

Commissario Straordinario per la realizzazione
della Piattaforma Europa del Porto di Livorno

Ufficio Tecnico

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

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE
MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA
PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA

R.U.P.:	Ing. Enrico Pribaz	Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche:
D.L.:	Ing. Matteo Baroni	Dott. Ing. Filippo Busola
Supporto al R.U.P.:	Ing. Ilaria Lotti / Ing. Pietro Chiavaccini / Ing. Andrea Carli	
Direttore operativo:	Arch. Raul Raffalli	
C.S.E.:	Geom. Fabio Verzoni	

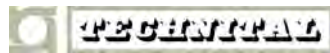
CONTRAENTE GENERALE: R.T.I.

Mandataria:



PROGETTISTI: R.T.P.

Mandataria:



PROTOCOLLO:

DATA: Aprile 2024

TITOLO ELABORATO:

Piano di Monitoraggio Ambientale

NOME FILE:

1233-PE-0-0-AMB-R-022-0.docx

SCALA:

/

CODICE ELABORATO:

1233-PE-0-0-AMB-R-022-0

FORMATO:

A4

0	Prima emissione	Aprile 2024		ZAGO	BETTINETTI	BUSOLA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA	10
2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	12
3. OBIETTIVI del P.M.A.	18
4. ESITI DEL MONITORAGGIO – V.A.S. P.R.P.	20
4.1. Convenzione tra ARPAT e Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale.....	20
5. MONITORAGGIO ESEGUITO DAL 2022 AL 2024	22
6. RESPONSABILE DEL MONITORAGGIO	24
7. GESTIONE DEI DATI E SISTEMA INFORMATIVO	25
8. ATMOSFERA	27
8.1. Premessa	27
8.2. Stime emissive in atmosfera	27
8.3. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio	28
8.4. Parametri da monitorare	30
8.5. Modalità esecutive e strumentazione impiegata.....	30
8.6. Frequenza e durata del monitoraggio	31
8.7. Definizione dei valori di attenzione ed allarme	32
9. RUMORE	35
9.1. Premessa	35
9.2. La situazione attuale	35
9.3. Modalità esecutive e strumentazione impiegata.....	36
9.3.1. Metodica tipo A - Misure di 8-10 ore con postazione semi-fissa	36
9.3.2. Metodica di tipo B- Misure di 7 giorni con postazione fissa.....	37
9.3.3. Rilevamento dei flussi di traffico stradale	37
9.3.4. Parametri meteorologici	37
9.3.5. Restituzione delle misure.....	38
9.4. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio	38
9.5. Frequenza e durata del monitoraggio	41
9.5.1. Stazioni di monitoraggio in ambito portuale	41
9.5.2. Stazioni di monitoraggio cantiere Biscottino.....	41
9.5.3. Stazioni di monitoraggio cantiere Pian di Rota.....	42
9.5.4. Stazioni di monitoraggio cantiere Calambrone.....	42
10. VIBRAZIONI	43
10.1.Premessa	43
10.2.Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio	43

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	3

10.3. Parametri da monitorare e modalità esecutive	44
10.4. Frequenza e durata del monitoraggio	46
10.5. Definizione delle soglie di monitoraggio	46
11. RADIAZIONI NON IONIZZANTI	47
11.1. Premessa	47
11.2. Stato Attuale	47
11.3. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio	50
11.4. Modalità esecutive e strumentazione impiegata	51
11.5. Frequenza e durata del monitoraggio	51
11.6. Definizione dei valori di attenzione ed allarme	51
12. POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	52
12.1. Premessa	52
12.2. Parametri epidemiologici da monitorare	53
12.3. Frequenza e durata del monitoraggio	55
13. SUOLO E USO DEL SUOLO	56
14. ACQUE SUPERFICIALI: ACQUE DI PIATTAFORMA (AMD)	59
14.1. Premessa	59
15. BIODIVERSITÀ – AMBIENTE TERRESTRE	60
15.1. Premessa	60
15.2. Stato attuale	61
15.3. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio	66
15.4. Parametri da monitorare	71
15.5. Modalità esecutive e strumentazione impiegata	72
15.5.1. Avifauna nidificante da punti di ascolto	72
15.5.2. Avifauna svernante su transetti	73
15.5.3. Avifauna acquatica da postazioni fisse	74
15.5.4. Misura del rumore	74
15.6. Frequenza e durata del monitoraggio	74
15.7. Definizione dei valori di attenzione ed allarme	76
16. BIODIVERSITÀ – AMBIENTE MARINO COSTIERO	78
16.1. Stato Attuale	79
16.2. Dragaggio dei sedimenti marini: il Decreto Ministeriale 173/2016	83
16.2.1. Monitoraggio delle attività di escavo	84
16.2.2. Monitoraggio delle attività di trasporto dei materiali	85
16.2.3. Aree e stazioni di campionamento	85
16.2.4. Matrici e rilievi da effettuare	88
16.2.5. Frequenze campionarie	91
16.2.6. Specifiche a garanzia della qualità dei dati	92
16.2.7. Specifiche a chiusura	93

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale		DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0		Aprile 2024	0	4

16.3. Descrittori della Marine strategy Framework Directive	93
16.3.1. Descrittore 1 – Conservazione degli habitat.....	97
16.3.2. Descrittore 2 – Specie non autoctone (aliene)	97
16.3.3. Descrittore 3 - Risorse alieutiche e impatto sulla pesca.....	101
16.3.4. Descrittore 4 – Integrità delle reti trofiche.....	108
16.3.5. Descrittore 5 – Eutrofizzazione delle acque	109
16.3.6. Descrittore 6 – Integrità di fondo marino e conservazione degli ecosistemi bentonici 109	
16.3.7. Descrittore 8 – Inquinamento e qualità delle acque marino-costiere	120
16.3.8. Descrittore 9 – Contaminanti nelle risorse alieutiche	121
16.3.9. Descrittore 10 – Marine litter	122
16.3.10. Descrittore 11 – Impatto delle fonti sonore su Mammiferi e rettili marini	122
16.4. Parametri da monitorare	126
16.4.1. Habitat 1120 praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	126
16.4.2. Biocenosi bentoniche dei fondali molli.....	135
16.4.3. Biocenosi bentoniche dei fondali duri.....	138
16.4.4. Monitoraggio dei mammiferi e dei rettili.....	139
16.5. Modalità esecutive e strumentazione impiegata.....	139
17. MONITORAGGIO DELLA TORBIDITA'	142
17.1. Premessa.....	142
17.2. Definizione dello stato Ante Operam	145
17.3. Definizione dei valori di attenzione ed allarme	151
17.4. Acque di esubero della colmata.....	154
17.5. Torbidità indotta dal dragaggio	154
17.6. Individuazione dei punti di monitoraggio.....	155
17.7. Modalità esecutive e strumentazione impiegata.....	158
17.8. Ulteriori misure di monitoraggio della diffusione della torbidità durante l'escavo idraulico con draga "CSD" a tutela dei target sensibili	162
17.9. Frequenza e durata del monitoraggio.....	164
17.10. Acque di balneazione	167
18. Ambiente Marino – DINAMICA COSTIERA.....	169
18.1. Premessa.....	169
18.1.1. Approfondimenti in merito agli eventi registrati dalla boa di Gorgona e ritenuti "anomali" 170	
18.1.2. Monitoraggio onde e correnti.....	174
18.1.3. Attività di monitoraggio dei fondali marini e dell'alveo del tratto terminale dello scolmatore.....	174
18.1.4. Attività di monitoraggio della fascia costiera	177
19. GESTIONE ANOMALIE	182
19.1. Procedura di intervento per la gestione dei superamenti delle soglie, matrice atmosfera .	182
19.2. Procedura di intervento per la gestione dei superamenti delle soglie, matrice rumore.....	183
19.3. Procedura di intervento per la gestione dei superamenti delle soglie, matrice vibrazioni..	184

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	5

19.4. Azioni in caso di superamento delle soglie: monitoraggio avifauna 185

19.5. Misure di mitigazione ed azioni in caso di superamento delle soglie di disturbo comportamentale: monitoraggio mammiferi e rettili marini 185

19.6. Torbidità: attività previste in caso di superamento delle soglie 186

19.7. Procedura di intervento per emergenza ambientale in condizioni meteorologiche/meteomarine critiche 187

19.8. Archeologia subacquea 187

19.9. Osservazione visiva per presenza di mammiferi 188

20. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO 188

21. BIBLIOGRAFIA 189

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	6

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 5-1 - Ubicazione stazioni di monitoraggio esistenti (ADSP)	23
Figura 8-1 - Postazioni delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria	29
Figura 9-1 - Ubicazione delle stazioni di monitoraggio del clima acustico	40
Figura 10-1 - Ubicazione delle stazioni di monitoraggio delle vibrazioni	44
Figura 10-2 - Esempio di sistema autonomo di monitoraggio delle vibrazioni	46
Figura 11-1 - Ubicazione aree di cantiere in ambito portuale	48
Figura 11-2 - Aree cantiere principale	49
Figura 11-3 - Aree cantiere foce armata sud	49
Figura 11-4 - Aree frantumazione e vagliatura	50
Figura 13-1 - Cantiere Biscottino. Situazione AO e CO	57
Figura 13-2 - Cantiere Principale. Situazione AO e CO	58
Figura 15-1 Planimetria generale di localizzazione delle aree oggetto di monitoraggio dell'avifauna (le casse di colmata sono adiacenti alla zona FA1)	67
Figura 15-2 Localizzazione delle postazioni fisse per il monitoraggio degli acquatici (AREA FA1) (Fonte base cartografica: Bing Aerial 2022)	69
Figura 15-3 Localizzazione dei transetti e dei punti di ascolto (AREA FA2) (Fonte base cartografica: Bing Aerial 2022)	70
Figura 15-4 Localizzazione dei transetti e dei punti di ascolto (AREA FA3) (Fonte base cartografica: Bing Aerial 2022)	70
Figura 16-1 - Stazioni di campionamento dei sedimenti superficiali (ICRAM)	82
Figura 16-2 – A) Siti di campionamento previsti nel Progetto Definitivo. B) Siti di campionamento per la colonna d'acqua e il sedimento (monitoraggio del dragaggio ai sensi del DM 173/16), AMx = stazioni di monitoraggio sedimento, colonna d'acqua, macrozoobenthos, bioaccumulo e biomarkers. Per completezza nella figura vengono indicate anche le stazioni Bx = torbidimetri in continuo dell'impresa; Scolmatore e Meloria = torbidimetri e correntometri in continuo di AdSP e stazioni di monitoraggio in caso di superamento delle soglie di allarme; Tx = torbidimetri	87
Figura 16-3 - Classificazione ecologica e chimica dei corpi idrici	96
Figura 16-4 - Stazioni di rilievo delle specie NIS. Le stazioni aggiuntive per il censimento delle specie NIS sono indicate con la sigla (NIS da 1 a 3) in tutte le altre stazioni la presenza di specie NIS sarà determinata contemporaneamente al rilievo delle specie autoctone per la valutazione della qualità ambientale (7 stazioni AM). Per la stazione AM5, si precisa che il rilievo specie NIS sarà condotto anche su substrato solido (pennello esistente) e non solo sulle matrici per la qualità ambientale	100
Figura 16-5: Ipotesi di aree dove eseguire le campagne di pesca scientifica.	105
Figura 16-6 : Strumento utilizzato per l'attività di pesca	106
Figura 16-7: Aree dove sono localizzati i transetti pesca in cui eseguire i campionamenti	108
Figura 16-8: Stazioni di monitoraggio del descrittore specifico	109
Figura 16-9: Stazioni di campionamento di <i>P. oceanica</i> già utilizzate nel corso delle indagini condotte nel 2022 e nel 2023	111

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale		DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0		Aprile 2024	0	7

Figura 16-10 – Estratto dell’elaborato 1233-PE-0-0-AMB-D-002-0 con indicazione dell’area di espianto.	113
Figura 16-11: Area dove eseguire il calcolo dell’indice CARLIT.	115
Figura 16-12: Aree dove eseguire il monitoraggio degli habitat di substrato duro e stazioni di campionamento.	119
Figura 16-13: Stazioni di campionamento acustico sottomarino (sistema di riferimento WSG 84) ...	125
Figura 16-14: Areale di massimo impatto	125
Figura 16-15. Campionamento gerarchico utilizzato per il prelievo dei rizomi di P. oceanica. Fonte “Nuova scheda metodologica EQB Angiosperme Posidonia dicembre 2020”.	127
Figura 17-1 – Ubicazione delle stazioni di monitoraggio ambientale (da Google Earth).	145
Figura 17-2 – Torbidimetri di riferimento per le fanerogame.	146
Figura 17-3 – Valori di torbidità registrati al torbidimetro Meloria nel periodo di osservazione disponibile (dal 29/11/2022 al 02/05/2023- 3692 registrazioni orarie).	147
Figura 17-4 – Valori di torbidità registrati al torbidimetro Scolmatore nel periodo di osservazione disponibile (dal 29/11/2022 al 02/05/2023- 3692 registrazioni orarie).	147
Figura 17-5 – Andamento della torbidità NTU (strumento Meloria) nell’evento tra 9/01/2023 ed il 23/01/2023.	149
Figura 17-6 – Altezza d’onda registrata alla boa di Gorgona 9/01/2023 ed il 23/01/2023.	149
Figura 17-7 – Serie temporale dei parametri d’onda per la stazione oceanografica SCOLMATORE. 1° grafico (dall’alto verso il basso): altezza significativa (in blu), altezza media 1/10 (in verde), altezza massima (in rosso). 2° grafico: periodo di picco (in blu), periodo medio (in verde). 3° grafico: direzione di picco (in blu), propagazione direzionale (in verde), direzione media (in rosso). 4° grafico: pressione (in blu).	150
Figura 17-8 – Andamento della torbidità NTU (strumento Scolmatore nell’evento tra 9/01/2023 ed il 23/01/2023.	150
Figura 17-9 – Diagramma di flusso per definire le soglie di allerta sui recettori sensibili	151
Figura 17-10 – Relazione intensità-durata degli effetti ambientali [Erfemeijer, P.L.A. and Lewis, R.R. (2006) Environmental impacts of dredging on seagrasses: a review. Marine Pollution Bulletin. Vol. 52, no. 12, pp. 1553-1572].	152
Figura 17-11 – Range di variazione delle soglie di luminosità critica (% della irradianza di superficie -SI) per varie specie di fanerogame.	153
Figura 17-12 – Soglie critiche di sedimentazione per le fanerogame.	153
Figura 17-13 - Sovrapposizione delle stazioni di monitoraggio della torbidità (impresa e AdSP) e ubicazione delle trappole di sedimento (da TS1 a TS6) e stazioni di monitoraggio della qualità delle acque/sedimenti/biota (AM1-AM7). La precisa ubicazione sarà determinata ad approvazione da parte della Capitaneria di Porto.	157
Figura 17-14 - Boa con torbidimetro e pannello solare tipo.	158
Figura 17-15 - Trappola singola per sedimenti	159
Figura 17-16 – schema operativo del monitoraggio integrativo della torbidità durante le attività di dragaggio idraulico con draga “CSD” (in sovrapposizione alle ulteriori stazioni di monitoraggio previste in CO).	163
Figura 17-17 - Suddivisione in macro-fasi degli interventi di dragaggio.	166
Figura 18-1 -Ubicazione dell’ondametro di Gorgona e del punto DICCA 583, più prossimo alla boa.	170
Figura 18-2 -Confronto tra la rosa dei massimi annui della boa di Gorgona (a sinistra) e del punto UNIGE (a destra) - Periodo 2008-2018.	171

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	8

Figura 18-3 -Picchi anomali (massimi annui registrati dalla Boa di Gorgona) per il settore
150°÷220°N173

Figura 18-4 -Picco anomalo (massimo annuo registrato dalla Boa di Gorgona) per il settore
280°÷340°N174

Figura 18-5 -Profili batimetrici previsti nella zona di foce dello Scolmatore d'Arno.....175

Figura 18-6 -Profili batimetrici previsti nel canale di accesso al porto e nel bacino interno176

Figura 18-7 -Profili batimetrici previsti lungo il litorale compreso tra foce Arno e il porto di Livorno .179

Figura 18-8 -Profili batimetrici previsti lungo il litorale compreso tra foce Arno e il porto di Livorno .180

Figura 18-9 -Profili batimetrici previsti lungo il litorale a sud del porto di Livorno.....181

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	9

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 8-1 - Limiti normativi di qualità dell'aria definiti dal D.Lgs 155/2010	33
Tabella 15-1 - Distanze minime (in linea d'aria) dei siti della Rete Natura 2000 dalle aree di intervento	60
Tabella 15-2 - <i>Check list</i> degli uccelli in All. I della Dir. 2009/147/CE segnalati nei formulari standard dei 4 siti Natura 2000 più vicini alle aree di cantiere	61
Tabella 15-3 – Aree di indagine e relativi codici delle stazioni e transetti di indagine	68
Tabella 15-4 – Informazioni stazionali delle diverse stazioni e transetti di indagine.....	71
Tabella 15-5 Codici per le schede di campo avvistamento avifauna	73
Tabella 15-6 - Programma di monitoraggio – componente Biodiversità Ambiente terrestre	75
Tabella 16-1. Frequenza di monitoraggio delle varie tipologie di indagine ai sensi del D.M. 173/16.....	91
Tabella 16-2. I descrittori inseriti nella strategia quadro per la protezione dell'ambiente marino	93
Tabella 16-3 Coordinate geografiche che individuano i tratti di mare compatibili con la raccolta di molluschi bivalvi per il consumo umano diretto.....	106
Tabella 16-4 Coordinate delle stazioni di campionamento per l'habitat di prateria di Posidonia oceanica	110
Tabella 16-5: Coordinate indicative delle stazioni di campionamento per l'habitat di substrato duro sito a sud del porto di Livorno.	120
Tabella 16-6: Livelli percentuali (%) di ricoprimento del substrato nella prateria di P. oceanica	127
Tabella 16-7: Classificazione della prateria di P. oceanica in base alla densità dei fasci (Giraud, 1977).	128
Tabella 16-8 Classificazione della prateria sulla base della densità (in fasci fogliari/m2) in funzione della profondità per i primi 30 metri di profondità, secondo quanto proposto da Pergent-Martini e Pergent (1995). DA = Densità anormale; DSI = Densità sub-normale inferiore; DN = Densità Normale (verde); DSS = Densità sub-normale superiore.....	129
Tabella 16-9: Limiti di classe per lo stato ecologico delle praterie di Posidonia oceanica espressi in termini di RQE	131
Tabella 16-10: Schema riassuntivo per la scelta dei parametri e delle frequenze di campionamento da adottare per monitorare un intervento di trapianto con talee di Posidonia oceanica (da La Porta & Bacci, 2022).....	132
Tabella 16-11: Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto mediante talee di <i>Posidonia oceanica</i> (da La Porta & Bacci, 2022).....	133
Tabella 17-1 caratteristiche degli eventi di torbidità sopra la media per la stazione Meloria.....	148
Tabella 17-2- Caratteristiche degli eventi di torbidità sopra la media per la stazione Scolmatore.	148

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	10

1. PREMESSA

La proposta di piano di monitoraggio è stata redatta in conformità ai dettami del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., in attuazione all'art.22, comma 3, lett.e) 28, e ha come finalità principale il monitoraggio dei potenziali impatti ambientali derivanti dalle opere in progetto, che include le responsabilità e le risorse necessarie per la realizzazione e la gestione del monitoraggio.

Il presente piano di monitoraggio, redatto nell'ambito del Progetto Esecutivo, recepisce le richieste di integrazione contenute nel **provvedimento di VIA di cui al Decreto Interministeriale m_amte.MASE.VA n. 81 in data 11.03.2024 di giudizio positivo sulla compatibilità ambientale subordinato al rispetto delle condizioni ambientali** [acquisito il parere della Commissione Tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS, n. 526 dell'11 dicembre 2023, il parere del Ministero della cultura, di cui alla nota della Direzione generale Archeologia, belle arti e paesaggio n. 37710 del 15 novembre 2023 e la deliberazione di Giunta Regionale Toscana n. 1353 del 20 novembre 2023].

L'oggetto del presente PMA riguarda l'esecuzione delle **"OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA – PORTO DI LIVORNO"**

Il Piano descrive le misure previste per controllare le emissioni nell'ambiente nonché le attività di autocontrollo e di controllo programmato che richiedono l'intervento dell'ente responsabile degli accertamenti.

La proposta di PMA è stata inoltre elaborata tenendo conto delle indicazioni degli Allegati tecnici del DM 173/2016 (rif. capitolo 3.3) e delle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale" (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.), predisposte da ISPRA, MATTM e MIBACT [2013 – 2015].

La seguente proposta di PMA è stata inoltre elaborata tenendo in considerazione il Piano di Monitoraggio Ambientale previsto nel corso della procedura di Valutazione Ambientale Strategica del Piano Regolatore Portuale, approvato con parere motivato Determinazione n. 4 del 03/06/2014 dal NURV Regione Toscana.

Il monitoraggio ambientale individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate,
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera,
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisti per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate,

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	11

- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

Il monitoraggio ambientale per la caratterizzazione dello stato di bianco sarà attivato prima dell'inizio dei lavori. Partendo dal PMA del progetto definitivo allegato al SIA ed approvato con prescrizioni dal MAse con Decreto Direttoriale 81/2024 è stato sviluppato il presente PMA, in accordo con il successivo livello progettuale ossia il progetto esecutivo. In questa occasione, trattandosi di un lavoro che si sviluppa su diverse annualità, sono stati condotti ulteriori approfondimenti tecnico-scientifici con il duplice scopo di rispondere alle condizioni ambientali formulate da tutti i soggetti interessati al procedimento e calibrare la durata e frequenza delle attività di monitoraggio alle specificità delle attività di cantiere compiutamente definite nel progetto esecutivo. Successivamente, prima dell'inizio dei lavori, il Responsabile Ambientale sottoporrà il Piano di Monitoraggio Operativo agli Enti preposti (ISPRA ed ARPAT.....) per le necessarie valutazioni/approvazioni.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	12

2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Documenti di riferimento per la redazione del presente Piano di Monitoraggio sono:

- Provvedimento di VIA di cui al Decreto Interministeriale m_ante.MASE.VA n. 81 in data 11.03.2024 di giudizio positivo sulla compatibilità ambientale subordinato al rispetto delle condizioni ambientali.
- Parere n. 526 dell'11 dicembre 2023 della Commissione VIA.
- Indicazioni ambientali di cui alla Deliberazione di Giunta Regionale Toscana n. 1353 del 20 novembre 2023.
- Indicazioni ambientali Comuni Pisa e Livorno, AUBAC, e dell'Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore, non già contenute nelle condizioni ambientali di cui agli articoli 2, 3 e 4. [rif. Art. 5 decreto VIA].
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. n. 152/2006, D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i.), Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali 2014.
- PMA del Progetto Definitivo, documento 1233_PD-C-002_3 e rev.2 per ciò che concerne la qualità delle Acque.

La Normativa di riferimento è la seguente suddivisa per matrice di monitoraggio.

Sedimenti, terre e rocce

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152
- D.M. 147 del 22 maggio 2014
- DELIBERAZIONE 29 settembre 2014, n. 812
- D.D. 8 giugno 2016
- LEGGE REGIONALE 28 dicembre 2015, n. 80
- D.M. 173 del 15 luglio 2016
- DELIBERAZIONE 26 marzo 2018, n. 304
- DELIBERAZIONE 18 maggio 2020, n. 613
- Direttiva 2008/105
- Delibera n. 54/2019 del 09/05/2019 del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente concernente "Linea guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo"

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	13

Acque marine costiere

- Decreto legislativo 13 ottobre 2015, n. 172
- Deliberazione n. 264 del 20/03/2018
- Legge 22 maggio 2015, n. 68
- Delibera di Giunta regionale n.408 del 07-04-2015
- Decreto n. 6336 del 24/12/2014
- Delibera n. 550 del 7/7/2014
- Decreto 17 dicembre 2013 n. 5493
- Decreto n. 260 del 8/11/2010
- Decreto Legislativo 13 ottobre 2010, n. 190
- Delibera Giunta Regionale Toscana n. 100 del 8/02/2010
- Delibera Giunta Regionale Toscana n. 939 del 26/10/2009
- Decreto n. 56 del 14/04/2009
- Direttiva 2008/56/CE
- Decreto n. 131 del 16/06/2008
- Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000
- DGRT n. 264/2018 “Aggiornamento del monitoraggio dei corpi idrici marino-costieri della Toscana e adozione dei nuovi valori di fondo in acqua e sedimenti. Integrazione dell'allegato "C" alla DGRT N. 608/2015 e sostituzione dell'allegato "A" alla DGRT N. 1273/2016. – Allegato A - Monitoraggio Biota e vita molluschi e Allegato B - Valori di fondo naturale in acque

Acque superficiali

- Decisione (UE) 2018/229 della Commissione del 12 febbraio 2018
- LEGGE 28 dicembre 2015, n. 221
- Legge 22 maggio 2015, n. 68
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali - Decreto 10 marzo 2015
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156
- Delibera GR n. 847 del 14-10-2013
- Direttiva 2013/39/UE
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana n. 937 del 29/10/2012
- Deliberazione n. 63 del 24/07/2012
- Decreto n. 260 del 8/11/2010

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	14

- Delibera Giunta Regionale Toscana n. 100 del 8/02/2010
- Delibera Giunta Regionale Toscana n. 939 del 26/10/2009
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana n. 416 del 25/05/2009
- Decreto n. 56 del 14/04/2009
- Direttiva 2008/105/CE del 16/12/2008
- Decreto n. 131 del 16/06/2008
- Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006
- Deliberazione Giunta Regionale n. 320 del 28/02/2005
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000
- Direttiva 91/271/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1991

Acque di Balneazione

- Decreto dirigenziale Regione Toscana n.1725 dell'11/02/2020
- Decreto n. 13910 del 20/12/2016
- Decreto n. 412 del 10/02/2016
- Decreto n. 6336 del 24/12/2014
- Decreto 17 dicembre 2013 n. 5493
- Decreto n° 5919 del 18 Dicembre 2012
- Decreto del Ministero della Salute 30 marzo 2010
- Decreto Legislativo n. 116 del 30/05/2008
- Direttiva 2006/7/CE del 15/02/2006

Atmosfera e qualità dell'aria

- Decreto Legislativo 15 novembre 2017, n. 183
- Direttiva (UE) 2016/2284
- Ministero dell'Ambiente - DECRETO 7 novembre 2016
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana 1 agosto 2016, n. 814
- Legge regionale 12 aprile 2016 n. 27
- Delibera di Giunta n.1182 del 09/12/2015
- Deliberazione Giunta Regionale n. 964 del 12/10/2015
- Regolamento (UE) n. 517/2014
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana n. 528 del 01/07/2013

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	15

- Decreto 13 marzo 2013 del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare
- Decreto 22 febbraio 2013 del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare
- Decreto del Ministero dell'ambiente 29 novembre 2012
- Deliberazione n. 22 del 17/01/2011
- Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010
- Legge Regionale n. 9 del 11/02/2010
- Direttiva 2008/50/CE
- Direttiva 2004/107/CE
- Decreto legislativo 30 luglio 2020, n. 102
- Direttiva (UE) 2016/2284
- Ministero dell'Ambiente - DECRETO 7 novembre 2016
- DPCM 8 maggio 2015
- Decreto Legislativo 4 marzo 2014, n. 46
- Circolare del Ministero dell'ambiente 7 novembre 2013
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana n. 528 del 01/07/2013
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 2013, n. 59
- Decreto del Presidente della Repubblica 11 luglio 2011, n. 157
- Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28
- Direttiva 2010/75/UE
- Decreto Ministero dello Sviluppo economico 10 settembre 2010
- Legge Regionale n. 9 del 11/02/2010
- Direttiva 2009/28/CE
- Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 652 del 04/08/2008
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana n. 272 del 14/04/2008
- Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006
- Regolamento 166/2006/Ce Clima Acustico
- Linee guida ISPRES n. 101/2013 per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere (Delibera consiglio Federala 20/9/2012 – doc 26/2012)
- Ministero della Transizione ecologica - Comunicato
- Decreto Ministero della Transizione ecologica 1 giugno 2022
- Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 41
- Legge 22 maggio 2015, n. 68
- Delibera Giunta Regionale n. 490 del 16-06-2014

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	16

- Regolamento 8 gennaio 2014, n. 2/R
- Deliberazione Giunta regionale n. 857 del 21/10/2013
- Deliberazione Giunta regionale n. 856 del 21/10/2013
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 2013, n. 59
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 227 del 19/10/2011
- Delibera Giunta Regione Toscana n. 319 dell'8/5/2006
- Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 31 gennaio 2005
- Decreto legislativo 17 gennaio 2005, n. 13
- Circolare del Ministero dell'Ambiente 6 settembre 2004
- Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142
- Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003
- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 giugno 2002
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 23 novembre 2001
- Decreto del Presidente della Repubblica 3 aprile 2001, n. 304 Rifiuti
- D.L.vo 3 settembre 2020, n. 121
- D.M. 186 del 5 aprile 2006.
- DM n 278 del 15/7/2022 Terre e rocce da scavo
- D.P.R. del 13/06/2017, n.120
- SNPA 22/2019 Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo, Delibera del Consiglio SNPA, seduta del 09.05.19, doc. n. 54/2019

Biodiversità

- Regolamento CEE n.3528/86 del Consiglio, del 17 novembre 1986
- Regolamento CEE n.1696/87 della Commissione, del 10 giugno 1987
- Direttiva n. 92/43/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1992
- Decisione 93/626/CEE del Consiglio, del 25 Ottobre 1993
- Regolamento CEE n.1091/94 della Commissione, del 29 aprile 1994
- Convenzione di Berna del Consiglio, del 19 settembre 1997
- Direttiva n. 97/62/CE del Consiglio, del 27 ottobre 1997
- Regolamento CE n.2278/99 della Commissione, del 21 ottobre 1999
- Regolamento CE n.1484/2001 del parlamento europeo e del consiglio del 27 giugno 2001
- Regolamento CE n.804/2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 15 aprile 2002

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	17

- Regolamento CE n.2121/2004 della Commissione del 13 dicembre 2004
- D.lgs. n. 152 del 3 aprile 2006
- DPR 8 settembre 1997 n. 357
- Legge 14 febbraio 1994 n. 124
- Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992
- Legge 6 dicembre 1991 n. 394
- Direttiva quadro Marine Strategy (2008/56/CE)
- Linee Guida per la gestione dell’impatto di rumore antropogenico sui cetacei nell’area
- ACCOBAMS
- Legge 11 ottobre 2001, n. 391
- Convenzione sul diritto del mare (UNCLOS) 1982 Archeologia subacquea
- Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (Misure cautelari e preventive) di cui al D. lgs. 22 Gennaio 2004, n.42
- D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50
- Convenzione sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo (2001)
- Convenzione di Faro
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 febbraio 2022 (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale – Serie Generale n.88 del 14 aprile 2022), le Linee guida per la procedura di verifica dell’interesse archeologico e individuazione di procedimenti semplificati.

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	18

3. OBIETTIVI DEL P.M.A.

Come richiesto dal Parere n. 526 della seduta Plenaria n. 94 del 11 dicembre 2023, IDVIP 8058, di approvazione della VIA, il presente PMA si rifà alle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.; D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i.)”, predisposte dal MATTM con la collaborazione dell’ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Ai sensi dell’art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il MA rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA (incluse quelle strategiche ai sensi della L.443/2001), lo strumento che fornisce la reale misura dell’evoluzione dello stato dell’ambiente nelle varie fasi di attuazione dell’opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le “risposte” ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell’ambito del processo di VIA.

Come previsto dalle Linee Guida, gli obiettivi del MA e le conseguenti attività che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

- verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell’avvio dei lavori per la realizzazione dell’opera (monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base)
- verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell’attuazione dell’opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d’opera e post operam o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:
 - verificare l’efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
 - individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

L’area oggetto del monitoraggio ambientale è definita come l’ambito di cantiere (parte a terra e a mare), ove verranno eseguite le operazioni per la realizzazione delle opere, e le aree esterne ove saranno potenzialmente prevedibili gli effetti diretti ed indiretti degli impatti.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	19

Nei capitoli che seguono, viene definito il PMA, con le integrazioni richieste nel Parere della Commissione Tecnica VIA n. 526 dell'11 dicembre 2023.

Eventuali affinamenti al Piano, potranno essere inseriti nel Piano Operativo di Monitoraggio redatto dal Responsabile Ambientale durante la fase di cantierizzazione che precede l'avvio dei lavori e concordato con ARPAT. Ulteriori modifiche, che si dovessero rendere necessarie durante le fasi operative, saranno in ogni caso opportunamente proposti agli Enti competenti e formalizzati secondo quanto disposto dalla normativa vigente.

Nell'ambito delle attività Ante Operam di cantierizzazione, a supporto della realizzazione della nuova diga Nord, si procederà anche a predisporre le opere per la formazione del settore di colmata (vasca in radice 9b') d'interconnessione con lo sporgente di sinistra della foce armata dello scolmatore, in modo da consentire la formazione di un rilevato strumentato di prova lungo l'argine interno per valutare i processi di consolidamento dei terreni ed al contempo predisporre un ormeggio provvisorio dei mezzi d'opera. Non sono previste attività di dragaggio, atteso che durante la fase di formazione da terra verso mare delle arginature perimetrali con materiale lapideo di cava, è prevedibile il quasi totale dislocamento per spostamento laterale per gravità dello strato di sedimento sotto-consolidato di recente sedimentazione e continuamente movimentato durante le mareggiate presenti sul fondale.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	20

4. ESITI DEL MONITORAGGIO – V.A.S. P.R.P

A seguito dell'espressione del parere motivato Determinazione n. 4 del 03/06/2014 dal NURV Regione Toscana della procedura VAS per il PRP, l'AdSP MTS, committente dei Lavori della Prima Fase di Attuazione della Piattaforma Europa del porto di Livorno, ha attivato una serie di monitoraggi ambientali preliminari dello stato Ante Operam.

Tali monitoraggi hanno costituito una corposa base di dati per definire le condizioni di bianco ovvero le analisi integrative da sviluppare in Ante Operam.

4.1. Convenzione tra ARPAT e Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale

La Regione Toscana - ARPAT e l'Autorità Portuale di Livorno hanno sottoscritto, all'inizio del 2017, un Accordo di programma per gli adempimenti ambientali connessi al nuovo Piano Regolatore del Porto di Livorno, della durata quadriennale.

Le attività previste dall'Accordo riguardano:

1. Monitoraggio Acustico

- effettuazione di campagne di misura prolungate di rumore accompagnate da rilevamento del traffico veicolare;
- effettuazione di misure brevi in corrispondenza delle campagne prolungate e/o al fine di caratterizzare meglio l'area di interesse e/o al fine della taratura del modello previsionale utilizzato e/o al fine di verificare i risultati delle simulazioni;
- redazione delle relazioni relative ai monitoraggi effettuati entro un mese dallo svolgimento di ogni singola campagna.

2. Monitoraggio qualità dell'aria

- acquisizione dati e verifica degli stati acquisiti;
- verifica delle tarature e delle eventuali derive giornaliere e del periodo;
- verifica degli andamenti delle concentrazioni degli inquinanti mediante analisi comparativa per parametro, per laboratorio mobile, e sulla base dei dati storici;
- verifica di attendibilità dei dati secondo le modalità riportate nel documento di processo riguardante il monitoraggio della qualità dell'aria, loro validazione definitiva ed archiviazione;
- verifica sulla corretta esecuzione dell'attività di manutenzione e taratura effettuate alla strumentazione in dotazione al laboratorio mobile dalla ditta esterna specializzata, individuata dall'A.R.P.A.T.;
- attuazione dell'attività necessaria a garantire il controllo e l'assicurazione di qualità dei dati prodotti dai laboratori mobili;

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	21

- esecuzione delle elaborazioni di dati;
- generazione del bollettino giornaliero dei dati registrati e pubblicazione nel sito web dell'A.R.P.A.T.;
- calcolo degli indicatori di qualità dell'aria su base annuale per le verifiche di conformità;
- redazione delle relazioni relative ai monitoraggi effettuati entro tre mesi dallo svolgimento di ogni singola campagna con pubblicazione dei dati rilevati e della relazione prodotta sul sito dell'A.R.P.A.T. dopo l'invio all'A.d.S.P..

3. Assistenza tecnica all'Autorità di Sistema Portuale

- necessario supporto di competenze specialistiche assicurando, per quanto di competenza, assistenza nei rapporti con i soggetti e gli Enti incaricati dall'A.d.S.P. di predisporre gli studi ambientali comunque connessi alle opere inserite nel Piano Regolatore Portuale annualmente verrà definito dall'A.R.P.A.T. - Settore Agenti fisici AVL (ARPAT SAF AVL), in concertazione con l'A.d.S.P., un programma di effettuazione delle campagne di monitoraggio e delle misure brevi;
- le date di monitoraggio e le due postazioni di collocazione del mezzo mobile saranno concordate tra l'A.R.P.A.T. - Settore CRTQA e l'A.d.S.P.;
- la movimentazione del veicolo adibito a centralina mobile avverrà a cura del personale dell'A.R.P.A.T.;
- l'ubicazione delle postazioni di monitoraggio e, di conseguenza, degli allacci effettuata in accordo con l'A.R.P.A.T. – CRTQA;
- l'A.d.S.P. dovrà garantire l'accesso in sicurezza all'area portuale agli operatori e alla strumentazione dell'A.R.P.A.T. assicurando eventuale accompagnamento nelle aree critiche oggetto di lavorazioni.
- Inoltre l'A.R.P.A.T. metterà a disposizione dell'A.d.S.P. le Banche dati e gli inventari disponibili, assicurando, qualora richiesto, semplici elaborazioni ed interpretazioni.

I risultati del monitoraggio per la componente Aria e Acustica sono riportati nel quadro ambientale approvato a VIA a cui si rimanda per dettagli.

Si evidenzia inoltre che è disponibile un database completo del traffico dei mezzi pesanti ai varchi doganali, in gestione ad AdSP-MTS che in tale sede non viene riportato per ovvie motivazioni di mole di dati; il suddetto database verrà utilizzato per definire lo stato di bianco al momento del monitoraggio qualora fosse necessario; infatti il progetto non prevede nessuna interferenza nei varchi doganali tra il traffico di cantiere e il traffico generato/attratto da Porto.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	22

5. MONITORAGGIO ESEGUITO DAL 2022 AL 2024

Da dicembre 2022 l'AdSP ha intrapreso un'attività di monitoraggio basata su una rete di 5 sensori di torbidità e 2 ondametri/correntometri della tipologia ADCP.

Questi ultimi (ubicati nelle aree antistanti la foce dello Scolmatore e la foce del F. Arno) sono strumenti molto versatili e consentono una precisa ed efficace raccolta di dati idrodinamici, in una varietà di condizioni ambientali. I dati, raccolti con frequenza oraria (comunque liberamente impostabile), sono gestiti attraverso un software specifico e consistono in misure di corrente (velocità e direzione a diverse profondità del fondale) e d'onda (direzione, altezza e periodo) utili ad effettuare analisi statistiche di lungo periodo o puntuali per singoli eventi. Il monitoraggio è stato affidato mediante gara di appalto per una durata di due anni (dicembre 2024), fermo restando che i sensori potranno essere mantenuti in funzione per ulteriori campagne di misura.

I dati di torbidità rilevati sono stati usati per elaborare le stime sulle soglie di torbidità descritte nei documenti del SIA.



Figura 5-1 - Ubicazione stazioni di monitoraggio esistenti (ADSP)

Per dettagli si rimanda al PMA del SIA (documento 1233_PD-C-002_3).

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	24

6. RESPONSABILE DEL MONITORAGGIO

Per l'attuazione del Piano di monitoraggio sarà individuato un Responsabile Ambientale, il cui compito è quello di coordinare e gestire tutte le attività inerenti al monitoraggio, avvalendosi eventualmente di specialisti, ognuno dei quali sarà competente per una determinata componente ambientale. Inoltre, il Responsabile Ambientale dovrà interfacciarsi e coordinarsi con la figura della Direzione Lavori e con il Responsabile di progetto della Stazione Appaltante. Prima dell'inizio dei lavori il Responsabile ambientale redigerà il Piano Operativo di Monitoraggio strettamente modulato con l'organizzazione operativa di cantiere. Tale piano sarà sottoposto ad ARPAT per le opportune valutazioni.

Le eventuali modifiche, che si dovessero rendere necessarie durante le fasi di cantierizzazione, saranno opportunamente proposte agli Enti competenti e formalizzate secondo quanto disposto dalla normativa vigente.

Le analisi di laboratorio saranno eseguite da laboratori accreditati.

Tra i compiti del Responsabile Ambientale, oltre a quelli sopra menzionati, rientrano:

- il coordinamento tecnico-operativo delle attività relative al monitoraggio delle diverse componenti previste nel piano;
- il coordinamento con la Direzione Lavori
- il rispetto del programma temporale delle attività previste nel piano di monitoraggio;
- l'attività di interfaccia con Enti e Autorità coinvolte;
- la verifica della conformità della documentazione tecnica risultante dal monitoraggio con quanto previsto nel piano di monitoraggio stesso;
- la comunicazione all'Autorità competente ed all'Ente di controllo dell'avvio delle misurazioni
- con almeno 15 giorni di preavviso laddove necessario;
- la predisposizione e trasmissione della documentazione destinata all'Ente di controllo (report periodici ed annuali);
- la comunicazione tempestiva all'Autorità Competente ed all'Ente di controllo di eventuali anomalie riscontrate durante l'attività di monitoraggio;
- la definizione, in caso di necessità, di opportuni interventi correttivi alle attività di
- monitoraggio, da porre in atto previa comunicazione e validazione dell'Ente di controllo;
- l'interpretazione dei risultati delle campagne di misura ed effettuare le necessarie
- elaborazioni per la predisposizione dei report periodici.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	25

7. GESTIONE DEI DATI E SISTEMA INFORMATIVO

Le informazioni che si acquisiscono nelle diverse fasi di sviluppo del piano di monitoraggio ambientale consistono essenzialmente in:

- dati e valori registrati dalle apparecchiature di misura;
- risultati delle analisi eseguite su campioni delle varie matrici ambientali in monitoraggio.

Al fine di garantire una corretta archiviazione di tali dati ci si avvarrà di un Sistema Informativo (in seguito SI) che li gestisca e che consenta di effettuare interrogazioni, selezioni e download delle informazioni di interesse in formato tabellare, gestibile tramite strumenti standard (foglio elettronico o data base).

In accordo con la Stazione Appaltante e gli Enti preposti, il Sistema Informativo potrà essere accessibile via web, solo dopo login ed eventualmente opportune elaborazioni potranno essere rese disponibili anche al pubblico.

Sarà compito del Responsabile del Monitoraggio coordinarsi con gli Enti Competenti (in particolare con Ministero dell'Ambiente, ISPRA, Regione Toscana, ARPAT, Provincia di Livorno, Comune di Livorno, ecc al fine di acquisire tutti i dati ambientali necessari all'attività.

Tutti i dati di monitoraggio dovranno contenere le seguenti informazioni minime:

- ora, data e zona di intervento
- esatta individuazione del punto di rilevamento mediante georeferenziazione
- elementi descrittivi delle condizioni al contorno (situazione meteo-climatica, eventuale
- presenza di attività nell'area di rilievo, ecc.);
- valori numerici delle grandezze oggetto di misurazione;
- annotazioni di fenomeni singolari che si ritengono anomali rispetto alla condizione tipica del punto in indagine.

Le attività di monitoraggio forniranno indicazioni relative alle diverse matrici ambientali coinvolte nelle procedure di progetto, tali informazioni saranno utili sia all'Appaltatore delle attività, che agli Enti competenti per territorio in materia di Tutela dell'Ambiente. I dati derivanti dal monitoraggio saranno raccolti in "report periodici", questi ultimi saranno trasmessi dal Responsabile Ambientale, su supporto digitale e/o cartaceo, e a tutti gli Enti coinvolti.

I report rapporti tecnici e di monitoraggio dovranno essere redatti e condivisi secondo quanto riportato nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)" redatte da MATTM, ISPRA e MIBAT (cap 5.6 - Restituzione dei dati e cap 5.8. -Strumenti per la condivisione dei dati di monitoraggio).

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	26

Gli indicatori che saranno individuati andranno ad integrare o ad affiancarsi a quelli già rilevati nel Sistema di Gestione Ambientale dell’Autorità Portuale o nelle periodiche relazioni delle Agenzia Ambientali Regionali e degli altri enti territoriali più direttamente coinvolti (Regione Toscana, Provincia di Livorno, Comune di Livorno).

8. ATMOSFERA

8.1. Premessa

La qualità dell'aria ed il controllo delle emissioni in atmosfera durante le fasi di corso d'opera e di post opera sono uno degli aspetti su cui porre attenzione nelle fasi di monitoraggio. Sebbene, infatti, lo studio modellistico di impatto atmosferico sviluppato nel SIA ha valutato che la fase di cantiere non modifica in maniera sostanziale la qualità dell'aria in termini medi annuali e giornalieri, disporre di una serie misure di monitoraggio della qualità dell'aria risulta comunque fondamentale al fine di prevenire peggioramenti che hanno il potenziale di creare delle criticità a livello locale.

In relazione alla matrice ambientale aria i testi di riferimento per la determinazione del Piano di Monitoraggio Ambientale sono il medesimo documento predisposto nell'ambito del Progetto Definitivo (rif. Elab. 1233_PD-C-002_0) nonché i pareri della "Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS" riportati nell'Istruttoria VIA (rif. "ID_VIP 8058").

8.2. Stime emissive in atmosfera

La stima delle emissioni annuali in atmosfera (parametri CO₂, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, NO_x e SO_x) sarà

- AO: non necessaria. Si utilizzeranno i dati desunti del modello ARIANET 2022
- CO: annuale per la durata del cantiere
- PO: non necessaria

Per la fase corso d'operam in ottemperanza alle indicazioni della VAS si prevedono di valutare gli indicatori di seguito elencati in tabella, con riferimento al traffico indotto e alle specifiche attività di cantiere.

Indicatore	Tipologia	U di m	Frequenza rilevamento	Descrizione	Fonte	Competenza rilevamento
Stima emissioni CO ₂	P	t	annuale	Calcolo della produzione di CO ₂ da attività portuali e traffici indotti	AP-DA	AP-DA
Stima emissioni PM ₁₀ e PM _{2,5}	P	t	annuale	Calcolo della produzione di PM ₁₀ e PM _{2,5} da attività portuali e traffici indotti	AP-DA	AP-DA
Stima emissioni	P	t	annuale	Calcolo della produzione di PM _{2,5} da attività portuali e traffici indotti	AP-DA	AP-DA
Stima emissioni NO _x	P	t	annuale	Calcolo della produzione di NO _x da attività portuali e traffici indotti	AP-DA	AP-DA

Le metodologie di stima delle emissioni saranno le medesime di quelle utilizzate nello studio di modellazione degli inquinanti (fonte ARIANET 2022), come di seguito elencate:

- La stima delle emissioni dei veicoli coinvolti nel trasporto materiali è stata effettuata utilizzando il codice TREFIC5 sviluppato da ARIANET srl, che implementa la metodologia europea COPERT 5 per la stima dei fattori di emissione dei veicoli stradali (Ntziachristos, 2017), espressi come massa di inquinante per unità di percorrenza [g/km] riferiti a ciascun veicolo.
- Per la stima delle emissioni dei mezzi marittimi si è fatto riferimento agli approcci descritti nelle linee guida europee dell'Emission Inventory Guidebook (EMEP/EEA, 2019), dove vengono definite diverse metodologie di calcolo in base ai dati effettivamente a disposizione.
- Per la stima delle emissioni relative ai mezzi terrestri si sono utilizzati i fattori di emissione OFFROAD (CalEEMod v2016.3.2) disponibili, per esempio, nel Road Construction Emission Model (versione 9.0.0 - <http://www.airquality.org/>) in massa per unità di potenza, per anno e tipologia di macchinario.

8.3. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio

I punti per il monitoraggio della qualità dell'aria includeranno una serie di ricettori civili ubicati in prossimità delle aree di cantiere e/o seguendo i percorsi di cantiere lungo la viabilità ordinaria utilizzata dai mezzi d'opera e di trasporto.

Si confermano i punti di monitoraggio identificati nel del Progetto Definitivo che di seguito si riportano:

- le stazioni fisse di ARPAT che effettuano misurazioni in continuo e sono ubicate in località La Pira, Carducci e Capiello; in analogia con i precedenti monitoraggi (Convenzione AdSP-ARPAT 2017), e le stazioni presso Calata Bengasi, Spianata del Molo Mediceo e Via Costa.

Le stazioni fisse di ARPAT che effettuano misurazioni in continuo sono riportate di seguito

Comune	Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	NO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂
Livorno	La Pira	Fondo	Urbana	✓		✓	✓
Livorno	Carducci	Traffico	Urbana	✓	✓	✓	
Livorno	Capiello	Fondo	Urbana	✓	✓	✓	

- le scuole dell'infanzia San Marco (ATM1) e San Ferdinando (ATM2) e il parco pubblico di via della Torretta (ATM3), in considerazione alle stime elaborate nel modello di dispersione per i quali sono risultati essere soggetti agli impatti maggiori in prossimità dell'area di cantiere.

In riferimento a queste ultime stazioni (ATM1, ATM2, ATM3) i monitoraggi saranno eseguiti utilizzando un mezzo mobile dotato di analizzatori ed attrezzato con campionatori in continuo; saranno inoltre installate delle centraline equipaggiate con software di elaborazione e trasmissione dati.

Per la caratterizzazione delle condizioni meteorologiche dell'area si fa riferimento all'esistente stazione meteorologica del Porto di Livorno; qualora intervenissero disservizi della stazione dovrà essere utilizzata una centralina meteorologica mobile dedicata.

La posizione dei punti di monitoraggio e delle relative coordinate è riportata nella seguente figura



Nome	Codice	x	y
Bengasi	Bengasi	1605921.0	4825170.54
Via Costa	Via Costa	1605401.3	4823446.18
Molo Mediceo	Molo Mediceo	1604762.7	4822450.35
Scuola San Ferdinando	ATM2	1605600.2	4823266.68
Scuola San Marco	ATM1	1605819.0	4823418.76
Parco Via della Torretta	ATM3	1606030.8	4823768.04
ARPAT - Cappelio	ARPAT - Cappelio	1606762.94	4819308.22
ARPAT - Carducci	ARPAT - Carducci	1607352.3	4823186.81
ARPAT - La Pira	ARPAT - La Pira	1607534.9	4824675.92
Polveri Biscottino	ATM4	1611770.6	4829626.93

Figura 8-1 - Postazioni delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	30

8.4. Parametri da monitorare

I parametri monitorabili in tali siti saranno: PM₁₀, PM_{2,5}, NO_x, NO₂, CO, SO_x, O₃, BTX, metalli su PM₁₀. Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici: direzione del vento, velocità del vento, temperatura, pressione atmosferica, umidità relativa, radiazione solare, precipitazioni.

8.5. Modalità esecutive e strumentazione impiegata

Le misure di qualità dell'aria dovranno essere eseguite con apposita strumentazione scientifica come prescritto dalle norme tecniche di riferimento UNI-EN che individuano lo specifico metodo di riferimento per la misurazione, il principio chimico-fisico di misura e le modalità di funzionamento della strumentazione utilizzata per il monitoraggio per ciascun inquinante considerato. I metodi di riferimento per la valutazione di biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio sono descritti nel Decreto Legislativo 155/2010 (Allegato VI).

Nella tabella seguente si riportano i metodi di misura per ciascun inquinante considerato

<i>Inquinante</i>	<i>Norma tecnica di riferimento</i>	<i>Principio di misura</i>
PM ₁₀ , PM _{2,5}	UNI EN 12341:2014	Gravimetria
NO ₂ , NO _x	UNI EN 14211:2012	Chemiluminescenza
SO ₂	UNI EN 14212:2012	Fluorescenza
<i>Inquinante</i>	<i>Norma tecnica di riferimento</i>	<i>Principio di misura</i>
Benzene	UNI EN 14662-3:2005	Gasromatografia

Il monitoraggio di biossido di zolfo (SO₂) ed ossidi di zolfo (SO_x), degli ossidi di azoto (NO e NO₂), dell'ozono (O₃) e del monossido di carbonio (CO) viene realizzato mediante l'impiego di strumentazione automatica (analizzatori) contenuta nelle centraline fisse e/o mobili.

Il campionamento dell'aria avviene con frequenza oraria e ciascuno strumento determina la concentrazione dell'inquinante specifico mediante un principio analitico caratteristico.

Per le misure del particolato sottile totale (PM₁₀ e PM_{2,5}) e dei metalli presenti nel particolato si utilizzeranno dei campionatori o analizzatori di particelle e dei gas inquinanti automatici.

L'analizzatore è categorizzato come "near reference" ed è pertanto idoneo per tutte le applicazioni che necessitano di indagare le concentrazioni indicative del particolato atmosferico con precisioni ed accuratezze confrontabili con quelle degli strumenti di riferimento.

Per le centraline fisse saranno utilizzate quelle installate ed a disposizione di ARPAT mentre per i restanti punti il sistema di misura sarà costituito da un laboratorio mobile dotato di strumentazione del tipo a funzionamento in continuo in automatico in grado di monitorare i parametri indicati nel paragrafo precedente.

Operativamente le attività di monitoraggio prevedono:

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	31

1. Un sopralluogo per la definizione esatta del punto di misura e la predisposizione del report di censimento con la georeferenziazione del punto di misura, documentazione fotografica, i parametri considerati;
2. L'esecuzione della misura secondo le tempistiche previste nel presente PMA
3. La compilazione della scheda di monitoraggio, l'acquisizione dei dati, l'eventuale rielaborazione e la trasmissione al sistema informativo centrale.

8.6. Frequenza e durata del monitoraggio

Per quanto riguarda le centraline fisse di ARPAT, saranno utilizzati i dati misurati in continuo.

In relazione ai punti di misura presso i ricettori sensibili sono invece previste delle apposite campagne di rilevamento come illustrato di seguito.

La frequenza del monitoraggio degli inquinanti in atmosfera (ATM 1, ATM2, ATM3) prevista è:

- AO: si utilizzeranno i dati desunti del modello ARIANET 2022, integrati con n.2 campagne di n.2 settimane ciascuna, presso i ricettori sensibili, da effettuarsi prima dell'inizio della costruzione delle opere previste.
- CO: sono previste quattro campagne stagionali da effettuarsi, durante la fase operativa di cantiere, indicativamente ogni tre mesi per almeno 2 settimane in ciascun punto; in alternativa potranno essere svolte due campagne di 4 settimane ciascuna da effettuare indicativamente ogni sei mesi.
- PO: quattro campagne stagionali indicativamente ogni tre mesi per almeno 2 settimane in ciascun punto; in alternativa potranno essere svolte due campagne di 4 settimane ciascuna da effettuare indicativamente ogni sei mesi per due anni per verificare il ripristino dello stato ante opera, per 2 anni dalla fine delle lavorazioni.

Presso il cantiere Biscottino, in considerazione alla vicinanza con il sito Rete Natura 2000 "Palude di Suese e Biscottino", si prevede un monitoraggio delle polveri AO prima dell'effettivo inizio dei lavori presso detto sito, ed in continuo in CO per la durata effettiva delle lavorazioni ivi previste (stazione ATM4).

ID	TIPO	AO	CO	PO
ATM 1 ATM 2 ATM 3	A	2 campagne	ogni 3 mesi durante fase operativa cantiere	ogni 3 mesi 2 anni
ATM4	B	2 campagne	Continuo	-

A

2 campagne AO, Bisettimanale ogni 3 mesi in CO e PO

B

In continuo

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	32

8.7. Definizione dei valori di attenzione ed allarme

Tutti i dati misurati ed acquisti presso il sistema informativo centrale saranno confrontati con i valori limite di normativa sotto riportati al fine di indentificare l'insorgere di situazioni di potenziale criticità. Qualora si riscontrassero dei superamenti dei limiti normativi verrà data comunicazione all'ufficio Direzione Lavori, ad ARPAT ed all'ufficio ambientale Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale che potranno prevedere una serie di ulteriori monitoraggi di controllo o azioni tese a ridurre l'impatto dei cantieri, così come verrà dettagliato nel previsto Piano Operativo di Monitoraggio che definirà anche le modalità di controllo da parte dell'ente responsabile.

Per completezza si riportano di seguito i limiti normativi, attualmente vigenti, definiti dal D.Lgs 155/2010.

Tabella 8-1 - Limiti normativi di qualità dell'aria definiti dal D.Lgs 155/2010

Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Limite	Superamenti in un anno
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	massimo 35
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima oraria	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	massimo 18
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
O₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Soglia d'informazione	Media massima oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Soglia d'allarme	Media massima oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Valore obiettivo	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<= 25 volte/anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 5 anni	
CO (mg/m^3)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m^3	
SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite giornaliero	Media giornaliera	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	massimo 3
	Valore limite su 1 ora per la protezione della salute umana	Media massima oraria	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	massimo 24
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite su base annua	anno civile	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Benzo(a)pirene (ng/m^3)	Concentrazione presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	anno civile	1 ng/m^3	
Metalli pesanti (ng/m^3)	Arsenico	anno civile	6 ng/m^3	
	Cadmio	anno civile	5 ng/m^3	
	Nichel	anno civile	20 ng/m^3	
	Piombo	anno civile	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Le analisi di dettaglio eseguite nell'ambito della "Campagna indicativa di rilevamento della qualità dell'aria con mezzo mobile" (Allegato 24 - Relazioni di monitoraggio qualità dell'aria) hanno evidenziato l'insorgere di potenziali situazioni di criticità in presenza di condizioni meteorologiche con vento avverse (ad esempio velocità del vento superiore ai 7 m/s, direzione di provenienza compresa tra i settori Ovest e Nord).

Sulla base di queste indicazioni e di ulteriori approfondimenti saranno definite di concerto con ARPA Toscana prima dell'inizio delle lavorazioni (Piano Operativo di Monitoraggio), le soglie di allerta per la gestione di eventuali situazioni critiche.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	34

I parametri che si propone di considerare nella definizione delle procedure operative di controllo sono:

- il valore di background degli inquinanti (PM₁₀, NO₂ e SO₂) misurati dalle stazioni fisse, correlato al valore dell'intensità e direzione del vento ed alla piovosità.

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	35

9. RUMORE

9.1. Premessa

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come *"l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)"* (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie.

Nell'ambito del presente progetto, in particolare, l'obiettivo dei monitoraggi del rumore è la valutazione degli impatti indotti dalle attività di cantiere, al fine di verificare il rispetto dei limiti territoriali per i ricettori residenziali più esposti.

I riferimenti normativi principali sono il DM. 16 Marzo 1998 recante le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico ed il Piano di classificazione acustica Comunali per l'individuazione dei valori limite di riferimento.

9.2. La situazione attuale

Per la caratterizzazione del clima acustico nella situazione attuale nell'ambito della Convenzione AdSP- ARPAT 2017 sono stati eseguiti dei rilievi acustici nei seguenti siti e alcuni dei quali hanno rilevato criticità (nelle stazioni evidenziate in grassetto):

- C.1. Via Donegani: In tutte le misure si evince il rispetto del limite diurno e di quello notturno;
- **C.2. Varco Fortezza:** I livelli sono più alti nel periodo diurno per il periodo invernale mentre si evidenzia un incremento notturno nel periodo estivo, con livelli superiori ai limiti di zona;
- **C.3. Molo Mediceo:** I livelli sono più simili nel periodo diurno mentre si evidenzia un incremento notturno nel periodo estivo 2018, con livelli superiori ai limiti di zona;
- C.4. Via Pisa: I Livelli risultano molto simili, leggermente inferiori nel 2020, sia di giorno che di notte. Risultano rispettati i limiti di zona;
- **C.5. Via della Cinta Esterna:** livelli maggiori nel periodo diurno per la misura svolta nella stagione invernale mentre si evidenzia un incremento notturno nel periodo estivo, con livelli parecchio superiori ai limiti di zona in entrambi i periodi di misura.

Si deve tenere inoltre presente che il Comune di Livorno si è dotato di una serie di modelli previsionali e valutativi, sia del traffico che del rumore, grazie all'elaborazione della mappa acustica strategica, che rappresenta un quadro della situazione del territorio in termini di livelli acustici presenti, con particolare riferimento all'inquinamento acustico prodotto dalle diverse sorgenti di rumore insieme (industriali e

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	36

portuali, ferroviarie, stradali) e il numero di persone esposte. Tali modelli sono stati validati e certificati dalla Regione Toscana e dall'ARPAT e coprono l'intero territorio comunale.

9.3. Modalità esecutive e strumentazione impiegata

Ai fini degli indirizzi metodologici si farà riferimento alla "Linee Guida ISPRA – agenti fisici rumore – rev 1" del 30/12/2014.

I rilevamenti saranno eseguiti con modalità e strumentazione conformi alle prescrizioni del D.M. del 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", nonché della normativa tecnica di riferimento (ed in particolare deve soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672).

I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1. I rilevamenti strumentali saranno effettuati ad una altezza di 1.5 metri dal piano di campagna in condizioni atmosferiche favorevoli (assenza di pioggia, ventosità inferiore a 5.0 m/s). Il microfono sarà munito di cuffia antivento. Prima e dopo ogni sessione strumentale sarà eseguita la calibrazione dello strumento, con risultati conformi alle prescrizioni normative in merito alla validazione delle misure.

In linea generale, per la verifica dell'impatto acustico in fase di cantiere, saranno previste per i punti misurazioni di almeno due giorni in continuo e per almeno quattro volte/anno (uno per stagione a causa della marcata stagionalità) dei seguenti parametri: LAeq complessivo e orario, livelli statistici L1, L5, L10, L90, L95, L99 orari, spettri in banda di terzi di ottava massimo, medio e minimo, livelli massimi e minimi orari.

Sono previste diverse tipologie di misurazioni come descritto nei seguenti paragrafi di durata settimanale e giornaliera.

9.3.1. Metodica tipo A - Misure di 8-10 ore con postazione semi-fissa

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle attività di cantiere/produzione.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 8-10 ore consecutive, ovvero per la durata delle lavorazioni nel periodo diurno. È escluso dalle misurazioni il periodo notturno durante il quale non sono previste lavorazioni di cantiere ad eccezione dei traffici via mare. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A Laeq, 1min;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAImax, LAFmax, LASmax);
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	37

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nel periodo di riferimento diurno (6-22h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

9.3.2. Metodica di tipo B- Misure di 7 giorni con postazione fissa

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dal traffico veicolare.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A $L_{Aeq,1min}$;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (L_{Amax} , L_{AFmax} , L_{ASmax});
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99;
- il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6-22h) e notturno (22-6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa (calcolato in fase di analisi).

9.3.3. Rilevamento dei flussi di traffico stradale

Al monitoraggio acustico legato al traffico veicolare (tipo B) verrà associato il contemporaneo rilevamento dei flussi di traffico, al fine di correlare i livelli sonori rilevati agli effettivi transiti conteggiati durante il tempo di misura. In tale ipotesi il set minimo di dati da rilevare è rappresentato da:

- flusso veicolare con dettaglio orario, al fine di poter individuare il numero dei veicoli complessivi su diversi periodi della giornata (diurno, serale, notturno), generalmente distinguendo per categoria (auto, furgoni fino a 35q, mezzi oltre 35 q);
- velocità media dei transiti per categoria.

9.3.4. Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati i seguenti parametri meteorologici: temperatura; velocità e direzione del vento; presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche; umidità. Le misurazioni di tali parametri sono effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche: velocità del vento > 5 m/s; presenza di pioggia e di neve. Per queste misurazioni è possibile fare riferimento alle stazioni meteorologiche di ARPAT o del Porto di Livorno se disponibili.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	38

9.3.5. Restituzione delle misure

Per ciascuna misura fonometrica, a partire dall'elaborazione dei dati rilevati dal fonometro attraverso opportuno e specifico software di analisi dei dati, dovranno essere individuati quindi i parametri oggetto di monitoraggio precedentemente individuati.

Per ciascuna campagna di rilevamento verrà redatta una specifica scheda di rilievo contenente:

- Data e ora di inizio e fine misura;
- Caratteristiche del fonometro e della strumentazione di misura;
- Posizione del fonometro con opportuna documentazione fotografica;
- Principali parametri acustici monitorati;
- Profilo temporale;
- Condizioni meteorologiche rilevate nel periodo di misura;
- Eventuali anomalie registrate nel periodo di osservazione.

Il report di rilievo e le elaborazioni dei dati saranno trasmesse al sistema informativo centrale secondo le specifiche definite dal responsabile del monitoraggio.

9.4. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio

In considerazione agli esiti dello studio di impatto acustico, il quale conclude che l'attuazione della prima fase del progetto Piattaforma Europa non determini un impatto apprezzabile sul livello sonoro delle zone circostanti, tale da non provocare condizioni di criticità ambientale dal punto di vista dell'inquinamento acustico, al fine di monitorare l'effettivo impatto nelle aree del porto e della città di Livorno si prevede di continuare la campagna di monitoraggio eseguita in base alla precedente Convenzione AdSP- ARPAT 2017.

Si utilizzeranno pertanto le medesime stazioni di monitoraggio e le metodiche di rilievo precedenti integrate con una serie di nuovi ricettori ubicati lungo le strade di accesso al cantiere Biscottino ed in prossimità delle aree di cantiere dove sono previste le lavorazioni più intense.

L'ubicazione dei ricettori e la frequenza delle misurazioni sarà comunque concordata nell'ambito della progettazione esecutiva mediante un tavolo tecnico di concertazione tra ARPAT - AdSP.

Si riportano di seguito la planimetria generale con tutte le stazioni di monitoraggio previste e già monitorate: i punti contrassegnati con le etichette C1 – C5 sono quelli identificati nella precedente fase di monitoraggio e confermati anche per i futuri monitoraggi che sono maggiormente esposti al traffico indotto di cantiere.

I punti RUM0 – RUM1 - RUM2 sono ubicati lungo le direttrici percorse da mezzi d'opera a partire dal cantiere Biscottino fino al varco di accesso al porto. Ad integrazione di questi punti sé stato considerato un ulteriore punto di misura RUM 5 posto in corrispondenza del ricettore sensibile "Parco Fluviale San

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRA- GAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	39

Leonardo” per tener conto del parere emerso in fase di istruttoria VIA (condizione ambientale n.8, rumore, a)

I punti RUM3 – RUM 4 sono posizionati in località Calambrone per monitorare gli impatti durante le attività di realizzazione del sabbiodotto.



Nome	Codifica	x [GB Ovest]	y [GB Ovest]
C1 - Via Donegani	C1	1605795.0	4823888.2
C2 -Varco Fortezza	C2	1605239.7	4823035.2
C3 - Molo Mediceo	C3	1605230.9	4822538.8
C4 - Via Pisa	C4	1605264.0	4823951.1
C5 - Via della Cinta Esterna	C5	1605502.6	4823413.7
R0 / V0 - accesso cantiere	RUM0/V0	1605340.1	4826471.4
R1 - cantiere Biscottino	RUM1	1611555.0	4829469.4
R2 / V2 - viabilità Biscottino	RUM2/V2	1610563.2	4828960.9
R3 - Calambrone	RUM3	1604652.2	4826773.8
R4 - Calambrone	RUM4	1604494.3	4827517.6
R5 / V5 - viabilità Biscottino	RUM5/V5	1609112.9	4828202.7

Figura 9-1 -Ubicazione delle stazioni di monitoraggio del clima acustico

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	41

9.5. Frequenza e durata del monitoraggio

9.5.1. Stazioni di monitoraggio in ambito portuale

I monitoraggi del rumore saranno eseguiti durante le tre fasi di AO, CO e PO secondo le indicazioni riportate di seguito.

- In fase **Ante Operam** saranno utilizzati i rilievi acustici effettuati negli anni pregressi all'interno dell'area portuale e nelle aree prossime alla città di Livorno, integrati con una specifica campagna effettuata prima dell'inizio dei lavori.
- In fase di **Corso d'opera** sono previste delle misure di rumore mediante 4 rilievi all'anno (uno per stagione) per tutta la durata dei cantieri. La scelta del periodo di monitoraggio e la definizione delle tempistiche sarà eseguita sulla base del cronoprogramma dei lavori in modo da poter cogliere le attività maggiormente impattanti. Ad integrazione viene inoltre prevista una aggiuntiva stazione di misura (R0) in prossimità dell'accesso al cantiere.
- In fase di Post Operam sono previste misure di rumore solo nei punti C1 – C5 che continueranno ad essere interessati da traffico di mezzi portuali.

Nella seguente tabella è riportato il quadro di sintesi dei monitoraggi acustici previsti per il cantiere principale.

ID	TIPO	AO	CO	PO
C1 C2 C3 C4 C5	B	1 volta	ogni 3 mesi per la fase operativa del cantiere	ogni 3 mesi 1 volta
RUM 0	B	1 volta	ogni 3 mesi per la fase operativa del cantiere	-

B settimanale

9.5.2. Stazioni di monitoraggio cantiere Biscottino

Lo studio previsionale di impatto acustico redatto per l'area dell'impianto di prefabbricazione degli acropodi in località Biscottino ha valutato l'impatto acustico presso il ricettore R1 (edificio destinato civile abitazione di due piani fuori terra, ubicato a ovest dell'impianto a circa 50 m) e presso l'edificio R2 (civile abitazione di due piani fuori terra, ubicato a sud ovest dell'impianto, a circa 1250 m, e potenzialmente più disturbato dalle emissioni sonore degli autocarri in transito).

Lo studio ha verificato il rispetto di tutti i limiti normativi vigenti in acustica ambientale ai sensi della Legge n.447 del 26 ottobre 1995. Inoltre, le stime eseguite hanno mostrato che la Strada Statale 67bis

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	43

10. VIBRAZIONI

10.1. Premessa

Il monitoraggio delle vibrazioni ha l'obiettivo di definire i livelli attuali di vibrazione determinati dalle sorgenti in essere, la presenza di eventuali condizioni critiche e la compatibilità con gli standard di riferimento in corrispondenza di ricettori ritenuti rappresentativi e più sensibili in modo da prevenire potenziali effetti negativi sia alle strutture che alle persone.

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica dei livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere rispetto al tema del disturbo, ovvero alla valutazione delle vibrazioni in termini di accelerazione e il confronto con i valori di riferimento indicati dalla UNI 9614:2017.

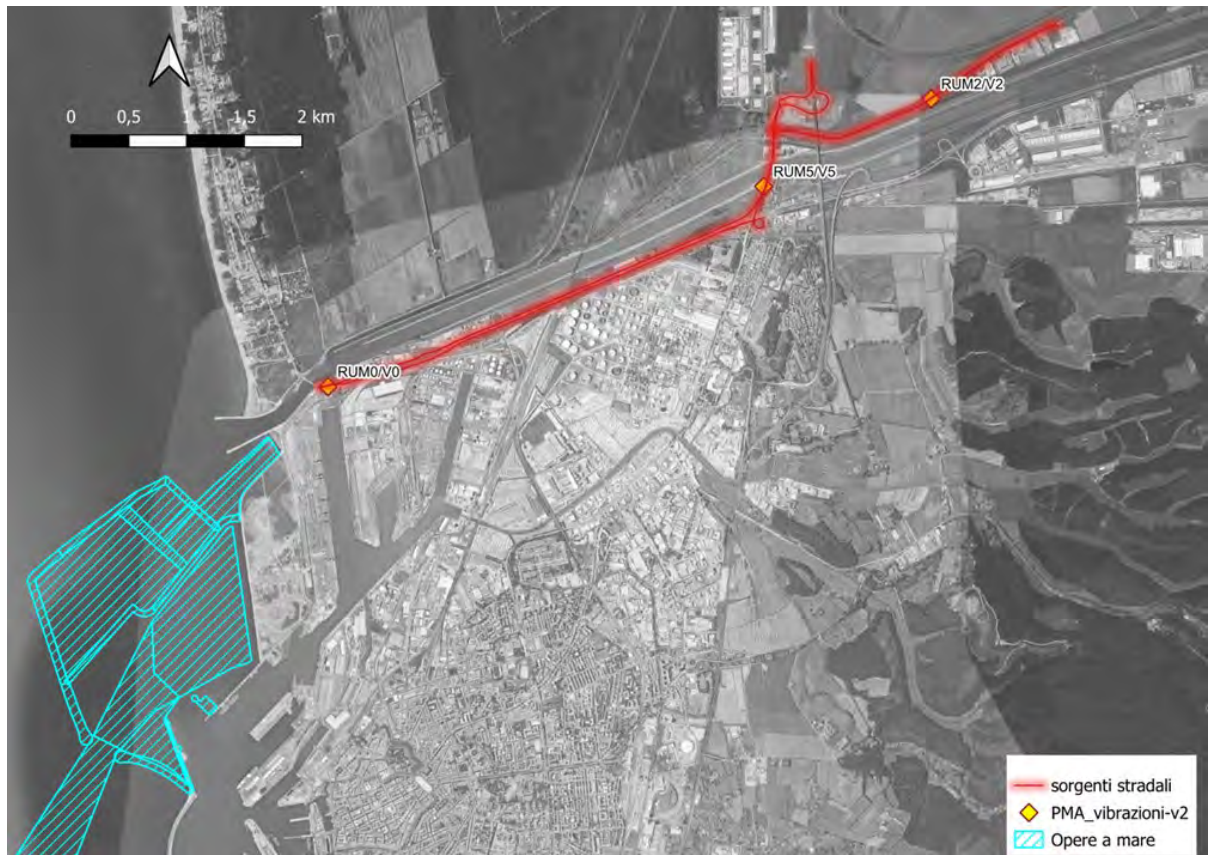
E' previsto il monitoraggio nella fase di **ante-operam** che ha lo scopo primario di fornire una definizione dello stato dei livelli di vibrazione prima dell'avvio dei lavori e nella fase di **corso d'opera** per la valutazione degli impatti nella fase di cantiere.

10.2. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio della componente "Vibrazioni" intende verificare in maniera approfondita e sistematica la prevenzione, l'individuazione e il controllo dei possibili effetti negativi indotti sui ricettori maggiormente impattabili ed interessati dalle attività di cantiere che sono

- Il ricettore R2 (punto di misura V2) posto lungo la SS 67bis in prossimità del cantiere Biscottino, per valutare il disturbo alla popolazione residente e l'eventuale danno indotto alle strutture.
- Il ricettore RUM0/V0 ubicato in prossimità dell'accesso all'area di cantiere.
- Il ricettore RUM5/V5 ubicato lungo la SS Aurelia in corrispondenza del ricettore sensibile "Parco Fluviale San Leonardo"

La posizione planimetrica dei punti di monitoraggio delle vibrazioni è riportata nella seguente figura.



Nome	Codifica	x [GB Ovest]	y [GB Ovest]
R0 / V0 - accesso cantiere	RUM0/V0	1605340.1	4826471.4
R2 / V2 - viabilità Biscottino	RUM2/V2	1610563.2	4828960.9
R5 / V5 - viabilità Biscottino	RUM5/V5	1609112.9	4828202.7

Figura 10-1 - Ubicazione delle stazioni di monitoraggio delle vibrazioni

10.3. Parametri da monitorare e modalità esecutive

Al fine di valutare l'impatto vibrazionale all'interno degli edifici in termini di disturbo indotto sulle persone, la norma internazionale di riferimento è la ISO 2631, recepita dalla norma italiana UNI 9614.

Per quanto riguarda gli effetti sugli edifici la normativa di riferimento è costituita dalla ISO 4866, recepita dalla norma italiana UNI 9916 (i livelli massimi di vibrazione imposti per la limitazione del disturbo sulla persona sono generalmente più restrittivi di quelli relativi al danneggiamento degli edifici).

Le misure accelerometriche saranno eseguite nel periodo diurno durante il transito dei mezzi pesanti lungo la viabilità.

Nello svolgimento delle attività di monitoraggio, dovranno essere considerati i seguenti riferimenti normativi, laddove nello specifico applicabili:

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	45

- ISO 4866;
- ISO 2631;
- DIN 4150;
- IEC 184, IEC 222 e IEC 225
- UNI 9614
- UNI 9916

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica dei livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere rispetto al tema del disturbo, ovvero alla valutazione delle vibrazioni in termini di accelerazione e il confronto con i valori di riferimento indicati dalla UNI 9614:2017.

In considerazione agli ambienti ad uso abitativo diurno il valore limite dell'accelerazione ponderata massima statistica della sorgente definita al punto 8.6 della norma UNI 9614:2017 è pari a 7.2 mm/s².

I parametri da rilevare per ciascuna misura sono:

- Accelerazione complessiva (a_w) in mm/s² lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Time history e spettri lungo i tre assi di propagazione nel range di frequenza 1-80 Hz.

I rilievi dovranno essere effettuati con strumentazione rispondente alle Norme IEC 184, IEC 222 e IEC225, così come indicato nella Norma UNI 9614, che è tipicamente costituita da accelerometri triassiali (ovvero monoassiali, nel numero di 3), analizzatori di spettro in tempo reale, cavi schermati per la trasmissione del segnale, oltre che dal software per l'acquisizione dei dati; nel dettaglio, gli accelerometri dovranno essere ottemperanti alla Norme ISO 2631/1 e 2 ed UNI 9614:2017.

La catena complessiva di misura dovrà essere corredata da Certificato di Taratura, non anteriore a 2 anni dalla misura, rilasciato da laboratorio qualificato (laboratori accreditati S.I.T.), così come richiesto dalle Norme UNI ISO 5347; è inoltre ammessa la taratura indiretta della strumentazione, che consiste nel confronto tra le indicazioni del sensore da tarare/calibrare ed un sensore campione munito di certificato SIT. All'inizio ed alla fine di ogni rilievo, dovrà essere eseguita la calibrazione della catena di misura utilizzando a tale proposito degli appositi calibratori tarati.

Nel corso delle misurazioni dei livelli di vibrazione, è inoltre compresa la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, presenza di eventuali lesioni nell'edificio, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso e tipologia dell'edificato). Nel corso della misura, in contemporanea lungo i 3 assi di propagazione x, y, z, dovranno essere rilevati l'accelerazione complessiva (a_w) espressa in mm/s² per la successiva determinazione del valore di massima accelerazione ponderata. Inoltre, dovranno essere indicati sia i valori riferiti alla specifica sorgente che a quelle residue caratterizzanti il sito di indagine.

La postazione di misurazione deve essere scelta sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti in quanto la misura è finalizzata alla valutazione del disturbo alla persona. Il montaggio degli accelerometri deve garantire la trasmissione rigida del moto dal sistema

vibrante all'accelerometro almeno nella banda 0-500 Hz mediante i diversi sistemi previsti in funzione del tipo di elemento di appoggio.



Figura 10-2 - Esempio di sistema autonomo di monitoraggio delle vibrazioni

10.4. Frequenza e durata del monitoraggio

Stante nel caso specifico le attività di monitoraggio si riferiscono all'esecuzione di una campagna Ante operam prima dell'inizio dei lavori e successivamente durante il Corso d'Opera (CO). Tutte le misure saranno eseguite in periodo diurno ed avranno una durata di 2h, avendo cura di svolgere le misure in arco di tempo in cui è previsto il passaggio dei mezzi di cantiere.

La cadenza dei rilievi di CO sarà trimestrale; l'esecuzione degli stessi dovrà essere stabilita con esattezza in funzione del cronoprogramma esecutivo delle attività, concordando lo svolgimento delle misurazioni preventivamente con la DL.

In fase di cantiere, si potrà valutare l'opportunità, pertanto, di ridurre o modificare la frequenza di monitoraggio sulla base degli effettivi flussi di traffico previsti dalla DL.

ID	TIPO	AO	CO	PO
V0,V2,V52	2h	2volte	ogni 3 mesi durata cantiere	-

10.5. Definizione delle soglie di monitoraggio

Le soglie di riferimento sono quelle previste dalle norme UNI EN ISO sopra citate.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	47

11. RADIAZIONI NON IONIZZANTI

11.1. Premessa

La componente è descritta nello Studio di Impatto Ambientale al capitolo 17.4.

Non avendo le opere in progetto nessuna interferenza diretta e indiretta sui campi elettromagnetici, né interferenze tra le aree di cantiere e le fasce di rispetto degli elettrodotti, con industrie RIR e con condotte, né con il funzionamento dell'impianto di frantumazione, l'impatto sulla componente nella fase di cantiere è stato valutato nullo.

Nell'ambito del procedimento di VIA sono state richieste integrazioni e chiarimenti sulla componente ed in particolare sul monitoraggio chiedendo che fosse inserito "il monitoraggio della tematica nel PMA, eseguendo il monitoraggio delle sorgenti ottiche e verificando periodicamente che danneggiamenti e/o maltempo non modifichino le condizioni di propagazione della luminosità delle lampade installate, soprattutto da località poste esternamente al porto, verificando l'assenza di fuoriuscite dalle lampade di luce direttamente visibile dalle località circostanti".

Il Proponente ha integrato la documentazione presentata con l'istanza con l'aggiornamento dell'elaborato 1233_PD-C-002 e l'emissione di un nuovo elaborato, 1233_PD-C-107.

Nel parere n.526 dell'11/12/2023 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, è stato specificato che *"la richiesta di integrazione non era limitata al cantiere propriamente detto, ma al complesso di nuove installazioni di lampade previste nel porto, notevolmente più numerose, potenti ed inquinanti delle precedenti. La richiesta era tesa ad assicurare che la nuova illuminazione del porto venisse mantenuta in modo da non permettere che lo spostamento dalla posizione originaria di qualche lampada o supporto (a causa di urti da parte dei mezzi d'opera o a causa di agenti atmosferici) potesse essere rivolta verso l'alto in modo da essere visibile da aree ove ciò non sia stato previsto, in particolare dai luoghi storici o dalla costa."*

A riguardo va precisato che obiettivo del presente progetto è la sola realizzazione dell'area di colmata e non l'allestimento delle superfici per renderle operative e funzionanti.

Per tale motivo il monitoraggio è limitato alla verifica dell'illuminazione relativa all'area di cantiere principale, atteso che nell'area di cantiere biscottino non è prevista implementazione dell'illuminazione in quanto le lavorazioni avverranno solo in orario diurno.

11.2. Stato Attuale

Aree di cantiere esterne al porto

Come detto, presso il cantiere esterno al porto in località Biscottino, si conferma che le lavorazioni (prefabbricazione accropodi e produzione calcestruzzo) avverranno solo in orario diurno, indicativamente dalle ore 8.00 alle ore 18.00 con possibili variazioni stagionali per sfruttare le ore di

luce e che pertanto non sono previste installazioni di corpi illuminanti. Si conferma quindi che l'area di cantiere esterna al porto di Livorno che l'Appaltatore prevede di utilizzare non produrrà alcun impatto luminoso.

Si precisa, inoltre, che la prevista area di cantiere esterna individuata nelle precedenti fasi progettuali, denominata Pian di Rota non verrà più utilizzata dall'Appaltatore alla luce della riorganizzazione del cantiere.

Aree di cantiere interne al porto: cantiere principale

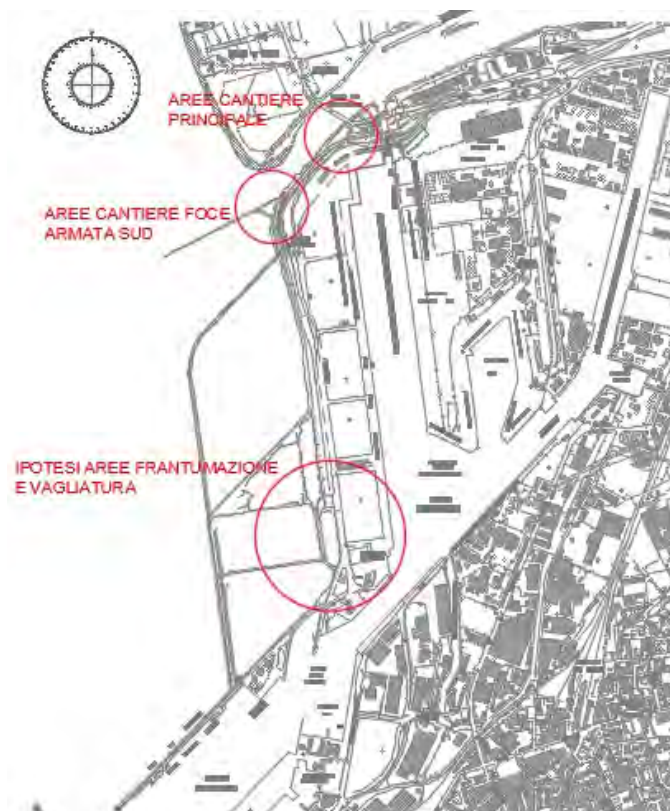


Figura 11-1 - Ubicazione aree di cantiere in ambito portuale

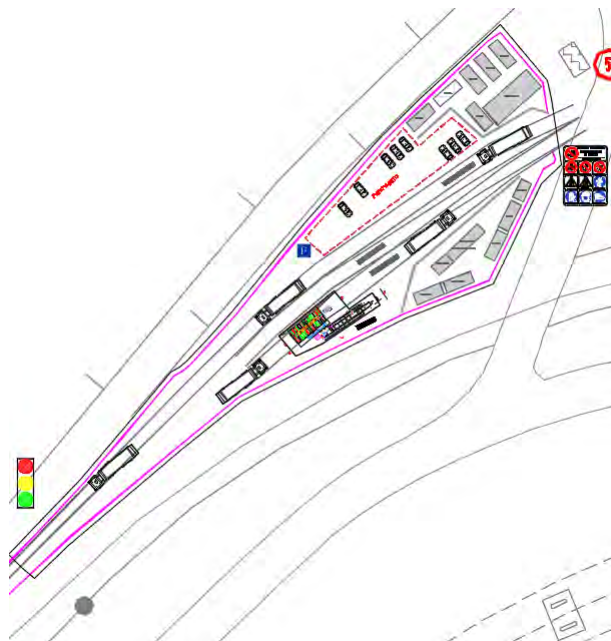


Figura 11-2 - Aree cantiere principale

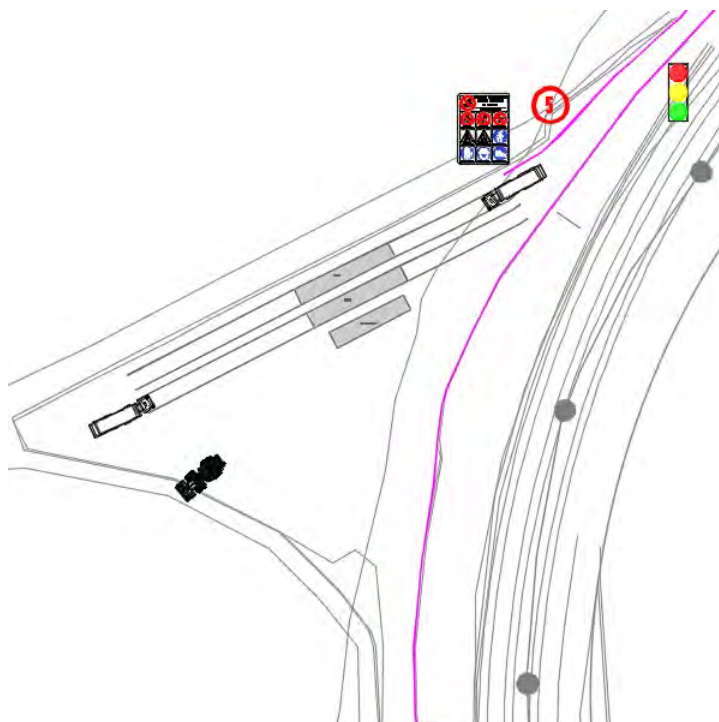


Figura 11-3 - Aree cantiere foce armata sud

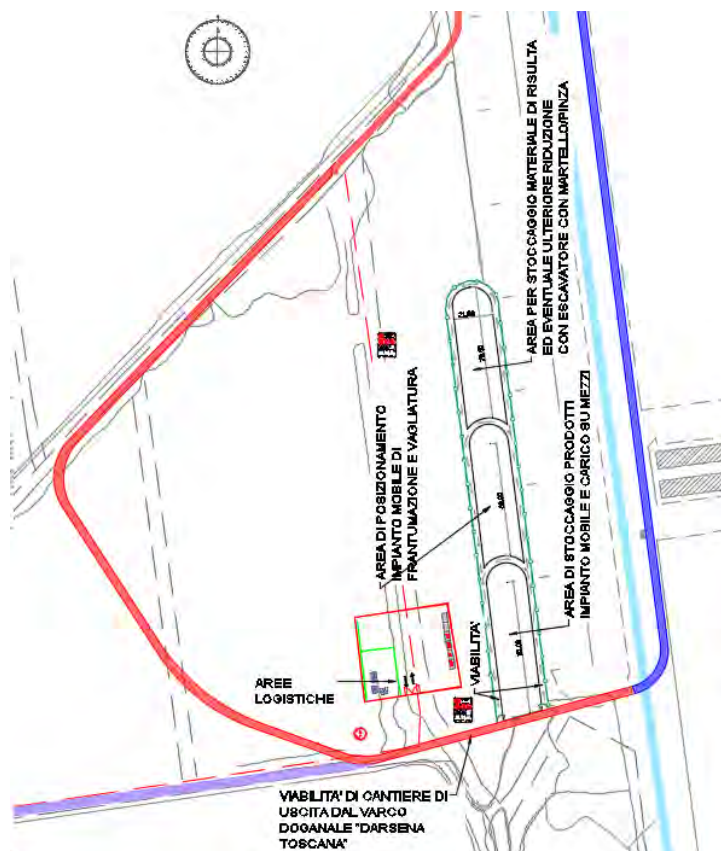


Figura 11-4 - Aree frantumazione e vagliatura

Gli apparecchi illuminanti che verranno installati presso il cantiere principale (ubicato all'interno dell'area portuale, in aree già oggetto di illuminazione) sono stati dimensionati mediante calcoli illuminotecnici redatti ai sensi delle norme vigenti al fine di contenere l'inquinamento luminoso.

In particolare, per evitare che gli apparecchi illuminanti generino luce dispersa verso l'alto, saranno utilizzati apparecchi "Fully shielded" o "Full cut off" o con schermature specifiche, eliminando il flusso della lampada oltre il piano orizzontale.

11.3. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio

Il monitoraggio riguarderà le aree di cantiere dotate di impianto di illuminazione e le aree di competenza dell'Autorità Portuale interessate dal passaggio dei mezzi d'opera.

Saranno periodicamente verificati tutti i punti di illuminazione installati in cantiere per la realizzazione delle opere interessate dal movimento dei mezzi di cantiere, in particolare i mezzi di trasporto, che potrebbero accidentalmente colpire i supporti e/o i corpi illuminanti.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	51

11.4. Modalità esecutive e strumentazione impiegata

Il monitoraggio proposto prevede che l'Appaltatore effettui un controllo visivo di tutti i corpi illuminanti presenti in cantiere mediante riprese fotografiche, al fine di verificare il corretto orientamento ed installazione delle lampade. Sarà verificato, con confronto rispetto ai rilievi precedenti, l'eventuale spostamento dei coni di illuminazione.

11.5. Frequenza e durata del monitoraggio

Ad allestimento del cantiere completato, sarà effettuato il rilievo di riferimento.

Successivamente, il monitoraggio sarà effettuato ogni 3 giorni, la frequenza potrà essere variata, in accordo con la DL, in occasione dei periodi di più intensa o minore movimentazione del materiale alla luce del cronoprogramma esecutivo dei lavori.

Il monitoraggio sarà inoltre intensificato in occasione di eventi meteorologici avversi, in occasione dei quali si possa verificare il danneggiamento o lo spostamento accidentale del corpo illuminante.

11.6. Definizione dei valori di attenzione ed allarme

Sarà verificato, con confronto rispetto ai rilievi precedenti, l'eventuale spostamento dei coni di illuminazione.

In caso di anomalia riscontrata il Responsabile Ambientale dovrà comunicare alla DL e all'Appaltatore il rilievo, in quali dovranno pianificare le necessarie riparazioni ripristini.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	52

12. POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

12.1. Premessa

I dati relativi alla densità degli abitanti e alla distribuzione per genere e classi di età nonché quelli relativi alla mortalità e alla morbilità, sono considerati sufficientemente esaustivi nei documenti presentati a SIA, così come i dati relativi all'approfondimento dell'identificazione di tutti i ricettori presenti nell'area potenzialmente coinvolta dal progetto.

La Commissione VIA con Parere n. 526 Plenaria n. 94 del 11 dicembre 2023, dopo aver valutato tutti i documenti si SIA presentati conclude ritenendo di richiedere specifica condizione ambientale (e):

“Popolazione e salute umana: il PMA, previsto sia per la tematica Atmosfera sia per la tematica Rumore, dovrà prevedere, per la fase sia di cantiere sia di esercizio, un opportuno monitoraggio della qualità dell'aria e dell'ambiente acustico in riferimento ai ricettori eventualmente presenti in prossimità delle aree di cantiere e della viabilità interessata dal transito dei mezzi di cantiere, ponendo particolare attenzione ai ricettori sensibili eventualmente presenti;

Per quanto riguarda la tematica Atmosfera, quanto fornito dal Proponente in riferimento alla tematica Popolazione e salute umana è considerato dalla Commissione parzialmente esaustivo e, in base a quanto rilevato negli elaborati indicati dal Proponente, e indicati nel paragrafo precedente, ritiene necessario che il Proponente effettui almeno un monitoraggio Post Operam (PO) per verificare che quanto indicato dal Proponente stesso in riferimento ai ricettori sensibili interessati (vedi elab. “Piano di monitoraggio ambientale”, par. 9.8, pag. 35; ed elab. “Studio di modellazione della dispersione degli inquinanti, par. 5.2 pag. 26 e par. 5.3.1, pag. 52) risulti confermato.

Per quanto riguarda la tematica Rumore, riguardo a quanto fornito dal Proponente al par. 3.12.2, pag. 91 dell'elab. “Riscontro Integrazioni MASE”, nonché ai par. 9.9.4, pag. 43, e al par. 9.9.5 pag. 44 dell'elab. “Piano di monitoraggio ambientale”, in riferimento alla tematica Popolazione e salute umana, la Commissione rimanda alle criticità evidenziate per la tematica di settore”

Di conseguenza nel presente Piano di Monitoraggio per la matrice Atmosfera è stato previsto, come richiesto, un monitoraggio Post Operam (PO) che, nel PMA valutato a SIA, era assente. Il monitoraggio PO avrà, come richiesto, lo scopo di verificare che la fase di cantiere non modifichi in maniera sostanziale la qualità dell'aria in termini medi annuali e giornalieri.

Infine, considerato che a pag. 48 della Relazione sulla Salute, presentata a SIA (rev del 21 luglio 2023), verranno richiesti alla ASL territoriale i dati per i tumori emolinfopoietici in età pediatrica per i Comuni di Livorno e Collesalveti nel quinquennio del cantiere e nel quinquennio successivo.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	53

Nel presente Piano di Monitoraggio per la matrice Rumore sono stati considerati, come richiesto, anche i ricettori presenti lungo le direttrici viarie interessate dal transito dei mezzi di cantiere (come indicato nel capitolo 9). Al fine di stimare gli impatti generati, i risultati precedentemente ottenuti con il SIA sono stati infatti integrati con la presenza dei ricettori esistenti lungo le direttrici viarie interessate dal transito dei mezzi di cantiere.

Di conseguenza, nel presente Piano, l'integrazione del Piano di monitoraggio viene assolto con il monitoraggio delle matrici Aria e rumore precedentemente indicato.

12.2. Parametri epidemiologici da monitorare

Dal punto di vista epidemiologico, lo studio sulla Salute Pubblica condotto a SIA (1233_PD-C-015(8)_0) indica come del tutto trascurabile il rischio sulla salute pubblica della fase di cantiere per il progetto in esame che si limita ad una durata temporanea di 5 anni.

In particolare, a SIA sono risultati i seguenti valori di AC (numero di casi attribuibili all'esposizione in esame) ((1233_PD-C-015(8)_0) pag 51):

PM10

RR	1.12	per 10	µg/mc	
variazione concentrazioni	0.25		µg/mc	
incidenza tumore	6.96	10000 abitanti		tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni - Livorno
popolazione esposta	10000			
AC	0.02088	casi aggiuntivi annuali sulla popolazione esposta		

casi tumori attesi popolazione background	6.96
casi aggiunti	0.02088
% incremento	0.3000%

PM2.5

RR	1.12	per 10	µg/mc	
variazione concentrazioni	0.2		µg/mc	
incidenza tumore	6.96	10000 abitanti		tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni - Livorno
popolazione esposta	10000			
AC	0.016704	casi aggiuntivi annuali sulla popolazione esposta		

casi tumori attesi popolazione background	6.96
casi aggiunti	0.016704
% incremento	0.2400%

NOx

RR	1.055	per 10	µg/mc	
variazione concentrazioni	2		µg/mc	
incidenza tumore	4.19	10000 abitanti		malattie croniche delle basse vie respiratorie - toscana
popolazione esposta	10000			
AC	0.04609	casi aggiuntivi annuali sulla popolazione esposta		

casi tumori attesi popolazione background	4.19
casi aggiunti	0.04609
% incremento	1.1000%

L'elaborazione dell'indice stima cautelativamente un incremento percentuale tra le 0.3÷1.1% riferito all'esposizione per tutta la vita (0-70 anni) dello specifico fattore di rischio. Risulterebbe pertanto del tutto trascurabile il rischio sulla salute pubblica della fase di cantiere per il progetto in esame che si limita ad una durata temporanea di 5 anni.

Ciò nonostante, data l'elevata incidenza di tumori emolinfopoietici in età pediatrica per i Comuni di Livorno e Collesalveti, i dati epidemiologici acquisiti dalla ASL durante il quinquennio del cantiere e nel quinquennio successivo verranno confrontati con i dati del quinquennio 2013-2018, già descritti nel SIA, e che costituiscono riferimento *ante-operam*.

Le analisi eseguite nell'ambito della valutazione di impatto acustico hanno confermato che l'impatto delle attività di cantiere e del traffico indotto nella fase di CO è ininfluente rispetto alla situazione attuale. L'impatto delle attività di cantiere non è quindi in grado di alterare in modo apprezzabile lo stato di rumorosità nella situazione attuale (che a sua volta è determinato dall'azione concorsuale di sorgenti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	55

di vario genere come il traffico veicolare, navale, attività umane, industrie, attività nel porto) e di influenzare i livelli dell'esposizione al rumore della popolazione nell'area adiacente al porto ed interessata dalle attività di cantiere.

I dati dei monitoraggi acustici e delle vibrazioni saranno comunque messi a disposizione degli enti controllori al fine di consentire un aggiornamento dello stato di salute attuale della popolazione.

12.3. Frequenza e durata del monitoraggio

Data l'elevata incidenza di tumori emolinfopoiетici in età pediatrica per i Comuni di Livorno e Collesalvetti verranno raccolti i dati epidemiologici dei comuni di Livorno e Collesalvetti nel quinquennio del cantiere e nel quinquennio successivo.

La frequenza di analisi sarà annuale, o quando possibile in base ai dati disponibili.

13. SUOLO E USO DEL SUOLO

Nelle aree di cantiere non sono previste impermeabilizzazioni di terreno vegetale e di coltri pedologiche quali risorse ambientali non rinnovabili; le aree occupate non presentano caratteristiche tali da essere classificate habitat di specie. Le aree di cantiere all'interno del porto e del cantiere Pian di Rota risultano caratterizzate da un suolo artificiale / antropizzato, le zone di prefabbricazione e stoccaggio degli accropodi in località Biscottino hanno caratteristiche di suolo classificabile come "prateria degradata", mentre le aree del cantiere base di Foce Armata Nord risultano anch'esse antropizzate, marginali alla viabilità di accesso e residuali del precedente cantiere.

Le aree impermeabilizzate o disturbate dal cantiere, al termine delle attività saranno ripristinate alle condizioni AO.

Si tratta di circa 1000 m² di piazzale del Cantiere di Biscottino (Figura 13-1) e della impermeabilizzazione del piazzale lavarute nel cantiere principale (Figura 13-2).

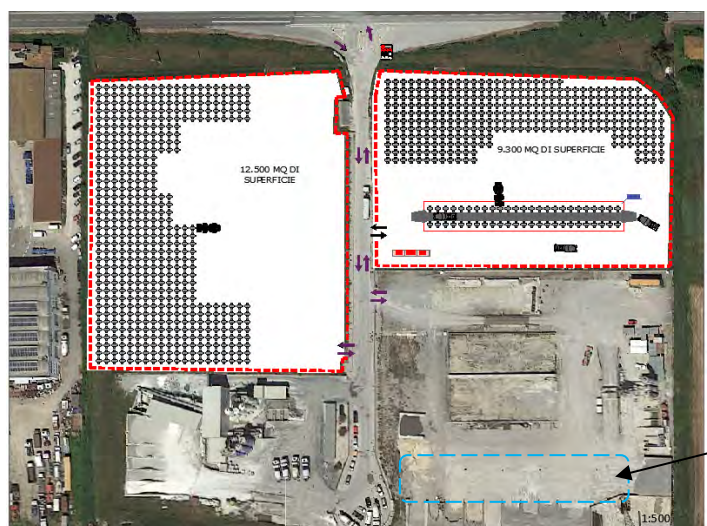
Nel cantiere foce armata Sud non saranno impermeabilizzate aree.

Ad eccezione dell'area indicata in Figura 13-1 e Figura 13-2, le rimanenti aree di cantiere non saranno impermeabilizzate. Si rimanda per ulteriori dettagli alle relazioni del PE di Cantierizzazione (cod 1233-PE-0-0-CAN-R-001-0) e del Piano Ambientale di Cantiere (PAC) (cod 1233-PE-0-0-AMB-R-021-0) redatto secondo le Linee Guida ARPAT (2018) dove sono definite le modalità di dismissione dei cantieri.

Al termine del cantiere lo stato dei suoli sarà ripristinato alla situazione AO.

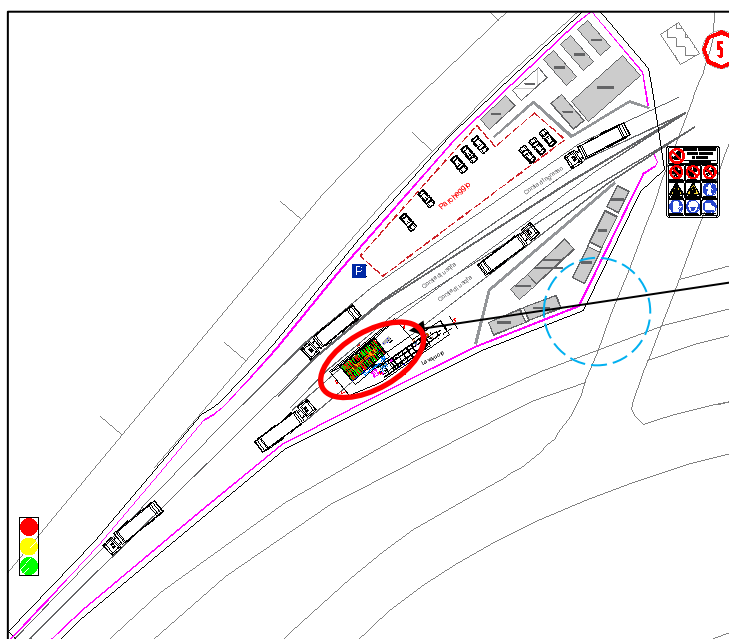
Al fine di verificare il corretto ripristino delle condizioni AO, si procederà come segue:

- In AO Redazione di Report "Aree di cantiere – situazione AO". In tale report il responsabile di cantiere allegnerà planimetrie, foto e redigerà un verbale indicante una descrizione dello stato dei luoghi dell'intera area di cantiere, per ciascun cantiere.
- In PO, la corretta e totale rimozione delle aree impermeabilizzate verrà riportata in un dedicato Report di Cantiere "Ripristino delle aree di cantiere" che sarà corredato da foto e firmato dal responsabile di cantiere. Lo stato dei luoghi interesserà tutte le aree di cantiere in modo da verificare il corretto ripristino delle aree.



Area
impermeabilizzata
(984 mq)

Figura 13-1 - Cantiere Biscottino. Situazione AO e CO.



Area
impermeabilizzata

Figura 13-2 - Cantiere Principale. Situazione AO e CO.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	59

14. ACQUE SUPERFICIALI: ACQUE DI PIATTAFORMA (AMD)

14.1. Premessa

Per quanto riguarda le acque meteoriche di dilavamento (AMD), come previsto dal Piano di Gestione delle acque meteoriche di dilavamento presentato a SIA non si prevede punto di controllo per l'impianto del Biscottino, procedendo al riutilizzo completo delle acque trattate nel ciclo produttivo. Infatti, così come previsto nei documenti approvati a SIA, l'impianto per l'area "BISCOTTINO" sarà di tipo "continuo", in grado di trattare integralmente la portata relativa alla pioggia con tempo di ritorno decennale, senza accumuli ma, con recupero integrale delle acque trattate (AMD) e/o sfiorate in eccesso (AMDNC) (per durate e tempi di ritorno superiori) grazie al riuso nei depositi asserviti all'impianto di preparazione del calcestruzzo, ad integrazione delle acque di pozzo attualmente in uso. Il tutto coerentemente agli indirizzi del Regolamento edilizio del Comune di Livorno del 2018. Tale area pertanto non prevede scarico.

Rispetto a quanto indicato nei documenti del PD, il cantiere di Piani di Rota non viene più utilizzato; pertanto, non è più necessaria richiesta autorizzazione allo scarico ai sensi del Regolamento di attuazione della legge Regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento", DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA GIUNTA REGIONALE 8 settembre 2008, n. 46/R.

Pertanto, nel presente PMA non risulta più necessario prevedere il monitoraggio delle AMD.

15. BIODIVERSITÀ – AMBIENTE TERRESTRE

15.1. Premessa

Le aree di intervento non coinvolgono direttamente nessun sito della Rete Natura 2000 ma distano meno di 5 Km dai seguenti siti della Rete Natura 2000:

- ZSC IT 5160018 “Secche della Meloria”;
- SIC IT5160021 “Tutela del Tursiops truncatus”;
- ZPS-ZSC IT5170002 “Selva Pisana”;
- ZPS-ZSC IT5160001 “Padule di Suese e Biscottino”.
- SIC IT5160022 “Monti Livornesi”.

Nella tabella che segue si riportano le distanze minime (in linea d’aria) di tali siti dalle principali aree di intervento.

Tabella 15-1 - Distanze minime (in linea d’aria) dei siti della Rete Natura 2000 dalle aree di intervento

AZIONI DI PROGETTO	ZSC IT 5160018 “Secche della Meloria”	SIC IT5160021 “Tutela del Tursiops truncatus”	ZPS-ZSC IT5170002 “Selva Pisana”	ZPS-ZSC IT5160001 “Padule di Suese e Biscottino”	SIC IT5160022 “Monti Livornesi”
Opere foranee + casse di colmata	3,1 km	1,7 km	2,5 km	4,9 km	6,3 km
Dragaggio nella zona del Porto	2,9 km	1,8 km	3,2 km	5,4 km	6,0 km
Sabbiodotto località Calambrone	4,8 km	3,6 km	2,4 km	5,1 km	6,3 km
Impianto prateria di Posidonia	1,4 km	0,2 km	7,5 km	9,6 km	9,3 km
Cantieri a terra	4,6 km	3,2 km	1,9 km	0*	2,6 km**
Cantieri a mare (area interdotta)	2,5 km	1,4 km	2,4 km	4,8 km	5,9 km

*dal cantiere Biscottino **dal cantiere Pian Rota

Come emerge dallo Studio di incidenza Ambientale la componente faunistica terrestre più sensibile rispetto al progetto è la componente avifaunistica in relazione soprattutto al disturbo legato alle emissioni sonore ed atmosferiche generate dalle lavorazioni previste.

Il presente Piano di monitoraggio ha lo scopo di approfondire la conoscenza di questa componente nello specchio acqueo prospiciente al Porto maggiormente coinvolto dalle azioni di progetto e nelle zone di maggior interesse naturalistico prossime ad aree di cantiere a terra: spiaggia del Calambrone e foce dello scolmatore del fiume Arno e zone umide del Biscottino.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	61

La spiaggia del Calabrone e la foce dello scolmatore del fiume Arno vengono coinvolte dal cantiere per la posa del sabbiodotto (prevista nel periodo invernale) mentre la palude del Biscottino (inclusa nel ZPS-ZSC IT5160001 "Padule di Suese e Biscottino") è limitrofa all'area di cantiere omonima.

Nello specchio acqueo prospiciente al Porto si prevede l'indagine degli uccelli acquatici svernanti mentre nella zona della spiaggia del Calabrone-foce dello Scolmatore Arno e nella zona della palude del Biscottino sono previste indagini per l'avifauna nidificante e svernante.

Ad integrazione di tali aree è stata inserita anche un monitoraggio delle presenze ornitiche nell'area delle casse di colmata già realizzate, in ottemperanza alle richieste della regione Toscana di raccogliere dati quantitativi sulle specie presenti.

15.2. Stato attuale

Nella tabella che segue si riporta la *check list* degli uccelli in All. I della Dir. 2009/147/CE (Dir. Uccelli) segnalati nei formulari standard dei 4 siti Natura 2000 più vicini alle aree di cantiere. È stato escluso il sito SIC IT5160022 "Monti Livornesi" in relazione alla distanza delle aree di progetto e in relazione alla presenza della città di Livorno interposta tra il sito e le aree di progetto.

Le informazioni sulla popolazione nell'area vasta si riferiscono a dati riportati nei formulari standard dei siti, dallo studio di incidenza di progetto e da varie fonti bibliografiche consultate.

Tabella 15-2 - Check list degli uccelli in All. I della Dir. 2009/147/CE segnalati nei formulari standard dei 4 siti Natura 2000 più vicini alle aree di cantiere

Gruppo	Cod	Nome scientifico	Nome Comune	Dir. Uccelli	Popolazione nell'area vasta	Fenologia uccelli nell'area vasta da formulari standard	Conservazione	ZSC IT5160018 Secche della Meloria	SIC IT5160021 Tutela del Tursiops	ZPS-ZSC IT5170002 Selva Pisana	ZPS-ZSC IT5160001 Padule di Suese e Biscottino
B	A001	<i>Gavia stellata</i>	Strolaga minore	I	Presente come svernante (segnalati 2-3 individui) e migratore nel sito di Selva Pisana	M, W	Buona			X	
B	A002	<i>Gavia arctica</i>	Strolaga mezzana	I	Presente come svernante (segnalato 1 individuo) e migratore nel sito di Selva Pisana	M, W	Buona			X	
B	A010	<i>Calonectris diomedea</i>	Berta maggiore	I	Presente in migrazione e come nidificante nel sito "Tutela del Tursiops truncatus"	M, B	Media o limitata		X		
B	A021	<i>Botaurus stellaris</i>	Tarabuso	I	Segnalato 1 individuo svernante nel sito di Selva Pisana. Presente come migratore	M, W	Buona			X	X

Gruppo	Cod	Nome scientifico	Nome Comune	Dir. Uccelli	Popolazione nell'area vasta	Fenologia uccelli nell'area vasta da formulari standard	Conservazione	ZSC IT5160018 Secche della Meloria	SIC IT5160021 Tutela del Tursiops	ZPS-ZSC IT5170002 Selva Pisana	ZPS-ZSC IT5160001 Padule di Suese e Biscottino
B	A022	<i>Ixobrychus minutus</i>	Tarabusino	I	Presente in migrazione nel sito di Selva Pisana e come nidificante nel sito Padule di Suese e Biscottino	M, B	Buona			X	X
B	A023	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Nitticora	I	Presente in migrazione	M	Eccellente			X	X
B	A024	<i>Ardeola ralloides</i>	Sgarza ciuffetto	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana e in periodo riproduttivo nel sito Padule di Suese e Biscottino	M, B	Da eccellente a Buona			X	X
B	A026	<i>Egretta garzetta</i>	Garzetta	I	Presente come svernante e migratore. Segnalati 1-12 individui svernanti nel sito di Selva Pisana	M, W	Eccellente			X	X
B	A773	<i>Ardea alba</i>	Airone bianco maggiore	I	Presente come svernante e migratore. Segnalati 1-8 individui svernanti nel sito di Selva Pisana	M, W	Eccellente			X	X
B	A029	<i>Ardea purpurea</i>	Airone rosso	I	Segnalate 30-42 coppie nel sito Padule di Suese e Biscottino. Presente come migratore	M, B	Da eccellente a buona			X	X
B	A030	<i>Ciconia nigra</i>	Cicogna nera	I	Presente come migratore raro nel sito di Selva Pisana	M	Non nota			X	
B	A031	<i>Ciconia ciconia</i>	Cicogna bianca	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Eccellente			X	
B	A032	<i>Plegadis falcinellus</i>	Mignattaio	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Eccellente			X	
B	A034	<i>Platalea leucorodia</i>	Spatola	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Eccellente			X	
B	A035	<i>Phoenicopterus roseus (P. ruber)</i>	Fenicottero	I	Presente in migrazione e svernamento (segnalato 1 individuo) nel sito di Selva Pisana. Raro in svernamento nel sito Padule di Suese e Biscottino. Segnalati alcuni individui nel 2017 in sosta migratoria nei pressi del Terminal Darsena Toscana all'interno del Porto di Livorno (www.lanazione.it)	M, W	Da buona a media o limitata			X	X
B	A060	<i>Aythya nyroca</i>	Moretta tabaccata	I	Segnalati 1-2 individui svernanti nel sito di Selva Pisana. Presente come migratore (più rara nel sito Padule di Suese e Biscottino)	M, W	Da buona a media o limitata			X	X

Gruppo	Cod	Nome scientifico	Nome Comune	Dir. Uccelli	Popolazione nell'area vasta	Fenologia uccelli nell'area vasta da formulari standard	Conservazione	ZSC IT5160018 Secche della Meloria	SIC IT5160021 Tutela del Tursiops	ZPS-ZSC IT5170002 Selva Pisana	ZPS-ZSC IT5160001 Padule di Suese e Biscottino
B	A072	<i>Pernis apivorus</i>	Falco pecchiaiolo	I	Presente in migrazione e come nidificante nel sito di Selva Pisana	M, B	Buona			X	
B	A075	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Aquila di mare	I	Migratore e svernante (segnalato 1 individuo) raro nel sito di Selva Pisana	M, W	Non nota			X	
B	A080	<i>Circaetus gallicus</i>	Biancone	I	Segnalato 1 individuo nel sito di Selva Pisana in periodo riproduttivo	B ?	Eccellente			X	
B	A081	<i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude	I	Presente tutto l'anno anche come nidificante	S, M, W, B	Buona			X	X
B	A082	<i>Circus cyaneus</i>	Albanella reale	I	Presente come migratore e svernante. Segnalati 1-4 individui svernanti nel sito di Selva Pisana.	M, W	Da eccellente a buona			X	X
B	A084	<i>Circus pygargus</i>	Albanella minore	I	Presente in periodo riproduttivo	B	Non nota			X	X
B	A090	<i>Aquila clanga</i>	Aquila anatraia maggiore	I	Segnalato 1 individuo svernante nel sito di Selva Pisana. Raro come migratore. Segnalata solo nel sito di Selva Pisana	W, M	Eccellente			X	
B	A103	<i>Falco peregrinus</i>	Falco pellegrino	I	Presente come svernante e migratore nel sito di Selva Pisana	M, W	Eccellente			X	
B	A119	<i>Porzana porzana</i>	Voltolino	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Eccellente			X	
B	A120	<i>Porzana parva</i>	Schiribilla	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Eccellente			X	
B	A127	<i>Grus grus</i>	Gru	I	Presente come svernante (segnalati 1-70 individui) e migratore nel sito di Selva Pisana	M	Eccellente			X	
B	A131	<i>Himantopus himantopus</i>	Cavaliere d'Italia	I	Presente in migrazione nel sito di Selva Pisana e raro come nidificante. Una piccola colonia nidificante si è insediata nel 2007 negli stagni artificiali dell'area portuale di Livorno (Arcamone E., Puglisi L., 2008)	M, B	Buona			X	
B	A132	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocetta	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Media o limitata			X	

Gruppo	Cod	Nome scientifico	Nome Comune	Dir. Uccelli	Popolazione nell'area vasta	Fenologia uccelli nell'area vasta da formulari standard	Conservazione	ZSC IT5160018 Secche della Meloria	SIC IT5160021 Tutela del Tursiops	ZPS-ZSC IT5170002 Selva Pisana	ZPS-ZSC IT5160001 Padule di Suese e Biscottino
B	A133	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Occhione	I	Presente in migrazione nel sito di Selva Pisana. Avvistato nel 2007 al Porto di Livorno (Arcamone E., Puglisi L., 2008)	M	Non nota			X	
B	A135	<i>Glareola pratincola</i>	Pernice di mare	I	Presente in migrazione nel sito di Selva Pisana	M	Eccellente			X	
B	A138	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Fratino	I	Segnalate 1-5 coppie nel sito di Selva Pisana. Possibile anche in svernamento	B, W	Media o limitata			X	
B	A140	<i>Pluvialis apricaria</i>	Piviere dorato	I	Presente come migratore e svernante (segnalati da 7 a 33 individui) nel sito di Selva Pisana e come migratore raro nel sito Padule di Suese e Biscottino. Inusuale presenza estiva di un individuo nell'area del porto di Livorno nel 2006 (Arcamone E., Puglisi L., 2008)	M, W	Eccellente			X	X
B	A151	<i>Philomachus pugnax</i>	Combattente	I	Presente come migratore (segnalati 1000 individui) nel sito di Selva Pisana	M	Buona			X	
B	A157	<i>Limosa lapponica</i>	Pittima minore	I	Presente come migratore e svernante (segnalato 1 individuo) nel sito di Selva Pisana	M, W	Buona			X	
B	A166	<i>Tringa glareola</i>	Piro piro boschereccio	I	Comune in migrazione nel sito Padule di Suese e Biscottino e segnalato con 1000 individui nel sito di Selva Pisana	M	Da eccellenti a buona			X	X
B	A167	<i>Xenus cinereus (Tringa cinerea)</i>	Piro piro del Terek	I	Migratore raro nel sito di Selva Pisana	M Acc.	Non nota			X	
B	A176	<i>Larus melanocephalus</i>	Gabbiano corallino	I	Presente come migratore e svernante (segnalati 3 individui) nel sito di Selva Pisana	M, W	Buona			X	

Gruppo	Cod	Nome scientifico	Nome Comune	Dir. Uccelli	Popolazione nell'area vasta	Fenologia uccelli nell'area vasta da formulari standard	Conservazione	ZSC IT5160018 Secche della Meloria	SIC IT5160021 Tutela del Tursiops	ZPS-ZSC IT5170002 Selva Pisana	ZPS-ZSC IT5160001 Padule di Suese e Biscottino
B	A181	<i>Larus audouinii</i>	Gabbiano corso	I	Migratore (raro) e svernante (segnalati 5 individui) nel sito di Selva Pisana. Sedentario e nidificante nel sito "Tutela del Tursiops truncatus". Segnalato nell'area nel Progetto RE.NA.TO. Frequente nell'area portuale di Livorno (Arcamone E., Puglisi L., 2008)	S, M, W, B	Da buona a media o limitata		X	X	
B	A189	<i>Gelochelidon nilotica</i> (<i>Sterna nilotica</i>)	Sterna zamperene	I	Presente in migrazione nel sito di Selva Pisana. Transita regolarmente ma con scarso numero di individui (Arcamone E., Barbagli F., Meschini E., 2011)	M	Eccellente			X	
B	A190	<i>Sterna caspia</i>	Sterna maggiore	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Buona			X	
B	A191	<i>Sterna sandvicensis</i>	Beccapesci	I	Presente come migratore e svernante (segnalati da 7 a 45 individui) nel sito di Selva Pisana	M, W	Buona			X	
B	A193	<i>Sterna hirundo</i>	Sterna comune	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Buona			X	
B	A195	<i>Sterna albifrons</i> (= <i>Sterna albifrons</i>)	Fraticecco	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Buona			X	
B	A196	<i>Chlidonias hybrida</i>	Mignattino piombato	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Buona			X	
B	A197	<i>Chlidonias niger</i>	Mignattino comune	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Buona			X	
B	A222	<i>Asio flammeus</i>	Gufo di palude	I	Presente come migratore e svernante nel sito di Selva Pisana	M, W	Buona			X	
B	A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Succiacapre	I	Presente in migrazione e come nidificante	M, B	Buona			X	X
B	A229	<i>Alcedo atthis</i>	Martin pescatore	I	Presente tutto l'anno anche come nidificante	S, M, W, B	Buona			X	X
B	A231	<i>Coracias garrulus</i>	Ghiandaia marina	I	Presente in migrazione e in periodo riproduttivo. Segnalate 1-5 coppie nel sito di Selva Pisana	M, B	Buona			X	X
B	A243	<i>Calandrella brachydactyla</i>	Calandrella	I	Presente in migrazione e come nidificante nel sito di Selva Pisana	M, B	Eccellente			X	

Gruppo	Cod	Nome scientifico	Nome Comune	Dir. Uccelli	Popolazione nell'area vasta	Fenologia uccelli nell'area vasta da formulari standard	Conservazione	ZSC IT5160018 Secche della Meloria	SIC IT5160021 Tutela del Tursiops	ZPS-ZSC IT5170002 Selva Pisana	ZPS-ZSC IT5160001 Padule di Suese e Biscottino
B	A255	<i>Anthus campestris</i>	Calandro	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Media o limitata			X	
B	A272	<i>Luscinia svecica</i>	Pettazzurro	I	Presente come migratore nel sito di Selva Pisana	M	Buona			X	
B	A293	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Forapaglie castagnolo	I	Presente come migratore e svernante nel sito di Selva Pisana	M, W	Eccellente			X	
B	A338	<i>Lanius collurio</i>	Averla piccola	I	Comune in migrazione nel sito di Selva Pisana e presente come nidificante sia nel sito di di Selva Pisana che nel sito Padule di Suese e Biscottino	M, B	Eccellente			X	X
B	A339	<i>Lanius minor</i>	Averla cenerina	I	Presente in migrazione nel sito di Selva Pisana	M	Buona			X	
B	A392	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	Marangone dal ciuffo mediterraneo	I	Sedentario e nidificante nel sito "Tutela del Tursiops truncatus"	S, B	Media o limitata		X		
B	A464	<i>Puffinus yelkouan</i>	Berta minore	I	Sedentario e nidificante nel sito "Tutela del Tursiops truncatus"	S, B	Media o limitata		X		

15.3. Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio

Per il monitoraggio dell'avifauna sono state individuate **quattro aree di indagine**, ubicate in prossimità dell'area di realizzazione delle opere in progetto e delle aree di cantiere esterne all'area portuale:

- **FA1** = lo specchio acqueo prospiciente il Porto per gli svernanti acquatici;
- **FA2** = la spiaggia del Calambrone e la foce dello Scolmatore Arno per nidificanti e svernanti;
- **FA3** = zone umide del Biscottino per nidificanti e svernanti.
- **CC** = le casse di colmata già realizzate, per nidificanti e svernanti acquatici.

Si riporta di seguito la planimetria generale delle aree di indagine in questione.

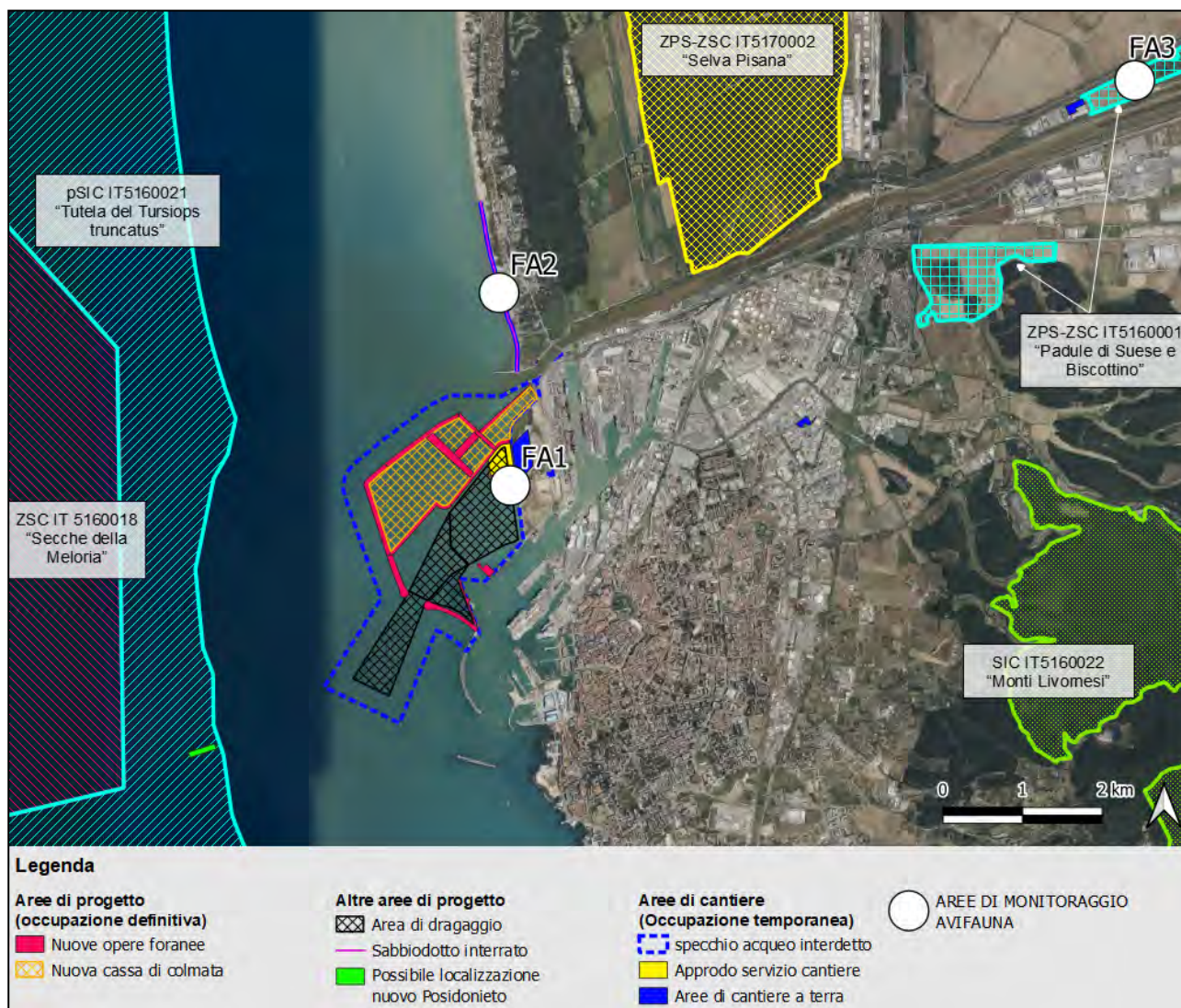


Figura 15-1 Planimetria generale di localizzazione delle aree oggetto di monitoraggio dell'avifauna (le casse di colmata sono adiacenti alla zona FA1)

Nella tabella che segue sono riportate le metodiche di indagine e i codici delle stazioni e dei transetti di indagine.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	68

Tabella 15-3 – Aree di indagine e relativi codici delle stazioni e transetti di indagine

Aree di indagine	Codici stazioni/transetti di indagine			
	Avifauna nidificante da punti di ascolto	Avifauna svernante su transetti	Avifauna acquatica da postazioni fisse	Misura del rumore
FA1 Specchio acqueo prospiciente il Porto	-	-	FA1_ACQ_01 FA1_ACQ_02	-
FA2 Spiaggia del Calambrone e la foce dello Scolmatore Arno	FA2_NID_01 FA2_NID_02	FA2_SV_01 FA2_SV_02	-	-
FA3 Zone umide del Biscottino	FA3_NID_01 FA3_NID_02	FA3_SV_01	-	FA3_RUM_01
Casse di colmata	CC_NID_01 CC_NID_02		CC_ACQ_01 CC_ACQ_02	

Nelle figure seguenti si riporta la localizzazione delle stazioni/transetti di indagine rispetto le aree di progetto e di cantiere a terra.

La localizzazione di tali siti di monitoraggio potrà subire degli adeguamenti, in accordo con gli Enti di controllo, in relazione alle condizioni ambientali e alla possibilità di accesso.

In particolare, l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio in corrispondenza delle casse di colmata andrà definita una volta note le aree eventualmente utilizzate dall'impresa e l'effettivo stato di riempimento dei diversi settori delle casse stesse, al momento di inizio del monitoraggio.

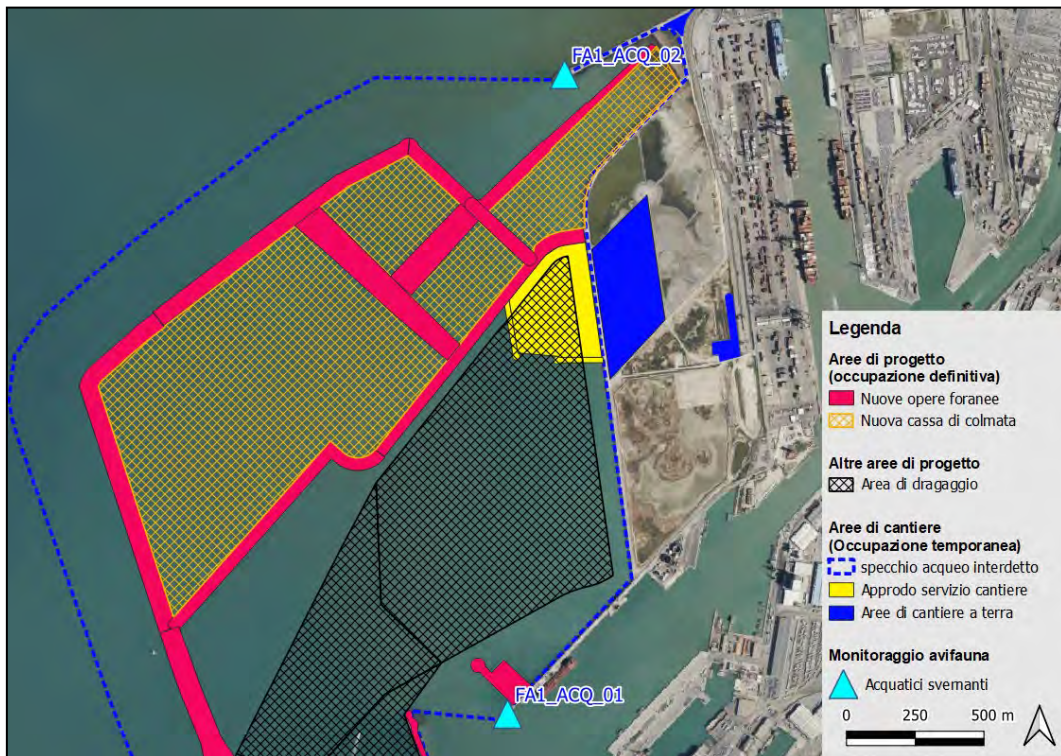


Figura 15-2 Localizzazione delle postazioni fisse per il monitoraggio degli acquatici (AREA FA1)
(Fonte base cartografica: Bing Aerial 2022)

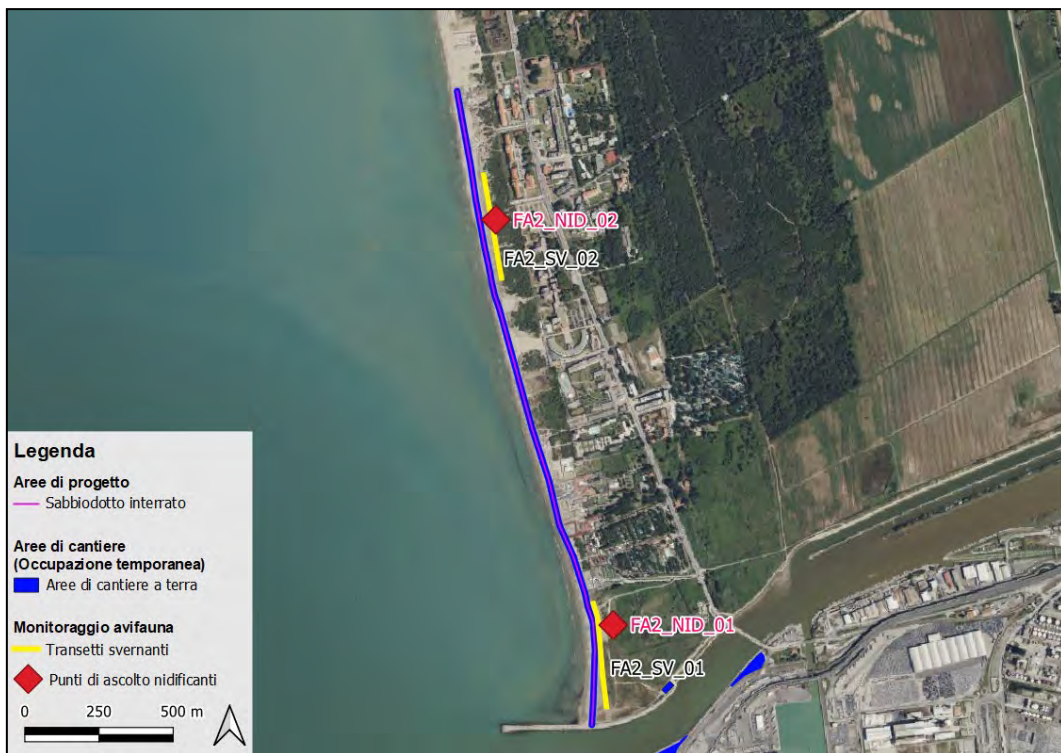


Figura 15-3 Localizzazione dei transetti e dei punti di ascolto (AREA FA2) (Fonte base cartografica: Bing Aerial 2022)

Nella figura che segue si riporta la localizzazione delle stazioni di monitoraggio, previste all'interno del sito Natura 2000 ZPS-ZSC IT5160001 "Padule di Suese e Biscottino" nella zona dove sono presenti le aree umide di maggior interesse faunistico, attribuite all'Habitat 3150 "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*", che distano circa 700 m dal cantiere Biscottino dove è prevista la prefabbricazione e lo stoccaggio degli accropodi necessari per le opere foranee.

Data l'importanza del sito IT5160001 per l'avifauna il piano di monitoraggio ha previsto, oltre all'indagine dell'avifauna nidificante e svernante, anche l'installazione di una centralina per la misurazione del rumore (punto FA3_RUM_01).

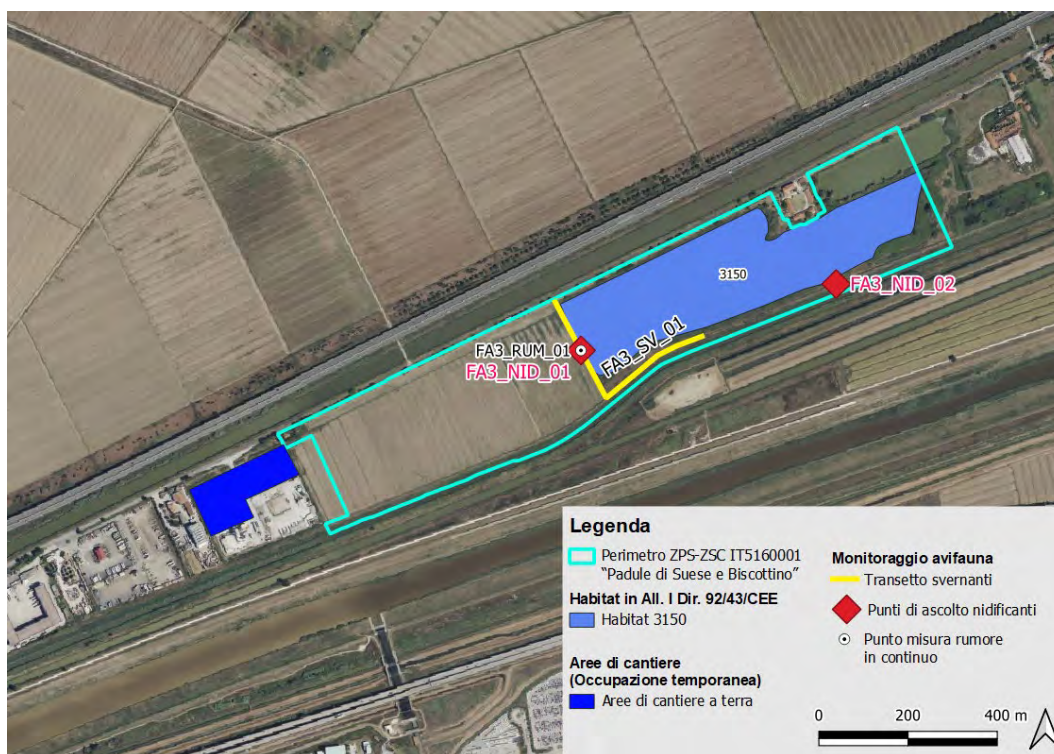


Figura 15-4 Localizzazione dei transetti e dei punti di ascolto (AREA FA3) (Fonte base cartografica: Bing Aerial 2022)

Nella tabella che segue sono riportate le informazioni stazionali delle diverse stazioni e transetti di indagine delle aree FA1, FA2 e FA3. Le coordinate sono in Gauss Boaga fuso ovest. Per i transetti le coordinate si riferiscono al centroide.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	71

Come anticipato, la ubicazione delle stazioni nella zona delle casse di colmata sarà definita nell'ambito del piano di monitoraggio operativo, previa verifica delle effettive situazioni di riempimento dei diversi settori delle casse.

Tabella 15-4 – Informazioni stazionali delle diverse stazioni e transetti di indagine

Aree di indagine	Cod stazioni/Transetti indagine	X_GBO	Y_GBO	Lunghezza transetto (m)
FA1 Specchio acqueo prospiciente il Porto	FA1_ACQ_01	1604296	4823598	-
	FA1_ACQ_02	1604504	4825923	-
FA2 Spiaggia del Calambrone e la foce dello Scolmatore Arno	FA2_NID_01	1604733	4826544	-
	FA2_NID_02	1604338	4827909	-
	FA2_SV_01	1604691	4826443	350
	FA2_SV_02	1604327	4827886	350
FA3 Zone umide del Biscottino	FA3_NID_01	1612436	4829847	-
	FA3_NID_02	1613008	4829996	-
	FA3_SV_01	1612517	4829832	500
	FA3_RUM_01	1612436	4829847	-

15.4. Parametri da monitorare

Il monitoraggio dell'avifauna prevede le seguenti indagini:

- avifauna nidificanti da punti di ascolto;
- avifauna svernanti da transetti;
- avifauna acquatica da postazioni fisse;
- misura del rumore in continuo.

Nel corso delle indagini verranno rilevate tutte le specie ornitiche presenti e per ogni specie verrà indicato il n° di individui contattati nel corso di ogni singola indagine.

Per lo studio della struttura delle comunità ornitiche verranno calcolati i seguenti indici:

- **ricchezza (S)**, intesa come numero di specie contattate;

- **diversità (H')**, per il calcolo di questo parametro si è preferito utilizzare l'indice di diversità di Shannon e Wiener:

$$H' = - \sum [(ni/N) * \ln (ni/N)]$$

dove:

ni= n° individui della specie i-esima

N= n° totale individui;

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	72

- **equiripartizione (J)**, per studiare la distribuzione degli individui tra le specie; si è utilizzato l'indice di Pielou (1966):

$$J = H'/\ln S$$

dove:

S= numero di specie

H' = indice di Shannon-Wiener.

Per le specie bersaglio più rilevanti, individuate nelle aree di monitoraggio, saranno inoltre prodotte carte tematiche di distribuzione della specie e di localizzazione di eventuali siti riproduttivi, in modo da permettere un confronto nelle diverse fasi di monitoraggio.

Gli indici sopra descritti e le carte tematiche permetteranno di mettere a confronto le comunità ornitiche che frequentano le aree di indagine nel corso delle diverse fasi di progetto, monitorando eventuali variazioni del comportamento e della consistenza delle popolazioni.

15.5. Modalità esecutive e strumentazione impiegata

15.5.1. Avifauna nidificante da punti di ascolto

Il metodo dei punti d'ascolto è un metodo qualitativo ampiamente documentato che permette di contattare con una certa facilità anche le specie difficili da osservare (ad es. in ambiente boschivo, canneti...). La tecnica prevede l'individuazione delle specie nidificanti nell'area di studio, ascoltando i loro canti da un numero adeguato di punti di ascolto.

Il metodo di campionamento in "punti di ascolto" o campionamento puntiforme prevede che l'osservatore, fermo in un punto prestabilito (in base agli obiettivi dell'indagine o secondo criteri statistici più generali) per un determinato lasso di tempo. L'ora dei rilevamenti coincide con la massima attività dell'avifauna presente: generalmente i rilievi iniziano poco dopo l'alba e terminano indicativamente entro la mattinata in periodo di nidificazione. I rilievi si eseguiranno in giornate caratterizzate da condizioni meteo favorevoli e comunque in assenza di pioggia o vento forte

La durata del rilevamento, per punto di ascolto sarà pari a 10 minuti, in linea con i rilievi puntiformi effettuati su tutto il territorio nazionale per lo studio degli uccelli nidificanti (MITO2000, indice FBI – Farmland Bird Index), un tempo ritenuto soddisfacente per osservare la maggior parte degli uccelli presenti e al contempo minimizzare il rischio dei doppi conteggi.

Per ciascun rilievo verrà compilata una specifica scheda, contenente le seguenti informazioni rilevate in campo:

- area di indagine, localizzazione, habitat di contatto, ora e caratteristiche meteorologiche del rilievo;
- codice della stazione puntiforme;

- specie contattata;
- n° individui contattati;
- tipo di contatto (vedi tabella successiva Tabella 15-5);
- distanza dell'individuo osservato ("IN" se entro i 100 m, "OUT" se oltre i 100 m).

L'annotazione del tipo di contatto permette di ottenere informazioni supplementari circa il tipo di frequentazione e il comportamento della specie nell'area.

Tabella 15-5 Codici per le schede di campo avvistamento avifauna

Codice	Descrizione
GA	Generico avvistamento
MC	Maschio in canto o attività territoriale
IV	Individuo in volo di spostamento
NI	Nidiata o giovane appena involato
AR	Attività riproduttiva (individuo con imbeccata o con materiale per il nido)
M	Maschio
F	Femmina

Il metodo consente di effettuare un monitoraggio dell'abbondanza relativa delle singole specie presenti e di individuare specie indicatrici e/o bersaglio particolarmente vulnerabili o di rilevante interesse naturalistico.

Per ogni specie individuata nel corso delle campagne di monitoraggio verrà inoltre specificata l'appartenenza all'elenco delle specie inserite in Allegato I della Direttiva "Uccelli" 2009/147/CE.

15.5.2. Avifauna svernante su transetti

Il metodo del transetto prevede che l'osservatore, stabilito un itinerario (transetto), registri tutti gli uccelli visti o sentiti durante il tempo impiegato per percorrere l'intero transetto. Durante il rilevamento vengono annotati la specie, il numero di individui, l'attività e la distanza dal transetto degli uccelli osservati, come descritto in precedenza per l'avifauna nidificante.

Nel periodo di svernamento le ore di attività e quindi di rilevamento coincidono con le ore di luce disponibili. In questo periodo solo poche specie emettono dei canti che in questa fase sono soprattutto espressioni territoriali (allarmi e/o richiami). I rilievi si eseguiranno in giornate caratterizzate da condizioni meteo favorevoli e comunque in assenza di pioggia o vento forte.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	74

Anche questo metodo consente di effettuare un monitoraggio dell'abbondanza relativa delle singole specie presenti e di individuare specie indicatrici e/o bersaglio particolarmente vulnerabili o di rilevante interesse naturalistico.

Per ogni specie individuata nel corso delle campagne di monitoraggio verrà inoltre specificata l'appartenenza all'elenco delle specie inserite in Allegato I della Direttiva "Uccelli" 2009/147/CE.

15.5.3. Avifauna acquatica da postazioni fisse

Il monitoraggio degli uccelli acquatici svernanti verrà invece effettuato da postazioni fisse possibilmente sopraelevate e con strumenti ottici che permettano la maggior copertura possibile degli specchi d'acqua e degli ambienti umidi collegati. E' necessario l'utilizzo di un cannocchiale con almeno 20 ingrandimenti, per l'osservazione degli acquatici in sosta o alimentazione sugli specchi d'acqua, e di un binocolo per l'osservazione degli uccelli in volo o in spostamento.

Il monitoraggio avverrà con la scansione e il conteggio di tutti gli individui: laddove la numerosità sia elevata ed il singolo conteggio troppo oneroso in termini di tempo oppure impossibile per altri motivi, si procede alla stima dei gruppi di acquatici, secondo tecniche specifiche previste dal protocollo IWC (International Waterbird Census). È consigliato minimizzare il numero di punti fissi e massimizzare la visibilità in modo da evitare doppi conteggi in un contesto dinamico come quello dello svernamento degli acquatici, che spesso si spostano per alimentarsi o se spaventati.

Il monitoraggio va preferibilmente effettuato da un censitore con patentino IWC mediante una specifica scheda di rilievo relativa ai censimenti invernali.

Per ogni specie individuata nel corso delle campagne di monitoraggio verrà specificata l'appartenenza all'elenco delle specie inserite in Allegato I della Direttiva "Uccelli" 2009/147/CE.

15.5.4. Misura del rumore

Per l'area del Biscottino (FA3), dove sono previste operazioni di prefabbricazione dei massi artificiali da utilizzare per la realizzazione delle opere foranee, è prevista l'installazione di una centralina per il monitoraggio del rumore dotata di un fonometro almeno in classe 2 o superiore avente le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- Range di frequenza: 31,5 Hz ~ 8 KHz;
- Range di misura: 30 ~ 130 dB;
- Risoluzione: 0,1 dB;
- Precisione: $\pm 1,4$ dB.

15.6. Frequenza e durata del monitoraggio

Il monitoraggio dell'avifauna è previsto: Ante Operam (AO), Corso d'opera (CO) e Post Operam (PO).

In considerazione della estesa localizzazione delle aree da monitorare e del diverso avvio temporale delle lavorazioni in tali aree, anche al fine di ottenere dati di valutazione dell'AO più prossimi alla fase CO, la fase di AO è così modulata:

- a) per l'area di indagine FA1 prima dell'avvio della diga foranea nord (WBS2);
- b) per l'area di indagine FA2 prima dell'avvio dei lavori del sabbiodotto;
- c) per l'area di indagine FA3 prima dell'avvio delle attività di prefabbricazione degli accropodi presso il sito di cantiere BISCOTTINO;
- d) prima dell'avvio degli escavi destinati nella colmata esistente.

Tali campagne sito specifiche potranno integrare l'estesa raccolta bibliografica dei dati disponibili sulle aree interessate dai lavori e sulle aree circostanti ove non disponibili ovvero non aggiornati.

La fase di CO si estenderà per tutta la durata delle lavorazioni e avrà lo scopo di individuare eventuali criticità ambientali nel corso della realizzazione degli interventi, affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune e verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere per ridurre gli impatti ambientali dovuti alle operazioni di costruzione dell'opera.

La fase di PO avrà una durata minima di 3 anni a partire dal completamento delle e avrà lo scopo di verificare le eventuali modifiche (negative o positive) alle popolazioni presenti intervenute per effetto della realizzazione delle opere e valutare eventuali ulteriori misure correttive.

La durata delle campagne ed il periodo di misura sono state definite in modo da essere rappresentative dei diversi periodi fenologici delle specie secondo lo schema seguente:

- svernamento (metà settembre – gennaio);
- nidificazione (aprile – luglio).

Le frequenze dei monitoraggi per ciascuna fase sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 15-6 - Programma di monitoraggio – componente Biodiversità Ambiente terrestre

Componente di indagine	Metodologia	Aree di indagine	n° campagne/anno	Durata singola campagna	Frequenza
ANTE OPERAM : 1 campagna					
Avifauna svernante	Rilievo avifauna svernante su transetti	FA2 FA3	1	1 gg	1 /periodo
Acquatici svernanti	Rilievo avifauna acquatica svernante da postazioni fisse	FA1 CC	1	1 gg	1 /periodo
Avifauna nidificante	Rilievo avifauna nidificante da punti di ascolto	FA2 FA3 CC	1	1 gg	1 /periodo
Misura del rumore	Centralina	Biscottino	1	1 settimana	1 /periodo
CORSO D'OPERA: 5 anni					

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	76

Componente di indagine	Metodologia	Aree di indagine	n° campagne/anno	Durata singola campagna	Frequenza
Avifauna svernante	Rilievo avifauna svernante su transetti	FA2 FA3	6	1 gg	Nel periodo compreso tra 15-12 e 15/02 – cadenza decadica (ogni 10 gg)
Acquatici svernanti	Rilievo avifauna acquatica svernante da postazioni fisse	FA1 CC	6	1 gg	Nel periodo compreso tra 15-12 e 15/02 – cadenza decadica (ogni 10 gg)
Avifauna nidificante	Rilievo avifauna nidificante da punti di ascolto	FA2 FA3 CC	6	1 gg	Nel periodo compreso tra 15/4 e 31/7 1 campagna aprile, 2 campagne maggio, 2 campagne giugno, 1 campagna luglio
Misura del rumore	Centralina	Biscottino	12	1 settimana	mensile
POST OPERAM: 3 anni					
Avifauna svernante	Rilievo avifauna svernante su transetti	FA2 FA3	6	1 gg	Nel periodo compreso tra 15-12 e 15/02 – cadenza decadica (ogni 10 gg)
Acquatici svernanti	Rilievo avifauna acquatica svernante da postazioni fisse	FA1 CC	6	1 gg	Nel periodo compreso tra 15-12 e 15/02 – cadenza decadica (ogni 10 gg)
Avifauna nidificante	Rilievo avifauna nidificante da punti di ascolto	FA2 FA3 CC	6	1 gg	Nel periodo compreso tra 15/4 e 31/7 1 campagna aprile, 2 campagne maggio, 2 campagne giugno, 1 campagna luglio

15.7. Definizione dei valori di attenzione ed allarme

L'applicazione dei diversi indici di comparazione riportati nel paragrafo precedente e le carte tematiche permetteranno di mettere a confronto le comunità ornitiche che frequentano le aree di indagine nel corso delle diverse fasi di progetto, monitorando eventuali variazioni del comportamento e della consistenza delle popolazioni.

Qualora si dovessero verificare delle anomalie si dovrà come prima cosa verificarne la causa analizzando l'eventuale collegamento con fattori naturali (ad esempio periodi di siccità, eventi atmosferici di particolare intensità o naturale evoluzione vegetativa...ect) o antropici non legati al progetto (ad es. taglio di vegetazione da parte di enti terzi o inquinamenti derivanti da altre attività...ect) o antropici legati alle attività di progetto.

Qualora dovesse emergere che le anomalie sono legate ad attività di progetto si provvederà ad attuare gli opportuni interventi correttivi/mitigativi, previa tempestiva comunicazione agli Uffici Regionali competenti.

Gli interventi correttivi (per i quali si rimanda al capitolo 19) saranno correlati e mirati al fattore che ha indotto la variazione delle comunità ornitiche con interventi mirati sul fattore scatenante (ad esempio con tempestivi interventi sull'attività/lavorazione che ha generato l'impatto) e con attuazione di

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	77

interventi mitigativi che permettano, nei limiti del possibile, al ritorno nelle condizioni antecedenti l'impatto (ad esempio: installazione di barriere antirumore mobili - rif. "Piano Ambientale di Cantierizzazione").

Data l'importanza del sito Natura 2000 IT5160001 "Padule di Suese e Biscottino" per l'avifauna il piano di monitoraggio ha previsto anche l'installazione di una centralina per il monitoraggio del rumore dotata di fonometro almeno in classe 2, al fine di verificare i livelli di rumore presenti sia in Fase di AO (valori di bianco) sia nel corso di tutta la fase di cantiere (CO), nelle zone umide del sito IT5160001 di maggior interesse per la fauna, che distano circa 700 m dal cantiere Biscottino dove è prevista la prefabbricazione e lo stoccaggio degli accropodi necessari per le opere foranee.

Per quanto riguarda gli effetti del rumore sulla fauna numerose pubblicazioni e studi specifici sembrano dimostrare che al di sotto dei 50 dB non vi siano effetti palesi sul comportamento della fauna, e come per valori > 70 dB vi sia evidenza di modifica delle risposte comportamentali.

Rumori di intensità elevata possono causare alterazioni in numerosi organi e sistemi animali (ormoni, circolazione, apparato digerente, sistema immunitario, riproduzione, comportamento, ecc. (Algers B., et al., 1978). Ciò nonostante, non sono infrequenti casi di nidificazione di organismi all'interno di cantieri anche in presenza di forti rumori (meccanismo di adattamento) (vedasi risultati delle campagne di monitoraggio Mo.Se sull'avifauna). Secondo Fletcher J.L., Busnel R.G., (1978) gli uccelli normalmente sono in grado di filtrare i rumori di fondo, anche se di intensità elevata, e di riconoscere i suoni per essi rilevanti.

Qualora i rumori siano presenti in ore vicine ai periodi di alba e tramonto (periodi del richiamo riproduttivo) possono insorgere problemi di comunicazione: i rumori delle strade, specie se persistenti, possono rendere meno udibile il richiamo di alcune specie di uccelli, e quindi compromettere il successo riproduttivo dei maschi cantori (Reijnen R., Foppen R., 1995).

In generale gli uccelli sembrano essere insensibili al rumore, a meno che esso non costituisca un "indicatore di pericolo", in quanto indice, per esempio, della vicinanza dell'uomo (Dorrance et al., 1975; Busnel R.G., 1978; Bowles A. E., 1995). Sugli edifici delle fabbriche e al loro interno nidificano molte specie di uccelli, anche in presenza di rumori duraturi di 115 dB (Busnel R.G., 1978).

Solo in occasione di "picchi" imprevisti gli animali reagiscono e generalmente lo fanno con un riflesso di paura, che al ripetersi dello stimolo non si manifesta più (Stout J.F., Schwab E.R., 1980). Questa insensibilità fa sì che gli uccelli col tempo si abituino a tollerare qualsiasi stimolo acustico senza reagire (Anderson S. S., Hawkins A.D. 1978.; Stout J. F., Schwab E. R., 1980; Reichholf J.H., 1989; Bomford M., O'Brien P.H., 1990; Milsom T.P., 1990). In una simulazione condotta sui Beccapesci, il rumore di aerei appena al di sopra del rumore circostante ha provocato un aumento di vigilanza, al di sopra degli 80 dB l'aumento della "preparazione alla fuga" o addirittura la fuga stessa (Brown A.L., Mathers R., 1988., Brown A.L., 1990). Diverse specie in diversi casi hanno mostrato di potersi apparentemente adattare a disturbi acustici regolari di intensità anche superiore. Il problema delle soglie acustiche del disturbo peraltro è stato poco esaminato in letteratura. Se le risposte comportamentali appaiono

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	78

evidenti al di sopra degli 80 dB ben poco si sa sulla comparsa di effetti meno “palesi” sul time budget delle specie sottoposte a disturbo e sulle loro risposte fisiologiche (v. Kempf N., Hüppop O., 1995; Komenda-Zehnder S., et al, 2002).

16. BIODIVERSITÀ – AMBIENTE MARINO COSTIERO

Lo sviluppo del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) per gli aspetti legati all’ambiente marino e alla sua conservazione tiene in considerazione i principali assetti normativi pertinenti al progetto specifico e alle modalità operative di realizzazione dello stesso, in particolare:

- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i., per le opere soggette a VIA;
- D.M. 173/2016 e il decreto attuativo dell’art. 109, comma 2 lettera a), D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., allegato tecnico al D.M. 173/2016 “Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l’autorizzazione all’immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini”, cap. 3, Indicazioni tecniche per la gestione dei materiali, par. 3.3., Attività di monitoraggio ambientale;
- Marine Strategy Framework Directive (MSFD - 2008/56/CE) con la definizione degli unici descrittori per la valutazione della qualità ambientale (cfr. par 17.3);
- La Direttiva 200/60/CE per la definizione dello stato qualitativo dei corpi idrici e la classificazione degli stessi in base allo stato chimico ed ecologico.

Si sviluppa, inoltre, integrando le principali linee guida di riferimento per le scelte tecnico-operative e procedurali adottate nell’ambito della progettazione del PMA:

- le linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.), indirizzi metodologici generali (cap. 1-5), rev. 1 del 16/06/2014;
- Le linee guida ISPRA “Metodi per la stima dei livelli di torbidità in aree marine, criteri di valutazione e di gestione”, MLG 206/2023;
- Le linee guida ISPRA “Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino costieri. Il trapianto delle praterie di *Posidonia oceanica*”. Manuali e Linee Guida, 106/2014.
- Le linee guida ISPRA “Monitoraggio e valutazione dello stato ecologico dell’habitat a coralligeno. Coralligeno di parete”. Manuali e Linee Guida: 191/2020.
- Le linee guida ISPRA “Studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne (Parti I, II, III)”. J.F. Borsani, C. Farchi, ISPRA, 2011.

Il PMA si sviluppa sulla base del quadro conoscitivo acquisito sull’area di indagine dallo studio della documentazione bibliografica e dai risultati ottenuti durante le campagne *ante operam* condotte per l’elaborazione del progetto definitivo dell’opera.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	79

In via preliminare all'esecuzione dell'opera, sarà elaborato di un Piano Operativo di Monitoraggio (POM) in cui verrà chiaramente indicato lo stato di riferimento iniziale al momento di inizio dei lavori. Il POM sarà sottoposto agli Enti di controllo per le opportune valutazioni e depositato come versione attuativa. All'interno di questo documento, i dati acquisiti nell'ambito di campagne d'indagine preliminari alla redazione del PMA ed estratti dalla letteratura grigia o dalle banche dati esistenti, saranno integrati ed elaborati statisticamente per predisporre il quadro conoscitivo generale dell'area di studio da esporre agli Enti preposti per il controllo (ARPAT) e sulla base del quale effettuare eventuali ulteriori adattamenti del posizionamento delle stazioni di campionamento per il monitoraggio dei principali descrittori di qualità ambientale rappresentate in via preliminare in questo documento.

Il PMA presentato in questo documento per gli impatti in ambiente marino risponde in primo luogo alla normativa vincolante le operazioni di dragaggio e movimentazione dei sedimenti in ambito marino (D.M. 173/16) trattandosi di un'opera che implica la movimentazione di un cubaggio importante di materiali. In secondo luogo, risponde ai requisiti e linee guida per il monitoraggio ambientale in ambito marino-costiero delle opere soggette a VIA articolando gli interventi in considerazione degli undici Descrittori della qualità ambientale previsti dalla Marine Strategy Framework Directive.

Si precisa che le frequenze di monitoraggio descritte nel PMA potranno subire variazioni in relazione all'evoluzione delle attività di cantiere, delle condizioni di contesto ambientale e degli esiti delle attività di monitoraggio stesse. Il responsabile scientifico, visti i risultati delle analisi e dei rilievi, acquisiti i dati di contesto, recepite le eventuali variazioni relative al programma lavori, sentiti gli Enti preposti al controllo, assume la responsabilità di definire e autorizzare eventuali variazioni rispetto a quanto specificato nel PMA.

16.1. Stato Attuale

L'ISPRA ha iniziato ad occuparsi del monitoraggio ambientale delle attività di movimentazione dei fondali nel porto di Livorno a partire dalla fine degli anni Novanta. Già dai primi anni 2000 l'Istituto ha condotto indagini ambientali relative a tutte le fasi della costruzione della prima vasca di contenimento (prima, durante e dopo) e del successivo utilizzo.

Nel 2012 è stato stipulato un contratto tra Autorità Portuale e ISPRA, della durata di 5 anni, per il supporto tecnico scientifico alla gestione ecocompatibile dei materiali da dragare nel Porto di Livorno tramite studi sperimentali e attività di monitoraggio ambientale. Il Piano di Monitoraggio ha previsto, dopo la caratterizzazione iniziale di tutta l'area effettuata nel 2012, l'alternanza di un campionamento "completo" in 10 stazioni negli anni 2013, 2015, 2017 e di un campionamento "ridotto" in 4 stazioni (Ve5, DP, Vn2 e Vn3) negli anni 2014 e 2016. Si ricorda, che i campionamenti effettuati nell'anno 2012 sono da considerarsi fase "ante operam", quelli eseguiti nel 2013 e 2014 appartengono alla fase "in corso d'opera" – durante la quale si è completata la costruzione degli argini esterni della seconda vasca di colmata - mentre quelli a partire dal 2015 fanno parte della fase di "gestione" - in cui si è iniziato a monitorare lo sversamento dei sedimenti dragati nella vasca.

Sono state condotte le seguenti campagne di monitoraggio:

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	80

- **Analisi chimico-fisiche ed ecotossicologiche sui sedimenti:**
 - Fase ante operam: ottobre 2012
 - Fase di costruzione: maggio 2013; maggio 2014
 - Fase di gestione: giugno 2015; maggio 2016; maggio 2017
- **Analisi ecotossicologiche sulla colonna d'acqua:**
 - Fase di costruzione: novembre 2013; maggio e ottobre 2014
 - Fase di gestione: giugno e ottobre 2015; maggio e ottobre 2016; maggio e ottobre 2017
- **Test in situ:**
 - Fase ante operam: ottobre 2012
 - Fase di costruzione: giugno e ottobre 2013; luglio 2014
 - Fase di gestione: giugno 2015; maggio 2016; maggio e ottobre 2017
- **Mussel watch, sono state completate 10 campagne di traslocazione nelle seguenti date:**
 - I Campagna (ante operam): organismi traslocati nei giorni 20/02/2012 e recuperati il giorno 22/03/2012;
 - II Campagna (costruzione): organismi traslocati il giorno 27/06/2013 e recuperati il giorno 25/07/2013.
 - III Campagna (costruzione): organismi traslocati il giorno 04/09/2013 e recuperati il giorno 02/10/2013.
 - IV Campagna (costruzione): organismi traslocati il giorno 19/05/2014 e recuperati il giorno 19/06/2014.
 - V Campagna (costruzione/gestione): organismi traslocati il giorno 08/10/2014 e recuperati il giorno 11/11/2014. A causa di condizioni meteo-marine avverse, delle tre stazioni posizionate ne è stata recuperata solo una (DP).
 - VI Campagna (gestione): organismi traslocati il giorno 28/05/2015 e recuperati il 25/06/2015.
 - VII Campagna (gestione): organismi traslocati il giorno 20/10/2015 e recuperati il 16/11/2015.
 - VIII Campagna (gestione): organismi traslocati il giorno 18/05/2016 e recuperati il 08/06/2016 (solo la stazione DP).
 - VIII Campagna-bis (gestione): organismi traslocati il giorno 19/07/2016 e recuperati il 08/08/2016
 - IX Campagna (gestione): organismi traslocati il giorno 25/10/2016 e recuperati il 30/11/2016
 - X Campagna (gestione): organismi traslocati il giorno 10/05/2017 e recuperati il 05/06/2017
- **Acque di sfioro:**
 - dragaggio della Darsena Toscana (intervento preliminare accosto 15 B): 16/12/2014, 18/12/2014, 30/12/2014, 08/01/2015, 15/01/2015, 21/01/2015
 - dragaggio della Darsena Toscana e del Bacino di Evoluzione: 30/03/2016, 13/04/2016, 20/04/2016, 04/05/2016, 19/05/2016, 25/05/2016, 08/06/2016
 - dragaggio dell'Imboccatura Sud del porto: 06/12/2017, 20/12/2017
- **Sonda Multiparametrica:**

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	81

- Fase ante operam: ottobre 2012
 - Fase di costruzione: aprile, settembre, novembre 2013; febbraio, maggio, luglio, ottobre 2014
 - Fase di gestione: marzo, giugno, ottobre, novembre 2015; marzo, maggio, ottobre 2016; marzo, maggio, ottobre 2017.
- Biocenosi:
- Fase ante operam: ottobre 2012
 - Fase di costruzione: maggio 2013; maggio 2014
 - Fase di gestione: giugno 2015; maggio 2016; maggio 2017.

I risultati di queste campagne concorrono a definire lo stato ante operam (AO) e si rimanda ai documenti del SIA per la descrizione dei risultati conseguiti.



Figura 16-1 - Stazioni di campionamento dei sedimenti superficiali (ICRAM)

Nel 2021-2022, sono state condotte le campagne di caratterizzazione dei sedimenti oggetto di movimentazione per la realizzazione dell'opera nelle zone interessate dall'area di escavo e dalla cassa di colmata ai sensi della specifica normativa di riferimento (D.M. 173/2016). Gli esiti delle analisi di caratterizzazione hanno permesso la classificazione di qualità dei materiali secondo le classi di rischio previste dall'Allegato tecnico (Classi A;B;C;D*;D;E). Per i dettagli si rimanda al documento 1233-PE-0-0-CAN-R-010-0, "Fasi operative di dragaggio ed accorgimenti tecnici di mitigazione del sedimento sospendibile: relazione tecnica". In sintesi, la distribuzione delle classi di gestione considerando la totalità dei campioni analizzati è la seguente:

- 45% di sedimenti in classe A;

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	83

- 21% di sedimenti in classe B;
- 24% di sedimenti in classe C;
- 7% di sedimenti in classe D*;
- 3% di sedimenti in classe D.

Non sono stati rilevati sedimenti in classe E. Sulla base degli esiti delle analisi condotte, dato l'elevato contenuto di pelite e la natura eterogenea del sedimento, il conferimento a ripascimento è stato escluso dalle opzioni possibili anche per i sedimenti di qualità compatibile con questa opzione gestionale (sedimenti di Classe A).

Al fine di riverificare i risultati delle indagini già eseguite nell'ambito delle campagne di caratterizzazione sopra descritte, essendo in scadenza il limite temporale indicato, si esplicita che sono in corso indagini di verifica della caratterizzazione dei sedimenti ai sensi del DM 173/2016.

16.2. Dragaggio dei sedimenti marini: il Decreto Ministeriale 173/2016

Ai sensi dell'Allegato Tecnico al D.M. 173/2016, *Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini*, le attività di dragaggio, trasporto e immersione dei sedimenti in mare devono essere oggetto di monitoraggio ambientale per valutare il possibile impatto dell'opera e il ripristino delle condizioni precedenti alle attività di movimentazione.

Il capitolo 3.3 "Attività di monitoraggio ambientale" del D.M. 173/2016 fornisce le linee guida per redigere il PMA includendo il principio di gradualità degli interventi per adattare il numero di stazioni ed i parametri da monitorare nei vari comparti ambientali alla qualità e alla quantità del materiale movimentato nonché al progetto esecutivo dei lavori (tempistiche e modalità operative di dragaggio). Le indicazioni normative specificano che le indagini da effettuare per la valutazione di possibili impatti sui comparti biotici e abiotici devono essere articolate in tre fasi distinte: Ante operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO) opportunamente replicate nel tempo per ottenere un quadro esaustivo dello stato ambientale iniziale e della sua evoluzione temporale.

Questa sezione del PMA è redatta in considerazione dei risultati ottenuti dalle analisi chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti oggetto di movimentazione e per i quali dettagli si rimanda alla consultazione della trattazione estesa degli esiti nei documenti 1233-PE-0-0-CAN-R-010-0, "Fasi operative di dragaggio ed accorgimenti tecnici di mitigazione del sedimento sospendibile: relazione tecnica" e Studi Ambientali, sezione C della "Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime e 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". Le stazioni di campionamento previste per questo specifico intervento di monitoraggio sono state posizionate in ottemperanza alla normativa vigente e, quando possibile, in sovrapposizione alle stazioni utilizzate per le campagne di indagine condotte in fase di progettazione. Prima dell'avvio dei lavori, sarà condotta una campagna di campionamento sulle stazioni di indagine specifiche per il monitoraggio D.M. 173/16 da considerarsi come definizione dello stato ambientale *ante operam* (AO) per la finalità specifica.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	84

16.2.1. Monitoraggio delle attività di escavo

Come riportato nel D.M. 173/16, paragrafo 3.3.1 “*Monitoraggio delle attività di escavo*” il PMA monitoraggio deve comprendere indagini sulle matrici sedimento, acqua e biota attorno all'area di dragaggio al fine di valutare eventuali variazioni e/o alterazioni all'esterno dell'area soggetta ad impatto.

Si riporta nei paragrafi a seguire l'articolazione delle indagini per la valutazione dell'impatto sui sedimenti superficiali, sulla colonna d'acqua, sulle biocenosi bentoniche.

16.2.1.1 *Variazioni della qualità dei sedimenti superficiali*

La qualità dei sedimenti interessati dalla movimentazione (area di escavo e cassa di colmata) è stata oggetto di caratterizzazione ai sensi del D.M. 173/2016; i risultati, indicati a SIA, hanno permesso la definizione delle modalità di gestione possibili. Come sopra riportato il prolungamento della validità temporale delle analisi sarà confermato mediante la ripetizione dei saggi ecotossicologici sulla quota di sedimento superficiale secondo quanto previsto dal D.M. 173/16 (par. 2.2. *Modalità di prelievo, conservazione ed analisi dei campioni*). Qualora risultino confermate le classificazioni, si ritiene confermato anche il profilo chimico acquisito in fase di caratterizzazione dei materiali e i relativi superamenti dei valori soglia L1 e L2 riscontrati.

La qualità dei sedimenti superficiali deve essere monitorata mediante l'esecuzione di analisi fisico-chimiche ed ecotossicologiche definite in relazione ai risultati della caratterizzazione dei materiali da movimentare. Per quanto riguarda le analisi chimiche, i parametri da ricercare nell'esecuzione del PMA sono selezionati in base alle criticità riscontrate in fase di caratterizzazione (superi L2). Invece, per quanto riguarda le analisi ecotossicologiche, sarà ripetuta la stessa batteria (Tabella 2.3 del D.M. 173/2016) utilizzata in fase di caratterizzazione per la classificazione del rischio dei materiali e valutato il rischio finale tramite il software Sediqualssoft®. La conferma dell'estensione della validità delle analisi di caratterizzazione condotte nel 2021-2022 costituirà conferma anche per il profilo chimico dei superi delle soglie L2 da ricercare in fase di monitoraggio.

16.2.1.2 *Variazioni della colonna d'acqua*

Oltre all'acquisizione dei valori di torbidità e solidi sospesi totali, per valutare eventuali variazioni della colonna d'acqua saranno eseguite anche le analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tipologia 3, Tabella 2.3 del D.M. 173/2016) e i principali descrittori chimici (es. ammonio, TP, TN, clorofilla-a) della colonna d'acqua utili a definire il contributo eutrofizzante dell'opera.

Per quanto riguarda la Torbidità, ovvero Solidi Sospesi Totali (SST), in fase di approvazione di SIA è stato definito che la soglia di attenzione è 30/60 mg/l in relazione alla stazione di riferimento, quella di allarme 130 mg/l. Tali valori saranno utilizzati per la valutazione di anomalie durante la fase CO ed il ripristino della normalità in fase PO (< 30 mg/L). Per tutti gli altri parametri della colonna d'acqua utilizzati come indicatori dei possibili effetti della torbidità esiste già una mole di dati già indicata a SIA; verrà quindi definito nel Piano di Monitoraggio Operativo il valore di riferimento definito come il 90° percentile del set di misure disponibili e tale da garantire la rappresentatività della variabilità dell'area sottoposta a monitoraggio. In fase iniziale dei cantieri

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	85

si procederà comunque al rilievo dei parametri di colonna d'acqua e della torbidità nelle stazioni di monitoraggio di seguito definite per il monitoraggio. I valori di tali indicatori, unitamente ai valori definiti per l'AO serviranno come riferimento per la valutazione della loro evoluzione nelle fasi CO e PO e per l'interpretazione dei risultati ottenuti dal monitoraggio della torbidità.

16.2.1.3 *Impatto sulle principali biocenosi bentoniche*

Saranno monitorati e verificati gli habitat e le specie a livello conservazionistico; la valutazione dello stato ecologico ambientale deve essere effettuata tramite l'applicazione degli indici biotici dell'area prossima all'area di dragaggio. Le stazioni di monitoraggio degli habitat prossimi saranno poste in corrispondenza di quanto definito negli specifici paragrafi. Per gli scopi specifici di rispondenza al D.M. 173/16 si utilizzeranno le stazioni di monitoraggio del sedimento nell'area prossima all'area di escavo anche per il monitoraggio dell'impatto sui popolamenti macrozoobenthonici effettuando rilievi periodici. Lo studio del macrozoobenthos permetterà di tenere sotto controllo gli impatti dell'intervento e la qualità ambientale nell'area prossima al sito di dragaggio con vantaggi in termini di rapidità ed informatività delle risposte ed economicità dell'intervento di misura.

16.2.2. Monitoraggio delle attività di trasporto dei materiali

Le attività di trasporto dei materiali da dragare (paragrafo 3.3.2 "Monitoraggio delle attività di trasporto dei materiali") non saranno sottoposte a monitoraggio in quanto secondo il progetto preliminare i trasporti saranno effettuati all'interno all'area di escavo già oggetto di monitoraggio specifico.

16.2.3. Aree e stazioni di campionamento

Le attività di monitoraggio della torbidità sono definite nell'apposito capitolo del presente PMA cui si rimanda.

Le stazioni di campionamento sono riportate nella Figura seguente.

Esse riprendono la nomenclatura delle stazioni già utilizzata per il Progetto Definitivo valutato in sede di VIA.

In aggiunta, mentre nel PD erano previste 3 stazioni di misura (AM1, AM2 e AM3), nel presente piano le stazioni vengono portate a 7 includendo sia stazioni di controllo delle attività di dragaggio sia stazioni di controllo sul contesto ambientale posizionate a nord e a sud dell'area di cantiere.

I parametri da analizzare su tutte le matrici ambientali prelevate in ciascuna stazione di campionamento saranno integrati con i parametri previsti dal DM 173/2016, come indicato al capitolo successivo.

Le 7 stazioni da AM1 a AM7 sono state così selezionate:

- AM1 = stazione interna al Porto di Livorno. Tale stazione è stata spostata verso Nord rispetto la precedente stazione AM1 per ubicarla nella stessa posizione della stazione B2, ove è previsto un torbidimetro . Ciò permette di avere un più completo set di dati di SST e di valutare gli effetti del plume;
- AM2 = la stazione ha l'obiettivo di monitorare l'eventuale deflusso delle acque di esubero dalla colmata durante le fasi di riempimento (stazione coincide con la precedente del SIA);
- AM3 = la stazione ha l'obiettivo di monitorare i potenziali effetti del plume di torbida verso la prateria a fanerogame marine (stazione coincide con la precedente del SIA);

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	86

- AM4 = nuova stazione. La stazione ha l'obiettivo di monitorare le attività di dragaggio in prossimità dell'imboccatura portuale. Tale stazione è ubicata in corrispondenza della stazione B3, ove è previsto un torbidimetro. Ciò permette di avere un più completo set di dati di SST e di valutare gli effetti del plume;
- AM5 = nuova stazione. La stazione ha l'obiettivo di monitorare i potenziali effetti delle attività di dragaggio e deflusso dalla colmata in area larga ed esterna portuale, a sud. Tale stazione è ubicata in corrispondenza della stazione B1, ove è previsto un torbidimetro. Ciò permette di avere un più completo set di dati di SST e di valutare gli effetti del plume;
- AM6 = nuova stazione. La stazione ha l'obiettivo di monitorare i potenziali effetti delle attività di dragaggio l'eventuale deflusso delle acque di esubero dalla colmata a sud. Tale stazione è ubicata in corrispondenza della stazione T1, ove è presente un torbidimetro. Ciò permette di avere un più completo set di dati di SST e valutare gli effetti del plume;
- AM7 = nuova stazione. La stazione è da intendersi come controllo negativo "a monte" dell'area di intervento e consente di valutare gli effetti del plume di torbida dello Scolmatore.

Come già indicato, le stazioni di controllo del trasporto non sono state prese in considerazione data la specifica logistica che prevede il trasporto dei materiali alla cassa di colmata passando all'interno del perimetro del sito di dragaggio.

Le stazioni di monitoraggio Scolmatore e Meloria saranno caratterizzate in fase AO e PO. In fase CO queste stazioni saranno campionate e monitorate ai sensi del D.M. 173/16 solo qualora si rilevino delle anomalie rispetto alle soglie di allarme definite per la torbidità. Questo monitoraggio permetterà di certificare l'assenza di impatto dovuto al superamento della soglia di allarme sulle biocenosi oggetto di tutela e, in particolare, sulle Secche della Meloria.

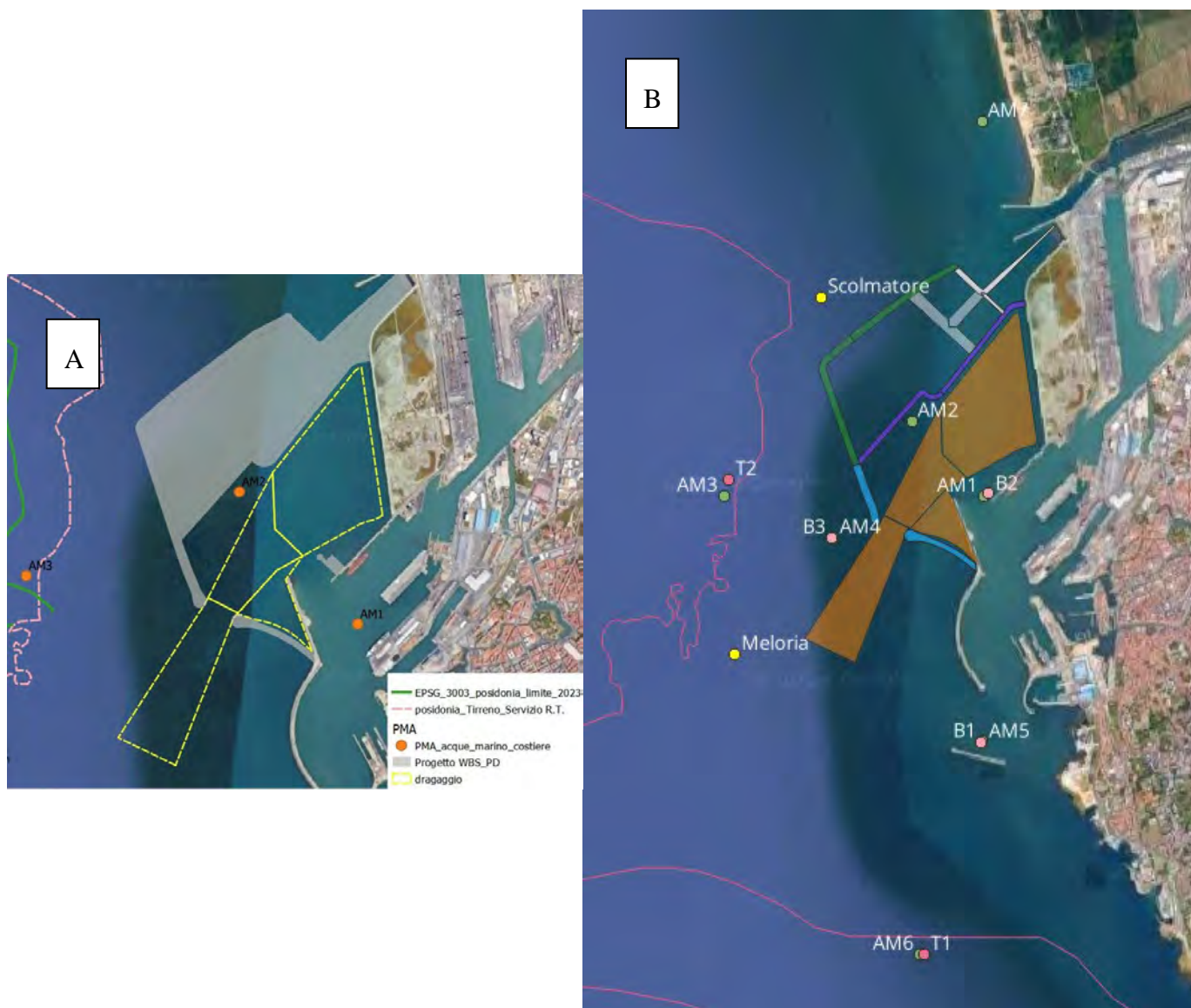


Figura 16-2 – A) Siti di campionamento previsti nel Progetto Definitivo. B) Siti di campionamento per la colonna d’acqua e il sedimento (monitoraggio del dragaggio ai sensi del DM 173/16), AMx = stazioni di monitoraggio sedimento, colonna d’acqua, macrozoobenthos, bioaccumulo e biomarkers. Per completezza nella figura vengono indicate anche le stazioni Bx = torbidimetri in continuo dell’impresa; Scolmatore e Meloria = torbidimetri e correntometri in continuo di AdSP e stazioni di monitoraggio in caso di superamento delle soglie di allarme; Tx = torbidimetri.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	88

16.2.4. Matrici e rilievi da effettuare

Così come richiesto dalla Commissione VIA gli indicatori/parametri previsti (AO, CO, PO) sono stati desunti dal Piano di monitoraggio definito da ISPRA per la componente **qualità acque marino costiere** ed eseguito negli ultimi anni nell'area del Porto di Livorno. In aggiunta i parametri sono stati integrati con quanto previsto dal monitoraggio indicato nell'allegato Tecnico del D.M. 173/06.

16.2.4.1 Matrice Acqua

La valutazione della qualità della colonna d'acqua sarà effettuata su ognuna delle stazioni di monitoraggio individuate tramite:

- Registrazione dei parametri chimico – fisici (come ad esempio pH, potenziale di ossido riduzione, ossigeno disciolto; temperatura, profondità, conducibilità, torbidità, clorofilla-a);
- Correntometria e trasparenza delle acque;
- Analisi fisiche - Solidi sospesi totali (mg/L) e curva granulometrica del materiale solido disperso;
- Analisi ecotossicologiche (tre saggi rappresentativi dei tre livelli trofici):
 - *Aliivibrio fischeri* (batteri)
 - *Phaeodactylum tricornutum* (produttori primari)
 - *Paracentrotus lividus* (crostacei).
- Analisi chimiche, determinazione dei nutrienti principali in campione di acqua (ad esempio ammonio, ortofosfati, azoto totale e fosforo totale);
- Analisi microbiologiche, descrittori che hanno mostrato livelli elevati in fase di caratterizzazione dei sedimenti con particolare riguardo per gli indicatori di qualità delle acque per balneazione, *Escherichia coli* ed Enterococchi e per gli indicatori di qualità del prodotto alieutico, Salmonelle e coliformi fecali.

Si specifica che:

- I rilievi dei parametri chimico – fisici saranno effettuati su tutta la colonna d'acqua (fino ad un metro dal fondo) registrando sia la fase di discesa che di risalita con una velocità < 1 metro al minuto;
- I prelievi di acqua per le analisi (ecotossicologiche, fisiche e microbiologiche) saranno effettuati su due livelli: Superficiale, circa 50 cm dalla superficiale e profondo, circa 1 m sopra al fondale;
- Tramite l'acquisizione dei parametri chimico – fisici e della quantificazione dei nutrienti principali della colonna d'acqua sarà calcolato l'indice TRIX al fine della classificazione dello stato ecologico. L'indice trofico misura l'eutrofizzazione delle acque, finalizzato alla valutazione dell'impatto sulla qualità delle acque;
- I valori di nutrienti misurati saranno correlati alle densità cellulari registrate sul *P. tricornutum* per valutare il rischio di eutrofizzazione associato all'intervento.

16.2.4.2 Matrice Sedimento

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	89

La valutazione della qualità dei sedimenti, diversa da quella eseguita nelle aree di dragaggio, sarà effettuata tramite:

- Descrizione macroscopica: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturali e/o antropica (Tabella 2.3 del D.M. 173/2016);
- Analisi fisiche, distribuzione granulometrica (frazioni passanti al ½ Ø, Tabella 2.3 D.M. 173/2016);
- Analisi chimiche su sedimento. Qualora dopo la verifica della validità delle analisi, la classificazione di rischio del sedimento effettuata nel corso delle campagne 2021-2022, risulti estendibile temporalmente, i descrittori ambientali misurati nel sedimento saranno quelli che in fase di caratterizzazione hanno mostrato il superamento della soglia L2 per la chimica;
- Analisi microbiologiche su sedimento. Saranno determinati i parametri che hanno mostrato livelli elevati in fase di caratterizzazione dei sedimenti con particolare riguardo per gli indicatori di qualità delle acque per balneazione, *Escherichia coli* ed Enterococchi e per gli indicatori di qualità del prodotto alieutico, Salmonelle, coliformi fecali;
- Analisi ecotossicologiche (saranno eseguiti i saggi su tre specie appartenenti a tre diversi livelli trofici utilizzando la stessa batteria adottata per la caratterizzazione dei materiali effettuata ai fini della classificazione di rischio per la movimentazione):
 - *Aliivibrio fischeri* (batteri)
 - *Phaeodactylum tricornutum* (produttori primari)
 - *Paracentrotus lividus* (echinodermi);
- Analisi chimiche su elutriato di sedimento. Determinazione dei principali descrittori correlati alle prove ecotossicologiche (ad esempio pH, ossigeno, salinità, ammonio).

16.2.4.3 Matrice Macrozoobenthos

La determinazione dei popolamenti macrozoobentonici sulle stazioni di monitoraggio del D.M. 173/16 sarà effettuata come descritto per le altre stazioni di monitoraggio mediante il prelievo di tre repliche statistiche indipendenti per stazione di campionamento con benna di tipo Van Veen. I campioni saranno setacciati con setacci con maglia di 1 mm di diametro e fissati in campo secondo le specifiche metodologiche di riferimento (ICRAM Benthos, 2001 – Scheda 1). I risultati saranno forniti mediante liste tassonomiche specie-abbondanza con determinazione per quanto possibile a livello di specie. Le determinazioni tassonomiche saranno utilizzate per il calcolo degli indici di diversità specifica e per la valutazione della qualità ambientale mediante indici sintetici (M-AMBI, AMBI, BENTIX).

16.2.4.4 Matrice Biota

L'approccio Mussel watch è un protocollo largamente utilizzato anche in Italia in ambito marino-costiero per il monitoraggio della qualità ambientale delle acque e per la valutazione dell'impatto degli interventi (ICRAM,

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	90

Scheda 1/2, 2001). I mitili utilizzati per il monitoraggio possono essere naturali (presenti in sito) oppure trapiantati; le specie comunemente utilizzate sono il *Mytilus galloprovincialis* (trapianti da impianti di acquacoltura) o la specie autoctona *Mytilus edulis* (prelievo di organismi in situ). Nel caso specifico i mitili da utilizzare dovrebbero essere trapiantati essendo le stazioni di monitoraggio individuate non idonee alla presenza di popolamenti naturali (substrato mobile, profondità non idonea).

La realizzazione dell'opera prevede tempi lunghi con impiego di trapianti multipli; non è possibile garantire l'uniformità dello stock di organismi di partenza trapiantati da popolamenti allevati nell'arco temporale necessario all'intervento. Durante gli eventi di piena e le mareggiate, fenomeni la cui occorrenza è prevedibile su base statistica per opere che implicino monitoraggi di lungo periodo, i *plume* di torbida possono determinare perdite sostanziali nelle acquisizioni del monitoraggio. Anche le dinamiche delle operazioni di cantiere potrebbero rendere complesso il posizionamento delle reste in punti ottimali alle operazioni di monitoraggio.

Infine, un aspetto sostanziale è determinato dall'impatto che gli effetti del *global change* possono avere su questa tipologia di monitoraggio, in particolare delle ondate di calore in mare (*heatwaves*). I cambiamenti globali in atto sono responsabili del riscontrato aumento in frequenza e intensità delle *heatwaves* (Oliver et al., 2018) a cui sono soggette anche le aree marino-costiere del Mediterraneo (Vellani et al., 2024).

Molti autori hanno mostrato un incremento di mortalità in massa da parte degli organismi marini, in particolare, quelli sessili e della fascia intertidale (Madeira et al., 2012) ma anche dei mitili (Galil et al., 2022; Seuront et al., 2019) che non hanno la possibilità di migrazione durante l'evento. Le proiezioni modellistiche mostrano un potenziale aumento di intensità (x10) e frequenza (x50) delle *heatwaves* nei prossimi anni (IPCC et al., 2021).

In aggiunta, i mitili mostrano una fisiologia ectoterma classicamente temperatura-dipendente che, durante gli eventi *heatwaves* (+ 5°C) è risultata nella specie *Mytilus edulis* essere associata ad un'alterazione del comportamento di apertura delle valve, dei tassi di respirazione e consumo di ossigeno e dei tassi metabolici con relativa espressione genetica alterata. Questo si riflette nell'alterazione dell'espressione di geni che codificano per i principali biomarcatori di stress (SOD, CAT, GPx) e nell'alterazione dei livelli energetici e metabolici dell'animale (Grimmelpont et al., 2024) con potenziali conseguenze sostanziali nel bioaccumulo di contaminanti e nell'espressione dei biomarcatori di stress biochimico e fisiologico.

Quanto esposto implica un concreto rischio di insuccesso delle operazioni di monitoraggio dell'opera. Si ritiene, pertanto, che questo approccio non sia preferibile in quanto potenzialmente suscettibile di elevate mortalità nelle popolazioni trapiantate e di interferenza sostanziale sulle risposte biochimiche e di bioaccumulo ottenute su una scala temporale medio-lunga di monitoraggio quale quella prevista per la realizzazione della Piattaforma Europa.

Per rispondere in modo efficace, versatile e sicuramente relazionabile all'impatto dell'opera oggetto di indagine, si propone di effettuare le determinazioni dei marcatori di stress (*biomarkers*) e bioaccumulo utilizzando la specie *H. diversicolor* sulla quale esistono norme specifiche di riferimento per la conduzione delle prove di laboratorio (ASTM E1688-19). Questa prova può essere effettuata esponendo gli organismi in condizioni di laboratorio controllate al sedimento superficiale prelevato dalle stazioni di monitoraggio previste.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	91

In ogni stazione individuata sarà prelevato il sedimento superficiale deposto (0-2 cm di spessore) per valutare quanto l'esposizione degli organismi determini induzione dello stress biochimico e bioaccumulo dei contaminanti oggetto di indagine. Questo tipo di verifica permette di eliminare le interferenze ambientali, non risente della stagionalità, può essere implementata aggiungendo stazioni che dovessero risultare critiche nel corso del tempo, può tenere conto dei livelli di stress fisiologico e di bioconcentrazione del lotto di organismi testato durante ogni prova mediante esposizione in laboratorio di controlli negativi contestuali, permette verifiche chimiche dei contaminanti presenti nel sedimento testato e di garantire, nel corso del tempo, ripetibilità e riproducibilità delle risposte. L'approccio proposto ha trovato applicazione anche nei piani di monitoraggio ambientale per le operazioni di dragaggio di grandi opere come, ad esempio, per il Porto di Ravenna, il cui PMA che prevede questo approccio per il biota è stato presentato per autorizzazione (Istanze di autorizzazione presentate con note PG/2023/210042 e PG/2023/210046 del 11/12/2023) e approvate con le determinazioni dirigenziali del SAC di ARPAE associate (DET-AMB-2024-1172 e DET-AMB-2024-1173 del 28/02/2024).

Le analisi che saranno effettuate sugli organismi esposti (test) e non esposti (controllo negativo) al sedimento prevedono la misura dei contaminanti che hanno mostrato superi delle soglie L2 in fase di caratterizzazione dei materiali e dei biomarcatori di stress principali (es. stress ossidativo, contenuto proteico, danno alle membrane cellulari).

16.2.5. Frequenze campionarie

Si riporta in Tabella una sintesi dei rilievi da effettuare sulle stazioni di campionamento individuate per fase di monitoraggio. Sono indicate le specifiche di frequenza per fase in relazione a quanto previsto dalla norma di riferimento (D.M. 173/16).

Tabella 16-1. Frequenza di monitoraggio delle varie tipologie di indagine ai sensi del D.M. 173/16.

Tipologia di indagine	Fasi		
Rilievi in colonna d'acqua (chimico-fisica, ecotossicologia, microbiologia)	<input checked="" type="checkbox"/> AO	<input checked="" type="checkbox"/> CO	<input checked="" type="checkbox"/> PO
Rilievi sui sedimenti (chimica, fisica, ecotossicologia e microbiologia ¹)	<input checked="" type="checkbox"/> AO	<input checked="" type="checkbox"/> CO	<input checked="" type="checkbox"/> PO
Comunità bentoniche dei fondi mobili	<input checked="" type="checkbox"/> AO ⁴	<input checked="" type="checkbox"/> CO ²	<input checked="" type="checkbox"/> PO ³
Bioaccumulo e/o biomarker e/o altre valutazioni ecotossicologiche relative ad organismi stanziali con particolare riferimento alle specie ittiche di interesse commerciale ⁴	<input checked="" type="checkbox"/> AO	<input type="checkbox"/> CO	<input checked="" type="checkbox"/> PO

¹ e ogni 12 mesi successivi per un minimo di un anno, limitatamente ai parametri/sostanze ritenuti maggiormente di interesse in base alla qualità/quantità dei materiali sversati e dei sedimenti superficiali del sito antecedenti l'immersione.

² Durata da modulare in fase di esecuzione del PMA in base alla durata effettiva delle operazioni di dragaggio e riempimento della cassa di colmata.

³ in relazione a quanto già eseguito in fase di caratterizzazione del sito.

⁴ In caso di presenza di sostanze con valori superiori a LCL nel materiale di dragaggio, *Ante Operam*, *Post Operam* ed ogni 12 mesi dopo il termine dei lavori, per un minimo di un anno.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	92

Durante la fase AO sarà effettuata una campagna di caratterizzazione completa per tutte le stazioni e per tutti i descrittori di interesse specifico.

Per quanto concerne le attività da effettuare durante la fase di Corso d'Opera:

- Rilievi in colonna d'acqua (chimico-fisica, ecotossicologia, microbiologia): saranno effettuate le registrazioni dei parametri chimico- fisici e il prelievo dei campioni in tutte le stazioni di campionamento su base mensile nelle fasi antecedenti e successive al dragaggio e su base quindicinale durante le operazioni di dragaggio (fase delle lavorazioni ad impatto teorico maggiore);
- Sedimenti, stagionale nelle fasi antecedenti e successive al dragaggio e su base mensile durante le operazioni di dragaggio (fase delle lavorazioni ad impatto teorico maggiore);
- Macrozoobenthos, campionamento su tutte le stazioni in tutte le fasi di monitoraggio effettuato su base stagionale;
- Bioaccumulo/biomarkers su biota: campionamento dei sedimenti e saggi di laboratorio su base stagionale.

Durante la fase PO si effettuerà un monitoraggio di tutte le stazioni e di tutti i descrittori su base annuale individuando la stagione di riferimento in relazione ai risultati ottenuti dai monitoraggi condotti in CO.

16.2.6. Specifiche a garanzia della qualità dei dati

Si riportano a seguire le specifiche che saranno applicate a garanzia della esecuzione a regola d'arte delle operazioni in campo e della qualità dei dati prodotti in fase di rilievo e di analisi di laboratorio.

Si precisa quanto segue:

- Sarà individuata una figura di riferimento con specifica esperienza a cui sarà attribuita la responsabilità di interfaccia per le comunicazioni tra soggetto attuatore del monitoraggio, referenti del soggetto esecutore dell'intervento di dragaggio e gli organismi di controllo e verifica delle ottemperanze alle prescrizioni. Tale figura di riferimento assumerà anche il ruolo di responsabile della corretta esecuzione elaborazione e restituzione dei dati acquisiti;
- I rilievi saranno condotti da strutture con esperienza specifica in merito e da personale qualificato con esperienza. La corretta esecuzione dei rilievi di campo sarà certificata da un operatore con almeno cinque anni di esperienza ed iscrizione all'ordine professionale di riferimento;
- Le strutture che effettueranno le analisi previste dal presente PMA opereranno in modo conforme a quanto previsto dal par. 2.2. "Qualità del dato", del D.M. 173/2016. In particolare, le analisi di laboratorio saranno condotte da strutture pubbliche e/o private accreditate ai sensi della UNI EN ISO 17025:2018;
- Sarà fornita evidenza del controllo delle temperature e delle modalità e tempistiche di gestione e trasporto dei campioni e dei campioni con specifiche di conservazione critiche;
- Saranno fornite le specifiche di tarature e controllo di dotazioni e apparecchiature utilizzate per le analisi e per i rilievi in campo (ove applicabile).

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	93

16.2.7. Specifiche a chiusura

In relazione a quanto riportato nel presente PMA attuativo integrato si precisa quanto segue:

- Le pianificazioni relative alle tempistiche delle fasi CO sono da considerarsi indicative in quanto legate all'avanzamento dell'opera e, pertanto, suscettibili di sfasamenti temporali, variazioni nelle frequenze in funzione dell'evoluzione delle attività di esecuzione del dragaggio da parte del soggetto esecutore;
- Sulla base dei risultati ottenuti dalle prime fasi di monitoraggio CO e dai rilievi PO possono essere decise variazioni e/o integrazioni di frequenze e rilievi per ottimizzare la verifica dell'evoluzione della qualità ambientale e per perseguire gli scopi di tutela dell'ambiente;
- Tutte le variazioni sostanziali che dovessero essere apportate in corso d'opera saranno comunicate tempestivamente e opportunamente motivate dal punto di vista tecnico-scientifico e/o operativo incluse le motivazioni legate a condizioni di contesto ambientale e di sicurezza;
- La sicurezza degli operatori sarà considerata prioritaria, eventuali variazioni al PMA che dovessero derivare da questioni di sicurezza e tutela dei lavoratori saranno applicate dandone opportuna comunicazione tempestiva, motivandole e proponendo, per approvazione da parte degli Enti di controllo, soluzioni alternative e adattamenti tecnici che permettano di garantire il perseguimento dello stesso livello di controllo rispetto alla qualità ambientale.

16.3. Descrittori della Marine strategy Framework Directive

La conservazione e la protezione di habitat e specie marine rientra nel quadro di attenzione di diverse normativa europea, tra le quali, la più recente è la Marine Strategy Framework Directive (MSFD - 2008/56/CE) che, dalla fascia costiera, estende spazialmente le valutazioni verso il mare con nuovi de-scrittori rispetto alla Direttiva Quadro sulle Acque (WFD 2000/60/CE).

La Direttiva si basa su un approccio integrato tramite lo studio di undici descrittori (vedi tabella) e fissa come obiettivo per gli stati membri il raggiungimento di un buono stato ecologico per le proprie acque marine. Coordinate dal Ministero della Transizione Ecologica, le Regioni costiere conducono i monitoraggi con le ARPA sui moduli/descrittori più rispondenti alle peculiarità geomorfologiche e alle pressioni insistenti sull'areale marino di interesse.

Tabella 16-2. I descrittori inseriti nella strategia quadro per la protezione dell'ambiente marino

Descrittore 1:	La biodiversità è mantenuta. La qualità e la presenza di habitat nonché la distribuzione e l'abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche.
Descrittore 2:	Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi.
Descrittore 3:	Le popolazioni di tutti i pesci, molluschi e crostacei sfruttati a fini commerciali restano entro limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock.

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale		DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0		Aprile 2024	0	94

Descrittore 4:	Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l'abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva.
Descrittore 5:	È ridotta al minimo l'eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell'ecosistema, fioriture algali nocive e carenza di ossigeno nelle acque di fondo.
Descrittore 6:	L'integrità del fondo marino è ad un livello tale da garantire che la struttura e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, in particolare, non abbiano subito effetti negativi
Descrittore 7:	La modifica permanente delle condizioni idrografiche non influisce negativamente sugli ecosistemi marini.
Descrittore 8:	Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti.
Descrittore 9:	I contaminanti presenti nei pesci e in altri prodotti della pesca in mare destinati al consumo umano non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti.
Descrittore 10:	Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all'ambiente costiero e marino.
Descrittore 11:	L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli che non hanno effetti negativi sull'ambiente marino.

Nel settore marino in prossimità del porto, in linea con la MSFD, sono già attive stazioni del monitoraggio istituzionale operato da ARPA Toscana, che forniscono un quadro di riferimento dello stato qualitativo (ecologico e chimico fisico) dell'ambiente marino costiero. La definizione delle componenti biologiche da inserire nel PMA per la valutazione dell'impatto dell'opera nel suo complesso esecutivo è stata effettuata alla luce dei descrittori citati.

Il descrittore 1 si caratterizza per un elevato livello di complessità, considerando le numerose componenti ambientali che include (uccelli, mammiferi, rettili, pesci, habitat pelagici e habitat bentonici). Nelle vicinanze del porto, le componenti ecologiche di maggiore interesse comprese nel descrittore, sono rappresentate dagli habitat bentonici del coralligeno e le praterie di fanerogame marine.

Per le specie demersali, che includono anche organismi commerciali che si pescano nelle aree antistanti, esistono dati ricavabili dalle quantità commercializzate nei mercati ittici. Il forte rumore di fondo già presente nel porto e la trasformazione del territorio sono un fattore limitante per molte specie ornitiche e l'avifauna è principalmente rappresentate dalla specie che svernano nelle acque circostanti le opere foranee. Particolare attenzione deve invece essere rivolta ai mammiferi e rettili marini per la vicinanza delle opere alla Zona Speciale di Conservazione (ZSC) "tutela del *Tursiops truncatus*", la cui perimetrazione si estende fino alla linea di costa, interessando anche il bacino interno all'area portuale industriale.

Tenuto conto che l'area di possibile impatto dei lavori interessa il settore marino antistante il porto, si ritiene quindi opportuno che il PMA preveda anche monitoraggi sia acustici che a vista per mammiferi e rettili marini.

Per il descrittore 2 che considera la presenza di specie non indigene (NIS) o di alghe tossiche tra le maggiori minacce alla biodiversità nei mari, si ritiene che, tenuto conto della tipologia dei lavori previsti che includono limitate demolizioni di pennelli o moli, la dispersione di NIS per distacco dai massi nel porto e verso il mare sia relativamente bassa in fase di cantiere.

Il descrittore 3 prevede che le popolazioni di tutti i pesci e molluschi/crosteacei sfruttati commercialmente dalla pesca siano all'interno di limiti biologicamente sicuri e presentino una ripartizione per taglia ed età indicative di uno stato di salute soddisfacente dello stock; si è quindi ritenuto opportuno inserire nel PMA un'indagine anche su questo comparto biologico.

Il descrittore 4, relativo alla valutazione delle reti trofiche marine, ha lo scopo di valutare le modalità per il raggiungimento e il mantenimento del buono stato ecologico attraverso una serie criteri ed indicatori, che sono

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	95

ripresi integralmente nel presente piano di monitoraggio, così che i dati vadano ad integrare la rete già in essere ed operata da ARPA Toscana.

Con riferimento al descrittore 5 si può osservare che la fascia costiera circostante l'area portuale di Livorno presenta uno stato generalmente, buono, anche se non mancano aspetti di criticità (es. accumulo di IPA nei mitili, arretramento delle praterie di *Posidonia oceanica*), imputabili anche ad impatti antropici.

Il descrittore 6 ha lo scopo di assicurare che le pressioni generate da attività antropiche sui fondi marini non influiscano negativamente sulle componenti dell'ecosistema marino, in particolare sulle comunità bentoniche e gli habitat ad esse associati. Tenuto conto della tipologia delle opere da realizzare, delle lavorazioni previste e delle mitigazioni previste, si ritiene che l'ambiente marino limitrofo possa risentire in parte delle pressioni previste dal descrittore (es. sedimentazione, asportazione meccanica) ma più come conseguenza della presenza dello scolmatore che per le modifiche introdotte alla configurazione del porto.

Il descrittore 7 prevede che ogni alterazione permanente delle condizioni idrografiche derivanti dalle attività umane non abbia effetti negativi sugli ecosistemi costieri e marini. Dalle simulazioni modellistiche si evince che la nuova conformazione delle opere non apporta significative variazioni idrodinamiche, è comunque previsto un monitoraggio del moto ondoso e delle correnti nelle aree circostanti il porto.

Il descrittore 8 e il descrittore 9 pur avendo obiettivi finali diversi (ambiente marino - pesci e altri prodotti della pesca in mare) richiedono entrambi che i contaminanti si mantengano entro limiti accettabili o non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione. La problematica della contaminazione potrebbe innescarsi durante le fasi di dragaggio che potrebbero rilasciare i contaminanti presenti in sospensione nell'acqua o in aggregazione alle particelle. Il PMA include quindi una serie di misure per verificare eventuali variazioni alla colonna d'acqua e ai sedimenti, oltre ad una serie di analisi dirette sulle specie locali di interesse alieutico includendo anche i molluschi bivalvi che sono oggetto di attività di pesca.

Il descrittore 10 ha l'obiettivo di verificare che le proprietà e le quantità di rifiuti marini non arrechino danni all'ambiente costiero e marino. Nello specifico, la MSFD mira a limitare i loro effetti negativi sugli organismi marini e sulla salute umana. Durante la realizzazione delle opere di progetto, per materiali derivanti dalla demolizione saranno predisposte delle apposite aree di stoccaggio per il loro riutilizzo. I materiali non riutilizzabili saranno conferiti in discarica. Riguardo a questo descrittore, si rimanda alle misure di mitigazione inserite in progetto ed al Piano di Gestione Ambientale del Cantiere che, tra le altre cose, regola la corretta gestione dei rifiuti prodotti durante le attività di cantiere, tanto nelle aree a terra che nelle aree a mare.

Per il Descrittore 11 relativo al rumore sottomarino, il buono stato ecologico è attribuito quando "L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli che non hanno effetti negativi sull'ambiente marino". Al riguardo, particolare attenzione deve essere rivolta ai mammiferi marini considerando la vicinanza delle opere all'area protetta sopracitata. Appare pertanto significativo inserire nel PMA monitoraggi acustici in concomitanza con le lavorazioni più impattanti. Per le specifiche del monitoraggio acustico si rimanda alla specifica trattazione riportata in questo capitolo.

Per verificare che l'opera non apporti un impatto significativo sulla qualità del corpo idrico costiero di interesse, il monitoraggio sarà finalizzato alla definizione dello stato qualitativo dei descrittori individuati dalla MSFD su

stazioni fisse e/o transetti includendo gli elementi della qualità biologica individuati nella Figura a seguire. I monitoraggi prevederanno l'analisi di tutte le matrici ambientali (acqua, biota, sedimenti) ai sensi della normativa vigente e in accordo con i monitoraggi istituzionali di ARPAT applicando le medesime metodologie, per la definizione dello stato chimico ed ecologico dell'area di interesse. La classificazione dei corpi idrici costieri viene determinata in base allo stato ecologico, secondo le indicazioni della Direttiva 200/60/CE. A ciascun corpo idrico vengono assegnati uno stato ecologico e uno stato chimico.

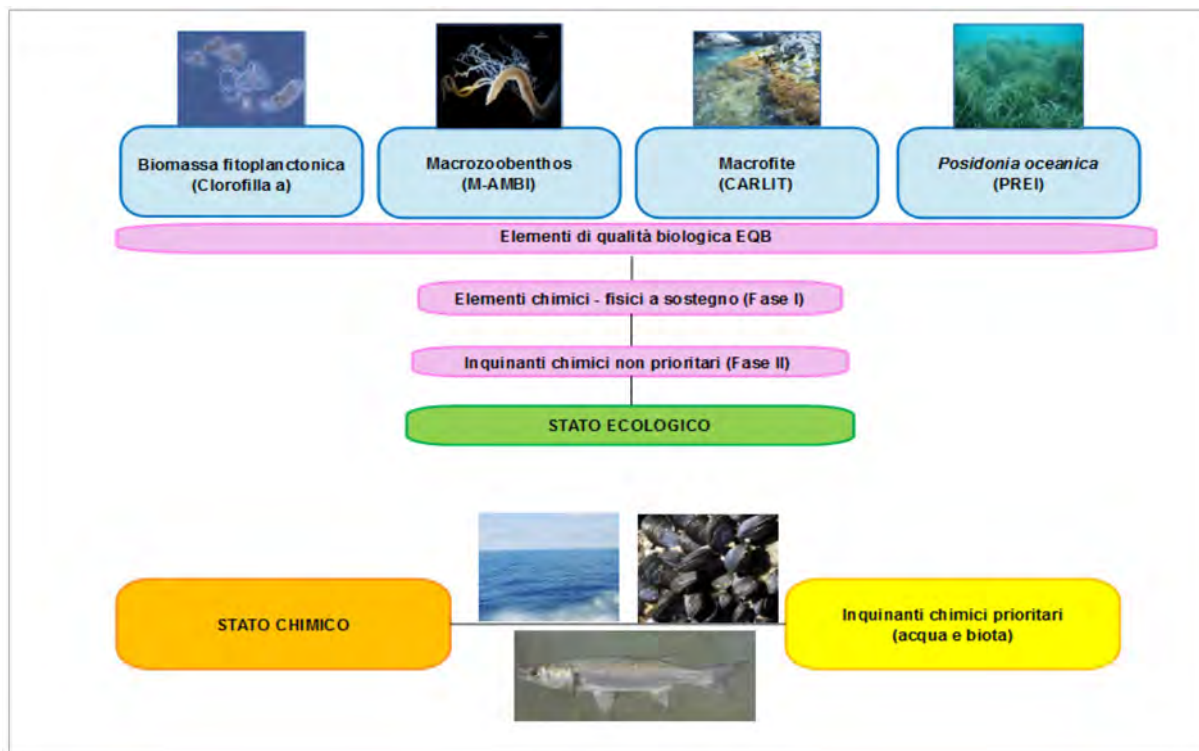


Figura 16-3 - Classificazione ecologica e chimica dei corpi idrici.

In linea generale per la definizione dello Stato Ecologico saranno presi in esame gli esiti dei monitoraggi sugli elementi di qualità biologica, di qualità fisico-chimica a sostegno e degli inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità (tabella 1/B colonna d'acqua del D.Lgs 172/15), secondo quanto riportato nelle indicazioni del D.M. 260/2010 e le successive modifiche apportate dalla Decisione della Commissione Europea 2018/229/UE.

Gli elementi di qualità biologica che verranno monitorati saranno:

- Biomassa fitoplanctonica (clorofilla-a)
- Macrozoobenthos (indici di diversità specifica, diversità, ricchezza, equiripartizione, abbondanza, qualità ambientale mediante calcolo di M-AMBI, AMBI, BENTIX)
- Macrofite (indice Carlit)
- *Posidonia oceanica* (indice PREI)

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	97

Saranno inoltre monitorati i parametri chimico-fisici principali della colonna d'acqua quali, ad esempio, temperatura e salinità che contribuiscono alla definizione della densità dell'acqua di mare e, quindi, della stabilità, parametro su cui è basata la tipizzazione su base idrologica. Dalla stabilità della colonna d'acqua discende la tipo-specificità delle metriche e degli indici utilizzati per la classificazione degli EQB.

La trasparenza, misurata tramite Disco Secchi, sarà impiegata come elemento ausiliario per integrare e migliorare l'interpretazione del monitoraggio degli EQB, in modo da pervenire all'assegnazione di uno stato ecologico certo.

16.3.1. Descrittore 1 – Conservazione degli habitat

La valutazione sarà effettuata mediante approccio GIS. Saranno sovrapposte le cartografie tematiche acquisite nell'area fisiografica di riferimento relative alla mappatura della distribuzione in ambito marino delle principali biocenosi e specie di interesse conservazionistico censiti dalla Direttiva Habitat. Sulla base delle cartografie disponibili si valuterà nel tempo che la qualità e la presenza di habitat nonché la distribuzione e l'abbondanza delle specie siano in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche dell'area di interesse.

16.3.2. Descrittore 2 – Specie non autoctone (aliene)

16.3.2.1 *Introduzione al contesto normativo specifico*

A partire dalla Convenzione di Washington nel 1973, che disciplina il commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione, la normativa nazionale è stata influenzata ed è indirizzata ad assicurare la conservazione e l'uso sostenibile degli ecosistemi e delle specie che li compongono. A livello europeo inoltre sono numerose le azioni intraprese al fine di favorire la conservazione degli habitat e la reintroduzione di specie indigene in caso di studi che ne confermino l'efficacia. Oltre ciò dalla Convenzione di Berna sono state approvate raccomandazioni in materia di specie alloctone. A seguito della Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro del giugno del 1992 sono stati inoltre adottati, da parte dei firmatari, dei principi guida di gestione per le specie alloctone invasive che impongono di affrontare i problemi legati alla loro introduzione ed eradicazione quando possibile, controllando quelle per le quali questo non sia fattibile. Nel 1995 la Convenzione di Barcellona all'articolo 6 lettera d) del Protocollo SPA (Special Protected Areas) e Biodiversità richiede ai contraenti di regolamentare reintroduzioni e introduzioni di specie alloctone nelle aree strettamente individuate nel Protocollo stesso. Nel medesimo impegna poi, con l'articolo 13 ad intraprendere le misure necessarie per regolamentare introduzione intenzionale o accidentale di specie non indigene ed impone l'eradicazione di specie già introdotte che rappresentino una minaccia per gli ecosistemi del Mediterraneo. A partire dal 2003 l'Europa attraverso la Strategia Europea sulle Specie Alloctone Invasive con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo di misure coordinate per minimizzare gli impatti negativi delle specie alloctone sulla biodiversità dell'Europa. Nello specifico per gli ambienti marini è stato stilato nello stesso anno il Codice di Condotta per l'Introduzione e il Trasferimento di Organismi Marini, a cura dell'International Council for the Exploration of the Sea (ICES). A livello Comunitario tali Convenzioni ratificate sono state applicate

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	98

Direttive come, ad esempio, la Direttiva Uccelli (79/409/CEE) e la Direttiva Habitat (94/43/CEE), mentre a livello Nazionale la legislazione in merito è corposa già a partire dalla Legge n 874 del 19 dicembre 1975 per la ratifica della Convenzione di Washington.

Nello specifico i principali riferimenti normativi volti al contenimento della diffusione delle NIS (*Non Indigenus Species*) sono il Reg. (UE) N. 1143/2014 e il Reg (CE) N. 708/2007 relativo all'impiego in acquacoltura di specie esotiche e di specie localmente assenti e successive modifiche Reg. (CE) 506/2008, Reg. (CE) 535/2008, Reg. (UE) 304/2011. La Ballast Water Management Convention (BWM) è stata adottata per il controllo e la gestione delle acque di zavorra e dei sedimenti, è entrata in vigore nel 2017 in ambito internazionale. Per la definizione del buono stato di salute ambientale (GES) per il Descrittore 2, la Direttiva 2008/56/CE sulla strategia per l'ambiente marino fa riferimento alle alterazioni ambientali negative che possono essere indotte dalle IAS (Invasive Alien Species) sulla componente biologica, fisica e chimica degli ecosistemi. Per la valutazione ambientale del buono stato di salute delle acque marine l'Unione Europea si basa sulla Decisione 2017/848/UE definisce i criteri e le norme metodologiche relative al buono stato ecologico mediante metodi standardizzati di monitoraggio e valutazione indicando un criterio primario (riduzione a zero di specie non indigene) e due criteri secondari (definiti da abbondanza e distribuzione il primo e percentuali del gruppo di specie ed estensione territoriale il secondo).

In Italia nel 2018 è entrato in vigore il Decreto Legislativo n 230 del 15 dicembre 2017 per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni comunitarie. Il Decreto disciplina, dunque, in materia di introduzione, gestione, monitoraggio ed eradicazione delle specie esotiche. Al fine di applicare l'articolo 18 di tale Decreto, lo scorso anno è stato emanato il Decreto Linee Guida Per Monitoraggio Specie Esotiche Invasive n.12 del 16 marzo 2022. Le Linee Guida individuano i ruoli ed i compiti dei soggetti coinvolti nell'ambito del Sistema di sorveglianza delle specie esotiche invasive di rilevanza nazionale ed europea; inoltre, contiene le indicazioni per impostare i sistemi ed i programmi di monitoraggio regionali e provinciali. Secondo quanto espresso nell'Allegato I del suddetto Decreto le Regioni e le Province autonome, al fine di ottimizzare i piani di monitoraggio, possono avvalersi di quanto già preposto per l'attuazione dell'articolo 11 della direttiva 92/43/CEE ("Direttiva Habitat"), dell'articolo 8 della direttiva 2000/60/CE ("Direttiva Acque") e dell'articolo 11 della direttiva 2008/56/CE (Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino). Risultano pertanto prioritari, per la realizzazione dei monitoraggi, le aree prospicienti i possibili siti di ingresso (i.e. porti) o diffusione (i.e. vivai o allevamenti), così come le aree di connessione ecologica, particolarmente sensibili o vulnerabili come aree protette o siti Natura 2000.

L'elenco completo ed aggiornato delle specie non indigene è riportato annualmente da ISPRA sul sito www.specieinvasive.it la cui distribuzione è, come richiesto ai sensi dell'articolo 24 del Regolamento Europeo 1143/14, rappresentata mediante mappe con reticolo 10x10. Le Regioni e le Province autonome ai sensi dell'articolo 18 comma 5 del D. Lgs n. 230 del 2017 provvedono alla trasmissione delle informazioni in materia ad ISPRA stesso. Ogni dato di presenza, cui va attribuita anche un'indicazione dello status (occasionale o acclimatata), va georeferenziato per la trasmissione agli organi di controllo.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	99

16.3.2.2 Strategia di monitoraggio

La valutazione dell'impatto dell'opera sulle specie non autoctone (aliene) sarà condotta mediante monitoraggio specifico nel tempo con la finalità di verificare che le specie non indigene introdotte restino a livelli tali da non determinare un'alterazione negativa dell'ecosistema e degli habitat presenti nell'area di studio.

Prima dell'avvio dei lavori sarà effettuato un censimento sulle piattaforme di pubblica consultazione, su base bibliografica e della letteratura grigia e per definire la distribuzione delle specie aliene segnalate nell'area di studio. A partire dal dato distributivo più aggiornato si effettuerà una campagna di monitoraggio AO per la definizione dei livelli di penetrazione delle specie aliene in ambito portuale (Porto di Livorno) e sugli habitat prioritari a tutela speciale (Secche della Meloria), prateria di *Posidonia oceanica* e coralligeno. All'interno del porto di Livorno l'ARPA Toscana, secondo quanto pubblicato nelle liste del Modulo 3 per la Strategia Marina (Descrittore 2) aggiornato a febbraio 2024, ha riscontrato un totale di 30 specie non indigene (NIS) nei circa 270 campioni raccolti nell'area portuale di Livorno. Le specie individuate fanno parte sia del fitoplancton che del macro- e megazoobenthos.

L'acquisizione di dati relativi alla presenza ed abbondanza di specie NIS sarà effettuata sia su stazioni definite con la specifica finalità di condurre questa indagine, sia su tutte le stazioni sulle quali si prevede il monitoraggio della componente biologica. Su queste, le acquisizioni del dato saranno condotte in concomitanza dei rilievi biologici standard sulla biodiversità presente, andando ad indicare nella check-list specie-abbondanza l'appartenenza alla categoria NIS.

Ad eccezione delle stazioni riferite al Porto di Livorno, per le stazioni posizionate su prateria di fanerogame, coralligeno e secche della Meloria si condurranno i rilievi delle specie aliene nelle stesse stazioni utilizzate per la definizione della qualità ambientale mediante il descrittore specifico. Per tutte le stazioni in cui sarà effettuata l'analisi del macrobenthos di fondo mobile si effettuerà in contemporanea al censimento delle specie presenti anche la segnalazione delle specie aliene rilevate (NIS) secondo le specifiche di censimento e segnalazione previste dalle linee guida ministeriali. Le campagne, condotte secondo la scheda metodologia ICRAM, Metodologie analitiche di riferimento – Benthos (2001) – Scheda 1, permetteranno di individuare l'eventuale accrescimento quantitativo di tali specie, per lo più caratterizzate da una buona capacità di adattarsi ad ambienti perturbati e dalle abitudini trofiche miste che ne determinano la natura opportunistica e l'alta capacità adattiva.

Per quanto riguarda la componente fito e zoo-bentonica presente nel porto di Livorno, data la presenza segnalata da ARPAT di 30 specie NIS e il potenziale contributo incrementale sul traffico navale dovuto all'opera di ampliamento del porto, la dinamica di distribuzione delle specie NIS sarà valutata non solo in relazione alla pressione selettiva esercitata dall'escavo ma anche e soprattutto dalla disponibilità di nuovi substrati solidi colonizzabili derivanti dalla realizzazione delle strutture sopraflutto.

Saranno quindi previsti, oltre a stazioni interne all'ambito portuale anche stazioni posizionate sulle strutture solide posizionate allo scopo specifico come descritto nella figura sotto riportata.

Le specie non indigene fitoplanctoniche, *Ostreopsis ovata* e *Pseudo-nitzschia multistriata*, sono oggetto di monitoraggio da parte delle agenzie regionali per le acque territoriali e pertanto i loro livelli storici potranno

essere valutati dall'analisi dei documenti messi a disposizione dall'Agenzia stessa. Inoltre, sulle stazioni in cui si effettuerà il monitoraggio della colonna d'acqua, nell'area antistante la zona di intervento, saranno effettuati prelievi secondo quanto previsto dalle metodiche di Campionamento e Determinazione del Fitoplancton (ICRAM Metodologie analitiche di riferimento – acque 2001, Scheda 1 e UNI EN 15204:2006) per la determinazione di specie NIS nel comparto fito- e zooplanctonico.

La frequenza del monitoraggio è dipendente dalla tipologia di areale considerato e dalle specie individuate, ad esempio per i popolamenti coralligeni, costituiti principalmente da organismi con lunghi cicli di vita e che non mostrano importanti variazioni stagionali (Abbiati et al., 2009) la cadenza di campionamento può essere minimo annuale. Variazioni strutturali sono state osservate nella componente macroalgale tra fine primavera ed estate (Piazzi et al., 2004), al contrario la presenza di specie aliene come *Caulerpa cylindracea* raggiunge la massima copertura a fine estate, inizio della stagione autunnale. Per i gruppi tassonomici a ciclo biologico rapido, si prevede un campionamento stagionale.



Figura 16-4 - Stazioni di rilievo delle specie NIS. Le stazioni aggiuntive per il censimento delle specie NIS sono indicate con la sigla (NIS da 1 a 3) in tutte le altre stazioni la presenza di specie NIS sarà determinata contemporaneamente al rilievo delle specie autoctone per la valutazione della qualità ambientale (7 stazioni AM). Per la stazione AM5, si precisa che il rilievo specie NIS sarà condotto anche su substrato solido (pennello esistente) e non solo sulle matrici per la qualità ambientale.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	101

Le stazioni indicate con il codice NIS_1 e NIS_2 saranno campionate a partire dalla costruzione dell'infrastruttura attualmente non esistente. Su tutte le stazioni AMx non è previsto uno sforzo aggiuntivo ma il censimento delle specie NIS seguirà la campagna di rilievo tassonomica e di qualità delle acque prevista per gli altri descrittori della qualità ambientale. Nella stazione AM5, si precisa che il rilievo specie NIS sarà condotto anche su substrato solido (rilievo aggiuntivo su pennello esistente) e non solo sulle matrici di campionamento previste per la definizione della qualità ambientale.

La determinazione dell'aumento dell'epimegabenthos vagile (organismi che si muovono nella colonna d'acqua e a contatto col fondo marino) sarà determinato nelle fasi di progetto mediante campionamenti mirati con l'uso di nasse, posizionate nelle aree di campionamento del macrozoobenthos (vedi campionamento per le specie ittiche alieutiche).

Il monitoraggio delle specie NIS sarà condotto con le modalità di censimento descritte in questo capitolo sia prima dell'avvio dei lavori (fase AO) sia nelle fasi CO utilizzando larga parte dei rilievi sulla componente biota che saranno effettuati durante il monitoraggio della qualità ambientale. In fase PO il monitoraggio delle specie NIS sarà esteso ai tre anni successivi alla chiusura del cantiere come da prescrizione.

16.3.3. Descrittore 3 - Risorse alieutiche e impatto sulla pesca

L'obiettivo del monitoraggio condotto sulle risorse alieutiche e di interesse per la pesca è quello di valutare l'impatto sulle popolazioni di tutti i pesci, molluschi e crostacei sfruttati a fini commerciali. In particolare, in allineamento con gli obiettivi della MSFD, l'impatto è trascurabile se questi restano entro limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock.

L'area marina situata tra il porto di Livorno e le Secche della Meloria è interessata da sempre dalla pesca professionistica artigianale (piccola pesca) grazie ai ricchi popolamenti ittici che la contraddistinguono. Le valutazioni della componente specifica e delle variazioni stagionali della fauna ittica di interesse alieutico sono fattori importanti nella conoscenza di queste aree, in quanto permettono di comprenderne le potenzialità e valutarne la produttività favorendo quindi la comprensione dei possibili effetti dell'opera su questa componente.

Il PMA prevede per questo descrittore, in accordo con quanto richiesto dal MASE, quindi le seguenti tipologie di approccio:

- Studio bibliografico con descrizione dei popolamenti ittici presenti nell'area, con riferimento alla presenza di eventuali aree di nursery e riproduzione;
- Studio e approfondimento delle attuali conoscenze sulla realtà del settore ittico delle principali flottiglie interessate dall'opera (Livorno, Marina di Pisa e Bocca di Serchio);
- Studio mirato alla valutazione dello sforzo di pesca sulla risorsa *Aphia minuta*;
- Studio sulle variazioni della risorsa commerciale rappresentata da *Anguilla anguilla*;
- Indagine sulle variazioni della risorsa commerciale rappresentata dai molluschi bivalvi eduli (*Donax trunculus* e *Chamelea gallina*);

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	102

- Indagine di pesca scientifica per il monitoraggio delle specie bersaglio della piccola pesca.

In tutte le fasi del progetto si provvederà alla raccolta dati utilizzando sia la tecnica delle campagne di pesca che la tecnica dei censimenti su pescato. I dati storici e attuali saranno reperiti presso le principali marinerie interessate, sarà effettuato uno studio quantitativo del pescato proveniente le aree antistanti quelle di progetto e soggette alla pesca professionale. Saranno eseguite interviste e ricerche di mercato dirette e sulle serie storiche delle catture commerciali della pesca, che rappresentano una fonte facilmente accessibile di dati, sebbene affetti da una serie di errori come la vendita illegale di pescato e pressioni diverse sulle specie commerciali legate alle dinamiche dei prezzi. Tali statistiche del materiale sbarcato per i porti di Livorno, Marina di Pisa e Bocca di Serchio forniranno utili informazioni sul pescato rappresentativo e sulle catture relative ad un'ampia area sfruttata del litorale Toscano e permetteranno di valutare andamenti di flessione del pescato in relazione all'intervento. Le campagne di pesca sperimentale permetteranno, inoltre, di definire i livelli associati alle diverse aree di indagine collocate sia in prossimità di zone protette ad alto valore ecologico che a distanza progressiva dal sito di impatto per valutarne l'interferenza specifica. I dati raccolti sia da censimento che da campagne di indagine diretta saranno associati ai dati sulle uscite delle imbarcazioni da pesca e ai dati meteorologici e climatici per valutare l'impatto della pressione da sforzo di pesca e dei cambiamenti climatici sulle evidenze rilevate e discriminare questi impatti dalla pressione potenzialmente legata all'opera.

Una particolare attenzione sarà rivolta alla definizione dei popolamenti ittici presenti nell'area, con riferimento alla presenza di eventuali aree di nursery e riproduzione. Questa attività sarà condotta mediante analisi bibliografica e mediante la sovrapposizione su GIS di dati estrapolati dalle banche dati e piattaforme disponibili online e dalla letteratura grigia esistente anche in relazione alle campagne di pesca scientifica condotta nel corso del tempo per varie finalità nell'area di interesse specifico. Saranno, inoltre, integrati i dati utili acquisiti nell'ambito dei censimenti e delle interviste agli operatori economici del territorio e alle evidenze ottenute dai rilievi biologici e dalle campagne di pesca.

16.3.3.1 Valutazione della risorsa commerciale *Aphia minuta*

Il rossetto (*Aphia minuta*) è un gobide, la cui taglia massima può raggiungere i 6 cm. Questa specie in Italia rappresenta un'importante risorsa della pesca nei mesi invernali. Si tratta di un'attività di pesca tradizionale della flotta artigianale molto diffusa nel Mar Ligure (Relini et al., 1998), Tirreno (Auteri et al., 1998), Adriatico (Ungaro et al., 1994; Frogliani et al., 1998) e Sardegna (Cau, 2000). Questa pesca viene realizzata anche in altre aree mediterranee come le Baleari e la costa continentale spagnola (Iglesias e Morales-Nin, 2001).

Lo svolgimento di questa pesca tradizionale è concesso previo autorizzazioni in deroga, in quanto si effettua esclusivamente con la "sciabica" ed interessa la fascia delle 3 miglia dalla costa. La sciabica da rossetto è una rete utilizzata per la pesca a strascico, con assetto verticale, caratterizzata da una maglia molto piccola, le cui dimensioni sono al di sotto di quelle minime autorizzate nel regolamento per la pesca nel Mediterraneo per questo tipo di attrezzo (Council Regulation, EC N. 1967/2006 del 21/12/2006 Concerning management measures for the sustainable exploitation of fishery resources in the Mediterranean Sea, in sostituzione del EEC N. 2847/93 and Repealing Regulation EC N. 1626/94) nonché nel Regolamento (UE) n.1241/2019).

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	103

Essendo l'oggetto del monitoraggio l'andamento della risorsa *Aphia minuta* catturata ai fini commerciali un tipo di pesca monospecifica, si ritiene utile il monitoraggio dell'intero sbarcato, e non del singolo peschereccio, per una reale valutazione delle oscillazioni della popolazione. Inoltre, valutata la natura della tipologia di pesca, eseguibile solo in deroga e operante sino al 31 marzo 2024 secondo il documento "Adozione del Piano di Gestione nazionale per la pesca del rossetto (*Aphia minuta*) nei compartimenti marittimi della regione Toscana e della regione Liguria", i dati sulle biomasse e lo sforzo di pesca sono soggetti a monitoraggio e pertanto disponibili in serie storiche consultabili. Il monitoraggio sarà pertanto condotto su tutta la flotta di pesca del rossetto su base mensile e non su un singolo peschereccio.

La disponibilità del dato pregresso e la raccolta sul campo dei nuovi dati durante i mesi di attività con una frequenza di censimento mensile, consentirà una reale valutazione dello stato del popolamento, basandosi sull'indice CPUE. Tale indicatore è volto a valutare lo sforzo per unità di pesca e si esprime in kg/giorno/barca, è largamente usato dai biologi per determinare le variazioni nella biomassa e dagli economisti come misura dell'efficienza della flotta. Il valore limite (LRP - Limit Reference Point) per la regione Toscana è attualmente fissato a 8,5 kg/giorno/barca mentre per il triennio 2020-2021 è risultato pari a 19,3 kg di cattura al giorno per barca. Tali valori saranno utilizzati come metro di paragone per la valutazione dei nuovi dati riferiti al monitoraggio sugli effetti specifici del progetto.

16.3.3.2 Valutazione della risorsa commerciale *Anguilla anguilla*

La pesca dell'anguilla europea *Anguilla anguilla* è sottoposta a stringente legislatura che per l'anno 2024 non è ancora stata aggiornata ma che prevede la chiusura completa della pesca a mare della risorsa, sia professionale che sportiva e il fermo pesca per i primi tre mesi dell'anno più altri tre mesi a discrezione Nazionale. Viste le misure legate alla pesca e alla gestione della risorsa, come il divieto nei mesi di fermo di bloccare la natura migratoria della specie, si ritiene che per valutare al meglio le variazioni e l'incidenza dell'opera per la risorsa sia utile effettuare la raccolta dei dati, storici e su campo con frequenza annuale al termine della stagione di pesca presso i mercati locali con riferimento al sito geografico di pesca degli animali. Tali dati saranno elaborati e valutati su base statistica per definire le variazioni significative dovute all'intervento. I dati saranno analizzati anche in considerazione delle condizioni climatiche generali, dei dati bibliografici e delle evidenze scientifiche sul detrimento della risorsa su base Mediterranea e sui fenomeni di piena dello Scolmatore che potrebbero contribuire in modo sostanziale sulla disponibilità della risorsa alieutica.

16.3.3.3 Impatto sulla pesca

Il PMA prevede la realizzazione di campagne stagionali di pesca scientifica da eseguirsi nelle tre fasi dell'opera. L'area di studio, oltre a comprendere quella antistante le opere di progetto (PE1), è stata ampliata alla parte meridionale del litorale di Livorno (PE2) e a quella settentrionale (PE3), a nord dello Scolmatore, al fine di poter conoscere lo stato di fatto e di progetto di tutta la costa livornese. La posizione delle stazioni di monitoraggio è riportata in figura.

16.3.3.4 Campagne di pesca con reti fisse da imbrocco

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	104

Il supporto tecnico e nautico alle attività di pesca sarà fornito da pescatori professionisti. La metodica da utilizzare prevede la posa di sei reti da imbrocco monofilamento della lunghezza di 100 m (tre con maglia 30 mm e tre con magli 50 mm); tecnica largamente utilizzata per questo tipologia di indagini (Maio et al., 2004; ARPAV, 2007).

Saranno registrate le coordinate di cala (inizio e fine pezza), la profondità di pesca, le condizioni meteo marine. Per ogni campagna di pesca si prevede la posa alla sera; i pesci catturati verranno mantenuti refrigerati dopo il salpamento per il loro trasporto al laboratorio.

Tutto il materiale raccolto dalla rete durante ogni cala verrà diviso nelle seguenti categorie:

- Pesci (frazione composta da tutte le specie di pesci teleostei e selaci);
- Crostacei (frazione del pescato costituita da tutte le specie di Crostacei, Decapodi e Stomatopodi);
- Cefalopodi (frazione formata da tutte le specie di Cefalopodi, Decapodi ed Ottopodi);
- Altre specie commerciabili (frazione composta da tutte quelle specie di interesse commerciale, almeno su base locale);
- Biocenosi bentoniche (specie dell'epimegabenthos come celenterati, echinodermi, tunicati, ecc.);
- Presenza e abbondanza di specie NIS;
- Rifiuti (frazione di origine antropica, possibilmente con indicazioni qualitative e quantitative).

In laboratorio le indagini saranno condotte su tutte le specie commerciali e di interesse comunitario mediante la determinazione tassonomica e la registrazione dei dati biometrici.

Per quanto riguarda i pesci, verrà misurata la lunghezza totale (LT in cm, dalla punta del muso alla fine della coda); per i crostacei sarà misurata la lunghezza del carapace (LC in mm, dal margine posteriore dell'orbita al margine posteriore mediano del carapace); per i cefalopodi la lunghezza dorsale del mantello (per gli Ottopodi, LM in cm, intesa come la lunghezza del mantello dalla sua estremità posteriore fino alla linea ideale che passa tra gli occhi; per i Decapodi come la lunghezza del mantello dalla sua estremità posteriore fino a quella anteriore).

Verranno poi determinati il sesso e lo stato di maturità delle gonadi (in accordo alle scale di maturità MEDITS) insieme al peso individuale (PT), al decimo di grammo.

Verrà inoltre calcolata la sex-ratio delle specie bersaglio più rappresentative, secondo la seguente formula:

$$\text{Sex ratio (\%)} = \frac{N \text{ Femmine}}{(N \text{ Femmine} + N \text{ Maschi})} * 100$$

I dati raccolti durante la campagna e registrati su appositi moduli e tabelle, saranno informatizzati e serviranno per il calcolo degli indici di abbondanza in biomassa (kg/km²) e densità (N/km²). Inoltre, le misurazioni delle taglie permetteranno di realizzare grafici di distribuzione di taglie almeno per le specie più rappresentative.

Le componenti di diversità specifica saranno studiate mediante il calcolo degli indici strutturali di popolazione mediante analisi statistica di base e multivariata.



Figura 16-5: Ipotesi di aree dove eseguire le campagne di pesca scientifica.

16.3.3.5 Campagne di pesca scientifica per la valutazione degli stock di bivalvi eduli

Le metodologie di cattura ed estensione della taglia di campionamento riflettono la necessità di valutare in modo quantitativo le diverse componenti di interesse commerciale e, in particolare, quelle degli stock di bivalvi eduli. Si riportano in questo paragrafo i dettagli definiti per le modalità di monitoraggio, le frequenze e la localizzazione delle aree di indagine e controllo. Si precisa che, in fase di stesura del POM e prima di procedere alla cantierizzazione dell'opera, sarà sottoposto all'ARPAT un protocollo attuativo di dettaglio sulla base del quale recepire eventuali integrazioni e commenti relativi alla frequenza dei campionamenti e all'identificazione delle aree multiple di riferimento (controlli) definite e proposte.

La pesca professionale di *Donax trunculus*, per mezzo di rastrelli da natante, sarà svolta, analogamente a quanto eseguito nel corso delle indagini propedeutiche al progetto, in aree con profondità comprese tra 1 e 2,5 metri circa su fondali sabbiosi (Costa et al., 1987). La produttività media giornaliera ed annua è variabile da zona a zona e di anno in anno dipendendo sia dallo stato della risorsa sia dai giorni di pesca. Le frequenze di monitoraggio per i bivalvi saranno annuali.

Per lo studio delle due specie commerciali *D. trunculus* e *C. gallina* nell'area di indagine saranno prelevati campioni a diverse profondità in 12 siti dislocati lungo la costa compresa tra Viareggio e Marina di Pisa, area dove sono presenti le aree di pesca indicate e classificate dalla Regione Toscana. All'interno del Compartimento Marittimo di Livorno, il tratto di costa appositamente classificato per la pesca di questa risorsa, è individuato nelle tre aree principali, denominate "Tirrenia", "Nord Gombo" e "Sud Gombo" come riportato nella Tabella e nella figura a seguire.

Tabella 16-3 Coordinate geografiche che individuano i tratti di mare compatibili con la raccolta di molluschi bivalvi per il consumo umano diretto

AREA	ZONA	Punti	Latitudine	Longitudine
Area Livorno/Tirrenia	Zona Tirrenia	Punto 1	43°37'10" N	10°17'11" E
		Punto 2	43°37'10" N	10°16'57" E
		Punto 3	43°37'32" N	10°17'08" E
		Punto 4	43°37'30" N	10°16'59" E
	Nord Gombo	Punto 1	43°45'44" N 43°45'46" N	10°15'27" E
		Punto 2	43°44'44" N	10°16'19" E
		Punto 3	43°44'37" N	10°16'35" E
		Punto 4		10°15'50" E
	Sud Gombo	Punto 1	43°42'53" N	10°15'52" E
		Punto 2	43°42'53" N	10°16'40" E
		Punto 3	43°41'31" N	10°16'57" E
		Punto 4	43°41'27" N	10°16'29" E

L'attrezzo che verrà utilizzato per il campionamento è un rastrello metallico di tipo professionale comunemente utilizzato per la pesca a questi molluschi bivalvi; ha una larghezza di 60.0 cm con rete metallica con maglie quadrate di 10 mm, nella parte posteriore del rastrello è installato un coprisacco o "cover", con maglie più strette (5,0 mm di lato) in grado di trattenere gran parte degli organismi più piccoli fuoriusciti dal rastrello.



Figura 16-6 : Strumento utilizzato per l'attività di pesca

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	107

Ogni calata avrà una lunghezza simile, e saranno registrate le posizioni GPS in modo da poter controllare la posizione di prelievo.

Su ogni cala si provvederà a determinare:

- presenza di specie potenzialmente interferenti con la risorsa per la caratterizzazione delle dinamiche ecologiche in atto (es. predatori naturali);
- presenza di specie NIS qualora rilevate;
- Conta di individui appartenenti alle specie target per lo studio, suddivisa per classi di taglia.

Ad ogni prelievo “calata” gli esemplari di *C. gallina* e *D. trunculus* raccolti saranno vagliati e suddivisi in base al raggiungimento o meno della taglia commerciale e su entrambe le specie si determinerà:

- biomassa umida, su tutti gli individui;
- livello di maturazione delle gonadi, su un numero rappresentativo di esemplari.

Densità e biomassa saranno riportati al m² sulla base della lunghezza della cala.

Nelle aree di pesca saranno, inoltre, registrati i dati di contesto utili per definire lo stato qualitativo dell’ecosistema oggetto di indagine. Si provvederanno, inoltre a censire le ondate di calore nell’area di interesse e le temperature medio mare nel corso del tempo per agevolare la comprensione degli effetti di dinamiche ecologiche non associate all’opera che possono interferire sulla disponibilità della risorsa (es. sfasamenti nelle finestre riproduttive).

Si provvederà al prelievo di un campione di sedimento per cala per la determinazione dei parametri fondamentali alla definizione della conformità dell’ecosistema per la sopravvivenza della risorsa alieutica:

- granulometria (curva granulometrica con passo da ½ phi e componenti della frazione pelitica);
- potenziale di ossido-riduzione;
- contenuto di sostanza organica totale.

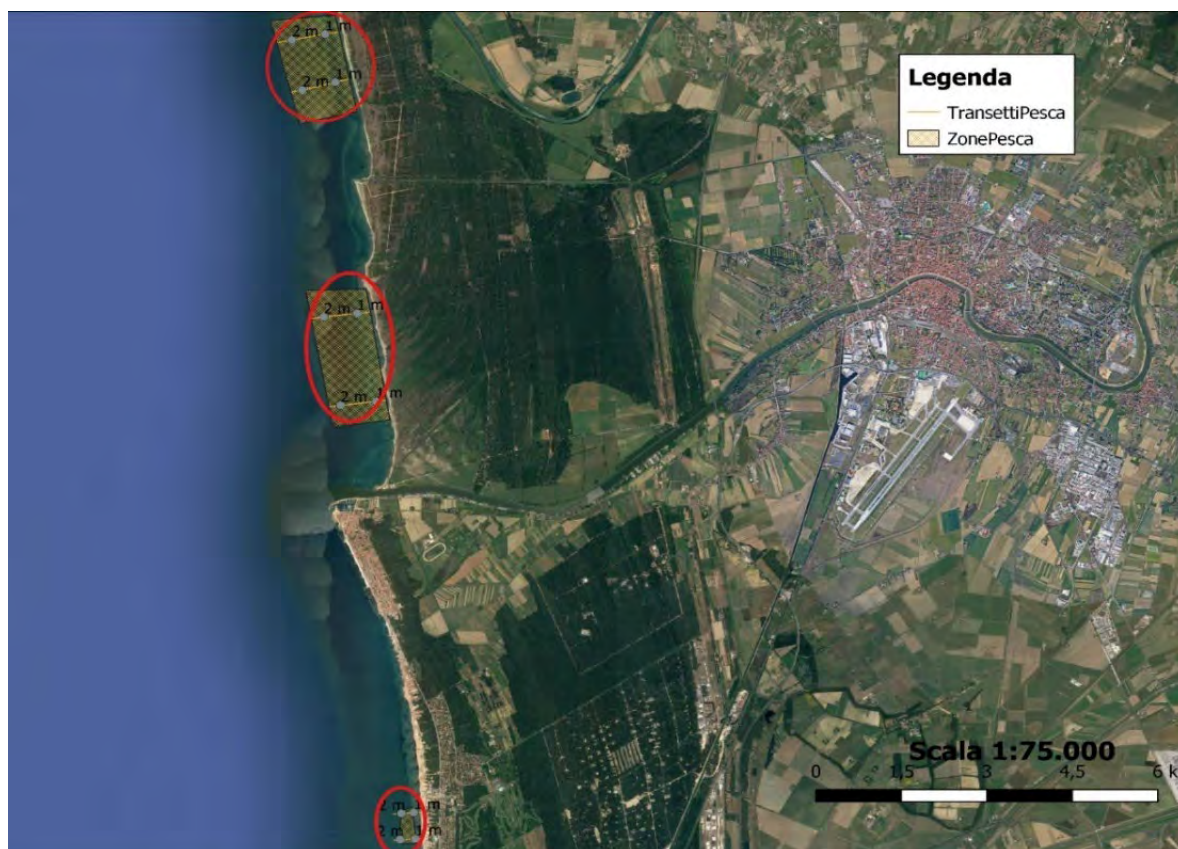


Figura 16-7: Aree dove sono localizzati i transetti pesca in cui eseguire i campionamenti.

16.3.4. Descrittore 4 – Integrità delle reti trofiche

L'obiettivo del Descrittore è quello di garantire che tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l'abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva.

L'impatto dell'opera su questo descrittore sarà definito ricostruendo, per quanto possibile, sulla base di tutte le informazioni acquisite dal monitoraggio degli altri descrittori, la struttura di rete trofica per l'area interessata dall'intervento valutandone struttura ed evoluzione nel corso del tempo.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	110

abbiano subito effetti negativi. Per la valutazione che l'opera non determini alterazioni significative, oltre a quelle previste dalla perdita di prateria di *P. oceanica*, il monitoraggio sarà condotto:

- sulle biocenosi di fondo mobile (macrozoobenthos) nelle stazioni D.M. 173/2016 (vedi capitolo specifico);
- nelle stazioni di monitoraggio sugli habitat di interesse;
- sulle praterie di *P. oceanica* e sulla prateria oggetto di trapianto;
- sulle biocenosi di fondo duro;
- sugli habitat a coralligeno.

16.3.6.1 Habitat 1120 praterie di *Posidonia oceanica*

Monitoraggio dello stato di salute delle praterie presenti

Il monitoraggio della prateria sarà eseguito sia nelle aree potenzialmente impattate dalle opere in progetto che nelle aree oggetto di espianto e reimpianto a scopo compensativo.

La prateria sarà monitorata per definire:

- lo stato di salute dell'habitat *Posidonia oceanica*;
- l'efficacia dell'intervento di trapianto.

Per la fase AO, nel corso delle indagini integrative eseguite nel 2022 e di quelle condotte nel Giugno 2023 nelle aree di *Posidonia oceanica* è stato valutato un indice PREI con stima della qualità ambientale a livello di "buono". La prateria presente risulta rada, ma in "Buono" stato di conservazione, tuttavia le nuove riprese video-fotografiche evidenziano un limite superiore in regressione rispetto alle indagini del 2017 (BUR n°251 del 29/11/2023). Pertanto, si prevede di eseguire, prima dell'avvio dei lavori, un'ulteriore campagna di indagine speditiva.

Al fine di valutare lo stato di conservazione dell'habitat di prateria saranno condotte specifiche attività di campionamento e analisi che ripeteranno quanto eseguito nell'ambito delle indagini di progetto eseguite nel 2022 e nel 2023, in tre stazioni situate tra l'area di progetto e il sito Natura 2000 IT5160018.

Di seguito la tabella con le coordinate delle stazioni di campionamento:

Tabella 16-4 Coordinate delle stazioni di campionamento per l'habitat di prateria di *Posidonia oceanica*

id	Stazione	X GS84 UTM32	Y GS84 UTM32
PO2	Stazione Area 2	600632	4822270
PO1	Stazione transizione 3	602449	4824203
PO3	Stazione Meloria 2	600535	4823324

Le metodologie di monitoraggio e gli indicatori di stato di salute della prateria sono riportati nei paragrafi successivi cui si rimanda. In sintesi, si provvederà ai rilievi in sito e al campionamento dei fasci foliari per

l'esecuzione delle analisi fenologiche e per la determinazione dell'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009) che consente di monitorare la qualità ecologica degli ambienti marino costieri nell'ambito della Direttiva europea 2000/60/CE e smi. Le attività saranno condotte seguendo le linee guida ISPRA ufficiali per il monitoraggio dello stato di salute delle fanerogame marine come descritto nei paragrafi a seguire.

Le attività di monitoraggio saranno condotte con cadenza annuale nel periodo compreso tra giugno e settembre per tutte le fasi di esercizio (rilievo a cadenza annuale). Si acquisiranno i dati disponibili sui rilievi condotti ante operam in fase di progettazione definitiva e si effettuerà, prima dell'avvio dei lavori, una verifica sullo stato di salute della prateria con la finalità di chiarire le discordanze emerse in fase di rilievo ante operam. Di seguito si riporta la mappa con le aree di monitoraggio previste nell'ambito del presente PMA.

I rilievi saranno prolungati in fase PO dopo la chiusura del cantiere per almeno tre anni successivi, come da prescrizione.

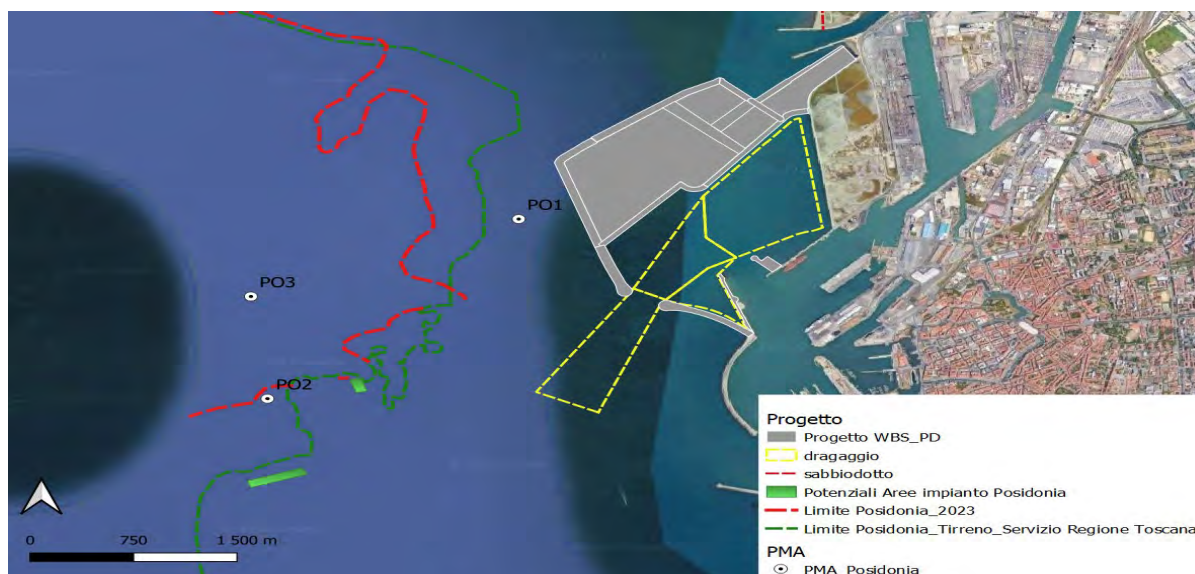


Figura 16-9: Stazioni di campionamento di *P. oceanica* già utilizzate nel corso delle indagini condotte nel 2022 e nel 2023.

L'area a nord dello Scolmatore è un ambiente poco idoneo alla presenza di fanerogame marine, estremamente sensibili all'impatto della nuvola di torbida naturalmente prodotta dagli eventi di piena. Tuttavia, in coerenza con quanto prescritto, prima dell'avvio dei lavori si effettuerà una mappatura delle biocenosi presenti che evidenzia l'ubicazione il limite inferiore della prateria (Habitat 1120 praterie di *Posidonia oceanica*). Tale rilievo sarà ripetuto nel tempo, a valle di ogni evento piovoso significativo che comporti l'attivazione dello scolmatore e lo scarico delle piene in mare.

A tale scopo saranno eseguiti rilievi mediante side scan sonar lungo transetti che dalla costa arrivino fino al limite delle praterie.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	112

Alcuni dei transetti già identificati per il monitoraggio della dinamica costiera (vedi cap. 19) verranno estesi verso il largo fino ad identificare il limite delle prateria. Saranno effettuati complessivamente rilievi lungo 10 transetti (1 transetto ogni 500 m dall'altro) che consentiranno di monitorare le biocenosi fino ad una distanza di circa 5 km a nord della foce, in coerenza con quanto osservato per l'andamento del *plume* di torbida durante gli eventi di piena e del trasporto litoraneo dei sedimenti.

Monitoraggio del buon esito del trapianto di prateria di *P. oceanica*

Per quanto concerne il monitoraggio del buon esito del trapianto, questo sarà eseguito in accordo con quanto predisposto nell'ambito del progetto Life SEPOSSO e dal relativo "Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di *Posidonia oceanica*" (La Porta & Bacci, 2022).

Le metodologie di restauro e di verifica dell'efficacia saranno allineate alle più recenti ed efficaci ad oggi note e per le quali esistono protocolli di applicazione disponibili. In fase di cantierizzazione, prima dell'esecuzione delle operazioni specifiche, si provvederà a dettagliare un protocollo operativo condiviso con gli Enti di controllo (ARPAT) per recepire eventuali richieste di variazione dal punto di vista procedurale/operativo e per permettere la specifica valutazione di ottemperanza da parte del CTVA.

L'intervento di trapianto sarà mantenuto con la finalità di mantenere invariata l'area degli habitat restaurati. Gli interventi di manutenzione saranno condotti secondo le linee guida sopra citate cui si rimanda per i dettagli operativi e reiterati per i tre anni successivi all'intervento come da specifiche prescrizioni. Al termine dell'intervento sarà valutata l'efficacia dello stesso e calcolata la percentuale di successo.

Il monitoraggio del trapianto sarà condotto a intervalli regolari e ravvicinati, da definire nelle successive fasi di progetto pilota, e comunque a cadenza almeno trimestrale nei primi due anni dalla messa a dimora. L'intervallo dei rilievi diverrà semestrale fino al quinto anno e annuale fino al raggiungimento del decimo anno.

I rilievi saranno comunque prolungati in fase PO dopo la chiusura del cantiere per almeno tre anni successivi, come da prescrizione.

L'area di espianto individuata in fase progettuale si colloca nell'intorno del punto a coordinate geografiche 603049m N; 4824490m E (alla profondità di circa -8 m) nei pressi della stazione n.7 (ST7) indagata nel 2023 e presso la quale gli indicatori di riferimento, strutturali e fenologici della pianta, hanno mostrato valori tali da garantire la migliore qualità delle talee da trapiantare. Presso l'area di espianto la biocenosi individuata è quella della prateria di *Posidonia oceanica* su matte con copertura discontinua talvolta intervallata da radure sabbiose.

Tale area è localizzata nell'impronta nord della nuova area di colmata, a tergo, e non interferente, della WBS2a.

Le attività di espianto in tale area dovranno pertanto essere obbligatoriamente completate prima della chiusura dell'argine di colmata interno WBS 4a, al fine di non danneggiare in alcun modo la prateria di *posidonia* ivi esistente da reimpiantare.

Tale procedura consente agli operatori subacquei di prelevare con estrema efficacia le talee in quanto protetti dalle correnti dalla diga foranea WBS2a.



Figura 16-10 – Estratto dell'elaborato 1233-PE-0-0-AMB-D-002-0 con indicazione dell'area di espianto.

16.3.6.2 Habitat 1170 foreste macro-algali (*Cystoseira sensu lato*, e.g., *Gongolaria ssp*).

Le foreste di macroalghe del genere *Cystoseira* e *Gongolaria* sono di elevato pregio ecologico ma mostrano una condizione di grave erosione nel Mediterraneo.

La valutazione della propagazione della torbidità su base modellistica, che ha tenuto conto del potenziale export di solidi sospesi in uscita dall'area portuale durante le lavorazioni in grado di risospingere i sedimenti (dragaggio in primis), tenderebbe ad escludere la possibilità di effetti significativi sulle biocenosi di substrato duro e delle comunità algali di substrato duro artificiale e naturale, dominate da alghe brune strutturanti (appartenenti al genere *Cystoseira*), che si possono trovare nelle aree a sud del porto. Tuttavia, data la portata dell'intervento e l'interferenza che potrebbero avere gli eventi meteorologici avversi non prevedibili dal modello allo stato attuale delle conoscenze, si effettuerà il monitoraggio dei popolamenti macroalgali.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	114

Sebbene dato il contesto ambientale, se ne escluda la presenza, si effettuerà, in coerenza con quanto prescritto e prima dell'avvio dei lavori, una mappatura che definisca, la presenza e lo stato di salute delle biocenosi (Habitat 1170 foreste macro-algali *Cystoseira* sensu lato, e.g., *Gongolaria* ssp), estendendo i rilievi in un raggio di 300 m dall'area cantiere ed anche nell'area costiera a nord dello Scolmatore, qualora le indagini condotte con lo scan sonar (vedi paragrafo relativo ai posidonieti) ne facciano ipotizzare la presenza.

La raccolta dei dati sarà effettuata seguendo la costa da una piccola imbarcazione, ad una distanza di circa 3-4 m. Si annotano le comunità dominanti sul supporto cartografico (fotografie aeree), insieme alle caratteristiche geomorfologiche della costa studiata. Con l'ausilio di un sub si procederà alla raccolta dei campioni lungo i tratti indagati. Le unità di campionamento sono settori omogenei, sia per quel che riguarda la comunità che le caratteristiche geomorfologiche, di linea di costa. I dati possono essere raccolti, in funzione del software cartografico disponibile, in due modi (cartografia in continuo e cartografia per settori) e di conseguenza le unità di campionamento (settori) possono avere lunghezza variabile o fissa come specificato a seguire:

- a. Cartografia in continuo: il supporto cartografico è costituito da una fotografia aerea, non necessariamente georeferenziata. Le discontinuità tra comunità e/o tra le caratteristiche geomorfologiche segnano i limiti dei settori, che sono quindi di lunghezza variabile. Non viene considerata la variabilità spaziale a scala inferiore ai 50 m (pertanto ogni singolo settore sarà di lunghezza maggiore o uguale a 50 m). Tale tipo di cartografia è particolarmente rapido e permette di coprire aree molto vaste;
- b. Cartografia per settori: il supporto cartografico è costituito da una fotografia aerea georeferenziata a cui è sovrapposta la linea di costa suddivisa a priori in settori di lunghezza fissa (si consiglia di prediligere settori della lunghezza di 50 m). Per ogni settore vengono annotati la comunità e le caratteristiche geomorfologiche dominanti. Questo tipo di cartografia, più laborioso al momento del campionamento, risulta più agevole in sede di inserimento e di trattamento dei dati.

In alternativa si potrà utilizzare per il controllo anche il drone acquatico con riprese video e/o fotografiche da comparare nelle tre diverse fasi di monitoraggio. In fase di progettazione esecutiva verranno definiti alcuni transetti lungo la costa a sud di Livorno per una estensione di circa 1 km e definita la metodologia cartografica di rappresentazione.

Il protocollo di monitoraggio e rilievo sarà definito in dettaglio seguendo le linee guida più recenti disponibili in materia e condiviso con gli organismi di controllo prima della cantierizzazione dell'opera per ricevere ed integrare eventuali osservazioni e/o richieste di variazione.



Figura 16-11: Area dove eseguire il calcolo dell'indice CARLIT.

I rilievi in fase AO saranno condotti con una campagna speditiva prima della cantierizzazione dell'opera dopo una raccolta della letteratura disponibile sul sito di indagine e dei risultati di interesse specifico ottenuti dai rilievi effettuati in fase di progettazione definitiva.

Si provvederà a mappare la presenza di foreste di macroalghe nel sito di interesse specifico e definire un piano di emergenza e restauro in sede di predisposizione del POM per il ripristino/restauro degli habitat descritti in caso di eventi accidentali o non prevedibili. Il piano di restauro sarà basato sulle più recenti ed efficaci metodologie di intervento.

La frequenza delle indagini di monitoraggio sarà annuale (da eseguire in primavera/estate) per tutta la durata dell'opera sui siti, tra quelli individuati in figura, che in fase di rilievo AO abbiano mostrato evidenza di presenza di biocenosi. Il monitoraggio sarà esteso ai tre anni successivi alla chiusura del cantiere come da prescrizioni.

Monitoraggio del buon esito delle operazioni di restauro

L'intervento di restauro, se necessario, sarà effettuato con metodologie allineate alle più recenti ed efficaci ad oggi note e per le quali esistono protocolli di applicazione disponibili. In fase di cantierizzazione, prima dell'esecuzione delle operazioni specifiche, si provvederà a dettagliare un protocollo operativo condiviso con gli Enti di controllo (ARPAT) per recepire eventuali richieste di variazione dal punto di vista procedurale/operativo e per permettere la specifica valutazione di ottemperanza da parte del CTVA.

A titolo indicativo, anche se non si rilevano possibili impatti del progetto sulla specie presente lungo le scogliere naturali, si segnalano tre diverse tecniche di ripristino dell'habitat a *Cystoseira* che sono state implementate nel Mar Mediterraneo:

- trapianto di giovani o adulti (Falace et al., 2006);
- posizionamento di ricettacoli fertili nell'area target;
- impianto di giovani coltivati in laboratorio lungo la costa (Sales et al., 2011; Verdura, et al., 2018).

L'intervento di restauro sarà mantenuto con la finalità di mantenere invariata l'area occupata nel tempo dagli habitat restaurati. Gli interventi di manutenzione saranno condotti secondo i riferimenti sopra citati cui si rimanda per i dettagli operativi e reiterati per i tre anni successivi all'intervento come da specifiche prescrizioni. Al termine dell'intervento sarà valutata l'efficacia dello stesso e calcolata la percentuale di successo.

Il monitoraggio sul restauro sarà condotto a intervalli regolari con frequenze definite dai protocolli di riferimento e, comunque, almeno annuali. I rilievi saranno comunque prolungati in fase PO dopo la chiusura del cantiere per almeno tre anni successivi, come da prescrizione.

16.3.6.3 Biocenosi bentoniche dei fondali molli

Nell'ambito delle indagini propedeutiche al progetto è stata condotta una campagna di caratterizzazione macrobentonica i cui risultati sono stati riportati nella relazione prodotta da Consula - Ambiente.

Le indagini hanno previsto il prelievo di campioni di sedimento dedicati allo studio quali-quantitativo dei popolamenti macrozoobentonici delle aree antistanti il litorale compreso tra Marina di Pisa e Livorno; i campioni sono stati prelevati nell'area marino-costiera prospiciente la foce del Fiume Arno e nelle aree costiere limitrofe, comprese tra la foce del Fiume Serchio (nel comune di San Giuliano Terme) e lo Scolmatore dell'Arno in corrispondenza del Comune di Livorno.

Le stazioni di campionamento attualmente indagate sono comprese in una porzione di costa di circa 12 km. Le coordinate (WGS84) dei punti di prelievo dei campioni per le indagini sulle biocenosi bentoniche sono riportate nella tabella che segue.

Stazioni	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Stazioni	Latitudine (N)
B/F1_R33/C1	43°39.508347'	10°16.705754'	B/F1_R54/C1	43°43.782271'
B/F1_R34/C1	43°39.622991'	10°15.960494'	B/F1_R55/C1	43°44.055636'
B/F1_R35C1	43°39.684174'	10°16.403462'	B/F1_R56/C1	43°44.300654'
B/F1_R37/C1	43°39.959307'	10°15.914015'	B/F1_R57/C1	43°44.300692'
B/F1_R39/C1	43°40.218733'	10°16.260434'	B/F1_R58/C1	43°44.578072'
B/F1_R41/C1	43°40.387938'	10°15.826018'	B/F1_B1/C1	43°34.846562'
B/F1_R42/C1	43°40.972314'	10°15.926574'	B/F1_B6/C1	43°38.727351'
B/F1_R43/C1	43°41.206542'	10°16.026293'	B/F1_B5/C1	43°38.764276'
B/F1_R44/C1	43°41.344969'	10°16.416758'	B/F1_B4/C1	43°41.741235'
B/F1_R45/C1	43°40.931460'	10°16.282626'	B/F1_B3/C1	43°41.740620'
B/F1_R46/C1	43°41.097712'	10°16.515609'	B/F1_B7/C1	43°42.475858'
B/F1_R50/C1	43°42.953653'	10°16.142959'	B/F1_B8/C1	43°42.465437'
B/F1_R51/C1	43°43.232092'	10°16.295233'	B/F1_B9/C1	43°45.651646'
B/F1_R52/C1	43°43.418822'	10°16.617133'	B/F1_B10/C1	43°45.626885'
B/F1_R53/C1	43°43.503695'	10°16.110487'		

Le indagini su queste stazioni costituiscono un riferimento relativo alla condizione ante operam che potrà essere utilizzato per le attività di monitoraggio successive.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	117

Oltre alle stazioni indagate in precedenza (mantenute in fase di monitoraggio CO), saranno aggiunte le stazioni di campionamento dei sedimenti previste in ottemperanza al monitoraggio del D.M. 173/16 collocate in prossimità dell'area di dragaggio, della cassa di colmata, dello scolmatore, dell'area marina protetta Secche della Meloria come descritto nel paragrafo relativo al monitoraggio D.M. 173/16 cui si rimanda.

Le indagini AO saranno integrate prima della cantierizzazione nelle stazioni aggiuntive individuate per l'adeguamento del PMA alle prescrizioni normative e ministeriali, in fase di corso d'opera e in fase di esercizio dell'opera saranno condotte due campagne una primaverile estiva (maggio-giugno) ed una autunnale (settembre – ottobre) al fine di tenere conto, nelle valutazioni finali, dei cambiamenti stagionali del popolamento e degli effetti dovuti alle dinamiche ecologiche in atto nell'area di indagine eliminando questo tipo di varianza da quella potenzialmente attribuibile all'opera.

16.3.6.4 Habitat di substrato duro del coralligeno

L'habitat coralligeno fa parte della parte più profonda del sistema litorale mediterraneo, questo è composto da strutture calcaree edificate principalmente da alghe appartenenti all'ordine delle Corallinales (Ballestreros et al, 2006). Tale biocenosi è sottoposta a misure conservazionistiche non solo per la Direttiva Habitat 92/43/CE Allegato I (codice Habitat: 1170 Scogliere/Reef), ma per il suo elevato valore ecosistemico è stato istituito un Piano di Azione per la Conservazione del Coralligeno nel mar Mediterraneo (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2017) che ne definisce le necessità di indagine e le linee guida per i protocolli di monitoraggio.

Nell'area vasta nell'intorno del Porto di Livorno (a sud) è segnalata dal progetto GIONHA la presenza di biocenosi bentoniche di substrato duro del coralligeno di vario interesse conservazionistico che si ritiene opportuno, cautelativamente, siano oggetto di monitoraggio. Si tratta di un'area che comprende i fondali antistanti il litorale sud di Livorno, fino alla batimetrica di circa 20 metri per almeno 5 chilometri. Tenuto conto delle considerazioni riportate nel quadro ambientale del SIA e degli adempimenti richiesti dagli enti, applicando un approccio cautelativo, si predispone di continuare il monitoraggio lungo la costa Sud di Livorno al fine di monitorare lo stato di qualità delle biocenosi di pregio durante la realizzazione dell'opera.

Nell'area vasta a sud del Porto di Livorno nelle indagini preliminari sono stati monitorati quattro siti dove tale biocenosi è stata riscontrata, e se ne prevede un'ulteriore indagine anche in corso d'opera al fine di monitorarne lo stato di qualità acquisita. In tale perimetro ricade inoltre un Sito di Interesse Comunitario di recente istituzione (Decisione di esecuzione UE 2024/424 della commissione del 2 febbraio 2024). Il SIC di Calafuria (IT5160023) è noto per i suoi popolamenti coralligeni ed ampiamente indagato in relazione alla sua composizione in specie e struttura oltre che all'influenza che su tale sito esercita il disturbo antropico (Piazzi et al., 2004; Balata et al., 2006; Virgilio et al., 2006; Balata et al., 2005, 2007a; Piazzi et al., 2007). Tra le altre specie di biocostruttori si rileva la presenza di numerose colonie di *Corallium rubrum* Linnaeus, 1758, un gorgoniaceo endemico del Mediterraneo che vive su fondo duro tra i 20 e i 600 metri di profondità. Il popolamento presente lungo la costa livornese per circa due miglia tra Antignano e il Romito, e si estende tra i 200 ed i 600 metri dalla costa tra i 30 ed i 40 metri di profondità. Sulla falesia la popolazione raggiunge densità elevate; a profondità maggiori (fino a 45-46 metri) piccoli gruppi di colonie sono distribuite su rocce isolate che

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	118

giacciono sul fondo sedimentario (Santangelo et al., 2009). L'approccio secondo recenti metodiche di indagine ha consentito di classificare lo stato del coralligeno dell'area in oggetto come "Buono" (Piazzi et al., 2024).

Il campionamento sarà effettuato con l'ausilio di operatori scientifici subacquei e video ROV, seguendo le linee guida ISPRA indicate nel "Manuale per il monitoraggio del coralligeno di parete" secondo la procedura STAR (ISPRA 2020). Per questo progetto sarà effettuato un campionamento video-fotografico che, anche se non consente la determinazione delle specie più piccole, può permettere, grazie ad un elevato numero di campioni, la valutazione delle scale di variabilità spaziale dei principali taxa e consente di evitare il danneggiamento di organismi sensibili.

Il protocollo STAR descritto come metodica per il calcolo di indici di qualità ecologica del coralligeno di scogliera prevede campionamenti fotografici in parete verticale ad una profondità di almeno 35 ± 1 metri criterio applicabile esclusivamente nell'area del SIC. Tuttavia, al fine di monitorare eventuali disturbi si ritiene che la procedura sopracitata sia la più adatta al monitoraggio di tale biocenosi e sarà pertanto adattata al contesto in oggetto.

Il monitoraggio sarà quindi adattato alle condizioni rilevate dalle indagini ROV e includerà verifiche sui substrati duri situati lungo la costa nei quattro transetti costa largo già indagati, di cui si riportano le coordinate nella tabella che segue. Mentre per il SIC di Calafuria, non essendo disponibili dati pregressi, saranno posizionate delle stazioni ipotetiche da rivalutare dopo l'acquisizione dei dati del monitoraggio *ante operam*. Le attività di controllo saranno condotte con metodo fotografico in tre stazioni dislocate lungo ogni transetto posizionate a differente quota di profondità.

Le stazioni sulle quali sarà necessario integrare i dati ante operam saranno sottoposte ad indagine speditiva prima dell'avvio del cantiere in modo da acquisire una base dati integrata e completa di riferimento per le successive attività di monitoraggio.

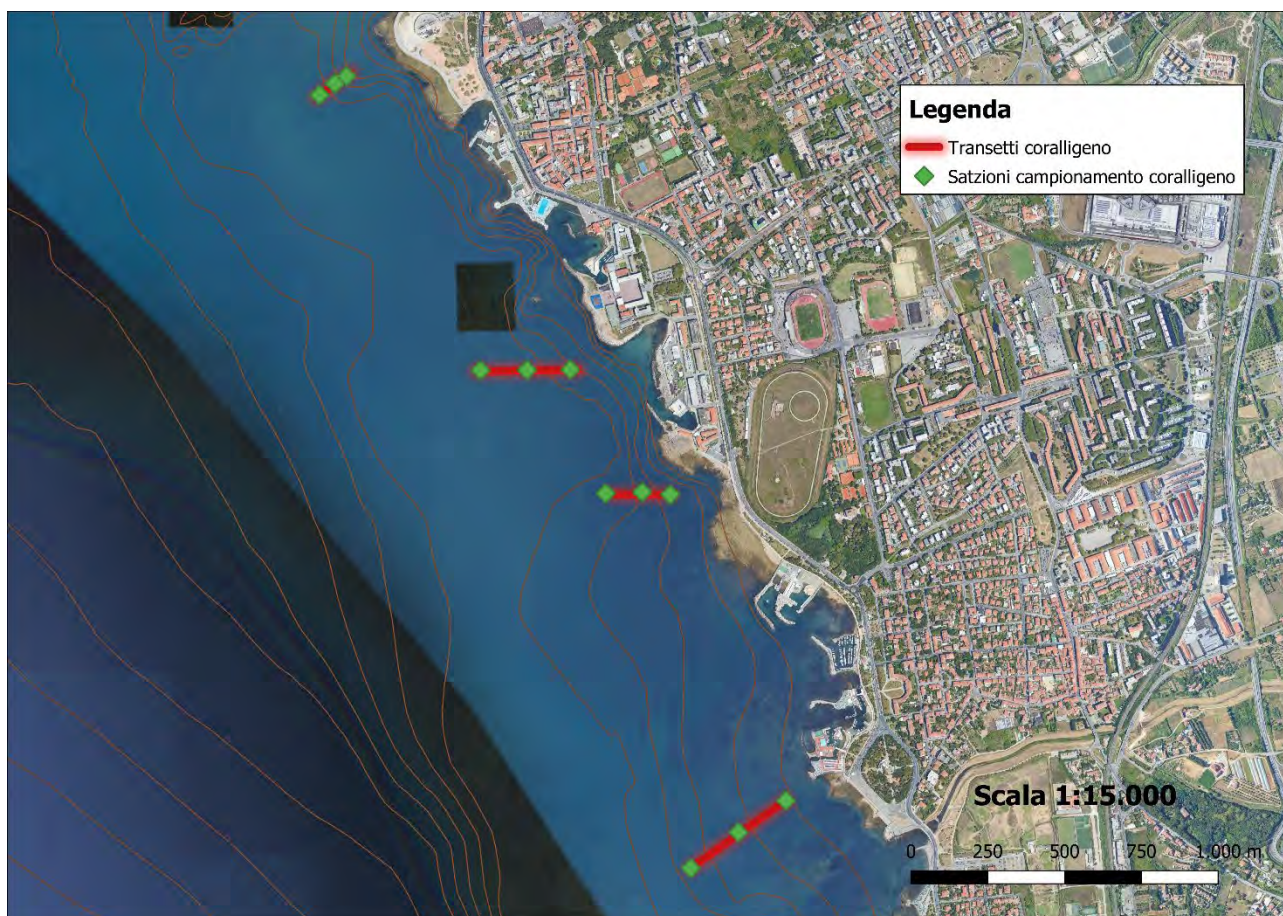


Figura 16-12: Aree dove eseguire il monitoraggio degli habitat di substrato duro e stazioni di campionamento.

Variazioni strutturali sono state osservate per la componente macroalgale, che raggiunge il massimo sviluppo tra la fine della primavera e l'estate (Piazzi et al., 2004). Inoltre, la presenza di specie aliene che al contrario raggiungono la massima copertura a fine estate-autunno (*Caulerpa cylindracea*) o in inverno (*Asparagopsis taxiformis*), tuttavia i popolamenti coralligeni sono costituiti principalmente da organismi con lunghi cicli di vita e si sviluppano in ambienti piuttosto stabili dal punto di vista dei fattori abiotici (luce, temperatura ecc.); pertanto, essi non mostrano importanti variazioni stagionali (Abbiati et al., 2009) e la cadenza di campionamento riferita al monitoraggio può, quindi, essere annuale. Il campionamento in fase di CO e PO sarà effettuato tra aprile e giugno per poter avere a disposizione il popolamento più strutturato e con la minor copertura di specie aliene (Piazzi et al., 2019a, b).

Per l'area di Calafuria non essendo disponibili dati pregressi saranno posizionate stazioni ipotetiche da rivalutare dopo l'acquisizione dei dati del monitoraggio *ante operam*. La campagna di indagine che sarà effettuata prima della cantierizzazione permetterà di acquisire un riferimento allo stato antecedente l'intervento.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	120

Tabella 16-5: Coordinate indicative delle stazioni di campionamento per l'habitat di substrato duro sito a sud del porto di Livorno.

Stazione	X GS84 UTM32	Y GS84 UTM32
1	604678	4820921
2	604716	4820945
3	604628	4820884
4	605444	4819992
5	605303	4819991
6	605152	4819989
7	605769	4819586
8	605678	4819594
9	605559	4819589
10	606146	4818592
11	605991	4818489
12	605836	4818372

16.3.7. Descrittore 8 – Inquinamento e qualità delle acque marino-costiere

Il descrittore è finalizzato alla determinazione dei contaminanti presenti nei comparti ambientali acqua e sedimento e alla valutazione che questi siano a concentrazioni tali da non originare effetti di inquinamento. Relativamente all'opera oggetto di monitoraggio, si definiranno i livelli di area vasta di contaminanti presenti in acqua, sedimento e biota utilizzando le banche dati ARPAT per i monitoraggi periodici ed effettuando una elaborazione statistica riferita agli ultimi 10 anni di determinazioni (se disponibili). Questi dati costituiranno un riferimento utile all'interpretazione delle dinamiche in corso nell'ambito di un'area complessa caratterizzata da pressioni multiple di tipo antropico come quella oggetto di studio. L'obiettivo del monitoraggio per questo descrittore è, infatti, quello di definire l'impatto dell'opera di realizzazione della Piattaforma Europa nel contesto ambientale di riferimento.

Le stazioni di monitoraggio della qualità delle acque marino costiere sono state integrate con le stazioni di monitoraggio previste per la risposta alle ottemperanze al D.M. 173/16. Si ritiene che il monitoraggio effettuato sulla matrice sedimento, in colonna d'acqua e nel biota in ottemperanza alla normativa D.M. 173/16 durante le fasi di dragaggio nell'area prossima al sito di escavo e nelle aree prossime alla cassa di colmata (incluse le stazioni dello Scolmatore) sia tale da garantire che l'opera non determini un contributo significativo al livello di contaminanti ambientali nelle matrici considerate e nelle reti trofiche. Le frequenze di monitoraggio individuate e la sovrapposizione con le stazioni di rilievo in continuo della torbidità (ove possibile) permettono, inoltre, di monitorare gli impatti potenziali associati all'opera in tempo reale e di modulare variazioni alle frequenze campionarie per un monitoraggio ottimale e per un intervento di mitigazione di potenziali impatti efficace e tempestivo. Nei sedimenti saranno monitorati tutti i parametri previsti dal D.M. 173/16 che abbiano mostrato un superamento delle soglie L2 nei sedimenti oggetto di movimentazione, i principali parametri microbiologici e gli effetti ecotossicologici. Nelle acque saranno monitorati i principali descrittori chimico-fisici e microbiologici

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	121

e i macronutrienti in grado di determinare effetti eutrofici. Saranno, inoltre, determinati gli effetti ecotossicologici e monitorati i principali indicatori di eutrofizzazione delle acque. La realizzazione dei saggi ecotossicologici costituirà evidenza dell'effetto di sostanze determinate e non determinate ma potenzialmente presenti sulla rete trofica marina. Saranno incluse le sostanze chimiche indicate nelle prescrizioni come molecole target di interesse specifico nei campioni di sedimento delle stazioni di monitoraggio.

L'impiego dell'approccio *Mussel watch* è stato ritenuto, sulla base delle motivazioni esposte nei capitoli precedenti cui si rimanda, non applicabile al contesto specifico. L'assenza di trasferimento significativo di contaminanti su organismi modello sarà valutata come descritto nell'apposito paragrafo utilizzando prove di bioaccumulo e di *biomarkers* da stress in *H. diversicolor*. Questa specie è stata considerata migliore per la definizione del potenziale bioaccumulo e dello stress indotto in relazione al contesto specifico, alla durata dell'opera nel tempo e ai potenziali fattori interferenti sulle risposte ottenibili con l'approccio *mussel watch* vista la tendenza incrementale delle *heatwaves* nel periodo primavera-autunno e gli effetti negativi che queste mostrano sulle risposte biochimiche e fisiologiche dei mitili. Si rimanda alla consultazione del paragrafo di riferimento per i dettagli relativi a queste indagini.

Per le stazioni di campionamento e le frequenze di monitoraggio si rimanda al paragrafo specifico relativo alle ottemperanze ai sensi della normativa D.M. 173/2016 e al capitolo relativo al Descrittore n. 5 relativo all'eutrofizzazione delle acque.

16.3.8. Descrittore 9 – Contaminanti nelle risorse alieutiche

Il descrittore è finalizzato alla determinazione dei contaminanti presenti nei pesci e in altri prodotti della pesca in mare destinati al consumo umano e alla valutazione che questi non eccedano i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti.

Sugli organismi ittici di interesse commerciale (cfr. par. 17.3.3.4, Campagne di pesca con reti fisse da imbrocco), in relazione agli organismi recuperati con la campagna di pesca con modalità e frequenze indicate nel paragrafo citato, si provvederà a individuare le specie ittiche di maggiore interesse commerciale sulle quali determinare nel muscolo, su un numero statisticamente significativo di individui, la concentrazione degli inquinanti chimici prescritti per il monitoraggio della qualità della risorsa alieutica e dell'impatto sulla salute umana in relazione alla commercializzazione della risorsa.

Sulle due specie di bivalvi di interesse commerciale (cfr. par. 17.3.3.5, Campagne di pesca scientifica per la valutazione degli stock di bivalvi eduli) con modalità e frequenze indicate nel paragrafo citato, saranno condotte determinazioni, su un numero statisticamente significativo di individui interi, degli inquinanti chimici prescritti per il monitoraggio della qualità della risorsa alieutica e dell'impatto sulla salute umana in relazione alla commercializzazione della risorsa.

In entrambi i casi, saranno monitorate le sostanze chimiche rilevate da ARPAT a cadenza periodica e incluse le analisi delle sostanze chimiche indicate nelle prescrizioni come molecole target di interesse specifico nei campioni di biota prelevati per il monitoraggio dell'impatto sulle specie alieutiche. Si effettuerà anche un allineamento con le specie target delle campagne di monitoraggio di ARPAT per permettere una maggiore

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	122

confrontabilità dei dati ottenuti dalla campagna di monitoraggio rispetto alle acquisizioni storiche disponibili sulle piattaforme pubbliche dell'ARPAT e/o Regione Toscana.

Sulla stazione dello Scolmatore sarà effettuata una campagna di pesca delle specie ittiche e di molluschi bivalvi con la specifica finalità di effettuare il monitoraggio dei contaminanti prescritti.

16.3.9. Descrittore 10 – Marine litter

Il Descrittore individuato dalla MSFD ha la finalità di garantire che le proprietà e le quantità di rifiuti (*marine litter*) presenti in ambiente marino siano tali da non provocare effetti sulla conservazione nel tempo della qualità ambientale.

Relativamente all'opera, l'impatto potenziale sul Descrittore 10 (*marine litter*) può essere riferito a due aspetti:

- la produzione di rifiuti in fase di realizzazione dell'opera dovuti ad attività dirette e indirette legate alla cantierizzazione della stessa;
- l'incremento della produzione di rifiuti a seguito dell'aumentata fruizione della risorsa mare successiva alla messa in esercizio dell'opera.

La gestione dei rifiuti di cantiere sarà attenta e finalizzata a non disperdere nell'ambiente detriti di origine antropica associati alla realizzazione dell'opera come descritto ampiamente nel progetto di cantierizzazione e nel progetto di dragaggio. Si richiederà a tutti gli operatori direttamente e indirettamente coinvolti di prestare particolare attenzione in merito alla produzione e dispersione di rifiuti durante le lavorazioni. Sulla base del progetto esecutivo e delle lavorazioni previste, in relazione alle misure di mitigazione indicate, l'impatto sul *marine litter* è considerato residuale e trascurabile.

Tuttavia, per fornire evidenza in relazione a quanto dichiarato, nell'ambito delle campagne di rilievo su biocenosi di fondo duro, mobile e su macrozoobenthos e durante il *visual census* condotto con operatori subacquei, ROV e operatori MMO per i censimenti dei cetacei e rettili marini, si avrà cura di inserire la registrazione quali/quantitativa del *marine litter* eventualmente rilevato.

Questi dati saranno raccolti ed elaborati su cartografie GIS per monitorarne l'evoluzione temporale durante e dopo l'intervento. I risultati saranno confrontati con i rilievi periodici dell'ARPAT per implementare la banca dati pubblica di raccolta informazioni e per evidenziare eventuali anomalie. In caso di anomalia riscontrata e riconducibile alle operazioni di cantiere e/o alle fasi di esercizio, si provvederà a porre in atto azioni di mitigazione tempestive e di recupero del materiale disperso e direttamente riconducibile all'opera stessa.

16.3.10. Descrittore 11 – Impatto delle fonti sonore su Mammiferi e rettili marini

I suoni prodotti dagli organismi marini hanno frequenze incluse tra 0,1 Hz a valori maggiori di 200 kHz; i suoni a bassa frequenza si propagano per distanze maggiori nel mezzo liquido, pertanto, i suoni con frequenze comprese tra 1-20 Hz sono usati per la comunicazione a grandi distanze mentre quelli tra 10-200 kHz per la comunicazione a corto raggio. La conservazione dell'habitat acustico riveste un ruolo fondamentale per la sopravvivenza degli organismi marini; infatti, molti di loro utilizzano i suoni per le principali funzioni vitali (comunicazione, orientamento, alimentazione); tra questi i cetacei utilizzano i suoni oltre che per comunicare anche per l'orientamento spaziale e per l'alimentazione (localizzazione delle prede) che mostrano, inoltre,

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	123

preferenze di habitat diversificate. Numerose attività antropiche possono costituire impatto acustico, tra queste sono di interesse specifico, il traffico marino e le attività di cantierizzazione e realizzazione di opere edili in ambito marino-costiero. Il rumore associato al traffico marino è dovuto essenzialmente alla cavitazione delle eliche, alle vibrazioni dei motori e delle strutture connesse, allo spostamento dell'acqua attraversata dallo scafo della nave in movimento. Tuttavia, la cavitazione è la causa principale del rumore originato da questo tipo di impatto ed è associato alle basse (<100 Hz) e alte frequenze (> 40 kHz). La letteratura scientifica dimostra che navi da carico con frequenze >40 kHz sono in grado di produrre impatti comportamentali nei cetacei. Elevate intensità di traffico di rimorchiatori o piccole imbarcazioni con intensità comprese tra 150-170 dB ad 1 metro sono in grado di produrre impatti rilevanti.

L'impatto sull'ambiente acustico è particolarmente critico nell'area oggetto di monitoraggio in quanto interna al Santuario dei Cetacei e sottoposta a tutela speciale per la conservazione delle specie target di questo specifico impatto.

Tenuto conto delle considerazioni riportate nel quadro ambientale del SIA e degli adempimenti richiesti Mammiferi e rettili marini, monitoraggio del clima acustico sottomarino. Al fine di preservare lo stato di conservazione delle specie più sensibili agli impatti potenziali causati dall'inquinamento acustico subacqueo che sarà generato durante le attività di cantiere nel corso delle operazioni a mare, dovrà essere eseguita una specifica attività di monitoraggio del rumore e della presenza di individui appartenenti alle specie *target* quali i mammiferi marini attraverso:

- l'esecuzione di misure acustiche subacquee;
- il monitoraggio visivo della presenza di esemplari appartenenti alle specie target mediante operatori qualificati MMO.

Il riferimento per il monitoraggio del rumore in ambito marino è fornito, in Italia, dalla linea guida ISPRA (cfr. riferimenti bibliografici) che ha come finalità quella di *"fornire le linee guida necessarie affinché tale lacuna giuridica possa essere colmata quanto prima, alla luce degli effetti dell'inquinamento acustico sulla fauna marina e degli accordi internazionali vigenti che l'Italia si è impegnata a rispettare"*.

Si precisa che, durante l'esecuzione del PMA, come da prescrizione la nomenclatura utilizzata nei documenti di restituzione dei risultati di monitoraggio delle fonti sonore, sarà adeguata agli standard di riferimento ISO 18405:2017. Si provvederà, inoltre, ad allineare con la norma ISO anche le specifiche di calcolo dei diversi descrittori previsti considerando preferenziale, in caso di disallineamento, la norma indicata rispetto alla linea guida ISPRA.

I livelli di rumore in fase AO saranno acquisiti dalla campagna specifica effettuata prima dell'avvio delle attività via mare. Questi dati saranno utilizzati come riferimento per le campagne di monitoraggio CO e per la valutazione del ripristino delle condizioni antecedenti all'intervento (PO). Qualora il monitoraggio effettuato in condizioni PO dovesse determinare la presenza di una emissione di rumore residuo alle basse frequenze, tipicamente associata alle attività di esercizio di opere analoghe in ambito marino-costiero, si provvederà alla attuazione delle misure di mitigazione idonee come definito in relazione alle linee guida ISPRA nel paragrafo specifico riportato a seguire. L'eventuale impatto sarà valutato non solo in relazione alle emissioni acustiche

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	124

rilevate ma anche in relazione ad eventuali alterazioni nelle presenze e nelle frequenze di rilievo dei cetacei in fase PO condotte mediante gli operatori MMO.

In dettaglio, il piano di monitoraggio ambientale, implementato in relazione alle indicazioni prescritte, prevede quanto elencato a seguire:

- Relativamente ai rilievi AO, saranno utilizzati i risultati relativi alla campagna di indagine condotta nelle precedenti fasi progettuali; preliminarmente all'avvio delle attività via mare saranno inoltre effettuate due campagne di indagine aggiuntiva ad implementazione dei dati ottenuti dalle precedenti indagini e completamento delle indicazioni di monitoraggio AO.

La valutazione delle fasi critiche sarà delineata in sede di predisposizione del POM e condivisa con gli enti di controllo (ARPAT) per recepire eventuali commenti;

- Relativamente al monitoraggio in corso d'opera: saranno effettuate misurazioni, anche giornaliere, durante le fasi di cantiere che possono generare un aumento dei livelli di rumore continuo.
- Per il monitoraggio PO saranno effettuate due campagne di misurazioni per il primo anno dopo la fine dei lavori.

Durante ogni campagna di misurazione saranno effettuati per ogni misurazione almeno 10 minuti di registrazione utilizzando una frequenza di campionamento di 48 kHz e una risoluzione di almeno 16 bit. La strumentazione sarà tarata prima di ogni campagna di misurazione, fornendo evidenza della avvenuta taratura.

Durante i rilievi acustici saranno registrati anche i segnali AIS di tutte le imbarcazioni presenti in zona, allo scopo di conoscere le presenze di sorgenti di rumore antropiche e distanze relative, la registrazione manuale di imbarcazioni non dotate di AIS mediante osservazione diretta e la registrazione delle condizioni meteorologiche.

In recepimento delle note ARPAT, in fase di predisposizione del POM precedentemente alle attività di cantierizzazione, saranno concordate con ARPAT le modalità specifiche di monitoraggio.

Per quanto riguarda il clima acustico sottomarino dell'area di analisi e i livelli di rumore nel Porto in condizioni di traffico navale, si potrà fare riferimento alle indagini condotte da CIBM nel settembre 2016 i cui risultati sono riportati nel documento "Caratterizzazione del clima acustico sottomarino nell'area antistante la Piattaforma Europa" – CIBM – rev. 00 del 21/11/2016), secondo le stazioni rappresentate in Figura. Tale ambito di analisi risulta ampiamente maggiore dell'ambito di potenziale variazione del clima acustico sottomarino durante la fase più critica di cantiere, valutato in un buffer di 1700 km per valori limite di 120 dB.

Tale buffer risulta del tutto cautelativo in quanto lo studio di modellazione del rumore subacqueo ha individuato nella fase di cantiere più critica che i valori soglia oltre ai quali si verifica la perdita temporanea di udito sia per i cetacei ad alta che a bassa frequenza, corrispondenti rispettivamente a 178 e 179 dB, sono localizzati all'interno delle aree di lavoro, mentre il rispetto del limite di 120 dB, corrispondente al valore oltre al quale si verificano le prime risposte comportamentali nei cetacei, si estende anche all'esterno del porto e delle aree di lavoro, senza comunque interferire con i siti Rete Natura 2000. L'areale di massimo impatto sarà in ogni caso

limitato ad un buffer di 1,7 km di raggio dalle aree di cantiere (MAM1) dove verrà eseguito il dragaggio dell'imboccatura nord.

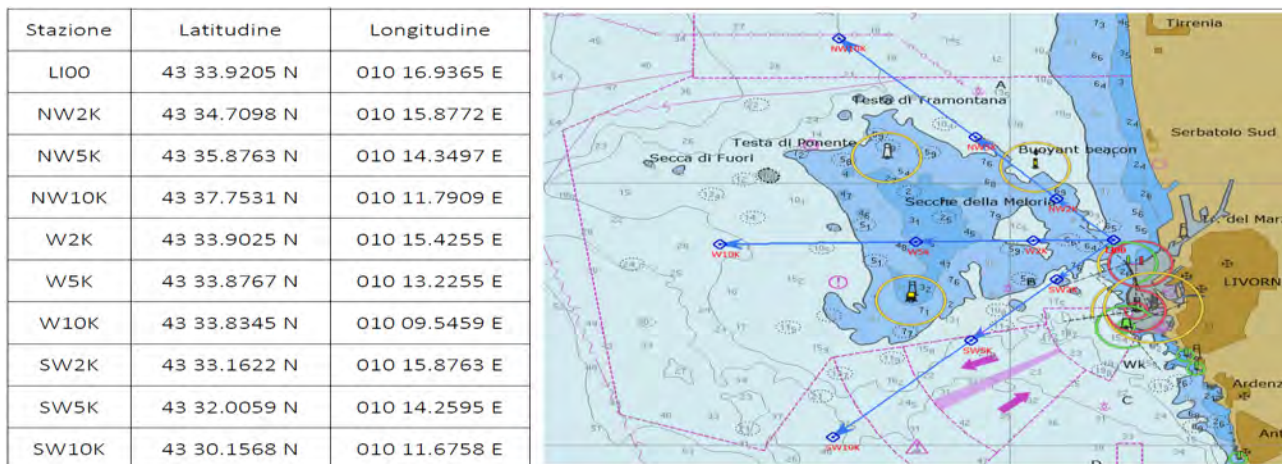


Figura 16-13: Stazioni di campionamento acustico sottomarino (sistema di riferimento WSG 84)



Figura 16-14: Aree di massimo impatto

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	126

Monitoraggio visivo dei cetacei (MMO)

I rilievi visivi saranno condotti secondo tecniche standard per questo tipo di attività definite dalle linee guida specifiche. Il monitoraggio acustico PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) sarà condotto in contemporanea al monitoraggio visivo tramite la figura del MMO (*Marine Mammals Observer*) con imbarcazioni dedicate e appositamente dotate delle tecnologie/attrezzature necessarie alla corretta realizzazione dei monitoraggi.

La “presenza” acustica dei mammiferi marini sarà determinata attraverso l’identificazione dei suoni tipici emessi dalle differenti specie.

In AO e PO il monitoraggio avrà durata di 1 settimana. Nelle fasi più critiche del cantiere i rilievi saranno condotti anche su base giornaliera. I monitoraggi saranno finalizzati a determinare l’eventuale presenza delle specie target nell’area di controllo (cioè, entro un raggio di circa 3 km).

La combinazione delle attività sopra descritte permetterà di determinare i possibili effetti delle attività su questa componente biologica e fornire informazioni di base per l’attuazione di misure di mitigazione in tempo reale.

In recepimento delle note ARPAT, durante l’esecuzione del monitoraggio acustico, saranno rilevati anche i principali parametri oceanografici (corrente, temperatura e salinità), necessari per la profilazione della velocità del suono in acqua nella successiva fase di analisi dei dati. In funzione del profilo di velocità del suono può essere necessario eseguire i campionamenti a due profondità diverse.

Dal punto di vista metodologico, le misure acustiche in ambiente acquatico sarà utilizzato un idrofono omnidirezionale con cavo calato da un’imbarcazione unitamente a una sonda multiparametrica CTD per la contemporanea rilevazione dei principali parametri oceanografici (corrente, temperatura e salinità). L’idrofono sarà selezionato considerando le “Linee guida per il monitoraggio del rumore Sottomarino nei mari europei” (Dekeling et al., 2014).

16.4. Parametri da monitorare

16.4.1. Habitat 1120 praterie di *Posidonia oceanica*

Per ciascuna area dovrà essere svolto un campionamento gerarchico definendo:

- 1 stazione sul limite superiore;
- 1 in rispondenza della batimetrica di 15 m;
- 1 in rispondenza del limite inferiore.

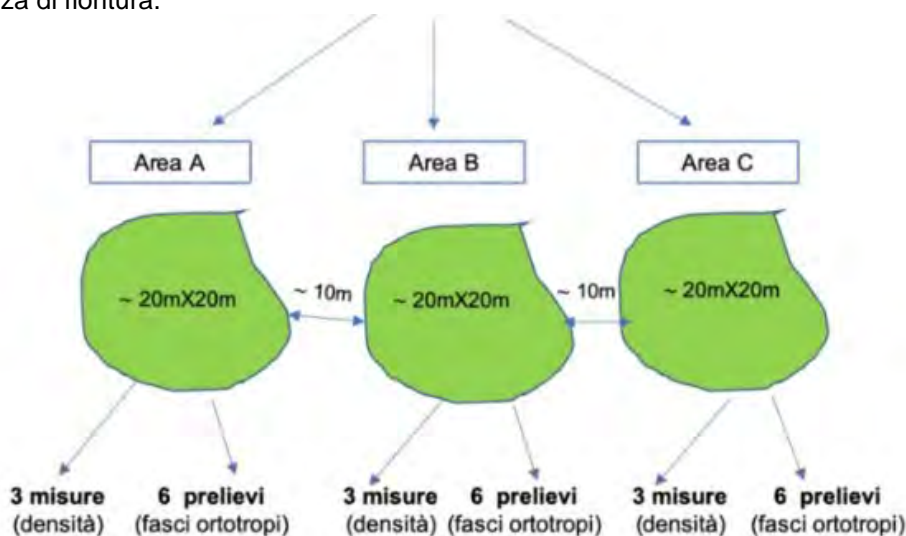
Ogni stazione suddivisa in tre sotto aree, di circa 400 m² ciascuna e distanti tra loro almeno 10 m, in cui saranno effettuate:

- 3 repliche per la stima di densità;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi.

Le repliche in una stessa area sono distanziate tra loro di almeno 1 metro.

In totale saranno dunque effettuate 9 misure di densità e 3 di ricoprimento con il prelievo di 18 fasci ortotropi, oltre ai rilievi *in situ* in merito a:

- tipo di substrato;
- la continuità della prateria;
- la percentuale (%) di matte morta;
- presenza o assenza di altre fanerogame o specie algali competitive;
- tipologie di limite;
- presenza di fioritura.



**Figura 16-15. Campionamento gerarchico utilizzato per il prelievo dei rizomi di *P. oceanica*.
Fonte “Nuova scheda metodologica EQB Angiosperme Posidonia dicembre 2020”.**

La stima di densità, condotta da biologi marini qualificati OSS (Operatori Scientifici Subacquei) come da manuali e linee guida ISPRA (94/2013) sarà svolta con N° 3 conteggi casuali di fasci fogliari, con superficie campionaria 40x40. La percentuale di ricoprimento del fondale valutata con una scala a quattro livelli. Oltre alla superficie quadrata, in campo sono necessari:

- Retino per la raccolta dei campioni biologici
- Carotiere manuale in PVC per il prelievo dei sedimenti
- Lavagna subacquea per le annotazioni di campo

In laboratorio saranno eseguite le seguenti analisi su fasci ortotropi campionati in situ o su organismi campionati sulla prateria per studi inerenti alla fauna e flora associata:

- parametri lepidocronologici
- parametri fenologici (morfometrici e di biomassa)
- flora e fauna associate

Per i dettagli riguardo le metodiche di indagine, si rimanda a Buia et al. (2003) e a Bacci et al. (2020).

Tabella 16-6: Livelli percentuali (%) di ricoprimento del substrato nella prateria di *P. oceanica*

Copertura totale	Classe
0 – 5 %	I
5 – 50 %	II
50 - 75%	III
75 – 100 %	IV

Le informazioni ottenute dalle stime di ricoprimento saranno utilizzate per migliorare la valutazione complessiva finale e riportate sulla carta delle biocenosi, descrivendo la prateria in funzione della densità dei fascicoli fogliari riportando i valori trovati al m². Ciò consentirà di classificare la prateria secondo lo schema proposto da Giraud (1977).

Tabella 16-7: Classificazione della prateria di P. oceanica in base alla densità dei fasci (Giraud, 1977).

classe	numero fasci/m ²	grado di densità
I	Oltre 700	prateria molto densa
II	da 400 a 700	prateria densa
III	da 300 a 400	prateria rada
IV	da 150 a 300	prateria molto rada
V	da 50 a 150	semi prateria

La classificazione della prateria indagata sarà inoltre valutata secondo lo schema riportato in Tabella che, seguendo orientamenti scientifici più recenti (Pergent et al. 1995; Pergent-Martini & Pergent, 1996) tiene conto della variazione della densità dei fasci rapportata anche alla profondità e ad altri fattori ambientali (torbidità, disturbo antropico ecc.).

Infine, saranno annotati alcuni aspetti morfo-ecologici relativi al limite inferiore delle praterie esaminate, nonché alcune informazioni relative alle caratteristiche del fondale (tipologia morfo-litologica, biocenosi al contorno), alla presenza di altre fanerogame e specie algali invasive (es. genere *Caulerpa*) secondo quanto richiesto dalla Scheda Metodologica stessa. È prevista analisi granulometrica e misura del TOC su sedimenti campionati all'interno della prateria e rilievo delle caratteristiche chimico fisiche della colonna d'acqua mediante sonda multiparametrica.

Tabella 16-8 Classificazione della prateria sulla base della densità (in fasci fogliari/m2) in funzione della profondità per i primi 30 metri di profondità, secondo quanto proposto da Pergent-Martini e Pergent (1995). DA = Densità anormale; DSI = Densità sub-normale inferiore; DN = Densità Normale (verde); DSS = Densità sub-normale superiore.

Prof. (m)	DA	Fasci/m ²	DSI	Fasci/m ²	DN	Fasci/m ²	DSS
1	←	822	↔	934	↔	1158	→
2	←	646	↔	758	↔	982	→
3	←	543	↔	655	↔	879	→
4	←	470	↔	582	↔	806	→
5	←	413	↔	525	↔	749	→
6	←	367	↔	479	↔	703	→
7	←	327	↔	439	↔	663	→
8	←	294	↔	406	↔	630	→
9	←	264	↔	376	↔	600	→
10	←	237	↔	349	↔	573	→
11	←	213	↔	325	↔	549	→
12	←	191	↔	303	↔	527	→
13	←	170	↔	282	↔	506	→
14	←	151	↔	263	↔	487	→
15	←	134	↔	246	↔	470	→
16	←	117	↔	229	↔	453	→
17	←	102	↔	214	↔	438	→
18	←	88	↔	200	↔	424	→
19	←	74	↔	186	↔	410	→
20	←	61	↔	173	↔	397	→
21	←	48	↔	160	↔	384	→
22	←	37	↔	149	↔	373	→
23	←	25	↔	137	↔	361	→
24	←	14	↔	126	↔	350	→
25	←	4	↔	116	↔	340	→
26			←	106	↔	330	→
27			←	96	↔	320	→
28			←	87	↔	311	→
29			←	78	↔	302	→
30			←	70	↔	294	→
31			←	61	↔	285	→
32			←	53	↔	277	→
33			←	46	↔	270	→
34			←	38	↔	262	→
35			←	31	↔	255	→
36			←	23	↔	247	→
37			←	16	↔	240	→
38			←	10	↔	234	→
39			←	3	↔	227	→
40					←	221	→

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	130

La valutazione del Rapporto di Qualità Ecologica sarà effettuata mediante il calcolo dell'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009). Il PREI integra a livello informativo gli effetti di differenti cause riconducibili agli impatti delle attività antropiche quali le alterazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte da agenti inquinanti nelle acque e nei sedimenti, o da significative alterazioni fisico-morfologiche del tratto costiero. L'indice multi-metrico include il calcolo di cinque descrittori: la densità della prateria (fasci/m²); la superficie fogliare fascio, (cm²/fascio); il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg/fascio) e la biomassa fogliare fascio (mg/fascio); la profondità del limite inferiore e la tipologia del limite inferiore.

Il valore di quest'indice varia tra 0 ed 1 che quindi non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) calcolato secondo la seguente formula:

$$RQE=(RQE'+0.11) / (1+0.10)$$

Dove:

$RQE' = (Ndensità + Nsuperficie\ fogliare\ fascio + Nbiomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare + Nlimite\ inferiore) / 3.5$

- $Ndensità = \text{valore misurato} - 0 / \text{valore di riferimento} - 0$ in cui "0" viene considerato il valore di densità indicativo di condizioni pessime
- $Nsuperficie\ fogliare\ fascio = \text{valore misurato} - 0 / \text{valore di riferimento} - 0$ in cui "0" viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni
- $Nbiomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare = (1 - (\text{biomassa epifiti} / \text{biomassa fogliare})) * 0.5$
- $Nlimite\ inferiore = (N' - 12) / (\text{valore di riferimento profondità} - 12m)$ in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. N' = profondità del limite inferiore misurata + λ

Dove:

- Limite progressivo $\lambda = 3$
- Limite erosivo $\lambda = 3$
- Limite regressivo $\lambda = -3$
- Limite netto $\lambda = 0$

Per valutare il tipo di limite va considerata la dinamica più recente espressa dal limite inferiore indagato, nel caso specifico presso la stazione AREA 2, all'interno del ZSC delle Secche della Meloria. Nel caso in cui il limite risulti regressivo (Pergent et al., 1995) si potrà assegnare la tipologia stabile in presenza di prove documentate di recente stabilità. Nel sistema di classificazione lo stato ecologico cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno di cinque anni. In Tabella B è riportata la classificazione secondo RQE.

Per quanto riguarda la verifica dell'arretramento o estensione delle praterie, da eseguirsi mediante rilievo con scan side sonar, si rimanda alle modalità esecutive riportate nel cap.19

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	131

Tabella 16-9: Limiti di classe per lo stato ecologico delle praterie di Posidonia oceanica espressi in termini di RQE

EQR	STATO ECOLOGICO	CODICE DI COLORE
1-0,775	Elevato	Blu
0,774-0,550	Buono	Verde
0,549-0,325	Sufficiente	Giallo
0,324-0,100	Scarso	Arancione
<0,100	Cattivo	Rosso

Condizioni di riferimento - Scheda Metodologica Angiosperme ISPRA 2020

Densità	599 fasci m ²
Superficie fogliare fascio	310 cm ² fascio ⁻¹
Biomassa epifiti/Biomassa fogliare	0
Profondità del limite inferiore	38 m

Parametri per il monitoraggio dell'efficacia del trapianto

I parametri monitorati nel breve e medio periodo dovranno riguardare principalmente descrittori funzionali di un campione statisticamente significativo di talee trapiantate; il monitoraggio in corso d'opera sarà limitato alle aree di impianto poiché le aree di espanto sono ubicate all'interno dell'impronta dell'opera e andranno totalmente occupate dalle nuove opere in progetto.

Nel corso dei rilievi di verifica dovranno essere innanzitutto monitorati i tassi di crescita delle piante e il numero di fallanze. La definizione precisa delle stazioni di monitoraggio dipenderà dall'ubicazione precisa dell'impianto del nuovo posidonieto e verrà dettagliata nelle successive fasi di progetto pilota.

Nella Tabella che segue si riporta quanto indicato in La Porta & Bacci (2022) per le tempistiche delle attività di monitoraggio del trapianto di *P. oceanica*, si riportano i parametri biometrici da utilizzare per le valutazioni sullo stato delle azioni di trapianto.

Tabella 16-10: Schema riassuntivo per la scelta dei parametri e delle frequenze di campionamento da adottare per monitorare un intervento di trapianto con talee di Posidonia oceanica (da La Porta & Bacci, 2022)

Area indagata	Parametro	Monitoraggio di Caratterizzazione	Monitoraggio a breve/medio termine		Monitoraggio a lungo termine		
		Frequenza	Frequenza I e II Anno	Frequenza III - IV - V Anno	Frequenza dal VI al X Anno		
Prateria donatrice	Copertura della prateria	una volta (prima dell'espianto)	In base alle finalità dello studio	In base alle finalità dello studio	In base alle finalità dello studio		
	Densità dei fasci fogliari						
	Fenologia						
	Lepidocronologia						
	Flora e fauna associata						
Sito (in prossimità della prateria ricevente)	Temperatura	una volta (prima dell'espianto)	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio		
	Salinità						
	Trasparenza dell'acqua						
	Intensità della luce						
	pH						
	Ossigeno						
	Carico di nutrienti						
	Particellato sospeso						
	Tasso di sedimentazione						
	Granulometria dei sedimenti						
	Contenuto sostanza organica						
Regime idrodinamico locale							
Prateria ricevente	Copertura della prateria	una volta (prima dell'espianto)	Almeno una volta	Almeno una volta	Almeno due volte		
	Densità dei fasci fogliari						
	Fenologia						
	Lepidocronologia						
	Flora e fauna associata						
Area di trapianto (nella prateria ricevente)	Tasso di sopravvivenza delle talee	-	ogni 3 mesi	-	-		
	Produzione di radici		ogni 3 mesi	ogni 6 mesi			
	Allungamento del rizoma						
	Allungamento delle foglie		ogni 3 mesi	ogni 6 mesi		ogni 12 mesi	
	Copertura dell'area colonizzata dalle talee						
	Formazione di nuovi fasci		-	-		-	In base alle finalità dello studio
	Densità dei fasci fogliari						
	Fenologia						
	Lepidocronologia						
	Flora e fauna associata						

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	133

Tabella 16-11: Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto mediante talee di *Posidonia oceanica* (da La Porta & Bacci, 2022)

	Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto	Specifiche tecniche
Monitoraggio breve-medio termine	Andamento temporale del numero medio di fasci per unità campionaria in rapporto al numero iniziale di fasci (espresso in %).	Il numero di fasci complessivo per unità campionaria comprende sia i fasci trapiantati sia i nuovi fasci da essi originati. L'unità campionaria è l'unità in cui si conteggiano i fasci fogliari complessivi e può essere rappresentata dal modulo di ancoraggio ma anche da superfici standard entro cui le talee trapiantate sono ancorate.
	Andamento temporale del numero di unità campionarie perse in rapporto al numero totale di unità campionarie monitorate (espresso in %).	Il numero di unità campionarie perse comprende quelle con numero di fasci pari a zero. La stima dell'area trapiantata persa dovrebbe essere valutata anche attraverso le analisi di copertura.
	Andamento temporale del coefficiente di variazione, calcolato sul numero di fasci per unità campionaria.	Il coefficiente di variazione rappresenta un efficace indice di stabilità del trapianto, individuando il momento in cui la mortalità dei fasci non incide più sulla crescita, che diventa bilanciata indipendentemente dal livello di densità nell'unità campionaria (AA.VV., 2020a).
	Copertura dell'area colonizzata da <i>Posidonia oceanica</i> trapiantata.	Definita una superficie di monitoraggio, rappresentativa dell'area totale di trapianto, la copertura si esprime come la superficie di substrato colonizzata dalle talee di <i>Posidonia</i> in rapporto alla superficie trapiantata in partenza.
Monitoraggio di lungo termine	Densità assoluta media (espressa al m ²) dell'area di trapianto e della prateria naturale limitrofa.	La densità assoluta media, misurata secondo le metodologie utilizzate nelle praterie di <i>P. oceanica</i> naturali (Bacci et al., 2015; Pergent et al., 1995; Panayotidis et al., 1981; Giraud, 1977) rappresenta adeguatamente la dinamica del trapianto nel lungo periodo e permette un confronto con le dinamiche della prateria naturale limitrofa (AA.VV., 2020a).
	Copertura dell'area colonizzata da <i>Posidonia oceanica</i> trapiantata.	La copertura rappresenta un indicatore dell'esito complessivo del trapianto nel tempo. Definita come sopraindicato, a lungo termine, la copertura è un efficace indicatore per evidenziare, il livello complessivo di espansione del trapianto e le eventuali superfici perse.
	Fenologia e Lepidocronologia.	L'analisi fenologica e lepidocronologica riflettono il livello di maturità raggiunto nel tempo dal trapianto rapportato alla adiacente prateria naturale. La pianta, infatti, investe inizialmente maggiori risorse nei rizomi piuttosto che nel tessuto fogliare come invece accade nella prateria naturale, coerentemente con la necessità di espandersi nelle aree di trapianto e di aumentare l'attività fotosintetica nelle praterie naturali (AA. VV., 2020a).

Nelle stazioni destinate a valutare gli effetti sulle praterie saranno eseguite le analisi fenologiche delle piante finalizzate alla determinazione dell'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009) che consente di monitorare la qualità ecologica degli ambienti marino costieri nell'ambito della Direttiva europea 2000/60/CE e smi.

In particolare, saranno determinati i seguenti parametri:

- Densità della prateria n° fasci/m²
- Superficie delle foglie per ciascun fascio cm²/fascio
- Rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa delle foglie (mg/fascio fogliare)
- Profondità del limite inferiore delle praterie (m)
- Tipologia del limite inferiore delle praterie (qualitativo)

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	134

Per quanto concerne il monitoraggio del buon esito del trapianto, questo sarà eseguito in accordo con quanto predisposto nell'ambito del progetto Life SEPOSSO e dal relativo "Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di *Posidonia oceanica*" (La Porta & Bacci, 2022).

Prima del trapianto, in corrispondenza della prateria donatrice e della prateria ricevente saranno determinati i seguenti parametri:

- copertura
- densità dei fasci fogliari
- parametri fenologici
- Parametri lepido cronologici
- flora e fauna associata

Sulla colonna d'acqua saranno altresì determinati i seguenti parametri:

- temperatura, salinità, pH ossigeno disciolto, trasparenza, intensità luminosa e direzione ed intensità della corrente e del moto ondoso
- N-NH₄, N-NO_x, TN, P-PO₄, TP, Solidi sospesi totali

Sui sedimenti si determineranno:

- Tasso sedimentario, granulometria contenuto di sostanza organica

Nell fasi successive all'impianto (fase CO) si eseguirà esclusivamente il monitoraggio in corrispondenza della prateria ricevente per chè la prateria donatrice sarà occupate dalle nuove opere:

- tasso di sopravvivenza talee,
- produzione radici,
- allungamento rizomi,
- allungamento foglie,
- ampiezza delle aree colonizzate dalle talee,
- formazione di nuovi fasci fogliari,
- densità dei fasci
- parametri fenologici
- Parametri lepido cronologici
- flora e fauna associata

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	135

16.4.2. Biocenosi bentoniche dei fondali molli

Il campionamento sarà eseguito con benna di Van Veen (di almeno 18 litri) con una superficie di presa di 0,1 m², con la quale eseguire tre repliche per ogni stazione. Il prelievo sarà soddisfacente con un volume minimo del 50% del volume totale in caso di sedimenti sabbiosi e del 75% per fondali fangosi (Scheda Metodologica 3.2, 2017). Per limitare il disturbo del campione ed evitare la perdita di materiale lungo la colonna d'acqua, la benna deve essere calata verticalmente sul fondale e poi recuperata (dopo aver accertato che lo strumento sia chiuso completamente) ad una velocità tale da minimizzare la turbolenza dell'acqua in prossimità dello strumento. Del prelievo dovrà essere dato atto compilando la scheda di campionamento con riportata denominazione, coordinate geografiche e profondità di prelievo, nonché la descrizione visiva del sedimento campionato. I campioni prelevati dovranno essere sottoposti a setacciatura in situ, con maglie da 0,5 mm, per eliminare il sedimento in eccesso e raccogliere gli organismi presenti, per tale operazione sarà necessario l'utilizzo di acqua di mare.

I campioni prelevati devono poi essere sottoposti ad una prima setacciatura grossolana con acqua di mare per eliminare la maggior parte del sedimento presente e poter raccogliere gli organismi che devono essere mantenuti in appositi contenitori contrassegnati con le informazioni del campionamento (nome della campagna, codice della stazione, numero della replica ecc.) e fissati. Il materiale residuo, a seguito della setacciatura, dovrà essere trasferito delicatamente in appropriati contenitori (barattoli plastici con doppio tappo) opportunamente contrassegnati con le informazioni del campionamento (nome della campagna, codice della stazione, numero della replica ecc.). Gli organismi più fragili devono essere lavati con molta attenzione e prelevati con pinzette per evitare eventuali danneggiamenti.

I barattoli non dovranno essere riempiti più di 2/3 della loro capienza tenuto conto del sedimento e del liquido fissativo, che deve ricoprire interamente il campione in rapporto 1:1 (Castelli et al., 2003).

Per la fissazione dei campioni è previsto l'utilizzo di formaldeide al 5% in acqua di mare, o in alcool 80% se le analisi si svolgono entro 15 giorni dal campionamento (ISO 16665:2014, Scheda Metodologica 3.2, 2017).

Il setaccio deve essere lavato accuratamente tra un campione e l'altro per evitare il trasferimento di organismi tra campioni diversi.

In laboratorio prima di procedere con il *sorting* preparare i contenitori per la separazione nei principali taxa il campione, più un contenitore per organismi che necessitano di un'analisi più accurata:

- Annelida;
- Mollusca;
- Arthropoda;
- Echinodermata;
- Altro.

Nel caso in cui il campione sia fissato in alcool prima di procedere con la detersione del campione smaltire il liquido negli appositi contenitori, nel caso sia fissato in formaldeide tutte le attività di sorting e lavaggio

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	136

dovranno essere svolte sotto cappa chimica e indossando i DPI opportuni, avendo cura di lavare il campione scartando negli appositi contenitori il fissativo prima di procedere oltre.

A seguito del lavaggio il campione dovrà essere osservato allo stereomicroscopio con ingrandimento massimo 10X. Con l'utilizzo di pinzette, spatole e ago manicato, gli organismi di taglia più piccola saranno riposti negli appositi contenitori. In questa fase è necessario porre la massima attenzione nel raccogliere dal campione solamente gli organismi, ritenuti vivi al momento del campionamento. Gli organismi così smistati devono essere poi determinati tassonomicamente, pertanto vanno mantenuti separati per taxa e conservati in alcool all'80%. L'utilizzo di tale soluzione determina la necessità di inserire all'interno di ciascun contenitore le informazioni principali scritte su carta lucida con matita avendo cura di riportare Phylum (Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata e Altro) il codice campagna, l'identificativo univoco del campione e la replica.

Per ciascun campione e replica dovrà essere determinato sia il numero totale di specie che di organismi determinati. Gli organismi frammentati possono essere inclusi nel conteggio solo quelli ritenuti vivi al momento del campionamento e parti del corpo identificabili con certezza. Dovrà quindi essere restituita la lista specie completa.

Forme coloniali, Foraminiferi, Platelmini, Nemertini, Nematodi, Oligocheti, Emicordati ed eventualmente Cordati, pur non necessitando di una quantificazione dovranno essere riportati all'interno della lista specie anche se statisticamente non rappresentativi.

Per un'adeguata caratterizzazione biocenotica dell'area in esame, le specie riscontrate in ciascuna stazione saranno confrontate con quelle caratteristiche delle biocenosi bentoniche di fondi mobili descritte da Pérès e Picard (1964) e saranno ricavati i principali indici ecologici di comunità, pertanto per ciascuna stazione sarà restituita una matrice riportante:

- Ricchezza in Specie (S);
- Abbondanza Totale (N);
- Indice di diversità specifica, Shannon e Weaver (1949);
- Indice di ricchezza specifica, Margalef (1958);
- Indice di equiripartizione o "evenness", Pielou (1966);
- Indice di Dominanza Simpson.
- Biocenosi di riferimento.

In accordo con quanto riportato nel D.M. 260/10 (Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali - Modifica norme tecniche Dlgs 152/2006), per ciascuna stazione saranno calcolati i valori degli indici biotici. Tali indici sono volti a valutare il grado di perturbazione dell'area oggetto di studio mediante la determinazione di classi di sensibilità alle perturbazioni, come ad esempio arricchimento di materia organica o disturbo meccanico.

Saranno dunque riportate anche le valutazioni in merito all'indici:

- Indice AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) (Borja et al., 2000);
- Indice M-AMBI (Multimetric – ATZI Marine Biotic Index) (Bald et al., 2005; Muxika et al., 2007).

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	137

L'interpretazione dei dati ottenuti consentirà non solo di valutare la struttura del popolamento bentonico ma anche lo stato di qualità ambientale ed intervenire nel caso in cui gli assetti variassero da quanto previsto dal D.M. 260/10.

Calcolo degli indici di diversità e qualità biologica

Indice di diversità di Shannon-Wiener. L'indice tiene conto sia del numero di specie presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti tra esse. Esso assume valore 0 quando tutti gli individui appartengono ad una singola specie e, teoricamente, $+\infty$, quando gli individui sono ugualmente distribuiti tra tutte le specie. Si calcola come: $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$; dove P_i è la frequenza della specie i -esima (ovvero il rapporto tra il numero d'individui della specie i -esima e il numero totale d'individui del campione) ed S è il numero delle specie trovate.

Indice di ricchezza specifica di Margalef. L'indice è basato sul rapporto tra numero di specie e numero totale di individui. L'indice tiene conto sia del numero di specie che delle abbondanze relative, sintetizzando l'informazione in un unico valore di diversità. Esso assume valore 0 quando tutti gli individui appartengono ad una sola specie. Si calcola come: $d = (S - 1) / \ln(N)$; dove S è il numero delle specie trovate e N è il numero degli individui trovati.

Indice di equitabilità di Pielou (evenness). L'indice, che varia tra 0 ed 1, esprime l'equitabilità della comunità, cioè il grado di uniformità nella distribuzione degli individui tra le varie specie. Tale indice presenta il valore massimo nel caso teorico in cui tutte le specie siano presenti con la stessa abbondanza numerica, mentre presenta un valore basso nel caso in cui ci sia una specie con elevata abbondanza e numerosi altre con abbondanza scarsa. Si calcola come: $J' = H' / \ln S$; dove S è il numero delle specie trovate e, H' rappresenta l'indice di Shannon-Wiener.

Indice di dominanza di Simpson. L'indice di dominanza specifica di Simpson esprime la probabilità che due individui, presi in maniera casuale, appartengano alla stessa specie. In comunità molto diversificate, in cui vi sono molte specie con pochi individui ciascuna, questa probabilità è bassa, mentre risulta elevata quando molti individui appartengono ad una o poche specie. L'indice varia tra 0 e 1, dove 1 indica la dominanza massima (una specie rappresenta tutti gli individui) e 0, che indica la diversità massima. Si calcola come: $D = \sum [(n_i/N)^2]$; dove n_i (numero di individui della specie i -esima) e N (numero tale di tutti gli individui di tutte le specie).

Indice AMBI. AMBI è un indice biotico basato sulle abbondanze relative di specie sensibili e tolleranti (classificate secondo cinque "gruppi ecologici") e si calcola con la seguente formula:

$$AMBI = [(0 \times \% GI) + (1.5 \times \% GII) + (3 \times \% GIII) + (4.5 \times \% GIV) + (6 \times \% GV)] / 100$$

dove GI, GII, GIII, GIV e GV, rappresentano i cinque gruppi ecologici.

- Gruppo I (GI): specie molto sensibili ad arricchimento organico, presenti in aree non impattate o leggermente impattate.
- Gruppo II (GII): specie non influenzate dall'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità, con variazioni non significative nel numero di individui.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	138

- Gruppo III (GIII): specie che tollerano l'eccesso di sostanza organica; possono essere presenti anche in condizioni normali, di ambiente non stressato, ma i loro popolamenti sono stimolati dall'arricchimento organico.
- Gruppo VI (GVI): specie opportuniste di secondo ordine.
- Gruppo V (GV): specie opportunistiche di primo ordine; detritivori, che proliferano nei sedimenti anossici.

In base ai valori assunti dall'indice è possibile classificare le aree oggetto di studio; il valore 0 è rappresentativo di condizioni indisturbate (tutte le specie appartengono al gruppo I) e il valore 6 a condizioni fortemente alterate (tutte le specie appartengono al gruppo V).

Indice M-AMBI. M-AMBI ("Multivariate AMBI") è un indice multivariato che combina l'indice di diversità di Shannon-Wiener (H'), la ricchezza specifica (S) e l'indice AMBI. La modalità di calcolo dell'M-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette metriche tramite un apposito software gratuito di statistica multivariata (AZTI Marine Biotic Index-New Version AMBI 6.0). Il valore dell'M-AMBI varia tra 0 (condizioni ecologiche pessime) e 1 (condizioni ecologiche elevate), e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) richiesto dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/EC.

16.4.3. Biocenosi bentoniche dei fondali duri

Sulla base delle indagini condotte precedentemente sono individuate per quattro dei cinque siti tre stazioni per transetto a differenti profondità su cui eseguire il campionamento fotografico. Il disegno di campionamento prevede, per la caratterizzazione degli habitat di scogliera, definendo 3 (plot) superfici di 4 m² per transetto, distanti una decina di metri circa tra loro su cui effettuare il campionamento fotografico. Saranno effettuati almeno 10 campionamenti fotografici di 0,2 m² per ciascuna stazione.

L'impiego dell'operatore subacqueo è utile alla misurazione della massima altezza dello strato eretto (organismi >10 cm) per ciascuna specie deve essere misurata e la percentuale di necrosi degli antozoi eretti deve essere quantificata *in situ* attraverso una stima visiva, in alternativa è necessario dotare la strumentazione per le riprese video fotografiche di asta metrica utile alla successiva analisi di immagine.

In laboratorio attraverso l'osservazione delle immagini sarà inoltre stimata la copertura percentuale di sedimento, di cavità dovute a processi erosivi e di mucillagini oltre alla copertura percentuale dei taxa/gruppi morfologici di ciascun campione fotografico.

Il livello di sensibilità di ciascun campione (Sensitivity Level, SL o Integrated Sensitivity Level, ISL) deve essere calcolato moltiplicando il valore di SL/ISL di ciascun taxon/gruppo per la sua classe di abbondanza e poi sommando tutti i valori ottenuti per ciascun taxon/gruppo. I valori di copertura devono essere classificati in 8 classi di abbondanza: 1) 0<%<0,01; 2) 0,01<%<0,1; 3) 0,1<%<1; 4) 1<%<5; 5) 5<%<25; 6) 25<%<50; 7) 50<%<75; 8) 75<%<100);

La diversità alpha deve essere valutata attraverso il numero medio di taxa/gruppi per campione e la diversità beta deve essere valutata come distanza media dei centroidi in un'analisi multivariata condotta con software appropriati.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	139

16.4.4. Monitoraggio dei mammiferi e dei rettili

Il **monitoraggio visivo** della fauna marina sarà effettuato da operatore specializzato (MMO, Marine Mammals Observer) attraverso rilievi visivi diurni al fine di determinare l'eventuale presenza delle specie *target* nell'area. Le osservazioni saranno associate a rilievi PAM (Passive Acoustic Monitoring) mediante impiego di imbarcazioni dedicate e appositamente dotate delle tecnologie/attrezzature necessarie alla corretta realizzazione dei monitoraggi (vedasi par. 16.3.10).

Saranno definiti prima dell'avvio dei lavori, una serie di transetti lineari da seguire nel corso del monitoraggio, in modo da coprire idonee porzioni dell'area di interesse. Le osservazioni saranno condotte continuativamente dall'alba al tramonto in condizioni meteo marine favorevoli.

In *corso d'opera* sarà condotto il monitoraggio anche su base giornaliera, durante le attività maggiormente impattanti, mediante una ricognizione visiva con l'ausilio di binocoli (scansionando la superficie del mare a 360°), all'interno dell'area portuale e al suo esterno per un raggio di ca 2 km. La ricognizione sarà associata a rilievi acustici e a rilievi con sonda CTD per calcolare la propagazione del suono in relazione alle specifiche caratteristiche dell'acqua di mare (vedasi par. 16.3.10).

16.5. Modalità esecutive e strumentazione impiegata

Misure correntometriche ed ondametrische

Il correntometro utilizzato per la determinazione del campo di moto consisterà in una sonda ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), che misurerà la velocità della corrente lungo la colonna d'acqua, alla stazione individuata e in modalità continua. Lo strumento misura ad intervalli di tempo regolari il profilo della velocità della corrente lungo la verticale, dalla superficie al fondo per ciascuna delle quali è misurata la velocità, ottenendo il profilo verticale.

Utilizzando un'elaborazione del segnale acustico riflesso dalle particelle d'acqua in movimento basata sull'effetto doppler, lo strumento è in grado di misurare accuratamente la componente radiale della velocità della corrente rispetto alla direzione verso cui ciascuno dei 4 sensori è orientato. Parte dei segnali inviati dall'ADCP sono inoltre destinati alla misura della traccia del fondo. L'acquisizione avviene ad intervalli di profondità regolari, suddividendo la colonna d'acqua in celle.

Mediante software dedicato il medesimo segnale può essere utilizzato anche per definire le concentrazioni di solidi sospesi (previa opportuna fase di calibrazione) e quindi valutare il passaggio di sedimenti lungo la sezione analizzata. Per quanto riguarda il moto ondoso, si recupereranno i dati raccolti dal sistema di monitoraggio già in essere.

Misure in situ

Per la misurazione in campo della torbidità, conducibilità ecc. potranno essere utilizzate sonde del tipo HYDROLAB in grado di registrare i dati misurati in una memoria interna o, in alternativa, trasmettere in

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	140

superficie i dati mediante collegamento per mezzo di un cavo ad un notebook. Nell'utilizzo in modalità "autoregistrante" l'operatività è garantita da una memoria in grado di registrare fino a 120.000 dati e di batterie alcaline che provvedono all'alimentazione.

Le misure saranno condotte da natante utilizzando la strumentazione sopraindicata dotata di sensore di profondità, la quale, collegata ad un computer portatile, permette di visualizzare e registrare in tempo reale le misure di torbidità e degli altri parametri lungo la colonna, alle corrispondenti profondità. I dati saranno registrati a partire da circa un metro dalla superficie, fino quasi in prossimità del fondo marino.

Le misure dovranno essere condotte in condizioni meteo tali da consentire la navigazione in sicurezza; quindi, non sarà possibile avere una misura diretta della torbidità sotto mareggiata. Per quanto riguarda la misura della torbidità, si ricorda che la strumentazione impiegata consiste in un sensore che registra l'assorbimento della luminosità ed esprime la torbidità in NTU (unità nefelometriche di torbidità) oppure FTU (unità torbidimetriche di formazina). In entrambi i casi le unità di misura sono basate su calibrazioni con gli stessi standard primari di formazina.

Le unità torbidimetriche di formazina (FTU) sono con buona approssimazione equivalenti alle unità torbidimetriche nefelometriche (NTU), ma la relazione andrà definita sperimentalmente facendo indagini sito specifiche.

Allo stesso modo si procederà per la conversione di torbidità in mg/l di solidi sospesi totali, mediante prelievo di campioni d'acqua in contemporanea alla misura di torbidità e costruendo curve di taratura.

Prelievo di campioni di acqua ed analisi in laboratorio

Per raccogliere i campioni di acqua a diversa profondità è opportuno utilizzare uno strumento campionario dotato di un sistema di apertura e chiusura attivabile alla profondità richiesta. Il modello base di questo tipo di strumento è la classica bottiglia Niskin, uno strumento cilindrico dotato di due aperture, una superiore e una inferiore e di un meccanismo che permette alla struttura di rimanere aperta durante la calata in acqua.

Il prelievo dei campioni, per l'analisi dei vari parametri, va effettuato direttamente dalla bottiglia nel più breve tempo possibile; il recipiente di conservazione deve essere sciacquato almeno due volte con l'acqua della bottiglia di campionamento.

I campioni di acqua saranno conservati al buio ad una temperatura compresa tra 4-6°C e trasferiti al laboratorio di analisi nel minore tempo possibile e, comunque, entro le 24 ore dal prelievo.

I campioni che dovessero necessitare di stabilizzazione dovranno essere fissati in campo con opportuni agenti fissanti in relazione all'analisi specifica e concordati con il laboratorio che eseguirà le analisi in modo da garantire la congruità con i metodi di analisi applicati dal laboratorio e coperti dal regime di accreditamento.

La conservazione in campo deve essere refrigerata e controllata con datalogger.

La temperatura di trasporto dei campioni al laboratorio di analisi deve essere compresa tra 4/6°C e documentata mediante l'uso di *datalogger* con incertezza nota e riferibile metrologicamente attraverso taratura con termometro primario LAT.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	141

Le indagini dovranno essere condotte presso laboratori certificati ACCREDIA e utilizzando metodiche accettate a livello internazionale (es. Metodi analitici APAT, USEPA ecc.) per la matrice oggetto di analisi.

Prelievo ed analisi dei campioni di sedimento

Il campionamento di sedimenti superficiali dovrà essere effettuato con strumenti meccanici calati nella stazione di campionamento mediante un verricello ad es. con campionatori a gravità o con benna tipo Van Veen a impronta quadrata o rettangolare che permette di ottenere un ampio volume di sedimento con una profondità di penetrazione di circa 30 cm. Nel momento in cui lo strumento arriva sul fondo marino, l'operatore deve segnare le coordinate geografiche o chilometriche visualizzate sul monitor del DGPS. Per ogni postazione di monitoraggio si prevede la preparazione di un campione. Qualora siano necessarie le esecuzioni di più repliche di campionamento, si provvederà a ripetere il prelievo in corrispondenza della stessa stazione registrando le coordinate della replica di campionamento eseguita.

I campioni prelevati devono essere omogeneizzati e successivamente conservati in appositi barattoli, etichettati e datati. Per ogni stazione di campionamento deve essere compilata una scheda dove riportare i dati inerenti il punto di campionamento (nome stazione, data, ora, coordinate teoriche e reali, strumentazione utilizzata ecc.), il nome dell'operatore e dell'imbarcazione, il numero e la sigla dei campioni prelevati ed infine la descrizione macroscopica del campione (caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di imbibizione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali).

I campioni di sedimento devono essere conservati in contenitori appositi in funzione delle analisi a cui devono essere sottoposti; si deve prelevare un campione omogeneo e rappresentativo del livello indagato. I campioni di sedimento sottoposti ad analisi fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dovranno essere conservati e trasportati secondo le specifiche previste dal D.M. 173/2016.

La conservazione in campo deve essere refrigerata e controllata con datalogger e il trasporto deve avvenire entro le 24 ore dal prelievo per le analisi microbiologiche ed entro le 48 ore dal prelievo per le analisi ecotossicologiche.

La temperatura di trasporto dei campioni al laboratorio di analisi deve essere compresa tra 4/6°C e documentata mediante l'uso di datalogger con incertezza nota e riferibile metrologicamente attraverso taratura con termometro primario LAT.

Una volta in laboratorio i campioni saranno sottoposti alle analisi indicate, utilizzando metodiche accettate a livello internazionale (es. Metodi analitici APAT, USEPA ecc.). Le analisi ecotossicologiche (fase solida e preparazione dell'elutriato) devono avvenire nel più breve tempo possibile, preferibilmente entro cinque giorni dalla data di campionamento e comunque non oltre i termini di legge.

Le indagini dovranno essere condotte presso laboratori certificati ACCREDIA per il parametro oggetto di indagine sulla matrice sedimento. Il laboratorio dovrà avere comprovata esperienza specifica e dovrà fornire tutti i dati grezzi, i dati macchina e i dati a supporto che dovranno risultare necessari per l'interpretazione dei risultati ottenuti.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	142

17. MONITORAGGIO DELLA TORBIDITA'

17.1. Premessa

In coerenza con i monitoraggi istituzionali effettuati da ARPAT e, secondo quanto approvato a SIA il PMA seguirà:

- il D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. dove vengono definite le modalità con cui effettuare la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici; in particolare, per le acque marino costiere, sono previsti vari elementi per la definizione dello Stato Ecologico e contaminanti inorganici/organici nella matrice acqua per la definizione dello Stato Chimico;
- Il D.M. 56/2009 che definisce i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento e, nell'Allegato 1, le modalità per il monitoraggio dei corpi idrici individuando gli elementi qualitativi per la classificazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico;
- il DM 260/2010 e smi, recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, sono definite le modalità per la classificazione dei corpi idrici da effettuare al termine del ciclo di monitoraggio;
- la DGRT n. 264/2018 "Aggiornamento del monitoraggio dei corpi idrici marino-costieri della Toscana e adozione dei nuovi valori di fondo in acqua e sedimenti. Integrazione dell'allegato "C" alla DGRT N. 608/2015 e sostituzione dell'allegato "A" alla DGRT N. 1273/2016. – Allegato A - Monitoraggio Biota e vita molluschi e Allegato B - Valori di fondo naturale in acque.
- Le Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.; D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i.)

Le attività di monitoraggio proposte dovranno consentire una effettiva confrontabilità dei metodi e dei risultati con quelle del piano di monitoraggio attualmente svolte direttamente dall'ISPRA, dall'Autorità Portuale o in collaborazione con gli Istituti scientifici (CIBM) e le Agenzie locali (ARPAT), oppure da laboratori privati accreditati da organismi riconosciuti ai sensi della norma UNI CEI EN 17011/05 per le specifiche prove. Infine, il monitoraggio dovrà integrarsi con quello definito dall'Autorità Portuale all'interno del proprio sistema di gestione ambientale.

Gli obiettivi principali del piano di monitoraggio per la componente in esame, da realizzare tramite controlli a breve e medio termine, possono essere così riassunti:

- verificare che possibili contaminanti non possano essere mobilizzati o disperdersi nelle acque e nei sedimenti circostanti durante le operazioni di cantiere;
- dotarsi di un sistema di **monitoraggio "a rete"** che possa verificare eventuali azioni di trasporto di contaminanti e particelle fini all'esterno del porto in seguito alle attività di dragaggio e scarico, cercando di discriminare i differenti apporti dovuti a sorgenti di contaminazione preesistenti (scarichi, traffico marittimo, apporti dal Canale Scolmatore).

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	143

Per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, sarà necessario considerare differenti comparti ambientali (acque, sedimenti e biota), nei quali potrebbero essere evidenziabili effetti a breve e medio termine.

Gli effetti a breve termine sono evidenziabili soprattutto nella colonna d'acqua all'interno e all'esterno del porto, lungo le vie di dispersione delle acque di efflusso e delle acque di dragaggio (torbidità).

Gli effetti a medio termine sono evidenziabili soprattutto:

- nei sedimenti superficiali all'interno e all'esterno del porto, lungo le vie di dispersione delle acque di efflusso e delle acque di dragaggio;
- nei sedimenti e sulle biocenosi dei fondali limitrofi al bacino e al porto.

Il presente monitoraggio, quindi, è finalizzato a valutare assenza di impatti rilevanti derivanti dalle attività di dragaggio e realizzazione della colmata. Il monitoraggio interesserà quindi con frequenza costante la torbidità generata dalle attività di dragaggio e dalle acque di sfioro della colmata (torbidità) (effetti a breve termine), trappole di sedimento con frequenza mensile ma modulabile (effetti a medio termine) e con frequenza annuale le acque, sedimenti e biota (effetti a medio termine).

I monitoraggi saranno eseguiti in fase AO, CO e PO.

In relazione alle prescrizioni del MASE, si specifica che nel presente PMA si è optato per il recepimento delle stesse come a seguito dettagliato:

- le frequenze del monitoraggio previste per la determinazione dei tassi di deposizione mediante l'impiego di trappole sedimentarie in corrispondenza delle stazioni di monitoraggio individuate per la definizione della qualità ambientale e, in particolare, della qualità ambientale degli habitat prioritari e della prateria di *P. oceanica*, saranno allineate includendo, per quanto possibile, rilievi in associazione ad eventi di piena dello Scolmatore e in corrispondenza di scenari di maggiore impatto in relazione all'evoluzione del plume secondo le proiezioni prodotte dai modelli matematici. Tali rilievi saranno condotti solo se le condizioni ambientali e di contesto risulteranno tali da garantire gli aspetti legati alla sicurezza degli operatori, aspetti considerati per ovvi motivi, imprescindibili. Gli eventi di piena e gli eventi critici saranno registrati in modo puntuale e censiti, si provvederà raccogliere e rendere disponibili tutti i dati di contesto associati all'evento, i rilievi condotti, qualora attuabili, le motivazioni della impossibilità di condurre rilievi in concomitanza dell'evento qualora la sicurezza non possa essere garantita. In questo ultimo scenario, si provvederà ad effettuare i rilievi alla prima data utile in sicurezza dopo l'evento meteorologico avverso;
- In fase di cantierizzazione dell'opera sarà prodotto un allegato tecnico con il dettaglio dei criteri per l'identificazione delle condizioni di rischio da attenzionare in relazione a volumetrie, modalità di dragaggio/trasporto/refluimento dei sedimenti, nonché alla distanza dei target sensibili dalle aree di dragaggio/trasporto/refluimento. Questi saranno aggiornati nelle fasi successive del progetto in relazione al maggiore dettaglio nella definizione delle modalità operative che si renderà disponibile. Il documento sarà condiviso con ARPAT prima della cantierizzazione e si stabilirà un programma

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	144

concordato di aggiornamento e revisione per raccogliere le implementazioni in fase di esecuzione dell'opera come indicato in prescrizione;

- Relativamente al sabbiodotto, si precisa che non è possibile caratterizzare una tantum i materiali oggetto di rimozione e refluento; le attivazioni a carattere periodico e saltuario del sabbiodotto necessitano di caratterizzazioni preliminari dei materiali da refluire per verificarne la compatibilità alla destinazione d'uso specifica e al sito di destinazione nel rispetto della normativa specifica che disciplina le attività di dragaggio e movimentazione (D.M. 173/16). Pertanto, saranno condotte indagini ad hoc preliminari ad ogni attivazione del sabbiodotto in conformità alla normativa di riferimento (D.M. 173/16). In particolare, si verificherà che i materiali oggetto di rimozione e refluento siano conformi alla Classe A di rischio che ne permette l'impiego ai sensi della normativa citata per le operazioni di ripascimento e che tali materiali siano compatibili in termini di morfologici, mineralogici, fisici, chimici, ecotossicologici e microbiologici con le caratteristiche del sito di deposito. La relazione tecnica attestante la compatibilità ambientale dell'operazione sarà sottoposta agli Enti competenti preliminarmente agli interventi di refluento.
- Si è operato un raffittimento della specifica rete di sensori. Sono forniti nel PMA anche i dettagli sui criteri seguiti per la scelta del posizionamento, dei periodi e delle frequenze delle misure. Si specifica, inoltre, che sono state introdotte delle stazioni di campionamento e monitoraggio aggiuntive relative all'ottemperanza alla normativa D.M. 173/16 per il monitoraggio puntuale dell'impatto dell'escavo dei sedimenti e del loro conferimento in cassa di colmata. Queste stazioni, posizionate anche a nord e sud della zona interessata dall'opera permetteranno di tenere in maggiore considerazione gli impatti derivanti dalla movimentazione e/o risospensione del sedimento dal fondale durante le operazioni di dragaggio sia nella zona interessata dall'intervento che nelle aree sottoposte a tutela e nelle zone interessate dagli eventi di piena dello Scolmatore. Questo permetterà di valutare, con frequenza di rilievo elevata, l'impatto dell'opera sulle componenti abiotiche e biotiche permettendo un maggiore controllo dei potenziali effetti e interventi tempestivi in caso di anomalie documentate. Si rimanda alla consultazione dell'apposito paragrafo all'interno del capitolo 17 del presente documento per ulteriori dettagli.
- Si precisa che si terrà conto della richiesta di prevedere indagini in concomitanza di piene dello scolmatore e di condizioni meteomarine desumibili dagli scenari modellistici ritenute a maggiore rischio di impatto in relazione all'evoluzione del plume. Tuttavia, si specifica che tali rilievi saranno condotti solo se le condizioni ambientali e di contesto risulteranno tali da garantire gli aspetti legati alla sicurezza degli operatori, aspetti considerati per ovvi motivi, imprescindibili. Gli eventi di piena e gli eventi critici saranno comunque registrati in modo puntuale e censiti, si provvederà a raccogliere e rendere disponibili tutti i dati di contesto associati all'evento, i rilievi condotti, qualora attuabili, le motivazioni della impossibilità di condurre rilievi in concomitanza dell'evento qualora la sicurezza non possa essere garantita. In questo ultimo scenario, si provvederà ad effettuare i rilievi alla prima data utile in sicurezza dopo l'evento meteorologico avverso.

17.2. Definizione dello stato Ante Operam

Gli strumenti di misura della torbidità installati da dicembre 2022 (di AdSP) hanno fornito, fino a maggio 2023, risultati che possono essere impiegati per la valutazione dello stato AO e per la stima dei valori di allerta ed attenzione.

I cinque strumenti, ubicati come indicato nella seguente figura, hanno acquisito i valori di torbidità in continuo con rilevamenti orari (per un totale di 3.692 rilevazioni) e, sebbene limitati alla stagione invernale-primaverile, risultano già rappresentativi sia delle condizioni ordinarie che di quelle più intense che sottopongono i recettori a stress.



Figura 17-1 – Ubicazione delle stazioni di monitoraggio ambientale (da Google Earth).

Le stazioni Meloria e Scolmatore (rif. figura seguente) risultano le più rappresentative per l'area di progetto e, tra le due, la stazione Meloria, per posizione ed esposizione, costituisce il riferimento più significativo per valutare le condizioni di torbidità in prossimità dei limiti della posidonia. In figura è rappresentato il limite della *Posidonia* oceanica (linea verde) individuato dal CIBM nelle indagini del

2017, che è risultato essere maggiormente cautelativo rispetto a quello che è possibile individuare sulla base delle recenti indagini svolte in fase di progettazione esecutiva (posizionato più al largo mediamente di circa 200 m). Questo dato sarà oggetto di verifica in sede preliminare alla cantierizzazione dell'opera mediante un'indagine speditiva specifica come dettagliato nell'apposito paragrafo del capitolo 17.

Le registrazioni effettuate nel periodo di analisi (11/12/2022 – 02/5/2023) hanno fornito un valore medio di torbidità pari a 9 NTU per la Meloria e 13.6 per lo Scolmatore.



Figura 17-2 – Torbidimetri di riferimento per le fanerogame.

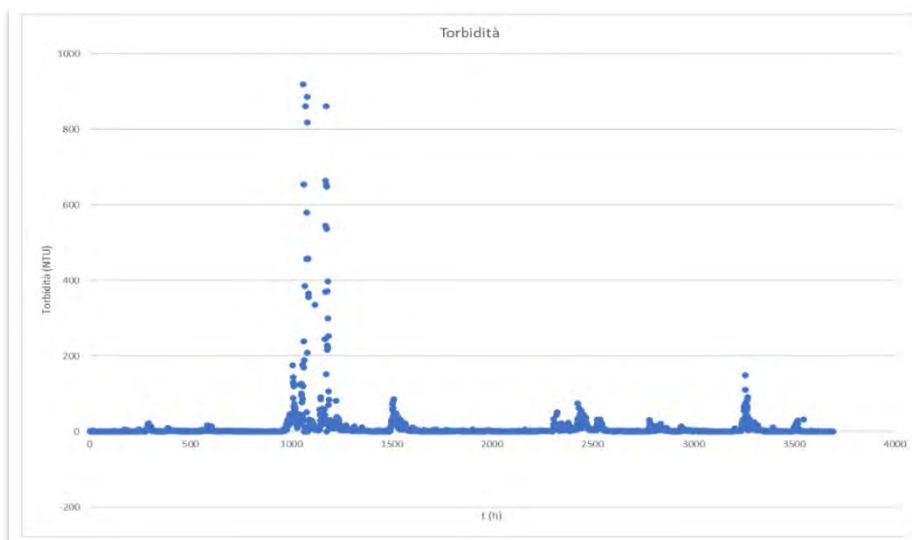


Figura 17-3 – Valori di torbidità registrati al torbidimetro Meloria nel periodo di osservazione disponibile (dal 29/11/2022 al 02/05/2023- 3692 registrazioni orarie).

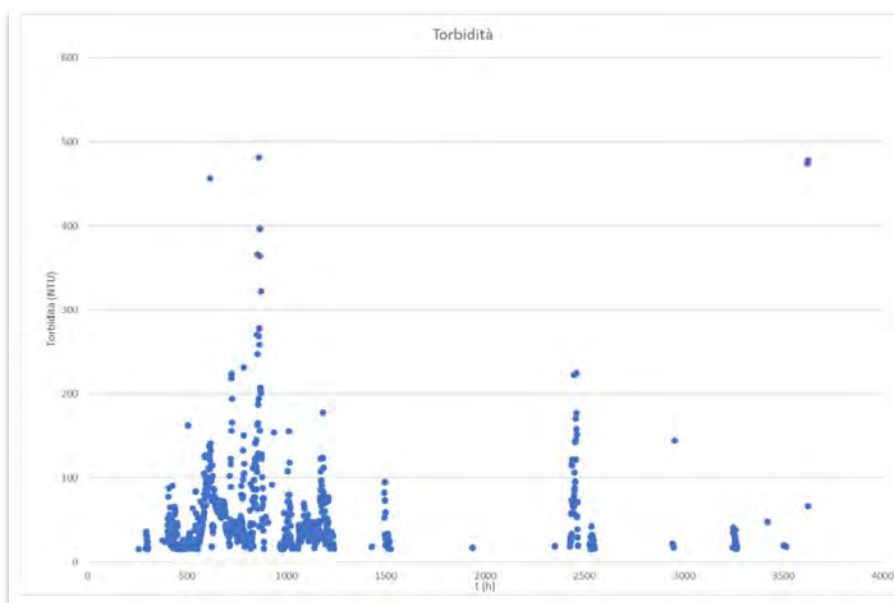


Figura 17-4 – Valori di torbidità registrati al torbidimetro Scolmatore nel periodo di osservazione disponibile (dal 29/11/2022 al 02/05/2023- 3692 registrazioni orarie).

I valori medi risultano tuttavia scarsamente significativi delle condizioni che effettivamente sperimentano e sono in grado di tollerare le fanerogame.

Analizzando nel dettaglio la serie temporale, nel periodo investigato si individuano 10 eventi di durata superiore a 48h con torbidità superiore a quella media per la stazione Meloria e 13 eventi per la stazione Scolmatore. Sono eventi naturali che sottopongono gli habitat esistenti a condizioni di stress a cui gli stessi sono in grado di resistere, stante lo stato di conservazione riscontrato nelle indagini di

approfondimento. Le caratteristiche sintetiche di detti eventi, in termini di valore medio e massimo di torbidità, espressa in termini di NTU, sono riportate nelle seguenti tabelle.

<i>Evento</i>	<i>NTU (media)</i>	<i>NTU (max)</i>
1	15,1	21,6
2	15,6	17,2
3	100,2	918,7
4	30,7	86,3
5	21	75
6	17,2	30,6
7	15,7	20,3
8	35,1	148,4
9	16	16
10	18,2	31,1
MEDIA	28,48	136,5

Tabella 17-1 caratteristiche degli eventi di torbidità sopra la media per la stazione Meloria

<i>Evento</i>	<i>NTU (media)</i>	<i>NTU (max)</i>
1	22,4	36,2
2	55,5	481,6
3	18,1	18,1
4	35,1	94,8
5	16,4	16,4
6	18,6	18,6
7	85,9	224,3
8	22,3	41,9
9	61	144
10	25,4	40,7
11	47,6	47,6
12	18,4	19
13	339,5	477,9
MEDIA	58,9	127,8

Tabella 17-2- Caratteristiche degli eventi di torbidità sopra la media per la stazione Scolmatore.

Tra i vari eventi, risulta particolarmente significativo l'evento n. 3 del torbidimetro della stazione Meloria, caratterizzato da una durata di 340 h, e da 3 picchi di torbidità superiori a 800 NTU (**Figura 17-5**). L'andamento verificatosi tra il 09.01.2023 ed il 23.01.2023, è il risultato di uno stato di mare caratterizzato al largo da 6 picchi di altezza d'onda (Hm0) superiore a 2 m (dato Boa di Gorgona- fonte CFR-Regione Toscana). Sotto costa, la condizione di intenso moto ondoso è confermata dal correntometro posizionato presso la stazione Scolmatore, che ha fornito valori di altezza d'onda significativa di circa 1.5 m e direzioni di provenienza tra 220°N e 330°N. Il corrispondente evento presso lo strumento Scolmatore ha riportato l'andamento dei valori di torbidità indicati in **Figura 17-8** (picco di 180 NTU).

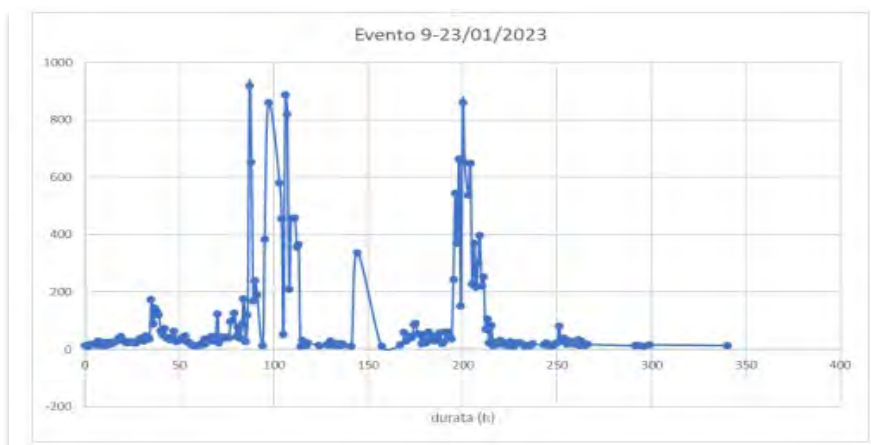


Figura 17-5 – Andamento della torbidità NTU (strumento Meloria) nell’evento tra 9/01/2023 ed il 23/01/2023.

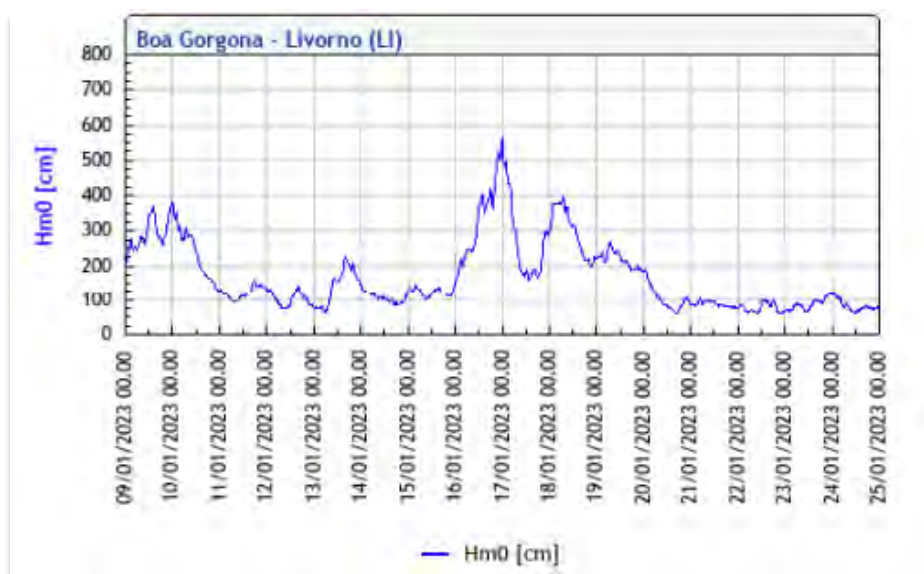


Figura 17-6 – Altezza d’onda registrata alla boa di Gorgona 9/01/2023 ed il 23/01/2023.

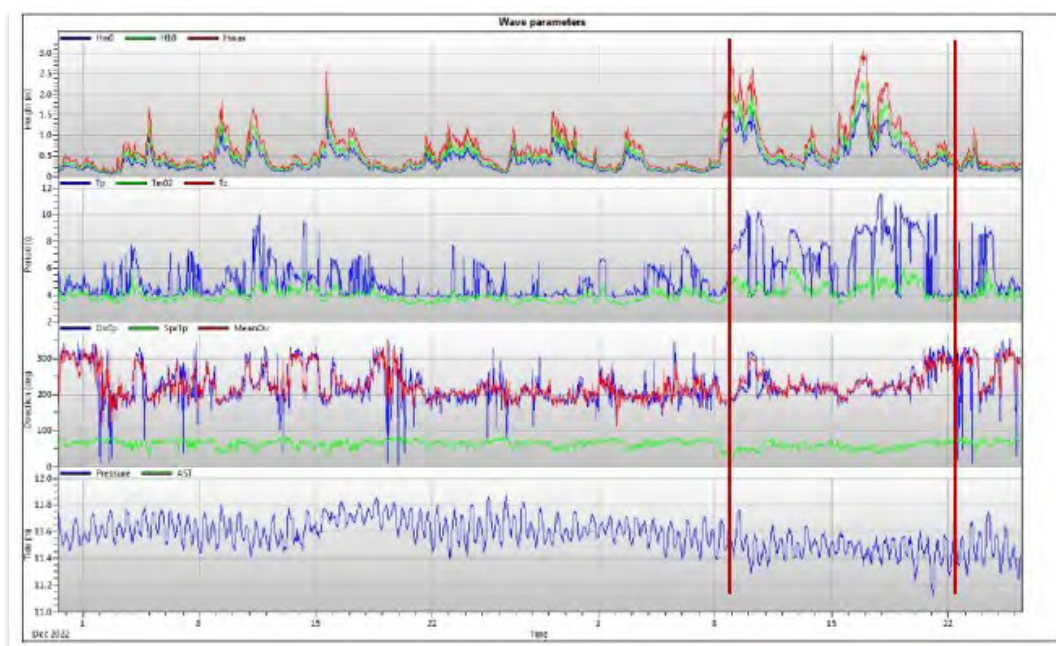


Figura 17-7 – Serie temporale dei parametri d’onda per la stazione oceanografica SCOLMATORE. 1° grafico (dall’alto verso il basso): altezza significativa (in blu), altezza media 1/10 (in verde), altezza massima (in rosso). 2° grafico: periodo di picco (in blu), periodo medio (in verde). 3° grafico: direzione di picco (in blu), propagazione direzionale (in verde), direzione media (in rosso). 4° grafico: pressione (in blu).

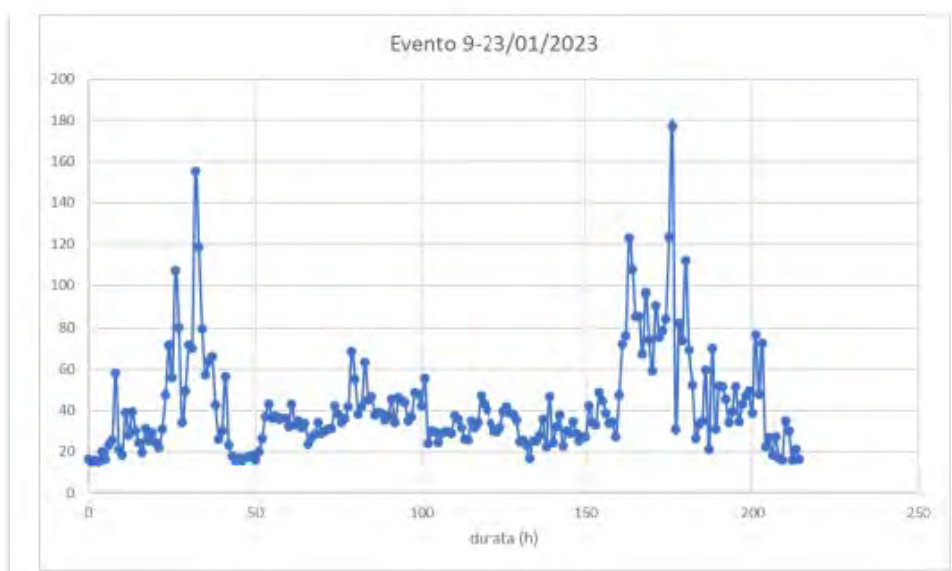


Figura 17-8 – Andamento della torbidità NTU (strumento Scolmatore nell’evento tra 9/01/2023 ed il 23/01/2023).

Gli strumenti Scolmatore e Meloria presentano andamenti analoghi, con valori di torbidità medi leggermente più elevati per il primo, che è posizionato più vicino alla costa su fondali ai limiti della profondità di chiusura e quindi maggiormente influenzato dal moto ondoso.

Alla luce delle analisi riportate, in accordo la normativa vigente e con linee guida di carattere internazionale (*EPA, 2001. Guidelines for Dredging. Best Practice Environmental Management*), che prevedono di riferirsi al superamento dei valori di torbidità naturale per la valutazione di stati critici di torbidità, sono stati individuati i valori limite che, se superati, attiveranno le procedure di mitigazione meglio descritte nel seguito.

17.3. Definizione dei valori di attenzione ed allarme

Al fine di valutare gli effetti delle operazioni di dragaggio sui recettori sensibili, si applicano le procedure individuate nel documento *“Assessing and evaluating environmental turbidity limits for dredging” – Terra et Aqua – 2020*, che seguono il diagramma di flusso riportato nella seguente figura.

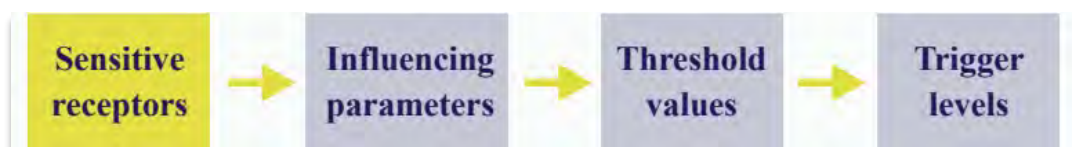


Figura 17-9 – Diagramma di flusso per definire le soglie di allerta sui recettori sensibili

Relativamente all’identificazione dei recettori sensibili e dei parametri che ne possono influenzare la dinamica, si rimanda ai documenti specifici della valutazione ambientale. In questo paragrafo si forniscono indicazioni su come determinare i valori di soglia che creano danni ai recettori ed i livelli di allerta su cui impostare attività di mitigazione e/o verifiche supplementari.

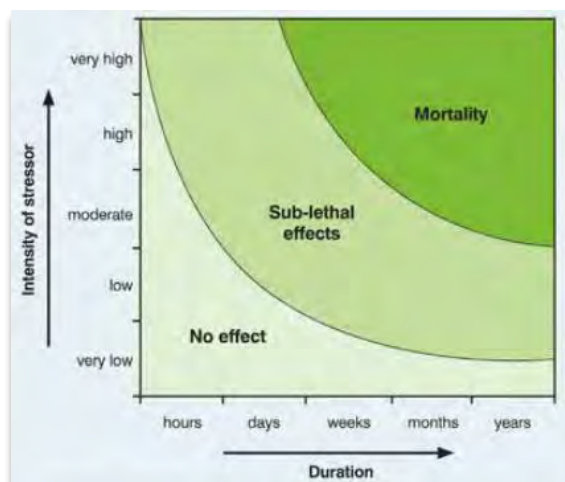


Figura 17-10 – Relazione intensità-durata degli effetti ambientali [Erftemeijer, P.L.A. and Lewis, R.R. (2006) Environmental impacts of dredging on seagrasses: a review. Marine Pollution Bulletin. Vol. 52, no. 12, pp. 1553-1572].

Come noto, la valutazione degli effetti deve necessariamente considerare diversi aspetti delle perturbazioni ambientali apportate, non solo in termini di intensità, ma anche in termini di durata e frequenza degli eventi eccedenti i livelli definiti. In sintesi: **“Basse durate di effetti da moderati ad intensi, infatti, non producono effetti significativi”**.

La torbidità genera effetti sui processi di fotosintesi delle fanerogame e, di conseguenza, risulta il parametro principale da considerare. Come evidenziato in “Erftemeijer, P.L.A. and Lewis, R.R. (2006)”, la soglia critica di luminosità al fondo per la *Posidonia oceanica* è intorno all’10%. Tale valore risulta analogo anche per la “*Cymodocea nodosa*”.

La medesima pubblicazione individua tassi di sedimentazione che sono ritenuti critici per varie fanerogame. In particolare, come riportato nelle figure seguenti, per la *Posidonia oceanica*, si individuano valori di circa 5 cm/anno. Un recente studio sulla “*Sedimentazione nelle praterie di Posidonia Oceanica (L.) Delide*”, pubblicato sulla rivista dei Biologi Italiani (gennaio 2017), ha comunque evidenziato come interrimenti dell’ordine di 4-5 cm determinino una mortalità di circa il 50%. Assumendo cautelativamente che il tasso di deposizione critica sia quello per cui l’interrimento supera la capacità di crescita verticale dei rizomi ortotropi, si può assumere un valore pari a circa 1,5 cm/anno.

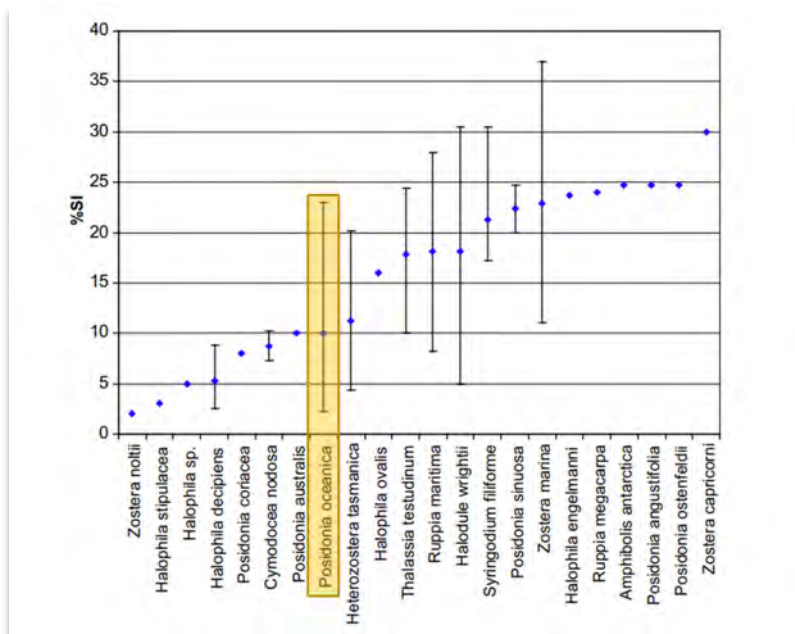


Figura 17-11 – Range di variazione delle soglie di luminosità critica (% della irradianza di superficie -SI) per varie specie di fanerogame.

Species	Location	Sedimentation (cm/yr)	Reference
<i>Cymodocea nodosa</i>	Mediterranean (Spain)	5	Marba and Duarte (1994)
<i>Cymodocea rotundata</i>	Philippines	1.5	Vermaat et al. (1997)
<i>Cymodocea serrulata</i>	Philippines	13	Vermaat et al. (1997)
<i>Enhalus acoroides</i>	Philippines	10	Vermaat et al. (1997)
<i>Halophila ovalis</i>	Philippines	2	Vermaat et al. (1997)
<i>Posidonia oceanica</i>	Mediterranean (Spain)	5	Manzanera et al. (1995)
<i>Zostera noltii</i>	Mediterranean (Spain)	2	Vermaat et al. (1997)

Figura 17-12 – Soglie critiche di sedimentazione per le fanerogame.

Alla luce delle considerazioni sopra riportate, e dei dati già registrati per l'AO e sopra descritti, sono state individuate **due diverse soglie di attenzione per le due stazioni Scolmatore e Meloria**, in quanto la stazione dello Scolmatore è risultata interessata da valori di torbidità generalmente superiori, essendo influenzata anche dalle dinamiche litoranee e fluviali che si sviluppano nell'area antistante lo Scolmatore.

Si ritiene invece che la stazione della Meloria possa essere considerata maggiormente rappresentativa dei valori di torbidità effettivamente sperimentati in prossimità del limite della Posidonia.

Il valore di attenzione è stato fissato pari alla media (arrotondata) dei valori medi di torbidità rilevati negli eventi riportati nelle precedenti **Figura 17-3** e **Figura 17-4**. Il valore di allarme è stato fissato pari alla media dei valori massimi di torbidità rilevati negli eventi riportati nelle precedenti **Tabella 17-1** e **Tabella 17-2**.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	154

In definitiva, sono stati individuati i seguenti valori per le due soglie:

- **valore di attenzione: 30 NTU per la stazione Meloria, 60 NTU la stazione Scolmatore;**
- **attivazione soglia di attenzione: 3 h (3 misure orarie consecutive);**
- **valore di allarme: 130 NTU;**
- **attivazione soglia di allarme: 6h (6 misure orarie consecutive);**
- **tasso di sedimentazione critico: 1,5 cm/anno;**
- **luminosità residua al fondo: 10%.**

I valori relativi alla stazione Meloria potranno essere associati anche alle altre stazioni di misura previste nel PMA o ulteriori stazioni rispetto a quelle già installate.

17.4. Acque di esubero della colmata

L'impatto della cassa di colmata (sito di deposito dei sedimenti) è monitorato in conformità del D.M. 173/2016 come riportato nello specifico capitolo del presente PMA cui si rimanda per i dettagli specifici dei rilievi condotti sulle acque di sfioro, per le frequenze di monitoraggio e per la posizione delle stazioni di campionamento.

Si precisa che, in fase **CO**, il manufatto di esubero sarà posizionato lungo l'argine interno della colmata e la portata sarà scaricata all'interno del bacino portuale a grande distanza dall'imboccatura. Così come indicato nel Parere n. 526 della seduta Plenaria n. 94 del 11 dicembre 2023 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, le verifiche effettuate hanno evidenziato come il plume si mantenga all'interno del bacino portuale e molto distante dall'imboccatura, senza produrre un potenziale impatto sui target sensibili. Il monitoraggio **CO** sarà finalizzato agli effetti sulla torbidità delle acque di esubero dell'area di colmata. Il valore soglia di attenzione in tale stazione è fissato in 80 NTU. È prevista una stazione di monitoraggio a valle degli sfiori nella zona baricentrica del tratto di argine WBS4.

Nei capitoli che seguono vengono indicati i parametri da monitorare, strumentazione utilizzata, definizione dei valori di attenzione nello specifico per la torbidità, rimandando la trattazione di tutti gli altri descrittori sulle stazioni di monitoraggio.

Si rimanda al capitolo 19 per le modalità di gestione delle anomalie.

17.5. Torbidità indotta dal dragaggio

Le operazioni di dragaggio saranno coadiuvate da un sistema di monitoraggio dedicato al controllo dei valori di torbidità. Tale sistema di monitoraggio, finalizzato alla raccolta dei dati, sarà affiancato da simulazioni numeriche e collegato alle attività di dragaggio idraulico.

Come indicato in premessa il Piano di monitoraggio prevede un sistema a rete, in cui le stazioni già presenti e quelle di nuova installazione, fisse e a spot forniscono tutte dati ad un unico centro di controllo.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	155

Il sistema proposto consentirà sia di avere misurazioni della torbidità nelle aree di interesse e di adattare le operazioni di dragaggio idraulico qualora i valori di torbidità misurati dovessero superare valori di soglia prestabiliti. Le stazioni di qualità (sedimenti-biota-colonna d'acqua), serviranno invece a valutare gli effetti a scala temporale media.

Le misure di torbidità delle 3 boe di misurazione B1, B2 e B3 saranno effettuate in continuo ogni 12 ore durante le attività di dragaggio e raccolte presso un database centrale e saranno complementari al sistema di monitoraggio ad oggi in essere da parte di AdSP.

I dati saranno quindi raccolti sia dalle 3 boe installate per il monitoraggio delle attività di dragaggio che da quelle attualmente presenti.

Saranno unitamente valutati i risultati derivanti dalle stazioni di qualità (da AM1 a AM7 precedentemente descritte). Nella stazione AM2 il monitoraggio della torbidità sarà in continuo con cadenza giornaliera.

Come ulteriore misura a tutela della *Posidonia oceanica*, si prevede inoltre l'installazione di **trappole sedimentarie (da TS1 a TS6)** in alcuni punti ritenuti significativi (n.6) per la valutazione dei tassi di sedimentazione che vengono sperimentati dalla prateria di *Posidonia oceanica*, sia in prossimità del limite verso costa che in una zona più esterna dalla prateria.

17.6. Individuazione dei punti di monitoraggio

In recepimento delle prescrizioni del MASE, nelle fasi CO e PO si prevede come indicato un sistema di **monitoraggio "a rete"** con stazioni di misura dei parametri di qualità sedimento-colonna d'acqua-biota (da AM1 a AM7) e stazioni monitoraggio della torbidità.

Si precisa che le rilevazioni di torbidità potranno essere eseguite con sistema wifi o con verifiche puntuali manuali nell'ambito tratto sommitale di 1 metro della colonna d'acqua, sempre mantenendo le frequenze previste nel presente Piano di Monitoraggio.

Una campagna di misura di controllo dei dati AO sarà eseguita prima dell'inizio delle attività di dragaggio per definire la qualità ambientale nelle stazioni di monitoraggio PO.

Per quanto riguarda la **torbidità**, dal dicembre 2022 sono attivi 5 strumenti (Meloria, Scolmatore, Tirrenia, Foce Arno e Gombo) di misura della torbidità che registrano in continuo i valori del parametro NTU (**Figura 17-1**). Tali stazioni già installate saranno integrate da ADsP da ulteriori 2 stazioni di monitoraggio (T1 e T2) ubicate in aree prossime ai cantieri che verranno impiegate per il monitoraggio della torbidità in CO e PO e da 3 ulteriori stazioni di monitoraggio installate per la specifica fase di dragaggio idraulico (B1, B2 e B3).

Pertanto è prevista l'implementazione di una rete di monitoraggio su 10 stazioni che descriverà con ottimo dettaglio la torbidità dell'intera area durante i lavori di dragaggio.

A tali stazioni si aggiungono le 7 stazioni AM di qualità delle acque che misurano anch'esse la torbidità, associandola a parametri ecotossicologici e biologici.

La stazione AM1, ubicata all'interno del bacino portuale servirà a valutare la dispersione del plume all'interno del porto ed i suoi effetti su sedimento e biota. Come indicato nel PD approvato a SIA, tale plume ha

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	156

caratteristiche tali da restare circoscritto all'area portuale. Le altre stazioni AM sono ubicate in aree esterne al porto e in prossimità di habitat sensibili.

Durante le operazioni di dragaggio idraulico i dati di torbidità registrati presso le stazioni saranno utilizzati mediante il software ECOPLUME® per implementare il data set e fornire, grazie alla rete di stazioni posizionate, una previsione della distribuzione di torbida sempre più affinata. Sarà possibile sulla base delle concentrazioni rilevate nelle stazioni più prossime al punto di sfioro definire il valore atteso al largo in prossimità degli ambienti di pregio.

Come ulteriore misura a tutela della *Posidonia oceanica* e degli habitat di pregio, nonché della zona protetta Secche della Meloria, si prevede inoltre l'installazione di **trappole sedimentarie** in 6 punti ritenuti significativi (stazioni TS1-TS6) per la valutazione dei tassi di sedimentazione potenzialmente in grado di interferire con la tutela degli habitat, sia in prossimità del limite verso costa che in una zona più esterna dalla prateria. Le trappole consentiranno di verificare i tassi di ricoprimento della *Posidonia oceanica*, che dovranno attestarsi a valori inferiori a 1,5 cm/anno.

I punti di controllo (TS1÷ TS6) sono posizionati:

- in zone lontane da qualsiasi presumibile fattore perturbativo legato alle opere di progetto
 - sui limiti nord e sud della *Posidonia oceanica* (TS6);
 - in corrispondenza della prateria all'interno delle Secche delle Meloria (TS5);
- in corrispondenza della foce delle Scolmatore nella zona di transizione tra la *Posidonia oceanica* degradata (TS4);
- in vicinanza tra il torbidometro Meloria (TS2) e il limite della prateria verso ovest (TS3);
- in corrispondenza della zona di nuovo impianto della *Posidonia oceanica* (TS1).

I risultati di tutte le stazioni di monitoraggio saranno impiegati per valutare, ove risultasse necessario, la necessità di attuare misure di mitigazione con adozione di eventuali ed opportune modifiche alle modalità operative del dragaggio per rallentare i tassi di sedimentazione e ridurre il conseguente impatto sugli habitat sensibili.

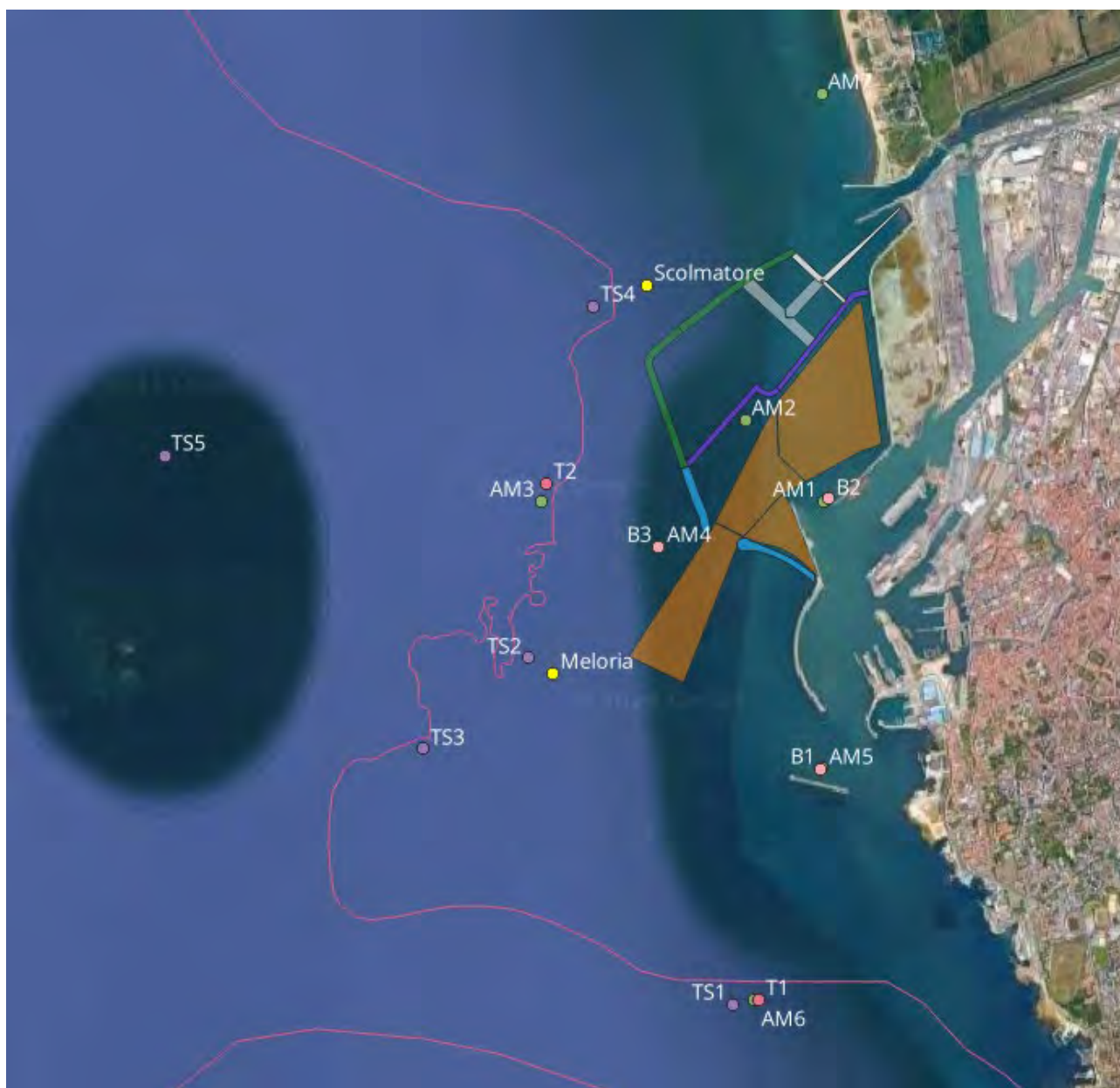


Figura 17-13 - Sovrapposizione delle stazioni di monitoraggio della torbidità (impresa e AdSP) e ubicazione delle trappole di sedimenti (da TS1 a TS6) e stazioni di monitoraggio della qualità delle acque/sedimenti/biota (AM1-AM7). La precisa ubicazione sarà determinata ad approvazione da parte della Capitaneria di Porto.

17.7. Modalità esecutive e strumentazione impiegata

Le boe per il monitoraggio della torbidità (**Figura 17-14**) installate da AdSP saranno dotate di una sonda per la misura della torbidità, data logger, GPS, pannelli solari, batteria, luce di navigazione e riflettore radar.



Figura 17-14 - Boa con torbidimetro e pannello solare tipo.

La frequenza di restituzione delle misure sarà definita sulla base delle esigenze in fase esecutiva (posizione del mezzo dragante, produzione, condizioni meteomarine ecc.).

Il sistema di monitoraggio sarà quindi impostato utilizzando:

- i dati delle stazioni di monitoraggio (boe);
- i dati operativi delle operazioni di dragaggio;
- modelli numerici dedicati.

I dati trasmessi dalle boe e il modello numerico sviluppato e integrato con i dati operativi di dragaggio (es. posizione e produzione giornaliera) saranno utilizzati dal software ECOPLUME® per stimare il rischio di superamento delle soglie di attenzione e allarme.

Nella fattispecie, ECOPLUME® sarà calibrato su base continua per garantire l'allineamento tra il modello numerico e la misurazione delle boe (*hindcast*).

Il modello numerico calibrato, integrato con i dati operativi del dragaggio, prevederà quindi l'estensione del pennacchio nel successivo periodo di riferimento (*forecast*). Dovesse tale previsione indicare un possibile rischio di superamento delle soglie di attenzione, sarà possibile attivare le misure di mitigazione.

La frequenza della generazione delle previsioni verrà adattata sia al progresso delle attività di dragaggio che delle condizioni meteomarine.

L'ubicazione orientativa proposta per le boe con torbidimetri, da validare in fase esecutiva e soggetta all'approvazione della Capitaneria di Porto competente, è riportata di seguito.

Trappole di sedimento

È prevista l'installazione di n. 6 coppie di trappole per sedimenti costituite da un cilindro verticale in PVC con un cono di sedimentazione al fondo dove è avvitata una bottiglia di raccolta di polietilene. Il tubo è aperto alla sommità, sulla quale viene alloggiata una griglia metallica con maglia di 1 cm, per limitare i disturbi o catture accidentali di pesci e benthos.

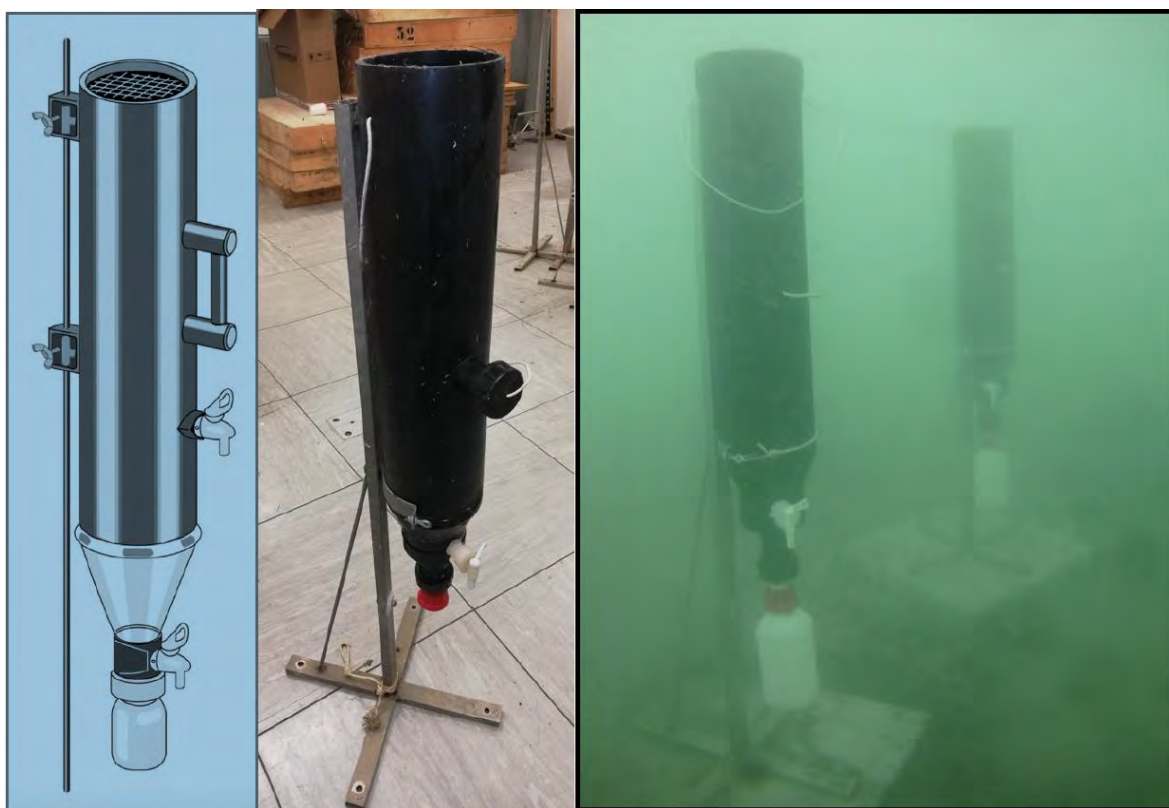


Figura 17-15 - Trappola singola per sedimenti

Il cilindro presenta un diametro di 140 mm pari a un'area di transito del flusso sedimentario di 0,015 m²; la lunghezza del cilindro è di 560 mm, mentre quella totale della trappola alla base della bottiglia è di 900 mm. Il rapporto diametro lunghezza è 1:4. La trappola viene posizionata al fondo mediante un alloggiamento specifico costruito in acciaio inox, che consente un rapido montaggio e smontaggio della trappola tramite operatore subacqueo. Il frame in inox è fissato su una base in calcestruzzo 50x50x10 cm del peso di 40 kg da posizionare sul fondo. Rispetto al fondo, la testa della trappola è posta a circa 120 cm.

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	160

Alla fine di ogni stazionamento, prima di smontare le installazioni, l'operatore subacqueo provvederà a recuperare le bottiglie di polietilene, che saranno chiuse con il proprio tappo in situ e quindi recuperate a bordo dell'imbarcazione di supporto. Le bottiglie saranno conservate in frigorifero a +4°C prima di essere trattati in laboratorio.

I campioni di sedimento raccolti nelle bottiglie di polietilene rappresentano la quantità di materiale sedimentato nel periodo di stazionamento delle trappole per unità di superficie di raccolta (0,015 m²). Pertanto, il tasso di sedimentazione è espresso nell'unità ponderale (grammi) rispetto all'unità di superficie (m²) e di tempo (giorno), ovvero g/m² al giorno.

I campioni di sedimento saranno raccolti da un operatore subacqueo direttamente sul fondo, accanto alle trappole di sedimentazione. La raccolta sarà effettuata mediante un semplice tubo in PVC della lunghezza di 10 cm infisso sul fondale e quindi recuperato manualmente. Il materiale sarà quindi trasferito in appositi sacchetti di nylon, opportunamente siglati. I campioni saranno conservati in frigorifero a + 4°C prima della loro preparazione per l'analisi.

Dopo il prelievo del sedimento dalle trappole, tramite subacqueo, tutti i filtri saranno opportunamente prepesati con bilancia di precisione.

I filtri sono successivamente essiccati in forno a 50° C, posti asciutti in essiccatore con gel di silice, quindi nuovamente pesati per determinare, mediante differenza ponderale, la quantità di materiale complessivamente catturato dalle trappole.

Nel caso in cui il materiale raccolto sia in quantità sufficiente (almeno 1 g di materiale dimensionalmente < 2 mm), si potrà procedere al recupero per l'analisi granulometrica. A tale scopo il filtro viene risospeso mediante bagno a ultrasuoni in una apposita caraffa in polietilene, fino ad ottenere il filtro completamente pulito. La miscela acqua e sedimento viene quindi setacciata a umido con un vaglio di 2 mm per separare l'eventuale componente ghiaiosa presente (sia di natura litica che organogena) da pesare e analizzare successivamente a secco mediante setacciatura ASTM standard.

La soluzione contenente acqua e sedimento viene lasciata decantare e quindi si procede al sifonamento dell'acqua in eccesso mediante pompa a vuoto. La soluzione iperconcentrata viene raccolta in un bicchiere da 600 mL e mantenuta in agitazione mediante *stirrer* magnetico.

Le analisi granulometriche saranno eseguite mediante granulometro che consente di operare nel range granulometrico nominale compreso tra 10 nm e 3,5 mm comprendo integralmente e in continuo il campo dimensionale sabbia-argilla, mediante tecnica diffrattometrica al laser.

Per l'analisi al diffrattometro laser è sufficiente una piccola quantità (1-3 mL circa in base alla concentrazione del campione) da prelevare con una pipetta dal bicchiere in agitazione per inserirla nella vasca di ricircolo del granulometro laser. Raggiunta la concentrazione di oscuramento ottimale nella cella di lettura, si fa partire l'analisi che dura circa 20 secondi.

L'output analitico riporta tutte le informazioni necessarie per la definizione dello spettro dimensionale del campione. Per la ripartizione ponderale tra le frazioni del sedimento (ghiaia, sabbia, limo, argilla) è sufficiente

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	161

porre in relazione il valore ponderale netto raccolto dal filtro rispetto alla eventuale ghiaia pesata a parte e alle restanti frazioni determinate con il granulometro laser.

I campioni di sedimento di fondo vengono rimescolati e omogeneizzati accuratamente nel sacchetto di raccolta, eliminando eventuali conchiglie, frustoli vegetali o frammenti organogeni di grosse dimensioni.

Dal sacchetto viene quindi prelevata una aliquota di circa 40 g mediante quartatura sequenziale a umido, avendo cura di rimescolare e omogeneizzare sempre il campione restante.

Il campione viene quindi posto in un bicchiere da 600 mL e coperto con poca acqua distillata con l'aggiunta di acqua ossigenata a 10 volumi (circa 20 mL per almeno due volte) ponendo il tutto su bagnomaria e agitando ogni tanto. Il trattamento con H₂O₂ serve a disgregare il cemento organico presente e durerà fino a quando l'acqua sovrastante il campione non sarà completamente limpida (circa 24 ore). Il materiale viene quindi setacciato a umido al vaglio di 2 mm e separata l'eventuale frazione ghiaiosa dal restante, raccolto in una caraffa e lasciato decantare. Da questo punto la procedura segue quella analoga riportata nella preparazione del sedimento delle trappole.

I dati ponderali dei campioni di trappola sono elaborati al fine di ottenere il tasso di sedimentazione in relazione alla geometria della trappola e del tempo di raccolta. I valori sono espressi in grammi rispetto all'unità di superficie (m²) e al tempo (giorno), ovvero g/m² per giorno (Paladini de Mendoza et al., 2018). I dati restituiti dal granulometro vengono rielaborati per essere rappresentati in termini di percentuali di frequenza di ogni singola classe granulometrica negli intervalli di mezza unità phi, secondo la classica notazione di Krumbein (1934) ripartita entro le classi dimensionali di Wentworth (1922):

$$\phi = -\log_2(D/D_0)$$

dove D è il diametro della particella e D₀ è il diametro di riferimento, uguale ad 1 (mm) per rendere l'equazione dimensionalmente consistente.

Per ciascuna distribuzione vengono calcolati i relativi parametri statistici secondo Folk e Ward (1957): diametro medio (Mz), deviazione standard o coefficiente di sorting (DS), Skewness o coefficiente di asimmetria (Sk), Kurtosis o coefficiente di appuntimento (Kg).

Il diametro medio può anche essere ottenuto algebricamente dalla sommatoria del prodotto della percentuale di frequenza di ogni singola classe (f_i) e il punto di mezzo della classe dimensionale stessa (x_i), posto che la sommatoria delle frequenze sia pari a 1 (=100%), ordinate secondo la scala geometrica Wentworth:

La notazione tessiturale del sedimento, basata sulla proporzione delle componenti principali (sabbia, silt,

$$D_{medio} = \sum_{i=1}^N (f_i \cdot x_i)$$

argilla; oppure sabbia-pelite) viene espressa secondo la classificazione di Shepard (1954) e Nota (1958).

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	162

17.8. Ulteriori misure di monitoraggio della diffusione della torbidità durante l'escavo idraulico con draga "CSD" a tutela dei target sensibili

Infine, ottemperando a quanto evidenziato nella "condizione ambientale n. 4" del parere positivo con condizioni ambientali n. 526 dell'11 dicembre 2023 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS ed in riferimento allo studio della risospensione dei sedimenti durante i dragaggi, considerato che, come esposto, la tecnica di dragaggio con la draga idraulica di tipo "CSD" genera una "nuvola di torbidità" "non trascurabile" al fondo attorno al punto di prelievo, seppur esclusivamente negli strati più profondi e meno mobili della colonna d'acqua, a causa dell'azione meccanica della testa disgregante operata dalla rotazione delle frese, quando attraversa stratificazioni di sedimenti sciolti non compatti (limi), è stato implementato il piano di monitoraggio durante le fasi di dragaggio con "CSD", quando si opera in strati litografici sedimentari di recente deposizione non consolidati.

Pertanto, a verifica e conforto delle ipotesi dei tempi di sedimentazione dei materiali "sito-specifici" (con i risultati del modello di simulazione della diffusione della torbidità nella colonna d'acqua dei sedimenti risospesi individuato) e della correttezza delle procedure operative esecutive, si prevede d'implementare il piano di monitoraggio durante le fasi di dragaggio con "CSD", effettuando misure di torbidità integrative, in stazioni mobili disposte a 50/60 m, oltre i limiti dell'area di dragaggio adiacenti al singolo settore operativo, per ogni giorno operativo del dragaggio idraulico con cadenza periodica ogni 24 ore, lungo almeno due profili a NW ed a SE delle successive aree di lavoro, con misure della torbidità a quota -2,0 e -5,0 m.s.l.m..

Di seguito, si riporta lo schema tipologico operativo del monitoraggio integrativo della torbidità da effettuare durante le attività di dragaggio idraulico con "CSD".

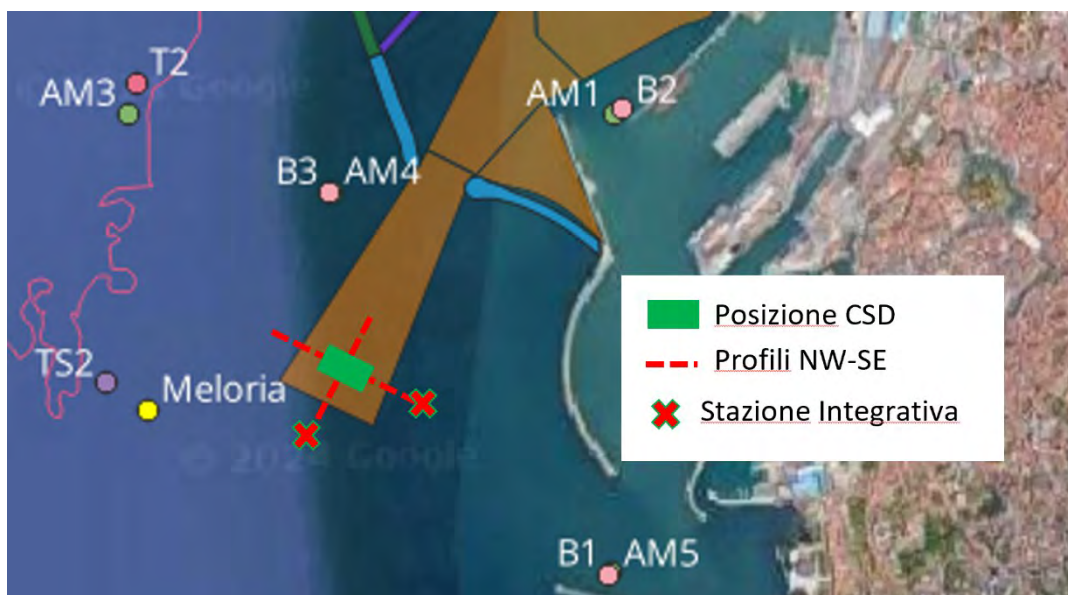


Figura 17-16 – schema operativo del monitoraggio integrato della torbidità durante le attività di dragaggio idraulico con draga “CSD” (in sovrapposizione alle ulteriori stazioni di monitoraggio previste in CO).

Pertanto, in relazione ai tempi di sedimentazione dei materiali sito-specifici, ai risultati del modello di simulazione elaborato nel Progetto Esecutivo relativamente ai pennacchi di torbidità indotti dal dragaggio, ed atto a fornire indicazioni su tempi e modalità di trasporto delle particelle all’intorno del disgregatore, anche in relazione alla presenza di potenziali target ambientali sensibili (bioindicatori) a NW del canale scolmatore, si **valuta di adottare una “soglia di attenzione” di torbidità (in corso d’opera) molto precauzionale (atteso la vicinanza dalla fonte di torbidità) nelle stazioni di monitoraggio mobili integrative predisposte al contorno dell’areale di dragaggio pari a 60 NTU.**

Qualora si accertati durante il monitoraggio in corso d’opera, il superamento del valore limite di attenzione di NTU sopraindicato, viene attivato un monitoraggio ogni 12 ore sul punto che ha superato la soglia di attenzione (*early warning*) e qualora detto valore persista per oltre 48 ore, anche in assenza di superamenti nelle altre stazioni di monitoraggio e, nel caso che esso sia effettivamente riconducibile alle operazioni di dragaggio, le attività di escavo dovranno essere comunque sospese ovvero spostate in aree anche adiacenti, fino al rientro dei valori di torbidità entro il valore soglia, con contestuale verifica di eventuali anomalie o danneggiamenti alle attrezzature di movimentazione dei sedimenti.

Si evidenzia che attraverso i dati rilevati in corso d’opera, su richiesta degli Enti Vigilanti, si potranno ricalibrare i valori di soglia dinamici assunti, anche se è presumibile con buona certezza, attesa la caratteristica dei sedimenti presenti caratterizzati da un peso specifico dei granuli elevato (sabbie limose di natura sedimentaria calcarea) e sulla base delle modellazioni effettuate, che il limite di attenzione individuato sia molto rappresentativo.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	164

Resta, comunque, intesa la possibilità da parte dell'Ente di Controllo di richiedere l'effettuazione di un ciclo di monitoraggio in qualsiasi momento delle attività di dragaggio al fine di verificare il persistere delle ipotesi iniziali e valutare eventuali integrazioni.

Quanto sopra esposto **sarà eseguito salvo diverse ovvero integrative determinazioni, precisazioni e prescrizioni che l'Ente di Controllo ARPA Toscana debba disporre in fase di comunicazione del presente documento e/o in corso d'opera.**

Preventivamente all'inizio dei lavori, verranno inoltre effettuati degli specifici test di laboratorio e di campo, mediante cui, in relazione alle caratteristiche sito-specifiche dei sedimenti delle aree oggetto del dragaggio, si stabilirà una correlazione diretta tra il valore di torbidità delle acque rilevato dal torbidimetro (espresso in NTU - *Nephelometric Turbidity Unit*) ed il parametro Solidi Sospesi Totali (espresso in mg/L), ad oggi assunto cautelativamente pari a 1, in accordo alle relazioni presenti in letteratura.

17.9. Frequenza e durata del monitoraggio

Data la mole di dati acquisita fin dagli anni Novanta (vedasi descrizione dello stato attuale), la definizione dello stato AO di seguito indicata ha l'utilità di fornire un valore specifico al punto di monitoraggio che sarà poi ripetuto in CO e PO.

Il monitoraggio seguirà in CO tutte le macrofasi di dragaggio. Per quanto riguarda le macrofasi di dragaggio queste possono essere così riassunte (per dettagli si rimanda alla relazione sulle attività di dragaggio):

Macro-fase 1: dragaggio finalizzato alla preparazione del piano di imposta delle opere. In questa fase verrà dapprima dragata (dragaggio meccanico) l'area della porzione di argine interno della colmata (WBS4b) per realizzare la prima vasca conterminata (WBS 9b').

Senza soluzione di continuità si procederà con il dragaggio meccanico a benna con Ecograb, per i sedimenti appartenenti alla Classe di rischio D ai sensi del D.M. 173/16 e afferenti agli imbasamenti delle opere WBS2a, WBS2b, WBS 6. In questa fase saranno coinvolte le maglie F1_P152, F1_P155, F1_P158 e F1_P102.

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.

Macro-fase 2: dragaggio finalizzato alla preparazione del piano di imposta delle opere. In questa fase verranno dragate (dragaggio idraulico ed in parte meccanico a benna) le aree della Diga Nord WBS 2b e WBS 2a.

Prima dell'avvio di questa fase di dragaggio sarà realizzato l'argine interno WBS8, così da poter collocare i sedimenti scavati appartenenti alle Classi di rischio A, B, C, e D* ai sensi del D.M. 173/16 nell'area della WBS 9b'.

Macro-fase 3: dragaggio finalizzato alla preparazione del piano di imposta delle opere. In questa fase verranno dragate (dragaggio idraulico ed in parte meccanico a benna) le aree della diga Nord afferenti alla WBS1 e le aree della Nuova Diga della Meloria (WBS 6). I materiali saranno collocati nella vasca WBS 9b'. Parallelamente alla costruzione della WBS 6, si procederà con lo smontaggio della diga della Meloria (WBS 7).

Macro-fase 4: dragaggio finalizzato alla preparazione del piano di imposta delle opere. In questa fase verranno dragate (dragaggio idraulico ed in parte 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 vasca WBS 9b'.

Macro fase 5: dragaggio idraulico del canale di accesso e del bacino interno (WBS 10, WBS11, WBS 12, WBS 7 e WBS 13). Saranno dragati idraulicamente (con draga CSD) e refluiti direttamente in colmata i sedimenti appartenenti alle Classi di rischio A, B, C e D* ai sensi del D.M. 173/16.

Sarà eseguito un dragaggio idraulico selettivo che consentirà il dragaggio prioritario delle aree dove è prevista una maggiore concentrazione di materiali idonei per la costruzione degli argini interni WBS8a e WBS8b (divisione in subcolmate WBS 9a, WBS 9b'', WBS 9b'''), quindi materiale tipo ghiaie/ghiaie sabbiose e di calcareniti prevalentemente localizzato in corrispondenza delle WBS 10 e WBS11.

Una volta realizzati gli argini e definita la divisione in subcolmate, si procederà con il dragaggio idraulico delle restanti porzioni delle WBS 10, WBS11, WBS 12, WBS 7 e WBS 13, i sedimenti non utilizzati per la costruzione degli argini saranno collocati nelle vasche di colmata WBS 9b''', WBS9b''.

Parallelamente, sarà eseguita l'impermeabilizzazione della vasca WBS9a.

Si evidenzia come in tale fase, nella quale è prevista la movimentazione di circa il 90% dell'intero volume di dragaggio, saranno già presenti le opere foranee, i fenomeni di dispersione del plume saranno pertanto ulteriormente limitati all'interno del nuovo bacino senza avere influenze sulle specie sensibili presenti nell'area.

Macro fase 6: Una volta eseguita l'impermeabilizzazione della vasca WBS9a, sarà possibile procedere con il dragaggio selettivo con benna con Ecograb, del solo materiale in "Classe D" presente nelle WBS 12 e WBS 13, questo sarà direttamente collocato nella vasca impermeabilizzata WBS 9a.

Si ricorda che, in tale fase, le maglie interessate dal materiale in classe D ricadono nelle WBS12 (F1_P53 e F1_P129) e WBS13 (F1_P42).

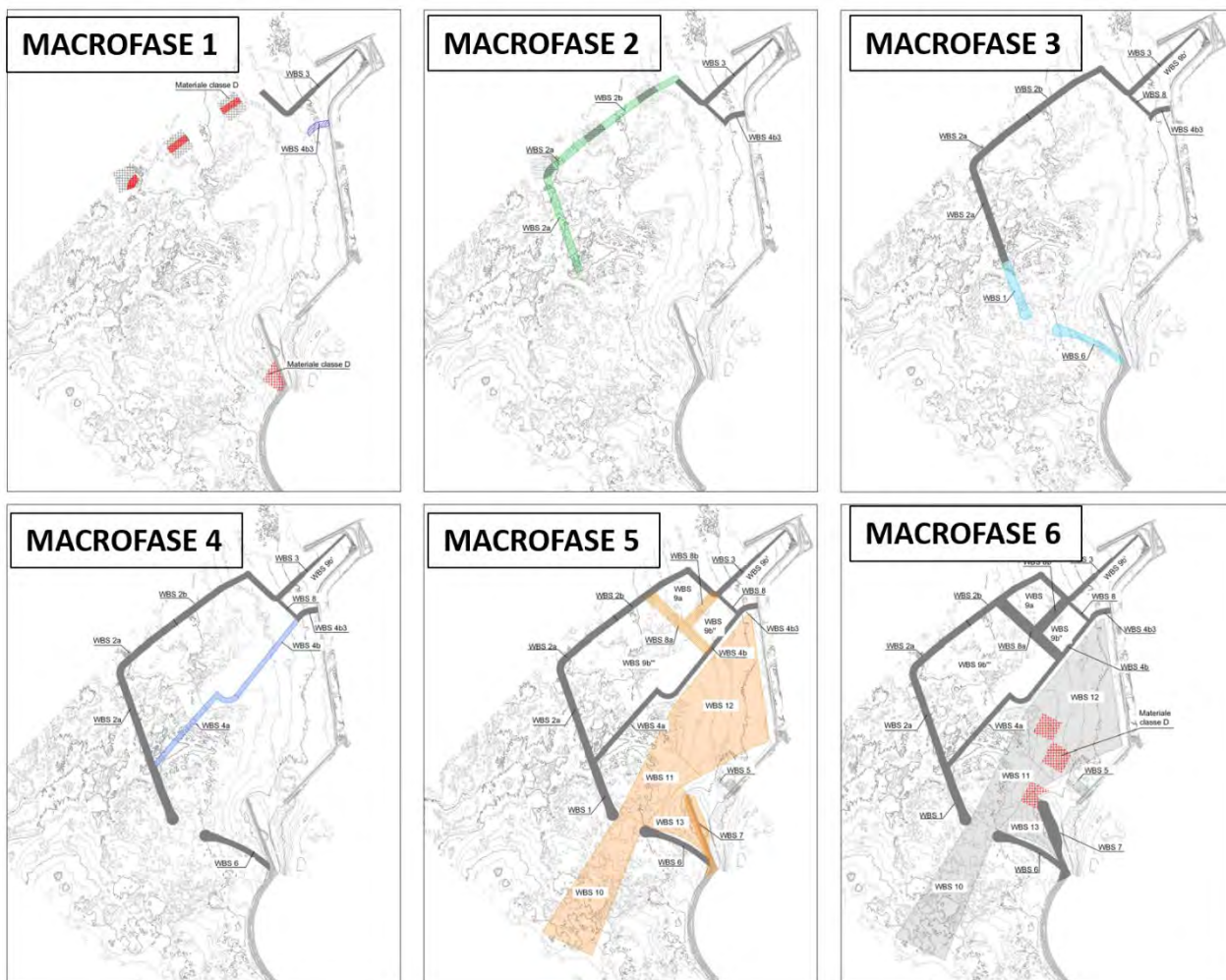


Figura 17-17 - Suddivisione in macro-fasi degli interventi di dragaggio.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	167

Si precisa che le frequenze di monitoraggio indicate nei capitoli precedenti potranno subire variazioni in relazione all'evoluzione delle attività di cantiere e degli esiti delle attività di monitoraggio stesse. Il responsabile scientifico, visti i risultati e le variazioni del programma lavori, sentiti gli Enti preposti al controllo, assume la responsabilità di definire variazioni rispetto a quanto specificato nel PMA. Per quanto riguarda le trappole di sedimento, la frequenza di campionamento sarà mensile con frequenze rimodulabili in base all'esito del monitoraggio, all'entità di materiale sedimentato e alle esigenze di manutenzione.

17.10. Acque di balneazione

Relativamente alla balneazione non si prevede l'installazione di nuove stazioni di monitoraggio ma si prevede di effettuare un controllo sui dati di monitoraggio effettuati da ARPAT per valutare che i dragaggi non impattino sulle acque di balneazione.

Nel periodo che va dal 1° aprile al 30 settembre di ciascun anno, vengono effettuati da ARPAT campionamenti periodici in ciascuna area di balneazione, per verificarne la qualità dal punto di vista igienico-sanitario. Gli esiti dell'attività di monitoraggio sono resi disponibili sul sito Web di ARPAT.

La frequenza dei campionamenti varia in base alla classificazione delle aree. In particolare:

- una volta al mese: aree di classe "eccellente" e "buona", aree con divieto permanente per motivi igienico-sanitari (al fine di valutarne il risanamento) e nei punti aggiuntivi;
- ogni 15 giorni: aree di classe "sufficiente".

La previsione di campionamenti quindicinali è una misura introdotta nel 2016 dalla Regione Toscana per garantire un più serrato controllo delle situazioni critiche e una più efficace tutela della salute dei bagnanti.

Per il progetto in esame verranno utilizzati i dati di monitoraggio presso le seguenti stazioni:

- IT009050026016 – Calambrone
- IT009050026A007 – Tirrena nord
- IT009050026011 - Tirrenia Sud
- IT009050026010- Tirrenia Centro
- IT009049009001 – Bellana
- IT009049009002 – Nettuno Livorno
- IT009049009003 - Terrazza Mascagni Livorno
- IT009049009004 - Piazza Modigliani Livorno
- IT009049009005 - San Jacopo Livorno

Le stazioni di monitoraggio sono state scelte a nord e a sud dell'area del Porto di Livorno.

La frequenza del controllo dei dati ARPAT sarà annuale, così ripartita:

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	168

- AO: 1 volta prima dell'avvio cantiere
- CO: 1 volta/anno per la durata del cantiere
- PO: 1 volta/anno per 1 anno.

Sarà, inoltre, acquisito il database storico dei monitoraggi di balneazione condotti da ARPAT sulle stazioni indicate sopra nel corso del tempo per evidenziare eventuali eventi anomali occorsi in passato e per definire i dati statisticamente solidi dei descrittori di qualità microbiologica delle acque considerati per questo tipo di monitoraggio (90° percentile).

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	169

18. AMBIENTE MARINO – DINAMICA COSTIERA

18.1. Premessa

Le valutazioni condotte nell'ambito del progetto definitivo hanno consentito di evidenziare che il canale di accesso e i bacini interni portuali potranno essere interessati da un processo di sedimentazione con valori pari a 30. 000 metri cubi all'anno (si veda a riguardo l'elaborato del progetto definitivo '1233_PD-D-004_5 Studio della dinamica litoranea' e la risposta alla componente ambientale 4, lettera a).

I valori sopra indicati sono rappresentativi di condizioni meteomarine medie e pertanto è necessario un piano di monitoraggio che consenta di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fondali in queste aree portuali, allo scopo di permettere con tempestività interventi di manutenzione mediante il dragaggio. In base alla caratterizzazione fisica, chimica e ambientale dei sedimenti da dragare, si potrà valutare se depositare questi sedimenti sul tratto di litorale a nord interessato da processi erosivi.

Riguardo allo scolmatore, gli eventuali interventi sistematici di prelievo dei sedimenti accumulati in prossimità dell'armatura nord della foce, da effettuarsi nel caso il monitoraggio ne evidenziasse la necessità, consentiranno di risolvere la criticità rappresentata dalla circostanza che il materiale che si sedimenta in quella zona possa aggirare l'armatura ed interessare la foce dello scolmatore.

La strategia di intervento da mettere in atto da parte di AdSP, se confermata dal monitoraggio, prevede quindi la sola movimentazione dei sedimenti dal deposito che andrà formandosi a Nord della foce armata. In tal senso, si ritiene che l'interrimento della foce sarà legata all'apporto solido fluviale, pertanto l'intervento di manutenzione non rientra tra le competenze di AdSP. Anche in questo caso i sedimenti prelevati alla foce e/o nel tratto terminale dello scolmatore potranno, previa caratterizzazione fisica, chimica ed ambientale, essere utilizzati sul litorale a nord nel tratto in erosione.

Nel presente capitolo vengono presentati gli approfondimenti in merito ad eventi estremi che, come richiesto dalla commissione VIA, consentono di programmare una procedura di intervento in presenza di eventi estremi.

Nel Presente Piano sono state approfondite le anomalie relative agli interventi estremi. Al fine di monitorare le condizioni meteomarine nel PMA è stata prevista l'installazione di una boa dotata di una sonda in grado di misurare il moto ondoso (Hs e direzione) e la corrente (velocità e direzione).

Per quanto riguarda la redistribuzione dei sedimenti nell'ambito dei primi 3,5 km di litorale a nord dello scolmatore, dall'area in sedimentazione a quella in erosione, è previsto che questa possa avvenire attraverso il sabbiodotto previsto in progetto o in alternativa attraverso sistemi tradizionali e ordinariamente in uso per la movimentazione della sabbia. In relazione agli effetti delle nuove opere che verranno riscontrati nell'ambito del monitoraggio, alle indagini sui sedimenti della foce che saranno eseguite ed ai risultati dei monitoraggi, sarà possibile definire i sistemi più adeguati per il prelievo nelle aree in sedimentazione (sul litorale vicino all'armatura nord) e la redistribuzione sul litorale a nord.

In funzione delle modalità individuate per l'esecuzione degli interventi di manutenzione mediante ripascimento, verranno definite in una successiva fase le più opportune attività di controllo della torbidità durante le fasi di refluento dei sedimenti.

18.1.1. Approfondimenti in merito agli eventi registrati dalla boa di Gorgona e ritenuti "anomali"

I dati utilizzati nello studio meteomarinario per confronto con i dati acquisiti dal DICCA sono stati forniti dal Committente e si riferiscono alla boa ondometrica di Gorgona; il periodo analizzato va da ottobre 2008 a ottobre 2018 (circa 10 anni di misurazioni).

La boa ondometrica di Gorgona è ubicata al largo della costa tirrenica della Toscana, in corrispondenza del punto di coordinate E 577279 m, N 4824560 m (sistema di riferimento UTM32 WGS84) e si trova su un fondale di oltre 100 m. Preme sottolineare che i dati riferiti alla boa ondometrica di Gorgona sono ottenuti da dati acquisiti in tempo reale e non sottoposti a validazione.

Una verifica sulla validità generale dei dati della boa della Gorgona è stata eseguita per confronto con il punto DICCA 000583, più prossimo alla boa (si veda la Figura 18-1).



Figura 18-1 - Ubicazione dell'ondametro di Gorgona e del punto DICCA 583, più prossimo alla boa

Al fine di valutare la coerenza dei dati misurati dalla boa ondometrica di Gorgona rispetto a quelli ricostruiti dal modello (UNIGE), soprattutto per quanto riguarda i valori massimi e di conseguenza l'analisi statistica degli eventi estremi, si è proceduto ad un confronto diretto tra le rose dei massimi annui (Figura 18-2); l'analisi è stata condotta sempre con riferimento al periodo 2008-2018.

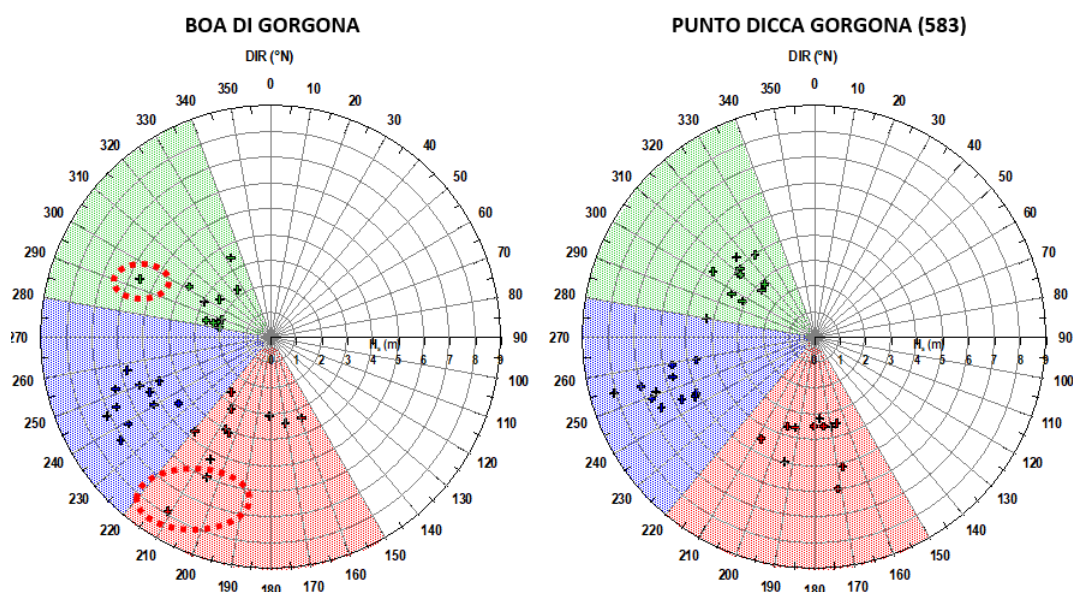


Figura 18-2 - Confronto tra la rosa dei massimi annui della boa di Gorgona (a sinistra) e del punto UNIGE (a destra) - Periodo 2008-2018

Dall'analisi delle rose si osserva una buona corrispondenza dei massimi, che risultano in entrambi i casi di poco inferiori a 8 m, per il settore centrale (Libeccio-Ponente 220°÷280°N); mentre per i settori di Mezzogiorno-Libeccio (150°÷220°N) e Maestrale (280°÷340°N) la boa ha registrato valori di altezza significativa più elevati (valori evidenziati in rosso in Figura 18-2).

Si è quindi proceduto ad un'analisi di dettaglio dei 3 eventi evidenziati in rosso; si tratta di due mareggiate ricadenti nel settore 150°÷220°N (eventi del 18 luglio 2009 e del 10 febbraio 2016) e uno nel settore 280°÷340°N (evento del 14 settembre 2015). L'andamento delle mareggiate è stato anche messo in relazione con la direzione del vento registrato alla stazione LAMMA (43.5471°N, 10.3046° E - Codice 2416) e alla stazione RMN di Livorno.

Per gli eventi estremi provenienti dal settore di Mezzogiorno-Libeccio (150°÷220°N) si osserva come in corrispondenza del picco di Hs la direzione di provenienza registrata dal sensore della boa subisca una brusca variazione (Figura 18-3): durante tutta la mareggiata i valori della direzione si mantengono pressoché costanti attorno ai 240°N per poi "saltare" di circa 30° in corrispondenza del picco (passando rispettivamente a 205° e 210° N).

Anche analizzando la serie storica del vento locale non si rilevano variazioni di direzione che possano giustificare tale brusca variazione. Analizzando i dati di direzione relativi al solo massimo di altezza significativa, i due eventi appartenerebbero al settore 150°÷220°N (Figura 18-2), mentre, osservando l'andamento della direzione di provenienza per tutta la mareggiata, sarebbe più corretto inserirli nel settore di Libeccio-Ponente (220°÷280°N). Va segnalato che l'evidente incremento dell'altezza d'onda in corrispondenza di tali eventi (fino a 2 m in un'ora, sia in fase di crescita che di scaduta), in presenza

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	172

delle altre oggettive anomalie nella registrazione (direzione), potrebbe essere dovuta ad una interpretazione non del tutto corretta dello stato del mare da parte della boa. Una simile trasformazione nelle caratteristiche della mareggiata avrebbe infatti dovuto trovare riscontro in un evento anemologico certamente singolare, che tuttavia non è documentato dalle stazioni anemometriche locali.

Per quanto riguarda, invece, l'evento di Maestrale (setto 280°÷340°N), si osserva un andamento anomalo sia delle altezze significative che delle direzioni di provenienza (nel giro di 4 ore passa da Scirocco a Ponente, Maestrale e quindi a Grecale – da terra, n.d.r. - con altezza di oltre 5 m) con parametri caratteristici della mareggiata che variano bruscamente di oltre 1 m per le altezze e quasi 100° per le direzioni (Figura 18-4).

In base all'analisi condotta, si ritiene che gli eventi massimi annui "anomali" registrati dalla boa non siano rappresentativi dell'effettivo stato del mare.

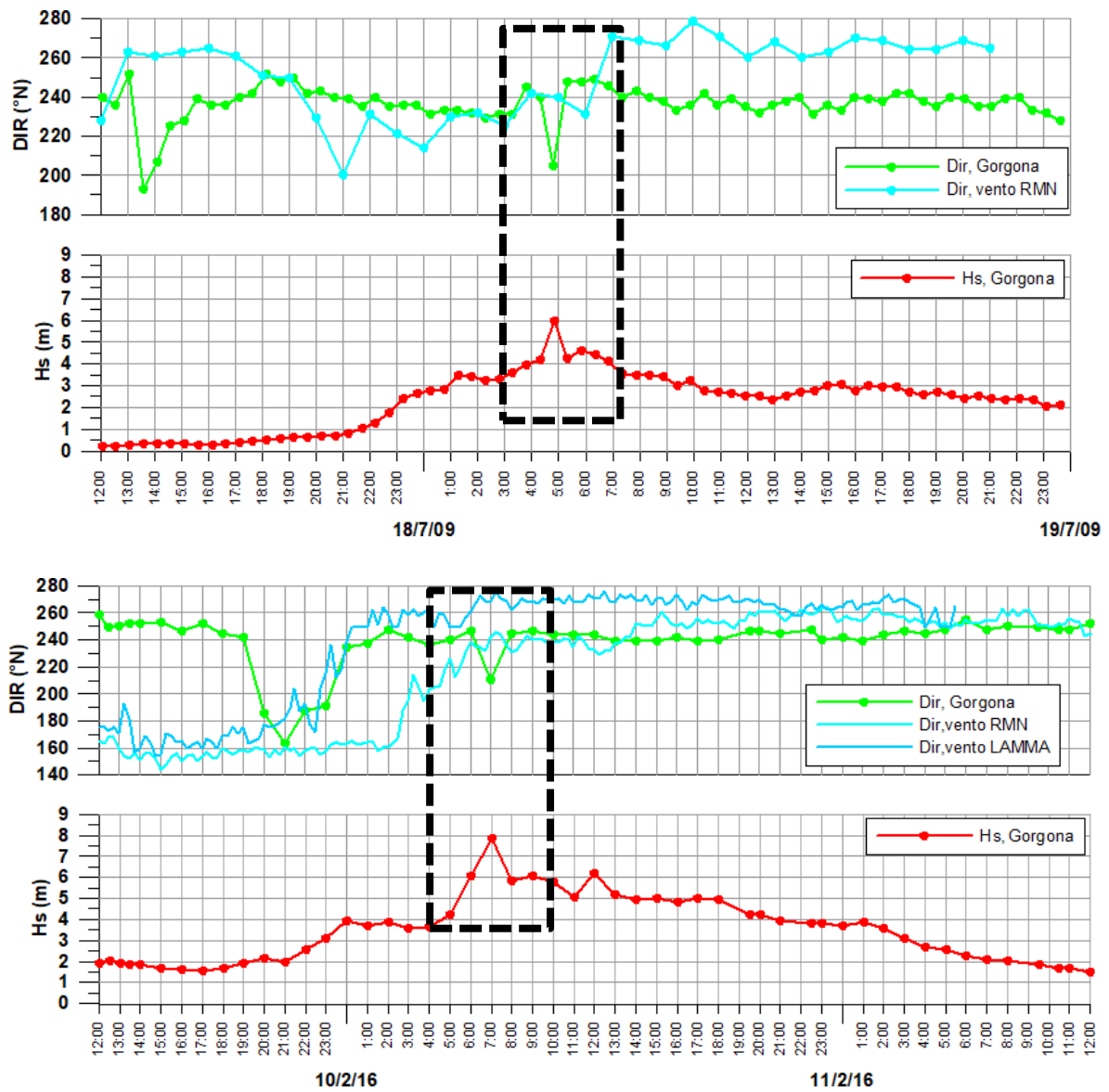


Figura 18-3 - Picchi anomali (massimi annui registrati dalla Boa di Gorgona) per il settore $150^{\circ}\div 220^{\circ}$ N

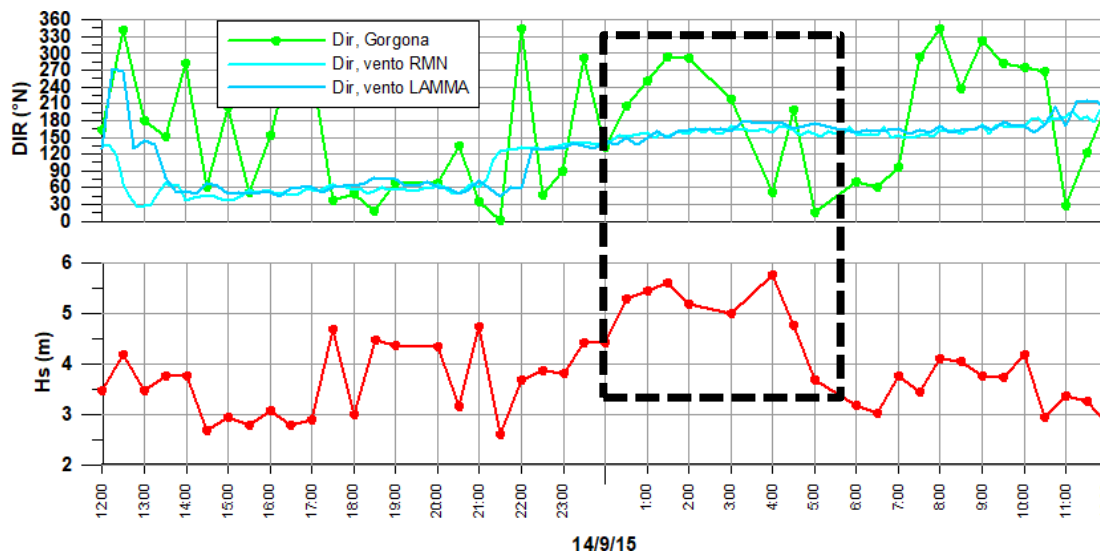


Figura 18-4 - Picco anomalo (massimo annuo registrato dalla Boa di Gorgona) per il settore 280°÷340°N

18.1.2. Monitoraggio onde e correnti

Al fine di monitorare le condizioni meteomarine di riferimento per il paraggio di interesse, nel PMA è stata prevista l'installazione di una boa dotata di una sonda in grado di misurare il moto ondoso (Hs e direzione) e la corrente (velocità e direzione).

La boa sarà installata su un fondale di profondità pari a circa 20 m ed ubicata orientativamente tra le secche della Meloria e la nuova diga nord del porto. L'ubicazione dello strumento verrà definita in dettaglio di concerto con la D.L.

Lo strumento sarà installato prima dell'inizio dei lavori, resterà in opera durante tutta la fase di esecuzione lavori e anche in PO, per un periodo di almeno 5 anni.

18.1.3. Attività di monitoraggio dei fondali marini e dell'alveo del tratto terminale dello scolmatore

L'attività di monitoraggio dei fondali marini e dell'alveo del tratto terminale dello scolmatore si articola nelle attività descritte di seguito.

Rilievi batimetrici

Al fine di monitorare l'evoluzione batimetrica dei fondali sia del canale di accesso al porto sia del tratto terminale dello scolmatore del Calambrone, è prevista l'esecuzione dei seguenti rilievi ecometrici:

1. rilievo annuale batimetrico della foce dello Scolmatore con profili ogni 50 m dal ponte del Calambrone fino a 300 m al largo delle testate dell'armatura di foce (Figura 18-5). Tale attività non rientra nelle competenze di AdSP, essendo mirata a monitorare trend evolutivi estranei alla realizzazione della Piattaforma Europa, e dovrà pertanto essere eseguita dagli Enti Competenti.
2. rilievo annuale del canale di accesso al porto, del canale portuale interno e del bacino di evoluzione con profili ogni 100 m, perpendicolari all'asse del canale (Figura 18-6).

Il primo rilievo, in relazione ad entrambe le attività sopra identificate, dovrà essere eseguito con tecnologia ecometrica multifascio al termine dei lavori e costituirà il dato di riferimento per i successivi rilievi.



Figura 18-5 - Profili batimetrici previsti nella zona di foce dello Scolmatore d'Arno

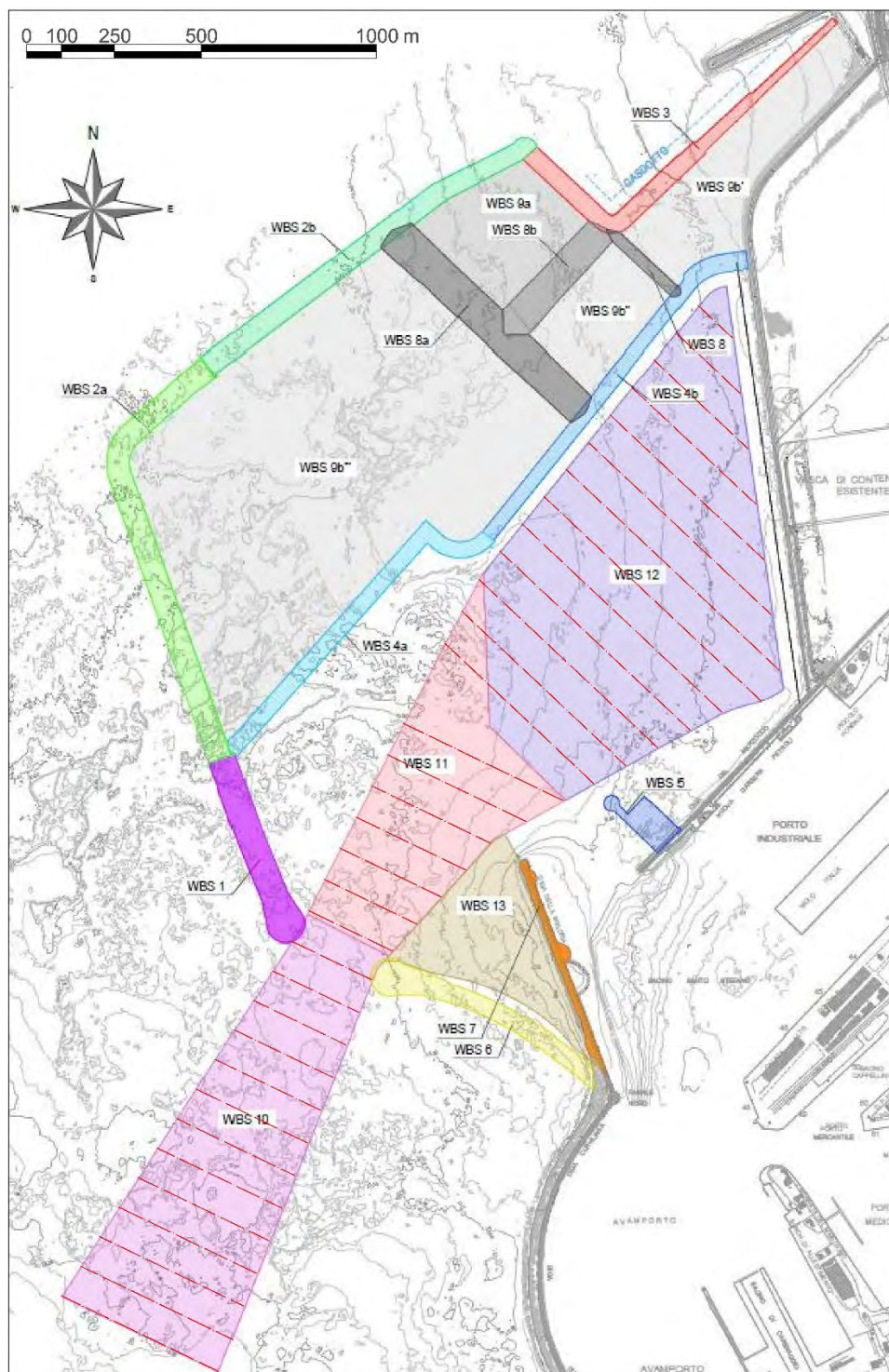


Figura 18-6 - Profili batimetrici previsti nel canale di accesso al porto e nel bacino interno

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	177

Valutazione dei volumi di sedimentazione

Tramite comparazione tra i rilievi annuali sopra citati, dovrà essere effettuata una quantificazione del volume di sedimenti accumulati sia nel canale di accesso al porto e nelle aree portuali interne sia nel tratto terminale dello scolmatore del Calambrone.

Attività di dragaggio manutentivo da effettuare successivamente alla costruzione e riguardanti il canale scolmatore e il canale di accesso al porto e le aree portuali interne

Qualora a) per il canale di accesso il volume complessivo sedimentato ecceda i 100.000 m³ oppure la variazione batimetrica ecceda i 2 m; b) per il tratto terminale del canale scolmatore (1 km a partire dall'apice della foce armata) la profondità minima sia inferiore a 2 m, si dovrà procedere ad effettuare:

- I. un rilievo ecometrico multifascio per la definizione certa delle cubature e ubicazione dei sedimenti da rimuovere;
- II. la caratterizzazione fisica e chimica dei sedimenti delle aree da dragare (DM 173/06);
- III. la rimozione tramite tecniche che tengano in dovuto conto le pericolosità ambientali associate a tale operazione (intorbidimento, messa in sospensione di inquinanti).

A tal riguardo, si evidenzia che le attività precedentemente elencate relative al canale scolmatore non rientrano nelle competenze di AdSP, essendo mirate a gestire trend evolutivi estranei alla realizzazione della Piattaforma Europa, e dovranno essere eseguite dagli Enti Competenti.

18.1.4. Attività di monitoraggio della fascia costiera

Il Piano di Monitoraggio prevede una serie di attività di rilievo topobatimetrico e sedimentologico finalizzate alla conoscenza dei processi evolutivi della spiaggia emersa e sommersa e potrà essere modificato in maniera da sviluppare eventuali sinergie con l'analogo strumento posto in essere dalla Regione Toscana per la salvaguardia della costa, nell'ambito delle proprie funzioni istituzionali.

I rilievi da effettuare dovranno interessare l'unità fisiografica di riferimento per le valutazioni inerenti alla problematica dell'erosione costiera che, data la netta discontinuità rappresentata dalla foce dell'Arno nella dinamica litoranea del tratto di litorale che si estende dalla foce del Magra a Livorno, è stata individuata nella sub-unità che si estende dalla foce dello Scolmatore a sud alla foce dell'Arno a Nord. Tale sub-unità fisiografica è stata selezionata come riferimento negli studi relativi alla dinamica costiera sviluppati nell'ambito del progetto definitivo.

Nel pianificare le attività di monitoraggio, è stata prestata particolare attenzione alla zona di foce dello Scolmatore d'Arno e al litorale limitrofo, che si prevede possano essere interessati dagli effetti della realizzazione delle nuove opere.

Il piano di rilievi individuato prevede di coprire l'area di indagine con cadenza semestrale/annuale, per 10 anni di vita dell'opera. Dovrà essere effettuato anche un rilievo ante operam e alla fine della costruzione dell'opera.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	178

Nel caso di mareggiate caratterizzate da altezze d'onda significative maggiori o uguali a 6 m, i rilievi previsti di seguito dovranno essere eseguiti anticipatamente.

Più precisamente, nei 10 anni di vita dell'opera, si dovrà eseguire:

1. Rilievo semestrale della linea di riva, da eseguirsi ogni anno prima dell'inizio della stagione balneare e all'inizio di gennaio;
2. Rilievo annuale del profilo trasversale di spiaggia, dalla duna o dalla prima infrastruttura rigida fino alla batimetrica -10 m smm, con passo di 500 m, dalla foce dello scolmatore a quella dell'Arno;
3. Raffittimento annuale dei profili batimetrici, con passo 250 m, per i primi 4 km a nord della foce dello Scolmatore;
4. Rilievo annuale sedimentologico, con prelievo dei campioni di sedimento in corrispondenza della battigia, alla -3m e alla -8m (profondità di 'chiusura' del litorale), lungo i profili trasversali con passo di 500 m, e analisi granulometriche sui campioni di sedimento prelevati;
5. Rilievo annuale batimetrico dell'area esterna alla foce con profili ogni 50 m dall'asse dell'armatura Sud fino a 700 m a Nord della stessa, trasversali all'orientamento delle armature; i profili saranno spinti dalla riva fino a 400 m al largo della testata.

Ad integrazione delle attività elencate sopra, in ottemperanza a quanto prescritto dalla Regione Toscana, è prevista l'esecuzione del monitoraggio anche lungo il tratto di litorale che si estende a sud del porto di Livorno. L'attività di monitoraggio consisterà nel rilievo annuale dei profili batimetrici fino alla batimetrica -10 m smm, con passo 250 m, per un'estensione di 1,5 km a sud del porto (si veda la Figura 18-9).

Il piano di monitoraggio sopra delineato dovrà altresì coprire, con cadenza triennale, il periodo successivo di 15 anni, avvalendosi di analisi multitemporale di immagini aeree/satellitari ad alta risoluzione. Anche per questo periodo, nel caso di mareggiate caratterizzate da altezze d'onda significative maggiori o uguali a 6 m, i rilievi dovranno essere eseguiti anticipatamente.

Si riportano di seguito i transetti di monitoraggio previsti dal PMA.

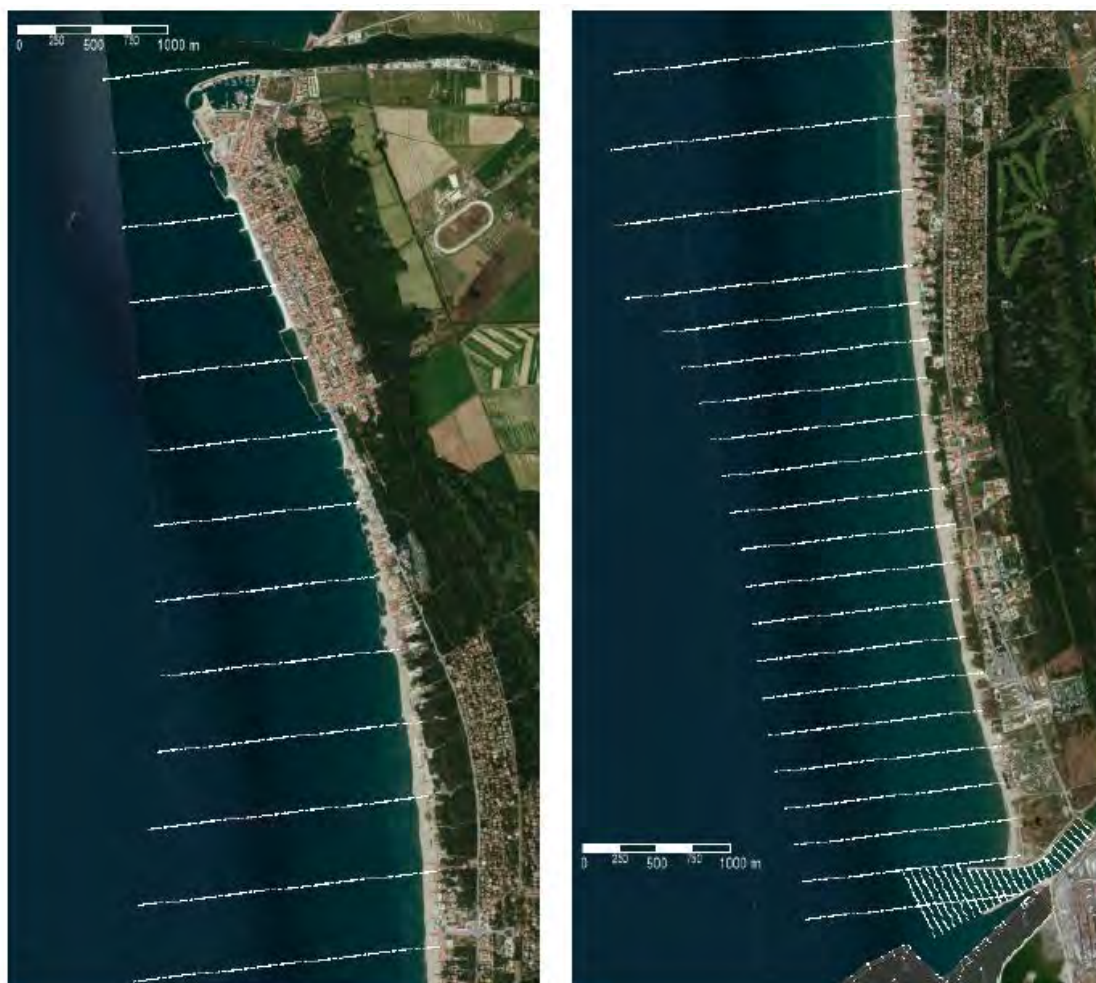


Figura 18-7 - Profili batimetrici previsti lungo il litorale compreso tra foce Arno e il porto di Livorno

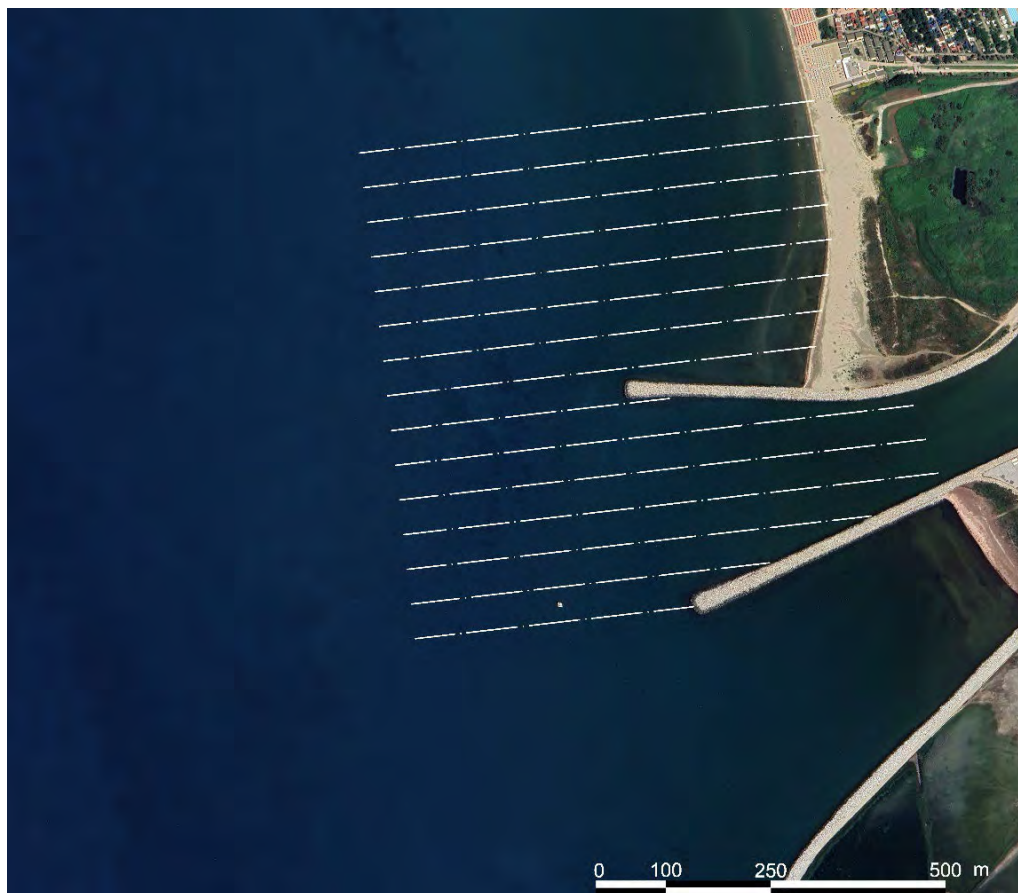


Figura 18-8 - Profili batimetrici previsti lungo il litorale compreso tra foce Arno e il porto di Livorno



Figura 18-9 - Profili batimetrici previsti lungo il litorale a sud del porto di Livorno

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	182

19. GESTIONE ANOMALIE

Una volta riscontrata un'anomalia e non appena sono disponibili i risultati delle analisi, gli esecutori del Monitoraggio Ambientale devono predisporre una tempestiva comunicazione alla DL, con una nota circostanziata che descriva le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere presso il punto indagato, allo scopo di individuare le probabili cause che hanno prodotto il superamento. Successivamente si procederà ad individuare le opportune azioni correttive.

Entro le successive 24 ore, lo staff tecnico del monitoraggio, qualora non diversamente indicato nei paragrafi successivi, con il supporto degli esperti nei settori interessati, effettuerà i necessari sopralluoghi e una prima analisi, in base alla quale si potranno riscontrare le seguenti condizioni:

- **assenza di anomalia** (per esempio nel caso in cui si riscontri un'avaria strumentale o si verifichi il carattere naturale dei fenomeni in corso);
- **presenza di uno stato di criticità ambientale** di origine antropica la cui causa sia inequivocabilmente **esterna** all'ambito dei lavori;
- **presenza di uno stato di criticità ambientale** di origine antropica **la cui causa non sia immediatamente identificabile o sia attribuibile all'ambito dei lavori**.

Nei primi due casi non si darà luogo ad azioni particolari, ma si darà ugualmente evidenza del fenomeno producendo la necessaria documentazione interpretativa che verrà trasmessa agli Enti di controllo.

Nel terzo caso il Gestore del monitoraggio, con il supporto di tutto lo *staff* tecnico e attraverso il confronto con la Direzione lavori, procede all'esecuzione repentina di un ulteriore campionamento/monitoraggio. Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo, avendo accertato che la causa sia legata alle lavorazioni in essere, verrà quindi trasmessa al Committente e all'Organo di controllo una nota informativa tecnica, avendo cura di evidenziare quali provvedimenti immediati siano stati intrapresi e/o che si prevede di attuare, ivi compresa l'eventuale sospensione dell'attività causa dell'anomalia, per evitare il raggiungimento dei valori limite o il perdurare di una situazione critica. Sarà concordata con la Committente e con l'Organo di controllo se e quale azione correttiva intraprendere.

Sono descritte di seguito le specifiche procedure da attuare per i diversi parametri.

La definizione delle procedure di gestione di situazioni potenzialmente critiche potrà essere comunque concordata con ARPAT, AdSP durante l'approvazione del Piano di Monitoraggio Operativo.

19.1. Procedura di intervento per la gestione dei superamenti delle soglie, matrice atmosfera

Per la componente atmosfera, i valori limite (VL) rispetto ai quali valutare, presso ciascuna stazione, il verificarsi di un'anomalia, sono quelli definiti dal seguente riferimento normativo D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 e D.Lgs. n. 250 del 24/12/2012.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	183

Come già indicato i parametri che si propone di considerare nella definizione delle procedure operative di controllo sono:

- Il valore di background degli inquinanti (PM₁₀, NO₂ e SO₂) misurati dalle stazioni fisse correlati al valore di intensità e direzione del vento e di piovosità.

In termini generali le procedure di controllo prevedranno la definizione di scenari meteorologici che hanno il potenziale di creare situazioni critiche per la qualità dell'aria; nel caso in cui le previsioni indichino il probabile verificarsi di queste condizioni e la presenza di valori di background prossimi ai valori limiti di legge, verrà generato un segnale di allerta che sarà comunicato alla DL ed agli entri controllori al fine di stabilire una serie di azioni per il contenimento delle emissioni affinché non si superino i limiti di legge considerati nel presente PMA, come soglia di allarme.

Al verificarsi del superamento del segnale di allarme (superamento VL) in una o più delle stazioni oggetto di monitoraggio, dovrà essere attivata la procedura di seguito codificata, finalizzata a verificare la correttezza della misura e ad attivare le azioni correttive per ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

- verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione;
- confronto con le ultime misure (se disponibili) effettuate nella stessa postazione;

se confermata l'anomalia, entro 5 giorni dal suo rilevamento, si comunica al Committente/DL lo 'stato di anomalia' inviando una nota circostanziata con descritte le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere, nonché il ricettore o gruppo di ricettori presso i quali il superamento è stato rilevato. Contestualmente, si esegue una misura di breve periodo (non dell'intera campagna; sufficiente, ad esempio, per la restituzione di medie orarie o giornaliere).

Le azioni correttive più opportune saranno comunque da ricercare nel sistema di gestione ambientale adottato. Le misure di mitigazione per contenere le emissioni (fin dalla soglia di allerta) potranno prevedere:

- l'utilizzo di nebulizzatori/duster per il bagnamento dei cumuli e/o dei percorsi di cantiere;
- la sospensione temporanea o riduzione di alcune attività cantiere (come, ad esempio, il trasporto con camion) se persistono condizioni meteorologiche critiche.

19.2. Procedura di intervento per la gestione dei superamenti delle soglie, matrice rumore

Per la componente rumore, i valori limite (VL) rispetto ai quali valutare, presso ciascuna stazione, il verificarsi di un'anomalia, sono quelli definiti dai seguenti riferimenti normativi:

- rumore - D.P.C.M. 14/11/1997 Tabella C, in relazione alle classi di destinazione d'uso del territorio; D.P.R. n.142 del 30/03/2004 Allegato 1 Tabella 1, in relazione alla fascia di pertinenza acustica; D.M. 29/11/2000, nel caso di concorsuali;

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	184

Per ciascuna delle campagne di misura eseguita è prevista la redazione di un report di sintesi e la trasmissione al sistema informativo centrale.

Tutti i dati di rumore misurati saranno confrontati con i valori limite di normativa al fine di indentificare l'insorgere di situazioni di potenziale criticità. Qualora si riscontrassero dei superamenti dei limiti normativi verrà data comunicazione alla DL, ad ARPAT e Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale che potranno prevedere una serie di ulteriori monitoraggi di controllo o azioni tese a ridurre l'impatto dei cantieri.

Al verificarsi del superamento del segnale di allarme (superamento VL) in una o più delle stazioni oggetto di monitoraggio, dovrà essere attivata la procedura di seguito codificata, finalizzata a verificare la correttezza della misura e ad attivare le azioni correttive per ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

- verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione;
- confronto con le ultime misure (se disponibili) effettuate nella stessa postazione;

se confermata l'anomalia, entro 5 giorni dal suo rilevamento, si comunica al Committente/DL lo 'stato di anomalia' inviando una nota circostanziata con descritte le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere, nonché il ricettore o gruppo di ricettori presso i quali il superamento è stato rilevato. Contestualmente, si esegue una misura di breve periodo (non dell'intera campagna; sufficiente, ad esempio, per la restituzione di medie orarie o giornaliere.

19.3. Procedura di intervento per la gestione dei superamenti delle soglie, matrice vibrazioni

Come indicato, le soglie di riferimento sono quelle previste dalle norme UNI EN ISO.

In caso di superamento dei limiti saranno messe in atto una serie di azioni che includeranno ulteriori monitoraggi integrativi ed eventualmente misure per la limitazione degli impatti.

Al verificarsi del superamento del segnale di allarme (superamento VL) in una o più delle stazioni oggetto di monitoraggio, dovrà essere attivata la procedura di seguito codificata, finalizzata a verificare la correttezza della misura e ad attivare le azioni correttive per ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

- verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione;
- confronto con le ultime misure (se disponibili) effettuate nella stessa postazione;

se confermata l'anomalia, entro 5 giorni dal suo rilevamento, si comunica al Committente/DL lo 'stato di anomalia' inviando una nota circostanziata con descritte le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere, nonché il ricettore o gruppo di ricettori presso i quali il superamento è stato rilevato. Contestualmente, si esegue una misura di breve periodo (non dell'intera campagna; sufficiente, ad esempio, per la restituzione di medie orarie o giornaliere.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	185

19.4. Azioni in caso di superamento delle soglie: monitoraggio avifauna

Come descritto al capitolo 15.7, in generale gli uccelli sembrano essere insensibili al rumore, a meno che esso non costituisca un "indicatore di pericolo". Fondamentali invece sono i periodi della riproduzione legati ai periodi alba e tramonto per il canto legato alla riproduzione.

Come descritto nel Piano di Cantierizzazione al cantiere Biscottino sarà ubicata una barriera antirumore fissa per tutta la durata del cantiere.

Dato che durante il periodo tardo primaverile, il periodo alba e tramonto sono importanti per le attività canore legate alla riproduzione, non potranno essere eseguite attività rumorose >70 dB in tali fasi orarie. Nel Piano di Operativo di monitoraggio si definirà, in accordo con ARPAT, gli orari da rispettare.

Qualora dal monitoraggio dovesse emergere che il superamento del valore soglia per la rimanente parte della giornata, fissato in questo caso in via cautelativa in 70 dB, induca risultati anomali dal monitoraggio si provvederà ad attuare gli opportuni interventi correttivi/mitigativi alle attività di cantiere più rumorose, compreso l'eventuale fermo cantiere, previa tempestiva comunicazione agli Uffici Regionali competenti.

Si provvederà a riorganizzare le attività di cantiere sia spazialmente che temporalmente o a sospendere le lavorazioni più rumorose con l'obiettivo di far ritornare il livello acustico all'interno dell'area umida del sito Natura 2000 al di sotto del valore soglia.

Gli interventi correttivi potranno essere anche interventi mirati sul fattore scatenante (ad esempio con tempestivi interventi sull'attività/lavorazione che ha generato l'impatto) e con attuazione di interventi mitigativi che permettano, nei limiti del possibile, al ritorno nelle condizioni antecedenti l'impatto (ad esempio: installazione di barriere antirumore).

19.5. Misure di mitigazione ed azioni in caso di superamento delle soglie di disturbo comportamentale: monitoraggio mammiferi e rettili marini

Le misure di mitigazione previste in caso di superamento delle soglie di disturbo comportamentale sono state definite in base alle indicazioni fornite dalle linee guida Borsani e Farchi 2011 secondo un approccio differenziate per i cetacei sensibili ai rumori a bassa frequenza e per i cetacei sensibili alle medie frequenze.

In particolare, con riferimento al capitolo relativo alle linee guida per lavori di costruzione costieri e offshore considerato come riferimento per la tipologia specifica di opera, le misure per minimizzare l'impatto acustico qualora rilevato e considerato significativo potranno essere fra le seguenti:

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	186

- Eseguire la modellizzazione del campo sonoro generato in relazione alle condizioni geologiche e oceanografiche (temperatura/profondità, profondità, caratteristiche del fondo oceanico e della costa) ed effettuare rilevazioni in mare di verifica;
- concentrazione delle attività rumorose in ristretti periodi di tempo (settimane o pochi mesi);
- pianificazione delle attività secondo dati di presenza stagionale dei cetacei;
- applicazione di tecniche di abbattimento dell'impatto sonoro (es. cortine di bolle);
- sulla base degli esiti del monitoraggio e, in particolare, delle evidenze ottenute nel monitoraggio dell'impatto acustico in fase PO, definizione di regole dedicate per l'abbattimento dell'eventuale impatto sonoro residuo associato alle fasi di esercizio della Piattaforma Europa.

19.6. Torbidità: attività previste in caso di superamento delle soglie

Le attività previste al superamento delle due soglie saranno le seguenti:

- al superamento del valore di attenzione (30/60 NTU) per 3 misure consecutive (intervallo misure 12 ore) sulla medesima stazione: in primo luogo si procederà alla verifica dello stato del mare e della presenza di torbide determinate da trasporto solido o da piene fluviali, al fine di escludere l'influenza delle attività di dragaggio.
- Qualora il superamento del valore di torbidità non sia attribuibile a cause naturali:
 - a) si procederà alla verifica del sensore del torbidimetro;
 - b) si effettuerà un monitoraggio in 3 punti in prossimità della linea limite della Posidonia Oceanica con misura mediante calate di sonda multiparametrica della colonna d'acqua con misura di torbidità, temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto, ORP (*Oxidation/Reduction Potential*), luminosità e profondità. Per valutazioni preliminari e speditive le attività potranno essere accompagnate anche dalla misura della profondità del Disco Secchi ZDS che è legata al coefficiente di estinzione della luce kT.
- Qualora la luminosità residua al fondo sia inferiore al 10% si sposteranno (a maggiore distanza dalle fanerogame) le attività di dragaggio o in alternativa, se tecnicamente possibile, si procederà ad attivare i sistemi di contenimento del plume (panne e/o sistemi "bubble screen") per le successive 24h.
- Qualora i valori di torbidità nelle stazioni non siano rientrati al di sotto dei valori di soglia, il monitoraggio con calate di sonda multiparametrica sarà ripetuto dopo 24h mantenendo contestualmente le misure di mitigazione sopra indicate.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	187

Le misure saranno ripetute ogni 24 h fino al rientro dei parametri di riferimento al di sotto del livello di allerta (30/60 NTU).

Al superamento del valore di allarme (130 NTU) si procederà allo spostamento delle attività di dragaggio.

Successivo controllo dopo 6 h del valore di torbidità. In caso di rientro del valore si applicheranno le procedure previste per il superamento del valore di attenzione. In caso di persistenza del superamento, sospensione delle attività per 24h, a seguito delle quali si riapplicherà la procedura.

Così come richiesto dal Comune di Livorno, Parere n. 201 del 27/10/2023 , ALLEGATO A, qualora venga rilevata una situazione di torbidità anomala che possa alternare le acque di balneazione, verrà informata l'amministrazione comunale.

19.7. Procedura di intervento per emergenza ambientale in condizioni meteorologiche/meteomarine critiche

In sede di approvazione VIA è stata richiesta una procedura dettagliata di intervento da attuare nel caso si verifichi una emergenza ambientale in concomitanza di condizioni meteorologiche e meteomarine critiche tali da favorire vie di dispersione con possibili impatti su *target* sensibili.

Nel capitolo 18.1.1 sono quindi stati eseguiti approfondimenti in merito agli eventi estremi.

Vengono qui descritte le procedure da intraprendere nel caso si verifichi un evento meteorologico estremo.

Qualora le condizioni meteorologiche e meteomarine fossero tali da creare un pericolo per la navigazione in sicurezza, l'attività di dragaggio verrà interrotta. Si indica generalmente una altezza media di onda pari a $H=1,5$ m, che dovrà però essere valutata in funzione della direzione, periodo, altezza dell'onda.

In particolare, in condizioni di piena dello scalmatore, che comportino rischi alla sicurezza della navigazione, verranno interrotte le attività di dragaggio a mare. Potranno continuare le operazioni di dragaggio in area interna portuale, se le condizioni saranno idonee alla sicurezza.

19.8. Archeologia subacquea

Qualora durante i lavori di escavazione si verificassero scoperte archeologiche fortuite, è fatto obbligo, ai sensi della legislazione vigente in materia (art.90 e ss. D. Lgs. 42/2004, artt. 822, 823 e 826 del Codice Civile, nonché art. 733 del Codice Penale), di sospendere i lavori, avvertire entro 24 ore la Soprintendenza o la Stazione dei Carabinieri competente per territorio e provvedere alla conservazione temporanea dei beni rinvenuti. L'eventuale rinvenimento di emergenze archeologiche nell'area interessata dall'intervento potrebbe comportare una variante al progetto approvato nonché la necessità di effettuare indagini archeologiche volte alla documentazione e alla tutela dei rinvenimenti.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	188

19.9. Osservazione visiva per presenza di mammiferi

Qualora nel corso dell'ispezione giornaliera nell'intorno dell'area di potenziale influenza dei lavori si riscontrasse la presenza di mammiferi marini, il biologo incaricato dovrà dare tempestiva comunicazione alla direzione lavori per l'interruzione dei lavori potenzialmente impattanti. L'ispezione marina dovrà essere ripetuta nell'arco della giornata per valutare le eventuali azioni correttive/mitigative da intraprendere.

20. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Sarà definito il cronoprogramma operativo del Monitoraggio in accordo con ARPAT, a valle delle interlocuzioni con gli Enti Preposti.

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	189

21. BIBLIOGRAFIA

Avifauna

ALGERS B., EKESBO I., STROMBERG S., 1978. The impact of continuous noise on animal health. Acta Vet. Scand., Suppl. 67: 1-26.

ANDERSON S.S., HAWKINS A.D. 1978. Scaring seals by sound. Mammal Review 8: 19-24.

ARCAMONE E., BARBAGLI F., MESCHINI E., 2011. L'avifauna del Parco naturale di Migliarino – San Rossore – Massaciuccoli dalle note di un ornitologo toscano degli inizi del Novecento.

ARCAMONE E., N. BACCETTI, 2004. Check-list COT degli uccelli toscani.

ARCAMONE E., PUGLISI L. , 2008. Cronaca Ornitologica Toscana. Osservazioni relative agli anni 2005-2007. Alula XV (1-2): 3-121 (2008)

BIBBY C.J., BURGESS N., HILL D., 2000. Bird Census Techniques. Academic Press, London.

BLONDEL J., FERRY C., FROCHOT B., 1981. Point Counts with Unlimited distance. In: Estimating Numbers of terrestrial birds, Studies in Avian Ecology, 6: 414 – 420.

BOITANI L., CORSI F., FALCUCCI A., MAIORANO L., MARZETTI I., MASI M., MONTEMAGGIORI A., OTTAVIANI D., REGGIANI G., RONDININI C. 2002. Rete Ecologica Nazionale. Un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani. Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo; Ministero dell'Ambiente, Direzione per la Conservazione della Natura; Istituto di Ecologia Applicata. <http://www.gisbau.uniroma1.it/REN>.

BOMFORD M., O'BRIEN P.H., 1990. Sonic deterrents in animal damage control: A review of device tests and effectiveness. Wildl. Soc. Bull. 18: 411-422.

BOWLES A. E., 1995. Responses of wildlife to noise in Knight R.L. & Gutzwiller K.L. Wildlife and recreationists. Washington, Covelo: 109-156

BRICHETTI P. & GARIBOLDI A., 1997. Manuale pratico di ornitologia. Volume 1. Edagricole, Bologna.

BRICHETTI P. & MASSA B., 1998. Check-list degli Uccelli italiani aggiornata a tutto il 1997. Riv. ital.Orn., Milano, 68 (2): 129-152.

BRICHETTI P. , GARIBOLDI A., 1994. A method for defining the Value of Breeding Birds. Atti Mus. Reg. Sc. Nat. Torino: 277-283.

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2003. Ornitologia italiana. Vol 1. Gaviidae-Falconidae. Alberto Perdisa Editore, Bologna.

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2004. Ornitologia italiana. Vol 2. Tetraonidae-Scolopacidae. Alberto Perdisa Editore, Bologna.

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	190

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2006. Ornitologia italiana. Vol. 3. Stercorariidae-Caprimulgidae. Alberto Perdisa Editore, Bologna.

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2007. Ornitologia italiana. Vol. 4. Apodidae – Prunellidae. Oasi Alberto Perdisa Editore, Bologna.

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2008. Ornitologia italiana. Vol. 5. Turdidae – Cisticolidae. Oasi Alberto Perdisa Editore, Bologna.

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2010. Ornitologia italiana. Vol. 6. Sylviidae – Paradoxornithidae. Oasi Alberto Perdisa Editore, Bologna.

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2011. Ornitologia italiana. Vol. 7. Paridae – Corvidae. Oasi Alberto Perdisa Editore, Bologna.

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2013. Ornitologia italiana. Vol. 8. Sturnidae – Fringillidae. Oasi Alberto Perdisa Editore, Bologna.

BRICHETTI P., FRACASSO G., 2015. Ornitologia Italiana Vol. 9. Emberizidae-Icteridae. Edizioni Belvedere, Latina, le scienze (23): 398 pp.

BROWN A.L., MATHERS R., 1988. Investigations of the response of nesting seabirds to the noise of aircraft overflight. – In: Berglund B., Berglund U., Karlsson J. % Lindvall T. (eds), Noise as a public health problem, 3: 103-108

BROWN, A.L. 1990. Measuring the effects of aircraft noise on sea birds. – Environ. Interpe. 16: 587 – 592

BURFIELD I., VAN BOMMEL F. (eds.), 2004. Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status. BirdLife International, Information Press, Oxford.

BUSNEL R.G., 1978. Introduction. In: FLETCHER J.L, BUSNEL R.G., Effects of noise on wildlife: 7–22. N. Y. usw.

DIRETTIVA 2009/147/CE (Direttiva Uccelli) concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

DIRETTIVA 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992 (Direttiva Habitat) relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche

DORRANCE M. J., SAVAGE P. J., HUFF D. E., 1975. Effects of snowmobiles on White-Tailed Deer. Journal of Wildlife Management 39(3):563-569.

FLETCHER J.L, BUSNEL R.G., (eds.), 1978. Effects of Noise on Wildlife. New York: Academic Press.

Formulario standard sito Natura 2000 SIC IT5160021 “Tutela del Tursiops truncatus”;

Formulario standard sito Natura 2000 ZPS-ZSC IT5160001 “Padule di Suese e Biscottino”.

Formulario standard sito Natura 2000 ZPS-ZSC IT5170002 “Selva Pisana”;

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	191

Formulario standard sito Natura 2000 ZSC IT 5160018 “Secche della Meloria”;

GIGANTE D., ATTORRE F., VENANZONI R., 2016 – Manuali per il monitoraggio di specie e habitat d’interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. Box 3: Note metodologiche ai protocolli di monitoraggio. ISPRA, MATTM

JÄRVINEN O. & VÄISÄNEN R.A., 1976. Finnish line transect censuses. *Ornis Fenn.* 53: 115–118.

KEMPF N., HÜPPOP O., 1995. Behaviour of meadowbirds towards aircrafts close to an airport. *Wader Study Group Bull.* 76: 21

KOMENDA-ZEHNDER S., LIECHTI F., BRUDERER B., 2002. Is reverse migration a common feature of nocturnal bird migration? – an analysis of radar data from Israel. *Ardea* 90(2): 325-334.

MESCHINI E., FRUGIS S. (Eds.), 1993. Atlante degli uccelli nidificanti in Italia. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, XX: 1-344.

MILSOM T.P., 1990. The birdstrike statistics to monitor the hazard and evaluate risk on UK civil aerodromes. BSCE, Working Papers, 20th Meeting, Helsinki: 303-320.

MUSETTI C., VOLERI A., 1989. Osservazioni di uccelli marini dalla costa del Parco Naturale Regionale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli (Toscana). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem. , Serie A*, 96 (1989) pagg. 191-206.

NARDELLI R., ANDREOTTI A., BIANCHI E., BRAMBILLA M., BRECCIAROLI B., CELADA C., DUPRÉ E., GUSTIN M., LONGONI V., PIRRELLO S., SPINA F., VOLPONI S., SERRA L., 2015. Rapporto sull’applicazione della Direttiva 147/2009/CE in Italia: dimensione, distribuzione e trend delle popolazioni di uccelli (2008- 2012). ISPRA, Serie Rapporti, 219/2015.

OELKE H., 1980. The bird structure of the central European spruce forest biome as regarded from breeding birds censuses. *Proc. VI Int. Conference Bird Census Work*, Gottingen: 201-209.

Progetto RE.NA.TO. REpertorio NATuralistico TOscano - (RE.NA.TO) (<https://www.regione.toscana.it/-/repertorio-naturalistico-toscano-re-na-to->)

REICHHOLF J.H., 1989. Vögel und Umwelt in Flugplatzbereichen: Ökologische Grundaspekte, Probleme und Lösungsmöglichkeiten. *Vogel und Luftverkehr* 9: 155-162.

REIJNEN R., FOPPEN R., 1995. The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology* Vol. 32, No. 3 (Aug., 1995), pp. 481-491 (11 pages) Published By: British Ecological Society

STOUT J.F., SCHWAB E.R., 1980. Telemetry of heart rate as a measure of the effectiveness of dispersal inducing stimuli in seagulls. Pages 603 – 610 in C. J.

Siti consultati:

<https://mito2000.it/>

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	192

<https://www.aves.it/>

<https://www.birdingplaces.eu/>

<https://www.centroritologicotoscano.org>

<https://www.isprambiente.gov.it>

<https://www.iucn.it>

<https://www.lanazione.it>

<https://www.mase.gov.it/>

<https://www.nnb.isprambiente.it>

<https://www.ornitho.it>

<https://www.parcosanrossore.org/>

<https://www.regione.toscana.it/>

Ambiente Marino e biodiversità

Abbiati M., Airoidi L., Costantini F., Fava F., Ponti M., Virgilio M. (2009). Spatial and temporal variation of assemblages in Mediterranean coralligenous reefs. In: Pergeant -Martini, Bricchet M (Eds.), Proceedings of the first symposium on the coralligenous and other calcareous bio-concretions of the Mediterranean Sea, Tabarka, Tunis, 15-16 January 2009 (pp.34-39). Tunis, Tunisia: UNEP/MAP-RAC/SPA.

Augier H., Robert P. e Maffre R., 1980. Étude du régime thermique annuel des eaux au niveau des peuplements de phanerogames marines de la baie de Port-Cros Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., 6:69-131.

Bacci T., Rende S. F., Rocca D., Scalise S., Cappa P., Scardi M. 2015. Optimizing Posidonia oceanica (L.) Delile shoot density: Lessons learned from a shallow meadow. Ecological Indicators

Balata D., Bertocci I., Piazzì L., Nesti U., 2008. Comparison between epiphyte assemblages of leaves and rhizomes of the seagrass Posidonia oceanica subjected to different levels of anthropogenic eutrophication. Est. Coast. Shelf Sc. 79: 533-540

Balata D., Nesti U., Piazzì L., Cinelli F., 2007. Patterns of spatial variability of seagrass epiphytes in the north-west Mediterranean Sea. Mar. Biol. 151: 2025-2035.

Balata D., Piazzì L., Cecchi E., Cinelli F. (2005). Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposits. Marine Environmental Research 60, 403-421.

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	193

Balata D., Piazzini L., Rindi F. (2011). Testing a new classification of morphological functional groups of marine macroalgae for the detection or responses to disturbance. *Marine Biology* 158, 2459-2469

Ballesteros E., 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 44: 123-195.

Bianchi C.N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti-Cocchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Fraschetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinai B., Cerrano C., Bavestrello G. (2004). Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. 6: Hard bottoms. *Biologia Marina Mediterranea* 11(suppl. 1), 185-215

Borja, A, Franco J., Pérez V. – 2000 – A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12),1100–1114.

Borja, A., Franco, J., Muxika, I., 2003b. Classification tools for marine ecological quality assessment: the usefulness of macrobenthic communities in an area affected by a submarine outfall. ICES CM 2003/Session J-02, Tallinn (Estonia), 24–28 September 2003.

Borja, A., Franco, J., Muxika, I., 2004b. The biotic indices and the water framework directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Marine Pollution Bulletin* 48, 405–408.

Borja, A., Franco, J., Pe´rez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and Coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114.

Borja, A., Franco, J., Valencia, V., Bald, J., Muxika, I., Belzunce, M.J., Solaun, O., 2004a. Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): a methodological approach. *Marine Pollution Bulletin* 48, 209–218.

Borja, A., Muxika, I., Franco, J., 2003a. The application of a marine biotic index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 46, 835–845.

Borum J., Duarte CM., Krause-Jensen D., Greve. TM. (2004) - European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, Copenhagen. pp.88

Boudouresque C.F., 2003. The erosion of Mediterranean biodiversity. In: Rodríguez-Prieto C., Pardini G. eds. *The Mediterranean Sea: an overview of its present state and plans for future protection*. Servei de Publicacions de la Universitat de Girona: 53-112.

Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S. e Tunesi L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica. *RAMOGE pub.* : 1-202.

PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	194

Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. e Meinesz A., 1984. Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 185-191.

Buia M.C., Gambi M.C., Lorenti M., Dappiano M. e Zupo V., 2003. Aggiornamento sulla distribuzione e sullo stato ambientale dei sistemi a fanerogame marine (*Posidonia oceanica* e *Cimodocea nodosa*) delle isole flegree. In: Ambiente marino costiero e territorio delle isole flegree (Ischia, Procida, Vivara – Golfo di Napoli). Risultati di uno studio multidisciplinare. Liguori Editore Napoli, 229-243

Calumpang H.P., Fonseca M.S. (2001) - Seagrass transplantation and other seagrass restoration methods. In: Global Seagrass Research Methods. Eds: Short F.T. and Coles R.G. Elsevier Science. chapter 22: 425-442.

Campbell M.L. (2000) - A decision-based framework to increase seagrass transplantation success. *Biologia Marina Mediterranea*, 7(2): 336-340.

Castelli A., Lardicci C., Tagliapietra D., 2003. Il Macrozoobenthos di fondo molle. *Biologia Marina Mediterranea* 10 (Suppl.):109-144.

Caye G., 1980. Sur la morphogénèse et le cycle végétatif de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse Doct., Univ. Aix-Marseille 2, Fr.: 1-121.

Cecchi E., Gennaro P., Piazzini L., Ricevuto E., Serena F. (2014). Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages. *European Journal of Phycology* 16, 1709-1717.

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006)

Dethier M.N., Graham E.S., Cohen S., Tear L.M. (1993). Visual versus random-point percent cover estimations: 'Objective' is not always better. *Marine Ecology Progress Series* 110, 9-18.

Ferrari B., Raventos N. e Planes S., 2008. Assessing effects of fishing prohibition on *Posidonia oceanica* seagrass meadows in the Marine Natural Reserve of Cerbère-Banyuls. *Aquatic Botany* 88: 295–302.

Gatti G., Montefalcone M., Rovere A., Parravicini V., Morri C., Albertelli G., Bianchi C.N. (2012). Seafloor integrity down the harbor waterfront: the coralligenous shoals off Vado Ligure (NW Mediterranean). *Advances in Oceanography and Limnology* 3, 51-67.

Guidetti, Paolo, et al. "Protection effects on fish assemblages, and comparison of two Visual census techniques in shallow artificial rocky habitats in the northern Adriatic Sea." *Marine Biological Association of the United Kingdom in Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85.2 (2005): 247

ICRAM 2001, Metodologie analitiche di riferimento – Benthos – Scheda 1

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	195

ISPRA 2014. Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino costieri. Il trapianto delle praterie di Posidonia oceanica. Manuali e Linee Guida: 106/2014.

ISPRA 2020a. Scheda Metodologica Posidonia oceanica (L.) Delile – Descrittore 1 Biodiversità 8DIgs 190/10) Elemento di Qualità Biologica Angiosperme (DIgs 152/06).

ISPRA 2020b. Monitoraggio e valutazione dello stato ecologico dell'habitat a coralligeno. Coralligeno di parete. Manuali e Linee Guida: 191/2020.

ISPRA, 2014– Scheda metodologica per il campionamento e l'analisi del macrozoobenthos di fondi mobili.

MAATM 2017 – Programmi di monitoraggio per la strategia marina Art.11, D.lgs. 190/2000 – Schede metodologica 3.2 per l'attuazione delle Convenzioni stipulate tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Agenzie Regionali per la protezione dell'Ambiente. 2014 – Aggiornamento Febbraio 2017. Macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substrate inclination. Botanica Marina 47, 105-115.

Meinesz, A., Caye, G., Locques, F., Macaux, S. (1990) - Analyse bibliographique sur la culture des phanérogames marines. Posidonia Newsl. 3, 1–67.

Molenaar H., Meinesz A. (1992a) - Vegetative reproduction in Posidonia oceanica. II. Effects of depth changes on transplanted orthotropic shoots. Marine Ecology, PSZNI, 13(2): 175-185.

Molenaar H., Meinesz A., (1992b) - Transplantations de Posidonia oceanica (L.) Delile à Cannes. Méditerranée 2000 & Laboratoire Environnement Marin Littoral, Univ. Nice-Sophia Antipolis, Fr.: 1-27.

Montefalcone M., Albertelli G., Morri C., Parravicini V. e Bianchi C. N., 2009. Legal protection is not enough: Posidonia oceanica meadows in marine protected areas are not healthier than those in unprotected areas of the northwest Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin 58: 515–519.

Muxica, I., Borja, A., Bald, J., 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference condition and benthic ecological status, according to the European Framework Directive. Marine Pollution Bulletin 55, 16-29.

Peres J.M. e Picard J., 1964. Nouveau manual de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Rec. Trav. Stat. Mar. Endume, 31(47): 137.

Pérès J.M. e Picard J., 1975. Causes de la raréfaction et de la disparition des herbiers de Posidonia oceanica sur les côtes françaises de la Méditerranée. Aquatic Botany, 1(2): 133-139.

Pérès J.M., 1984. La régression des herbiers à Posidonia oceanica In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on Posidonia oceanica beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 445-454.

Pergent-Martini C., 2000. Protection des habitats d'herbiers de Phanérogames marines de Méditerranée. Les études d'impacts en milieu marin. CAR/ASP Tunis & EqEL publ., pp. 1-49.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	196

Pergent-Martini C., Rico-Raimondino V. e Pergent G., 1994. Primary production of *Posidonia oceanica* in the Mediterranean basin. *Mar. Biol.*, 120: 9-15.

Piazzini L., Acunto S., Cinelli F., 2000. Mapping of *Posidonia oceanica* beds around Elba Island (western Mediterranean) with integration of direct and indirect methods. *Oceanol. Acta.* 23: 339-346.

Piazzini L., Acunto S., Papi I., Pardi G., Cinelli F., 2001. Mappatura delle praterie a fanerogame marine della Toscana. *Biol. Mar. Medit.* 7: 594-596.

Piazzini L., Balata D., Pertusati M., Cinelli F. (2004) Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substrate inclination. *Botanica Marina* 47, 105-115.

Piazzini L., Bianchi C. N., Cecchi E., Gatti G., Guala I., Morri C., Stéfane Sartoretto, Fabrizio Serena, Montefalcone M. (2017a). What's in an index? Comparing the ecological information provided by two indices to assess the status of coralligenous reefs in the NW Mediterranean Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 27, 1091-1100.

Piazzini L., Castriota L., Livi S., de Biasi A.M., Pacciardi L., Pertusati M., Pretti C., Gennaro P. – 2024 - Standardization of ALEX index for the ecological quality assessment under European Framework Directives in Mediterranean sensitive habitats affected by biological invasions. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystem.* Vol. 34, Issue 2. <https://doi.org/10.1002/aqc.4093>

Piazzini L., Cecchi E., Cinti M.F., Stipcich P., Ceccherelli G. (2019a). Impact assessment of fish cages on coralligenous reefs: an opportunity to use the STAR sampling procedure. *Mediterranean Marine Science* 20(3), 627-635.

Piazzini L., Cinelli F., 2000. Effets de l'envahissement des Rhodophyceae introduites *Acrothamnion preissii* et *Womersleyella setacea* sur les communautés algales des herbiers à *Posidonia oceanica* de la Méditerranée occidentale. *Cryptogamie, Algol.* 21: 291-300.

Piazzini L., Cinelli F., 2001. The distribution and dominance of two introduced turf-forming macroalgae in the coast of Tuscany (Italy, northwestern Mediterranean) in relation to different habitats and sedimentation. *Bot. Mar.* 44: 509-520.

Piazzini L., de Biasi A.M., Balata D., Pardi G., Boddi S., Acunto S., Pertusati M., Papi I., Cinelli F., Sartoni G., 2007. Species composition and patterns of spatial variability of morphological forms of macroalgal epiphytic assemblages of the seagrass *Posidonia oceanica*. *Vie et Milieu.* 57: 171-179.

Piazzini L., Gennaro P., Montefalcone M., Bianchi C.N., Cecchi E., Morri C., Serena F. (2019b). STAR:

Piazzini L., La Manna G., Cecchi E., Serena F., Ceccherelli G. (2016). Protection changes the relevancy of scales of variability in coralligenous assemblages. *Estuarine Coastal and Shelf Sciences* 175, 62-69.

Pielou, E. C. – 1975 – Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA	PROGETTO ESECUTIVO Piano di Monitoraggio Ambientale	DATA	REV.	PAGINA
	CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-0-22-0	Aprile 2024	0	197

Santangelo G., I. Vielmini, L. Bramanti, M. Iannelli – 2009 - La popolazione di corallo rosso (*Corallium rubrum* L. 1758) di Calafuria (Livorno). Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie B, 116 (2009) pagg. 91-97, figg. 6, tab. 1

Shannon C. E., Weaver W – 1949 – The Mathematical Theory of Communication, Università dell'Illinois Urbana-Champaign, trad. it.: La teoria matematica delle comunicazioni, Etas Kompass, Milano, 1971

Trygonis V., Sini, M. (2012). photoQuad: a dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquad methods. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 424/425, 99-108.

Virgilio M., Airoidi L., Abbiati M. (2006). Spatial and temporal variations of assemblages in a Mediterranean coralligenous reef and relationships with surface orientation. Coral Reefs 25, 265-272.

Torbidità

N. Cantasano. "Sedimentazione nelle praterie di Posidonia Oceanica (L.) Delide", pubblicato sulla rivista dei Biologi Italiani (gennaio 2017)
<http://eprints.bice.rm.cnr.it/16156/1/Sedimentazione%20Posidonia%20oceanica%20Biologi%20Italiani%202017.pdf>

CEDA (2020). Assessing and Evaluating Environmental Turbidity Limits for Dredging [online]. Available at: <http://www.dredging.org/media/ceda/org/documents/resources/cedaonline/2020-05-AETL.pdf>

EPA, 2001. Guidelines for Dredging. Best Practice Environmental Management

Erfemeijer, P.L.A. and Lewis, R.R. (2006)", Mar Pollut Bull. 2006 Dec;52(12):1553-72. doi: 10.1016/j.marpolbul.2006.09.006. Epub 2006 Oct 31.