucleo del molo WBS3 e WBS2B. Verrà valutata in sede di progettazione esecutiva la fattibilità tecnica di sistemi di stoccaggio dell'acqua meteorica con recupero per i wc o per altri usi non potabili.

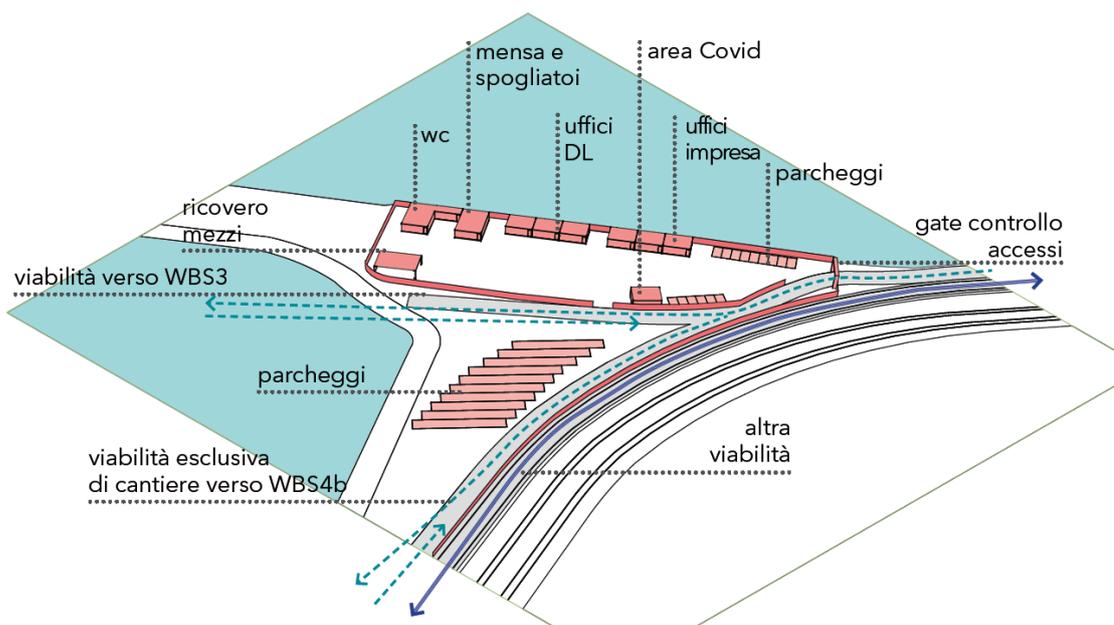


Figura 55: cantiere foce armata sud

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale
---

<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo
--

<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---

### 6.2.3 Cantiere Biscottino

L'area del cantiere Biscottino (di superficie pari a circa 32.000 mq) è di proprietà / ad uso esclusivo dell'Appaltatore. L'ambito è già attualmente destinato ad attività di cantieristica edile come si evidenzia dalla foto seguente.

Come indicato dall' Appaltatore nel sito verrà installato l'impianto mobili di frantumazione/vagliatura, oltre alla prefabbricazione degli accropodi.



Foto 1: area del cantiere Biscottino

### 6.2.4 Cantiere Pian di Rota

Come per l'area del cantiere Biscottino, anche l'area di Pian di Rota (circa 10.000 ma) risulta ad uso dell'Appaltatore.

Nell'ambito sono già presenti attività di cantieristica e, secondo le indicazioni dell'Appaltatore, verranno prefabbricati gli accropodi.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

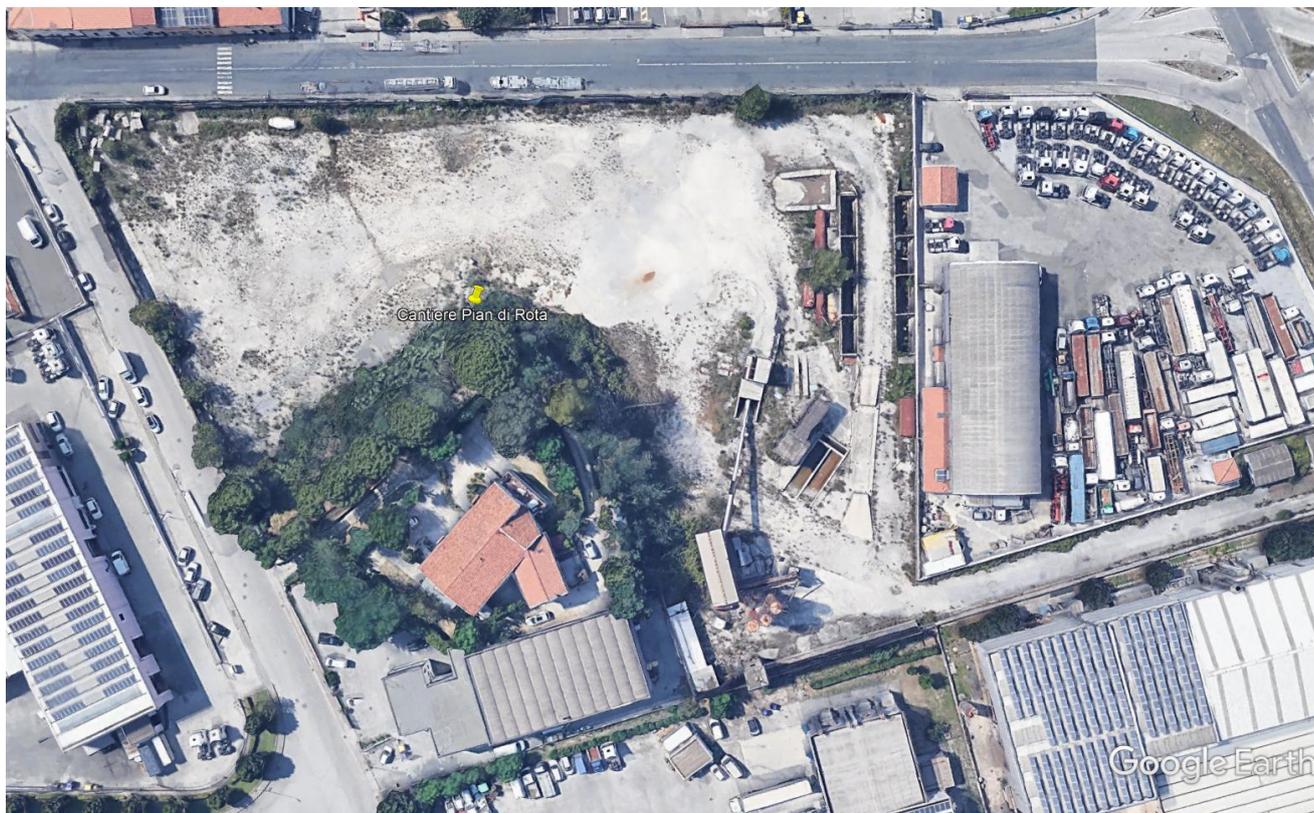


Foto 2: area del cantiere Pian di Rota

#### 6.2.5 Banchina Perini e Briccole – Piombino

All'interno del Porto di Piombino l'Appaltatore ha in concessione la banchina Perini (circa 15.000 mq) dove è possibile, in caso di necessità, ormeggiare in sicurezza fino a 12 mezzi marittimi. Il piazzale retrostante la banchina è idoneo, inoltre, alla prefabbricazione e allo stoccaggio di accropodi.

Tale area rimarrà a disposizione dell'Appaltatore per tutta la durata del cantiere.

Inoltre, per il carico di roccia e materiali lapidei l'appaltatore dispone in esclusiva della banchina Briccole, un'area di 2100 mq, con 60 m di banchina, capacità di stoccaggio complessiva di 4000 ton di materiale e con idoneo varco camionabile

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx



Foto 3: area banchina Perini – Porto di Piombino



Foto 4: area banchina Briccole – Porto di Piombino

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx

### 6.2.6 Aree di ricovero mezzi

L'Appaltatore non prevede l'utilizzo di banchine portuali all'interno del Porto di Livorno; verrà realizzato un approdo di servizio temporaneo con banchina provvisoria in modo da garantire condizioni di ormeggio in sicurezza dei mezzi marittimi impiegati durante le lavorazioni.



Foto 5: approdo di servizio e banchina provvisoria prevista dall'Appaltatore

La struttura verrà successivamente rimossa a valle del completamento della diga nord e i materiali riutilizzati per il completamento della WBS 1. In tale fase, in caso di condizioni meteomarine avverse i mezzi verranno ormeggiati lungo la WBS 4b

### 6.2.7 Mezzi di cantiere previsti

L'Appaltatore ha definito per l'esecuzione delle opere in progetto 16 squadre di lavoro, suddivise per tipologia di attività, con dettaglio dei singoli mezzi che saranno impiegati.

Tali indicazioni potranno subire variazioni prima dell'avvio dei lavori, fermo restando la tipologia e le caratteristiche tecniche e prestazionali dei mezzi impiegati.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 56: Composizione delle squadre interessate nelle diverse fasi di lavoro

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

### 6.3 Cronoprogramma dei lavori

Con riferimento agli elaborati descrittivi del Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto a cura dell'ufficio tecnico dell'Autorità di Sistema Portuale, in funzione delle quantità di materiale da approvvigionare e delle quantità di produzione, si evince un tempo di realizzazione dei lavori dell'ordine dei 56 mesi.

Le fasi temporali sono le seguenti:

- Bonifica bellica superficiale e profonda
- Realizzazione e conterminazione della prima vasca, denominata WBS 9b'; questa attività comprende: dragaggio imbasamento porzione di radice WBS 4b (conferimento temporaneo dei sedimenti nella colmata esistente), consolidamento fondali e realizzazione da terra porzione di radice WBS 4b, WBS 8 e WBS 3.
- Dragaggio imbasamenti WBS 1, WBS 2, WBS 4 e WBS 6.
- Consolidamento fondali WBS 1, WBS 2, WBS 4 e WBS 6;
- Realizzazione WBS 1, WBS 2 e WBS 6, con parziale rimozione della mantellata dell'esistente Diga della Meloria nella zona di raccordo.
- Realizzazione WBS 4 e contestuale rimozione della protezione temporanea sul lato interno delle WBS 2b, 3 e 8.
- Smontaggio della Diga rettilinea della Meloria esistente (WBS 7).
- Inizio operazioni di dragaggio WBS 10, WBS 11, WBS 12, WBS 13.
- Realizzazione vasca impermeabilizzata WBS 9a: realizzazione WBS 8a WBS 8b con materiale proveniente da dragaggi e successiva impermeabilizzazione con geomembrana.
- Dragaggio idraulico con conferimento in colmata (vasca 9b'' e vasca 9b''') delle WBS 10, WBS 11, WBS 12, WBS 13 e materiale a ridosso del lato interno della Meloria esistente (WBS7); il dragaggio del solo materiale in classe D verrà eseguito selettivamente con benna e conferimento nella vasca 9a.

Gli elaborati descrittivi e grafici del PSC, redatti in ottemperanza al D.Lgs. 81/2008, evidenziano inoltre:

- il contesto in cui si colloca la nuova opera;
- le aree di cantiere;
- la logistica dell'area di prefabbricazione dei massi artificiali;
- le viabilità di accesso;
- l'interferenza con le attività esistenti e con i cantieri di prossima attuazione;
- i rischi che le lavorazioni comportano per le aree circostanti

#### 6.3.1 Dettaglio sullo smontaggio della diga della Meloria

Lo smontaggio della Meloria prevede le seguenti fasi:

1. Rimozione tetrapoldi da 20 t con riutilizzo diretto in ambito portuale

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

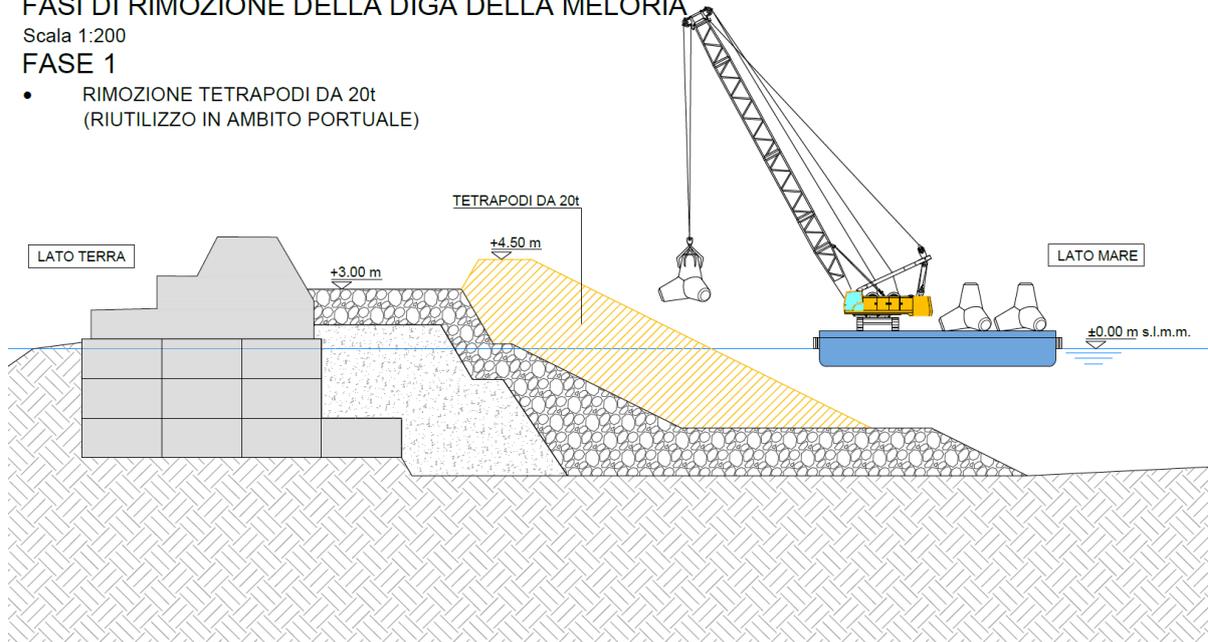
1233\_PD-C-004\_0.docx

## FASI DI RIMOZIONE DELLA DIGA DELLA MELORIA

Scala 1:200

### FASE 1

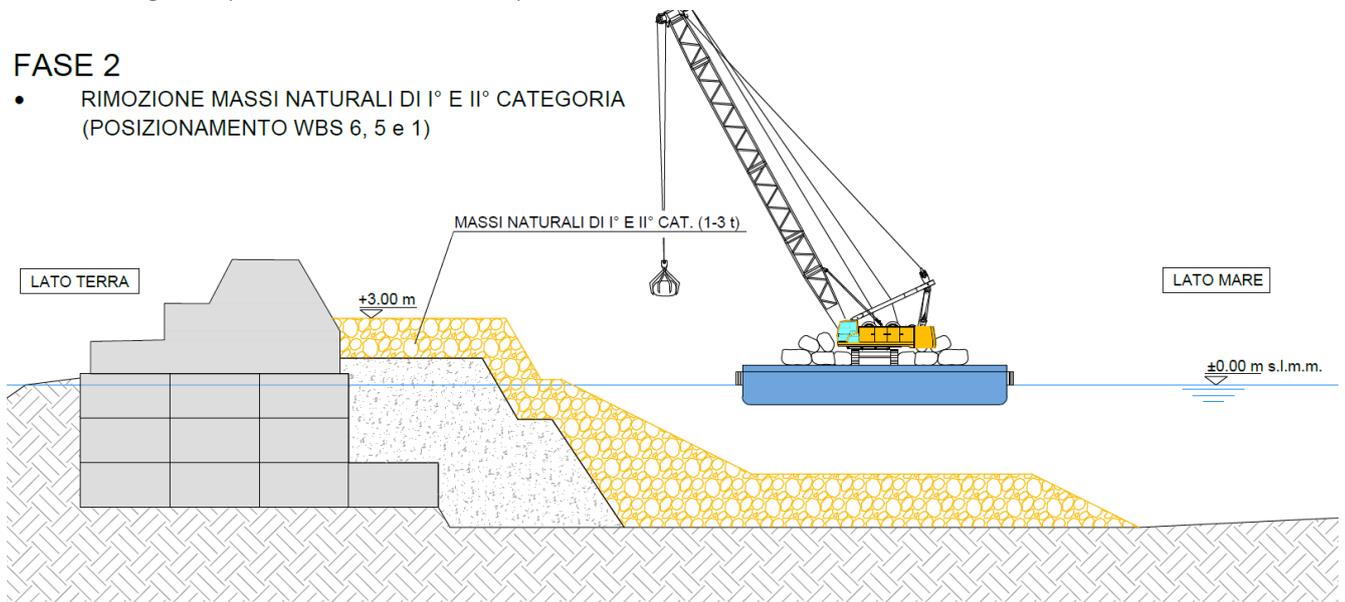
- RIMOZIONE TETRAPODI DA 20t (RIUTILIZZO IN AMBITO PORTUALE)



2. Salpamento dei massi di I e II categoria e loro riutilizzo per la realizzazione delle nuove opere in scogliera (WBS 1; WBS 5, WBS 6)

### FASE 2

- RIMOZIONE MASSI NATURALI DI I° E II° CATEGORIA (POSIZIONAMENTO WBS 6, 5 e 1)



3. rimozione nucleo in tout-venant 50-1000 Kg e posizionamento in WBS 6 e 5

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

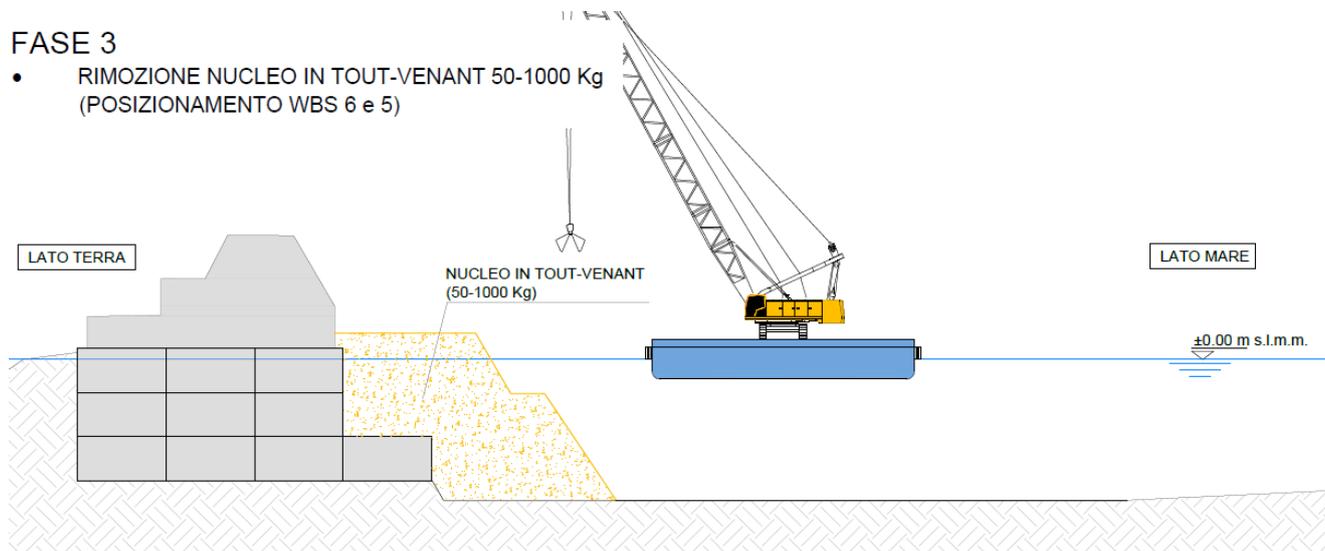
Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

### FASE 3

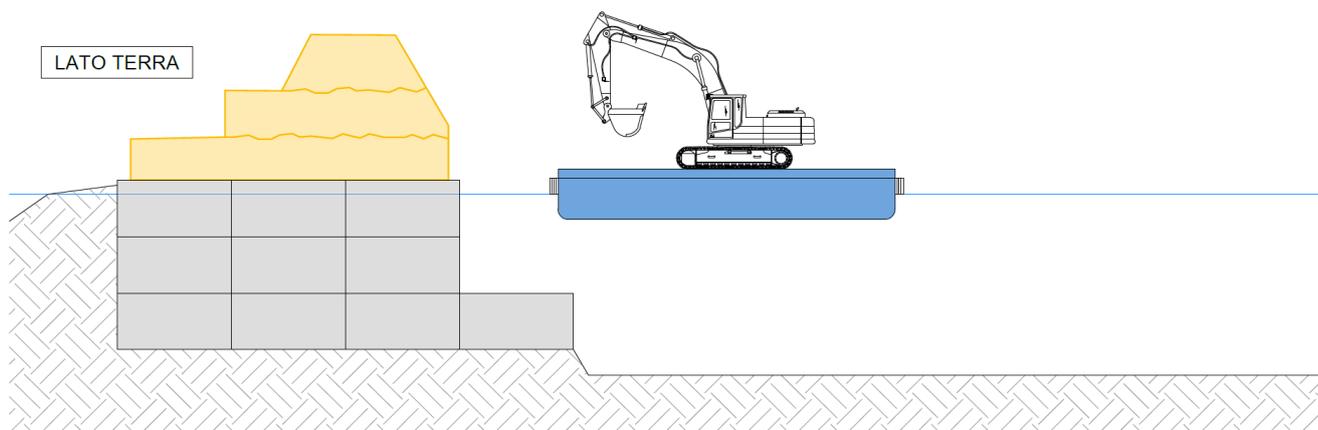
- RIMOZIONE NUCLEO IN TOUT-VENANT 50-1000 Kg (POSIZIONAMENTO WBS 6 e 5)



4. Rimozione della sovrastruttura (muto paraonde) fino a quota +1 m s.m.m. circa, eventuale riduzione volumetrica in loco e trasporto del materiale verso l'impianto mobile di frantumazione/vagliatura (in località cantiere Biscottino) e successivo utilizzo (del materiale EOW) come nucleo/scanno delle nuove opere in scogliera

### FASE 4

- SMONTAGGIO E FRANTUMAZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA



5. Smontaggio blocchi esistenti e posizionamento, previa riduzione volumetrica per una più facile movimentazione, per essere impiegati anche nella parte centrale dei nuclei delle scogliere delle WBS. In tale fase, ove necessario, verrà eseguita una indagine ex DM 173/2016 sui sedimenti

**Progetto:**  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

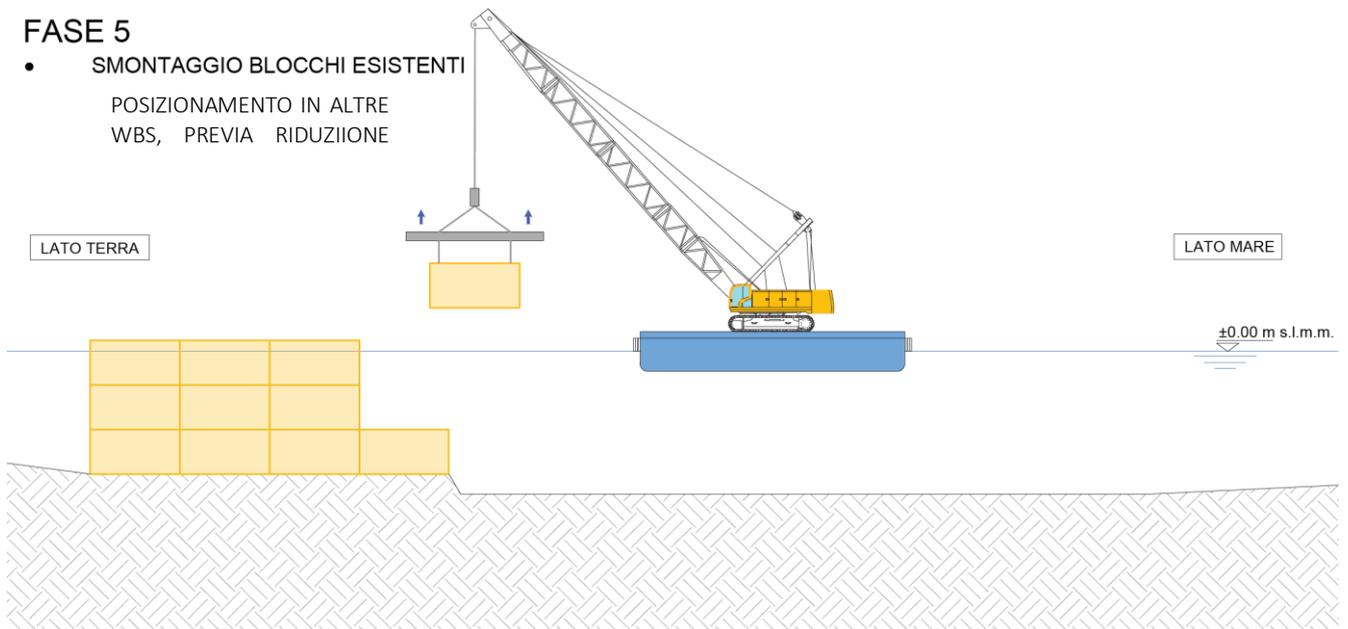
**Livello progettazione:**  
Progetto definitivo

**Elaborato:**  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx

posti a ridosso e sotto l'imbasamento della Diga, ovvero nelle aree non caratterizzate (per impedimenti fisici) nella precedente campagna.

### FASE 5

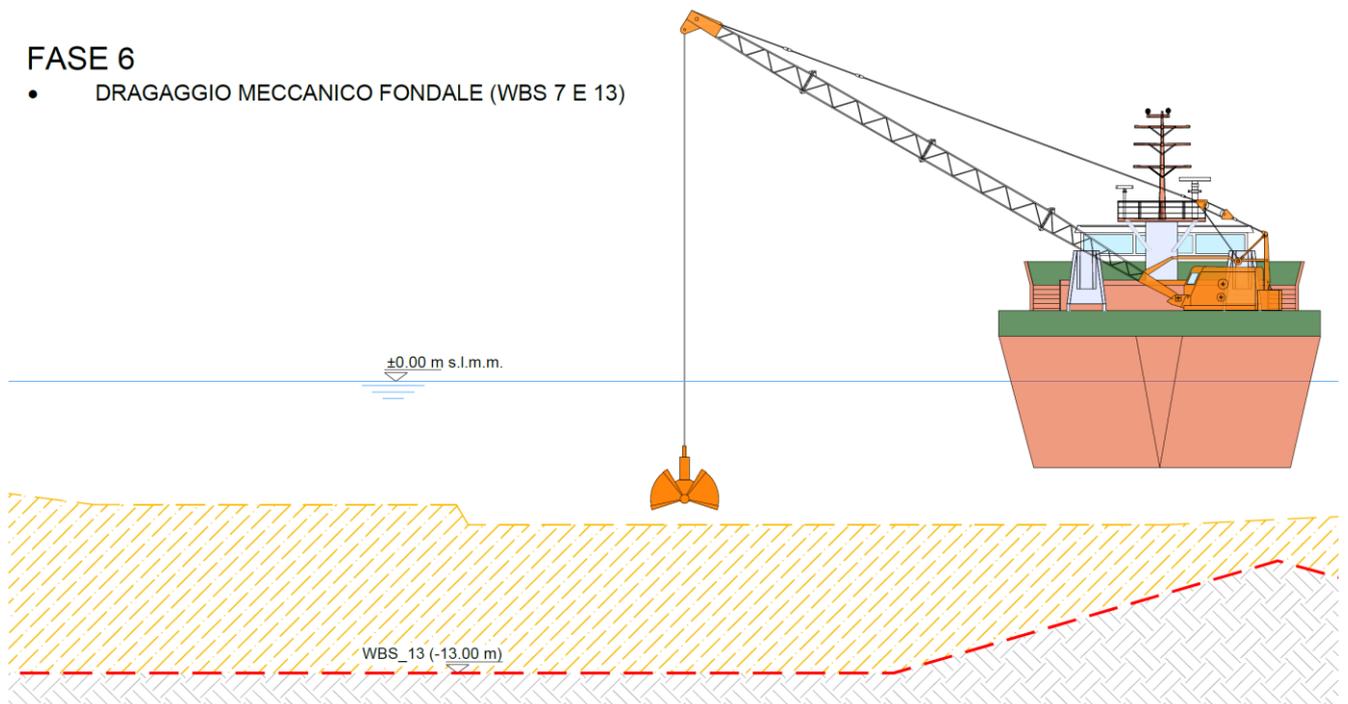
- SMONTAGGIO BLOCCHI ESISTENTI  
POSIZIONAMENTO IN ALTRE  
WBS, PREVIA RIDUZIONE



### 6. Dragaggio meccanico fondale (WBS7 e WBS13)

#### FASE 6

- DRAGAGGIO MECCANICO FONDALE (WBS 7 E 13)



Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

## 6.4 Fornitura di materiale

Per la realizzazione delle opere in progetto sarà necessaria la fornitura dei materiali naturali in pezzature e quantità definite negli elaborati economici di progetto. Si riporta di seguito una sintesi sul bilancio delle forniture dei materiali lapidei

Tabella 2: Tipologie di pezzature naturali e quantitativi in fornitura

CATEGORIA	PEZZATURA	QUANTITA' (MC)
scogliere naturali cat. 1	50Kg e 500 Kg	2'129'939
scogliere naturali cat. 1	501Kg e 1000Kg	263'148
scogliere naturali cat. 2	1001Kg e 3000Kg	183'360
scogliere naturali cat. 3	3001Kg e 7000Kg	303'418

Oltre alle forniture di materiale naturale lapideo saranno necessari:

- Calcestruzzi
- Ferri di armatura
- Palancole
- Casseformi
- Geotessuti
- Geotubi
- Geocompositi impermeabili.

Secondo quanto definito dall'Appaltatore e descritto nel quadro ambientale – sistema infrastrutturale, i materiali saranno approvvigionati via mare e via terra.

## 6.5 Stima dei trasporti previsti

Nell'ambito dello studio di impatto ambientale sono state elaborate delle valutazioni per la definizione dell'**anno critico**, definito come l'anno di cantiere con la maggiore presenza contemporanea di mezzi marittimi e/o terrestri. Le stime sono state elaborate in base al bilancio complessivo delle forniture e al cronoprogramma definito dall'Appaltatore che risulta a favore di sicurezza in quanto con maggiore presenza di mezzi d'opera.

Per la modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera è stato definito l'anno 3°, mentre per lo studio del traffico sono stati valutati i seguenti flussi di picco mensili e medi:

- Anno 1 – mese 11: 188 viaggi/giorno
- Anno 2 – mese 23: 312 viaggi/giorno
- Anno 3 – mese 30: 248 viaggi/giorno
- Media durante il cantiere: 122 viaggi/giorno

Per la modellazione acustica sono stati individuati due mesi critici, con la presenza dei seguenti mezzi:

- Anno 2 – mese 23: 16 mezzi marittimi + 14 mezzi operativi terrestri + 312 viaggi

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

- Anno 3 – mese 32: 15 mezzi marittimi + 44 mezzi operativi terrestri + 182 viaggi

## 6.6 Gestione dei materiali di demolizione

Dallo smontaggio e rimozione della Diga della Meloria si stima la produzione dei seguenti materiali (quantità approssimate):

- Tetrapodi: 39.100 m<sup>3</sup>
- Massi 1-3 t: 28.000 m<sup>3</sup>
- Tout venant: 22.000 m<sup>3</sup>
- Massi: 60.600 m<sup>3</sup>
- Materiale misto da demolizione: 27.500 m<sup>3</sup>, che verrà avviato in un impianto mobile di recupero autorizzato

Come in precedente evidenziato i materiali rimossi dalla diga delle Meloria potranno subire in loco una riduzione volumetrica al fine di consentirne una migliore movimentazione e spostamento.

### 6.6.1 Impianto mobile da cantiere

Il progetto prevede l'installazione presso il Cantiere Biscottino, ad uso esclusivo dell'Appaltatore, di un impianto mobile di cantiere

L'adozione di tecnologie di trattamento in sito, con impianti mobili autorizzati, permetterebbe la produzione di materia prima secondaria (MPS) o meglio definita *End of Waste* (EoW), secondo la recente normativa DM 288/2022 (GU n. 246 del 20/10/2022), che consentirebbe la riduzione di forniture di materiale di cava in generale per reinterri / ripristini.

La realizzazione di una **campagna di frantumazione e vagliatura** volta al recupero (R5) in riciclato certificato, dei rifiuti inerti prodotti durante le attività di smontaggio della Diga della Meloria (rifiuto codificabile plausibilmente con il codice CER 170904 – *rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02, e 17 09 03*). L'attribuzione finale del codice CER ai fini del trasporto, avvio a recupero e smaltimento sarà comunque di competenza del "produttore di rifiuti/detentore" ai sensi del D.Lgs. 152/2006). La campagna di recupero dovrà essere eseguita da una ditta/impresa iscritta all'**Albo Gestori Ambientali**.

La classificazione tipica delle attività di recupero dei rifiuti si basa, attualmente, sull'elenco delle operazioni R dell'allegato C alla parte IV del D.Lgs.152/06. Alla base del concetto di recupero vi è il presupposto che " ... un rifiuto cessa di essere tale quando è stato sottoposto a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfa i criteri specifici." ( Dlg 152/06, art. 184-ter).

Nel caso in oggetto sono previste le seguenti operazioni:

- R5 – riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche (mediante frantumazione/vagliatura);
- R12 – scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11(frantumazione /vagliatura per sottoporre i rifiuti ad una delle operazioni da R1 a R11).

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

L'impianto mobile di frantumazione e vagliatura sarà autorizzato ai sensi dell'art. 208, comma 15 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. e, prima di procedere alla campagna di recupero, ovvero nella fase di progettazione esecutiva o prima dell'avvio lavori, dovrà essere data Comunicazione agli Enti Competenti ai sensi dell'art. 208, c.15 del D.Lgs 152/06. Ai sensi del D.Lgs 152/06 l'impianto mobile rientra nell'ambito di applicazione della Verifica di Assoggettabilità a VIA, in quanto rientrante nella categoria 7) – lettere z.b) dell'Allegato IV del D.Lgs. 152/06; si evidenzia che la procedura di VIA delle opere in progetto ingloberà la valutazione degli impatti anche del suddetto impianto.

Spetta all'impresa appaltatrice, prima della Comunicazione di cui sopra, a verificare che la tipologia dell'impianto sia conforme a quanto presentato in sede di VIA, comunicando all'Autorità competente le effettive modalità rispetto quanto esaminato in sede di VIA, al fine di verificare se le medesime incorrono nelle condizioni di cui al punto 8 lettera t) dell'allegato IV alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006.

#### 6.6.2 *Eventuali smaltimenti*

Si precisa che, ai sensi della normativa vigente in fase di cantiere il produttore del rifiuto è tenuto alla sua corretta classificazione e codifica CER, al fine di conferirlo ad un soggetto autorizzato al trasporto e al trattamento.

Il trasporto dei materiali all'impianto e/o al recupero/smaltimento, da prevedere a qualsiasi distanza dal sito in oggetto, sarà eseguito da azienda autorizzata e iscritta all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali, che svolgerà la sua attività in conformità all'art. 193 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i..

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

## 8 OPERE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE

Le misure di compensazione ambientale attualmente previste dal progetto per quanto riguarda la fase di esercizio sono descritte nei successivi paragrafi e consistono nella realizzazione dei seguenti interventi:

- Sabbiodotto del Calambrone
- Impianto di praterie di Posidonia

### 8.1 Sabbiodotto del Calambrone

Il **sabbiodotto** prevede la realizzazione di una **tubazione interrata** che collega l'armatura di foce dello Scolmatore al limite meridionale dell'abitato di Tirrenia, coprendo una distanza di circa 2.2 km. Si tratta di una installazione fissa, che, nelle fasi di esercizio, verrà collegata alla tubazione di mandata di una draga aspirante refluyente di medie dimensioni che opererà entro una distanza dell'ordine di 500 m dal punto di collegamento al sabbiodotto.

Il punto di scarico costituisce il limite della tubazione fissa, corrispondente alla massima distanza di refluitamento di una draga di caratteristiche ordinarie operante presso la foce dello Scolmatore. Ulteriori rilanci della miscela sono possibili con una stazione booster collocata alla fine del sabbiodotto.

Il punto di scarico si colloca al limite della zona di "squilibrio" determinata dalle opere foranee del Porto di Livorno, zona che a causa di tale squilibrio dovrebbe sperimentare un deficit sedimentario da compensare con l'accumulo presso la foce dello Scolmatore.

La caratterizzazione dei sedimenti da dragare presso la foce dello Scolmatore dovrà essere oggetto di specifica caratterizzazione propedeutica ad ogni singolo intervento manutentivo. La pratica manutentiva proposta corrisponde alla pratica corrente in uso, con esito finora favorevole (anche nel caso di caratterizzazione ai sensi del DM 173/2016).

Va peraltro osservato che i sedimenti che verranno rilanciati verso nord che attraversano il sabbiodotto saranno prevalentemente accumulati dal trasporto solido litoraneo (barra di foce e fondali limitrofi).

La tubazione avrà indicativamente un diametro interno di 400 mm e sarà realizzata in HDPE (PE100 PN10). Tale materiale assicura il migliore compromesso in termini di perdite di carico, resistenza all'usura, facilità di lavorazione, flessibilità, resistenza alla corrosione e costo.

Installazioni simili sono già state realizzate, anche su progettazione degli e permettono di accelerare la realizzazione degli interventi e minimizzare l'impatto dei lavori sulle spiagge interessate dal passaggio della tubazione.

La condotta sarà dotata di un punto di allacciamento alla tubazione di mandata collegata alla draga; vi saranno poi due punti di scarico della miscela, ubicati lungo il tracciato del sabbiodotto per poter refluire nelle aree che dimostreranno le maggiori criticità.

La tubazione verrà interrata in modo da garantire che la generatrice superiore si trovi a profondità di circa 1.5 m rispetto al piano campagna; il tracciato si collocherà tra la linea di riva e le prime infrastrutture fisse, in modo da evitare interferenze con queste ultime e minimizzare il rischio di scalzamento del tubo stesso.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

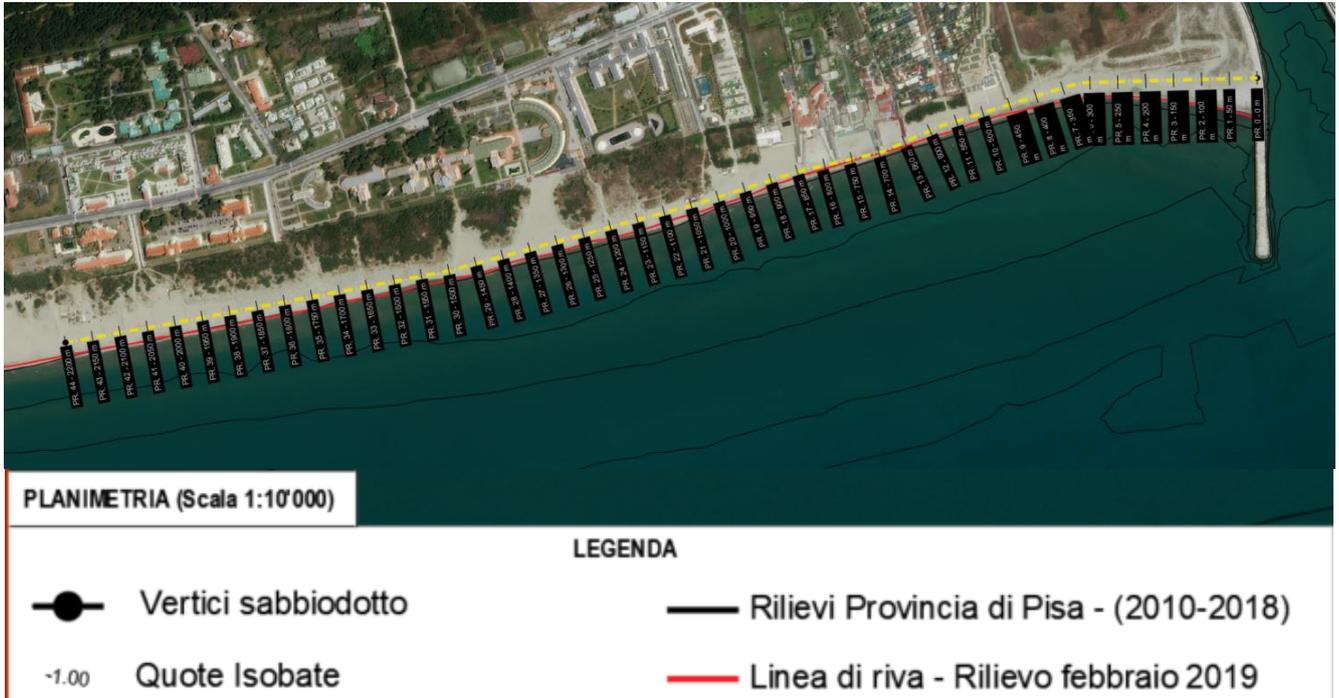


Figura 57: Tracciato del sabbiodotto

Il tracciato del sabbiodotto è stato definito in modo tale che **non interferisca con aree classificate Bosco e soggette a vincolo ai sensi dell'art. 142, comma 1 lettera g), del D.Lgs 42/04 e aree dunali ed ecosistemi costieri**; interesserà principalmente aree di spiaggia che in parte sono destinate ad uso balneare durante la stagione estiva. **L'opera sarà realizzata durante la stagione autunnale – invernale al fine di non interferire con l'economia turistica locale.**

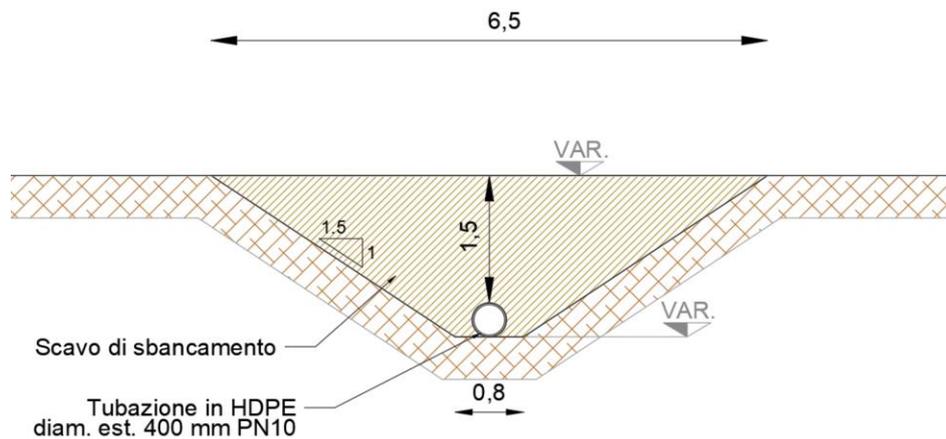


Figura 58: sezione tipologica di scavo



Figura 59: Sabbiodotto di Bibione in esercizio (HS marine, 2019)

## 8.2 Impianto di praterie di Posidonia

Nell'ambito del progetto definitivo della 1° fase di attuazione del PRP del Porto di Livorno è stato redatto uno **studio pilota** per le opere di trapianto di prateria di Posidonia oceanica.

Per dettagli si rimanda all'appendice.

### 8.2.1 Tecniche di trapianto

In relazione alle Linee Guida ISPRA 106/2014 sono state individuate tre tecniche per il trapianto, eventualmente alternative tra loro, che potranno essere scelte per il progetto in esame:

1. Trapianto con geogriglia
2. Trapianto con geostuoie

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx

### 3. Trapianto con materassi rivegetati.

In relazione alla modalità di trapianto che si opererà si evidenzia che, secondo la disposizione a scacchiera, la superficie di riforestazione sarà 4 volte la superficie di espianto.



*Figura 1 Prateria donatrice.*



*Figura 2 Fissaggio delle talee alla griglia.*

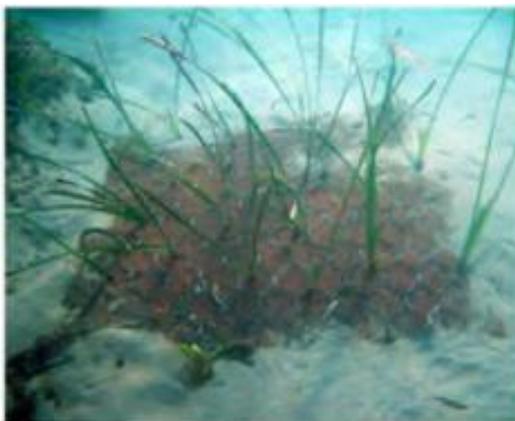


*Figura 3 Posizionamento delle griglie.*

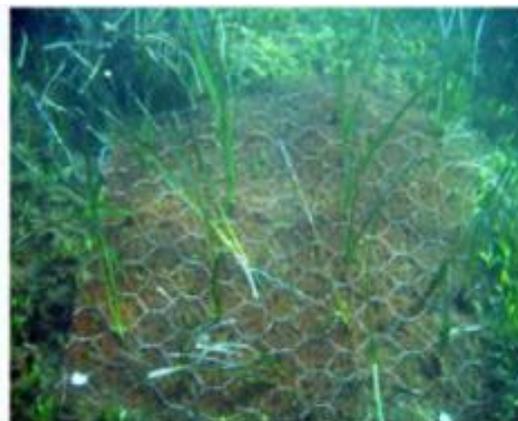


*Figura 4 Particolare delle griglie.*

*Figura 60: trapianto con geogriglia - sequenza di fasi operativi (estratto da Linee Guida 106/2014 ISPRA – pag. 41)*



**IMPIEGO SU SABBIA**



**IMPIEGO SU MATTE**

*Figura 61: trapianto con geostuoia (estratto da Linee Guida 106/2014 ISPRA – pag. 52)*

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 62: trapianto con materassi rivegetati - sequenza di fasi operativi (estratto da Linee Guida 106/2014 ISPRA – pagg. 67-68)

### 8.2.2 Aree di espianto

Si è proceduto a identificare alcune aree potenziali di espianto e reimpianto di talee di *Posidonia oceanica* in fondali con battente compreso tra i 10 m e i 15 m di profondità, scelte sulla base di precedenti indagini e mappature dei fondali condotte da CIBM nel 2017.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx

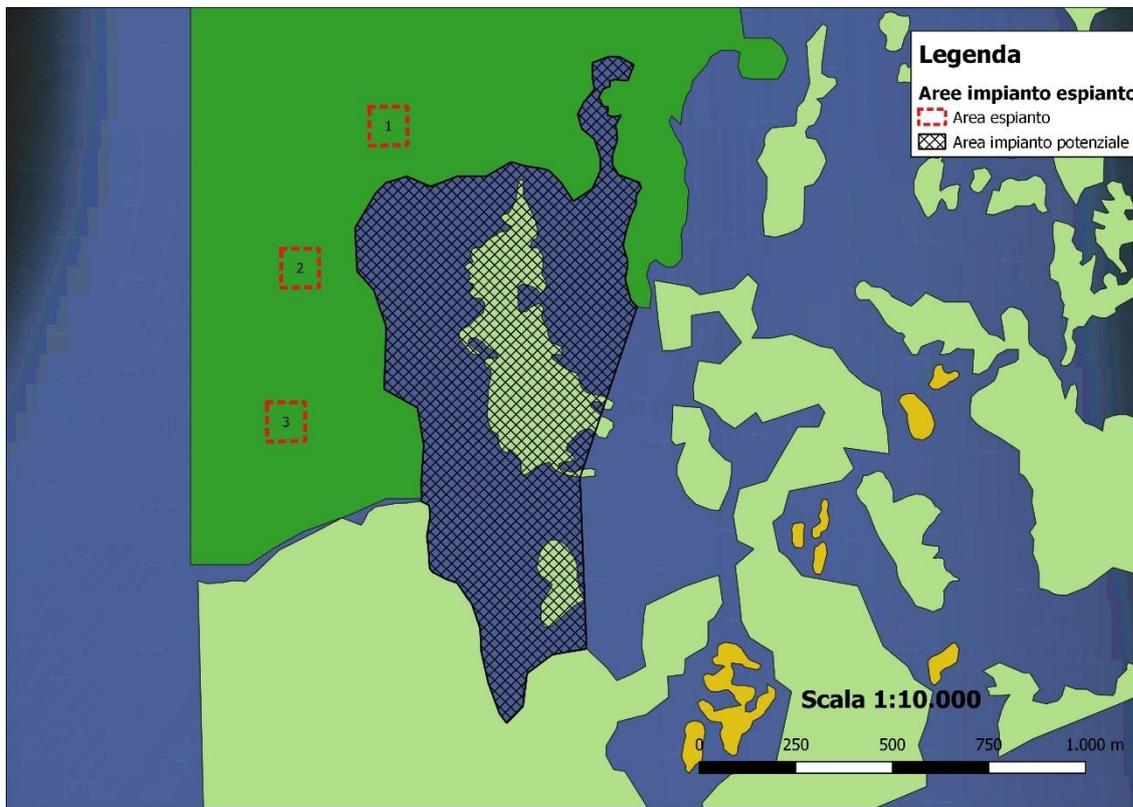


Figura 63 Aree di potenziale espianto e impianto individuate in fase di progettazione preliminare

In conformità a quanto indicato dalla normativa e sulla base della variabilità stagionale della specie si è ritenuto tuttavia necessario eseguire una preliminare verifica del fondale per poter opzionare le aree idonee all'espianto/impianto anche tenendo conto dei modelli multicriterio indicati in ISPRA (2014) e, successivamente, nelle recenti linee guida sviluppate nell'ambito del LIFE-SEPOSSO.

Il monitoraggio della prateria è stato condotto sulla base di quanto riportato nel protocollo di indagine previsto da ISPRA per le praterie di *P. oceanica*.

Nelle aree ipotizzate è stato quindi necessario acquisire lungo transetti prestabiliti nuovi dati acustici sulla morfologia del substrato e sulla facies a *Posidonia oceanica*, identificare la tipologia dei limiti della prateria e la loro estensione, raccogliere la documentazione videofotografica a supporto ad alta definizione e georeferenziata.

Oltre alle indagini strumentali, per verificare lo stato ecologico dell'habitat di prateria sono state necessarie anche alcune indagini fenologiche che hanno incluso prelievi dal fondale di campioni di piante e di sedimento.

Conformemente a quanto indicato nelle attuali metodiche di campionamento dell'habitat di prateria per la definizione dello stato ecologico si è eseguito un monitoraggio di tipo gerarchico presso l'area di espianto n. 2, individuata sulla base dei rilievi precedenti, e un campionamento su transetto orizzontale lungo il margine della prateria in corrispondenza di quest'area.

Nelle altre due stazioni (Aree 1 e 3) sono state eseguite, oltre a riprese videofotografiche del fondale, prelievi di materiale dal fondo per l'esecuzione delle principali misure biometriche sulle componenti ipogee ed epigee ed è stata rilevata la densità.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

Le attività di indagine sono state condotte a maggio del 2022, di seguito si riportano i principali risultati ottenuti dalle indagini svolte.

Al fine di poter valutare lo stato ecologico della prateria presente al largo della costa livornese che sarà oggetto delle attività di trapianto previste è stato calcolato l'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009) che rappresenta l'indice nazionale di classificazione dell'EQB Angiosperme secondo il DM 260/10.

I risultati del calcolo dell'indice PREI per le tre stazioni campionate all'interno dell'area 2 mostra uno **stato di qualità buono** come è possibile osservare nella tabella che segue.

Tabella 3 Risultati del calcolo dell'indice PREI per le stazioni dell'area 2

Località	STAZ	Descrittori	valori	PREI			
				N	EQR'	EQR	class EQR
Livorno	AREA 2(1)	Densità (fascio/m2)	422,92	0,71 0,542 0,592			BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	190,87	0,62			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	68	0,46			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	828				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 2(2)	Densità (fascio/m2)	416,67	0,70	0,594	0,640	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	243,12	0,78			
		Prof limite inf (m)	18 29	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)		0,48			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	895				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 2(3)	Densità (fascio/m2)	445,83	0,74	0,631	0,674	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	271,62	0,88			
		Prof limite inf (m)	18 53	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)		0,47			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1030				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				

Alle tre aree di possibile espanto è stata inoltre individuata un'altra area (Figura 64) localizzata di fronte allo scalmatore, interessata dalla sua plume e da valori di torbidità più elevati rispetto alla zona posta più sud. In tale area è caratterizzata per la presenza di P oceanica con un limite di profondità apparentemente inferiore a quello rilevato nelle altre aree di espanto. Il limite interiore individuato tramite ROV è stato identificato approssimativamente sui 10 m di profondità con presenza nei tratti a profondità maggiore di Cymodocea nodosa. La copertura di P. oceanica è risultata comunque abbastanza omogenea.

Progetto:  
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
Progetto definitivo

Elaborato:  
STUDI AMBIENTALI  
1233\_PD-C-004\_0.docx

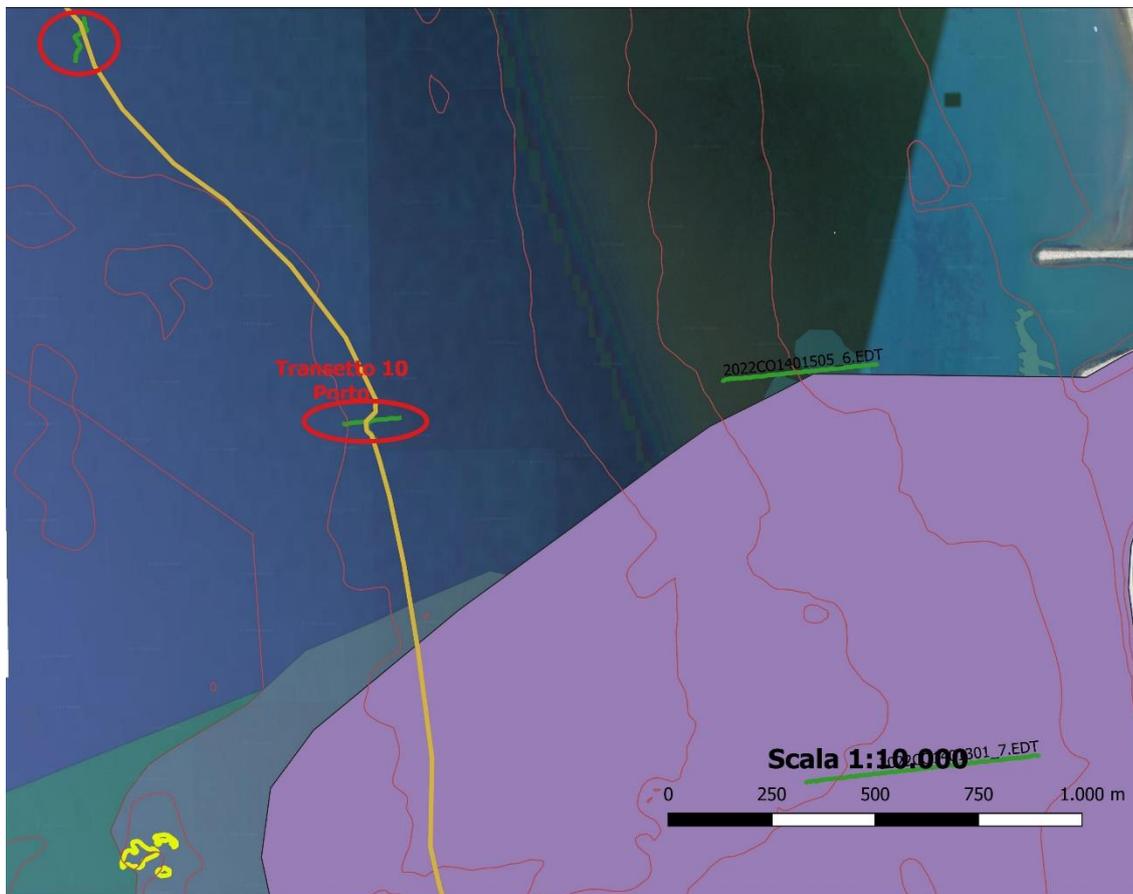


Figura 64 Localizzazione del limite ipotizzato della *P. oceanica* presso la batimetrica dei 10 m del transetto 10 Porto

### 8.2.3 Aree di impianto delle talee di *P. oceanica*

Sono state ipotizzate come zone di impianto le 6 aree visualizzate nella figura che segue le coordinate dei centroidi delle quali sono riportate nella Tabella 4 unitamente alla profondità stimata sulla base delle batimetriche presenti.

Per la scelta delle aree di impianto si è quindi utilizzato sia le informazioni passate sia quelle ricavate dalla indagine eseguita nel 2022.

Al fine di poter coprire le aree richieste di 6000 m<sup>2</sup>, si è ipotizzato di eseguire le attività di impianto in tre zone di cui due aree di ca. 2500 m<sup>2</sup> e un'area, di minori dimensioni, pari a 1000 m<sup>2</sup>.

Nell'ipotesi riportata nella figura che segue sono riportati sei siti potenziali di impianto (tre di 2500 m<sup>2</sup> e tre di 1000 m<sup>2</sup>) sui quali si ritiene opportuno eseguire degli impianti pilota di piccole dimensioni e delle tre tipologie descritte in precedenza per poter guidare gli esecutori nella scelta della metodica e delle aree più opportune per l'impianto delle talee nel contesto del tratto marino interessato dagli interventi da attuarsi in una seconda fase progettuale.

Progetto:  
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:  
 Progetto definitivo

Elaborato:  
 STUDI AMBIENTALI  
 1233\_PD-C-004\_0.docx

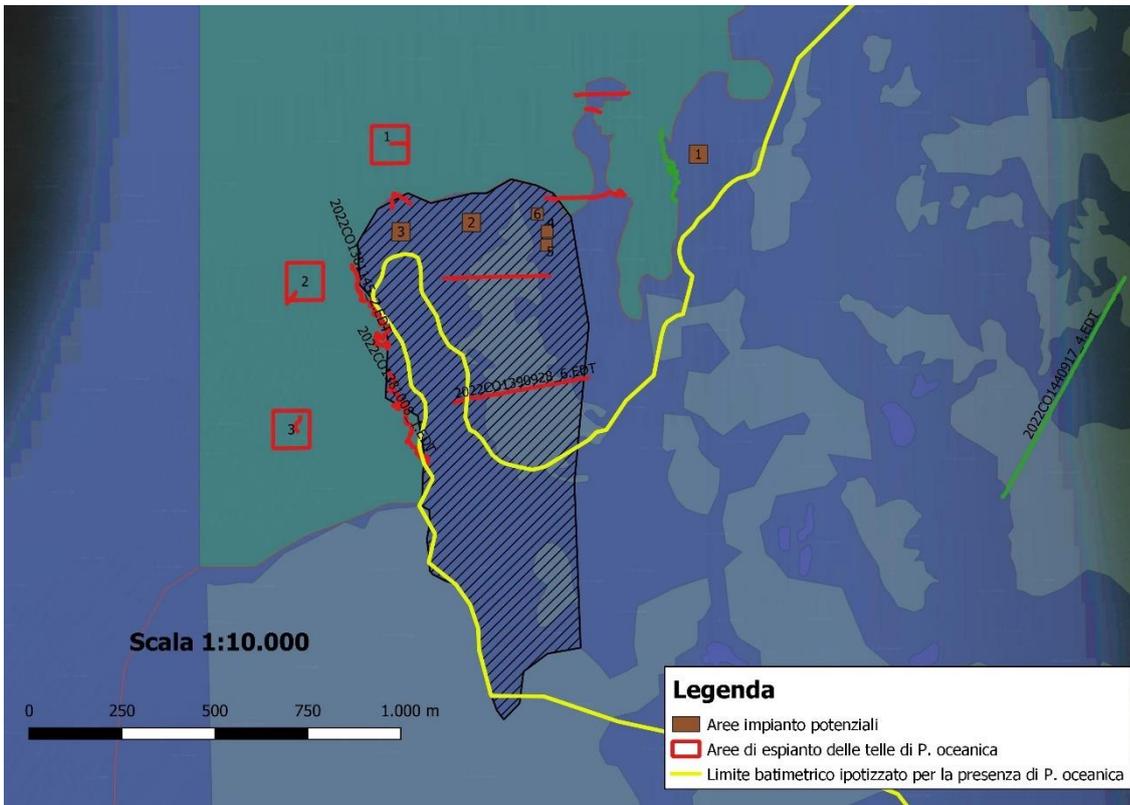


Figura 65 Aree di impianto potenziali

La scelta dei 6 siti ipotizzati è stata condotta sulla base delle informazioni relative alla batimetria (aree con batimetria simile a quelle di espianto), distanza dai limiti della prateria tracciati in quest'ambito e ricavati dalle informazioni della precedente prateria (distanze superiori ai 30 m), secondo alcuni parametri indice PTSI.

Nella tabella che segue si riportano le coordinate dei centroidi relativi alle 6 aree potenziali di impianto riportate nella Figura 65 e le profondità stimate sulla base dei dati batimetrici dell'area.

Tabella 4 Coordinate geografiche WGS84 dei centroidi delle aree di impianto potenziale

Area potenziale di impianto	Lat WGS84	Long WGS84	Profondità*	Qualità dell'acque**	Fondale***
Sito n 1	43.54953	10.25887	12 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 2	43.54863	10.25892	13 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 3	43.54763	10.24899	12 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 4	43.54771	10.25380	12 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 5	43.54721	10.25473	12 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 6	43.54646	10.25508	10 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia

\*Profondità ricavate dalle quote batimetriche dell'area da verificare in fase di progettazione esecutiva

\*\* Dati TRIX delle indagini ARPAT per la costa livornese del 2019

\*\*\* Informazioni del fondale ricavate dalle precedenti mappature, da quelle attuali da verificare in fase di progettazione esecutiva

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

#### 8.2.4 Fasi dell'attività di trapianto

Si propone che l'attività di trapianto sia eseguita nel corso di due fasi distinte; in una prima fase di sperimentazione saranno eseguiti trapianti pilota delle tipologie descritte in precedenza al fine di poter valutare quali siano le modalità che meglio si adattano alla conformazione del sito e alle caratteristiche meteomarine per un totale complessivo di ca. il 10% di quanto previsto.

Nella fase successiva potranno essere eseguite le attività complessive per un totale di messa a dimora di ca. 6000 m<sup>2</sup> di intervento.

Di seguito l'elenco delle fasi progettuali:

1. Fase pilota: messa a dimora di impianti pilota di piccole dimensioni delle diverse metodiche di trapianto descritte in precedenza per un periodo indicativo di un anno;
2. Scelta delle metodiche più efficaci e dei siti di impianto più idonei sulla base dei risultati ottenuti negli impianti pilota dopo il primo anno;
3. Esecuzione del trapianto per l'intera superficie prevista con le metodiche scelte e sui siti risultati più idonei.
4. Monitoraggio.

### 8.3 Quadro economico complessivo delle opere di compensazione

In base al computo metrico estimativo le opere di compensazione ambientali del sabbiodotto e dell'impianto della Posidonia sono quantificate in circa 2.000.000,00 euro.

## 9 MITIGAZIONI AMBIENTALI IN FASE DI CANTIERE

Al fine di contenere e controllare l'impatto ambientale delle attività di cantiere per la realizzazione delle opere foranee, è buona norma, in termini generali operativi:

- minimizzare la risospensione dei sedimenti e la produzione di torbidità durante le operazioni di scavo, per evitare spandimenti in mare di sedimento, durante le varie fasi (scavo, trasporto, ricollocazione del sedimento, ecc.);
- eseguire una corretta e costante pulizia e manutenzione dei macchinari e dei mezzi utilizzati per le operazioni di scavo, carico/scarico e trasporto dei sedimenti, per ridurre l'emissione di polveri e garantire una maggiore efficienza nel funzionamento dei motori;
- organizzare sia il cantiere che le principali fasi di lavorazione con particolare sensibilità alle tematiche ambientali, adottando misure di natura gestionale, progettuale e di monitoraggio per contenere l'intensità dei potenziali impatti, ovvero riducendo la produzione e diffusione di polveri, rumori e vibrazioni, e imponendo specifiche modalità di navigazione dei natanti;
- istruire il personale di cantiere, al fine di adottare modalità operative in ordine alla minimizzazione dell'impatto nelle diverse fasi (movimentazione materiali, trasporti, ecc.).

I monitoraggi saranno parte integrante delle misure di mitigazione, in quanto permettono di mettere in atto azioni correttive dove necessario e di attuare le stesse misure correttive per situazioni analoghe, ancorché non critiche, divenendo pertanto misure proattive.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

Nei cantieri dovrà essere attivata una **struttura operativa** completamente e costantemente dedicata alla gestione degli aspetti ambientali, attraverso il controllo, monitoraggio e mitigazione delle attività di cantiere. Tale struttura operativa affiancherà costantemente i tecnici addetti realizzazione dell'opera, al fine di adottare la metodologia costruttiva (scelte di mezzi, tempistiche, fasi, ecc.) ottimale per ridurre l'impatto a carico delle varie componenti ambientali, rientrando nei requisiti previsti dalla normativa vigente.

Vengono di seguito evidenziate le misure di mitigazioni utilizzabili nelle aree di cantiere dell'intervento in esame.

## 9.1 Operazioni di dragaggio

Verranno utilizzati dispositivi di scavo concepiti in modo tale che il meccanismo di rimozione arrechi il minimo disturbo al sedimento. La precisione nel posizionamento e la velocità con cui le operazioni saranno condotte saranno le migliori tecnicamente possibili al fine di limitare i fenomeni di ri-succhio e turbolenza.

In caso di verifica di condizioni critiche della torbidità indotta dalle attività di scavo, in termini sia areali che temporali del fenomeno, potranno essere applicate misure di gestione che implicano il rallentamento e/o la sospensione dell'attività per ridurre la torbida e permettere il deposito del risospeso. Per il controllo della torbidità sarà attivato il piano di monitoraggio in corso d'opera e saranno definite le azioni mitigative, secondo soglie di attenzione e/o di allarme.

L'Appaltatore ha definito le seguenti misure di mitigazioni da attivare per la fase di cantiere, con specifico riferimento all'ambiente marino:

- Monitoraggio della torbidità
- Verifiche sottomarine mediante drone
- Controllo continuo da parte di un biologo marino (figura di Osservatore di Mammiferi Marini durante le varie fasi di lavoro)
- Pianificazione attività di dragaggio con Ecoplume
- Sistema attivo di mitigazione del plume con bubble barriere
- Adozione di presidi ambientali sui mezzi marittimi
- Discesa controllata di scogli naturali e blocchi artificiali
- Refluimento in colmata con utilizzo di Spreader Pontoon.
- Piano di gestione e coordinamento dei mezzi marittimi e attività a mare
- Utilizzo di software per la pianificazione delle attività a mare (DTPS – sistema di localizzazione dinamica; VTS – software per il monitoraggio continuo della posizione dei mezzi marittimi; METEO – software per l'aggiornamento a cadenza orario delle previsioni meteo)
- Definizione delle aree interdette alla navigazione con boe di segnalazione
- Identificazione delle aree a basso fondale all'interno dell'area interdetta
- Individuazione del coordinatore dei mezzi marittimi, stesura del Piano di evacuazione dei mezzi marittimi, definizione dei Piano di Emergenza in caso di incidenti a bordo dei mezzi e delle procedure di imbarco/sbarco degli equipaggi.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

### 9.1.1 Software Ecoplume

Si prevede l'utilizzo del software di cui l'Appaltatore è proprietario (ECOPLUME) che permette di pianificare di lavoro in anticipo in base alle condizioni meteomarine previste nell'area, e può essere tarato utilizzando i parametri di soglia definiti dalle normative (e/o dalla Stazione Appaltante).

Fondamentalmente è un sistema basato su modelli numerici idrodinamici e di trasporto di sedimenti per simulazioni delle condizioni idrodinamiche di un area nel breve termine (previsioni giornaliere), in modo da aggiornare dinamicamente il piano di dragaggio per meglio adattarlo alle condizioni climatiche ed ambientali.

## 9.2 Gestione della componente liquida della colmata

L'Appaltatore prevede come misure di mitigazione per la gestione della componente liquida durante la fase di refluitamento sia misure di tipo gestionale che tecniche.

- A livello gestionale prima dell'inizio delle operazioni di dragaggio sarà concordato con la Stazione Appaltante un "**Piano di Gestione Ambientale**". In questo piano saranno definiti:
  - o a) correlazione tra misura della torbidità (espressa in NTU) e i solidi sospesi attesi nella matrice acqua (espressi in mg/l);
  - o b) "soglia di attenzione" per i valori della torbidità, in questa fase non sarà necessario fermare le attività di dragaggio, ma saranno messe in atto delle misure per far sì che le misurazioni della torbidità riscendano sotto i valori di alert;

A livello gestionale sarà nominato un coordinatore delle operazioni di refluitamento in colmata che dovrà coordinarsi con: comandante della draga CSD, operatore che gestisce la movimentazione dello "spreader", operatore che gestisce il livello dello sfioro ai "water box". Il suddetto coordinatore avrà l'autorità di fermare, quando necessario, le attività di dragaggio;

- A livello tecnico nelle aree di colmata verranno realizzate due "Area di calma" (per ogni sub-colmata) a monte dello sfioratore ("water box").

L'area sarà conterminata con **panne antitorbidità** ancorate a delle palancole. La doppia "Area di calma" permette di scaricare l'acqua garantendo sempre un percorso minimo di sedimentazione almeno pari alla distanza baricentrica "spreader"/"water box" (Vedi Tav. B.3). All'interno di ogni singola area di calma sarà posizionata una **boa con sonda per misurazione della torbidità in continuo**. La torbidità (misurata in NTU) sarà correlata alla quantità di solidi sospesi nell'acqua. Tale correlazione sarà concordata con la Stazione Appaltante prima dell'inizio delle operazioni di dragaggio e definita nel "Piano di Gestione Ambientale" (redatto in sede di progettazione esecutiva) di cui sopra. Il coordinatore delle lavorazioni di refluitamento in colmata sarà avvisato tramite alert su smartphone quando le misurazioni della torbidità nella vasca di calma saranno prossime ai valori della "soglia di attenzione". Nel caso di raggiungimento di valori di torbidità prossimi alla "soglia di attenzione" si adotteranno misure per riportare la torbidità al di sotto della soglia critica: ad esempio allontanando lo "spreader" dal punto di scarico, diminuendo la potenza alla pompa della CSD in modo da diminuire la portata, alzando il livello dello sfioro in corrispondenza del "water box". Se le suddette azioni non dovessero avere effetti positivi sulla diminuzione dei valori della torbidità nell'"area di calma" le operazioni della draga CSD saranno cessate temporaneamente. Le operazioni di dragaggio saranno comunque cessate nel caso in cui le misure di torbidità all'interno dell'area conterminata evidenzieranno valori di torbidità

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale
---

<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo
--

<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---

correlabili ad una quantità di solidi sospesi maggiore del limite massimo definito nel Piano di Gestione Ambientale. In questo caso il livello dello sfioro al “water box” sarà innalzato al massimo livello in modo che l’acqua libera in colmata non potrà essere scaricata a mare.

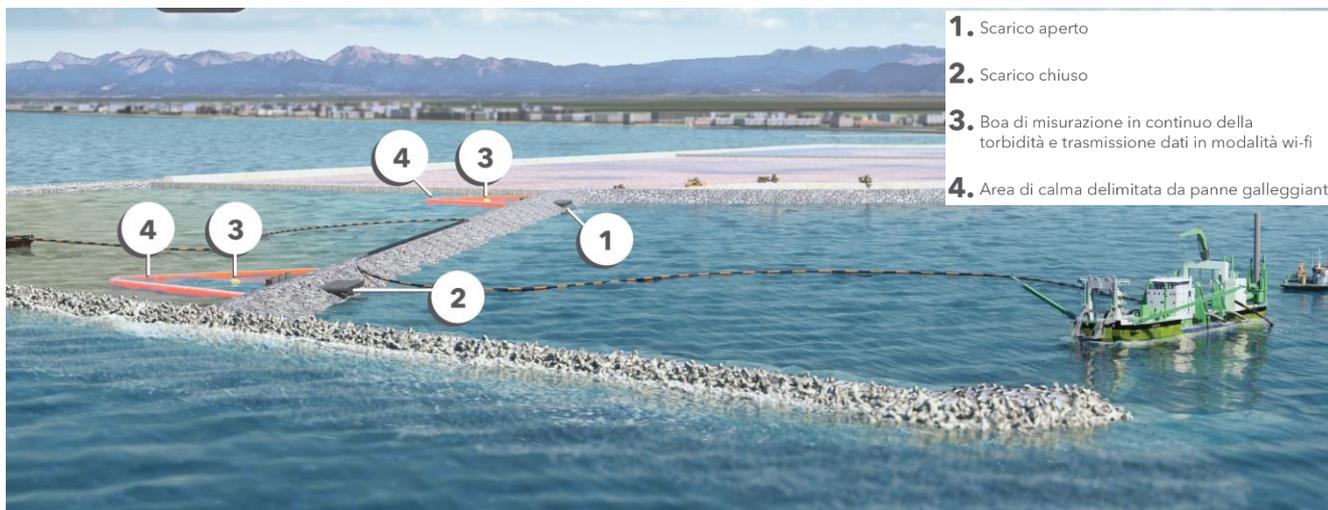


Figura 66: schema grafico della gestione della componente liquida della colmata

### 9.3 Interventi di mitigazione delle emissioni in atmosfera

Al fine di contenere le emissioni in atmosfera l’Appaltatore ha previsto l’utilizzo di mezzi e attrezzature con ridotto rilascio di emissioni in atmosfera. Inoltre, la scelta di privilegiare il trasporto via mare consente, secondo stima elaborate dell’Appaltatore, di rimuovere dalle strade circa 100.000 autocarri con riduzione delle emissioni di NOx, PM10 e CO2.

Al fine di mitigare il più possibile la dispersione di particelle sospese e possibili contaminanti oltre alla loro conseguente deposizione al suolo, si dovrà intervenire sui seguenti fronti:

- limitazione della produzione e del sollevamento delle polveri;
- protezione della viabilità interessata dai mezzi di cantiere;
- riduzione delle emissioni dai mezzi di cantiere.

Per quanto riguarda la limitazione della produzione e del sollevamento delle polveri, sarà opportuno:

- pulire i piazzali delle aree di lavorazione;
- inumidire le aree, la viabilità sterrata di cantiere ed i materiali prima degli interventi di demolizione (l’Appaltatore prevede l’utilizzo dell’additivo tipo Biosoyl Plus)
- bagnare i cumuli, le aree di stoccaggio dei materiali inerti o le aree di deposito;
- utilizzare impianti di nebulizzazione in prossimità delle lavorazioni, in particolare nell’impianto di frantumazione
- proteggere i materiali polverosi depositati in cantiere (es. cementi, sabbia ecc.) con teli, tettoie, contenitori o imballaggi;
- porre il divieto di accendere fuochi in cantiere per bruciare materiali o rifiuti;

Per proteggere la viabilità interessata dai mezzi di cantiere dovranno essere prese le seguenti misure:

- pulire le ruote dei mezzi ogni volta che, dal cantiere, i mezzi devono accedere alla pubblica via, mediante sistema automatico lavar ruote installato presso il cantiere principale;

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

- pulire le sedi stradali utilizzate dal traffico di cantiere mediante l'utilizzo di spazzolatrici

Per ridurre le emissioni dei cantieri sarà necessario:

- limitare l'utilizzo di mezzi e macchinari con motori a scoppio per lo stretto necessario alle operazioni di cantiere;
- effettuare la manutenzione dei dispositivi di scarico;
- rispettare la pianificazione delle attività di manutenzione sui macchinari al fine di mantenerne le prestazioni, in particolare sulle emissioni in atmosfera, come da libretto d'uso e manutenzione.

L'Appaltatore prevede, da definire nelle fasi successive di progettazione, l'installazione di City Tree e di pitture fotocatalitiche Activex.

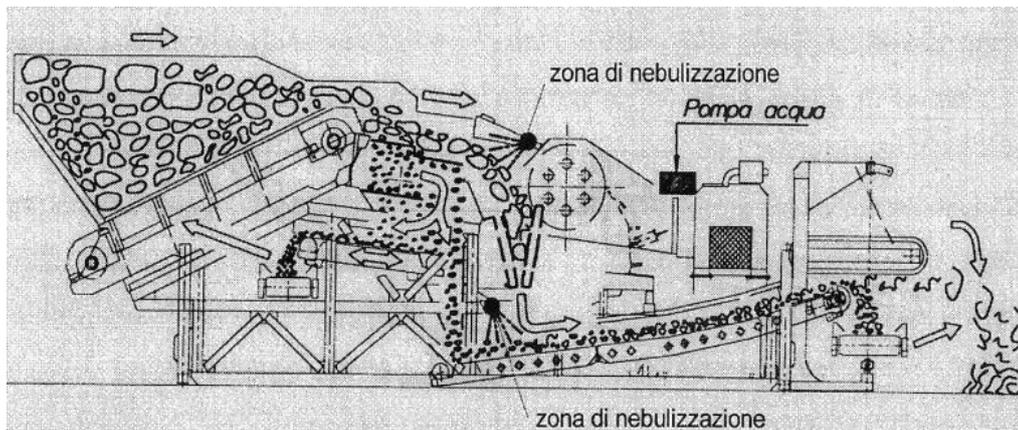
Di seguito sono brevemente descritte alcune delle principali misure che dovranno essere adottate al fine di limitare le emissioni in atmosfera.

Il D.lgs 152/06 nell'allegato V della Parte V norma le emissioni di polveri in atmosfera. In particolare nella parte 1 *emissioni di polveri provenienti da attività di produzione* (..9 di materiali pulverulenti l'art. 1 ricorda che se si producono polveri devono essere previsti idonei sistemi di abbattimento. Si descrivono di seguito i principali misure di attenuazione da prevedere in fase di cantiere.

### 9.3.1 Impianto di frantumazione

Per i macchinari saranno privilegiate le apparecchiature previste di sistema di incapsulamento o predisposti con idonei sistemi di abbattimento.

Per l'abbattimento della polvere sul mercato sono disponibili impianti dotati di un dispositivo di nebulizzazione dell'acqua che umidificando il materiale frantumato riduce al minimo l'emissione di particelle polverulente.



Fin dalla fase di alimentazione del gruppo, che avviene tramite una pala meccanica o un escavatore, il materiale costituito da rifiuti "da attività di demolizione e di costruzione" viene investito da una cappa d'acqua nebulizzata che evita il sollevamento della polvere presente.

Con l'alimentatore vibrante "grizzly" il materiale viene estratto dalla tramoggia di carico e, attraverso il gruppo oscillatore, viene immesso nella bocca del frantoio dove si frantuma: nella zona di entrata e nella zona di scarico la camera di frantumazione è munita di una serie di dispositivi con nebulizzatori di acqua che abbattano la polvere umidificando il materiale lungo tutta la lunghezza del nastro trasportatore.

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

Ulteriori sistemi di nebulizzazione sono montati nella zona di carico del nastro cumulo frantumato. Quest'ultimo trattamento consente di completare l'azione di aumento dell'umidità del materiale al fine di evitare lo sviluppo di polvere nella movimentazione del prodotto.

Tutto il sistema di abbattimento, per la caratteristica di micronizzare l'acqua attraverso gli ugelli, crea una cappa di contenimento sul materiale che fa precipitare il pulviscolo in sospensione. Questi impianti permettono un impiego minimo di acqua, senza creare sul materiale, o nell'area di azione della macchina, zone bagnate o scarichi di acqua: una volta depositatasi per tensione capillare sui grani di materiale, infatti, l'acqua evaporerà integralmente.

Il consumo d'acqua nel sistema di nebulizzazione può essere stimato in circa 1 litro per metro cubo di materiale frantumato. L'approvvigionamento dell'acqua per il funzionamento dell'impianto di nebulizzazione avverrà direttamente dalle prese d'acqua presenti nel cantiere ove si svolgerà la campagna di recupero.

Si specifica che queste tipologie di impianti **non sono dotati di alcun tipo di scarico** in quanto l'acqua impiegata nelle operazioni di recupero, con l'unico scopo di abbattere la formazione di polvere, viene nebulizzata ed **interamente assorbita dal materiale inerte che presenta una matrice fortemente arida e secca.**

### 9.3.2 Barriere antipolvere

In corrispondenza delle aree di deposito e nei tratti di viabilità non asfaltata posti in adiacenza di eventuali ricettori più sensibili potranno essere previste, ove necessario, delle barriere antipolvere in polietilene (alta 2 m) fissate su una rete elettrosaldada in acciaio zincata a caldo poggiante su una base in cemento rinforzato.

### 9.3.3 Inumidimento – cannoni dust buster

Tali interventi dovranno essere preceduti dall'inumidimento delle aree che saranno coinvolte nelle operazioni. L'inumidimento potrà avvenire tramite l'utilizzo di sistemi mobili di nebulizzazione, quali cannoni nebulizzatori, che, a seconda della necessità, verranno spostati sui luoghi da inumidire. Tali sistemi di nebulizzazione producono una nebbia con goccioline d'acqua di dimensioni 10 µm che riescono ad attrarre e sopprimere le particelle di polvere PM10 e più piccole.

Questi sistemi dovranno essere utilizzati non solo sui cumuli ma su tutta l'area di stoccaggio, di deposito, di demolizioni e transito dei mezzi in cui si verifichi la possibilità di rilascio di polveri.

Con questa soluzione ad ampio spettro, è possibile ridurre sensibilmente molte metodiche e mezzi (autobotti per la bagnatura piste e vasche per il lavaggio dei pneumatici), "snellendo" di molto le interferenze tra i mezzi di cantiere.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx



Tra le specifiche tecniche di serie del suddetto macchinario vi è un sistema interno di silenziatori.

Le particelle di polvere restano a lungo in sospensione nell'aria; introducendo l'acqua atomizzata dal cannone avviene la cattura di queste, impedendo che si disperdano a distanze elevate; questo può avvenire grazie alla dimensione ottimale delle gocce d'acqua, che non devono superare o essere più piccole delle particelle di polvere:  $60 \div 120 \mu\text{m}$ .

#### 9.3.4 *Bagnatura dei cumuli, aree di stoccaggio dei materiali inerti o aree di deposito*

Nel caso in cui si verificasse la presenza di cumuli non coperti in aree di stoccaggio o di deposito, dovranno essere predisposti sistemi di bagnatura che, in caso di condizioni di vento sfavorevoli, possano impedire la liberazione di polveri. I sistemi di bagnatura che potrebbero essere predisposti sono di due tipi:

- sistemi fissi a regolazione automatica – sistemi di bagnatura attivati automaticamente tramite segnali derivanti da sensori della velocità del vento;
- sistemi mobili o semi-fissi – sistemi di nebulizzazione ad alta pressione montati su camion o posizionati in postazioni fisse che vengono attivati a seconda della necessità.

#### 9.3.5 *Pulizia sedi stradali utilizzate dal traffico di cantiere*

Le ruote dei mezzi che escono dai cantieri, in particolare nel caso di utilizzo di viabilità non asfaltata, dovranno essere adeguatamente pulite con apposito lavaggio prima di accedere alla pubblica via per evitare la deposizione di materiali inerti polverulenti sulle strade. Per assicurare la totale pulizia delle sedi stradali, queste dovranno periodicamente essere ripulite con l'ausilio di spazzatrici che garantiranno una corretta pulizia delle strade. Gli interventi delle spazzatrici saranno definiti in frequenza e attivazione a seconda delle fasi e lavorazioni effettuate in cantiere.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx



Nel cantiere principale verrà installato un idoneo impianto di lavaggio ruote o altri mezzi equivalenti. L'impianto lavaggio ruote consiste in una postazione con ugelli fissi che al passaggio del mezzo si attiva tramite fotocellule. L'impianto è composto da:

- telaio in profilati d'acciaio, a sezione rettangolare, elettrosaldati e verniciati con vernice epossidica
- serie di grigliati carrabili per il passaggio dell'automezzo sul telaio stesso; due paratie laterali per il contenimento dell'acqua di lavaggio
- vasca di decantazione e ricircolo acqua di lavaggio;
- pompa sommergibile, galleggiante per il ripristino automatico dell'acqua; galleggiante di sicurezza per la protezione della pompa; serie di ugelli opportunamente posizionati per consentire il lavaggio del cerchione e del battistrada delle ruote
- fotocellule per il corretto avviamento e spegnimento del ciclo di lavaggio; quadro elettrico per la gestione del ciclo

L'acqua di lavaggio viene raccolta sul fondo del telaio e convogliata nella vasca di decantazione (capacità pari ad almeno 12 mc) che ne permette il ricircolo nella zona della pompa.

La specifica funzione è quella di lavare le ruote degli automezzi in uscita dalle principali aree di cantiere e quindi di prevenire la diffusione di polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno delle aree di lavorazione.

### 9.3.6 Protezione dei materiali polverosi depositati con teli, tettoie, contenitori o imballaggi

I materiali polverosi depositati in cumuli dovranno essere adeguatamente coperti per evitare che il vento possa disperdere polveri in atmosfera. Le coperture saranno definite in base alla localizzazione dei cumuli, alla durata del loro permanere all'interno dei vari siti e a seconda del loro successivo spostamento verso altri siti. In particolare, potranno essere predisposte coperture con teli, tettoie, contenitori e imballaggi.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

## 9.4 Misure per la protezione del suolo/sottosuolo

Relativamente al tema in esame gli impatti sul territorio, determinati dall'attività e dalle opere connesse ai cantieri, si riferiscono essenzialmente al possibile inquinamento per sversamenti accidentali di sostanze inquinate.

### 9.4.1 Gestione del cantiere

Per scongiurare possibili fattori di impatto, legati principalmente ad eventi accidentali, particolare attenzione sarà rivolta alle singole fasi di lavorazione. Le misure mitigative consisteranno essenzialmente in orientamenti progettuali, ovvero accorgimenti progettuali o tecnici-realizzativi volti a prevenire il possibile insorgere di impatti sul suolo.

L'Appaltatore dispone di un Sistema di Gestione Ambientale.

Al fine di prevenire fenomeni di inquinamento è necessario che la produzione, il trasporto e l'impiego dei materiali cementizi siano adeguatamente pianificate e controllate; inoltre sarà necessario effettuare controlli periodici agli impianti e bisognerà eseguire procedure di gestione a norma per gli impianti e per le attività di rifornimento di oli ed idrocarburi.

In caso di utilizzo di sostanze chimiche all'interno dell'area di cantiere, la possibilità di inquinamento sarà prevenuta tramite l'applicazione di apposite procedure che comprendono in generale:

- la scelta, tra i prodotti che possono essere impiegati per uno stesso scopo, di quelli più sicuri (ad esempio l'impiego di prodotti in matrice liquida in luogo di solventi organici volatili);
- la scelta della forma sotto cui impiegare determinate sostanze (prediligendo ad esempio i prodotti in pasta a quelli liquidi o in polvere);
- la definizione di metodi di lavoro tali da prevenire la diffusione nell'ambiente di sostanze inquinanti (ad esempio tramite scelta di metodi di applicazione a spruzzo di determinate sostanze anziché metodi basati sul versamento delle stesse);
- la delimitazione con barriere di protezione (formate da semplici teli o pannelli di varia natura) delle aree dove si svolgono determinate lavorazioni;
- l'utilizzo dei prodotti potenzialmente nocivi per l'ambiente ad adeguata distanza da aree sensibili del territorio;
- la limitazione dei quantitativi di sostanze mantenuti nei siti di lavoro al fine di ridurre l'impatto in caso di perdite (ciò si può ottenere ad esempio acquistando i prodotti in recipienti di piccole dimensioni);
- la verifica che ogni sostanza sia tenuta in contenitori adeguati e non danneggiati, contenenti all'esterno una chiara etichetta per l'identificazione del prodotto;
- lo stoccaggio delle sostanze pericolose in apposite aree controllate;
- lo smaltimento dei contenitori vuoti e delle attrezzature contaminate da sostanze chimiche secondo le prescrizioni della vigente normativa;
- la definizione di procedure di bonifica per tutte le sostanze impiegate nel cantiere;
- la formazione e l'informazione dei lavoratori sulle modalità di corretto utilizzo delle varie sostanze chimiche;
- la pavimentazione delle aree dove si svolgono lavorazioni che possono comportare la dispersione di sostanze liquide nell'ambiente esterno.

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

Per lo stoccaggio di sostanze pericolose si provvederà ad individuare area adeguate; verranno previste aree dedicate con container di stoccaggio con vasca di contenimento, container per lo stoccaggio dei prodotti disarmanti ed antievaporanti e vasche di contenimento per i serbatoi di gasolio.

Tali aree saranno recintate e poste lontano dai baraccamenti e dalla viabilità di transito dei mezzi di cantiere; essa sarà inoltre segnalata con cartelli di pericolo indicanti il tipo di sostanze presenti. Lo stoccaggio e la gestione di tali sostanze verranno effettuati con l'intento di proteggere il sito da potenziali agenti inquinanti. Le sostanze pericolose dovranno essere contenute in contenitori non danneggiati; questi dovranno essere collocati su un basamento in calcestruzzo o comunque su un'area pavimentata e protetti da una tettoia.

Dovranno essere fornite accurate istruzioni ai lavoratori al fine di prevenire il versamento di sostanze pericolose; gli stessi dovranno immediatamente riferire al Responsabile di cantiere qualora riscontrino perdite dell'impianto di distribuzione del carburante o di altri materiali stoccati.

Inoltre, la manutenzione dei macchinari impiegati nelle aree di cantiere è di fondamentale importanza anche al fine di prevenire fenomeni di inquinamento.

#### 9.4.2 Area di stoccaggio materiali per impianto mobile di trattamento

La piazzola di stoccaggio dei materiali da demolizione a valle del trattamento mediante impianto mobile deve essere dotata dei seguenti dispositivi per garantire la protezione dell'ambiente:

- La piazzola deve essere di dimensioni tali da consentire una separazione dei materiali da trattare nell'impianto mobile per classe merceologica
- L'area deve essere fisicamente delimitata mediante barriere modulari New Jersey di idonea dimensione o dispositivi simili
- In caso di deposito di materiali pulverulenti saranno installati idonei dispositivi per contenere la dispersione delle polveri (barriere antipolvere installati su reti metalliche h minimo 200 cm)
- L'intera superficie dell'area di deposito deve essere fisicamente separata dal suolo, mediante una platea di fondazione o pacchetto di pavimentazione con membrana impermeabile (di spessore e resistenza idonea), sabbia e strato superficiale di materiale inerte.

L'area del cantiere Biscottino, ove verrà installato l'impianto mobile, è già provvista di piazzole di stoccaggio con sistema di raccolta, stoccaggio e trattamento dell'acqua meteorica di dilavamento dei materiali.

L'area deve essere dotata di opportuni cassoni per la raccolta dei rifiuti secondari prodotti dall'impianto mobile. I cassoni devono essere coperti e/o con dispositivi di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento che dovranno essere smaltite a norma di legge.

In prossimità dell'impianto mobile devono essere previste idonee aree di deposito della materia prima secondaria.

#### 9.4.3 L'impermeabilizzazione del suolo

L'impermeabilizzazione temporanea di nuove aree per l'installazione del cantiere comporterà una variazione dell'attuale deflusso delle acque meteoriche e una variazione del coefficiente udometrico. Il cantiere dovrà garantire il deflusso delle acque meteoriche verso il ricettore; saranno realizzate, ove

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

necessario, sistemi di raccolta delle acque con caditoie e griglie per confluire le acque verso il ricettore previo trattamento delle acque meteoriche con impianto.

## 9.5 Misure per il rumore in ambiente acquatico

### 9.5.1 Mammiferi e rettili marini

I risultati delle analisi svolte hanno mostrato che sono possibili impatti potenziali sui mammiferi marini ed i rettili marini per effetto della realizzazione dell'opera per i quali vengono proposti specifici interventi mitigativi al fine di limitare i possibili impatti sulle specie.

Come in precedenza già indicato si prevede un controllo continuo da parte di un biologo marino (figura di **Osservatore di Mammiferi Marini**) durante le varie fasi di lavoro.

Le misure di mitigazione relative all'inquinamento acustico subacqueo sono sicuramente in grado di limitare i potenziali impatti sulla fauna marina, tuttavia, non sono efficaci al punto di ridurre a zero la soglia di interferenza con le specie target (Wright, 2014).

Malgrado le incertezze legate all'efficacia delle misure di mitigazione, attualmente i metodi utilizzati per mitigare l'incidenza dell'inquinamento subacqueo sono principalmente di due tipologie:

- quelli incentrati sulla riduzione del suono irradiato dalla sorgente, che comprende diversi tipi di dispositivi passivi di attenuazione installati sopra o intorno la sorgente di rumore nelle aree di cantiere (es.: cortine di bolle, risonatori acustici, cofferdam) e soluzioni operative (es.: selezione attiva di strumentazioni a basso rumore o la scelta di imbarcazioni con bassi livelli di emissioni acustiche);
- quelli rivolti alle specie target presenti nella zona dei lavori, che includono il monitoraggio visivo e acustico e l'interruzione temporanea delle attività fino all'allontanamento dall'area.

Tali metodologie possono essere integrate per ottenere il più alto grado di riduzione del rumore (Elmer et al., 2007; ICF Jones & Stokes, 2009).

Di seguito una breve descrizione delle principali metodologie utilizzate per la riduzione del rumore alla fonte per i target presenti nell'area di analisi.

#### 9.5.1.1 Barriere a bolle d'aria

Questo metodo consiste nel creare uno strato (cortina) di bolle d'aria intorno al perimetro dell'area di progetto per inibire/attenuare la propagazione del suono nella colonna d'acqua. Le barriere a bolle d'aria possono essere non confinate o confinate. Una cortina di bolle d'aria non confinata consiste in un anello perforato o un tubo flessibile che giace sul fondo del mare. L'aria compressa viene pompata attraverso il tubo e un flusso di bolle sale in superficie creando un vero e proprio schermo alla propagazione del rumore.

I sistemi non confinati sono relativamente poco costosi e la loro efficacia è più elevata in aree con correnti ridotte. L'attenuazione dei livelli sonori delle barriere a bolle d'aria non confinate varia considerevolmente, con valori nell'intervallo di 0-20 dB (Jiménez-Arranz et al., 2020). La riduzione è generalmente più elevata per i valori Sound Pressure Level (peak)  $L_{p,pk}$ , mentre risulta meno sensibile per Sound Pressure Level (root mean square)  $L_{p,rms}$  e Sound Exposure Level  $LE_p$ .

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 67 Zone con cortina di bolle rilasciata da un tubo perforato poggiato sul fondo (sinistra) e doppia cortina di bolle utilizzata intorno ad una imbarcazione (a destra) (@ hydrotechnik lübeck gmbh) <https://www.offnoise-solutions.com/the-hydro-sound-damper-system-hsd-system/>

Una cortina di bolle d'aria confinata utilizza tipicamente una combinazione di generatori d'aria e di rivestimento in tessuto. Ad esempio, il sistema di attenuazione sonora Gunderboom® (SAS) consiste in una barriera di tessuto a doppia parete usata in combinazione con una cortina di bolle confinata all'interno dei due strati di tessuto (Funk & Rodrigues, 2005). Il tessuto stesso agisce come un efficace attenuatore. Il sistema è abbastanza costoso, ma più efficace delle cortine a bolle d'aria non confinate soprattutto nell'attenuazione dei suoni a bassa frequenza prodotti dalle imbarcazioni (PND Engineering, 2005).

L'Hydro Sound Damper (HSD) consiste invece in una rete posta intorno al palo con piccole vesciche riempite di gas ed elementi in schiuma attaccati ad essa. Lo spettro di attenuazione della rete HSD può essere "sintonizzato" per ottenere la riduzione del rumore desiderata. I sistemi HSD sono piuttosto compatti ed economici (Bruns et al., 2014).

Le cortine a bolle d'aria confinate sembrano raggiungere livelli moderati ma coerenti di attenuazione, tra 5 e 15 dB per i valori di Sound Pressure Level (peak)  $L_{p,pk}$ , Sound Pressure Level (root mean square)  $L_{p,rms}$  e Sound Exposure Level  $LE_p$ .

Le misure presentate da Illinworth & Rodkin (2005) mostrano un'attenuazione di 5 dB per il Gunderboom®, mentre il sistema HSD risulta essere particolarmente efficace a 100-2000 Hz, con riduzioni del livello sonoro fino a 19 dB (Burns et al., 2014).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233\_PD-C-004\_0.docx



Figura 68 Esempio di sistema HSD di 40 m di lunghezza (fonte: © offnoise-hsd-systems gmbh) <https://www.offnoise-solutions.com/the-hydro-sound-damper-system-hsd-system/>

### 9.5.2 Misure operative per le specie

L'esecuzione di monitoraggi acustici e visivi durante le fasi dei lavori potrà assicurare la realizzazione di misure operative di mitigazione efficaci in tempo reale. In caso di rilevazione delle specie *target* (mammiferi marini o altre specie pelagiche di dimensioni apprezzabili e/o appartenenti a gruppi sistematici sottoposti a tutela) nell'area dei lavori, a seconda delle attività in corso e delle condizioni di sicurezza delle operazioni, si potranno attuare specifiche azioni mitigative tra cui:

- il posticipo dell'avvio dei lavori in caso di presenza visiva/acustica delle specie *target* nella zona delle operazioni;
- l'avvio morbido (soft-start) delle operazioni evitando le operazioni maggiormente impattanti;
- la sospensione delle attività in caso di presenza di individui appartenenti alla specie *target* all'interno di una specifica zona di esclusione (il cui raggio potrà essere definito attraverso specifiche modellazioni acustiche) intorno al sito dei lavori; le attività potranno, quindi, riprendere dopo almeno 30 minuti di assenza degli animali nella zona di esclusione effettuando un avvio morbido;

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

- il rallentamento delle attività in caso di presenza di individui appartenenti alla specie *target* in prossimità (ma all'esterno) della zona di esclusione intorno al sito dei lavori.

Specifiche misure di mitigazione in fase di pianificazione e di realizzazione per minimizzare il rischio di danni e/o disturbo ai mammiferi marini ed ai rettili marini derivanti dal rumore generato dalle diverse fasi dei lavori, potranno quindi includere:

- il differimento delle attività più rumorose nel periodo tardo autunno-inverno, al fine di limitare l'interferenza con le specie *target* nei mesi in cui la presenza nell'area è conclamata e in cui avvengono attività chiave come l'alimentazione e la riproduzione;
- l'opportuna programmazione spazio-temporale delle suddette attività per limitare impatti cumulativi/sinergici sulle specie nei periodi "critici".

### 9.5.3 Fauna ittica

Quanto riportato nelle misure mitigative precedentemente descritte e in relazione alle mitigazioni da adottare in fase di cantiere tali misure risultano in gran parte applicabili anche alla fauna ittica.

Rimane comunque sempre essenziale disporre dei risultati delle previste attività di monitoraggio al fine di individuare le misure più corrette. La letteratura scientifica o le linee guida internazionali non prevedono per la fauna ittica specifiche mitigazioni tanto che Popper et al. (2014) segnalano una carenza di dati scientifici sugli effetti del rumore per i pesci che possono rendere le regolamentazioni e le mitigazioni applicate prive di una reale verifica ed efficacia.

La letteratura al riguardo delle mitigazioni focalizza l'attenzione soprattutto sulle problematiche del rumore relativo alle lavorazioni con "pile driving", survey geosismici ("seismic airgun"), gli effetti di dispositivi acustici o delle esplosioni (Buehler et al., 2015; Hastings et al., 2008; Keevin e Hempen, 1997).

La ricchezza di specie e differenti tipologie di organi di ricezione e sensibilità non permettono di rendere specifiche e mirate le misure di mitigazione come invece può avvenire con maggiore dettaglio per i mammiferi marini.

Si ritiene che siano appropriate ed applicabili anche per la fauna ittica le misure di mitigazione già esposte al precedente paragrafo, dopo aver messo in atto le possibili misure e tecnologie esistenti per ridurre la sorgente sonora in fase di emissione.

Si ritiene inoltre opportuno, in tutti i casi, attivare in concomitanza delle lavorazioni più critiche sotto il profilo delle emissioni sonore, significative la tecnica del "soft start" che favorisce un allontanamento graduale dalla zona di lavoro della fauna ittica. Tale metodica, anche se non totalmente efficace per alcune specie, prevede di utilizzare la medesima sorgente sonora per emettere suoni blandi che man mano aumentano di potenza prima dell'inizio dell'attività.

## 9.6 Misure per la protezione per l'ambiente idrico

Innanzitutto, occorre suddividere l'argomento in base a due tipi di problema: da un lato l'impatto e quindi le conseguenze dell'impianto del cantiere sull'ambiente idrico (fattori d'impatto) legate alla vulnerabilità dell'ambiente, dall'altro i rischi cui l'installazione potrebbe essere sottoposta per cause naturali (fattori naturali di rischio) sottovalutate o non valutate con esattezza.

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

Al primo gruppo vanno ascritti tutti i rischi di inquinamento delle acque sia superficiali che profonde, a causa di:

- sversamenti accidentali di sostanze inquinanti (oli, benzine, scarichi, etc.) sui piazzali di lavoro e lungo i percorsi dei mezzi meccanici;
- rilascio di solidi sospesi, oli, bentonite, acqua contaminata da prodotti cementizi derivanti dalle operazioni di lavaggio betoniere e dalle attività di getto, nelle acque sotterranee e superficiali;
- scarichi di acque di scavo nell'ambiente idrico con aumento della torbidità e rischi di inquinamenti, per presenza di polveri, sedimenti e/o contaminanti.

#### 9.6.1 Impianti di trattamento delle acque di cantiere

Vista la localizzazione del cantiere, si indica l'opportunità di dotare i cantieri di idonei impianti di gestione delle acque prima della loro immissione nei corpi idrici. Ai sensi della Normativa Regionale vigente sulla tutela delle acque, le aree di cantiere saranno dotate di idonei impianti di trattamento delle acque di pioggia e di dilavamento con scarichi autorizzati.

Le acque di cantiere (reflue o eventuali speciali di lavorazione) saranno convogliate in apposite vasche, o dispositivi di trattamento, raccolte e smaltite secondo la normativa vigente. L'Appaltatore ha previsto l'installazione di un impianto di trattamento e recupero delle acque reflue.

Altri reflui dovranno essere smaltite da ditte specializzate; sarà cura del produttore dei rifiuti liquidi individuare il corretto codice CER e classificarne la pericolosità e il destino, secondo normativa vigente mediante analisi chimiche. A livello indicativo, qualora prodotti in cantiere, si indicano i seguenti codici CER dei principali rifiuti liquidi generalmente prodotti in cantieri similari:

- Acque lavaggio betoniere e lavaggio mezzi d'opera uscita : CER 16 10 01\* oppure 16 10 02
- Rifiuti contenenti oli CER 16 07 08\* .

In linea generale nelle aree di cantiere gli interventi di mitigazione principali saranno dunque riconducibili ad una corretta e sostenibile gestione delle acque di lavaggio al fine di scongiurare possibili dispersioni di fluidi inquinanti.

L'annaffiatura delle aree di cantiere tesa a prevenire il sollevamento di polveri deve essere eseguita in maniera tale da evitare che le acque fluiscano direttamente verso una canalizzazione superficiale, trasportandovi dei sedimenti (a questo fine occorrerà in generale realizzare un fosso di guardia a delimitazione dell'area di lavoro).

I rischi di inquinamento indotti dall'impiego delle autobetoniere, per l'approvvigionamento del calcestruzzo, possono essere limitati applicando le seguenti procedure:

- il lavaggio delle autobetoniere dovrà essere preferibilmente effettuato presso l'impianto di produzione del calcestruzzo;
- nel caso in cui l'appaltatore scelga di svolgere in sito il lavaggio delle autobetoniere, esso dovrà provvedere a realizzare un apposito impianto collegato ad un sistema di depurazione;
- gli autisti delle autobetoniere, qualora non dipendenti direttamente dall'appaltatore, dovranno essere informati delle procedure da seguire per il lavaggio delle stesse;
- tutti i carichi di calcestruzzo dovranno essere trasportati con la dovuta cautela al fine di evitare perdite lungo il percorso; per lo stesso motivo, le autobetoniere dovranno sempre circolare con un carico inferiore di almeno il 5% al massimo della loro capienza;

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

- occorrerà usare in generale particolare prudenza durante il trasporto, tenendo una velocità particolarmente moderata; si dovrà curare la manutenzione delle piste di cantiere e degli incroci con la viabilità esterna.

Nelle aree di cantiere potranno essere installati bagni chimici con appositi vasche di stoccaggio delle acque reflue che saranno smaltite con cadenza prefissata da ditte specializzate.

## 9.7 Misure per la protezione del clima acustico

In caso di puntuali criticità ai fini dell'abbattimento del rumore generato da eventuali gruppi elettrogeni / impianti verranno adottate tutte le misure di mitigazione a protezione, quali per esempio barriere fonoassorbenti mobili, parziali interramenti o realizzazione di dune. Potranno essere eventualmente richieste agli Enti competenti le opportune autorizzazioni temporanee in deroga previste per i cantieri.

Per il cantiere Biscottino si prevede la realizzazione (in particolare verso est – confine con il sito Rete Natura 2000) di un terrapieno di perimetrazione dell'impianto di frantumazione/vagliatura con piantumazione di siepe o l'installazione di pannelli fono assorgenti (fattore di riduzione circa -3 dB(A) per ogni raddoppio della distanza) in modo di mitigare la sorgente emissiva. Dettagli ed eventuali approfondimenti di valutazione saranno redatti in sede di progettazione esecutiva avendo a disposizione la tipologia di impianto definito dall'Appaltatore.



## 9.8 Misure per la protezione della viabilità

In relazione agli effetti indotti dal cantiere sulla rete viaria, per la gestione del traffico nei vari tratti viari di accesso saranno previste:

- una continua pulizia della sede stradale;
- la presenza, presso entrambi i sensi di marcia della strada ed a distanza idonea dall'accesso al cantiere, di cartelli indicanti pericolo ed un appropriato limite di velocità;
- monitoraggio del traffico in ingresso all'area del cantiere con telecamere intelligenti
- installazione di cartelli PMV per info agli utenti della strada
- implementazione della segnaletica stradale con adozione di dissuasori di velocità
- predisposizione di aree di sosta di emergenza

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
--	---	--

Particolare attenzione sarà posta nella disposizione e nell'aggiornamento della segnaletica provvisoria di cantiere e nelle aree limitrofe, in particolare nelle piste, per segnalare eventuali deviazioni, in funzione delle necessità del cantiere.

Saranno evitate la movimentazione dei mezzi pesanti nei periodi e nelle fasce orarie critiche (ore mattutine, mezzogiorno e serali); verrà definito dall' Appaltatore un piano degli approvvigionamenti.

L' Appaltatore inoltre prevede la stesa di nuova pavimentazione stradale lungo la SP224 (per m.1000) e la posta di segnaletica orizzontale.

#### 9.8.1 L'accessibilità alle aree

Le aree di cantiere risultano facilmente accessibili dalla pubblica viabilità e pertanto, ove necessario, durante le fasi di lavorazione potranno essere valutati eventuali percorsi alternativi (ad oggi non prevedibili) per l'accesso alle aree portuali eventualmente interferenti.

### 9.9 Misure per il rischio archeologico

È previsto, in ottemperanza al parere MIBACT-SABAP-PI nel parere 11828-P del 25/10/2020, il controllo archeologico in corso d'opera per tutte le opere di dragaggio e la ricognizione subacquea per le aree interessate da interventi.

### 9.10 Misure per l'approvvigionamento energetico

Le principali richieste di energia elettrica sono riconducibili all'attività cantieristica in senso stretto, ai consumi derivanti dagli edifici (uffici, spogliatoi, officine, laboratori), al funzionamento degli eventuali impianti.

L'impianto elettrico di cantiere e tutte le apparecchiature saranno dimensionate, costruite, installate e manutentate nel rispetto della normativa vigente.

L' Appaltatore prevede l'installazione di rivestimenti modulari prefabbricati con risparmio del 45%, un sistema di accumulo **Energy Storage System** e un sistema di **produzione di energia elettrica da solare fotovoltaico**; i dettagli saranno definiti nelle successive fasi di progettazione.

L'illuminazione delle aree di cantiere verrà garantita con **lampioni con energia elettrica da solare fotovoltaico**.

### 9.11 Misure per l'approvvigionamento idrico

Il cantiere non prevede l'installazione di pozzi per usi interni; la risorsa idrica verrà fornita dall'acquedotto industriale, previ accordi da definire in sede di progettazione esecutiva, oppure tramite cisterne o serbatoi di accumulo riempite con autobotti. Il punto di prelievo sarà definito e concordato con gli enti competenti dalla stazione appaltante.

L' Appaltatore prevede l'installazione di un impianto di trattamento e recupero delle acque reflue.

Saranno valutati in sede di progettazione esecutiva l'installazione di sistemi di recupero delle acque scolanti sulle coperture dei box di cantieri ai fini dell'utilizzo non sanitario delle stesse.

<b>Progetto:</b> Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	<b>Livello progettazione:</b> Progetto definitivo	<b>Elaborato:</b> STUDI AMBIENTALI  1233_PD-C-004_0.docx
---	--	---

## 9.12 Misure per la gestione dei rifiuti

Per la gestione dei rifiuti prodotti le aree di cantiere saranno dotate di idonee piazzole attrezzate per il deposito e la separazione dei rifiuti prodotti, al fine di un corretto conferimento a smaltimento e/o recupero autorizzato.

Le aree destinate a deposito di rifiuti non devono essere poste in vicinanza dei baraccamenti di cantiere e devono essere adeguatamente cintate e protette, in funzione della tipologia dei rifiuti, in modo da evitare emissione di polveri od odori.

## 9.13 Tessuto sociale

Al fine di rendere partecipe e edotta la popolazione si prevede l'implementazione, a cura dell'Appaltatore, di un programma di incontri informativi con la cittadinanza, corsi di formazione e informazione ai circoli sociali e nautici e al circolo di canottaggio.