

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

CUP C39B18000060006

CIG 7690329440

RIF. PERIZIA

P.3062

TITOLO PROGETTO

NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

TITOLO ELABORATO:

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
 SINTESI NON TECNICA**

ELABORATO N°:

MI046R-PF-D-A-R-068-01

NOME FILE:

MI046R-PF-D-A-R-068-01.docx

DATA	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
16/09/2021	F. Angelotti/S. Scrimieri	A. Cappelletti	A. Lizzadro
REVISIONE	N°	DATA	DESCRIZIONE
	00	31/8/2021	EMISSIONE PER APPROVAZIONE
	01	16/9/2021	REVISIONE A SEGUITO DELLE OSSERVAZIONI DI ADSP

PROGETTISTI	PROGETTAZIONE
Mandataria:  Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche Dott. Ing. Antonio Lizzadro     STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI  ALBERTO ALBERT INGEGNERE	 Dott. Ing. Antonio Lizzadro

D.E.C.	VERIFICATO	VALIDATO R.U.P.	IL RESP. DELL'ATTUAZIONE
Ing. Francesca Arena		Ing. Marco Vaccari	Dott. Umberto Benezzoli
.....

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR LIGURE OCCIDENTALE

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO DI SAMPIERDARENA

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

SINTESI NON TECNICA

INDICE

1.	PREMESSA	9
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE	11
2.1.	L'Alternativa "0" e le motivazioni dell'intervento	11
2.2.	Iter procedimentale seguito	13
2.2.1.	Obiettivi del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE)	13
2.2.2.	Fase 1 del PFTE: alternative progettuali	14
2.2.3.	Fase 2 del PFTE: sviluppo progettuale della soluzione prescelta	14
2.3.	Analisi delle alternative e scelta della soluzione	14
2.3.1.	Percorso progettuale per l'individuazione delle possibili alternative di intervento	14
2.3.2.	Descrizione delle alternative d'intervento	17
2.3.3.	Valutazione e confronto delle alternative	19
2.3.4.	Esiti del Dibattito Pubblico e scelta della soluzione	20
2.4.	Descrizione della soluzione di intervento	20
2.4.1.	La nuova diga foranea	20
2.4.2.	Tecnologie per le energie rinnovabili: parco eolico	23
2.4.3.	Dragaggio del bacino di Sampierdarena e dell'avamposto	25
2.4.4.	Cantierizzazione	25
2.4.5.	Cronoprogramma di realizzazione dell'intervento	27
2.4.6.	Consumo di materie prime e produzione di rifiuti	29
2.5.	Interferenze	30
2.5.1.	Interferenze con condotte esistenti	30
2.5.2.	Vincoli aeroportuali	32
3.	CONFORMITÀ DELL'OPERA CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE, I VINCOLI E LE TUTELE	34
3.1.	Aspetti di pianificazione	34
3.1.1.	Piano Regolatore del Porto di Genova	34
3.1.2.	Piano Operativo Triennale 2019-2021	35
3.1.3.	Piano Territoriale di Coordinamento della Costa	35
3.1.4.	Piano di Tutela dell'Ambito Marino Costiero	35
3.2.	Vincoli	36
3.2.1.	Vincoli paesaggistici, archeologici e architettonici	36
3.3.	Sintesi della coerenza	37
3.4.	Rapporto VIA-VAS	38
4.	ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE	40
4.1.	Popolazione e salute umana	40
4.1.1.	Operatività portuale	40
4.1.2.	Sicurezza della navigazione	40
4.2.	Biodiversità	41
4.2.1.	Avifauna	41
4.2.2.	Comunità bentoniche	42
4.2.3.	Fanerogame marine	50

Studio di Impatto Ambientale - Sintesi Non Tecnica

Rev.01	Data: Settembre 2021	El. MI046R-PF-D-A-R-068-01
	4.2.4. Mammiferi marini e rettili marini	52
	4.2.5. Fauna ittica	54
4.3.	Suolo	55
4.4.	Geologia	55
4.5.	Acque dolci superficiali	56
	4.5.1. Qualità delle acque	56
	4.5.2. Foci fluviali e sedimentazione nell'area portuale	57
4.6.	Acque marino costiere	60
	4.6.1. Qualità delle acque	60
	4.6.2. Aspetti idrodinamici e moto ondoso	63
	4.6.3. Dinamica della costa	65
	4.6.4. Ricambio idrico all'interno del bacino portuale	66
	4.6.5. Ricambio idrico e influenza delle acque portuali sulle coste adiacenti	67
4.7.	Aria e clima	68
	4.7.1. Regime anemometrico	68
	4.7.2. Qualità dell'aria	69
4.8.	Rumore e Vibrazioni	71
	4.8.1. Rumore	71
	4.8.1.1 Ambiente terrestre	71
	4.8.1.2 Ambiente marino costiero	73
	4.8.2. Vibrazioni	73
	4.8.2.1 Ambiente terrestre	73
	4.8.2.2 Ambiente marino costiero	74
4.9.	Aspetti paesaggistici	74
5.	ANALISI DEI PRINCIPALI IMPATTI NELLA FASE DI REALIZZAZIONE	79
5.1.	Popolazione e salute umana	79
5.2.	Biodiversità	79
	5.2.1. Avifauna	79
	5.2.2. Comunità bentoniche	80
	5.2.3. Fanerogame marine	81
	5.2.4. Mammiferi marini e rettili marini	82
	5.2.5. Fauna ittica	82
5.3.	Suolo	83
5.4.	Geologia	83
5.5.	Acque dolci superficiali	84
5.6.	Acque marino costiere	84
	5.6.1. Qualità delle acque	84
	5.6.2. Propagazione della torbidità	84
5.7.	Aria e clima	90
	5.7.1. Area di indagine	90
5.8.	Rumore e vibrazioni	94
	5.8.1. Rumore	94
	5.8.1.1 Ambiente terrestre	94
	5.8.1.2 Ambiente marino costiero	96
	5.8.2. Vibrazioni	104
	5.8.2.1 Ambiente terrestre	104

Studio di Impatto Ambientale - Sintesi Non Tecnica

Rev.01

Data: Settembre 2021

El. MI046R-PF-D-A-R-068-01

	5.8.2.2 Ambiente marino costiero	104
	5.9. Aspetti paesaggistici	104
6.	ANALISI DEI PRINCIPALI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO	106
	6.1. Popolazione e salute umana	106
	6.1.1. Operatività portuale	106
	6.1.2. Sicurezza della navigazione	106
	6.2. Biodiversità	107
	6.2.1. Avifauna	107
	6.2.2. Comunità bentoniche	108
	6.2.3. Fanerogame marine	109
	6.2.4. Fauna ittica	109
	6.3. Suolo	109
	6.4. Geologia	109
	6.5. Acque dolci superficiali	110
	6.5.1. Qualità delle acque	110
	6.5.2. Foci fluviali e sedimentazione nell'area portuale	110
	6.6. Acque marino costiere	113
	6.6.1. Qualità delle acque	113
	6.6.2. Aspetti idrodinamici e moto ondoso	113
	6.6.3. Dinamica della costa	118
	6.6.4. Ricambio idrico all'interno del bacino portuale	121
	6.6.5. Ricambio idrico all'esterno del bacino portuale	123
	6.7. Aria e clima	125
	6.8. Rumore e vibrazioni	125
	6.8.1. Rumore	125
	6.8.2. Vibrazioni	126
	6.9. Aspetti paesaggistici	126
7.	MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE	129
	7.1. Misure di gestione ambientale e mitigazione in fase di cantiere	129
	7.1.1. Acque marino costiere - Torbidità	129
	7.1.2. Acque marino costiere - Rumore	129
	7.2. Misure di gestione ambientale e mitigazione in fase di esercizio	132
	7.2.1. Biodiversità - Avifauna	132
	7.2.2. Acque marino costiere - Linea di costa	132
8.	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	133
	8.1. Avifauna	133
	8.2. Biocenosi bentoniche	133
	8.3. Fanerogame marine	134
	8.4. Rumore subacqueo e Mammiferi e Rettili Marini	134
	8.5. Fauna ittica	136
	8.6. Evoluzione del litorale	136
	8.7. Monitoraggio della torbidità	137

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 2-1 - Vista da levante della diga foranea esistente. Ripresa da drone	11
Figura 2-2 - Processo di individuazione delle possibili soluzioni, selezione e verifica di dettaglio di tre soluzioni alternative selezionate	16
Figura 2-3 - Soluzione alternativa d'intervento n°2	17
Figura 2-4 - Soluzione alternativa d'intervento n°3	18
Figura 2-5 - Soluzione alternativa d'intervento n°4	18
Figura 2-6 - Nuova diga foranea realizzata in 2 fasi	21
Figura 2-7 - Tipologia costruttiva a parete verticale	23
Figura 2-8 - Tipologia costruttiva composita (parete verticale e scogliera)	23
Figura 2-9 - Aerogeneratori H 50m: distribuzione planimetrica e sezione tipo	24
Figura 2-10 - Area da adibire a cantiere a Prà-Voltri	26
Figura 2-11 - Area ex ILVA. Area alternativa per lo stoccaggio/lavorazione dei materiali da demolizione	27
Figura 2-12 - Cronoprogramma lavori di Fase A) (in alto) e Fase B) (in basso)	28
Figura 2-13 - Planimetria di risoluzione delle interferenze delle condotte a mare con le opere in progetto	31
Figura 4-1 - Accessi e spazi di manovra nell'attuale configurazione della diga foranea	41
Figura 4-2 - Distribuzione degli ambienti coralligeni in Liguria (da Canovas Molina <i>et. al.</i> , 2016)	43
Figura 4-3 - In alto, mappa del Mar Ligure che mostra la posizione delle 10 aree di studio selezionate e, in basso, particolare delle tre aree più vicine al sito di intervento (modificata da enrichetti <i>et. al.</i> , 2019).	44
Figura 4-4 - Mappa dell'area di studio (A) e (B) planimetria indicante il pontile galleggiante (nero), la piattaforma in cemento (grigio chiaro). Barre della scala: a = 500 m; b = 30 m (da Betti <i>et. al.</i> , 2018)	45
Figura 4-5 - Distribuzione degli habitat marino costieri ad Est dell'area portuale	46
Figura 4-6 - Ambiente marino costiero. Localizzazione dei punti di monitoraggio gestiti da ARPA Liguria, situati in corrispondenza delle aree omogenee 14 - Genova-Polcevera (in alto) e 15 - Genova-Bisagno (in basso). In rosso i punti di monitoraggio per le biocenosi bentoniche	48
Figura 4-7 - Distribuzione degli habitat marino costieri ad Est dell'area portuale	50
Figura 4-8 - Distribuzione degli habitat marino costieri ad Ovest dell'area portuale	50
Figura 4-9 - Distribuzione degli habitat marino costieri nelle zone prossime all'area portuale di Genova	51
Figura 4-10 - Qualità delle acque dolci superficiali. Stazioni di monitoraggio POPO05 (Torrente Polcevera) e BIBI05 (Torrente Bisagno)	57
Figura 4-11 - Correnti idrauliche ottenute con il modello di simulazione in occasione di un evento di piena decennale simultaneo dei torrenti polcevera e bisagno.	59

Rev.01	Data: Settembre 2021	El. MI046R-PF-D-A-R-068-01
Figura 4-12	- La sedimentazione degli apporti solidi del torrente polcevera avviene prevalentemente in prossimità della zona di foce, della bocca di ponente e nel canale di calma. Gli apporti del torrente bisagno, sono più scarsi e si depositano nella zona antistante la foce fino e nella parte più esterna della bocca di levante.	60
Figura 4-13	- Ambiente marino costiero. Aree omogenee utilizzate per il monitoraggio	61
Figura 4-14	- Ambiente marino costiero. Localizzazione delle stazioni utilizzate per il monitoraggio ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. situate in prossimità dell'area di progetto e gestite da ARPA Liguria	62
Figura 4-15	- Classificazione delle spiagge a levante di Genova fornita dal portale cartografico della regione Liguria (www.geoportal.regione.liguria.it).	66
Figura 4-16	- Regime anemometrico. Localizzazione delle stazioni di misura utilizzate per la definizione del regime dei venti sottocosta.	69
Figura 4-17	- Stazioni di misura e valutazioni annuali di qualità dell'aria (D.Lgs. 155/10) - Rete Qualità Aria 2019	70
Figura 4-18	- Planimetria di insieme del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Genova	72
Figura 4-19	- Legenda del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Genova	72
Figura 4-20	- Prospetto dell'area di interesse vista dal mare	74
Figura 4-21	- La Mappa di Intervisibilità Teorica (MIT)	75
Figura 4-22	- Foto dalla lanterna verso levante	76
Figura 4-23	- La Mappa delle vulnerabilità e delle resilienze	77
Figura 5-1	- Esempio della generazione e propagazione della nuvola di torbidità generata dalle attività di consolidamento dei fondali ottenuta con un modello di simulazione in presenza di condizioni di vento frequenti da scirocco e da libeccio	86
Figura 5-2	- Esempio della generazione e propagazione della nuvola di torbidità generata dalle attività rimozione dello scanno di imbasamento della diga esistente ottenuta con un modello di simulazione in presenza di condizioni di vento frequenti da scirocco e da libeccio	87
Figura 5-3	- Esempio della generazione e propagazione della nuvola di torbidità generata dalle attività dragaggio ottenuta con un modello di simulazione in presenza di condizioni di vento frequenti da scirocco e da libeccio.	89
Figura 5-4	- Dominio di calcolo per la simulazione dell'impatto in fase di cantiere	90
Figura 5-5	- Schematizzazione delle attività considerate nella simulazione e loro localizzazione.	92
Figura 5-6	- Campo delle concentrazioni medie annuali di NOx. Valori secondo la scala colorata a destra	93
Figura 6-1	- Le variazioni della corrente dei torrenti polcevera e bisagno determinate dalle nuove opere in occasione di un evento di piena decennale, sono di modesta entità e sono localizzate in	

Rev.01	Data: Settembre 2021	El. MI046R-PF-D-A-R-068-01
	corrispondenza della bocca di levante, della bocca di ponente e nel canale di calma dell'aeroporto.	111
Figura 6-2	- La variazione della sedimentazione nel bacino portuale in occasione di un evento di piena decennale dei torrenti polcevera e bisagno è di lieve entità. le variazioni più significative si verificano alla bocca di levante e nella parte più orientale del bacino di sampierdarena, che risultano più elevate per la fase b) di realizzazione. Nel canale di calma dell'aeroporto si verifica al contrario una riduzione della sedimentazione.	112
Figura 6-3	- Campi di velocità ottenuti in presenza di condizioni di marea astronomica e vento intenso da scirocco. Le nuove opere foranee determinano una variazione delle correnti di scarsa entità e non possono condizionare l'operatività del porto e la sicurezza alla navigazione. le variazioni più significative si verificano all'interno del nuovo bacino portuale e in corrispondenza dell'estremità della nuova diga foranea	115
Figura 6-4	- Valori massimi di altezza d'onda significativa all'interno del porto di genova per stati di mare con tempo di ritorno 10 anni. Comparazione tra lo stato attuale e la soluzione di progetto (layout S3)	117
Figura 6-5	- La soluzione di progetto non determina una variazione, rispetto alla situazione attuale, dell'area costiera schermata dal moto ondoso (area campita in rosa).	119
Figura 6-6	- La nuova diga foranea determina una variazione del moto ondoso localizzata al tratto di litorale immediatamente all'esterno dell'imboccatura di levante, compreso tra la foce del bisagno e punta vagno.	120
Figura 6-7	- A seguito della realizzazione della nuova diga foranea il profilo di equilibrio di spiaggia, nel tratto di costa limitrofo alla bocca di levante del porto, presenta una tendenza evolutiva di avanzamento in prossimità della foce del Bisagno.	121
Figura 6-8	- Capacità di ricambio idrico del bacino portuale. Confronto tra stato attuale e fase di esercizio	122
Figura 6-9	- La dispersione di un potenziale inquinante immesso dai torrenti Polcevera e bisagno per la soluzione di progetto risulta maggiormente confinata all'interno dell'ambito portuale, con una maggiore diluizione del contaminante e una minore dispersione verso i litorali limitrofi.	124
Figura 6-10	- Fotoinserimento Lanterna verso levante - Stato di fatto	127
Figura 6-11	- Fotoinserimento Lanterna verso levante - Fase di esercizio	128

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 3-1 - Sintesi della coerenza dell'intervento con i singoli riferimenti per la pianificazione e programmazione territoriale vigenti	37
Tabella 5-1 - Valori degli inquinanti massimi nel dominio di interesse generati dalla fase di cantiere simulata	94
Tabella 5-2 - Scenario 1 (demolizione della diga esistente). Spettri di emissione dei mezzi e macchinari d'opera in termini di potenza sonora (Lw (dB))	95
Tabella 5-3 - Tipologie di rumore continuo o impulsivo rispetto alle attività previste	97
Tabella 5-4 - Potenziali impatti del rumore sui mammiferi marini (Fonte: Bertolini et al., 2012; modificata)	100

1. PREMESSA

L'intervento della nuova diga foranea è inserito nel "Programma straordinario di investimenti urgenti per la ripresa e lo sviluppo del porto e delle relative infrastrutture di accessibilità e per il collegamento intermodale dell'aeroporto Cristoforo Colombo con la città di Genova", predisposto a seguito del crollo di un tratto del viadotto Polcevera dell'Autostrada A10, noto come Ponte Morandi, avvenuto il 14/08/2018.

L'intervento è altresì inserito tra le opere del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) di cui al DL 77/21 convertito in Legge 108/21, noto come Decreto Semplificazioni bis.

L'obiettivo dell'intervento è di consentire l'operatività portuale dei terminali del bacino di Sampierdarena in condizioni di sicurezza, in relazione all'accesso delle grandi navi portacontaineri.

Il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) della nuova diga foranea di Genova ha previsto, in accordo con il vigente Codice degli Appalti (D.Lgs. 50/16 e s.m.i.), una prima fase di elaborazione (cd. Fase 1) in cui sono state individuate e analizzate le possibili soluzioni alternative per la realizzazione dell'opera.

L'esito della prima fase del PFTE, ovvero dello studio delle alternative progettuali, ha portato alla redazione del "Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali"¹, da sottoporre al Dibattito Pubblico.

Infatti, l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (AdSP), in qualità di committente della nuova diga foranea del porto di Genova, ha preso l'iniziativa di indire il Dibattito Pubblico sull'opera, che costituisce un processo di informazione, partecipazione e confronto pubblico sull'opportunità e sulle soluzioni progettuali di opere, progetti o interventi, a seguito di un progetto di fattibilità e prima che ne siano definite tutte le caratteristiche.

Il Dibattito Pubblico, che si è tenuto nei mesi di Gennaio e Febbraio 2021, è stato il primo organizzato secondo il DPCM 76/18 e s.m.i., adottato ai sensi dell'Art. 22, comma 2, del D.Lgs. 50/16 e s.m.i.: si è trattato, dunque, della prima attuazione di un tale processo partecipativo secondo quanto espresso dalla normativa nazionale.

¹ Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale, "Realizzazione della nuova diga foranea del Porto di Genova, ambito bacino di Sampierdarena". Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica. Prima Fase. Le Soluzioni Alternative d'Intervento Selezionate - Relazione Generale Descrittiva e Sintesi delle Verifiche Svolte (Dicembre 2020)

Al termine del Dibattito Pubblico, il coordinatore ha redatto una relazione², alla quale l'AdSP ha risposto con un dossier conclusivo³, che ha permesso di fornire delle precisioni sulla sua posizione in merito alle osservazioni avanzate nel corso del Dibattito e quindi di identificare la soluzione d'intervento della nuova diga foranea.

Nella seconda fase di elaborazione del PFTE (cd. Fase 2), la soluzione progettuale scelta per la nuova diga foranea è stata sviluppata e dimensionata a livello di progetto di fattibilità, con la redazione di tutti gli elaborati previsti alla normativa vigente (D.Lgs. 50/16 e s.m.i.).

Ai sensi dell'Art. 44, comma 3, del succitato DL 77/21 convertito in Legge 108/21, il PFTE deve essere sottoposto a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) nazionale.

Il presente documento costituisce la Sintesi Non Tecnica dello Studio di Impatto Ambientale (SIA), come richiesto all'Art. 22, comma 4, del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., al fine di consentire una più agevole comprensione dello SIA da parte del pubblico

² Dibattito Pubblico sulla Nuova Diga Foranea del Porto di Genova. Relazione Conclusiva (Febbraio 2021)

³ Dibattito Pubblico sulla Nuova Diga Foranea del Porto di Genova. Dossier Conclusivo del Proponente dell'Opera (Febbraio 2021)

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

2.1. L'Alternativa "0" e le motivazioni dell'intervento

La configurazione dell'attuale diga che ripara il bacino di Sampierdarena e il bacino storico del porto, rappresentativa della cosiddetta Alternativa "0" di non realizzazione dell'intervento, pone alcune significative limitazioni e aspetti di criticità sulla sicurezza della navigazione. Gli spazi di accesso, transito e manovra risultano in alcuni casi inadeguati per le dimensioni delle navi più grandi che già oggi scalano il porto di Genova.



FIGURA 2-1 - VISTA DA LEVANTE DELLA DIGA FORANEA ESISTENTE. RIPRESA DA DRONE

In base agli scenari di evoluzione attesi per i traffici marittimi e della parallela tendenza all'aumento delle dimensioni delle navi, soprattutto per il trasporto di contenitori, verso il cosiddetto "gigantismo navale", la realizzazione della nuova diga antistante il bacino di Sampierdarena si rivela sempre più necessaria. L'attuale scenario portuale pone infatti un limite superiore alle dimensioni delle navi in grado di accedere in sicurezza al bacino di Sampierdarena, che corrisponde ad una lunghezza massima di 300 m. Dato decisamente vincolante se si considera che su scala mondiale è ormai consolidata la tendenza all'impiego di navi portacontenitori di lunghezza maggiore, appartenenti alle classi denominate New Panamax e ULCV (Ultra Large Container Vessel).

Le navi ULCV sono caratterizzate ad oggi (e per il prossimo decennio) da lunghezze fino a 400 m, per raggiungere in proiezione futura i 450 m. Peraltro, l'analisi del mercato dei trasporti marittimi condotta nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica

ed Economica ha evidenziato come la quota del traffico marittimo mondiale trasportata su navi che oggi non possono essere accolte nel porto di Genova sia destinata ad aumentare nei prossimi anni e decenni.

In questo contesto evolutivo e con le problematiche di accessibilità marittima legate ai vincoli della attuale diga foranea, l'area di Sampierdarena del porto di Genova rischia di perdere competitività rispetto ai principali porti concorrenti - Valencia, Barcellona, Marsiglia - i quali sono o saranno presto attrezzati per accogliere le classi dimensionali delle New Panamax e ULCV.

La criticità dettata dalla posizione della diga in relazione al transito nei bacini della Lanterna e di Sampierdarena, impedito alle grandi navi, sarà ulteriormente accentuata dalla prossima entrata in esercizio del terminale di Calata Bettolo, il cui sviluppo è connesso al bisogno di operare con le grandi navi portacontenitori. Il terminale Bettolo, ubicato a levante del bacino di Sampierdarena, rappresenta infatti la "porta di accesso" al sistema per le navi dirette agli altri terminali e, in assenza di interventi sulla diga atti ad ampliare l'attuale bacino portuale, costituirebbe un ostacolo alla fluidità di accesso ai terminali successivi.

Il progetto di una nuova diga foranea ad ampliamento del canale di Sampierdarena consentirà al porto di Genova di ospitare in piena sicurezza navi ben più grandi di quelle attuali senza limiti negli accessi e manovre verso gli accosti, adeguandosi alle esigenze delle maggiori compagnie di navigazione. Lo sviluppo di questa area strategica dello scalo consentirà al porto di Genova di mantenere la sua posizione dominante nel panorama portuale nazionale e di consolidare il proprio ruolo di primordine nello scenario mediterraneo ed europeo, con importantissime ricadute economiche ed occupazionali.

Di contro, il mancato adeguamento dell'infrastruttura di accesso al porto, ovvero lo scenario di Alternativa "0", comporterebbe la mancata attrazione di nuovi traffici e la probabile perdita delle quote di traffico attuali destinate, nel prossimo futuro, al trasporto sulle navi di grandi dimensioni non compatibili con l'attuale capacità infrastrutturale. Ciò determinerebbe un progressivo declino dei traffici portuali fuori dal Mediterraneo, destinati ad esaurirsi nell'arco di un decennio.

Per le ragioni sopra illustrate, l'Alternativa "0" di non intervento comporterebbe in proiezione una serie di chiari impatti negativi sulla sicurezza della navigazione e sul comparto produttivo e socio-economico. La consapevolezza di tale prospettiva e quindi

del ruolo strategico della nuova diga per il potenziamento e sviluppo del porto di Genova è peraltro emersa nel corso del Dibattito Pubblico sull'opera.

Ricordando poi quanto specificato in premessa, l'intervento rientra nel Programma Straordinario di investimenti urgenti per la ripresa e lo sviluppo del porto e delle relative infrastrutture di accessibilità, ed è altresì inserita tra gli interventi di maggior rilievo del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Ciò testimonia il carattere di straordinarietà ed urgenza dell'intervento, che di fatto sancisce l'impossibilità di considerare l'opzione di non intervento.

L'Alternativa "0" non è quindi considerata nell'ambito dello SIA in qualità di ragionevole alternativa, ma viene comunque analizzata nel dettaglio in relazione a diversi aspetti ambientali ai fini del confronto con la soluzione di progetto selezionata dalla proponente Autorità di Sistema Portuale a seguito del Dibattito Pubblico.

2.2. Iter procedimentale seguito

2.2.1. Obiettivi del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE)

L'obiettivo primario dell'intervento di realizzazione della nuova diga foranea è di consentire l'operatività portuale dei terminali del bacino di Sampierdarena in condizioni di sicurezza in relazione all'accesso e alle manovre delle grandi navi portacontaineri (lunghezza 400-450 m e larghezza 60-65 m). La nuova diga, inoltre, deve garantire un adeguato riparo dei terminali dal moto ondoso, per consentire l'ormeggio delle navi e le operazioni di carico/scarico in sicurezza e limitare le condizioni di non operatività.

L'Autorità di Sistema ha previsto un iter realizzativo della nuova diga foranea organizzato in due fasi funzionali, in relazione a una prevedibile gradualità dei finanziamenti:

- Fase a) funzionale di costruzione

La prima fase di costruzione deve assicurare l'operatività del terminale di Calata Bettolo in condizioni di sicurezza, garantendo l'accesso alle navi più grandi di progetto nel breve termine, e migliorare al contempo l'operatività degli altri terminali più a ponente;

- Fase b) funzionale di costruzione

Il completamento della costruzione deve assicurare l'operatività di tutti i terminali di Sampierdarena, anche di quelli più a ponente, garantendo l'accesso delle navi di progetto.

Il PFTE della nuova diga ha affrontato entrambe le fasi realizzative previste.

2.2.2. Fase 1 del PFTE: alternative progettuali

Il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) della nuova diga foranea di Genova ha previsto, in accordo con il vigente Codice degli Appalti (D.Lgs. 50/16 e s.m.i.), una prima fase di elaborazione (cd. Fase 1) in cui sono state individuate e analizzate le possibili soluzioni alternative per la realizzazione dell'opera. L'esito della prima fase del PFTE ha portato alla redazione del "Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali".

A completamento della Fase 1 del PFTE, l'AdSP ha quindi elaborato il "Dossier di Progetto" per la procedura di Dibattito Pubblico secondo il DPCM 76/18, adottato ai sensi dell'Art. 22, comma 2, del D.Lgs. 50/16 e s.m.i. Il Dibattito, svolto nei mesi di gennaio e febbraio 2021, ha consentito di informare la popolazione e i soggetti interessati, coinvolti partecipativamente e attivamente nel confronto, sulle caratteristiche dell'intervento e sulle soluzioni progettuali proposte, illustrate attraverso le valutazioni degli impatti sociali, ambientali ed economici. La procedura di Dibattito Pubblico si è chiusa con la predisposizione di un dossier conclusivo in cui l'AdSP ha fornito risposte e precisazioni in merito alle osservazioni avanzate nel corso del Dibattito e ha identificato la soluzione d'intervento per la nuova diga foranea.

2.2.3. Fase 2 del PFTE: sviluppo progettuale della soluzione prescelta

Nella seconda fase di elaborazione del PFTE la soluzione progettuale scelta per la nuova diga foranea è stata sviluppata e dimensionata a livello di progetto di fattibilità, con la redazione degli elaborati previsti alla normativa vigente (D.Lgs. 50/16 e s.m.i.).

Gli elaborati del PFTE di Fase 2 costituiscono il riferimento progettuale per l'appalto integrato complesso delle fasi di progettazione successive (Progetto Definitivo ed Esecutivo) e della realizzazione dell'intervento.

2.3. Analisi delle alternative e scelta della soluzione

2.3.1. Percorso progettuale per l'individuazione delle possibili alternative di intervento

Il processo metodologico adottato ha permesso in un primo tempo di concepire le possibili configurazioni alternative della nuova diga foranea, per poi selezionare le soluzioni più promettenti su cui concentrare l'analisi comparativa.

Ciò ha richiesto un approccio multidisciplinare mediante il quale sono state affrontate, in modo organico e correlato, le diverse problematiche e criticità che un'opera marittima di tale importanza e dimensione pone sotto il profilo tecnico, funzionale, ambientale, costruttivo ed economico.

Per identificare le possibili soluzioni d'intervento e consentirne il confronto, sono stati stabiliti criteri funzionali inderogabili finalizzati a garantire la sicurezza della navigazione per raggiungere i terminali e ad assicurare l'operatività e l'ormeggio in sicurezza alle banchine. Si sono inoltre considerati i vincoli interessanti l'area di progetto, in primis i vincoli aeroportuali dovuti alla presenza dell'aeroporto di Genova.

Nel diagramma della figura seguente sono presentati in sintesi i passaggi salienti del processo di individuazione e selezione delle soluzioni alternative d'intervento.

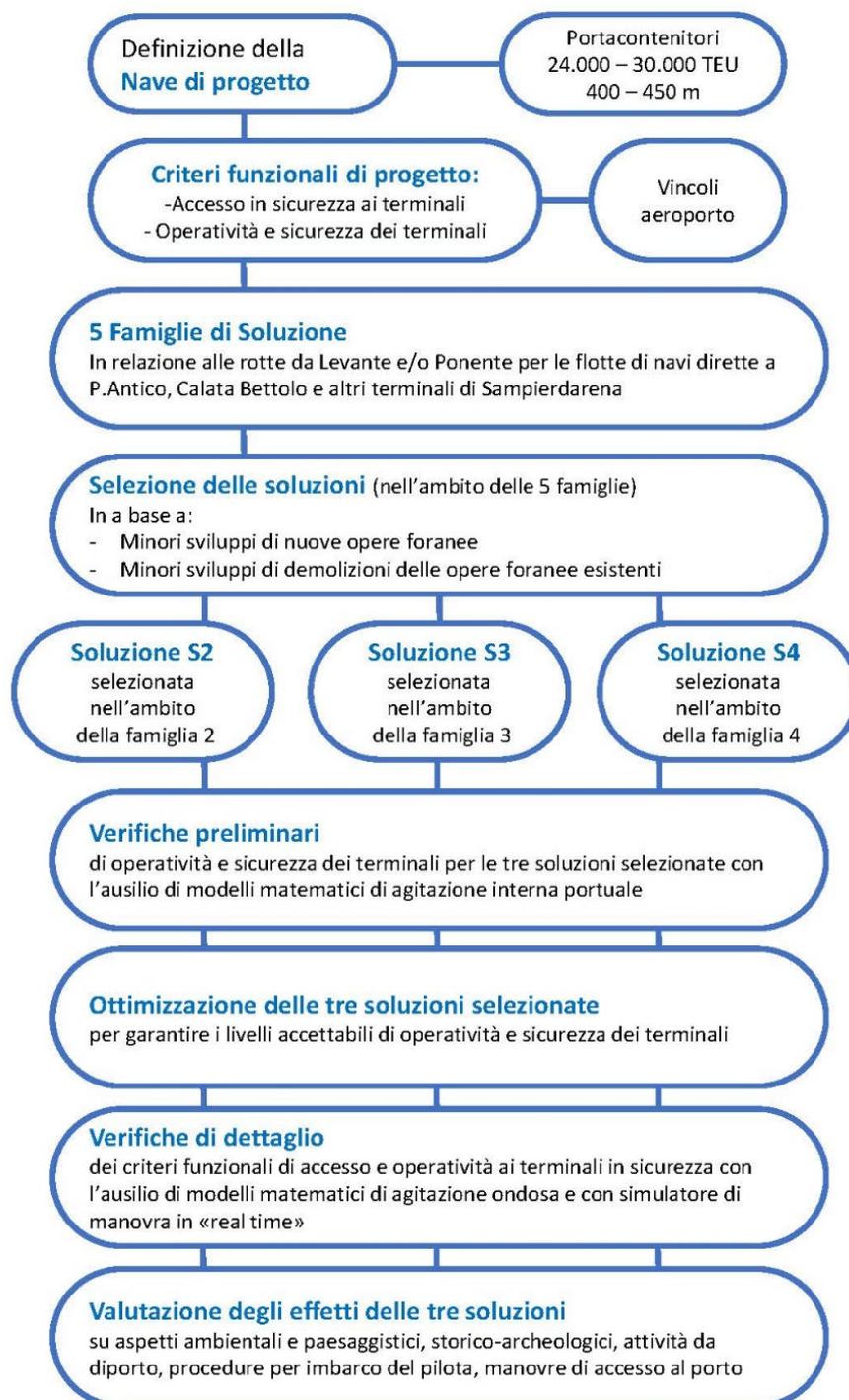


FIGURA 2-2 - PROCESSO DI INDIVIDUAZIONE DELLE POSSIBILI SOLUZIONI, SELEZIONE E VERIFICA DI DETTAGLIO DI TRE SOLUZIONI ALTERNATIVE SELEZIONATE

2.3.2. Descrizione delle alternative d'intervento

Soluzione alternativa 2

La soluzione di intervento 2 prevede una nuova imboccatura a levante dedicata alle navi in direzione di Calata Bettolo e di Sampierdarena, mentre le navi da crociera e i traghetti continuano a raggiungere il Porto Antico attraverso l'attuale imboccatura di levante. La rotta principale delle navi che accedono al porto è da Levante, analogamente a quanto avviene oggi.



FIGURA 2-3 - SOLUZIONE ALTERNATIVA D'INTERVENTO N°2

Soluzione alternativa 3

La soluzione alternativa 3 prevede una nuova imboccatura a levante attraverso la quale possono accedere tutte le navi dirette ai vari terminali: Calata Bettolo, le darsene di Sampierdarena, il bacino del Porto Antico. Anche le navi da crociera e i traghetti possono infatti accedere al porto attraverso la nuova imboccatura e poi dirigersi verso il Porto Antico attraverso un varco di larghezza 400 m ricavato tra Calata Bettolo e la diga esistente. In questo modo si offre l'opportunità di alleggerire la commistione fra il traffico destinato ai terminali commerciali e quello relativo alle riparazioni navali e alla nautica da diporto, comparti prossimi all'esistente imboccatura di levante che da questa riconfigurazione delle rotte di accesso possono trarre prospettive di crescita.



FIGURA 2-4 - SOLUZIONE ALTERNATIVA D'INTERVENTO N°3

Soluzione alternativa 4

La soluzione alternativa 4 prevede una nuova imboccatura a ponente attraverso la quale possono accedere tutte le navi dirette ai vari terminali: Calata Bettolo, le darsene di Sampierdarena, il bacino del Porto Antico. Come per la soluzione alternativa 3, anche le navi da crociera e i traghetti possono infatti accedere al porto attraverso la nuova imboccatura e poi dirigersi verso il Porto Antico attraverso un varco di larghezza 400 m ricavato tra Calata Bettolo e la diga esistente. In questo modo si offre l'opportunità di alleggerire la commistione fra il traffico destinato ai terminali commerciali e quello relativo alle riparazioni navali e alla nautica da diporto. In questa soluzione, la rotta delle navi che accedono al porto è da ponente attraverso un canale di accesso con orientamento di 270°N, a differenza di quanto avviene oggi.



FIGURA 2-5 - SOLUZIONE ALTERNATIVA D'INTERVENTO N°4

2.3.3. Valutazione e confronto delle alternative

Sono state svolte numerose attività di analisi e verifica delle soluzioni alternative, che hanno riguardato gli aspetti navigazionali, la penetrazione del moto ondoso, il potenziale impatto delle acque portuali sui litorali adiacenti, il potenziale impatto sul deflusso di piena e sul trasporto solido dei due corsi d'acqua che insistono sull'ambito portuale (torrenti Polcevera e Bisagno), il potenziale impatto delle nuove opere sulla morfodinamica dei litorali adiacenti, gli impatti paesaggistici e la tutela dei beni archeologici e monumentali, le interferenze con i vincoli aeroportuali.

I seguenti criteri funzionali di operatività portuale in sicurezza risultano rispettati per tutte e tre le soluzioni:

- la protezione del bacino di Sampierdarena e del Porto Antico dal moto ondoso per assicurare lo svolgimento in sicurezza delle operazioni di carico e scarico delle merci ai terminali;
- l'esecuzione in sicurezza delle manovre di navigazione delle grandi navi nelle fasi di accesso e uscita dal porto, di evoluzione nel bacino portuale, di accosto e partenza dai terminali, di transito nel canale interno di Sampierdarena;
- il criterio di minimizzazione delle interferenze con i vincoli aeroportuali in relazione alla fase a) di costruzione, con salvaguardia delle superfici di avvicinamento e di salita al decollo da parte delle navi di progetto, ferme restando le condizioni di interferenza attualmente autorizzate da ENAC. La fase b) dell'intervento, che consente l'accesso delle grandi navi anche ai terminali più a ponente, potrà diventare operativa se verranno stabiliti nuovi vincoli aeroportuali.

Gli effetti sui vari fattori ambientali e gli impatti sul paesaggio sono per tutte e tre le soluzioni trascurabili rispetto alla situazione attuale.

La soluzione 2 non porta benefici alla funzione diportistica e cantieristica a levante e sul suo potenziale sviluppo, mentre le soluzioni 3 e 4 hanno effetti positivi su tale aspetto.

Per la soluzione 4 l'imbarco del pilota sulla nave, secondo quanto raccomandato dai servizi nautici ai fini della sicurezza dell'operazione, deve avvenire a levante e questo comporta, per tale soluzione, costi aggiuntivi di pilotaggio rispetto alle soluzioni 2 e 3.

Anche se le prove con il simulatore di navigazione hanno dimostrato che le manovre possono avvenire in sicurezza con tutte e tre le soluzioni, la Capitaneria di porto e i servizi nautici del Porto di Genova, in base alla loro significativa esperienza, hanno

espresso una preferenza per la soluzione 3, ritenendo che possa offrire margini aggiuntivi di sicurezza rispetto alle altre soluzioni alternative.

2.3.4. Esiti del Dibattito Pubblico e scelta della soluzione

Nel corso del Dibattito Pubblico sulla nuova diga foranea del Porto di Genova, tenutosi nei mesi di gennaio e febbraio 2021, si sono tenuti 4 incontri pubblici di presentazione del dossier di progetto, di approfondimento sullo sviluppo economico, sulle alternative progettuali e sugli aspetti di impatto ambientale. Si sono inoltre tenuti incontri ristretti con le varie categorie interessate all'intervento (servizi nautici, Capitaneria di Porto, categorie economiche, sindacati, associazioni ambientaliste, ecc.), durante i quali sono stati approfonditi i vari temi d'interesse per ciascuna categoria.

Le osservazioni, i pareri e le proposte che sono stati presentati nell'ambito degli incontri hanno sostanzialmente confermato le conclusioni presentate nel dossier di progetto.

Il Dibattito Pubblico si è concluso, in ottemperanza alla norma, con la relazione del coordinatore del Dibattito, alla quale l'Autorità di Sistema ha risposto con un dossier conclusivo riportante la sua posizione finale in merito alle osservazioni avanzate nel corso del Dibattito e quindi alla scelta della soluzione d'intervento da sviluppare nelle successive fasi di progettazione.

La soluzione 3 con nuovo accesso a levante è stata scelta in definitiva dall'Autorità di Sistema, tenuto conto anche delle indicazioni pervenute dalla Capitaneria di Porto, dal Corpo Piloti e dai servizi tecnico-nautici del Porto di Genova.

2.4. Descrizione della soluzione di intervento

2.4.1. La nuova diga foranea

L'intervento prevede che la nuova diga foranea sia ubicata su fondali maggiori rispetto all'opera di difesa esistente, fino a 50 m di profondità, allo scopo di ampliare le aree portuali di accesso e manovra così da consentire l'accesso al porto delle grandi navi di progetto in condizioni di sicurezza. Le nuove aree di manovra delle navi sono caratterizzate dalle seguenti dimensioni planimetriche, come rappresentato nella figura successiva:

- cerchio di evoluzione di diametro pari a 800 m;
- canale di accesso di larghezza 310 m e lunghezza 2.800 m (considerando di includere il cerchio di evoluzione);

- larghezza del canale interno davanti alle banchine di Sampierdarena, nella configurazione finale, pari a 400 m.

Viene mantenuto il canale di accesso esistente a levante che consente alle navi da crociera e ai traghetti di accedere alle darsene del Porto Antico.

A ponente è previsto il mantenimento di un'imboccatura ai fini del transito delle imbarcazioni di servizio e delle navi commerciali di piccole-medie dimensioni.

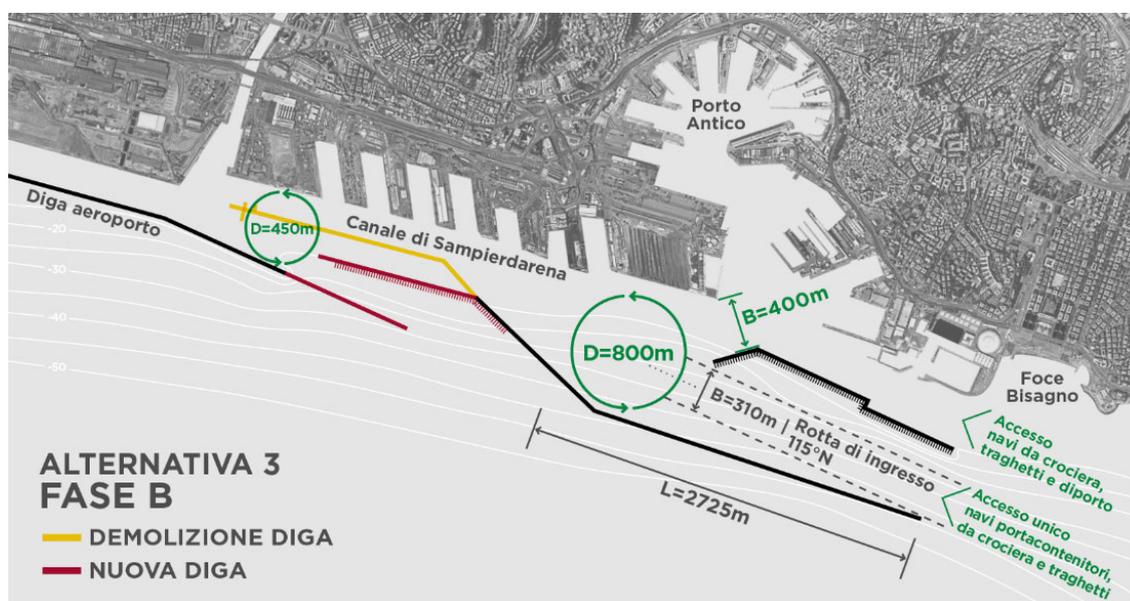
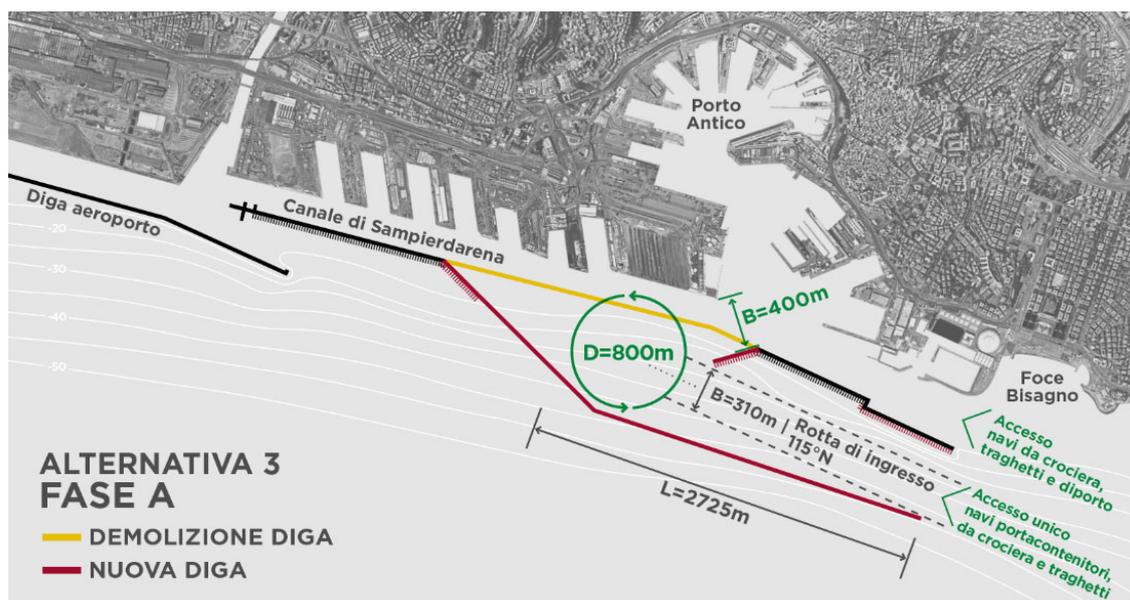


FIGURA 2-6 - NUOVA DIGA FORANEA REALIZZATA IN 2 FASI

La nuova diga foranea presenta, nella sua configurazione finale, uno sviluppo longitudinale di circa 5.900 m. Come già introdotto e presentato in figura, Sono previste

due fasi funzionali di costruzione in relazione alla gradualità dei finanziamenti disponibili:

Fase a): La prima fase di costruzione è finalizzata ad assicurare l'operatività del terminale di Calata Bettolo in condizioni di sicurezza garantendo l'accesso delle più grandi navi di progetto nel breve termine, migliorando al contempo le condizioni di accesso ai terminali posti più a ponente. L'estensione della nuova diga foranea in questa fase è pari a 4.160 m.

Fase b): Il completamento della costruzione della nuova diga assicurerà l'operatività di tutti i terminali di Sampierdarena, anche a quelli più a ponente, garantendo l'accesso delle grandi navi di progetto all'intero bacino. L'estensione delle nuove opere della diga foranea realizzate in questa fase è pari a 2.130 m.

Il progetto della nuova diga foranea prevede anche la demolizione di una parte della diga esistente, per uno sviluppo pari a 2.200 m nel corso della fase a) di costruzione, a cui si aggiungono ulteriori 1665 m in fase b). Nel complesso dell'intervento è pertanto prevista la demolizione di 3.865 m della diga attuale. Si evidenzia che per la realizzazione delle opere della nuova diga è prevista una strategia di massimo riutilizzo dei materiali provenienti dalle demolizioni della diga esistente, con chiari benefici di carattere logistico, ambientale, funzionale, nonché economico.

Le sezioni tipo della nuova diga si differenziano in ragione della quota dei fondali e della quota d'imbasamento dei cassoni. Le profondità dei fondali variano tra 20 m e 50 m, mentre la profondità d'imbasamento dei cassoni varia tra 15 m e 25 m. Si possono essenzialmente distinguere due principali tipologie costruttive:

- opera a parete verticale, in cassoni cellulari di cemento armato imbasati su uno scanno in pietrame e massi naturali;
- opera a parete verticale in cassoni imbasati su scanno in pietrame e massi naturali, con scogliera antistante la parete lato mare finalizzata alla riduzione della riflessione delle onde e alla protezione della struttura a tergo.

Nelle Figure seguenti sono riportate le due principali tipologie di sezione della nuova diga foranea.

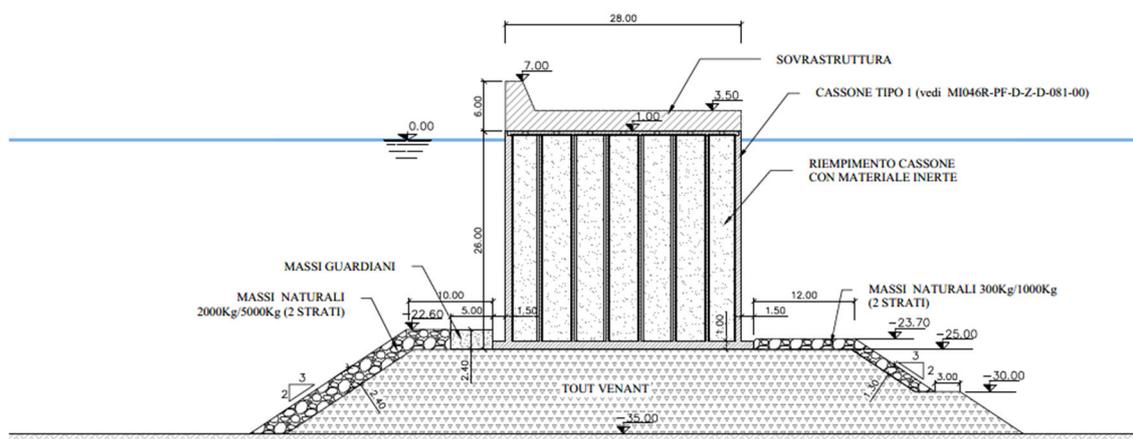


FIGURA 2-7 - TIPOLOGIA COSTRUTTIVA A PARETE VERTICALE

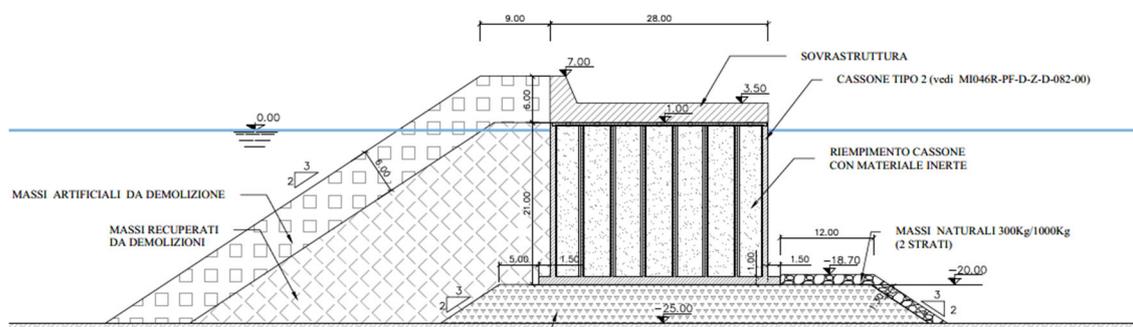


FIGURA 2-8 - TIPOLOGIA COSTRUTTIVA COMPOSITA (PARETE VERTICALE E SCOGLIERA)

I terreni di fondazione delle opere sono caratterizzati dalla presenza di uno strato coesivo tipicamente di 5-10 m di spessore, di composizione variabile da limo/limo sabbioso, alle batimetriche superiori a -35 m s.l.m., a limo argilloso alle batimetriche inferiori. Tale strato superficiale pone problematiche di stabilità in condizioni di onda di progetto, motivo per cui è stato previsto un consolidamento dei terreni di fondazione con colonne in ghiaia.

2.4.2. Tecnologie per le energie rinnovabili: parco eolico

Lo studio sulle tecnologie per le energie rinnovabili di possibile installazione sulla nuova diga recepisce un'esigenza dell'Autorità di Sistema che già nel 2008 indicava nel Piano Energetico Ambientale del Porto di Genova (PEAP) ambiziosi obiettivi di copertura del fabbisogno energetico portuale con energia da fonti rinnovabili, così da contribuire alla decarbonizzazione dell'area e alla mitigazione dell'impatto ambientale dell'infrastruttura.

Sulla base delle risorse di energia rinnovabile disponibili nel sito di progetto sono state indagate le tipologie di generazione utilizzando la fonte solare, eolica e da moto ondoso.

Tra le varie tipologie studiate, sulla base dei pareri preliminari degli Enti competenti e sulla base degli esiti del Dibattito Pubblico, è stato deciso di proseguire a livello progettuale con la previsione di utilizzo di generatori eolici con altezza pari a circa 50 m. Tale quota apicale consente all'installazione del parco eolico di essere sostenibile ed è compatibile con quella delle grandi navi portacontaineri che solcheranno l'area portuale e delle gru esistenti sulle banchine del porto di Genova.

Gli aerogeneratori sono stati previsti lungo lo sviluppo della sovrastruttura della nuova diga nel suo tratto più al largo, a partire dall'estremità di levante del molo di sopraflutto fino al limite del cono di decollo aereo. Il parco previsto, da realizzarsi nella fase a) dell'intervento, consiste in un totale di 20 turbine distribuite su uno sviluppo di 2.850 m.

Si stima che l'installazione possa generare una produzione lorda annua di 3,14 milioni di kWh, pari a circa il 6,5% del fabbisogno di energia elettrica portuale. Tale contributo eviterebbe l'emissione di 1.539 tonnellate di CO₂ in atmosfera, contribuendo al processo di decarbonizzazione indicato nel PEAP.

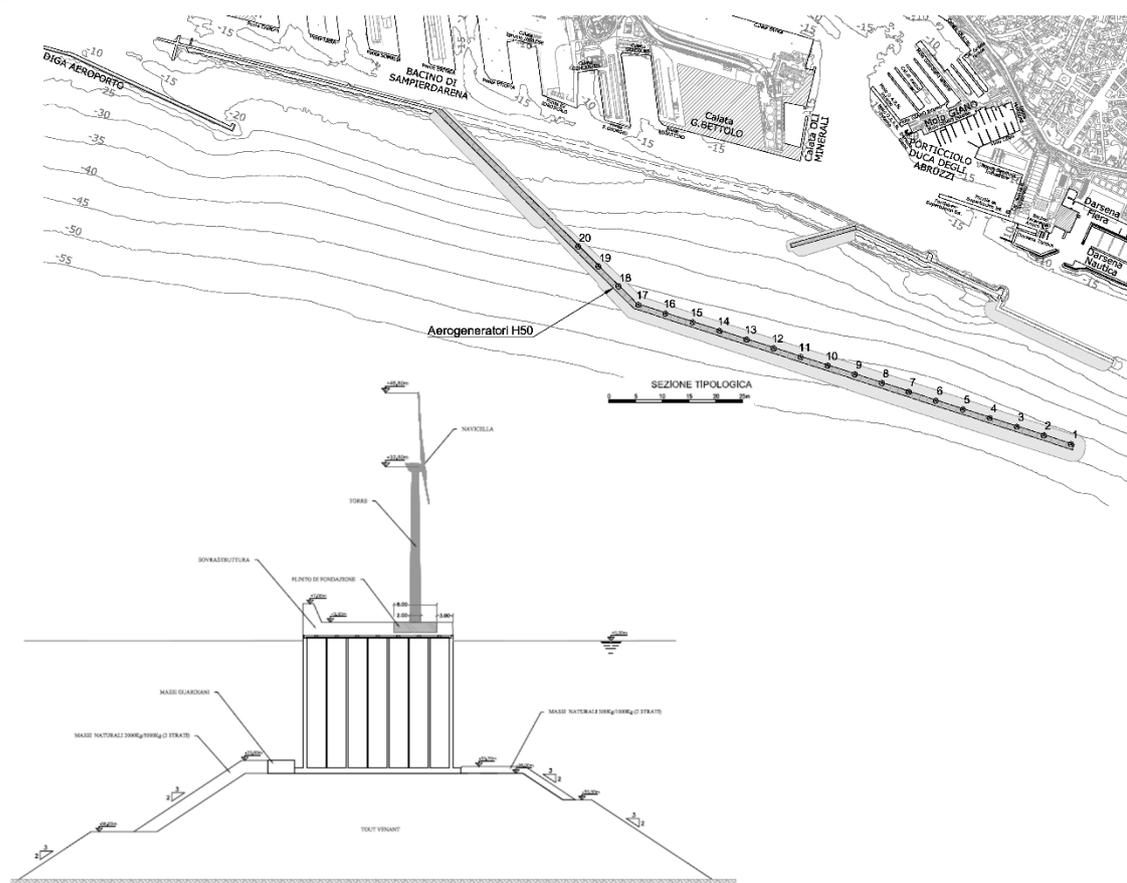


FIGURA 2-9 - AEROGENERATORI H 50M: DISTRIBUZIONE PLANIMETRICA E SEZIONE TIPO

2.4.3. Dragaggio del bacino di Sampierdarena e dell'avamporto

Oltre alle dimensioni planimetriche che consentono le manovre delle navi in sicurezza nelle aree portuali delineate dalla nuova diga foranea, è necessario siano presenti fondali nel bacino di Sampierdarena che garantiscano un adeguato franco di sicurezza rispetto al pescaggio delle navi. È pertanto previsto l'approfondimento dei fondali, dove necessario, fino a quota -18,50 m nel bacino di Sampierdarena e fino alla quota di -17 m nell'attuale avamporto, dove transitano le navi da crociera dirette al Porto Antico.

Tale intervento di dragaggio è stato progettato per l'Autorità di Sistema Portuale a livello di Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica dalla società Dinamica srl.

Il progetto del dragaggio prevede volumi di escavo complessivi pari a circa 890.000 m³, la cui rimozione è prevista attraverso draghe meccaniche a benna.

L'intervento di cui al suddetto PFTE, per i cui materiali di risulta è previsto l'impiego ai fini del riempimento e della stabilizzazione dei cassoni della nuova diga foranea, è considerato nell'ambito del presente SIA.

2.4.4. Cantierizzazione

Nel seguito sono brevemente illustrati gli approfondimenti anticipati in sede di PFTE in merito all'individuazione delle possibili aree di cantiere funzionali alla realizzazione della nuova diga foranea, alla loro configurazione e gestione in base al programma temporale delle lavorazioni.

Trattandosi di opere a mare, le aree dei lavori non interesseranno direttamente l'area urbana di Genova ma richiederanno in ogni caso aree di supporto produttivo e logistico a terra. Considerata l'ubicazione della nuova diga, si è ritenuto opportuno individuare tali aree nell'ambito territoriale del porto di Genova, laddove compatibili con le attività portuali e con i vincoli aeronautici associati all'aeroporto Cristoforo Colombo.

Al fine di ottimizzare i tempi di costruzione e l'organizzazione delle lavorazioni, nonché per minimizzare l'impatto dei lavori sulla viabilità portuale e di accesso al porto, si prevede che l'approvvigionamento dei materiali avvenga in massima parte via mare e che, laddove possibile, gli stessi materiali siano posti in opera direttamente a mare evitando il ricorso allo stoccaggio e alla successiva ripresa a terra (per es. il pietrame e i massi naturali provenienti da cava). Pertanto, considerate le lavorazioni previste per la realizzazione della nuova diga, le aree di cantiere a terra dovranno essere funzionali principalmente alle seguenti attività:

- la prefabbricazione dei cassoni cellulari in cemento armato;
- lo stoccaggio dei materiali di demolizione della diga esistente e la loro selezione/lavorazione ai fini del riutilizzo.

Un'area che, se opportunamente predisposta e organizzata in funzione del programma dei lavori, può fungere da supporto ad entrambe le suddette macro-attività è stata individuata lungo il perimetro della piattaforma portuale di Genova-Prà, a levante del VI modulo del porto di Voltri (Figura 2-10). L'area presenta fondali di una certa profondità che rendono più agevole l'allestimento di bacini di prefabbricazione rispetto al rimanente contesto portuale e la sua ubicazione consente di ben limitare l'interferenza delle attività di cantiere con l'operatività del porto. Si tratta di un'area demaniale marittima gestita dall'Autorità di Sistema Portuale. L'area è attualmente concessa per licenza con scadenza nel breve periodo e, se ne sarà confermata la necessità ai fini del cantiere, l'attuale concessione potrà essere sospesa/revocata a favore dell'Appaltatore.



FIGURA 2-10 - AREA DA ADIBIRE A CANTIERE A PRÀ-VOLTRI

In fase di PFTE è stata inoltre individuata una possibile area alternativa per lo stoccaggio e la lavorazione dei materiali di demolizione. L'area è situata nel sito dello stabilimento ex ILVA, in prossimità dell'estremità di levante dell'aeroporto ed è delimitata da una banchina lungo il canale di calma (Figura 2-11).



FIGURA 2-11 - AREA EX ILVA. AREA ALTERNATIVA PER LO STOCCAGGIO/LAVORAZIONE DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE

L'area alternativa ex ILVA presenterebbe un'ubicazione favorevole dal punto di vista logistico per le demolizioni delle strutture esistenti e il successivo riutilizzo del materiale, una volta classificato e trattato. Quest'area è però soggetta ad un regime concessorio più complesso: la zona retrostante la fascia di banchina è di proprietà pubblica e concessa in diritto di superficie ad ILVA; ciò la rende soggetta ad un necessario processo di concertazione da parte dell'Appaltatore, con margini di incertezza che l'area di Prà-Voltri invece non comporta. Inoltre, dal punto di vista operativo, l'impiego dell'area è potenzialmente vincolato al programma temporale della colmata nel canale di calma prevista nell'ambito dei lavori della "Gronda di Genova", per i quali non è ancora stato stabilito il cronoprogramma definitivo.

Pertanto, nell'ambito del SIA è apparso ragionevole considerare l'impiego dell'area di cantiere di Prà-Voltri anche ai fini dello stoccaggio/lavorazione dei materiali di demolizione, assunzione peraltro cautelativa nei confronti dell'impatto associato al trasporto dall'area di cantiere alle aree di costruzione/demolizione a mare e viceversa.

2.4.5. Cronoprogramma di realizzazione dell'intervento

Il cronoprogramma delle attività di costruzione prevede che i lavori per la fase a) vengano completati in 5 anni.

La progettazione definitiva ed esecutiva dell'intervento completo di fase a) e b), e la costruzione della fase a) verranno affidate mediante appalto integrato complesso.

Studio di Impatto Ambientale - Sintesi Non Tecnica

Rev.01 Data: Settembre 2021

El. MI046R-PF-D-A-R-068-01

La fase b) delle opere si prevede che possa essere realizzata in 2 anni. Le date di avvio dei lavori dipenderanno dalla disponibilità dei finanziamenti, al momento disponibili per la sola fase a) di costruzione.

Di seguito sono presentati i cronoprogrammi delle attività di progettazione e costruzione relative alla fase a) e dei lavori di costruzione della fase b).

Attività o Lavorazione	ANNI				
	1	2	3	4	5
Realizzazione banchina a Voltri per prefabbricazione cassoni	■				
Realizzazione pali in ghiaia per consolidamento terreni di fondazione	■	■	■	■	
Formazione scanno d'imbasamento dei cassoni	■	■	■	■	
Prefabbricazione, trasporto, posa e riempimento cassoni con materiale dragato/demolito/di cava	■	■	■	■	■
Salpamento matellate diga esistente e riuso per scogliera antiriflessione			■	■	■
Demolizioni opere cls/salpamento pietrame e riuso per scanno/riempimento cassoni				■	■
Sovrastuttura in c.a. e completamento lavori	■	■	■	■	■
Impianto eolico e segnalamenti navigazione				■	■

Lavorazione	ANNI	
	1	2
Realizzazione pali in ghiaia per consolidamento terreni di fondazione	■	
Formazione scanno d'imbasamento dei cassoni	■	
Prefabbricazione, trasporto e posa in opera/riempimento cassoni	■	■
Salpamento matellate diga esistente e riuso per scogliera antiriflessione		■
Demolizioni opere cls/salpamento pietrame e riuso per scanno/riempimento cassoni		■
Sovrastuttura in c.a. e segnalamenti navigazione		■

FIGURA 2-12 - CRONOPROGRAMMA LAVORI DI FASE A) (IN ALTO) E FASE B) (IN BASSO)

Sia per la fase a) che per la fase b) di costruzione la programmazione delle principali lavorazioni è stata concepita tenendo in considerazione due fattori principali: da una parte, la necessità di garantire nel corso dei lavori adeguata protezione al bacino e ai terminali portuali, altrimenti esposti al moto ondoso con il procedere delle demolizioni; dall'altra, l'opportunità di riutilizzare i materiali provenienti dalle demolizioni stesse come risorsa per la realizzazione delle scogliere antiriflessione, dello scanno d'imbasamento e per la stabilizzazione dei cassoni cellulari.

2.4.6. Consumo di materie prime e produzione di rifiuti

Nell'ambito del progetto è previsto il massimo riutilizzo dei materiali derivanti dalle attività di demolizione e salpamento, nonché dei materiali di risulta dei dragaggi previsti nelle aree dell'avamposto e del bacino di Sampierdarena, oltre che nella possibile area di cantiere individuata a Prà-Voltri. I volumi dei materiali che si renderanno disponibili, al netto della frazione che dovesse risultare non idonea al riutilizzo, copriranno comunque parzialmente il fabbisogno di pietrame e inerti per gli interventi in progetto.

Nell'ambito del PFTE si è quindi provveduto a identificare le possibili fonti di approvvigionamento dei materiali lapidei di nuova fornitura, individuando una serie di cave di prestito nell'area tirrenica del centro-nord, in Liguria, Toscana e Sardegna.

Le successive fasi progettuali potranno inoltre contemplare l'eventuale opportunità di riutilizzo nell'ambito dei lavori di materiali provenienti da altri interventi nell'intorno del territorio genovese (ad es. la linea ferroviaria del Terzo Valico).

I materiali provenienti dalle demolizioni e dai salpamenti in progetto sono tipicamente costituiti da:

- cemento e calcestruzzo derivanti dalle demolizioni strutturali;
- ferro e acciaio (dai cementi armati o da elementi quali giunti, chiusini, ecc.);
- massi naturali e massi artificiali in calcestruzzo costituenti mantellate di protezione;
- pietrame degli imbasamenti/nuclei delle porzioni di diga da rimuovere.

Ai suddetti materiali si aggiungono i sedimenti di risulta dei dragaggi previsti.

I massi naturali e massi artificiali salpati saranno posizionati in adiacenza alle opere a parete verticale della diga esistente, ove previsto, allo scopo di ridurre la riflessione del moto ondoso e il relativo effetto di disturbo alle manovre di navigazione.

I materiali identificabili all'origine, ovvero il ferro e l'acciaio derivanti dai calcestruzzi armati o da elementi delle sovrastrutture quali giunti, ecc., saranno caricati sui mezzi di trasporto ed inviati direttamente ad impianto di recupero autorizzato ex sito.

Per il cemento ed il calcestruzzo e per il pietrame salpato da imbasamenti e/o nuclei, è previsto il riutilizzo per la formazione dello scanno di imbasamento della nuova diga e per il riempimento dei cassoni, previa caratterizzazione ambientale ai sensi delle norme vigenti e, laddove compatibili, previo trattamento di vagliatura e/o frantumazione presso uno o più impianti mobili autorizzati e ubicati all'interno delle aree di cantiere. Si evidenzia che il reimpiego dei materiali trattati dall'impianto mobile ai fini della formazione dello scanno di imbasamento necessiterà dell'autorizzazione all'immersione in mare ex Art. 109 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. da parte della Regione Liguria.

Con riferimento ai materiali di risulta dai dragaggi, l'Autorità di Sistema Portuale ha già avviato le analisi finalizzate alla caratterizzazione fisico-chimica dei sedimenti da dragare nell'ambito dell'avamposto e del bacino di Sampierdarena, secondo apposito piano di caratterizzazione conforme al Regolamento della Regione Liguria n. 3/2007 e s.m.i. e al DM 173/16 e s.m.i. La caratterizzazione del materiale del dragaggio funzionale alla prefabbricazione dei cassoni nell'area di Prà-Voltri è invece prevista nella successiva fase di progettazione definitiva, in ragione dell'effettiva conferma di impiego e configurazione dell'area di escavo.

I materiali provenienti dalle attività di dragaggio, previo accertamento dell'idoneità in seguito alla loro caratterizzazione, saranno reimpiegati come materiali di riempimento dei cassoni, il cui calcestruzzo sarà caratterizzato da idoneo coefficiente di permeabilità.

Tutti gli altri materiali di risulta, e cioè i materiali risultanti pericolosi o non idonei dal punto di vista prestazionale a valle del trattamento, i materiali ferrosi e l'acciaio, saranno conferiti ad impianti di smaltimento e/o recupero autorizzati ex sito, prediligendo, laddove possibile, il recupero. Nell'ambito del PFTE sono stati individuati una serie di potenziali siti di smaltimento (discariche) e di recupero dei materiali di risulta, nell'ambito del territorio ligure e piemontese.

2.5. Interferenze

2.5.1. Interferenze con condotte esistenti

Il canale portuale e la diga foranea esistente sono interessati dalla presenza di alcune tubazioni di servizio: una condotta di scarico e una d'acquedotto gestite da IRETI S.p.A., una condotta d'adduzione di acqua marina gestita dall'Acquario di Genova.

Nella Figura seguente è illustrato l'andamento planimetrico delle tre condotte, nello stato di fatto e nella configurazione ipotizzata per la risoluzione delle interferenze con le opere in progetto.

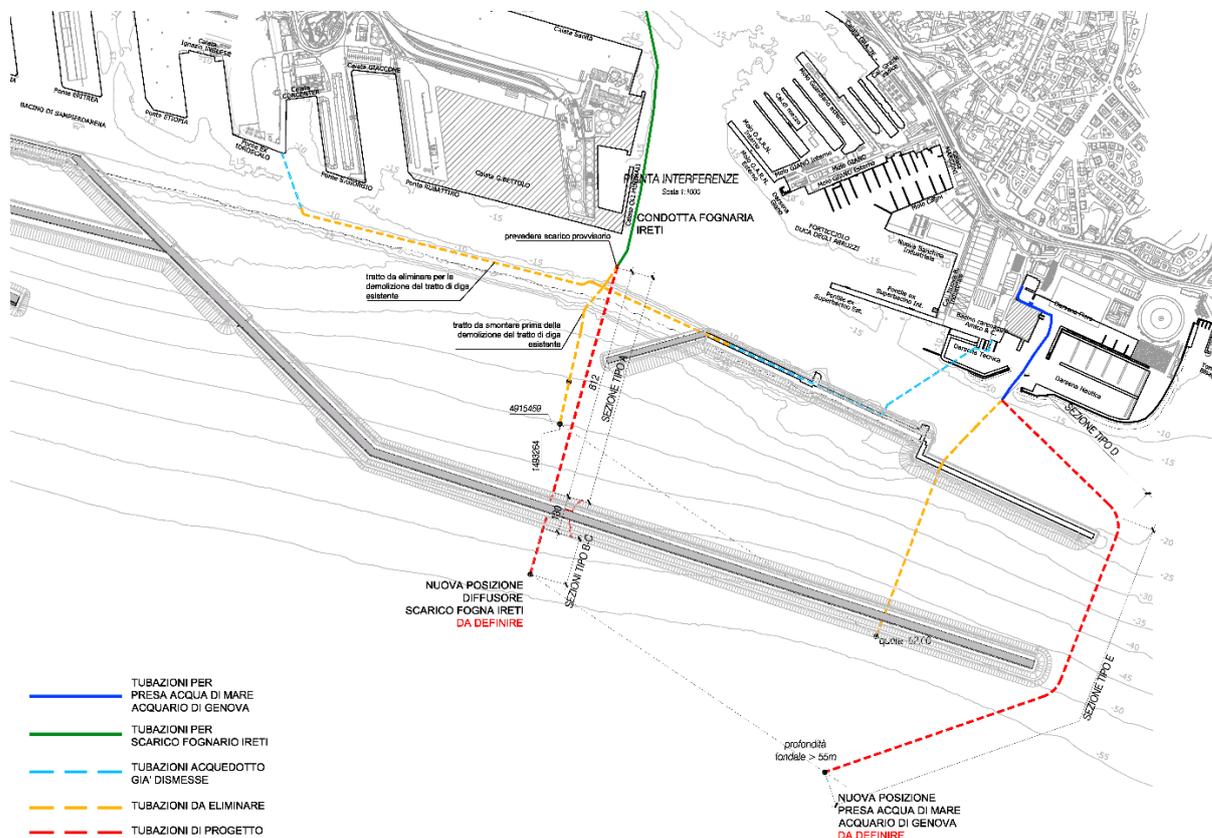


FIGURA 2-13 - PLANIMETRIA DI RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE DELLE CONDOTTE A MARE CON LE OPERE IN PROGETTO

La tubazione di scarico IRETI S.p.A. proveniente dalla darsena del Porto Antico, costituita da una condotta in acciaio interrata, superata Calata Olii Minerali e il canale navigabile attraversa il corpo della diga esistente e prosegue adagiata sul fondale terminando con il diffusore di scarico con sbocco alla profondità di 34,50 m.

Nel corso dei lavori per la nuova diga sarà necessario dapprima rimuovere la condotta per il tratto interferente con la diga attuale, interessata dalle demolizioni, realizzando uno scarico provvisorio a cui collegare quindi un tratto di prolungamento oltre il molo principale della nuova diga. In alternativa, dovesse essere accertata nelle successive fasi progettuali la possibilità di mantenere lo scarico internamente al bacino, si provvederà al ripristino del tratto di condotta rimosso ai fini della demolizione della diga esistente.

La tubazione d'acquedotto IRETI S.p.A. presente sulla diga foranea esistente, appartenente alla rete dell'ex acquedotto De Ferrari-Galliera, è oggi in disuso in quanto

non più strategica per l'azienda. La condotta potrà quindi essere rimossa dalla porzione di diga oggetto di demolizione.

L'impianto di presa acqua di mare dell'Acquario di Genova è costituito da un'opera di presa ubicata al largo dell'esistente diga foranea nel tratto antistante la Fiera del Mare, ad una profondità di 50,00 m, da cui una condotta sottomarina adduce l'acqua di mare in una vasca di rilancio nell'area della Fiera, dalla quale l'acqua viene a sua volta pompata alla vasca finale situata nell'Acquario. La condotta di adduzione interferisce con la diga attuale, attraversandone i cassoni, e con l'impronta della nuova diga.

Per ovviare a problemi di disservizio prolungato, nel PFTE si è ipotizzato di risolvere entrambe le interferenze evitando il ricorso ad opere provvisorie e realizzando una nuova tubazione, con relativa opera di presa, che eviti di attraversare le opere di difesa. In questo modo, completate le necessarie operazioni, si potrà connettere la tubazione esistente a quella nuova, con disagio minimo dovuto al temporaneo scollegamento della vecchia tubazione per consentirne il collegamento a quella di nuova realizzazione.

2.5.2. Vincoli aeroportuali

La presenza dell'aeroporto Cristoforo Colombo in adiacenza al bacino di Sampierdarena comporta la necessità di rispettare i vincoli e le limitazioni normative imposte da ENAC a garanzia della sicurezza della navigazione aerea, in particolare le superfici di delimitazione ostacoli definite nell'intorno dell'aeroporto.

Con riferimento alla fase a) della nuova diga, ferme restando le condizioni di interferenza oggi autorizzate per navi e gru nell'area di ponente di Sampierdarena, si sono individuate configurazioni che prevengono nuove interferenze con le traiettorie di volo primarie di avvicinamento e di decollo.

Per la fase b) dell'intervento, per cui è previsto che le grandi navi portacontainer possano raggiungere anche i terminali di Sampierdarena posti più a ponente, sarà necessario concertare con ENAC una revisione degli attuali vincoli aeroportuali.

In ogni caso, per entrambi gli scenari di intervento di fase a) e fase b) occorre affrontare con le competenti Autorità, ENAC in primis, un percorso valutativo della compatibilità aeronautica ai fini autorizzativi. In tal senso l'Autorità di Sistema Portuale ha già provveduto ad avviare nel marzo 2021 un tavolo tecnico con ENAC finalizzato a definire in dettaglio le interferenze delle opere e delle navi di progetto con l'operatività dell'aeroporto. Nell'ambito del confronto tecnico avviato sono stati predisposti e sottomessi ad ENAC una serie di dati e informazioni progettuali specifici, riferiti sia alla fase a) sia alla fase b) di costruzione della nuova diga, che lo stesso Ente è solito

richiedere a corredo delle istanze di valutazione dei potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea. Nel prosieguo della concertazione in corso, ENAC sarà supportato con le informazioni integrative eventualmente richieste per poter individuare e valutare gli effettivi aspetti di potenziale criticità che la presenza della nuova infrastruttura potrà indurre in termini di compatibilità tra l'operatività portuale e quella aeroportuale.

3. CONFORMITÀ DELL'OPERA CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE, I VINCOLI E LE TUTELE

3.1. Aspetti di pianificazione

Nel presente paragrafo sono stati analizzati i principali strumenti di pianificazione rilevanti per il progetto in esame, considerando i diversi livelli gerarchici (Stato, Regione ecc..) ed evidenziando le aree soggette a vincoli e tutele, rilevabili dagli strumenti di pianificazione o da altre disposizioni legislative. L'opera in progetto, costituendo di fatto lo spostamento verso mare dell'attuale diga foranea, non ha alcuna connessione a terra e dunque non interferisce con gli strumenti di pianificazione del territorio, che regolano le destinazioni d'uso delle terre emerse.

3.1.1. Piano Regolatore del Porto di Genova

Il vigente Piano Regolatore del Porto di Genova è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 35 del 31 Luglio 2001, rettificata con Deliberazione n. 61 del 13 Novembre 2001. Il Piano è stato aggiornato nel 2015 relativamente ad alcuni ambiti territoriali, per recepire le disposizioni contenute nel nuovo Piano Urbanistico Comunale di Genova. Nel 2018 è stato predisposto un Adeguamento Tecnico Funzionali (ATF)⁴ che, come si evince dal parere favorevole del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici⁵, ha riguardato gli aspetti funzionali dell'Ambito S5 (Sampierdarena) e l'integrazione dell'art.9 "Servizi Portuali" della Normativa di Piano. La diga foranea di Genova è classificata nel Piano come "opere marittime di protezione".

Negli elaborati del Piano, l'avanzamento della diga verso mare è citato nello scenario di lungo periodo (oltre il 2015) ai fini di consentire l'espansione futura delle attività portuali.

Si evidenzia che per consentire l'operatività delle banchine di testata, è necessaria la costruzione di una nuova diga foranea di protezione con imboccatura a levante, che interessa fondali superiori ai 30 m, e quindi sottoposta a sollecitazioni più severe di quelle di Pra-Voltri.

⁴ Un Adeguamento Tecnico Funzionale di un Piano Regolatore Portuale si inquadra all'interno delle rinnovate disposizioni di legge in materia di pianificazione portuale che hanno riformato l'Art.5 della Legge 84/94 secondo indirizzi metodologici e procedurali riportati nelle relative "Linee guida per la redazione dei piani regolatori di sistema portuale". Ai sensi di tali Linee Guida, un adeguamento tecnico funzionale è una modifica del Piano che non influisce sugli obiettivi e sulle strategie del Piano stesso

⁵ Parere n.23/2018 reso dalla Seconda Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nell'adunanza del 24/01/2019.

3.1.2. Piano Operativo Triennale 2019-2021

Il Piano Operativo Triennale (POT), che interviene a valle di alcuni importanti interventi pianificati dall'Autorità di Sistema del Mar Ligure Occidentale successivamente al crollo del Ponte Morandi, è lo strumento con cui l'Autorità di Sistema Portuale dà concretezza alle proprie strategie, avviando gli interventi prioritari necessari per un aggiornamento della programmazione delle opere infrastrutturali e delle linee strategiche per il triennio 2019-2021.

L'evento eccezionale del 14 agosto 2018 ha indotto l'ente e l'intera comunità portuale a porre in essere una serie di misure straordinarie ("Programma Straordinario di investimenti urgenti") che riguardano sia la componente infrastrutturale sia quella organizzativa gestionale e che si sono sviluppate a seguito dell'emanazione della cosiddetta legge "Genova" (Legge 130/2018) e della legge finanziaria 2019 (Legge 145/2018).

Tra tali misure figura l'intervento di "riqualificazione e potenziamento delle infrastrutture portuali, che includono le aree industriali del porto in concessione a Fincantieri, i dragaggi di manutenzione e la prima fase della realizzazione della nuova diga foranea nell'ambito territoriale di Sampierdarena".

3.1.3. Piano Territoriale di Coordinamento della Costa

Il Piano è stato approvato il 29 Dicembre 2000 con Deliberazione del Consiglio Regionale n° 64 e costituisce il riferimento delle azioni regionali per la tutela e la valorizzazione del litorale, delle spiagge e dei tratti costieri urbanizzati.

L'area di intervento si colloca all'interno dell'area logistica del porto commerciale di Genova. Il Piano non entra nel merito della programmazione dei porti commerciali (nel caso specifico per l'area commerciale marittima di Sampierdarena, rif. PC7 nella Figura seguente), ma segnala la necessità che ciascun Piano Regolatore Portuale consideri tra i suoi compiti non solamente la programmazione dello sviluppo di attrezzature e spazi tecnicamente funzionali alle tipologie di traffico previste ma anche il controllo degli effetti di tali opere sul paesaggio, sulla qualità urbana, sulla sicurezza ambientale.

3.1.4. Piano di Tutela dell'Ambito Marino Costiero

Si tratta dello strumento di pianificazione finalizzato a garantire uno sviluppo durevole e socialmente accettabile delle zone costiere attraverso la tutela e la valorizzazione della qualità ambientale della zona costiera e delle sue risorse, oltre che attraverso la tutela della costa come aspetto attinente alla difesa del suolo.

L'area portuale di Genova è inclusa negli ambiti 13 (Genova Voltri), 14 (Genova Polcevera) e 15 (Genova Bisagno) per i quali non è ancora stato predisposto alcun piano specifico di tutela.

3.2. Vincoli

Di seguito si propone una disamina dei vincoli paesaggistici, archeologici ed architettonici che insistono sull'area d'intervento.

3.2.1. Vincoli paesaggistici, archeologici e architettonici

Dalla mappatura dei vincoli disponibile sul sito www.vincoliinrete.it della Regione Liguria, non emerge la presenza di vincoli archeologici ed architettonici all'interno dell'area di intervento.

La medesima considerazione vale anche per le aree a terra, che nelle fasi costruttive potranno essere interessate dalle aree logistiche e di approvvigionamento del cantiere "a mare".

Consultando il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)⁶, inoltre, non emerge la presenza di vincoli idrologici e idrogeologici nell'area d'intervento.

Il progetto prevede, al fine di ricavare un accesso al porto antico attraverso un nuovo canale di accesso, la demolizione di un tratto di 350 m, su uno sviluppo totale di 850 m, dell'originario Molo Antico Duca di Galliera in parte già demolito in passato per l'apertura del Bacino della Lanterna. In merito agli aspetti archeologici la Soprintendenza, a seguito dell'attivazione della procedura preventiva dell'interesse archeologico, ha richiesto l'esecuzione di indagini di campo volte all'osservazione diretta dell'area interessata dalla nuova diga foranea, ai fini della verifica e dell'individuazione di possibili elementi di interesse archeologico. Sulla base degli esiti di tali indagini la Soprintendenza ha chiesto nelle successive fasi la finalizzazione della procedura di Verifica Preventiva dell'interesse archeologico, come disciplinata dall'art. 25, comma 8 del D. Lgs. 50/2016.

Per quanto riguarda i vincoli del D.Lgs. 42/2004 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio", la Diga Foranea del Porto di Genova, ai sensi degli art. 10 (comma 5) e 12 (comma 1), potrebbe essere considerata un "bene monumentale di interesse culturale non verificato", in quanto opera di autore non più vivente e "la cui esecuzione risale ad

⁶ <http://www.pianidibacino.ambienteinliguria.it/>

oltre settant'anni fa"⁷. Al riguardo si precisa che la suddetta opera non è presente nell'“Elenco Immobili sottoposti alle disposizioni di tutela” - Città di Genova”.

Sulla base di tali disposizioni, quindi considerando la “*presunzione di culturalità*” esso risulta sottoposto alle disposizioni di tutela del D.lgs. 42/2004. Nella successiva fase occorrerà che il Demanio (ente proprietario) richieda al Segretariato Regionale e alla competente Soprintendenza l'attivazione della pratica di “*Procedura di Verifica di Interesse Culturale*” (ex art. 12 co. 1 e 4 del Codice dei Beni Culturali)⁸.

3.3. Sintesi della coerenza

Nella TABELLA 3-1 viene presentato il risultato delle verifiche condotte sulle possibili interferenze del progetto con la pianificazione vigente ed il regime dei vincoli sopradescritto.

TABELLA 3-1 - SINTESI DELLA COERENZA DELL'INTERVENTO CON I SINGOLI RIFERIMENTI PER LA PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE VIGENTI

Piano/vincolo	Esito della verifica	Coerenza
Piano Regolatore Portuale	La traslazione della diga foranea è un'opera inserita nello scenario di lungo periodo	Si
Piano Operativo Triennale	La realizzazione della nuova diga foranea è una delle opere incluse nelle attività da finanziare nel 2020	Si
Piano Territoriale di Coordinamento della costa	Per l'ambito portuale in cui ricadono le opere in progetto, il Piano rimanda alle disposizioni del Piano Regolatore Portuale	Si
Piano di Tutela dell'Ambiente Marino Costiero (PTMAC)	I Piani di Tutela già predisposti si riferiscono ad ambiti costieri che non includono l'area di progetto	Non Applicabile
Vincoli ambientali, paesaggistici, archeologici, architettonici, idraulici ed idrogeologici	L'area di intervento è interessata dalla presenza del Molo Antico Duca di Galliera, per il quale dovrà essere attivata la “Procedura di Verifica di Interesse Culturale”. Gli esiti della Relazione di Verifica Preventiva dell'interesse archeologico ed il confronto con la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Genova e la provincia di La Spezia hanno determinato la necessità, in fase di progettazione definitiva, di finalizzare la procedura, come disciplinata dall'art. 25, comma 8 del D. Lgs. 50/2016	Si

⁷La soglia di storicizzazione minima di 70 anni è stata ribadita dal parere MIBACT del 3.08.2016 (<https://www.beniculturali.it/mibac/multimedia/MiBAC/documents/feed/pdf/Parere%20del%203%20agosto%202016-imported-60973.pdf>)

⁸ Cfr.: https://temi.camera.it/leg18/post/pl18_la_nozione_di_bene_culturale.html.

3.4. Rapporto VIA-VAS

Il quadro normativo di riferimento in cui si muove la nuova Diga Foranea del Porto di Genova risulta articolato, complesso e contraddistinto da norme speciali e derogatorie alla disciplina ordinaria in considerazione della straordinarietà ed urgenza dell'opera e del contesto emergenziale nella quale si inserisce.

Il regime eccezionale che caratterizza l'opera può essere esemplificativamente ricondotto ai seguenti elementi essenziali:

1. rientra nel Programma Straordinario di investimenti urgenti per la ripresa e lo sviluppo del porto e delle relative infrastrutture di accessibilità e per il collegamento intermodale dell'aeroporto Cristoforo Colombo con la città di Genova nonché per la messa in sicurezza idraulica e l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro previsto dall'articolo 9-bis del Decreto Legge 28 settembre 2018, come convertito nella Legge 16 novembre 2018, n. 130;
2. è soggetta alle disposizioni di cui all'art. 2, comma 4, del D.L. n. 76 convertito in legge 120/2020, noto come Decreto Semplificazioni;
3. è oggetto di Commissariamento ai sensi dell'articolo 4, del Decreto Legge 18 aprile 2019, n. 32, convertito con modificazioni dalla Legge 14 giugno 2019, n. 55, disposto con DPCM;
4. è suscettibile di finanziamento a valere sulla Programmazione Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR-2021), le cui risorse dovranno essere impegnate e utilizzate con tempistiche stringenti.

L'elaborazione del SIA è dettata dalle modifiche introdotte dalla L. 120/2020 che all'art. 50 ha modificato l'articolo 5 comma 1 lettera g) del TU ambientale (D.Lgs. n. 152/2006) prevedendo in fase di Progetto di fattibilità tecnico economica il rilascio del provvedimento di VIA.

Per quanto riguarda la compatibilità dell'opera con lo strumento di pianificazione portuale vigente, occorre evidenziare che la nuova diga foranea costituisce un elemento strutturale non contemplato esplicitamente nel PRP vigente anche se ne prevede la traslazione nello scenario di lungo periodo, per tale motivo la normativa di riferimento imporrebbe l'elaborazione di una Variante al PRP assoggettata dunque a Valutazione ambientale strategica al fine di valutarne gli obiettivi e dunque gli effetti sull'ambiente naturale.

Al fine di chiarire le possibili procedure approvative a cui ricorrere, l'amministrazione, congiuntamente al Commissario Straordinario, ha richiesto specifico parere all'Avvocatura dello Stato, che si è espressa con nota 281/2021/B del 5 marzo 2021.

Il parere dell'Avvocatura dello Stato indirizza chiaramente alla deroga sugli aspetti di pianificazione e tecnico-amministrativi ordinari legati alla coerenza dell'intervento con il PRP vigente. Tale condizione risulta ulteriormente legittimata dalle previsioni dell'articolo 44, comma 4, del DL n. 77/2021 convertito con Legge n. 108/2021 (Decreto Semplificazioni 2021) inerenti la conferenza dei servizi per l'approvazione del progetto, la cui determinazione conclusiva, tra le altre prerogative, tiene luogo dei pareri, nulla osta e autorizzazioni necessari ai fini della localizzazione dell'opera, della conformità urbanistica e paesaggistica dell'intervento, con effetto in particolare di variante degli strumenti urbanistici vigenti.

4. ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE

4.1. Popolazione e salute umana

Per questa componente ambientale, sono considerate nel paragrafo le attuali condizioni di operatività e di navigabilità nel bacino di Sampierdarena.

Per gli aspetti relativi alla qualità dell'aria e alle emissioni sonore, potenzialmente in grado di determinare disturbi alla popolazione umana, si rimanda ai Paragrafi 4.7 e 4.8.

4.1.1. Operatività portuale

Per stabilire le condizioni di riferimento a cui rapportare la soluzione di progetto in termini di effetti sull'operatività alle banchine (carico/scarico merci) e sulla sicurezza delle navi all'ormeggio, sono state condotte simulazioni matematiche dell'agitazione ondosa interna ai bacini portuali, nella configurazione attuale della diga, per condizioni d'onda rappresentative delle due condizioni allo studio:

- onde statisticamente rappresentative del clima medio annuale, per valutare il rateo di inoperatività annuale ai terminali ("downtime");
- onde più rare, aventi comunque un'elevata probabilità di ripetersi nel tempo (periodo di ritorno 10 anni), per valutare la sicurezza agli ormeggi.

I risultati delle simulazioni hanno evidenziato che la diga esistente garantisce un'elevata protezione dei bacini portuali e delle banchine dal moto ondoso, limitando i tempi di inoperatività a poche ore all'anno.

4.1.2. Sicurezza della navigazione

La configurazione dell'attuale diga che ripara il bacino di Sampierdarena e il bacino storico del porto pone alcune significative limitazioni e aspetti di criticità in relazione all'operatività portuale e alla sicurezza della navigazione.

Le navi di dimensioni maggiori che oggi accedono attraverso l'imboccatura di levante, in particolare le portacontainer, a causa delle limitate dimensioni delle aree portuali (vedi figura seguente) sono spesso costrette a complesse manovre in condizioni limite per accedere e uscire dal canale di Sampierdarena, per accedere e lasciare gli accosti lungo lo stesso bacino, per ruotare nell'avamposto.

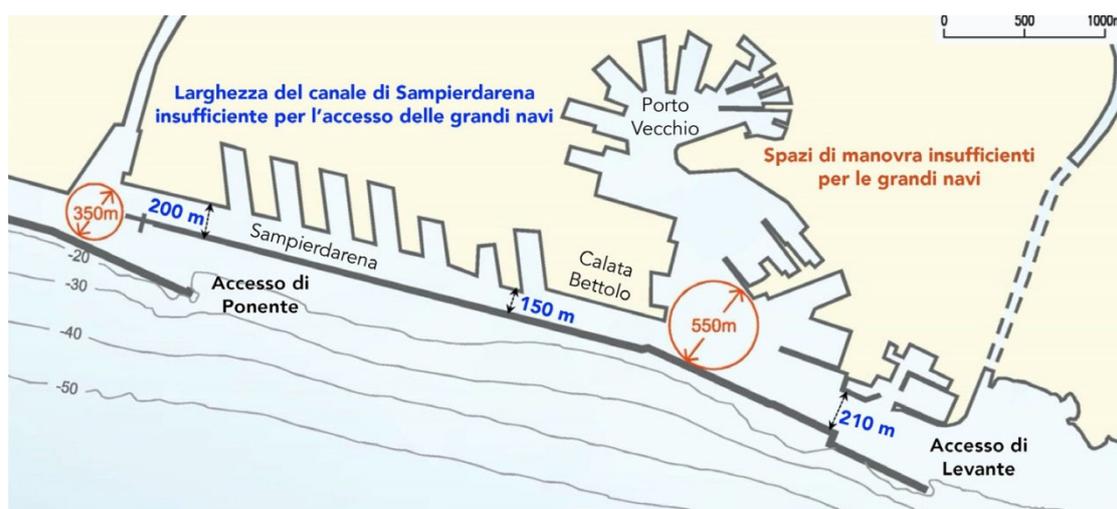


FIGURA 4-1 - ACCESSI E SPAZI DI MANOVRA NELL'ATTUALE CONFIGURAZIONE DELLA DIGA FORANEA

Le attuali limitazioni degli spazi portuali comporterebbero una situazione ancora più critica con l'accesso delle navi portacontainer di progetto, lunghe 400-450 m. La larghezza del canale attuale, ad esempio, non consentirebbe il transito in sicurezza delle navi dirette a Sampierdarena in presenza di una grande nave portacontainer ormeggiata a Calata Bettolo, terminale destinato ad operare nel breve.

Si rendono pertanto necessari interventi di ampliamento del bacino di Sampierdarena, che implicano lo spostamento della diga foranea di protezione su fondali maggiori.

4.2. Biodiversità

4.2.1. Avifauna

Per la caratterizzazione dell'area dal punto di vista dell'avifauna si è fatto riferimento all'Atlante Ornitologico della Città di Genova (Borgo *et al.*, 2005) considerando le presenze segnalate entro i 2 km dall'opera in progetto, fino a un massimo di 4 km, delle varie specie negli anni che vanno dal 1996 al 2000. L'analisi è completata sia con i monitoraggi effettuati all'Aeroporto di Genova (Demicheli *et al.*, 2015) per un raggio di 2 km sia considerando un monitoraggio analogo eseguito tra il 2012 e il 2013 (Scaravelli *et al.*, 2015), che fornisce ulteriori e più recenti dati sulla comunità ornitica della zona portuale e delle protezioni frangiflutti della città. Infine, in merito alle segnalazioni di avifauna sul territorio di interesse secondo i principi summenzionati, è stato anche consultato il Database Regionale *Li.Bi.Oss*⁹, che però riporta un numero molto ridotto (solamente 2 record) di specie di potenziale interesse.

⁹ <http://www.banchedati.ambienteinliguria.it/index.php/natura/biodiversita>

Considerando tutte le fonti sopra citate, complessivamente si ottiene un elenco di 206 specie di cui 64 incluse nell'All. I della Direttiva Uccelli 147/2009/CE e 6 inserite nell'All. C della L.R. n.28/2009.

A parte le 10 specie considerate come accidentali, nell'intorno dell'area indagata, 16 vengono indicate anche come sedentarie (sia parziali che nidificanti), 44 anche come svernanti (sia regolari che irregolari) e 187 anche come migratrici (sia regolari che irregolari). Quest'ultima categoria rappresenta, come anche noto in bibliografia (De Lucas *et al.*, 2004; Plonczkier & Simms, 2012), una delle maggiormente interessate dalla presenza di parchi eolici, soprattutto localizzati in un contesto ambientale marino come quello dell'area indagata.

4.2.2. Comunità bentoniche

Coralligeno

Il coralligeno può essere considerato come un substrato duro di origine biologica (bioconcrezionamento), che deriva soprattutto dall'accumulo di alghe rosse calcaree incrostanti (Corallinacee).

Il coralligeno non rappresenta un'unica comunità, ma ne raccoglie un insieme, con le loro caratteristiche e peculiarità, concorrendo pertanto a formare un interessante e vario paesaggio sottomarino. Si tratta di una comunità particolarmente esposta alle pressioni riconducibili alla pesca a strascico ed amatoriale, all'ancoraggio e soprattutto alle modifiche di temperatura e del tenore in solidi sospese e sedimentati.

Lungo le coste liguri, ambienti coralligeni si trovano, con una distribuzione non continua, da Capo Mortola a Portovenere, a profondità comprese tra 10 m (Portovenere e Portofino) e 113 m (Bergeggi) (Canovas Molina *et al.*, 2014; 2016).

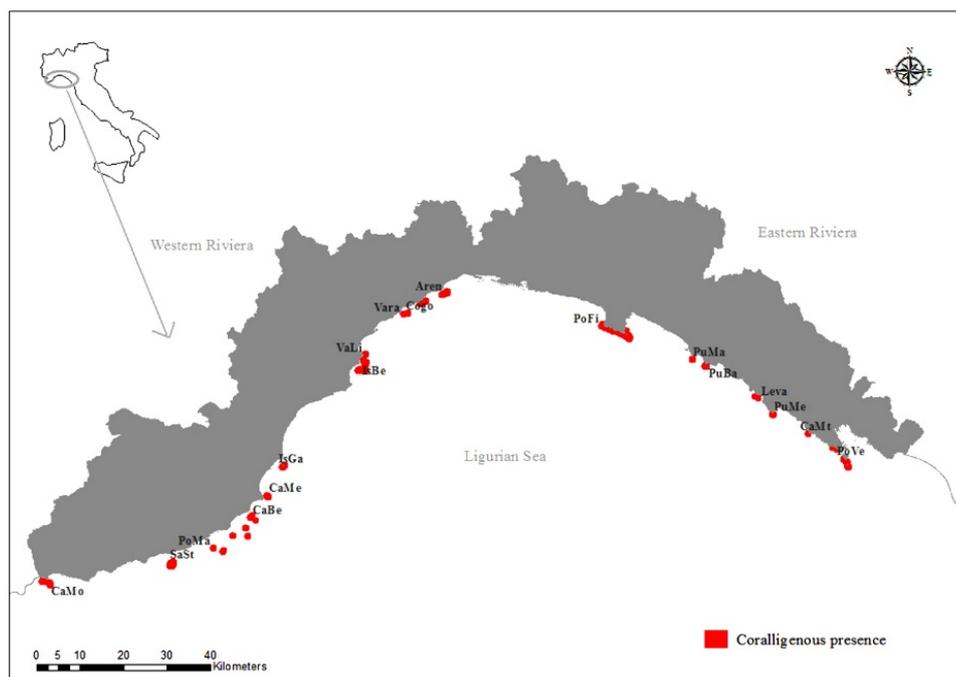


FIGURA 4-2 - DISTRIBUZIONE DEGLI AMBIENTI CORALLIGENI IN LIGURIA¹⁰ (DA CANOVAS MOLINA ET. AL., 2016)

In generale, informazioni di letteratura più dettagliata si trovano maggiormente sugli ambienti coralligeni della Riviera Ligure di Levante rispetto a quella di Ponente, caratterizzata da una distribuzione irregolare di affioramenti rocciosi isolati e di limitata estensione.

Tra le caratteristiche principali delle comunità analizzate, si rileva in particolare che il gruppo dominante per numero di specie e abbondanza risulta generalmente quello dei poriferi, seguito da macroalghe e cnidari. Questa caratteristica, rilevata grazie ad una recente revisione dei dati di letteratura a partire dal 1937 (Canovas Molina *et. al.*, 2016), si riscontra sostanzialmente anche nelle altre indagini eseguite nella macroarea di studio.

In una recente indagine, Enrichetti *et al.* (2019) hanno studiato le comunità di bentoniche che si sviluppano tra profondità comprese tra i 30 e i 200 m, in dieci aree di studio distribuite lungo le coste liguri, tra Ventimiglia e La Spezia. Sono stati condotti monitoraggi con riprese video lungo 70 transetti nel 2012, 2015 e 2016, prendendo in considerazione anche le comunità coralligene.

¹⁰ CaMo, Capo Mortola; SaSt, Santo Stefano; PoMa, Porto Maurizio; CaBe, Capo Berta; CaMe, Capo Mele; IsGa, Isola Gallinara; IsBe, Isola Bergeggi; VaLi, Vado Ligure; Vara, Varazze; Cogo, Cogoleto; Aren, Arenzano; Pofi, Portofino; PuMa, Punta Manara; PuBa, Punta Baffe; Leva, Levante; PuMe, Punta Mesco; CaMt, Capo Montenegro; PoVe, Portovenere.

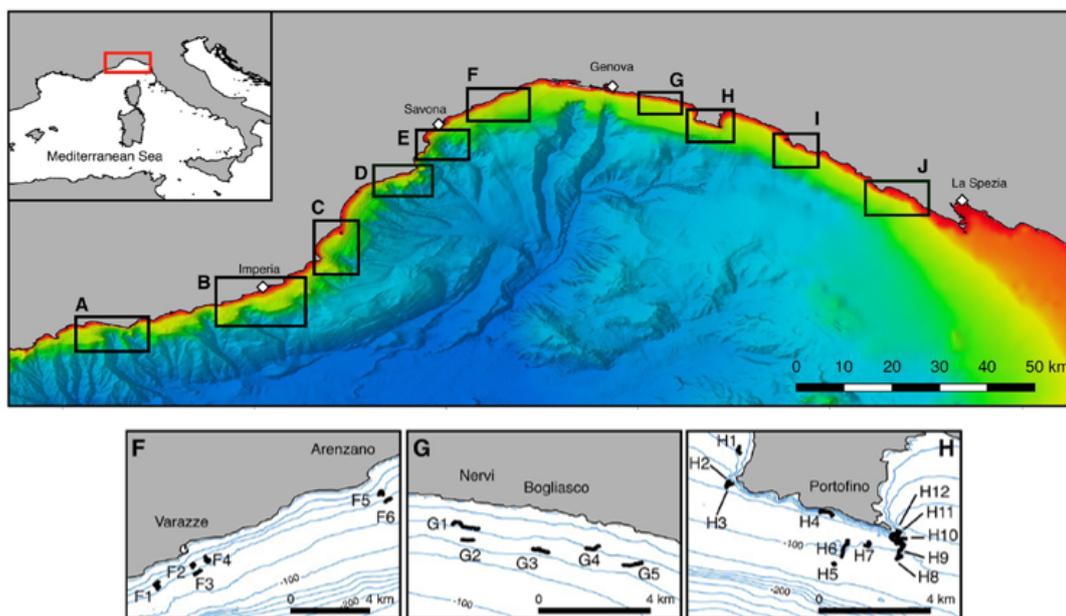


FIGURA 4-3 - IN ALTO, MAPPA DEL MAR LIGURE CHE MOSTRA LA POSIZIONE DELLE 10 AREE DI STUDIO SELEZIONATE E, IN BASSO, PARTICOLARE DELLE TRE AREE PIÙ VICINE AL SITO DI INTERVENTO (MODIFICATA DA ENRICHETTI *ET. AL.*, 2019).

Nel complesso, sono stati registrati oltre 220 taxa, il 60% dei quali appartenenti a poriferi e coralli mentre, per numero di individui, le specie maggiormente rappresentate appartengono a cnidari (44%) e poriferi (27%).

Per quanto concerne l'area prossima a quella di intervento, va infine segnalato come nel 2017, all'interno dello stesso Porto di Genova, siano state identificate colonie della gorgonia *Leptogorgia sarmentosa* lungo un pontile galleggiante, a profondità inconsuete per questa specie (0-20 cm) (Betti *et al.*, 2018).

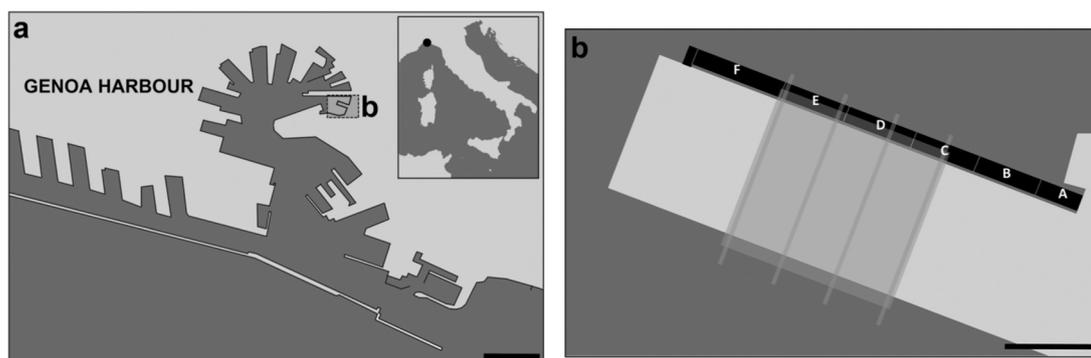


FIGURA 4-4 - MAPPA DELL'AREA DI STUDIO (A) E (B) PLANIMETRIA INDICANTE IL PONTILE GALLEGGIANTE (NERO), LA PIATTAFORMA IN CEMENTO (GRIGIO CHIARO). BARRE DELLA SCALA: A = 500 M; B = 30 M (DA BETTI *ET. AL.*, 2018)

In generale, l'analisi delle specie riportate in convenzioni o accordi internazionali segnalate nel mar Ligure sulla base della checklist riportata da Relini e Lanteri (2010) e delle checklist dei lavori degli ultimi due decenni prossimi all'area dell'intervento o delle vicine Aree Marine Protette ha evidenziato la presenza di specie protette riconducibili essenzialmente ai poriferi, cnidari e molluschi

Tra le specie di importanza comunitaria, presenti lungo le coste del Mar Ligure, si ricordano in particolare:

- *Corallium rubrum* (cnidario)
- *Pinna nobilis* (mollusco bivalve)
- *Axinella polypoides* (porifero)
- *Lithophaga lithophaga* (mollusco bivalve)

Negli ultimi anni sono stati condotti diversi studi della costa ligure che hanno consentito di predisporre una dettagliata rappresentazione cartografica degli habitat marini presenti lungo le coste, accessibile tramite il geoportale cartografico della Regione. In particolare, le pubblicazioni dell'“Atlante degli Habitat Marino Costieri della Regione Liguria” (scala 1:10.000) (Diviacco e Coppo 2006, 2009 e 2020) rappresentano le raccolte più aggiornate di dati disponibili sui fondali marino-costieri e dei loro principali popolamenti.

Per quanto riguarda gli habitat presenti in prossimità dell'opera in progetto, il riferimento principale è costituito dalla mappatura degli habitat precedentemente citata e consultabile sul sito della Regione Liguria.

La mappatura degli habitat marino costieri è il frutto di ricerche e dati di letteratura integrati da rilievi indiretti (es. aerofotogrammetria) quando disponibili. A riguardo, non

risulta siano stati eseguiti rilievi dettagliati della biocenosi di fondo nella zona immediatamente antistante l'area di progetto.

Nell'ambito dei rilievi geofisici condotti nella zona direttamente antistante la diga foranea, sono state effettuate riprese video in alcuni punti a differente batimetria per confermare la presenza di coralligeno. Le riprese video effettuate hanno evidenziato l'assenza di formazioni coralligene (e di fanerogame marine). Sebbene si tratti di riferimenti puntuali di natura qualitativa, essi confermano le indicazioni riportate nella mappatura della Regione Liguria sulla assenza di habitat di pregio.

Per quanto riguarda la fascia costiera ad ovest della zona di progetto, le aree a maggiore biodiversità si riscontrano in corrispondenza della costa prospiciente il comune di Arenzano, a significativa distanza dal porto e quindi ragionevolmente non influenzabili dalla realizzazione delle opere in progetto. Nell'area costiera a levante della zona di intervento, ove la costa presenta un buon grado di naturalità anche in prossimità dell'area portuale, si riscontrano diversi popolamenti animali e vegetali che si distribuiscono secondo un gradiente ecologico. Procedendo dalla costa verso fino al limite delle aree indagate (circa 2.500 m dalla riva) si possono distinguere zone con popolamenti algali fotofili, zone con praterie di fanerogame con presenza, a volte, di formazioni a coralligeno e popolamenti tipici di fondi detritici costieri a maggiore o minore granulometria.



FIGURA 4-5 - DISTRIBUZIONE DEGLI HABITAT MARINO COSTIERI AD EST DELL'AREA PORTUALE

Comunità macrozoobentoniche

Il macrozoobenthos indica l'insieme degli animali acquatici di dimensioni superiori al millimetro che hanno un rapporto diretto con il fondale, per lo più caratterizzati da una limitata o del tutto assente mobilità. Dal momento che le risposte della comunità di macro invertebrati bentonici ai cambiamenti ambientali prendono tempi più o meno lunghi, la loro comunità riflette non soltanto la situazione al momento del campionamento, ma soprattutto quella del periodo precedente, rappresentando quindi uno degli elementi chiave nell'ambito della classificazione degli ambienti costieri proposti dalla Water Framework Directive 2000/60/EC (WFD).

Un indice comunemente usato, proprio nell'ambito della WFD, per valutare lo stato ecologico dei popolamenti bentonici dei fondali incoerenti, è M-AMBI ("Multivariate AMBI") (Borja *et al.*, 2000; Bald *et al.*, 2005; Muxika *et al.*, 2007) che attribuisce una classe di qualità che varia tra 0 (scarso) e 1 (elevato)

Gli studi condotti sulle comunità macrozoobentoniche di substrato mobile, lungo le coste dell'Alto Tirreno non sono numerosi: quelli disponibili sono stati dettagliatamente descritti all'interno dello Studio di Impatto Ambientale, unitamente ai dati derivanti dalle attività di monitoraggio istituzionale per il controllo dell'ambiente marino effettuate da ARPA Liguria.

Nell'ambito della rete ARPA di monitoraggio, sono state individuate delle stazioni utili per l'analisi dello stato di qualità dell'ambiente marino costiero nell'area di studio.



FIGURA 4-6 - AMBIENTE MARINO COSTIERO. LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO GESTITI DA ARPA LIGURIA, SITUATI IN CORRISPONDENZA DELLE AREE OMOGENEE 14 - GENOVA-POLCEVERA (IN ALTO) E 15 - GENOVA-BISAGNO (IN BASSO). IN ROSSO I PUNTI DI MONITORAGGIO PER LE BIOCENOSI BENTONICHE

In tutte le stazioni situate a distanza considerevole dall'ambito portuale e su fondali relativamente profondi, i valori dell'indice M-AMBI indicano in generale una buona condizione delle biocenosi bentoniche, che si mantiene costante nel tempo. Condizioni più critiche si riscontrano nella stazione più vicina alla diga foranea (POLB), che probabilmente risente maggiormente degli apporti di origine terrestre.

Comunità macrofitobentoniche (macroalghe)

Un altro elemento di qualità biologica chiave nell'ambito della classificazione degli ambienti costieri proposti dalla WFD è rappresentato dai popolamenti di macroalghe che, assieme alle praterie di fanerogame marine, costituiscono il macrofitobenthos.

Il macrofitobenthos della Liguria è stato oggetto di numerosi studi nel secolo scorso, ma scarseggiano più recentemente e risultano in prevalenza su letteratura grigia, analizzata nella relazione dello SIA.

Il CARLIT (Cartography of littoral and upper-sublittoral benthic communities o, in breve, CARTografia LITorale) è l'indice utilizzato per valutare lo stato ecologico dei popolamenti macroalgali dei fondali incoerenti della frangia infralitorale (scogliere) che si basa sul campionamento visuale (e quindi non distruttivo) delle comunità algali superficiali in primavera. Per quanto riguarda la classificazione, lo stato ecologico "elevato" è definito dalla presenza di comunità dominate da alghe brune strutturanti (appartenenti al genere *Cystoseira*), mentre lo stato "cattivo" è caratterizzato dalla dominanza di specie opportuniste a scarsa complessità morfologica, come le Ulvales (alghe verdi) e le Bangiophycidae (alghe rosse) o i Cianobatteri.

Concentrandosi sui dati ARPAL, i corpi idrici prossimi alle aree di intervento hanno fatto registrare uno stato di qualità rispettivamente "sufficiente" ed "elevato". Nei commenti ai dati, ARPAL evidenzia come nel settore compreso tra Savona e il ponente Genovese i valori dell'indice diventino "sufficienti" in congruenza con il fatto che le acque risultano fortemente impattate dalle attività antropiche. Ad Ovest, in prossimità dell'area portuale di intervento, si trovano comunità di alghe fotofile su substrati prevalentemente artificiali mentre, ad Est dell'area portuale, ad una distanza maggiore, si rinvengono alghe fotofile di substrato naturale oltre che artificiale.

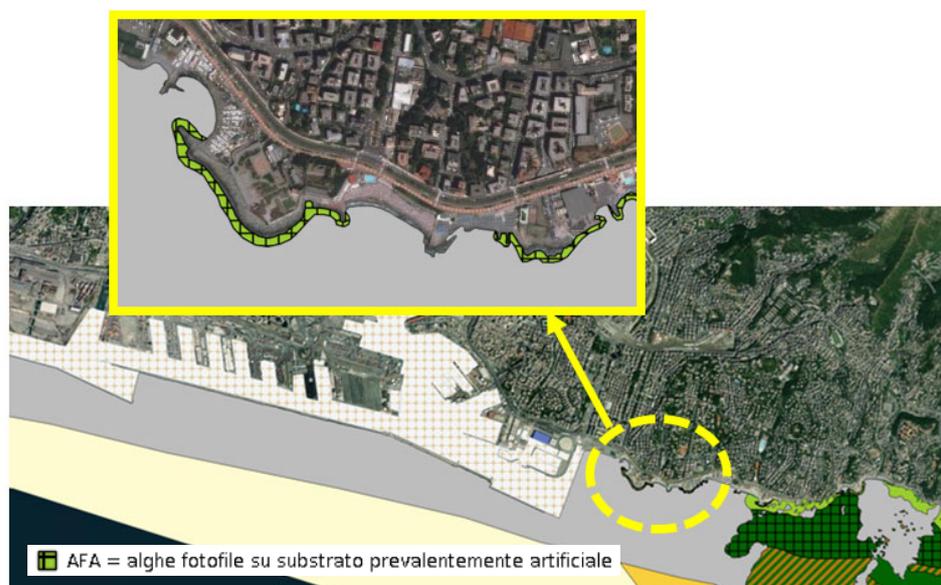


FIGURA 4-7 - DISTRIBUZIONE DEGLI HABITAT MARINO COSTIERI AD EST DELL'AREA PORTUALE

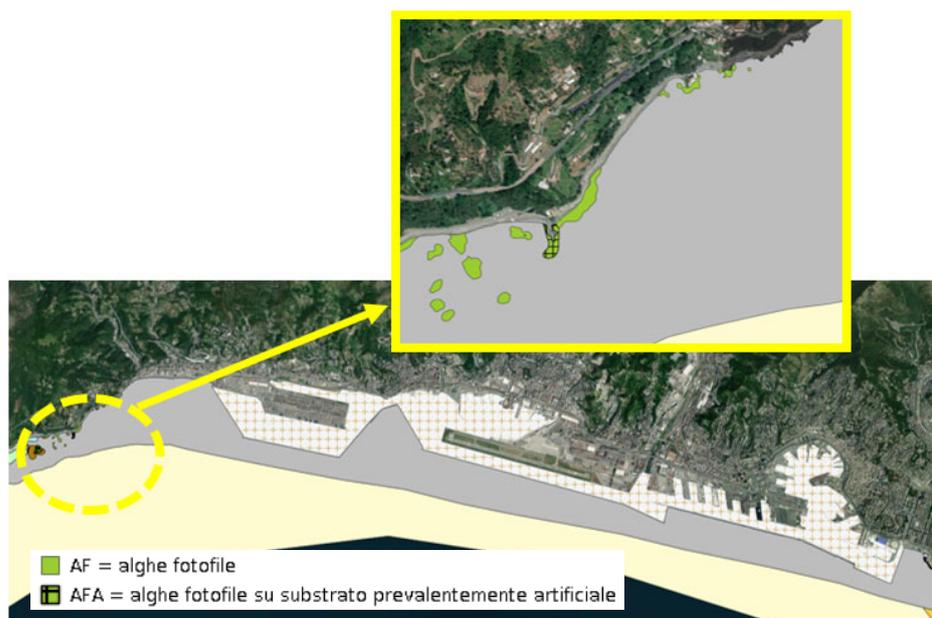


FIGURA 4-8 - DISTRIBUZIONE DEGLI HABITAT MARINO COSTIERI AD OVEST DELL'AREA PORTUALE

4.2.3. Fanerogame marine

Le fanerogame marine, e nello specifico *Posidonia oceanica* per le coste della Liguria, sono tra gli ecosistemi marini più produttivi, diversificati e diffusi dai tropici ai margini boreali (Hemminga e Duarte, 2000; Duarte e Cebrián, 1996), compreso il Mar

Mediterraneo (Pergent *et al.*, 2010), dove forniscono molteplici funzioni e servizi di valore ambientale (Ecosystem Services) (Burgos-Juan *et al.*, 2016).

Per questi ruoli chiave nell'ambiente marino, esse sono riportate in diversi protocolli di protezione dai rischi di inquinamento. Anche l'European Water Framework Directive (2000/60/EC) assegna a queste piante acquatiche la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato e riassuntivo delle condizioni marine.

Le due fanerogame marine rilevate nelle coste della Liguria sono incluse nei principali accordi e convenzioni internazionali sulla conservazione della natura che riguardano anche il mare: *Posidonia oceanica* è inserita nell'Annesso II delle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo (ASPIM) e nella convenzione di BERNA (Appendice 1) mentre *Cymodocea nodosa* è inclusa nella lista nella convenzione di BERNA (Appendice 1).

Le cartografie più recenti di *Posidonia* della Liguria sono state realizzate dalla Regione Liguria e si riferiscono ai lavori di Diviacco e Coppo (2006, 2009 e 2020), con la più recente in formato digitalizzato e consultabile sul Geoportale della Regione Liguria.

Queste ultime cartografie presentano un dettaglio superiore alle precedenti, permettendo di differenziare le aree con *Posidonia oceanica* viva, quelle miste con matte morta ("mosaico") e quelle con solo matte morta.



FIGURA 4-9 - DISTRIBUZIONE DEGLI HABITAT MARINO COSTIERI NELLE ZONE PROSSIME ALL'AREA PORTUALE DI GENOVA

Con il recepimento a livello nazionale delle direttive europee, le ARPA regionali hanno però assunto un ruolo importante nel monitoraggio della fascia costiera per i parametri chimici, fisici e biologici. Per il monitoraggio di questi parametri ARPA Liguria e Regione Liguria hanno suddiviso la fascia costiera ligure in 26 corpi idrici che si estendono fino a 3 Km dalla costa e comunque entro la batimetria dei 50 m.

Dei 15 corpi idrici valutati attraverso l'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index, usato per valutare proprio lo stato di qualità delle praterie a *Posidonia oceanica*), nel periodo 2009-2013, 11 risultavano già conformi agli obiettivi fissati per il 2021 dalla Direttiva Europea (raggiungimento dello stato di qualità "buono"), mentre nel periodo 2014-2019 la situazione risulta già migliorata con 13 corpi idrici su 15 che presentano stato "buono"¹¹.

Nel settore costiero di interesse del porto di Genova, i corpi idrici a levante e a ponente del porto (13 - Genova Voltri, 14 - Genova Polcevera e 15 - Genova Bisagno) risultano sin dal primo monitoraggio prive di praterie di *Posidonia oceanica* mentre le più adiacenti con *Posidonia oceanica*, per i periodi 2009-2013 e 2014-2019, presentavano uno stato di qualità rispettivamente "sufficiente" (12 - Varezze-Arezzano) e "buono" (16 - Genova Camogli).

Nei commenti ai dati, ARPAL evidenzia come uno dei due corpi idrici ove le praterie sono in stato "sufficiente" si trova nella provincia di Genova (12 - Varezze-Arezzano) le cui acque risultano fortemente impattate dalle attività antropiche anche in base agli altri indicatori utilizzati per la classificazione.

Le riprese video eseguite in occasione dei rilievi geofisici condotti nell'ambito del presente progetto, confermano l'assenza di fanerogame. I fondali risultano infatti costituiti da sabbie medio fini o medio grossolane con presenza di ghiaie ed alterazioni antropiche. Queste osservazioni, seppur puntuali, risultano in accordo con i dati di ARPAL e con la mappatura della Regione Liguria sull'assenza di habitat di pregio e nello specifico di habitat a *Posidonia oceanica*.

4.2.4. Mammiferi marini e rettili marini

Mammiferi marini

L'area del Golfo di Genova è inclusa nel Santuario Pelagos per i Cetacei e nella Important Marine Mammal Area (IMMA) del Mediterraneo nord-occidentale (IUCN-MMPATF, 2017).

Questa porzione di Mediterraneo possiede infatti un insieme di caratteristiche geomorfologiche e oceanografiche uniche (es.: sistemi di canyon sottomarini e fenomeni di upwelling) che promuovono livelli di produttività di straordinaria importanza biologica ed ecologica, supportando una elevata diversità di specie marine.

¹¹ <https://geoportal.regione.liguria.it, nuovo-atlante-habitat-marini-2020>

Nel 2001, il Santuario Pelagos è stato anche aggiunto alla lista delle Aree Specialmente Protette di importanza mediterranea (SPAMI), nel quadro della Convenzione di Barcellona. Questo ha reso il Santuario la prima e unica area internazionale e d'alto mare protetta al mondo (<https://www.sanctuaire-pelagos.org/en/>).

L'area del Golfo di Genova ospita tutte le otto specie di cetacei ovvero Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), Capodoglio (*Physeter macrocephalus*), Zifio (*Ziphius cavirostris*), Globicefalo (*Globicephala melas*), Grampo (*Grampus griseus*), Tursiope (*Tursiops truncatus*), Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) e Delfino comune (*Delphinus delphis*) regolarmente presenti in Mediterraneo. L'occorrenza delle specie è documentata principalmente in primavera-estate, fino a tardo autunno (Lanfredi et al., 2021).

La specie rilevata con maggiore frequenza è la stenella striata (61%), seguita dal tursiope (23%). La balenottera comune, il capodoglio e il globicefalo sono stati rinvenuti ciascuno in 2 circostanze, mentre spiaggiamenti di zifio sono riportati in una sola occasione. In 5 casi la specie non è stata determinata.

Rettili marini

Le tartarughe marine che utilizzano stabilmente il Mediterraneo e vi si riproducono, sono la tartaruga comune, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), e la tartaruga verde, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (Casale e Margaritoulis, 2010). Una terza specie, *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) è occasionalmente avvistata, con prevalenza nelle acque occidentali del bacino, dove transita presumibilmente a scopo alimentare (Casale et al., 2003).

Nell'area del Santuario Pelagos, i dati disponibili di distribuzione di *Caretta caretta* fanno riferimento ai survey aerei effettuati nel 2009 (inverno ed estate) e nel 2010-2011 nell'area compresa tra i Mari di Corsica e Sardegna, il Santuario ed il Mar Tirreno (studi ISPRA/Tethys) (ISPRA, 2012). I dati riportano una presenza diffusa della specie dal Mar Ligure al Mar Tirreno, con un maggior numero di osservazioni di esemplari nel Tirreno centro-meridionale ed una spiccata differenza nella distribuzione stagionale di questa specie nel Santuario Pelagos, con densità più elevate in estate. Dalle informazioni presenti in letteratura, l'area del Golfo di Genova sembra essere scarsamente frequentata dalla tartaruga comune.

Dopo più di 30 anni di sforzi di conservazione, nel 2015 la sottopopolazione mediterranea di *Caretta caretta* è stata elencata come *Least Concern* dall'Unione

Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) nella Lista Rossa delle specie minacciate (Casale e Tucker, 2015).

4.2.5. Fauna ittica

Dal punto di vista climatico, il Mar Ligure rappresenta una delle zone più fredde del Mediterraneo e la fauna ittica si caratterizza per una forte diminuzione di specie subtropicali e da una più marcata presenza di specie legate alle acque temperate fredde.

Un quadro complessivo della fauna ittica della costa ligure e del settore inerente all'area portuale di Genova si può ricavare dalla disamina dei numerosi lavori condotti nel corso di alcuni decenni nel Mar Ligure, Mar Tirreno e il Mediterraneo occidentale.

Diversi lavori evidenziano la presenza di circa 450 specie, principalmente rappresentate da pesci ossei (Osteitti) ed in misura significativamente inferiore da pesci cartilaginei (Condritti).

Recenti ricerche che hanno confrontato dati della fauna ittica di diversi settori del Mediterraneo hanno evidenziato come il Mar Tirreno e il Mar Ligure siano soggetti, più degli altri mari, a crescenti eventi di colonizzazione da parte di specie frequenti nel Mediterraneo meridionale e da specie non indigene provenienti dall'Oceano Atlantico e dal Mar Rosso.

Le osservazioni dirette in campo, oltre all'insediamento di popolazioni termofile come la corifena cavallina *Coryphaena hippurus* e il barracuda boccaglialla *Sphyraena viridensis* o i carangidi (la ricciola *Seriola dumerili*), hanno messo in evidenza anche un generale aumento nel numero di individui.

Per altre specie, le osservazioni in campo hanno evidenziato anche alcune riduzioni come, ad esempio, quella del tonno di piccola taglia (es. *Auxis rochei*) e di alcuni grandi predatori pelagici come gli squali, alcuni di interesse anche economico (ad esempio il palombo - *Mustelus mustelus*, *Mustelus asterias*).

Al contrario, nell'AMP di Portofino si è assistito ad un significativo aumento della cernia bruna (*Epinephelus marginatus*) probabilmente per l'effetto del divieto di pesca subacquea, oltre che di un gran numero di specie ittiche a profondità raggiungibili dai subacquei.

Per le specie non ittiche, ma di interesse commerciale si segnalano polpi, cicale di mare e aragoste.

Per ultimo appare opportuno segnalare che alcune specie della fauna ittica appartenenti ai Condroitti e agli Osteitti sono riportate nelle liste degli accordi e convenzioni internazionali sulla conservazione della natura che riguardano anche il mare.

Analizzando le checklist dei lavori degli ultimi due decenni prossimi all'area dell'intervento o similari per tipologia di substrato (barriere artificiali) o delle vicine Aree Marine Protette, si rileva che solamente tre specie vengono ritrovate, con frequenza elevata: *Epinephelus marginatus*, *Sciaena umbra* e *Umbrina cirrosa*.

4.3. Suolo

Considerata la natura delle opere in esame, gli aspetti da considerare per questa componente riguardano essenzialmente i fondali marini, con particolare attenzione alle caratteristiche batimetriche e morfologiche e di qualità chimico fisica.

Nell'ambito del PFTE sono stati eseguiti numerosi rilievi geofisici estesi ad un'area di 400 ettari esterna all'attuale diga, al fine di ottenere un rilievo dettagliato della batimetria e dello stato dei fondali a copertura della prevista area di intervento.

La batimetria dell'area di rilievo si presenta piuttosto regolare con graduale approfondimento del fondale da Nord a Sud, con profondità minima di 7 m presso la diga e massima di 50 m al largo.

La morfologia del fondale marino risulta variegata e suddivisibile in zone con diverso grado di naturalità e/o antropizzazione. L'area appare caratterizzata in generale da uno strato di sabbie medio-fini, con presenza di aree di sabbia più grossolana. Sono poi distinguibili aree di fondale marino con presenza di artefatti o detriti di varia natura, ed aree caratterizzate da solcature di origine antropica. Si segnala l'evidenza di alcuni relitti e delle due condotte sottomarine che interferiscono con l'area di progetto.

Ad ora non sono disponibili informazioni sulle caratteristiche chimico fisiche dei sedimenti. Si segnala che è in corso di esecuzione una campagna di indagine a cura dell'AdSP per la caratterizzazione chimico fisica dei sedimenti da dragare nel bacino di Sampierdarena e nell'avamposto.

4.4. Geologia

L'assetto geologico dell'area di progetto è stato definito grazie alle indagini di campo geofisiche e geognostiche in mare aperto svolte durante il PFTE e alla loro correlazione con indagini pregresse realizzate in corrispondenza dei moli del porto di Genova.

L'area è caratterizzata da una struttura geologica ad "horst-graben", dove si alternano settori che presentano substrato roccioso a 10-15 m di profondità dal fondale a settori

dove la roccia si trova a profondità superiori ai 200 m, sovrastata dalla formazione delle Argille di Ortovero (Pliocene).

I sedimenti recenti, che si appoggiano al di sopra del substrato roccioso o delle Argille di Ortovero, sono composti da una sequenza di sabbie, limi sabbiosi e limi argillosi. Il loro spessore è minimo e pari a circa 10-15 m nell'area di progetto più esterna verso mare, mentre aumenta progressivamente verso costa fino a valori di 20-25 m in corrispondenza delle banchine del porto di Genova.

In base all'interpretazione delle prove in situ e di laboratorio è stato possibile individuare le diverse unità stratigrafiche che costituiscono i terreni di fondazione e fornire la loro caratterizzazione geotecnica, con definizione delle proprietà geo-meccaniche di interesse progettuale. Le caratteristiche delle unità superficiali, costituite da limo argilloso o limo sabbioso, sono quelle che influenzano maggiormente il comportamento dell'opera in progetto.

4.5. Acque dolci superficiali

4.5.1. Qualità delle acque

L'area portuale di Genova, per la sua notevole estensione costiera, è interessata dalla presenza delle foci di numerosi corsi d'acqua di maggiore o minore importanza¹².

I due corsi d'acqua più importanti, il Torrente Polcevera ed il Torrente Bisagno, sono oggetto di attività di monitoraggio istituzionale da parte di ARPAL.

¹² <http://www.pianidibacino.ambienteinliguria.it/ReticoloIdrografico/comuni/Genova.html>



FIGURA 4-10 - QUALITÀ DELLE ACQUE DOLCI SUPERFICIALI. STAZIONI DI MONITORAGGIO POPO05 (TORRENTE POLCEVERA) E BIBI05 (TORRENTE BISAGNO)

I giudizi sintetici descritti tramite gli indici di qualità indicano, seppure non in modo generalizzato, una sostanziale invarianza delle caratteristiche dei corpi idrici, se non un peggioramento soprattutto per quanto concerne il Torrente Bisagno.

Si segnala che lungo il tratto di costa prossimo all'area di intervento sono censiti una serie di scarichi idrici¹³ che potrebbero costituire fonte di pressione per la qualità delle acque, come riportato anche nelle Relazioni Monografiche dei Corpi Idrici facenti parte del Piano di Tutela delle Acque 2016-2021¹⁴.

4.5.2. Foci fluviali e sedimentazione nell'area portuale

Tra i corsi d'acqua che interessano l'area portuale di Genova quelli di maggiore importanza risultano certamente il torrente Polcevera e il torrente Bisagno che inoltre costituiscono la principale sorgente di apporti solidi all'interno del bacino portuale.

Il torrente Polcevera sfocia all'interno del porto di Genova in prossimità della Bocca di Ponente mentre il torrente Bisagno sbocca a mare subito ad Est della Bocca di Levante, che attualmente costituisce l'imboccatura principale del porto, in adiacenza al molo sopraflutto del porto turistico di Genova dove si svolge la Fiera.

I due corsi d'acqua, specialmente nel loro tratto terminale, sono fortemente antropizzati. Entrambi presentano un regime torrentizio con una portata media molto limitata

¹³ <https://srvcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html>

¹⁴ <http://www.ambienteliguria.it>

(compresa tra 2 e 5 m³/s), di conseguenza i loro apporti solidi al bacino portuale sono concentrati esclusivamente quando avvengono eventi di piena significativi.

Per analizzare i processi di deflusso e sedimentazione alla foce dei due corsi d'acqua è stato applicato un modello di simulazione di idrodinamica e trasporto dei sedimenti.

Sono stati riprodotti degli eventi di piena decennali, simultanei ma con valori al colmo non temporalmente coincidenti, i quali risultano sufficientemente rilevanti dal punto di vista delle portate liquide e solide immesse in mare e sufficientemente frequenti per poter influenzare l'operatività del porto.

Il deflusso del torrente Polcevera è risultato fortemente condizionato dalla geometria delle opere portuali che delimitano il bacino di Sampierdarena ed il canale di calma dell'aeroporto che ostacolano il libero sbocco a mare del corso d'acqua. Il deflusso della portata al colmo di piena in alveo avviene in condizioni di corrente veloce, alla foce si verifica una forte turbolenza che dissipa parte dell'energia riducendo sensibilmente le velocità della corrente. La corrente raggiunge quindi il mare aperto perdendo di intensità, suddividendosi tra la Bocca di Ponente e il canale di calma dell'aeroporto con valori di velocità molto modesti dell'ordine di poche decine di centimetri al secondo (vedi Figura 4-11).

Il torrente Bisagno sfocia a mare su fondali che decrescono naturalmente da riva verso largo fino ad arrivare a profondità comprese tra 10 m e 15 m in corrispondenza della Bocca di Levante.

Il deflusso alla foce del torrente Bisagno risulta condizionato dalla presenza della diga foranea del porto turistico. La corrente tende ad aderire alla scogliera e ad essere indirizzata verso l'interno del porto per poi essere deviata verso l'esterno del porto in prossimità dell'imboccatura formando un percorso ad "S" (vedi dettaglio di Figura 4-11).

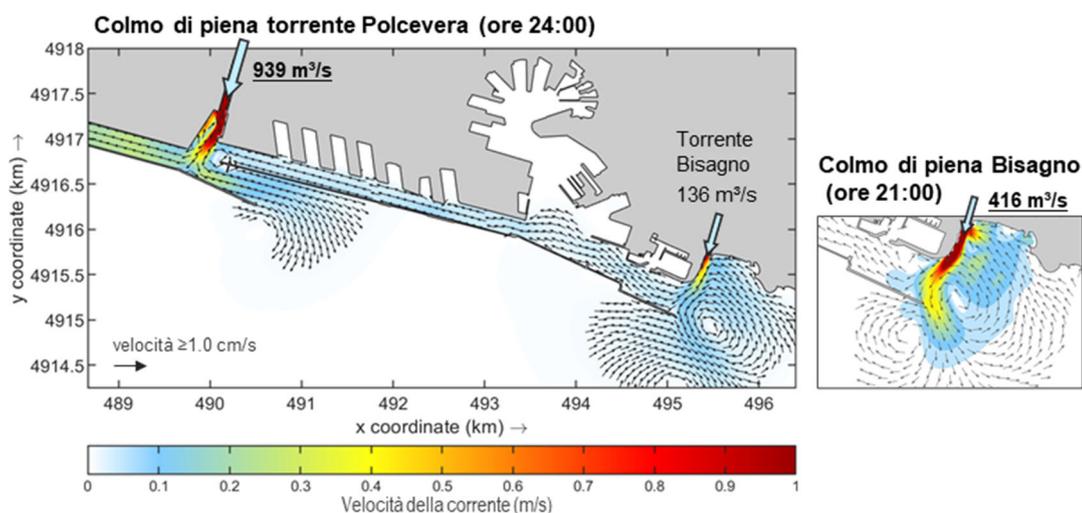


FIGURA 4-11 - CORRENTI IDRAULICHE OTTENUTE CON IL MODELLO DI SIMULAZIONE IN OCCASIONE DI UN EVENTO DI PIENA DECENNALE SIMULTANEO DEI TORRENTI POLCEVERA E BISAGNO.

La portata al colmo di piena scorre in alveo in condizioni di corrente veloce. Alla foce si verifica una forte turbolenza che dissipa parte dell'energia della corrente riducendo così la sua velocità. Immediatamente a valle dello sbocco a mare si verifica una corrente che riduce sensibilmente la sua intensità muovendo verso largo con valori massimi di 0,5 m/s. All'interno del canale di accesso ed oltre la testata della diga foranea le velocità ottenute risultano modeste, dell'ordine di 5-10 cm/s.

Gli apporti solidi del torrente Polcevera tendono a disperdersi e a depositarsi naturalmente all'interno del bacino portuale. I processi di sedimentazione risultano più importanti immediatamente a valle della foce, dove, in occasione di un evento di piena decennale, tende a depositarsi la maggior parte dei sedimenti in sospensione con spessori di circa mezzo metro, e in misura minore alla Bocca di Ponente e nel canale di calma con spessori di una decina di centimetri. La sedimentazione ottenuta alla Bocca di Levante, dovuta agli apporti solidi del Bisagno in occasione di un evento di piena decennale, risulta molto modesta, dell'ordine pochissimi centimetri (vedi Figura 4-12).

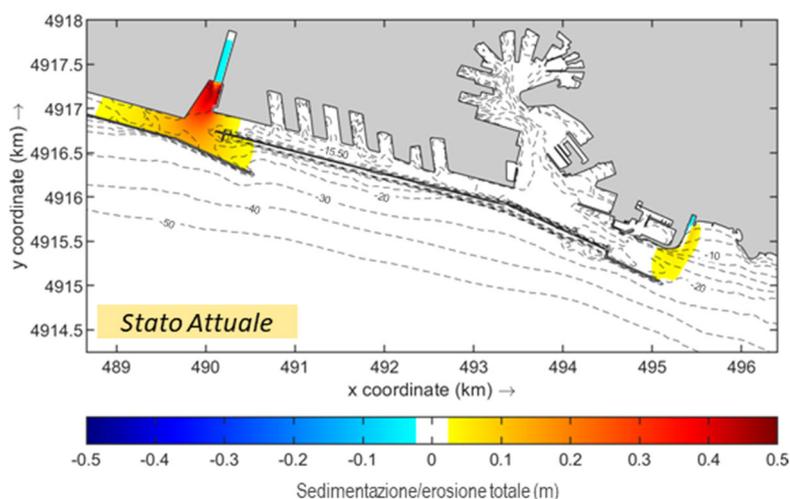


FIGURA 4-12 - LA SEDIMENTAZIONE DEGLI APPORTI SOLIDI DEL TORRENTE POLCEVERA AVVIENE PREVALENTEMENTE IN PROSSIMITÀ DELLA ZONA DI FOCE, DELLA BOCCA DI PONENTE E NEL CANALE DI CALMA. GLI APPORTI DEL TORRENTI BISAGNO, SONO PIÙ SCARSI E SI DEPOSITANO NELLA ZONA ANTISTANTE LA FOCE FINO E NELLA PARTE PIÙ ESTERNA DELLA BOCCA DI LEVANTE.

4.6. Acque marino costiere

4.6.1. Qualità delle acque

Per caratterizzare le proprie acque costiere, la Regione Liguria ha suddiviso la fascia costiera in 26 aree “omogenee”, definite “Corpi Idrici”

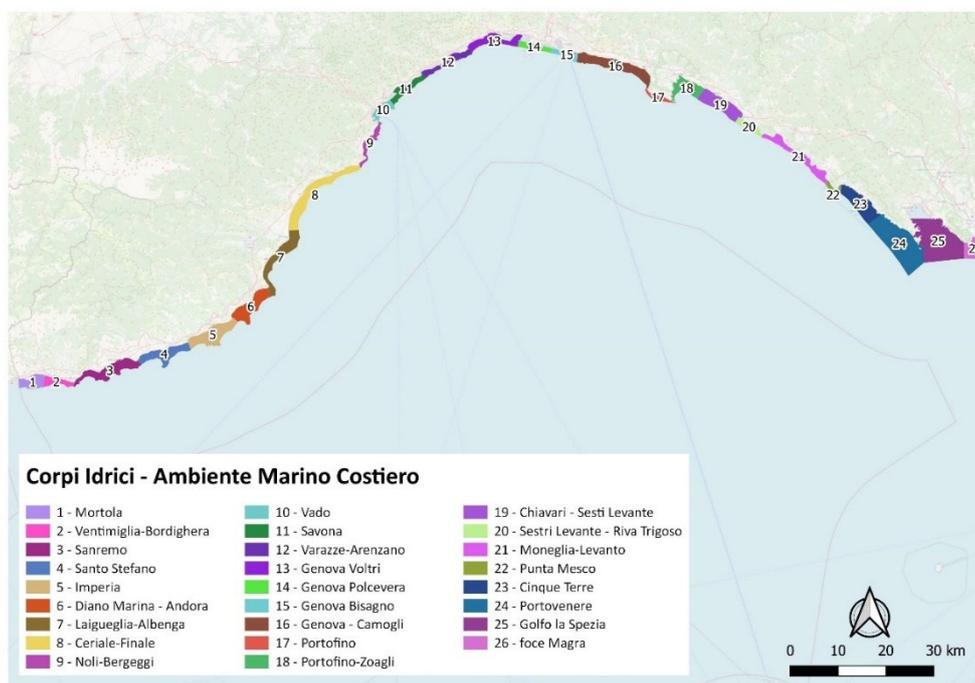


FIGURA 4-13 - AMBIENTE MARINO COSTIERO. AREE OMOGENEE UTILIZZATE PER IL MONITORAGGIO

L'area del porto di Genova di interesse per il presente studio rientra nelle zone 14 e 15, Genova Polcevera (trasetto "POL") e Genova Bisagno (trasetto "VAG").

In questo tratto di costa, la Regione ha identificato una serie di punti ove sono effettuate periodicamente diverse misure di monitoraggio dello stato di qualità dell'ambiente marino costiero.

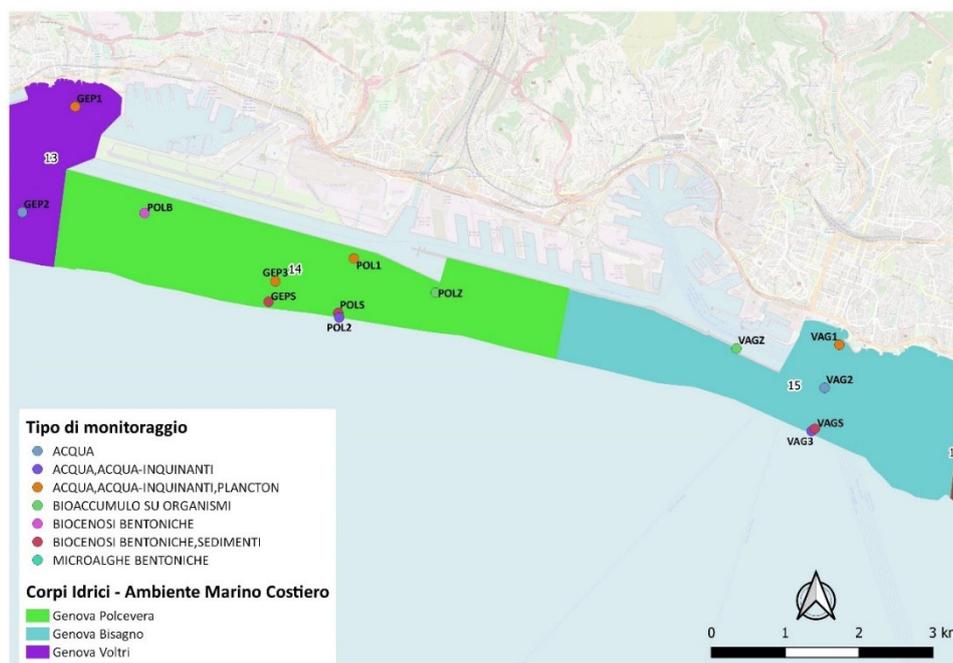


FIGURA 4-14 - AMBIENTE MARINO COSTIERO. LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI UTILIZZATE PER IL MONITORAGGIO AI SENSI DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I. SITUATE IN PROSSIMITÀ DELL'AREA DI PROGETTO E GESTITI DA ARPA LIGURIA

I più recenti risultati delle attività di monitoraggio sono resi disponibili nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Liguria - Anno 2020¹⁵. Nel caso specifico del monitoraggio dell'Ambiente Marino Costiero la valutazione dello Stato di Qualità Ambientale si ottiene valutando complessivamente lo Stato Ecologico e quello Chimico.

I dati indicano valori di clorofilla "a" negli ultimi 5 anni inferiori o al massimo pari a 1 µg/l, cui corrisponde una classe di qualità elevata, ed in generale uno stato trofico buono, caratterizzato da valori non elevati. Destano invece preoccupazione diversi parametri che contribuiscono alla definizione dello Stato Chimico, tra i quali il benzo(a)pirene supera lo standard di qualità di riferimento (SQA) nell'ultima campagna svolta.

Nelle stazioni di interesse, infine, quasi tutti i parametri di bioaccumulo indagati (IPA, PCB, metalli, composti organostannici, pesticidi) mostrano valori elevati, e confermano le criticità emerse sia dalle indagini sulla qualità delle acque sia dalle indagini sulla matrice sedimento.

¹⁵<http://www.cartografiarl.regione.liguria.it/SiraRsaFruizionePubb/DettaglioRsa.aspx?page=1&Anno=2020&Codtrell=RSA>

La contaminazione maggiore proviene dagli idrocarburi di origine esclusivamente antropica, ovvero gli IPA (fluorantene, pirene e fenantrene, in primis).

4.6.2. Aspetti idrodinamici e moto ondoso

Correnti

Il porto di Genova è ubicato all'estremità settentrionale del Golfo di Genova il quale rappresenta l'area più settentrionale del Mar Ligure, delimitata ad Ovest da Capo Mele e ad Est dall'Isola della Palmaria.

Le correnti di densità nel Golfo di Genova presentano una circolazione prevalentemente antioraria con intensità variabile nel corso dell'anno da un minimo di 0.3 nodi (circa 15 centimetri al secondo) ad un massimo di 1.0 nodo (circa 50 centimetri al secondo).

La marea astronomica nel Mar Ligure è molto modesta, con un'ampiezza media dell'oscillazione di livello nel porto di Genova di 10 centimetri. In sizigia si ha un aumento dell'ampiezza della marea che può raggiungere valori di 15 centimetri.

Sfruttando le capacità del modello di simulazione idrodinamico Delft3D sono state analizzate le correnti all'interno e all'esterno del porto generate dalla marea astronomica in combinazione con condizioni di vento intense, con velocità che vengono raggiunte e/o superate complessivamente un paio di decine di ore per anno.

Le correnti originate dalla marea astronomica nel porto di Genova presentano valori di velocità molto modesti. In corrispondenza delle attuali imboccature portuali si verificano i valori più intensi di velocità, durante le fasi di marea crescente e di marea calante, con velocità dell'ordine di 10÷12 centimetri al secondo (cm/s).

In presenza di un vento intenso da Scirocco si genera una circolazione antioraria all'interno del golfo di Genova. La corrente tende ad incrementare la sua velocità in prossimità della costa con valori compresi tra 20 e 25 cm/s lungo la "riviera di ponente". Nel tratto di costa prospiciente il porto di Genova la corrente generata dal vento risulta diretta da Est verso Ovest con velocità comprese tra 25 e 35 cm/s.

Al contrario in presenza di un vento intenso proveniente da Libeccio/Mezzogiorno si ha una circolazione idrica oraria all'interno del Golfo di Genova. La corrente risulta più intensa lungo la "riviera di ponente" e lungo il tratto di costa prospiciente Genova, dove risulta diretta da Ovest verso Est, con valori compresi in media tra 20 e 30 cm/s. Lungo la riviera di levante la corrente perde di intensità quasi annullandosi.

All'interno del porto il vento da Scirocco contribuisce a generare una corrente che scorre all'interno del Bacino Sampierdarena, con velocità comprese tra 10 e 20 cm/s, che aumenta di intensità nel canale di calma dell'aeroporto con valori di circa 30 cm/s.

Il vento da Libeccio/Mezzogiorno determina correnti di intensità inferiore rispetto a quelle generate dal vento di Scirocco. All'interno del bacino di Sampierdarena si genera una debole corrente, diretta verso Levante, che presenta valori massimi di velocità compresi tra 5 e 15 centimetri al secondo.

I risultati delle simulazioni condotte hanno inoltre permesso di osservare che la corrente in superficie risulta ovviamente più intensa per poi ridursi in profondità.

Clima di moto ondoso

Le analisi condotte sulla serie storica dei dati di moto ondoso ricostruiti dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova (DICCA) al largo di Genova, nel punto di coordinate 44,04°N - 8,74°E, per il periodo che si estende dal 1979 al 2018, hanno permesso, anche a seguito dell'applicazione di modelli di simulazione per la propagazione del moto ondoso da largo verso riva, di definire il clima di moto ondoso che contraddistingue il paraggio di Genova.

Gli stati di mare più frequenti all'esterno del porto di Genova si presentano dal settore di traversia di Libeccio (circa il 29%), generalmente con altezze d'onda comprese tra 0.5 e 3.5 m. Il settore di Libeccio, inoltre, presentando i valori più elevati di altezza d'onda, che possono raggiungere annualmente valori di circa 5 metri, risulta essere il settore prevalente per il paraggio in esame.

Gli stati di mare provenienti da Scirocco risultano meno frequenti (5-6%) con valori di altezza d'onda in genere compresi tra 0.5 e 2.0 m, con valori massimi annuali compresi tra 3.0 e 3.5 m.

L'energia complessiva del moto ondoso che mediamente agisce sul litorale, che rappresenta la causa principale del potenziale trasporto dei sedimenti lungo la costa, può essere rappresentata da un'onda sintetica (onda climatica equivalente) caratterizzata da una direzione di provenienza di 199°N, ovvero proveniente da Mezzogiorno-Libeccio, con un'altezza d'onda di 2.0 metri e una persistenza di circa 25 giorni per anno.

La attuale configurazione delle opere esterne del porto di Genova garantisce una elevata protezione dello specchio acqueo portuale dal moto ondoso incidente, tanto che, da questo punto di vista, il porto può essere considerato, a ragione, un «porto rifugio», in

particolare in relazione alle mareggiate provenienti da Libeccio-Mezzogiorno (180-240°N).

Il porto risulta più vulnerabile agli stati mare di Scirocco (120-135 °N) in occasione di dei quali si verifica una penetrazione del moto ondoso attraverso l'imboccatura di levante che interessa lo specchio acqueo dell'avamposto e la Calata Oli Minerali. Gli stati di mare di scirocco riescono a penetrare nel porto anche attraverso l'imboccatura di ponente interessando lo specchio liquido in prossimità della foce del Polcevera.

4.6.3. Dinamica della costa

Il "sistema" portuale di Genova, che comprende le tre dighe foranee del Porto di Genova, dell'aeroporto e del Porto di Voltri, si estende senza soluzione di continuità per circa 14 km di costa.

In ragione della natura prevalentemente rocciosa della costa e dei fondali elevati, il trasporto solido costiero effettivo longitudinale, ovvero quello parallelo alla costa, indotto dal moto ondoso frangente risulta trascurabile.

L'assenza di trasporto solido costiero longitudinale ha infatti consentito di realizzare il sistema portuale secondo il classico schema con "diga foranea distaccata (non collegata a terra) disposta parallelamente alla costa".

L'utilizzo di questa tipologia di assetto planimetrico è possibile solo nel caso di assenza di trasporto solido costiero perché in caso contrario si verificherebbero rilevanti fenomeni di interrimento delle imboccature portuali.

Inoltre, poiché le profondità di imbasamento delle tre dighe (comprese tra circa -15 m e circa -20 m) risultano decisamente superiori rispetto alla "*profondità di chiusura della fascia attiva*", il sistema portuale disconnette dal punto di vista del "*trasporto solido costiero potenziale*" il litorale posto a Levante da quello posto a Ponente di esso.

A Levante ed a Ponente delle opere foranee del Porto di Genova sorgono alcune piccole insenature delimitate da promontori rocciosi o da elementi di natura antropica (terrapieni conquistati a mare) che comprendono al loro interno alcune piccole spiagge ("pocket beaches") di estremo interesse dal punto di vista sociale e ambientale, costituite in prevalenza da ghiaia e ciottoli (vedi Figura 4-15).

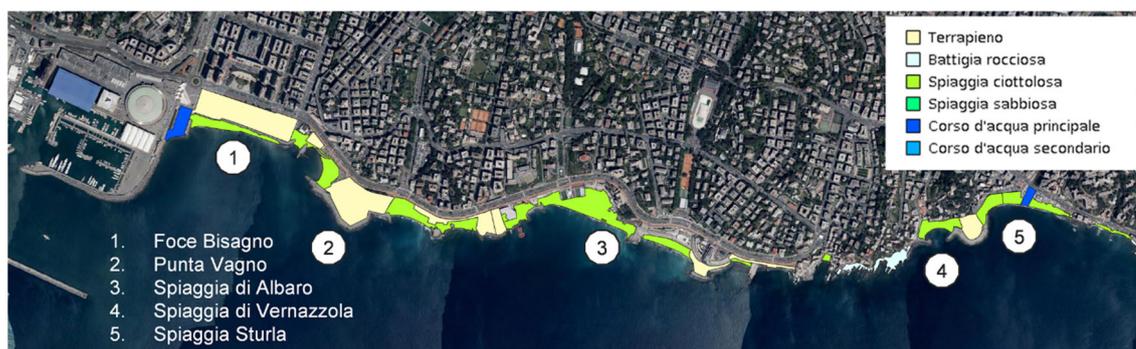


FIGURA 4-15 - CLASSIFICAZIONE DELLE SPIAGGE A LEVANTE DI GENOVA FORNITA DAL PORTALE CARTOGRAFICO DELLA REGIONE LIGURIA (WWW.GEOPORTAL.REGIONE.LIGURIA.IT).

Il tratto di costa in esame risulta esposto alla traversia principale di Libeccio che determina un trasporto solido “potenziale” diretto verso Est. Tuttavia, non essendoci una ampia disponibilità di sedimenti, il trasporto solido effettivo risulta nullo o molto scarso. Di conseguenza la attuale dinamica costiera che interessa i tratti di litorale limitrofi al porto è di lieve entità.

Le spiagge in esame sono infatti quasi prive di alimentazione da parte dei corsi d’acqua che sfociano a mare in prossimità del porto di Genova (torrente Polcevera, torrente Bisagno, torrente Sturla). Questi, infatti, presentano un regime torrentizio e di conseguenza i loro apporti solidi sono concentrati esclusivamente quando avvengono eventi di piena significativi.

La cartografia tematica messa a disposizione dal Portale Cartografico Nazionale mostra che l’evoluzione della costa avvenuta tra il 1960 al 2012 in prossimità del porto risulta del tutto trascurabile. Le limitate variazioni della linea di costa osservate, che riguardano modesti avanzamenti posizionati a una certa distanza dalle opere portuali, corrispondono a zone conquistate a mare mediante l’impiego opere di difesa costiera o a seguito di interventi di ripascimenti per ricostituire gli arenili in erosione.

4.6.4. Ricambio idrico all’interno del bacino portuale

La qualità delle acque interne di un bacino portuale è direttamente legata alla capacità di ricambio idrico del bacino stesso.

La capacità di ricambio idrico di un bacino portuale è una proprietà che dipende dalla sua geometria (planimetria, volume idrico) e dagli apporti idrici dovuti agli scambi con il mare aperto e ai corsi d’acqua che si immettono nel bacino. Meno importanti risultano in genere gli apporti dovuti alle precipitazioni.

Nel caso di aree fortemente urbanizzate, come nel caso in questione, i corsi d'acqua che si immettono nel bacino portuale costituiscono anche il potenziale vettore principale di possibili sostanze inquinanti che potrebbero degradare la qualità delle acque portuali e comportare un impatto lungo i litorali adiacenti al porto.

Il porto di Genova risulta essere, per estensione del bacino portuale, uno dei principali porti d'Italia. I bacini e le darsene interne sono molto estesi, con forme strette e allungate, e, date le elevate profondità presenti, contengono una massa d'acqua molto elevata.

Il torrente Polcevera è il principale corso d'acqua che sfocia all'interno del bacino portuale ma, avendo una portata media molto ridotta, ricopre un ruolo marginale per il ricambio del bacino portuale, specialmente nel periodo estivo quando si verificano le condizioni più critiche per la qualità delle acque portuali. Il torrente Bisagno sfocia all'esterno del bacino portuale in prossimità della Bocca di Levante, e pertanto non può contribuire, data anche la sua scarsa portata e il suo regime torrentizio, al ricambio delle acque interne del porto.

La marea astronomica a Genova, che rappresenta il contributo primario per il ricambio idrico, è molto modesta con escursioni di poche decine di centimetri. Di conseguenza il volume d'acqua che entra nel porto durante il flusso di marea, confrontato con il volume d'acqua all'interno del bacino portuale, è molto piccolo e non può garantire un ricambio efficace dello specchio acqueo. Il "tempo di ricambio", necessario per assicurare un pieno rinnovamento delle acque interno del porto come meglio illustrato in seguito, risulta molto elevato, superiore a 60 giorni.

Pertanto, si può concludere che la attuale capacità di ricambio idrico del porto di Genova risulta decisamente scarsa.

4.6.5. Ricambio idrico e influenza delle acque portuali sulle coste adiacenti

Le acque portuali, generalmente di qualità inferiore rispetto a quelle del mare aperto, possono disperdersi all'esterno del porto e possono pertanto avere una potenziale influenza per le zone di interesse ambientale poste in prossimità del porto stesso (praterie di posidonie, aree marine protette, zone turistico balneari, allevamenti di mitilicoltura, ecc.).

I principali vettori che potenzialmente potrebbero introdurre sostanze inquinanti nel Porto di Genova sono costituiti dal torrente Polcevera e dal torrente Bisagno.

La potenziale dispersione di un contaminante introdotto dai torrenti Polcevera e Bisagno, in occasione di un evento di piena biennale, è stata analizzata con un modello di simulazione prendendo in esame diversi scenari meteorologici.

I risultati ottenuti, mostrati nel seguito al paragrafo 6.6.5, per effettuare un confronto comparativo con la configurazione di progetto, hanno mostrato che per lo stato attuale la dispersione di un contaminante introdotto dai due corsi d'acqua risulta confinata per lo più allo specchio acqueo portuale.

Solo in presenza di correnti litoranee, determinate da condizioni di vento persistente, le acque del porto, possono raggiungere le zone di interesse ambientale individuate in prossimità del porto.

I venti da scirocco determinano una dispersione delle acque portuali verso ponente che sono sospinte fino alle spiagge di Voltri, mentre i venti da libeccio determinano la dispersione delle acque portuali verso le spiagge poste a levante del porto in località Albaro e Quarto dei Mille. In entrambi i casi i risultati delle analisi condotte hanno mostrato che le acque del porto raggiungono i punti di interesse molto diluite, ovvero con una elevata riduzione della concentrazione del potenziale contaminante introdotto dai due corsi d'acqua.

4.7. Aria e clima

4.7.1. Regime anemometrico

Per la descrizione del regime anemometrico nell'area di intervento, è stato fatto riferimento allo Studio delle Condizioni Meteomarine (cod. elaborato: MI046R-PF-D-I-R-020-01)¹⁶. In particolare, sono state considerate le analisi e le elaborazioni relative al regime anemometrico sottocosta, maggiormente rappresentative ai fini della propagazione delle emissioni gassose verso recettori antropici.

Le stazioni di riferimento utilizzate sono rappresentate nella successiva Figura.

¹⁶ Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale, "Realizzazione della nuova diga foranea del Porto di Genova, ambito bacino di Sampierdarena". Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica. Seconda Fase. Studio delle Condizioni Meteomarine (Giugno 2021)

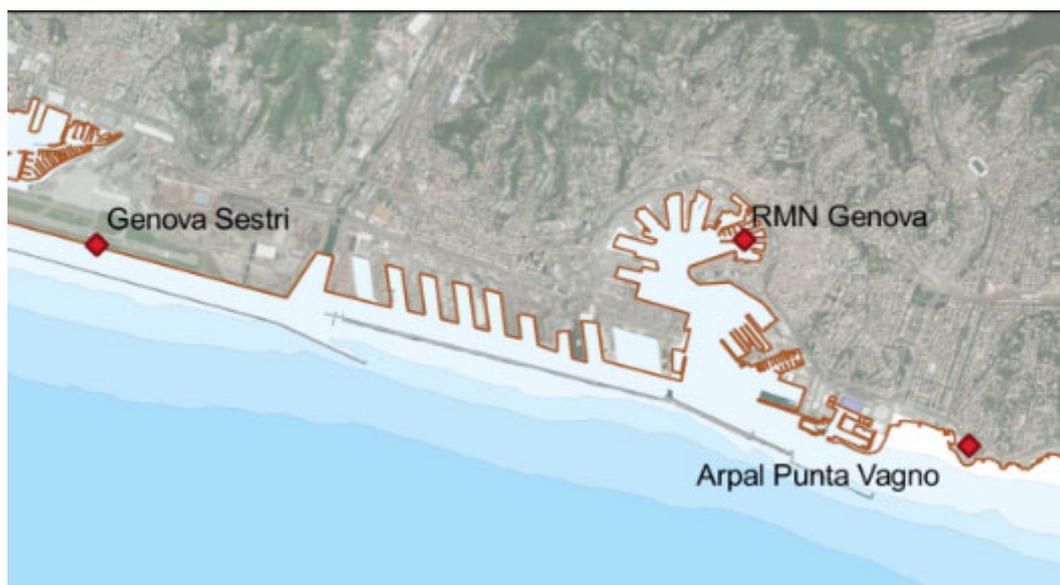


FIGURA 4-16 - REGIME ANEMOMETRICO. LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI DI MISURA UTILIZZATE PER LA DEFINIZIONE DEL REGIME DEI VENTI SOTTOCOSTA.

Dall'analisi dei dati relative alle stazioni sopra indicate emerge che l'anemometria costiera a Genova è molto influenzata dall'orografia a causa della presenza dell'Appennino Ligure e dal regime di brezze di terra/brezze di mare.

4.7.2. Qualità dell'aria

Al fine di caratterizzare lo stato attuale della qualità dell'aria e consentire successivamente il confronto con l'impatto della fase di cantiere del progetto, è stata in primo luogo eseguita l'analisi dei dati di monitoraggio disponibili nell'area interessata concentrando l'attenzione essenzialmente sul comune di Genova, basandosi sui report annuali ufficiali pubblicata da ARPA Liguria per il 2019. Le stazioni considerate sono riportate nella figura successiva.

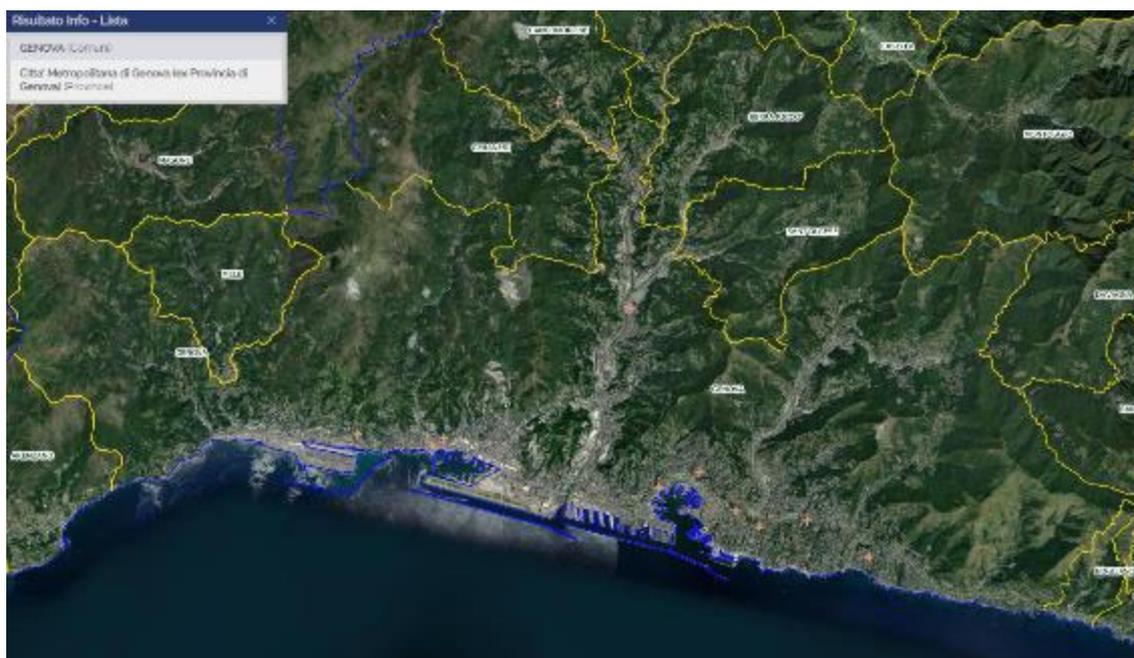


FIGURA 4-17 - STAZIONI DI MISURA E VALUTAZIONI ANNUALI DI QUALITÀ DELL'ARIA (D.LGS. 155/10) - RETE QUALITÀ ARIA 2019

Dall'analisi dei dati si desume quanto segue.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, le concentrazioni registrate sono, in tutte le centraline considerate, al di sotto dei limiti di legge e risultano inferiori alla soglia di valutazione stimata con riferimento al periodo di mediazione giornaliero; è un inquinante che viene comunque tenuto in considerazione in quanto contribuisce a formare il particolato secondario attraverso i complessi meccanismi che si verificano in atmosfera.

Analogamente a quanto si osserva a livello nazionale, anche qui il biossido di azoto (NO₂) rappresenta una criticità, superando, in alcuni casi, i limiti stabiliti dalla normativa.

Il particolato atmosferico (PM₁₀) nel corso del 2019 rispetta ovunque il limite massimo pari a 35 giorni di superamento, così come il limite di 40 µg/m³ come media annuale non viene raggiunto in nessuna delle centraline. Il particolato più fine (PM_{2.5}) ha rispettato anch'esso sempre i limiti previsti dalla normativa come del resto il monossido di carbonio.

Per una migliore caratterizzazione dello stato ambientale in cui si troverà l'opera in oggetto, risulta utile un'analisi approfondita delle pressioni atmosferiche incidenti sull'area considerando le fonti più aggiornate disponibili.

La Regione Liguria dispone dall'anno 2001 di un inventario delle emissioni in grado di raccogliere le informazioni in merito alla stima delle quantità emesse dalle principali sorgenti naturali e antropiche, presenti sull'intero territorio regionale. La versione più aggiornata di questa ricca base dati, che raccoglie le stime a livello comunale dei principali macroinquinanti derivanti dalle attività naturali ed antropiche, è relativa al 2016 ed è la quarta prodotta (le altre sono del 2001, 2005 e 2011).

A livello comunale il macrosettore legato al trasporto stradale è il più rilevante per quanto riguarda CO (81% del totale) e particolato (39% per il PM10 e 35% per il PM2.5), e rappresenta il 40% delle emissioni totali di ossidi di azoto; per questi ultimi il contributo più rilevante è dato dalle attività legate ad altre sorgenti mobili che comprende porto ed aeroporto, entrambi insistenti sul comune di Genova. Queste attività, nel macrosettore "altre sorgenti mobili", producono anche il maggior contributo per gli ossidi di azoto (55%) e per il PM2.5 (41%).

4.8. Rumore e Vibrazioni

4.8.1. Rumore

4.8.1.1 Ambiente terrestre

Il Comune di Genova si è dotato di Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA)¹⁷, approvato con Delibera della Giunta Provinciale n° 234 del 24/04/02, ai sensi della Legge Regionale n° 12 del 20 Marzo 1998.

Come si osserva nella seguente Figura, le aree del Porto Antico sino alla foce del Torrente Bisagno ricadono in Classe IV (aree di intensa attività umana) e per tratti limitati in Classe III (aree di tipo misto), mentre la maggior parte delle aree portuali (incluse le dighe foranee) rientra nella classe VI, la meno restrittiva.

¹⁷<http://geoserver.comune.genova.it/acustica/>

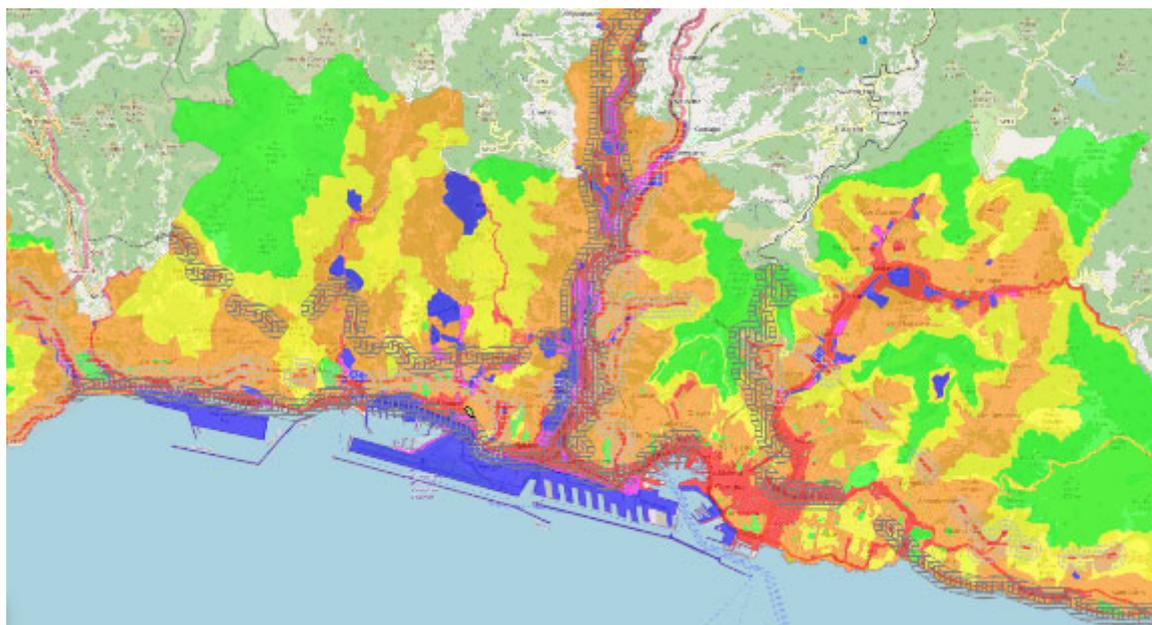


FIGURA 4-18 - PLANIMETRIA DI INSIEME DEL PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL COMUNE DI GENOVA

Classificazione acustica del territorio			Limiti di					
Classi di destinazione d'uso del territorio			immissione		emissione		qualità	
	Classe	Tipologia	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
VERDE	I	aree particolarmente protette	50	40	45	35	47	37
GIALLO	II	aree ad uso prevalentemente residenziale	55	45	50	40	52	42
ARANCIONE E	III	aree di tipo misto	60	50	55	45	57	47
ROSSO	IV	aree di intensa attività umana	65	55	60	50	62	52
VIOLEA	V	aree prevalentemente industriali	70	60	65	55	67	57
BLU	VI	aree esclusivamente industriali	70	70	65	65	70	70

FIGURA 4-19 - LEGENDA DEL PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL COMUNE DI GENOVA

Per la caratterizzazione locale del clima acustico, si è fatto riferimento in questa sede ai rilievi eseguiti nell'ambito di un'altra attività di progettazione¹⁸, che possono essere

¹⁸Comune di Genova. Sistema degli assi di forza per il trasporto pubblico locale (rete filoviaria e strutture connesse). Progetto Definitivo (in corso)

considerati rappresentativi delle aree a terra prossime all'area di intervento e di classi omogenee di recettori e di suolo urbano.

Si tratta di 15 rilievi acustici realizzati con un fonometro integratore di classe 1 montato su cavalletto di tipo fotografico posizionato a lato strada in corrispondenza del marciapiedi o in facciata ai fabbricati, e comunque a piano strada, e mantenuto in postazione per un periodo di 15 minuti.

4.8.1.2 Ambiente marino costiero

Il rumore subacqueo è caratterizzato attraverso la stima dei livelli sonori (*Sound Level*, L) che sono delle quantità espressi in decibel (dB).

Un suono emesso da una sorgente in ambiente marino può propagarsi attraverso l'acqua sia direttamente, sia attraverso riflessioni multiple tra la superficie ed il fondale.

Il decadimento del suono è strettamente correlato alla morfologia del fondale e alle caratteristiche chimico-fisiche della massa d'acqua, nonché alle caratteristiche della sorgente.

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da un fondale incoerente, che dovrebbe favorire rispetto al caso di fondali coerenti di tipo roccioso il meccanismo di assorbimento delle onde acustiche. In mare, la propagazione e l'attenuazione del rumore sono condizionate da molti fattori, tra i quali le variazioni o le condizioni di disomogeneità della temperatura, della salinità dell'acqua e della profondità.

Allo stato attuale non è disponibile una rete di monitoraggio del rumore sottomarino attraverso la quale caratterizzare lo stato ex ante dell'area di progetto.

4.8.2. Vibrazioni

4.8.2.1 Ambiente terrestre

Per quanto riguarda le vibrazioni, non esiste un quadro conoscitivo per lo stato attuale, dal momento che tipicamente si tratta di un parametro per il quale vengono effettuate specifiche campagne di monitoraggio solo in concomitanza della realizzazione di nuove infrastrutture in grado di generare emissioni importanti.

L'intensità delle vibrazioni dipende dalla tipologia della sorgente, dalla distanza sorgente-recettore, dalle caratteristiche geomorfologiche del terreno e dalle caratteristiche del recettore (ad es. nel caso di edifici, dalle caratteristiche strutturali).

Per quanto riguarda gli effetti, le vibrazioni negli edifici e il possibile rumore dovuto ad esse possono costituire un disturbo per le persone esposte e, se di intensità elevata, possono arrecare danni architettonici o strutturali.

4.8.2.2 Ambiente marino costiero

Le considerazioni riportate al Paragrafo precedente possono essere ritenute valide anche per l'ambiente marino costiero, dal momento che non esiste un quadro conoscitivo per lo stato attuale.

Per quanto riguarda gli effetti, le vibrazioni immesse in mare per il possibile rumore dovuto ad esse possono costituire un disturbo per la fauna ittica e per i mammiferi e rettili marini.

4.9. Aspetti paesaggistici

È stata condotta una disamina dettagliata del quadro paesaggistico dell'area vasta di indagine, considerando tutti gli strumenti di pianificazione che insistono sul territorio e fornendo un quadro d'insieme della zona portuale e della città di Genova per individuare gli elementi caratterizzanti il paesaggio sia antropizzato che naturale.

Nel prospetto schematicizzato nel seguito si mettono in evidenza gli elementi storico-insediativi individuabili nell'ambito e situati tra la Val Polcevera e la Val Bisagno: la corona dei forti posti lungo la fascia collinare, la Lanterna, la Basilica di Carignano, il porto antico e la diga foranea con il faro di ingresso al porto. Oltre a questi elementi, si nota un altro aspetto che caratterizza fortemente i luoghi: l'orografia movimentata, articolata in rilievi e valli che, dalle spalle della città, scende verso il mare.

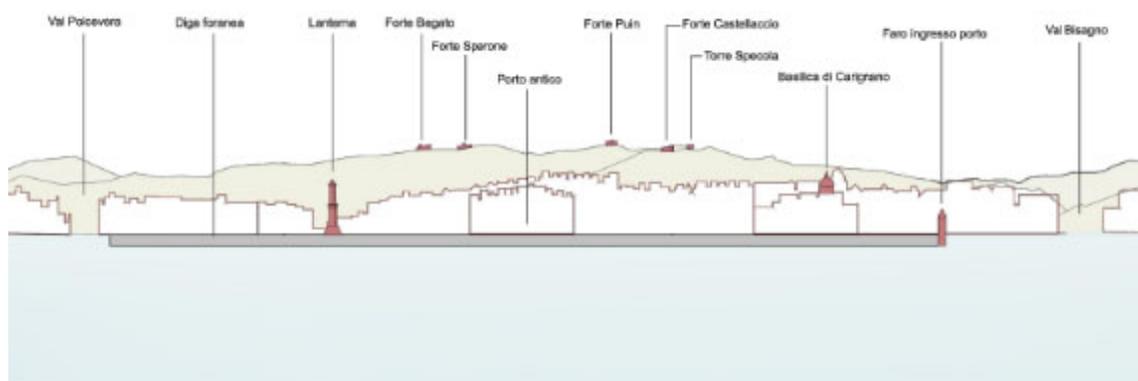


FIGURA 4-20 - PROSPETTO DELL'AREA DI INTERESSE VISTA DAL MARE

Nel quadro generale, specifica importanza è rivestita dagli elementi infrastrutturali che sono massicciamente presenti sul territorio e che, anche in ragione dell'elemento

morfologico, hanno particolare disegno e assetto. Si tratta dei tracciati autostradali e ferroviari, insieme con le presenze più marcatamente attestate lungo la costa: l'area a servizio aeroportuale, l'area ex ILVA, il porto imbarcazioni, il porto antico, l'area fiera.

Emerge così con evidenza il rapporto dell'area aeroportuale e portuale con il resto dell'ambito. Si notino le grandi infrastrutture del porto che in alcuni tratti sono in stretto rapporto con altre infrastrutture, come la metropolitana che ne costeggia un tratto e la ferrovia (che addirittura entra all'interno dell'area ex ILVA e del porto imbarcazioni).

L'ultimo aspetto che viene preso in considerazione nella lettura dei caratteri dei luoghi è costituito dalla visibilità e dalla percepibilità.



	Ambito di analisi		Fotografie punti significativi
	Ambito di progetto		Fotografie punti panoramici
	Visibilità della diga alta		Fotografie da edifici storici
	Visibilità della diga media		Fotografie dai forti
	Visibilità della diga bassa		

FIGURA 4-21 - LA MAPPA DI INTERVISIBILITÀ TEORICA (MIT)

Grazie alla mappa sopra riportata è possibile individuare alcuni punti di osservazione, rivolti verso la diga esistente, considerati particolarmente rappresentativi per il contesto geografico analizzato. Si individuano, quindi, le aree dalle quali la visibilità della diga è alta, media o bassa.

Si riporta a titolo di esempio la foto dalla Lanterna verso levante, sito dal quale la diga è visibile.



FIGURA 4-22 - FOTO DALLA LANTERNA VERSO LEVANTE

Attraverso le letture e le analisi effettuate è possibile effettuare una sintesi che permette di individuare vulnerabilità e resilienze che caratterizzano l'ambito.

Lo scopo è quello di comprendere il ruolo dell'intervento di progetto nel contesto dell'ambito di analisi.

Si riporta nel seguito l'estratto della suddetta tavola.

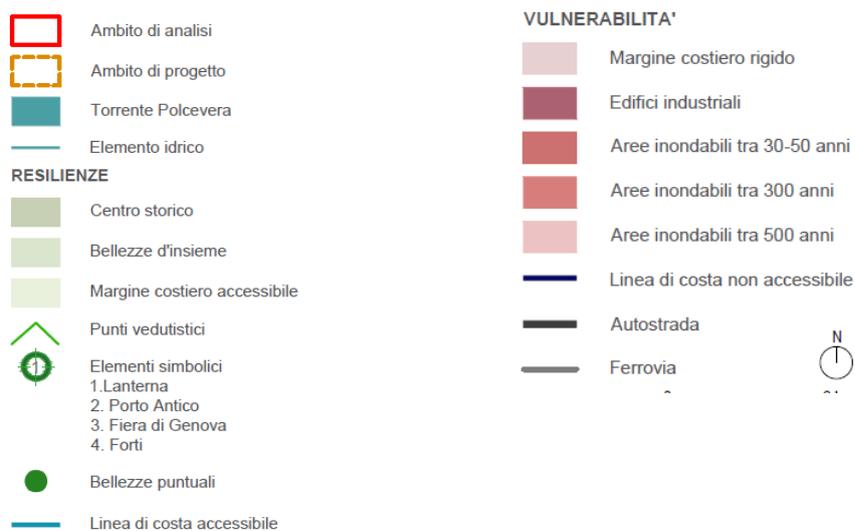


FIGURA 4-23 - LA MAPPA DELLE VULNERABILITÀ E DELLE RESILIENZE

L'ambito è quindi caratterizzato da un margine costiero rigido ed impermeabilizzato e da edifici industriali distribuiti lungo la costa e lungo i torrenti: questi sono gli elementi che costituiscono le principali vulnerabilità. Le resilienze, invece, sono principalmente le bellezze d'insieme, le bellezze puntuali e in generale gli elementi testimoniali dei valori simbolici del luogo, come la Lanterna, il Porto Antico, i Forti e la Fiera.

Riguardo l'area strettamente interessata dalle opere, essa presenta un carattere prevalentemente vulnerabile, poiché una sua porzione consistente fa parte proprio del margine costiero rigido cui si è fatto cenno.

5. ANALISI DEI PRINCIPALI IMPATTI NELLA FASE DI REALIZZAZIONE

5.1. Popolazione e salute umana

Per questa componente ambientale si fa qui riferimento ai potenziali impatti in fase di costruzione sull'operatività portuale e sulla sicurezza della navigazione. Per quanto riguarda i possibili impatti sulla popolazione umana dovuti alle emissioni in atmosfera e alle emissioni sonore, si rimanda ai Paragrafi 5.7 e 5.8.

I potenziali impatti sulle attività produttive portuali sono riferibili in particolare ai primi 3 anni di costruzione della nuova diga, quando è prevista l'esecuzione in parallelo, con mezzi marittimi, di numerose attività nel tratto centrale e di levante di Sampierdarena: il consolidamento dei fondali, la formazione dell'imbasamento, i dragaggi, la posa dei cassoni e della sovrastruttura, la demolizione delle mantellate della diga esistente. La prefabbricazione dei cassoni in c.a., effettuata esternamente alle aree di Sampierdarena e del Porto Antico, non interferirà con il traffico navale e le operazioni in banchina.

Durante la costruzione potranno essere utilizzati gli accessi e i canali esistenti, in particolare quello principale di levante. I terminali di Sampierdarena potranno continuare ad operare anche durante le fasi di demolizione delle strutture della diga esistente, data la ridotta distanza di sicurezza richiesta per gli esplosivi depotenziati che si prevede di impiegare. Queste demolizioni, inoltre, sono previste quando buona parte della nuova diga foranea sarà già stata costruita, così da offrire sufficiente protezione dalle onde ai bacini e alle banchine portuali.

Si ritiene pertanto che i potenziali impatti sull'operatività portuale in banchina e sul transito delle navi durante la costruzione siano limitati in relazione alla programmazione ed agli accorgimenti previsti per la costruzione delle nuove opere.

5.2. Biodiversità

5.2.1. Avifauna

Le attività di cantiere a terra si svolgeranno in un contesto ove già è presente un forte rumore di fondo e le specie presenti non nidificano all'interno delle aree portuali.

Gli individui si allontaneranno dalle aree ove il disturbo è superiore alla propria soglia di tolleranza, spostandosi in aree limitrofe. Il fenomeno sarà dunque temporaneo e, terminate le lavorazioni, la fauna ornitica tenderà a rioccupare le aree una volta che il fattore di disturbo è terminato.

Per quanto riguarda le attività di cantiere a mare, potenziali effetti sull'avifauna possono derivare dall'installazione del parco eolico, a causa di possibili collisioni dovute al progressivo innalzamento delle componenti delle macchine ed ai movimenti delle gru di montaggio.

Considerando che l'area è frequentata prevalentemente da migratrici, il fenomeno potrà essere tenuto sotto controllo, evitando di svolgere tali attività durante il periodo migratorio.

5.2.2. Comunità bentoniche

La sedimentazione agisce come un'importante fonte di stress e disturbo che può incidere sugli organismi bentonici attraverso numerosi meccanismi. I meccanismi e, in particolare, le soglie di sedimentazione o limiti di torbidità da tenere in considerazione per la valutazione di potenziali effetti negativi sono ampiamente discussi in letteratura, e nello Studio di Impatto Ambientale si riporta una dettagliata disamina dei riferimenti più utilizzati tra gli specialisti.

Lo studio di dettaglio effettuato al fine di valutare l'eventuale dispersione e diffusione della torbida a seguito delle attività di cantiere relative a consolidamento del fondale con colonne in ghiaia, rimozione dello scanno di imbasamento della diga attuale e dragaggio ha evidenziato come non ci siano criticità significative collegabili ai valori della concentrazione di sedimenti sospesi che possono potenzialmente raggiungere le aree sensibili ad Est e ad Ovest dell'area di intervento.

L'analisi dei diversi scenari ipotizzati, infatti, ha permesso di stabilire che la generazione (e la successiva migrazione) di una nuvola di torbida sarebbe caratterizzata da concentrazioni di sedimenti sospesi trascurabile rispetto a quelle naturalmente presenti nelle acque (nel caso delle attività di consolidamento e rimozione) e che essa rimarrebbe confinata all'interno dell'area portuale (nel caso delle attività di rimozione e dragaggio) o nel caso dovesse fuoriuscire (nella fase di dragaggio dell'area dell'avamposto e solo in caso di venti provenienti dal settore di Libeccio), i sedimenti sospesi sarebbero comunque dispersi e diffusi velocemente verso la costa, senza la possibilità di raggiungere le aree sensibili più vicine localizzate a Est.

Biocenosi bentoniche di substrato duro

Entrando nello specifico delle principali comunità bentoniche riscontrate nell'area di studio, questa componente rappresenta un valore ecosistemico limitato per quanto concerne le incrostazioni sui massi della mantellata della diga esistente, interessante solo per la componente algale dei primi metri, dove è stata evidenziata la presenza di

Pag. 80 di 137

alghe frondose “habitat-forming” del genere *Cystoseira*. Tuttavia, per quanto di scarso interesse ecosistemico, la rimozione della diga esistente determina una perdita permanente di habitat.

Biocenosi bentoniche di substrato molle

I popolamenti dell’epifauna ed endofauna dei fondi incoerenti dell’area di progetto non rappresentano elementi di pregio dal punto di vista naturalistico e conservazionistico.

Le informazioni, scarse, riportano, inoltre, condizioni pressoché azoiche per i fondali più al largo, corrispondenti alla posizione della nuova diga da realizzare.

Tuttavia, le lavorazioni previste per lo smantellamento della diga, il posizionamento della nuova e per i diversi dragaggi previsti saranno in grado di disturbare temporaneamente i popolamenti bentonici di substrato molle.

5.2.3. Fanerogame marine

Tra le principali minacce per le praterie di *Posidonia oceanica* vi sono la sottrazione di habitat lungo la fascia costiera e l’aumento della concentrazione di sedimenti, materia organica e nutrienti nelle acque.

Le fanerogame marine sono oggetto di numerose linee guida generali redatte nel quadro di convenzioni internazionali specifiche per interventi di dragaggio o deposizione di sedimenti in mare.

L’importanza di salvaguardare le praterie a fanerogame e, nello specifico, di *Posidonia oceanica*, deriva soprattutto dal fatto che queste sono comunemente ritenute “key species” il cui impatto sull’ecosistema è molto grande, più di quanto ci si aspetterebbe in proporzione alla loro estensione (Bond, 2001).

Considerando la tipologia dell’opera da realizzarsi, la letteratura scientifica si focalizza su due principali possibili impatti sulle praterie: il seppellimento delle piante a seguito di un eccesso di sedimentazione e l’incremento della torbidità con la possibile riduzione della radiazione luminosa in profondità, necessaria alla pianta per dar corso ai processi fotosintetici.

Considerando le metodologie di realizzazione previste per l’opera e la distanza cui si collocano le praterie oggetto di attenzione, sono al momento da escludere aspetti relativi all’incremento della concentrazione dei nutrienti nella colonna d’acqua o di erosione al fondo.

Tenuto conto dei dati di letteratura esistenti per l'area dell'intervento e di quelli delle stazioni di monitoraggio prossime all'area di interesse (GEP2, POL1, POL2, VAG1, VAG2) relative alla rete regionale di monitoraggio dell'ecosistema marino, anche considerando le diverse condizioni meteo marine medie nell'arco dell'anno o a seguito di eventi meteomarini, i valori soglia degli indicatori presi in considerazione per la valutazione degli impatti sulla componente possono essere così riassunti:

- condizioni di bianco mediamente inferiori a 2-3 ntu;
- condizioni di torbidità massima attorno a 10 ntu;
- ripristino delle condizioni di bianco dopo 18-24 ore dalla fine del fattore perturbativo.

Per la valutazione degli impatti si è tenuto conto anche dello stato ecologico più recente delle praterie più vicine all'opera, valutato nei monitoraggi di ARPAL, e dello studio "Analisi modellistiche per la propagazione di torbidità nelle acque marine costiere" del presente progetto. In particolare, le conclusioni di quest'ultimo rapporto evidenziano che la configurazione da progetto non modifica sostanzialmente i flussi della corrente locale e di conseguenza i flussi di trasporto dei sedimenti lungo la costa e verso le aree sensibili, al punto che l'incremento della torbidità rimane sostanzialmente circoscritto alla zona del porto, con valori paragonabili a quelli della torbidità naturale delle acque.

Dal momento che le lavorazioni più gravose avverranno con la presenza o dell'attuale diga (configurazione geometrica attuale) o della nuova diga (configurazione geometrica di progetto), la dispersione all'esterno del porto dei sedimenti fini risulta molto limitata.

5.2.4. Mammiferi marini e rettili marini

I potenziali effetti indotti dalla fase di cantiere sui mammiferi e rettili marini sono trattati al Paragrafo 5.8.

5.2.5. Fauna ittica

La nota ricchezza della fauna ittica ligure, descritta nei paragrafi precedenti, oltre che ad una serie di favorevoli condizioni dell'ambiente naturale, è anche dovuta alla presenza di strutture artificiali, come la diga oggetto del progetto, che hanno assolto a funzioni di nursery e miglioramento della biodiversità e del pescato, contribuendo al ripristino degli habitat persi per via delle attività umane.

Gli effetti del progetto nei confronti dei pesci durante la fase di realizzazione corrispondono quindi all'eliminazione fisica della diga esistente, dove la mantellata offre condizioni di nursery, riparo e di alimentazione per numerose specie, alcune delle

quali sono state evidenziate come di un certo interesse, pur se non di tipo conservazionistico, e che saranno costrette ad abbandonare tane e aree di pascolo e cattura. Occorre inoltre sottolineare la presenza di una cumulatività dell'alterazione, dal momento che le lavorazioni prevedono il passaggio di numerosi mezzi nautici e lo smantellamento anche mediante utilizzo di cariche esplosive non detonanti, le quali possono portare alla morte di un certo numero di esemplari e incentivare l'allontanamento di altri.

5.3. Suolo

Nella fase di realizzazione, gli impatti potenziali sulla componente in esame sono riferibili all'approfondimento dei fondali nel bacino di Sampierdarena e nell'avamposto.

L'attività determina una progressiva variazione delle caratteristiche morfologiche dei fondali e una possibile variazione della qualità dei sedimenti e delle acque marino costiere, quest'ultima in relazione alla potenziale protrazione di torbidità (si veda in proposito il Paragrafo 5.6.2).

Riguardo alla qualità dei sedimenti, in base alla specifica attività di caratterizzazione in corso di esecuzione sarà possibile rimuovere eventuali "spot" di contaminazione contribuendo a migliorare la qualità ambientale. In assenza ad ora di dati puntuali, non appare ragionevole una valutazione più circostanziata dell'eventuale impatto potenziale.

Per la variazione delle caratteristiche morfologiche, considerato che l'approfondimento dei fondali in fase di esecuzione rappresenta una condizione di transizione temporanea tra quella attuale e quella di esercizio, si è ritenuto ragionevole non effettuare la valutazione degli impatti in fase di realizzazione concentrando l'analisi alla fase di esercizio.

5.4. Geologia

La prima attività di costruzione della nuova diga consisterà nel consolidamento con colonne in ghiaia dei terreni di fondazione, al fine di fornire adeguata stabilità alla nuova struttura. Tale attività costituisce una modifica locale dell'assetto stratigrafico; sarà svolta progressivamente, lungo lo sviluppo planimetrico della nuova diga ed interesserà solamente l'ingombro in pianta della stessa.

Trattandosi di un'attività progressiva, può essere ritenuta come una condizione intermedia con quella di esercizio; la modifica dell'assetto stratigrafico durante la fase di costruzione è dunque di transizione tra la configurazione nello stato attuale e quella di

esercizio. Pertanto, si è ritenuto ragionevole non effettuare valutazione degli impatti in fase di realizzazione concentrando l'analisi alla fase di esercizio.

5.5. Acque dolci superficiali

Per quanto attiene le acque dolci superficiali, non sono prevedibili impatti sulla qualità delle acque, in quanto tutte le lavorazioni saranno eseguite a mare e non prevista l'installazione di aree di cantiere in prossimità dei corsi d'acqua che insistono sull'area portuale di Genova (Torrente Polcevera e Torrente Bisagno in primis).

In termini di effetti potenziali sulle caratteristiche idrodinamiche delle foci e sulla conseguente sedimentazione nel bacino portuale, si tratta sostanzialmente di una condizione intermedia con la fase di esercizio, indotta dalla progressiva realizzazione della nuova diga e dalla progressiva demolizione dei tratti di diga esistente.

5.6. Acque marino costiere

5.6.1. Qualità delle acque

Per quanto attiene le acque marino costiere, le lavorazioni più critiche sono costituite dal consolidamento dei fondali, dalla movimentazione del materiale sciolto (pietrame) e dalla presenza dei mezzi e macchinari d'opera, che possono determinare la sospensione di materiale fine ed il potenziale aumento della torbidità nella colonna d'acqua, così come descritto nel paragrafo seguente.

Per il rilascio accidentale di sostanze pericolose dai mezzi e macchinari d'opera, si ritiene che l'utilizzo di mezzi recenti ed adeguatamente gestiti e mantenuti e l'implementazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento del Piano di Gestione Ambientale del Cantiere, consentiranno di tenere sotto controllo il fenomeno.

5.6.2. Propagazione della torbidità

Le lavorazioni previste per la realizzazione delle nuove opere, che richiedono la movimentazione di materiali sciolti in ambiente marino, possono determinare la messa in sospensione dei sedimenti più fini presenti sul fondo e generare delle nuvole di torbida che possono interessare le aree sensibili limitrofe al porto. In particolare, sono state prese a riferimento le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) più prossime al porto, ubicate rispettivamente 2 km ad Est della Bocca di Levante ("Fondali Boccadasse - Nervi") e 10 km ad Ovest della Bocca di Ponente ("Fondali Arenzano - Punta Ivrea") e le spiagge "cittadine" localizzate sia a Levante (spiagge di Albaro e Quarto dei Mille), sia a Ponente (spiaggia di Voltri) del porto stesso.

Le lavorazioni in oggetto riguardano: i) il consolidamento del fondale, che prevede la formazione uno strato di ghiaia necessario per la successiva posa in opera dei materiali sciolti che andranno a formare lo strato di imbasamento (scanno) dei cassoni che costituiranno la nuova diga foranea, ii) la rimozione dello scanno di imbasamento su cui è imbasata la diga attuale.

A queste lavorazioni, si aggiunge il dragaggio del Bacino Sampierdarena e dalla zona dell'avamporto di Levante che sarà effettuata prima della realizzazione della diga in progetto e della rimozione della diga attuale.

L'attività di consolidamento del fondale, che interessa un tratto di mare esterno al porto, prevede lo sversamento di materiale ghiaioso direttamente dalla superficie del mare con l'utilizzo di mezzi marittimi che rilasciano il materiale verso il fondo. Questa azione provoca la generazione (e la successiva propagazione ad opera delle correnti) di una nuvola di torbida. La concentrazione dei sedimenti in sospensione risulta tuttavia praticamente trascurabile rispetto alla torbidità naturale delle acque. Di conseguenza questa attività ha un impatto negativo trascurabile sulle acque marine costiere (si veda a titolo di esempio Figura 5-1).

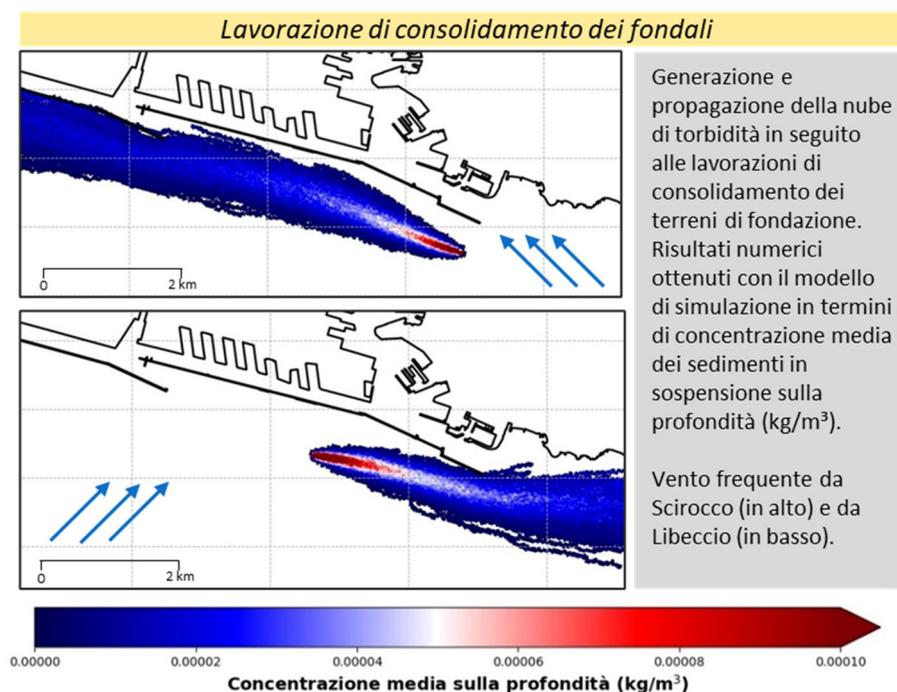


FIGURA 5-1 - ESEMPIO DELLA GENERAZIONE E PROPAGAZIONE DELLA NUVOLA DI TORBIDITÀ GENERATA DALLE ATTIVITÀ DI CONSOLIDAMENTO DEI FONDALI OTTENUTA CON UN MODELLO DI SIMULAZIONE IN PRESENZA DI CONDIZIONI DI VENTO FREQUENTI DA SCIROCCO E DA LIBECCIO

L'attività di rimozione dello scanno di imbasamento della diga esistente verrà effettuata con un mezzo marittimo che asporterà meccanicamente gli elementi dello scanno.

Questa azione provoca una nuvola di torbida caratterizzata da valori di concentrazione dei sedimenti in sospensione superiori a quelli ottenuti per l'attività di consolidamento. In questo caso però le lavorazioni, al contrario di quelle per il consolidamento, vengono effettuate dopo la realizzazione della nuova diga foranea e ricadono pertanto all'interno del nuovo bacino portuale.

La nube di torbida rimane quindi confinata all'interno dell'area portuale e i sedimenti messi in sospensione tendendo a risedimentare all'interno del bacino. Solo in presenza di venti da Scirocco una limitata quantità dei sedimenti messa in sospensione può essere dispersa all'esterno del porto verso Ovest, con concentrazioni comunque molto ridotte, ad opera delle correnti che si generano nel porto, secondo le modalità analizzate per i processi di ricambio idrico portuale e influenza sulle coste adiacenti illustrati in seguito. Di conseguenza anche questa attività presenta un impatto localizzato all'ambito portuale e pertanto non rilevante per le acque marine costiere (vedi Figura 5-2).

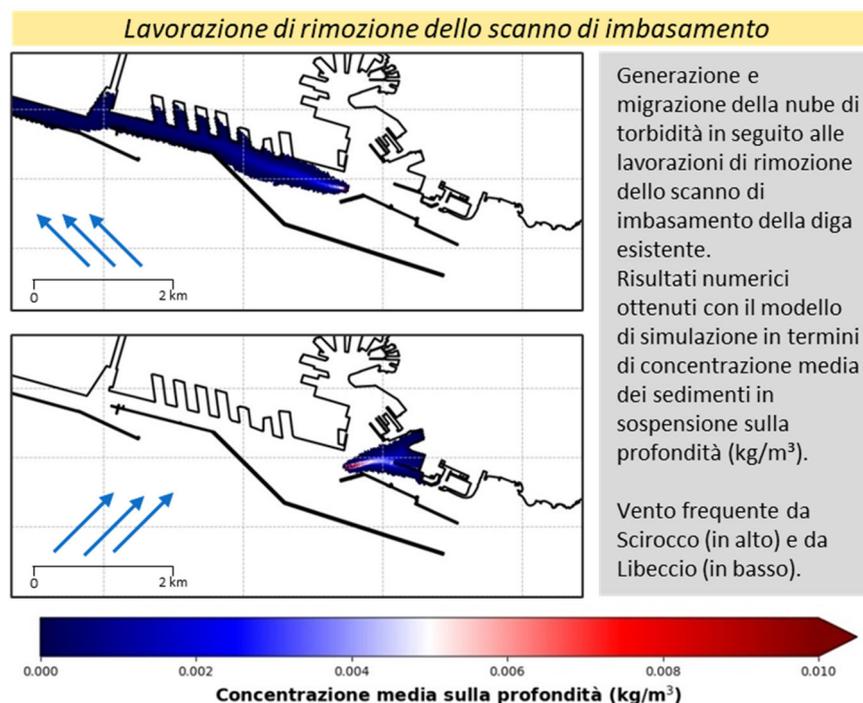


FIGURA 5-2 - ESEMPIO DELLA GENERAZIONE E PROPAGAZIONE DELLA NUVOLA DI TORBIDITÀ GENERATA DALLE ATTIVITÀ RIMOZIONE DELLO SCANNO DI IMBASAMENTO DELLA DIGA ESISTENTE OTTENUTA CON UN MODELLO DI SIMULAZIONE IN PRESENZA DI CONDIZIONI DI VENTO FREQUENTI DA SCIROCCO E DA LIBECCIO

L'attività di dragaggio per l'approfondimento dei fondali verrà svolta con tecniche di scavo meccaniche che prevedono l'utilizzo di grappi o benne per prelevare i sedimenti dal fondo. L'azione della testa dragante, di conseguenza, provoca durante le lavorazioni una nuvola di torbida che presenta una concentrazione superiore rispetto alle lavorazioni di consolidamento dei fondali e di rimozione dello scanno di imbasamento della diga attuale.

Tuttavia, l'impatto di queste lavorazioni rimane comunque limitato all'ambito portuale in quanto le concentrazioni dei sedimenti in sospensione si riducono a valori accettabili già a breve distanza dalle aree di dragaggio.

Solo nel caso di venti provenienti dal settore di Libeccio i sedimenti messi in sospensione durante le attività di dragaggio dell'attuale imboccatura di Levante possono propagarsi al di fuori dell'area portuale verso Est; la nuvola di torbidità, però, non riesce a raggiungere le aree di interesse ambientale poste più a Levante.

Al fine di limitare la propagazione della torbida all'esterno del porto si è verificato che l'impiego di una draga meccanica ambientale riesce a ridurre drasticamente la quantità

di materiale messa in risospensione, riducendo di conseguenza eventuali impatti sulle coste adiacenti (si veda a titolo di esempio il confronto mostrato nei riquadri inferiori di Figura 5-3).

In generale le draghe meccaniche ambientali sono dotate di accorgimenti tecnici e di sistemi di monitoraggio delle azioni di apertura e chiusura della testa dragante che permettono di ridurre la risospensione dei sedimenti dal fondo e le perdite di sedimento asportato dal grappo in fase di risalita lungo la colonna d'acqua.

Per la valutazione degli impatti dovuti alle lavorazioni in oggetto è stato applicato un complesso modello di simulazione matematico, in grado di riprodurre l'effetto delle modalità operative previste per le attività di movimentazione dei sedimenti (rimozione, consolidamento e dragaggio).

L'evoluzione spazio-temporale della nuvola di torbidità, in accordo con le linee guida dell'ISPRA, è stata quantificata tramite l'analisi del percorso di una serie di traccianti passivi trasportati da un campo di corrente predeterminata.

Sono stati riprodotti diversi scenari per un totale di 40 simulazioni numeriche. Sono state prese in considerazione due condizioni di vento, provenienti dal settore di Libeccio e dal settore di Scirocco, caratterizzate da intensità del vento che rappresentano condizioni frequenti e rare per il sito di Genova.

Per ogni lavorazione sono state riprodotte tre diverse aree in cui avvengono le attività di lavorazione con l'obiettivo di identificare le condizioni peggiori rispetto alla propagazione della nube di torbida.

La ricostruzione ha tenuto conto delle caratteristiche non deterministiche del processo di diffusione della nube di torbida, anche lungo la direzione verticale, in proporzione all'intensità delle correnti responsabili della dispersione dei sedimenti sospesi.

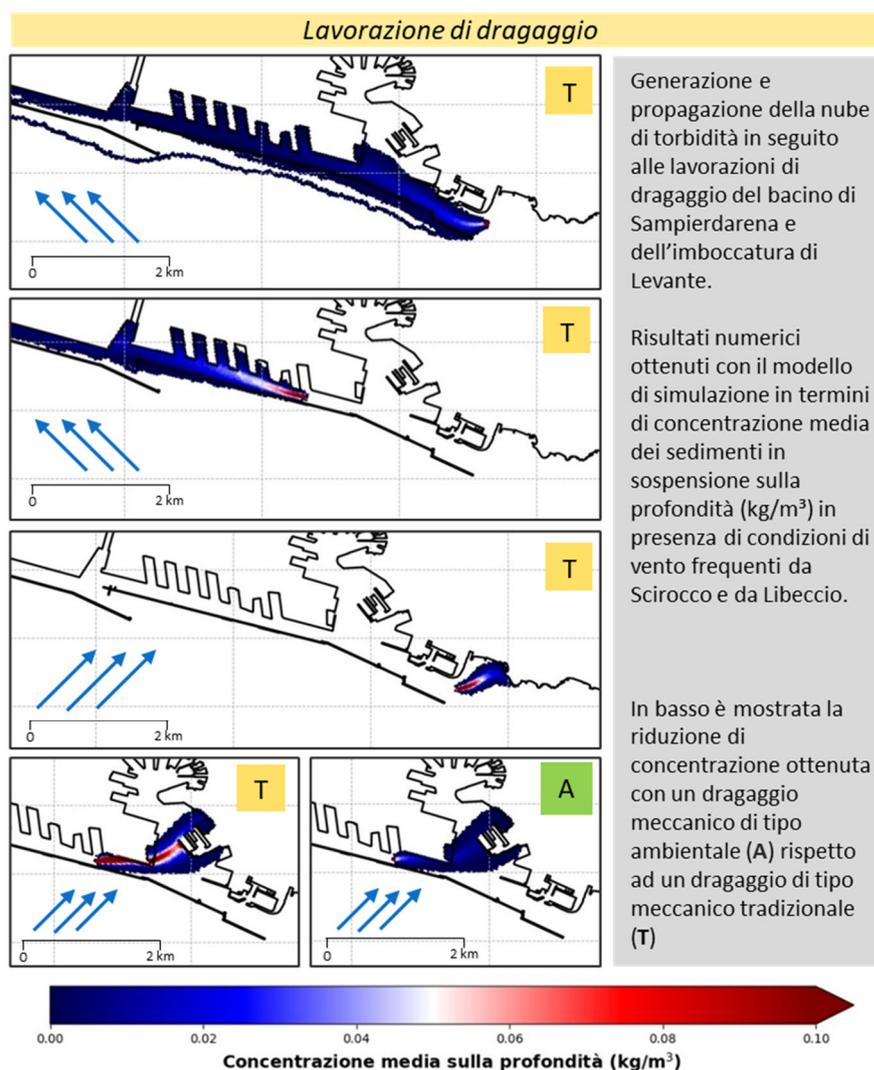


FIGURA 5-3 - ESEMPIO DELLA GENERAZIONE E PROPAGAZIONE DELLA NUVOLA DI TORBIDITÀ GENERATA DALLE ATTIVITÀ DRAGAGGIO OTTENUTA CON UN MODELLO DI SIMULAZIONE IN PRESENZA DI CONDIZIONI DI VENTO FREQUENTI DA SCIROCCO E DA LIBECCIO.

L'applicazione del modello di simulazione ha permesso di valutare anche l'entità della deposizione sul fondo dei sedimenti in risospensione.

Le simulazioni non hanno tenuto conto dell'effetto di risospensione (cioè di generazione della torbida) legato alla presenza delle eliche dei mezzi marittimi poiché, in ragione delle elevate profondità (superiori ai 15 m in tutte le aree di intervento) e del limitato pescaggio dei mezzi marittimi impiegati, tale contributo risulta del tutto trascurabile.

È importante osservare che gli effetti negativi delle lavorazioni previste per il consolidamento dei fondali, per la rimozione dello scanno della diga esistente e per il dragaggio, anche se potenzialmente cumulabili tra loro, sono di durata limitata e

risultano reversibili nel tempo. Considerato inoltre che gli effetti delle lavorazioni risultano significativi solo a scala locale è atteso un impatto basso sulle acque marino costiere.

Come indicato in seguito tra le misure di mitigazione da adottare si ritiene necessario che il dragaggio meccanico venga effettuato mediante l'utilizzo di una benna ambientale, la quale nella presente situazione consente di ridurre considerevolmente i valori di concentrazione massimi attesi dei solidi risospesi.

5.7. Aria e clima

5.7.1. Area di indagine

Per la caratterizzazione dell'impatto atmosferico dei cantieri di realizzazione della nuova diga foranea di Genova, è stata considerata un'area di indagine, o dominio di calcolo, costituita dal quadrato di 15 x 7 km², rappresentato dal rettangolo rosso nella Figura seguente.

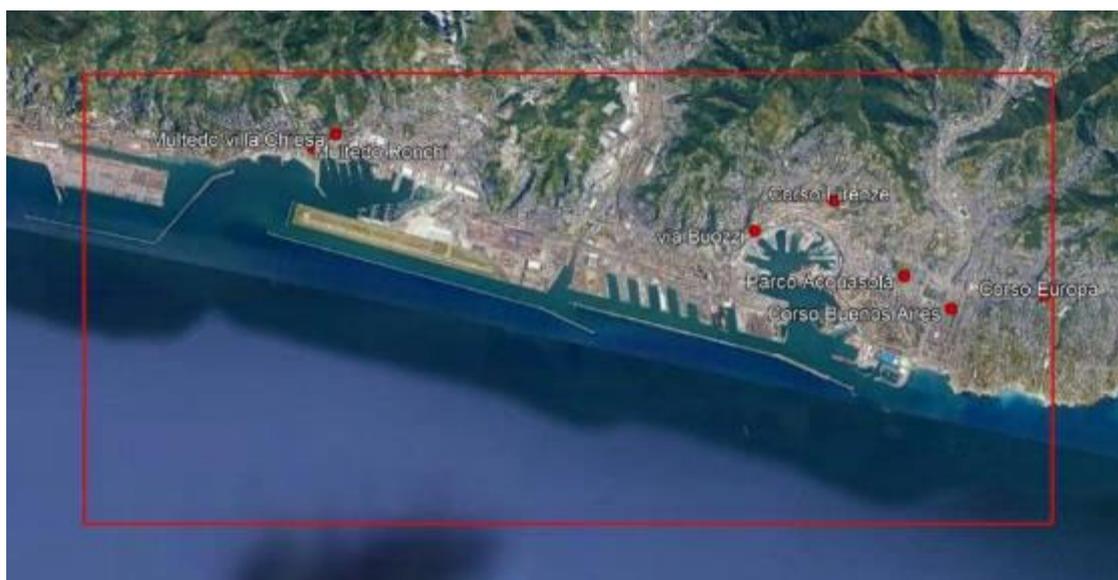


FIGURA 5-4 - DOMINIO DI CALCOLO PER LA SIMULAZIONE DELL'IMPATTO IN FASE DI CANTIERE

Data la natura del territorio in cui si collocherà il cantiere per la realizzazione dello studio richiesto viene utilizzata la suite modellistica ARIA Impact 3D che include il modello lagrangiano a particelle SPRAY¹⁹ (Tinarelli *et al.*, 1994, 1999, 2019),

¹⁹ Il sistema modellistico è attualmente in dotazione anche a diverse Agenzie Regionali di Protezione dell'Ambiente (ARPA Piemonte, ARPA Valle d'Aosta, ARPA Lombardia, ARPA Friuli-Venezia Giulia, ARPA Lazio, ARPA Molise, ARPA Basilicata, ARPA Puglia, ARPA Calabria) che lo utilizzano per i propri scopi istituzionali

particolarmente adatto a descrivere la dispersione atmosferica in questo tipo di situazioni.

Sono state stimate le emissioni di

- ossidi di azoto;
- particolato;
- monossido di carbonio
- composti organici volatili;
- ossidi di zolfo

prodotte da tutte le operazioni che si svolgono nella Fase A (3730 m + 430 m), che avrà una durata 5 anni, in quanto più lunga e gravosa in termini di lavorazioni rispetto all'altra fase, la Fase B (2130 m e durata 2 anni).

Per le valutazioni sono stati considerati due scenari di riferimento circa le attività di cantiere che verranno eseguite. Un elemento importante da considerare è che in entrambi gli scenari, le attività non coprono tutti i 5 anni previsti, ed anche quelle che si ripetono possono non farlo nello stesso modo impiegando mezzi e tempi diversi.

Per le simulazioni, al fine di essere il più possibile cautelativi, si è deciso di considerare il primo anno di attività, che presenta le emissioni maggiori, sovrapponendo anche attività che sarebbero in realtà consecutive e prendendo in considerazione l'emissione di polveri dalle attività di cantiere legate alla demolizione della diga preesistente.

La figura successiva mostra una schematizzazione delle attività considerate.

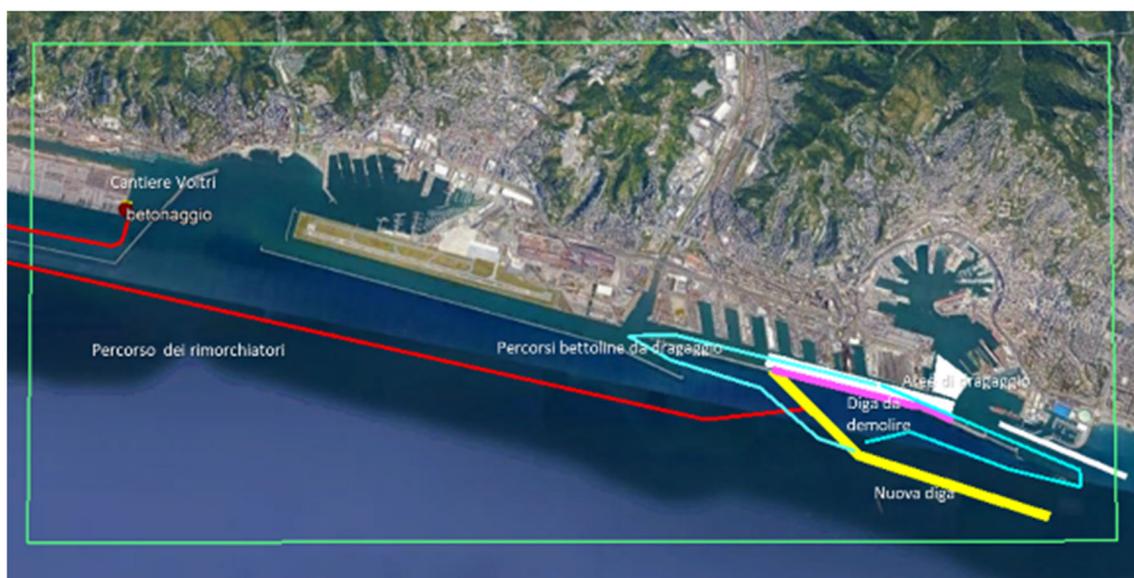


FIGURA 5-5 - SCHEMATIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ CONSIDERATE NELLA SIMULAZIONE E LORO LOCALIZZAZIONE.

I principali risultati della simulazione di dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi nella fase di cantiere vengono mostrate attraverso mappe di isoconcentrazione in prossimità del suolo.

Per tutti gli inquinanti le simulazioni indicano che i valori massimi su tutto il dominio di calcolo risultano essere inferiori ai limiti delineati dalla legislazione italiana.

Si riporta a titolo esemplificativo la Figura seguente che rappresenta il valore medio annuale della concentrazione di NO_x in prossimità del suolo. Nonostante l'approccio cautelativo, i valori delle concentrazioni medie annuali degli ossidi di azoto risultano essere molto al di sotto del limite normativo; il contributo delle attività di cantiere sulle aree urbanizzate della città di Genova risulta essere sempre inferiore a 1 µg/m³ e si estendono per non più di 800-900 m verso l'entroterra.

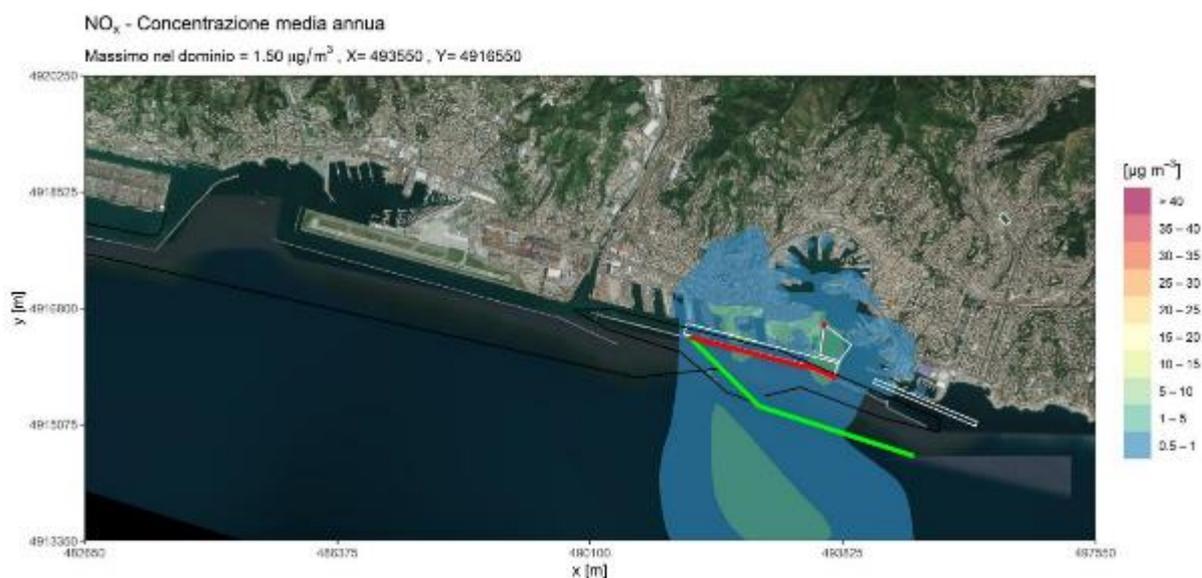


FIGURA 5-6 - CAMPO DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI DI NOX. VALORI SECONDO LA SCALA COLORATA A DESTRA

Per tutti gli indicatori statistici considerati nel SIA relativamente agli inquinanti considerati, la seguente Tabella riassume i valori massimi nel dominio, insieme al confronto con i limiti normativi.

TABELLA 5-1 - VALORI DEGLI INQUINANTI MASSIMI NEL DOMINIO DI INTERESSE GENERATI DALLA FASE DI CANTIERE SIMULATA

<i>Inquinante</i>	Indicatore	u.m.	RIF.	Massimo nel dominio
<i>NO_x</i>	media annuale	µg/m ³	40 (per NO ₂)	1.5
<i>NO_x</i>	99.8° percentile delle medie orarie	µg/m ³	200 (per NO ₂)	30.89
<i>SO₂</i>	media annuale	µg/m ³		0.06
<i>SO₂</i>	99.7° percentile delle medie orarie	µg/m ³	350	0.31
<i>SO₂</i>	99.2° percentile delle medie giornaliere	µg/m ³	125	1.13
<i>CO</i>	massimo della media mobile su 8 ore	mg/m ³	10	3.12E-03
<i>NMVOC</i>	media annuale	µg/m ³	5 (per Benzene)	0.07
<i>PM10</i>	media annuale	µg/m ³	40	17.11
<i>PM10</i>	90.4° percentile delle medie giornaliere	µg/m ³	50	31.88
<i>PM2,5</i>	media annuale	µg/m ³	20	8.59

Per gli inquinanti in fase gas, i valori massimi degli indicatori nel dominio risultano essere inferiori almeno di un ordine di grandezza rispetto ai limiti legislativi considerati; l'impatto di questi inquinanti è principalmente legato alle fasi di costruzione della nuova diga e demolizione della diga esistente e alla fase di dragaggio.

Per quanto riguarda invece le polveri, esse mostrano valori massimi dello stesso ordine di grandezza dei limiti considerati, per quanto sempre inferiori. Per questi inquinanti, l'apporto preponderante è dato dall'impianto di betonaggio localizzato a Voltri, il cui contributo rimane comunque molto localizzato.

5.8. Rumore e vibrazioni

5.8.1. Rumore

5.8.1.1 Ambiente terrestre

La determinazione dei livelli di disturbo connessi alla presenza del cantiere è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN sviluppato dalla tedesca Braunstein & Berndt GmbH sulla base sia di standard ISO (e segnatamente della norma ISO 9613) che di altri standards di riferimento utilizzati localmente in paesi diversi.

Sono stati definiti 4 differenti scenari che ben rappresentano le principali attività di realizzazione, atteso che una certa variabilità in funzione delle esigenze di cantiere e delle modalità operative che saranno adottate in fase costruttiva, saranno comunque da tenere in considerazione con eventuali futuri aggiornamenti documentali:

- scenario 1: demolizione della diga esistente;
- scenario 2: costruzione della nuova diga;
- scenario 3: realizzazione del parco eolico;
- scenario 4: prefabbricazione dei cassoni e trattamento (vagliatura e frantumazione) del materiale da demolizione (area di cantiere di Prà-Voltri).

Per ciascun scenario, sono state identificate le sorgenti concorsuali che concorrono alla produzione delle emissioni sonore, ovvero i mezzi e macchinari d'opera coinvolti. Ciascuna sorgente è stata poi caratterizzata attraverso il relativo spettro di emissione sonora espresso in termini di potenza sonora (L_w (dB)), e sono stati definiti i tempi di operatività ed eventuali contemporaneità di azione.

Le sorgenti di rumore rappresentate dai mezzi e macchinari d'opera sono state modellate come sorgenti puntuali, data la loro dimensione rispetto all'estensione complessiva dell'area di cantiere, e sono state collocate in una posizione dell'area di cantiere indicativamente corrispondente alla posizione di massimo impatto in termini di disturbo acustico sui ricettori immediatamente circostanti.

A titolo di esempio, nella seguente Tabella sono riportati, per lo scenario 1, gli spettri di emissione dei mezzi e macchinari d'opera in termini di potenza sonora (L_w (dB)).

TABELLA 5-2 - SCENARIO 1 (DEMOLIZIONE DELLA DIGA ESISTENTE). SPETTRI DI EMISSIONE DEI MEZZI E MACCHINARI D'OPERA IN TERMINI DI POTENZA SONORA (L_w (dB))

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Compressore	94.3	93.1	98.5	97.9	96.7	93.1	91.9	87.2	81.4	74.8
Motopontone	91.5	103.6	100.9	98.4	93.2	90.7	84.5	78.2	74.0	73.9
Pilotina	93.3	100.7	102.2	103.6	102.9	100.4	96.6	91.9	88.3	82.4
Draga	96.6	102.9	105.7	109.6	108.8	104.5	102.1	99.2	96.4	83.1
Esplosivo depotenziato	68.8	65.2	68.5	62.3	60.5	62.5	59.5	57.3	55.1	53.3

I livelli massimi calcolati sono nel complesso abbastanza contenuti; tuttavia, in alcune aree, i valori risultano prossimi ai valori limite del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Genova²⁰ e talvolta li possono superare.

È il caso, ad esempio, dello scenario 4.

Al fine di tenere sotto controllo il fenomeno, nella successiva fase progettuale dovranno essere introdotte barriere fonoassorbenti mobili, che costituiscono tipiche misure di mitigazione di cantiere, attorno alla zona dell'impianto di betonaggio e di frantumazione e vagliatura.

Il possibile superamento dei limiti previsti dal Piano di Classificazione Acustica rappresenta, in ogni caso, una circostanza in linea generale prevedibile ed a carattere temporaneo.

Per le attività di cantiere viene usualmente attivato dalle Amministrazioni un provvedimento di deroga al rispetto dei limiti acustici.

5.8.1.2 Ambiente marino costiero

Mammiferi marini e rettili marini

Secondo una definizione del GESAMP (*Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*; www.gesamp.org), l'inquinamento marino è *l'introduzione diretta o indiretta da parte umana, di sostanze o energia nell'ambiente marino (...) tali da provocare effetti deleteri quali danno alle risorse viventi (...)*". L'inquinamento acustico, causato da un'eccessiva immissione nell'ambiente di suoni e rumori (e quindi di energia) è una delle forme di inquinamento più comuni anche in ambiente marino.

In Italia, non esistono a oggi leggi specifiche (nazionali) per la regolamentazione dell'immissione di rumore in ambiente marino.

Ai fini della valutazione degli effetti della realizzazione della diga oggetto del presente studio, si riporta di seguito la tabella descrittiva delle tipologie di rumore continuo o impulsivo legate alle attività previste dalla realizzazione dell'opera.

²⁰<http://geoserver.comune.genova.it/acustica/>

TABELLA 5-3 - TIPOLOGIE DI RUMORE CONTINUO O IMPULSIVO RISPETTO ALLE ATTIVITÀ PREVISTE

ATTIVITA'	Principale tipologia di rumore				
	Continuo				Impulsivo
	Mezzi navali	Dragaggio	Lavorazioni varie (no infissioni/demolizioni)	Palificazione con vibroinfissore	Esplosioni
Demolizione con esplosivi depotenziati dei tratti di diga esistente	X				X
Rimozione dello scanno di imbasamento	X				
Movimentazione di mezzi e macchinari marittimi (pontoni, bettoline, ecc.)	X		X		
Consolidamento del fondale mediante colonne in ghiaia	X		X	X	
Versamento a mare del materiale sciolto (pietrame) per la realizzazione scanno di imbasamento dei cassoni	X		X		
Spianamento e sagomatura del materiale sciolto (pietrame)	X		X		
Dragaggio del bacino di Sampierdarena e deposito temporaneo materiale nel Canale di Calma e successiva ripresa per affondamento cassoni	X	X	X		
Trasporto dei cassoni, affondamento e riempimento con materiale sciolto	X				
Posa dei massi e delle mantellate	X		X		

Per le attività previste, in base alle caratteristiche acustiche delle sorgenti, è possibile raggruppare le principali fonti di rumore in tre macro-categorie:

- a) movimentazione mezzi navali;
- b) dragaggio;
- c) demolizione con esplosivi.

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'utilizzo di diverse tipologie di imbarcazioni (ciascuna con comportamento acustico differente) in base al tipo di attività, ovvero bettoline, motonavi, motopontoni con/senza gru o betoniera, e rimorchiatori. Le piccole imbarcazioni con motori fuoribordo o entro bordo producono un suono generalmente più alto nella gamma delle medie frequenze (da 1 a 5 kHz), con livelli a sorgente nell'intervallo 150 - 180 [dB re $\mu\text{Pa}\cdot\text{m}$].

I livelli tipici a sorgente per le imbarcazioni di medie dimensioni sono nell'intervallo 165 - 180 [dB re $\mu\text{Pa}\cdot\text{m}$]. La maggior parte del rumore delle navi di medie dimensioni è simile alle imbarcazioni di grandi dimensioni, in quanto la maggior parte dell'energia sonora è a bassa frequenza (<2 kHz).

Per quanto riguarda il dragaggio le misurazioni subacquee del rumore generato dalle navi draganti sono limitate e poche informazioni sono ricavabili dalla letteratura. Oltre al rumore prodotto dalla nave e dai suoi macchinari, i principali processi che contribuiscono alle emissioni acustiche in acqua durante i dragaggi sono: la raccolta, il pompaggio, il trasporto (materiale che viene sollevato dal fondo del mare alla draga) e il deposito (posizionamento di materiale su una chiatta o tramoggia). In generale, il dragaggio produce un suono continuo a banda larga concentrato a frequenze inferiori a 2 kHz.

Le esplosioni subacquee (UNDEX) sono una delle fonti puntiformi più intense di suoni antropici nell'ambiente marino. Il suono delle esplosioni ha caratteristiche impulsive, si propaga equamente in tutte le direzioni e può essere rilevato a grandi distanze, a volte attraverso i bacini oceanici. La propagazione subacquea delle esplosioni è complessa, con un impulso (onda d'urto) iniziale seguito da una successione di impulsi di bolle oscillanti.

La realizzazione dell'opera qui esaminata prevede la demolizione dei corpi della diga foranea, sia fuori dall'acqua che entro acqua, effettuata attraverso l'utilizzo di un sistema esplosivo tipo Autostem. Le cartucce Autostem si basano su una miscela di propellente-ossidante racchiusa in un contenitore tubolare in polimero. Una delle caratteristiche salienti che contraddistinguono le cartucce di tipo Autostem rispetto agli esplosivi convenzionali è il fatto che questi ultimi detonano, mentre le cartucce Autostem deflagrano. Rispetto agli esplosivi tradizionali (effetto di detonazione), la

deflagrazione crea soltanto un aumento di pressione, poiché le velocità di deflagrazione del materiale non è sufficienti a produrre un'onda d'urto supersonica. Tali caratteristiche renderebbero le cartucce Autostem teoricamente meno impattanti acusticamente rispetto gli esplosivi convenzionali; tuttavia, l'assenza di informazioni di letteratura impone una verifica sul campo (con registrazione acustica della deflagrazione di cariche di prova) al fine di valutare l'impatto acustico di questo tipo di cartucce non detonanti.

Nelle successive fasi di progettazione i valori relativi alle principali fonti di rumore subacqueo generato durante le fasi di cantiere distinti per macrofase e tipologia di sorgente saranno verificati e aggiornati in base alle specifiche imbarcazioni e strumenti utilizzati durante i lavori, al fine di determinare i reali livelli sonori ai quali sono esposte le specie target (pesci, mammiferi e rettili marini). Per la fase di demolizione non si dispone attualmente di informazioni sufficienti per poter definire i livelli sonori della deflagrazione delle cartucce tipo Autostem.

L'esposizione al rumore di origine antropica può produrre un'ampia gamma di effetti sugli organismi acquatici, in particolare sui mammiferi marini (vedi Tabella 5-4) (CBD, 2020).

TABELLA 5-4 - POTENZIALI IMPATTI DEL RUMORE SUI MAMMIFERI MARINI (FONTE: BERTOLINI ET AL., 2012; MODIFICATA)

Impatto	Tipo di danno
Fisiologico - Non uditivo	Danni ai tessuti corporei (emorragie interne, rottura del tessuto polmonare). Embolia e altri sintomi legati a manifestazioni assimilabili a malattia da decompressione.
Fisiologico - Uditivo	Danni al sistema uditivo (rottura della finestra ovale o rotonda alla soglia dell'orecchio interno che può risultare letale; rottura del timpano). Effetti vestibolari (vertigini, disorientamento, perdita dell'equilibrio). Diminuzione permanente / temporanea della capacità uditiva (PTS, innalzamento permanente del livello di soglia / TTS, innalzamento temporaneo del livello di soglia).
Legato allo stress	Vitalità compromessa degli individui. Soppressione del sistema immunitario e maggiore vulnerabilità a malattie. Diminuzione del tasso riproduttivo.
Comportamentale	Spiaggiamento. Interruzione di comportamenti abituali (alimentazione, riproduzione, etc.). Perdita di efficienza nell'accoppiamento (richiami meno efficienti) e nell'alimentazione (immersioni meno produttive). Antagonismo nei confronti di altri animali. Allontanamento dall'area (a breve o lungo termine).
Percettivo	Mascheramento dei segnali acustici necessari alla comunicazione con gli altri membri della stessa specie. Mascheramento di altri suoni biologicamente importanti, come quelli emessi dai predatori. Interferenza con la capacità di ecolocalizzazione.
Cronico	Impatti cumulativi e sinergici. Ipersensibilità al rumore. Assuefazione al rumore (gli animali rimangono nelle vicinanze di livelli di suono dannosi).
Effetti indiretti	Degradazione della qualità e della disponibilità di habitat. Disponibilità ridotta di prede.

Le zone teoriche di influenza del rumore subacqueo sui mammiferi marini sono state definite e si basano principalmente sulla distanza tra la sorgente del suono e il ricevitore.

Questo modello è stato ampiamente utilizzato per le valutazioni d'impatto in cui le zone d'influenza del rumore sono determinate sulla base di una combinazione di modelli di propagazione del suono, di misure dirette del livello di pressione sonora e di informazioni sulle capacità uditive delle specie. Tuttavia, il modello fornisce solo una stima molto semplificata e approssimativa delle zone di influenza, poiché il suono

nell'ambiente marino è sempre tridimensionale e subisce fenomeni di interferenza, riflessione e rifrazione che determinano campi sonori molto più complessi.

Per stimare l'impatto del rumore prodotto dalla fase di cantiere sulla componente biologica Mammiferi Marini nell'ambito delle diverse operazioni previste si applicano le metodologie di analisi comunemente impiegate in quest'ambito, seguendo i criteri indicati nella più recente letteratura di riferimento (NMFS, 2018; Southall et al., 2019). Le stime si basano su modellizzazioni in ciascuna frequenza di banda di un terzo di ottava presenti all'interno della SL (*Source Level*) prendendo in considerazione:

- i livelli a sorgente pesati attraverso funzioni di ponderazione specifiche in relazione alle specie di cetacei (Southall et al., 2019);
- le soglie delle specie di cetacei, suddivise in due gruppi uditivi funzionali o *Hearing groups* (LF=*low frequency* e HF=*high frequency*; Southall et al., 2019), in relazione ai diversi rumori impulsivi e continui.

Per valutare gli impatti potenziali di un'attività che produce rumore è necessario quindi stabilire i criteri di esposizione (soglie) per i quali i livelli di pressione sonora possono avere un impatto negativo sulle specie. Con il termine soglia si intende il livello di rumore che non deve essere superato da un'attività per non arrecare disturbo (risposta comportamentale), o provocare cambiamenti irreversibili o reversibili temporanei nella soglia uditiva delle specie target.

I valori di soglia comunemente adottati per i mammiferi marini fanno riferimento alle linee guida NOAA (NMFS, 2014, 2018) e ai lavori di Southall et al. (2007, 2019). I loro criteri sono basati:

- sulle funzioni di pesatura in base alla sensibilità di gruppi uditivi funzionali applicate alle stime di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,24h}$
- su valori soglia di *Sound Pressure Level root mean square* $L_{p,rms}$ in relazione alla risposta comportamentale.

Esaminando i livelli teorici di pressione sonora a sorgente delle fonti di rumore e le soglie è possibile osservare come tutte le sorgenti siano potenzialmente in grado di disturbare (risposta comportamentale) o provocare cambiamenti irreversibili o reversibili temporanei nella soglia uditiva delle specie target. Tale evidenza rende necessario un approccio precauzionale (conservativo) per la definizione delle distanze di influenza del rumore nel range uditivo delle specie target e, di conseguenza, dell'estensione della zona di mitigazione (vedi Capitolo 7).

La realizzazione di campagne di misurazioni acustiche durante le fasi chiave dei lavori è necessaria e imprescindibile per la raccolta di informazioni sui livelli effettivamente riscontrati durante le attività, al fine di stimare le aree di impatto per i mammiferi marini e validare/migliorare il piano di monitoraggio (vedi capitolo 8).

Per quanto riguarda i Rettili marini, è importante ricordare che le tartarughe marine sono sensibili ai suoni a bassa frequenza nell'intervallo da 100 a 1000 Hz, con la massima sensibilità tra 100 e 400 Hz. L'esposizione a lungo termine ad alti livelli di rumore antropico a bassa frequenza in aree costiere, che sono anche loro habitat vitale, può influenzare l'ecologia delle tartarughe, portando all'interruzione di comportamenti chiave come la riproduzione, il foraggiamento o il basking (termoregolazione), o a cambiamenti nel comportamento che compromettono i bilanci energetici.

Gli effetti potenziali per i mammiferi e rettili marini sono legati alla possibilità dell'insorgenza di un danno fisico o disturbo a tali specie e ai loro danni subiti a seguito delle emissioni acustiche subacquee. Considerando le attività di cantiere previste dal progetto, si crede che il rischio dell'insorgenza degli effetti citati sia "Molto Alto". Da questa conclusione è emersa la necessità di prevedere e dunque adottare un complesso di misure di mitigazione ad hoc (vedi paragrafo 5) ed un piano di monitoraggio in grado di controllare l'insorgere di eventuali interferenze negative tra la conservazione delle specie target e le attività di cantiere (vedi capitolo 6) in grado di abbattere significativamente questa forma di impatto.

In più è indispensabile che le attività di demolizione inizino a valle dell'ultimazione della nuova diga foranea, consentendo in tal modo di schermare, almeno parzialmente, la propagazione verso il largo delle onde acustiche impulsive generate dall'utilizzo degli esplosivi. Si ritiene che la sinergia tra la nuova diga e le barriere acustiche, opportunamente progettate e posizionate, possano abbattere in modo significativo i rumori impulsivi conseguenti alle demolizioni.

La messa in opera delle citate mitigazioni, che nelle successive fasi di progettazione dovranno essere ulteriormente dettagliate e concordate con gli Enti preposti, consente di giungere alla valutazione dell'effetto potenziale come "Medio".

Fauna ittica

L'inquinamento acustico, causato da un'eccessiva immissione nell'ambiente di suoni e rumori, e quindi di energia, è una delle forme di inquinamento che interferisce con i pesci ossei (Teleostei). Pur presentando organi di ricezione e di emissione dei suoni

differenti rispetto a quelli dei mammiferi e rettili marini, infatti, anche i Teleostei emettono e percepiscono i suoni per adattarsi al loro ambiente.

La maggior parte degli studi effettuati sulla loro capacità uditiva indica che sono sensibili ai suoni con frequenza compresa tra 100 Hz e 2 kHz e che l'organo principale coinvolto nella ricezione e nella produzione dei suoni è la vescica natatoria o, in sua assenza, ciglia o cellule pilifere dislocate sulla superficie superiore del corpo che si ipotizza funzionino da recettori epidermici per percepire gli stimoli acustici.

Tra le principali fonti di disturbo sonoro correlate alle attività previste si ipotizzano le diverse lavorazioni continue che prevedono l'utilizzo di mezzi marini (bettoline, motonavi, rimorchiatori, navi draganti), le fasi di dragaggio e vibro infissione (realizzazione delle colonne in ghiaia per il consolidamento del fondale) e quelle impulsive con la demolizione mediante utilizzo di esplosivi depotenziati

Non esistono standard nazionali o internazionali o livelli soglia di riferimento comunemente accettati per evitare danni temporanei (TTS) o permanenti (PTS) ai pesci, per cui sono state tenute in considerazione le soglie di rumore proposte da diversi autori.

Le lavorazioni più significative (demolizione e "pile driving"), se realizzate con un approccio di progressività ("soft start"), attuando una serie di mitigazioni e all'interno delle soglie di attenzione previste, potranno avere effetti negativi limitati dal punto di vista del rumore e delle vibrazioni.

Inoltre, l'incremento dei rumori generato anche dalla navigazione dei differenti mezzi nautici che opereranno nell'area di cantiere potrà indurre un allontanamento parziale della fauna ittica, diminuendo la probabilità che si verifichino gli effetti più gravi (morte o lesioni gravi).

Occorre sottolineare la presenza di una cumulatività dell'alterazione, dal momento che le lavorazioni prevedono l'eliminazione fisica della diga esistente, dove la mantellata offre condizioni di nursery, riparo e di alimentazione per numerose specie, alcune delle quali sono da considerare di maggior pregio e che saranno costrette ad abbandonare tane e aree di pascolo e cattura.

5.8.2. Vibrazioni

5.8.2.1 Ambiente terrestre

Per quanto concerne le vibrazioni, la realizzazione della nuova diga avverrà tra 400 e 800 m dall'attuale linea di costa; la quasi totalità delle lavorazioni sarà eseguita da mare e non saranno interessate aree a terra prossime a strutture (edifici, ecc.) e recettori.

5.8.2.2 Ambiente marino costiero

Per la valutazione degli impatti potenziali indotti dall'emissione di onde vibrazionali in mare durante le lavorazioni previste, si rimanda al Paragrafo 5.8.1.2, riferendosi alle onde d'urto indotte dalle emissioni sonore

5.9. Aspetti paesaggistici

Considerando le opere in previsione, si può affermare che, riguardo gli aspetti paesaggistici, non si ravvisano sia per la fase di cantiere che per la fase di esercizio ricadute su elementi storico-insediativi, oltre che sugli elementi morfologici e idrografici.

È invece evidente una ricaduta in termini di percezione visiva: le opere, pur non interessando le altre componenti del quadro paesaggistico, produrranno modifiche dell'assetto attuale, e queste modifiche saranno certamente percepite, pur con diverse modalità a seconda dei punti di osservazione.

L'impatto, quindi, interessa essenzialmente gli aspetti vedutistici.

Per la valutazione delle ricadute dell'impatto visivo sono state appositamente predisposte alcune fotosimulazioni. Si tratta dei punti di osservazione: da via Corsica, da via Righi; da Forte Begato; dalla Lanterna verso levante; dalla Lanterna verso ponente; dal mare, con vista aerea in posizione Sud-Ovest.

Le Tavole indicate accanto ai singoli punti di osservazione si articolano poi in diversi elaborati, ciascuno dei quali riporta immagini che illustrano la situazione dei luoghi al compimento di specifiche fasi di realizzazione.

Le immagini, quindi, permettono valutazioni in merito all'impatto delle opere durante la fase di cantiere e di esercizio.

In generale, durante la fase di cantiere sarà certamente inevitabile percepire sia la consistente presenza dei mezzi e macchinari d'opera che opereranno in loco, sia il progressivo variare della percezione dei manufatti costituenti la diga, via via che,

procedendo i lavori, saranno costruiti i nuovi elementi e saranno demoliti quelli esistenti.

Per tali aspetti non si ravvisano effetti particolarmente negativi: di fatto, i mezzi e i macchinari che opereranno avranno caratteristiche del tutto analoghe a quelle dei mezzi che abitualmente operano nel contesto portuale.

6. ANALISI DEI PRINCIPALI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO

6.1. Popolazione e salute umana

Per questa componente ambientale, si fa riferimento nel seguito ai potenziali impatti in fase di esercizio sull'operatività portuale e sulla sicurezza della navigazione. Per quanto riguarda i possibili impatti sulla popolazione umana dovuti alle emissioni in atmosfera e alle emissioni sonore, si rimanda ai Paragrafi 6.7 e 6.8.

6.1.1. Operatività portuale

Tra i criteri funzionali di progetto è stato previsto che la nuova diga foranea deve assicurare la protezione dal moto ondoso ai fini dell'operatività dei terminali (carico-scarico merci) per onde associate al clima "medio annuale", nonché ai fini dello stazionamento in sicurezza delle navi all'ormeggio in condizioni più estreme (periodo di ritorno 10 anni).

Il rateo di inoperatività ("downtime") per le banchine di Sampierdarena è assunto accettabile se il superamento di un'altezza d'onda limite di 0,5 m si verifica per meno di 150-200 ore/anno (circa il 2% del tempo).

Per lo stazionamento in sicurezza delle navi ormeggiate si considera invece un'altezza d'onda limite di 2,5 m, che non deve essere superata alle banchine in occasione delle mareggiate con possibile ricorrenza decennale.

Le simulazioni matematiche dell'agitazione ondosa interna ai bacini portuali svolte per le configurazioni di fase a) e fase b) della nuova diga dimostrano che i suddetti criteri di progetto sono rispettati. Si sottolinea comunque che la soluzione d'intervento consente l'incremento dei volumi di merci movimentate ai terminali portuali, con un impatto pertanto positivo.

6.1.2. Sicurezza della navigazione

Il livello di sicurezza che la soluzione d'intervento è in grado di garantire alle manovre delle grandi navi portacontainer di progetto è stato analizzato mediante il simulatore navale all'avanguardia dello Ship Simulation Centre di HR Wallingford (Inghilterra).

Il programma delle simulazioni di manovra, concordato con l'Autorità di Sistema, la Capitaneria di Porto e il Corpo Piloti di Genova, ha riguardato diversi scenari di accesso e uscita dai terminali di Calata Bettolo, di Calata Massaua, di Ponte Canepa con riferimento alle relative navi di progetto, in relazione alle diverse soluzioni di intervento

e alle fasi a) e b) di costruzione. Si sono inoltre effettuate una serie di simulazioni di manovre d'emergenza per avaria del motore.

Le simulazioni hanno evidenziato che le manovre possono essere svolte in sicurezza anche in condizioni meteomarine non favorevoli con onde fino a 2,5 m di altezza e vento fino a 30 nodi, ed è stata verificata l'adeguatezza dimensionale del canale di accesso e delle aree di manovra. I risultati delle manovre al simulatore hanno inoltre fornito utili elementi per poter concludere che anche navi "futuribili" di lunghezza 450 m potranno accedere in sicurezza al porto di Genova attraverso la nuova diga.

La Capitaneria e i servizi nautici del Porto di Genova, a valle delle simulazioni e in base alla loro significativa esperienza locale, hanno espresso un parere preferenziale per la soluzione 3 sviluppata in progetto, ritenendo che essa offra migliori garanzie in termini di impostazione della manovra e maggiori margini di sicurezza nell'esecuzione delle manovre, in relazione all'estensione del canale di accesso.

6.2. Biodiversità

6.2.1. Avifauna

La costruzione di un parco eolico, come ogni altra struttura e/o elemento antropico, può porre potenziali problemi a numerose specie animali. L'impatto può essere di tipo diretto (collisione) o indiretto (modificazione e/o perdita di habitat che nel caso specifico analizzato non è presente) e riguarda principalmente, tra gli uccelli, i rapaci e i migratori in genere (Orloff & Flannery, 1992; Anderson *et al.*, 2000; Johnson *et al.*, 2000).

Per quanto riguarda invece l'impatto della costruzione della diga, l'assenza di specie ornitiche nidificanti nel sito nella diga attuale (per il fatto che è fortemente influenzata dal moto ondoso che, soprattutto in inverno, la ricopre più volte l'anno), può essere considerato trascurabile.

Sono presenti numerosi studi in bibliografia che analizzano, anche in relazione al tipo di specie e di progetto, i potenziali impatti per collisione in connessione con un parco eolico. In generale, la valutazione dei possibili impatti diretti di un parco eolico in progetto sull'avifauna può essere calcolata, sia sulle specie migratrici (caso in esame) che su quelle nidificanti e svernanti, applicando il modello "*Calculation of collision risk for bird passing through rotor area*" (Band *et al.*, 2007) che permette di stimare la percentuale di sorvoli che possono impattare gli aerogeneratori. Si specifica che il modello presuppone che gli uccelli non reagiscano in alcun modo alla presenza delle torri eoliche; tuttavia, alcuni studi condotti presso impianti in funzione evidenziano una

Pag. 107 di 137

tendenza ad evitare gli aerogeneratori nel 95-99% dei sorvoli (Percival, 2007; Whitfield, 2009). Per poter calcolare in modo specifico il rischio di collisione per l'area in esame, è dunque necessario effettuare un'attività di monitoraggio *ante operam* (esposto al Paragrafo 8.1)

Si ricorda, poi, che lo sviluppo del parco di aerogeneratori è previsto in un'area che può essere considerata a mare aperto per cui non sussistono le condizioni ideali per la presenza di avifauna stanziale e nidificante, ma interessa prevalentemente solo i potenziali flussi migratori e l'avifauna acquatica in fase di ricerca di cibo, che normalmente però vola ad altezze minori rispetto all'altezza dei rotori delle pale eoliche.

6.2.2. Comunità bentoniche

L'elemento principale che caratterizza la fase di esercizio consiste nella presenza della nuova diga e nei conseguenti fenomeni di ricolonizzazione. La struttura, laddove fornisce tane, rifugi e passaggi riparati, rappresenta certamente un elemento di attrazione nei confronti di organismi incrostanti che potranno insediarsi secondo le diverse profondità e dell'ittiofauna

Biocenosi bentoniche di substrato duro

Questi organismi incrostanti sono in grado di ricoprire fittamente, a partire dalla superficie e per gran parte delle quote, i massi naturali ed artificiali utilizzati per la posa delle mantellate. Si stima che tutto ciò possa tradursi, progressivamente, nell'instaurarsi di una catena trofica viepiù arricchita.

Tenuto conto della loro presenza sulle strutture superficiali del paraggio, è inoltre auspicabile la colonizzazione da parte di alghe brune frondose nei primi metri maggiormente interessati dalla penetrazione della radiazione luminosa, a formare praterie, alla base di un processo di attrazione, da parte della struttura, nei confronti di altre alghe, di organismi animali che vivono tra le fronde algali e, da ultimo, di una componente ittica non trascurabile per qualità e quantità.

Biocenosi bentoniche di substrato molle

Rispetto alla condizione attuale, non si stima che la presenza della nuova diga possa modificare significativamente i livelli di abitabilità, la struttura e le funzioni di queste comunità nel complesso dell'area di intervento.

Non sono dunque identificabili impatti potenziali per questo aspetto.

6.2.3. Fanerogame marine

Nelle condizioni di esercizio è ragionevole ritenere che permanga l'assenza di fanerogame marine nell'area di interesse dell'opera e che le praterie più vicine, a circa 2 Km di distanza, siano quelle poste a levante tra Sturla e Quinto (*Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*).

Nelle condizioni di esercizio, la presenza della nuova diga non viene stimata come elemento alteratore nei confronti delle praterie più vicine, a levante del sito.

Non sono dunque identificabili impatti potenziali per questo aspetto.

6.2.4. Fauna ittica

Si stima che in un tempo non brevissimo, dopo l'allontanamento forzato della comunità ittica residente sulla diga esistente, la nuova struttura in corso di realizzazione potrà già essere oggetto di colonizzazione da parte delle medesime specie. Le dimensioni della nuova diga, la profondità più incisiva dei fondali e la maggiore lontananza dalle strutture portuali, infatti, costituiscono elementi in grado di favorire la colonizzazione.

6.3. Suolo

La presenza della nuova diga nel contesto territoriale di riferimento non costituisce un elemento in grado di determinare un peggioramento della qualità e delle caratteristiche morfologiche dei fondali.

Il previsto reimpiego dei sedimenti dragati nei cassoni della diga, inoltre, favorisce la mitigazione dello sfruttamento della risorsa suolo. Si specifica inoltre che l'eventuale materiale di cui non sarà possibile prevedere il reimpiego sarà conferito in apposita discarica autorizzata nel rispetto della normativa di settore.

Non sono dunque identificabili impatti potenziali per questi due aspetti.

Tuttavia, nell'ambito del progetto e del SIA sono stati analizzati e valutati gli effetti indotti dalla nuova diga e dai fondali approfonditi sia in termini di sedimentazione nelle aree portuali sia in termini di dinamica delle coste. Si rimanda ai Paragrafi 6.5.2 e 6.6.3 per le considerazioni di sintesi circa i relativi impatti potenziali.

6.4. Geologia

La presenza della nuova diga comporta una variazione locale dell'assetto stratigrafico dei fondali, ovvero dei terreni di fondazione, a causa del necessario trattamento con colonne in ghiaia per fornire adeguata stabilità alla nuova struttura. La variazione è però locale, limitata allo sviluppo planimetrico e all'impronta della nuova opera.

I terreni di fondazione, caratterizzati dalla presenza di uno strato coesivo superficiale di composizione variabile da limo/limo sabbioso a limo argilloso, presentano un'estensione ben superiore all'ingombro della nuova diga.

Per quanto sopra, non sono identificabili impatti potenziali in termini di caratteristiche geologiche e stratigrafiche dei fondali.

6.5. Acque dolci superficiali

6.5.1. Qualità delle acque

La nuova diga è ubicata tra 400 e 800 m dall'attuale linea di costa e dunque non interessa direttamente i corsi d'acqua che insistono sull'area portuale.

Non sono dunque identificabili impatti potenziali in termini di qualità delle acque.

6.5.2. Foci fluviali e sedimentazione nell'area portuale

La realizzazione della nuova diga foranea prevista dal presente progetto, unitamente all'approfondimento dei fondali nel bacino di Sampierdarena e nel nuovo bacino di evoluzione, determina una limitata variazione del deflusso dei torrenti Polcevera e Bisagno in occasione degli eventi di piena e di conseguenza ha un impatto negativo di lieve entità per la sedimentazione degli apporti solidi fluviali nell'area portuale.

Questo impatto negativo è dovuto prevalentemente alla differente distribuzione delle correnti all'interno del porto determinata dalla realizzazione delle nuove opere. L'elevata massa d'acqua contenuta all'interno del nuovo bacino portuale determina infatti una diversa circolazione idrica nel porto. Le acque fluviali che trovano sbocco all'interno e in prossimità del porto vengono di conseguenza indirizzate in modo differente.

Per valutare l'entità di questo impatto è stato condotto uno studio specialistico con un modello di simulazione di idrodinamica e trasporto solido per analizzare le correnti generate alla foce dei due corsi d'acqua in occasione di un evento di piena decennale simultaneo. Le simulazioni hanno inoltre permesso di valutare la dispersione e la sedimentazione degli apporti solidi dei due corsi d'acqua all'interno del bacino portuale.

Le stesse valutazioni sono state effettuate in precedenza anche per lo stato attuale. In tal modo è stato possibile effettuare un'analisi comparativa al fine di determinare le variazioni, rispetto allo stato attuale, della distribuzione e dell'intensità delle correnti all'interno del bacino portuale in occasione di un evento di piena e della conseguente sedimentazione degli apporti solidi fluviali.

Con riferimento ai risultati già presentati in precedenza per lo stato attuale, nelle seguenti Figura 6-1 e Figura 6-2, sono mostrate le variazioni delle correnti e della sedimentazione, rispetto allo stato attuale, ottenute con il modello di simulazione in occasione degli eventi di piena decennali dei torrenti Polcevera e Bisagno.

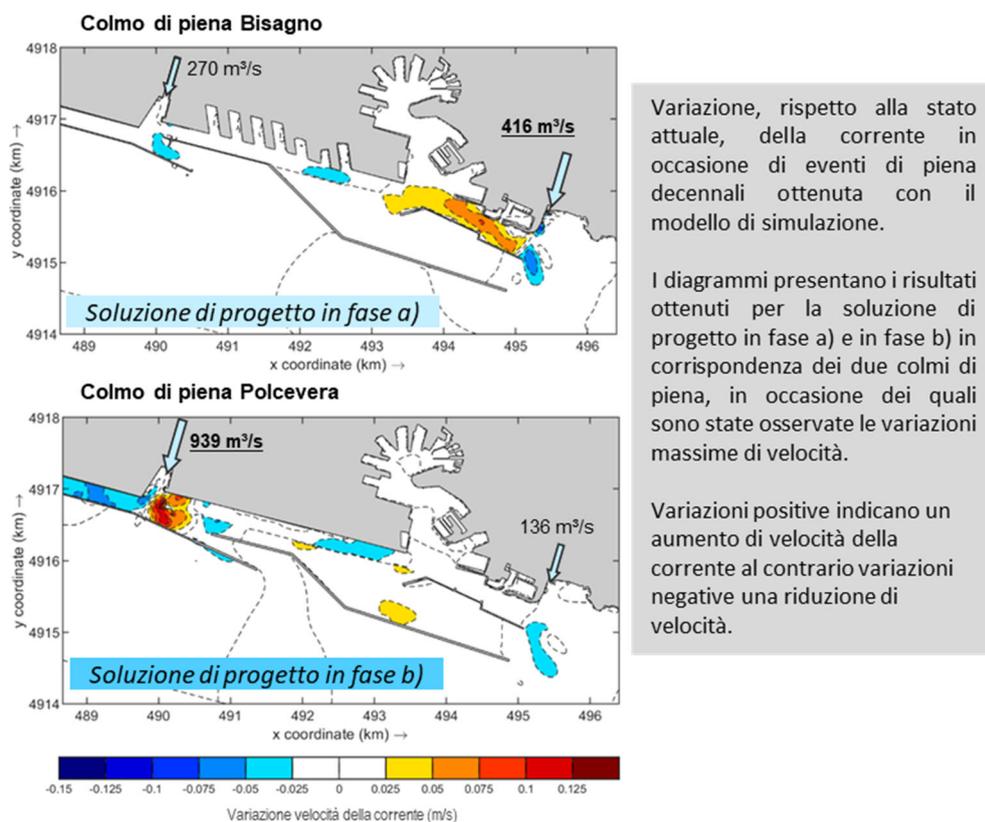


FIGURA 6-1 - LE VARIAZIONI DELLA CORRENTE DEI TORRENTI POLCEVERA E BISAGNO DETERMINATE DALLE NUOVE OPERE IN OCCASIONE DI UN EVENTO DI PIENA DECENNALE, SONO DI MODESTA ENTITÀ E SONO LOCALIZZATE IN CORRISPONDENZA DELLA BOCCA DI LEVANTE, DELLA BOCCA DI PONENTE E NEL CANALE DI CALMA DELL'AEROPORTO.

La circolazione della massa d'acqua all'interno del nuovo bacino portuale favorisce il richiamo delle acque del Bisagno all'interno del porto, con un incremento delle velocità nella Bocca di Levante e un incremento della sedimentazione attesa che risulta di lieve entità.

Gli interventi di ampliamento del bacino Sampierdarena, per l'approfondimento dei fondali e per il prolungamento della diga dell'aeroporto verso levante previsti per la realizzazione della fase b) del progetto contribuiscono a modificare le condizioni di deflusso alla foce del Polcevera che viene deviato verso levante all'interno del bacino di

Sampierdarena, con un conseguente aumento delle velocità e con un incremento della sedimentazione attesa all'interno del bacino che risulta di modesta entità.

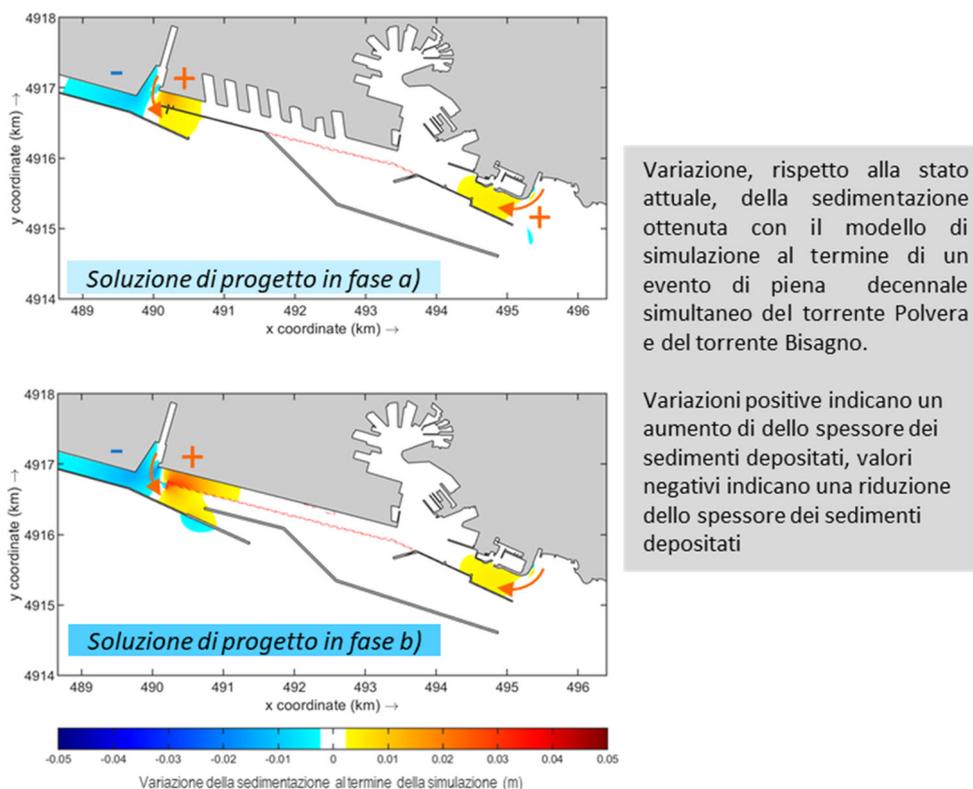


FIGURA 6-2 - LA VARIAZIONE DELLA SEDIMENTAZIONE NEL BACINO PORTUALE IN OCCASIONE DI UN EVENTO DI PIENA DECENNALE DEI TORRENTI POLCEVERA E BISAGNO È DI LIEVE ENTITÀ. LE VARIAZIONI PIÙ SIGNIFICATIVE SI VERIFICANO ALLA BOCCA DI LEVANTE E NELLA PARTE PIÙ ORIENTALE DEL BACINO DI SAMPIERDARENA, CHE RISULTANO PIÙ ELEVATE PER LA FASE B) DI REALIZZAZIONE. NEL CANALE DI CALMA DELL'AEROPORTO SI VERIFICA AL CONTRARIO UNA RIDUZIONE DELLA SEDIMENTAZIONE.

Le opere non determinano alcun impatto rilevante sul deflusso in sicurezza della portata di piena dei due corsi d'acqua. Le modeste variazioni della corrente causano tuttavia una variazione della tendenza alla sedimentazione degli apporti fluviali all'interno del bacino portuale che determina un impatto negativo, di lieve entità, localizzato in prossimità delle zone di sbocco a mare dei due corsi d'acqua.

6.6. Acque marino costiere

6.6.1. Qualità delle acque

La presenza della nuova diga nel contesto territoriale di riferimento non costituisce un elemento in grado di determinare un peggioramento della qualità delle acque marino costiere

Ciò vale anche in relazione al previsto spostamento della condotta di scarico gestita da IRETI S.p.A. (Paragrafo 2.5.1); lo scarico a mare, infatti, avverrà sempre a norma di legge e sarà su fondali più profondi.

Non sono dunque identificabili impatti potenziali per tale aspetto.

Nei paragrafi seguenti si riportano anche le valutazioni relative al ricambio idrico all'interno del bacino portuale.

6.6.2. Aspetti idrodinamici e moto ondoso

Correnti

La realizzazione della nuova diga foranea del porto di Genova non può determinare una variazione sulla circolazione generali delle masse d'acqua all'interno del Golfo di Genova.

Localmente, in prossimità della costa e in maggior misura all'interno del bacino portuale, la nuova conformazione delle opere foranee, unitamente agli interventi di approfondimento dei fondali nel bacino Sampierdarena, determina una variazione delle correnti che ha un impatto di lieve entità sull'operatività del porto e sulle condizioni di sicurezza alla navigazione.

Per valutare l'entità dell'impatto delle nuove opere sulla circolazione delle masse d'acqua in prossimità e all'interno del porto generata da condizioni meteomarine significative, che si presentano in media 10-20 ore/anno, è stato utilizzato il modello di simulazione idrodinamica Delft3D-Flow. Al fine di valutare con maggior dettaglio il campo di velocità superficiale, sono state condotte simulazioni numeriche riproducendo la stratificazione della velocità al variare della profondità (modello 3D stratificato).

Sono stati analizzati i campi idrodinamici determinati dalla presenza della marea astronomica in combinazione con un vento proveniente da Scirocco (115° N) o con un vento proveniente da Libeccio (230°N), in entrambi i casi con velocità di 12.5 m/s e durata 24 ore.

Le simulazioni sono state effettuate sia per lo stato attuale che per la configurazione di progetto e oltre a fornire i risultati per condurre le prove di navigabilità con il simulatore di manovra in real-time, hanno permesso di effettuare un confronto relativo con la situazione attuale e di stimare le variazioni indotte dalle nuove opere sulle correnti.

Le variazioni del campo idrodinamico rispetto alla situazione attuale sono localizzate all'interno del nuovo bacino portuale e in corrispondenza della nuova testata della diga foranea.

La grande massa d'acqua racchiusa all'interno del nuovo avamporto e nel bacino di evoluzione protetto dalla diga foranea è caratterizzata da una significativa inerzia; le correnti al suo interno sono dunque di scarsa entità.

Le correnti litoranee dirette da levante verso ponente, generate da condizioni di vento intenso proveniente da Scirocco, non riescono a penetrare nel porto attraverso la nuova imboccatura, di conseguenza in corrispondenza della nuova testata della diga foranea si verifica una concentrazione del flusso della corrente con un incremento della velocità. Tale effetto, che è stato osservato in misura minore anche per la diga attuale, non presenta particolari criticità in quanto le velocità massime risultano comunque dell'ordine di 50 centimetri al secondo (cm/s).

Il vento da Scirocco, al pari di quanto osservato per lo stato attuale, contribuisce a generare una corrente diretta verso Ponente che defluisce attraverso la Bocca di Levante e l'avamporto esistente e confluisce in seguito all'interno del Bacino Sampierdarena, dove, per la soluzione di progetto (fase a) si raggiungono velocità comprese tra 10 e 30 cm/s, per poi proseguire nel canale di calma dell'aeroporto con valori superiori a 30 cm/s (vedi Figura 6-3).

Il vento da Libeccio, come per lo stato attuale, determina, nel tratto di mare antistante al porto di Genova, una corrente litoranea parallela alla costa diretta da ovest verso est.

Lungo la rotta di accesso alla nuova imboccatura orientata verso Levante i valori della corrente non si discostano molto da quanto osservato per lo stato attuale e si assestano su valori compresi tra 15 e 25 cm/s. All'interno del porto le velocità risultano di minore intensità e non superano i 20 cm/s. Rispetto alla situazione attuale si verifica una riduzione delle velocità nell'avamporto e nella bocca di levante.

L'ampliamento del bacino di Sampierdarena, previsto dalla fase b), comporta una maggiore uniformità delle correnti e una riduzione delle velocità massime che non superano la velocità di 25 cm/s.

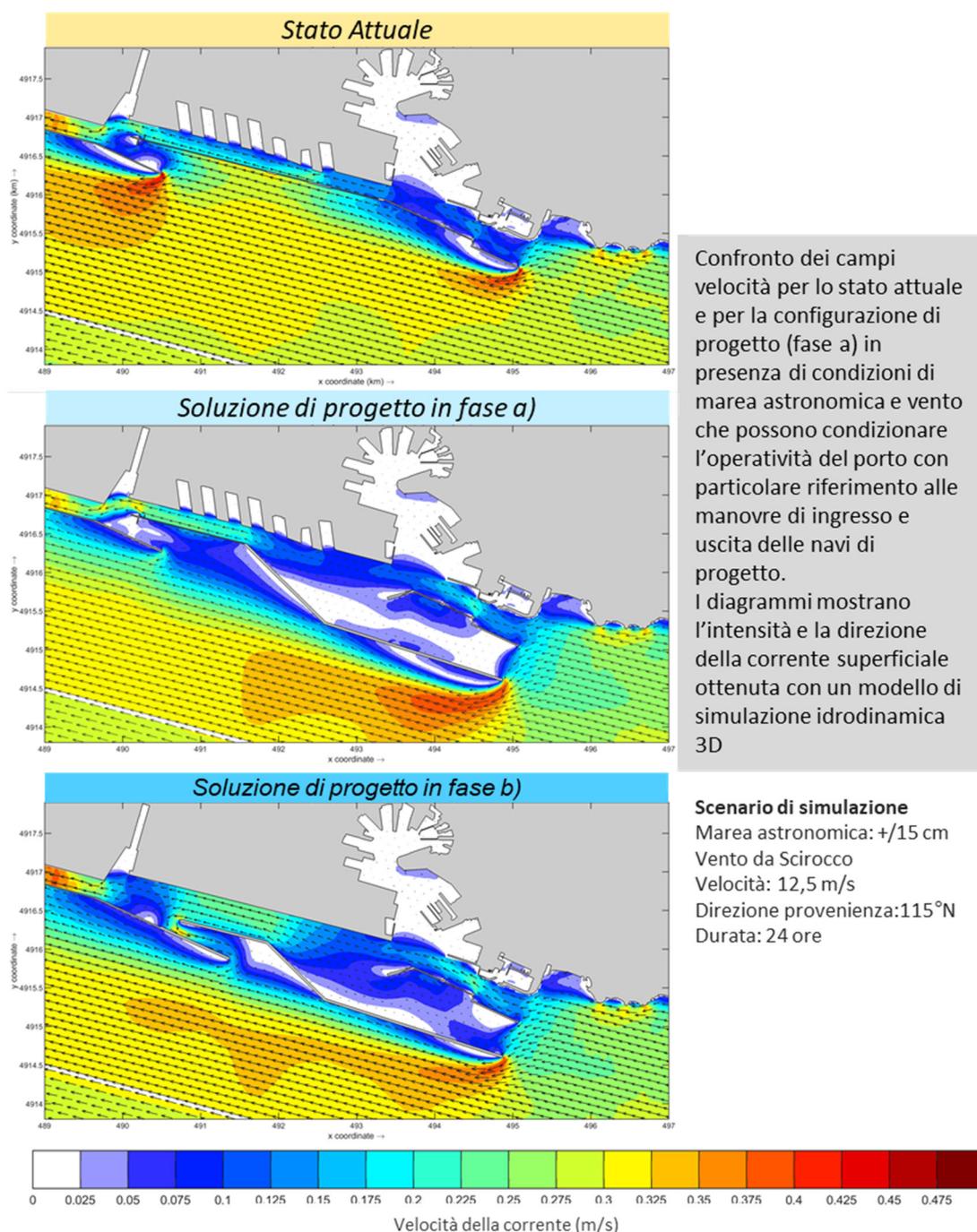


FIGURA 6-3 - CAMPI DI VELOCITÀ OTTENUTI IN PRESENZA DI CONDIZIONI DI MAREA ASTRONOMICA E VENTO INTENSO DA SCIROCCO. LE NUOVE OPERE FORANEE DETERMINANO UNA VARIAZIONE DELLE CORRENTI DI SCARSA ENTITÀ E NON POSSONO CONDIZIONARE L'OPERATIVITÀ DEL PORTO E LA SICUREZZA ALLA NAVIGAZIONE. LE VARIAZIONI PIÙ SIGNIFICATIVE SI VERIFICANO ALL'INTERNO DEL NUOVO BACINO PORTUALE E IN CORRISPONDENZA DELL'ESTREMITÀ DELLA NUOVA DIGA FORANEA

Moto ondoso

La configurazione di progetto della nuova diga foranea è stata studiata per consentire l'accesso al porto di Genova anche alle più grandi navi portacontainer attualmente in circolazione.

L'apertura di una nuova imboccatura aperta a Levante comporta una rilevante penetrazione del moto ondoso rispetto alla situazione attuale, specialmente per gli stati di mare provenienti dal settore di Scirocco.

La configurazione finale di progetto ha richiesto un'ottimizzazione allo scopo di proteggere al meglio il nuovo bacino portuale e il canale di accesso dal moto ondoso incidente senza introdurre alcuna forma di impatto morfologico delle nuove opere sulle coste adiacenti al porto.

La realizzazione della nuova diga foranea determina comunque un impatto negativo sull'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale, di bassa entità.

Nei diagrammi di Figura 6-4 sono mostrati i valori massimi di altezza d'onda ottenuti lungo le banchine del bacino Sampierdarena e all'interno del porto di Genova per lo stato attuale e per la soluzione di progetto, in fase a) e in fase b), in occasione di eventi estremi di moto ondoso con frequenza di accadimento decennale.

La ragione per cui la soluzione di progetto dà luogo ad una agitazione ondosa portuale marginalmente più elevata rispetto alla situazione attuale, è dovuta alla ridotta differenza angolare tra l'orientamento dell'imboccatura portuale (115 °N) e quella più angolata del moto ondoso proveniente da Levante-Scirocco (120 °N).

Anche l'imboccatura secondaria è aperta al moto ondoso proveniente da Levante e risulta inoltre soggetta all'ingresso del moto ondoso riflesso dalla nuova diga foranea e per questa ragione si ottiene una agitazione interna portuale più elevata anche lungo le banchine poste in prossimità della foce del Polcevera.

La fase realizzativa b), contraddistinta da un ampliamento degli specchi acquei interni e dalla realizzazione di un fronte di banchina continuo dotato di celle antiriflettenti, consentirà una attenuazione del moto ondoso residuo all'interno del bacino di Sampierdarena con una conseguente riduzione del "downtime" e un aumento delle condizioni di sicurezza all'ormeggio.

È importante far osservare che i valori di altezza d'onda ottenuti per la configurazione di progetto, sebbene moderatamente più elevati rispetto alla situazione attuale, risultano comunque compatibili con i criteri e le procedure di sicurezza.

Un altro aspetto rilevante è che le nuove opere in progetto non comportano un aumento dell'agitazione ondosa nel bacino delle Grazie e nel Porto Vecchio.

La valutazione dell'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale per la soluzione di progetto è stata eseguita prendendo in esame i tempi medi annuali di non operatività ("downtime") delle banchine portuali e le condizioni di moto ondoso estreme che si determinano lungo le banchine portuali in occasione di eventi decennali.

Le stesse valutazioni sono state eseguite in precedenza per la situazione attuale allo scopo di verificare rispetto a quest'ultima le variazioni in termini di agitazione ondosa residua apportate dalle nuove opere foranee.

È stato applicato il modello di simulazione di propagazione del moto ondoso CGWAVE che consente la riproduzione dei fenomeni più rilevanti per un'onda che si propaga dal mare aperto all'interno di un bacino portuale (rifrazione, riflessione, diffrazione).

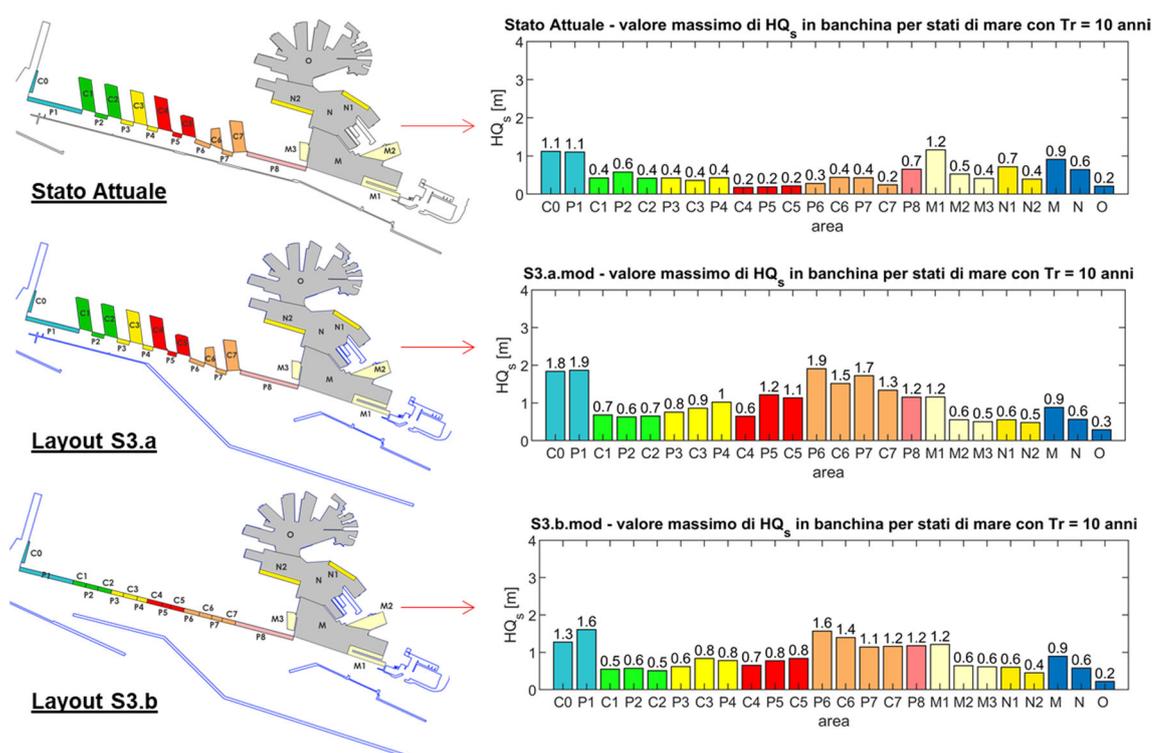


FIGURA 6-4 - VALORI MASSIMI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA ALL'INTERNO DEL PORTO DI GENOVA PER STATI DI MARE CON TEMPO DI RITORNO 10 ANNI. COMPARAZIONE TRA LO STATO ATTUALE E LA SOLUZIONE DI PROGETTO (LAYOUT S3)

6.6.3. Dinamica della costa

In ragione della natura prevalentemente rocciosa della costa e dei fondali elevati che contraddistinguono l'ambito portuale di Genova, il trasporto solido costiero parallelo alla costa generato dal moto ondoso frangente risulta trascurabile. Inoltre, il sistema portuale di Genova, considerando l'estensione e la profondità delle opere foranee che lo contraddistinguono, disconnette dal punto di vista del trasporto solido costiero il litorale posto a Levante da quello posto a Ponente di esso.

A Levante ed a Ponente del Porto di Genova sorgono alcune piccole insenature delimitate da promontori rocciosi o da elementi di natura antropica costituite per lo più da sedimenti di natura ciottolosa anche di provenienza antropica. Gli apporti solidi fluviali sono infatti molto scarsi e non contribuiscono ad alimentare le suddette spiagge, che hanno richiesto in passato interventi di ripascimento da parte della Regione Liguria.

Le nuove opere foranee previste da progetto, considerata l'esposizione al moto ondoso e l'assenza di un significativo trasporto solido costiero, determinano un lieve, se non addirittura trascurabile, impatto negativo sulla dinamica costiera, che risulta localizzato esclusivamente nel tratto di costa posto immediatamente a Levante dell'imboccatura portuale.

Le nuove opere portuali previste non sono in grado di modificare, rispetto alla situazione attuale, l'area di costa schermata dal moto ondoso incidente e pertanto si può escludere che le nuove opere possano modificare in modo rilevante l'attuale dinamica del litorale (vedi Figura 6-5).

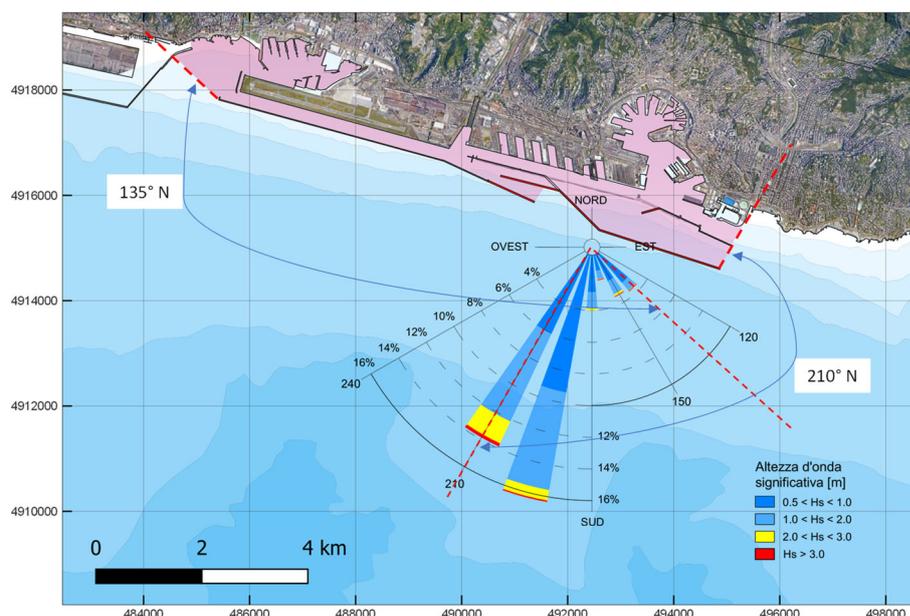


FIGURA 6-5 - LA SOLUZIONE DI PROGETTO NON DETERMINA UNA VARIAZIONE, RISPETTO ALLA SITUAZIONE ATTUALE, DELL'AREA COSTIERA SCHERMATA DAL MOTO ONDOSO (AREA CAMPITA IN ROSA).

Possibili variazioni sul moto ondoso nella zona protetta dalla nuova diga foranea possono determinare una locale variazione della circolazione indotta dal moto ondoso frangente.

Per valutare l'entità degli impatti provocati dalle nuove opere sulla dinamica costiera è stato applicato il modello di simulazione integrato Delft3D-FM, che ha permesso di simulare la propagazione del moto ondoso fino al frangimento e di valutare le correnti litoranee generate. Le simulazioni sono state effettuate sia per lo stato attuale che per la configurazione di progetto pertanto è stato possibile calcolare le differenze relative, in termini di altezza d'onda e intensità della corrente litoranea indotta, tra le due configurazioni.

Le nuove opere, relativamente allo stato di mare rappresentativo della risultante del clima di moto ondoso, proveniente da Libeccio, determinano una variazione del moto ondoso in termini di altezza d'onda, dell'ordine del 5-10%, limitatamente allo specchio acqueo compreso tra l'imboccatura di Levante e Punta Vagno (vedi Figura 6-6).

Le correnti indotte dal moto ondoso frangente si concentrano all'interno delle insenature situate lungo il litorale presentando una circolazione a "celle" che, anche per la modesta entità, non determina un significativo trasporto solido potenziale.

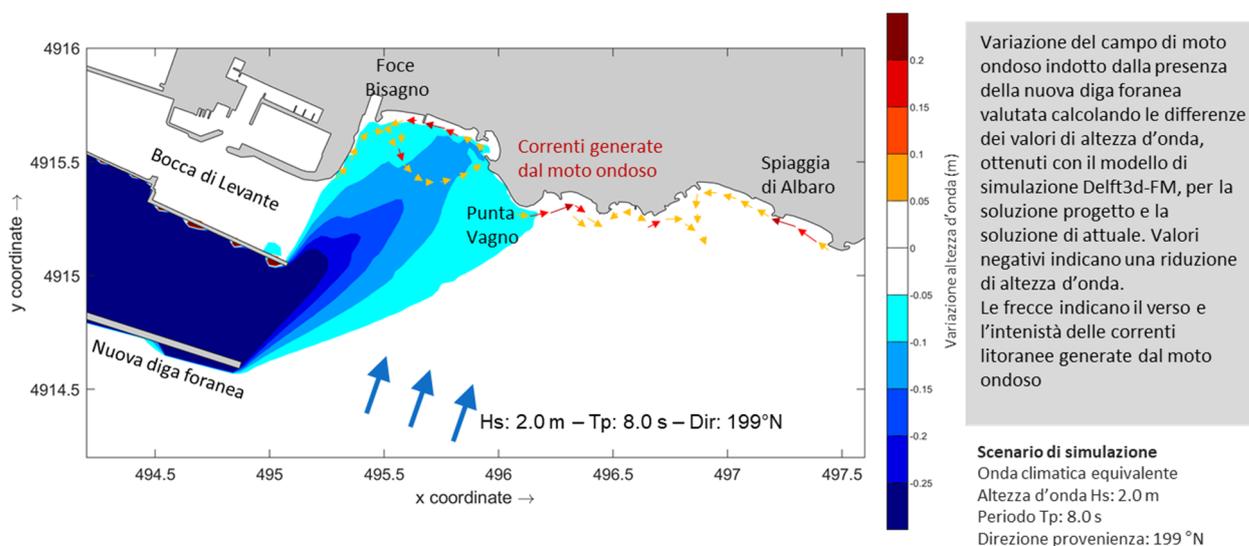


FIGURA 6-6 - LA NUOVA DIGA FORANEA DETERMINA UNA VARIAZIONE DEL MOTO ONDOSO LOCALIZZATA AL TRATTO DI LITORALE IMMEDIATAMENTE ALL'ESTERNO DELL'IMBOCCATURA DI LEVANTE, COMPRESO TRA LA FOCE DEL BISAGNO E PUNTA VAGNO.

Attualmente nello specchio di mare protetto dalla diga foranea il moto ondoso prevalente, proveniente da Mezzogiorno/Libeccio, determina una circolazione idrica oraria, e la corrente litoranea nel tratto di costa compreso tra la foce del Bisagno e Punta Vagno, dove è presente una piccola spiaggia ciottolosa, di estensione longitudinale di circa 500 m, risulta pertanto diretta da Est verso Ovest.

La maggiore attenuazione del moto ondoso nello specchio di mare protetto dalla nuova diga foranea determina un incremento del flusso diretto verso Ovest di lieve entità, pari a circa 6-8 cm/s.

Di conseguenza, in prossimità della foce del Bisagno, nella zona più ridossata dalla nuova diga foranea, il profilo di equilibrio di spiaggia, ovvero la configurazione planimetrica della linea di riva assunta sotto l'azione del moto ondoso prevalente in presenza di un sufficiente volume di sedimenti, risulta più avanzato di 5-15 m rispetto alla situazione attuale. La possibile variazione della linea di riva, a seguito della realizzazione della nuova diga foranea, è stata investigata applicando il modello parabolico di equilibrio di spiaggia di Silvester e Hsu (1987), che consente di valutare l'evoluzione di una litorale sabbioso confinato ad un estremo da un punto di controllo in grado di schermare il moto ondoso (vedi Figura 6-7).

Ciò nonostante, considerata la variabilità delle azioni in esame, la natura prettamente grossolana dei sedimenti che costituiscono la spiaggia in esame, gli scarsi apporti solidi al litorale in esame, e la presenza delle opere di difesa radente esistenti, si ritiene che tali

variazioni saranno più contenute e potranno essere valutate sulla base di una specifica attività di monitoraggio.

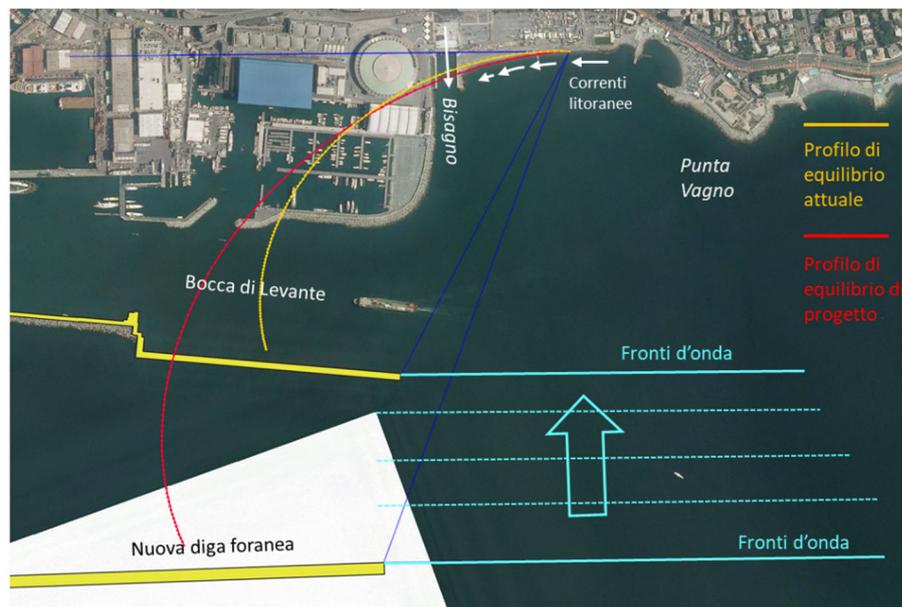


FIGURA 6-7 - A SEGUITO DELLA REALIZZAZIONE DELLA NUOVA DIGA FORANEA IL PROFILO DI EQUILIBRIO DI SPIAGGIA, NEL TRATTO DI COSTA LIMITROFO ALLA BOCCA DI LEVANTE DEL PORTO, PRESENTA UNA TENDENZA EVOLUTIVA DI AVANZAMENTO IN PROSSIMITÀ DELLA FOCE DEL BISAGNO.

6.6.4. Ricambio idrico all'interno del bacino portuale

La realizzazione della nuova diga foranea prevista dal presente progetto, unitamente all'approfondimento dei fondali nel bacino di Sampierdarena e nel nuovo bacino di evoluzione, determina un impatto migliorativo di lieve entità sulla capacità di ricambio idrico del bacino portuale.

Questo impatto positivo è dovuto prevalentemente alla apertura della nuova imboccatura portuale che determina una diversa circolazione delle correnti di marea nel porto e consente un maggiore scambio con il mare aperto. A trarne beneficio sono in maggior misura gli specchi acquei posti in prossimità della Bocca di Levante, la darsena turistica "Fiera di Genova" e l'avamposto esistente, ma anche il bacino delle Grazie e il porto Vecchio, ubicati più all'interno del porto.

Diversamente all'estremità orientale del bacino di Sampierdarena e in prossimità della Bocca di Ponente la nuova configurazione comporta una locale riduzione della capacità di ricambio idrico che però non ha una ricaduta significativa sulla qualità generale delle acque di tutto il bacino portuale.

Per valutare l'entità di questo impatto è stato condotto uno studio specialistico applicando in successione un modello di simulazione idrodinamica, per definire le correnti, e un modello di simulazione di qualità delle acque, per valutare la variazione nel tempo e nello spazio della concentrazione di un potenziale contaminante introdotto all'interno del porto.

Le simulazioni sono state effettuate sia per la configurazione attuale del porto di Genova sia per la configurazione di progetto, distinguendo la fase realizzativa a) e la fase realizzativa b).

Sono state esaminate condizioni meteorologiche che si possono verificare prevalentemente nel periodo estivo, con venti assenti o di modesta entità, applicando la marea astronomica come unica forzante per la circolazione idrica. Tale condizione risulta certamente la più gravosa per la valutazione del ricambio idrico all'interno del bacino portuale.

A seguito delle simulazioni è stato quindi possibile effettuare una valutazione comparativa valutando, rispetto alla configurazione attuale, le variazioni del "tempo di ricambio" del porto, ovvero del tempo necessario a ridurre in un punto la concentrazione di un potenziale contaminante, uniformemente disciolto nel bacino portuale, ad un valore corrispondente al 37% della concentrazione iniziale (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

La capacità di ricambio idrico del bacino portuale (valutata con un modello di simulazione ed espressa in termini di tempo di ricambio), presenta un lieve miglioramento per la soluzione di progetto.

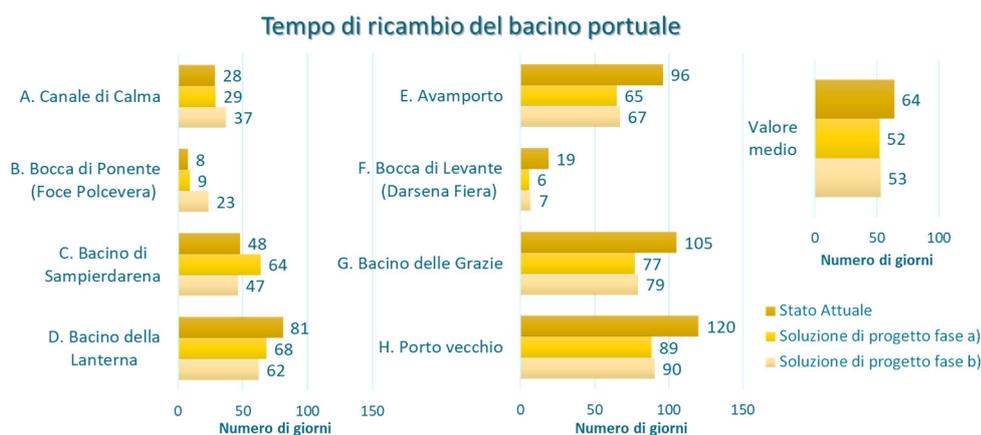


FIGURA 6-8 - CAPACITÀ DI RICAMBIO IDRICO DEL BACINO PORTUALE. CONFRONTO TRA STATO ATTUALE E FASE DI ESERCIZIO

6.6.5. Ricambio idrico all'esterno del bacino portuale

Come illustrato in precedenza la potenziale dispersione di un contaminante introdotto dai torrenti Polcevera e Bisagno, in occasione di un evento di piena biennale, risulta attualmente, confinata per lo più allo specchio acqueo portuale.

Solo in presenza di correnti litoranee, determinate da condizioni di vento persistente, le acque del porto, generalmente di qualità inferiore rispetto a quelle del mare aperto, possono raggiungere, anche se molto diluite, le zone di interesse ambientale poste in prossimità del porto stesso (praterie di posidonie, aree marine protette, zone turistico balneari, allevamenti di mitilicoltura, ecc.).

La realizzazione degli interventi previsti dal progetto non costituisce un ostacolo per il naturale deflusso delle portate associate agli eventi di piena del torrente Polcevera e del torrente Bisagno, che mantiene sostanzialmente le stesse caratteristiche riscontrate per lo stato attuale.

La realizzazione della nuova diga foranea, con la formazione dell'ampio avamposto nello specchio di mare prospiciente a Calata Bettolo, e l'approfondimento dei fondali, determinano un significativo aumento del volume del bacino portuale e inoltre inducono una corrente di richiamo diretta verso l'interno del porto che favorisce il deflusso delle acque del torrente Bisagno, che si immettono in mare in corrispondenza dell'imboccatura portuale di levante, all'interno del bacino portuale trovando quindi sbocco nel nuovo avamposto. Contestualmente si verifica una riduzione delle velocità delle correnti nel bacino Sampierdarena e nel canale di calma dell'aeroporto.

Questi effetti favoriscono, per la configurazione di progetto, una maggior dispersione degli apporti dei due corsi d'acqua all'interno dello specchio acqueo portuale.

È importante sottolineare che, rispetto alla situazione attuale, a parità di carico inquinante introdotto all'interno al porto, grazie al maggior volume a disposizione, si ha una maggiore capacità di diluizione e quindi un minore effetto anche sulle acque immediatamente esterne al bacino portuale.

A titolo di esempio nella seguente Figura 6-9 è mostrata la dispersione di un potenziale contaminante introdotto nel porto dai torrenti Polcevera e Bisagno, sia per la situazione attuale che per la configurazione di progetto in fase a) e in fase b), in presenza delle correnti generate dalla marea astronomica e da un regime di brezze tipicamente estivo.

La nuova configurazione portuale determina di conseguenza un lieve impatto positivo sui tratti di litorale limitrofi al porto. In particolare, in prossimità delle spiagge di

Albaro e Quarto dei Mille si è osservata, rispetto allo stato attuale, una riduzione generale della concentrazione del contaminante portato dai corsi d'acqua. Nei pressi della spiaggia di Voltri non è stata osservata una rilevante variazione rispetto allo stato attuale dei fenomeni di dispersione delle acque portuali.

Per valutare l'entità di questo impatto è stato condotto uno studio con modelli di simulazione idrodinamica e di qualità delle acque applicati alla configurazione attuale del porto di Genova e alla configurazione di progetto, distinguendo la fase realizzativa a) e la fase realizzativa b).

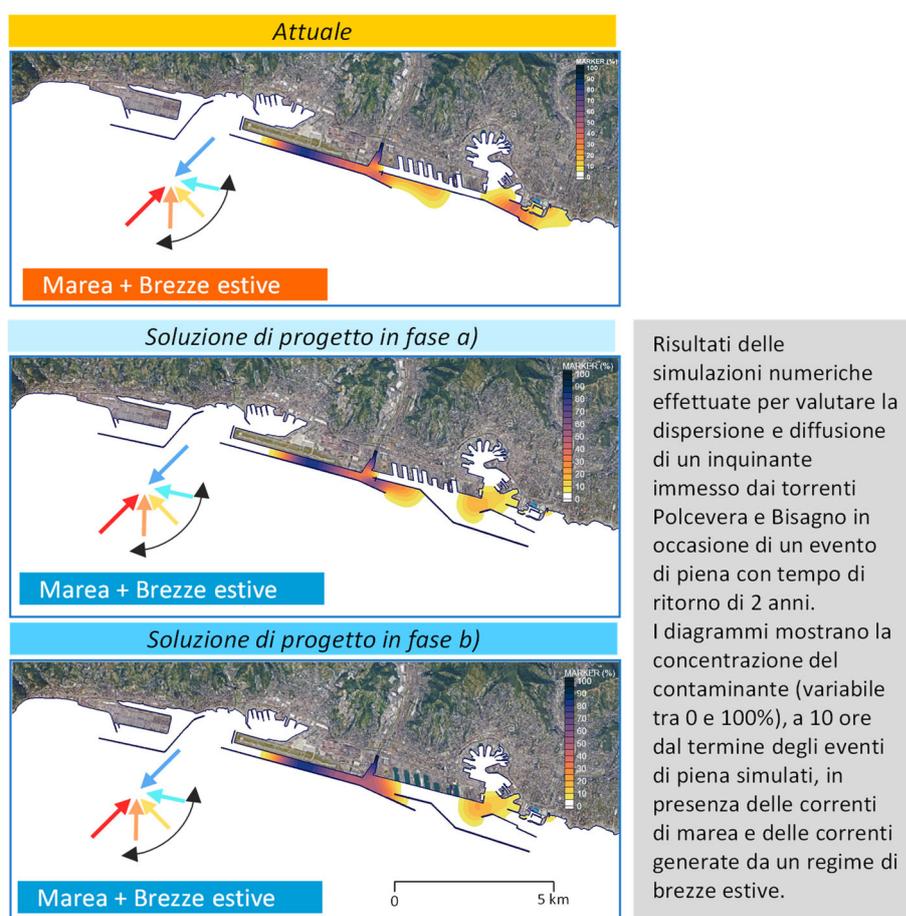


FIGURA 6-9 - LA DISPERSIONE DI UN POTENZIALE INQUINANTE IMMESSO DAI TORRENTI POLCEVERA E BISAGNO PER LA SOLUZIONE DI PROGETTO RISULTA MAGGIORMENTE CONFINATA ALL'INTERNO DELL'AMBITO PORTUALE, CON UNA MAGGIORE DILUIZIONE DEL CONTAMINANTE E UNA MINORE DISPERSIONE VERSO I LITORALI LIMITROFI.

Sono stati prese in esame quattro scenari meteorologici di riferimento caratterizzati dalla presenza della sola marea astronomica o dalla presenza della marea astronomica in

combinazione con un vento da scirocco, o con un vento libeccio oppure con un'alternanza di brezze di mare e di terra.

A queste condizioni meteorologiche è stato associato un evento di piena simultaneo per i due corsi d'acqua caratterizzato da una elevata probabilità di accadimento nel periodo estivo (un evento atteso mediamente ogni 2 anni).

È stata quindi ipotizzata l'immissione di un contaminante passivo, ovvero che non decade nel tempo e non reagisce con l'acqua, con concentrazione pari al 100% del volume in ingresso.

Le simulazioni hanno così permesso di valutare la variazione della concentrazione del contaminante immesso nel tempo e nello spazio e di effettuare un'analisi comparativa valutando le variazioni relative, rispetto alla configurazione attuale, dovute alla presenza delle nuove opere.

Gli impatti positivi, stimati per la fase di esercizio dell'opera, sulla capacità di ricambio delle acque portuali, e sull'influenza delle stesse sulle coste adiacenti, risultano di lieve entità, riguardano solo un ambito locale e risultano di fatto irreversibili.

6.7. Aria e clima

Sulla nuova diga sarà installato un parco eolico costituito da 20 generatori in grado di generare una produzione annua di energia da fonte rinnovabile di 3.140 MWh, pari a circa il 6% del fabbisogno di energia elettrica portuale.

L'utilizzo di energia da fonte rinnovabile consente di evitare l'immissione di 1.539 t CO₂/anno.

Considerando il ciclo standard di esercizio di tali impianti e gli autoconsumi, risulta un bilancio complessivo ampiamente in attivo per la vita utile dell'opera.

6.8. Rumore e vibrazioni

6.8.1. Rumore

In fase di esercizio, l'unica fonte di emissione sonora è costituita dal funzionamento del parco eolico che sarà realizzato sulla nuova diga.

Adottando il modello previsionale di calcolo SoundPLAN già implementato per la fase di cantiere (Paragrafo 5.8.1.1), è stato definito uno scenario che prevede il funzionamento contemporaneo delle 20 pale eoliche e che interessa prevalentemente il tratto di costa su cui il parco eolico si affaccia.

Nel complesso i valori di emissione sonora sono ridotti, e contenuti nei valori limite del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Genova²¹; anche gli effetti in corrispondenza dei recettori risultano minimali.

In generale, le moderne attrezzature degli impianti eolici sono caratterizzate da bassi livelli di emissione sonora, per lo più abbattuti già alla sorgente con una efficace insonorizzazione della turbina. Già per medie velocità del vento la rumorosità connessa agli effetti aerodinamici risulta preponderante rispetto alla rumorosità connessa al funzionamento della turbina.

Il parco eolico, inoltre, è previsto in corrispondenza della porzione di diga foranea più distante dalla costa; il primo fronte edificato intercettato è costituito da insediamenti con connotazione industriale e produttiva meno sensibili al rumore e che svolgono inoltre una funzione schermante nei confronti di emissioni sonore provenienti dal mare

6.8.2. Vibrazioni

La presenza della nuova diga nel contesto territoriale di riferimento non costituisce un elemento in grado di indurre propagazione di vibrazioni sia nell'ambiente terrestre che nell'ambiente marino costiero.

Non sono dunque identificabili impatti potenziali per questo aspetto.

6.9. Aspetti paesaggistici

Con riferimento agli elementi che costituiranno la nuova diga, essi si troveranno in gran parte molto più spostati al largo rispetto alla situazione attuale.

La posizione più arretrata verso il mare dei nuovi manufatti si lega prevalentemente alla questione della percepibilità delle turbine del parco eolico. Esse costituiscono certamente un elemento nuovo che si inserisce nel contesto paesaggistico. L'impatto visivo di questi elementi si rivela tuttavia contenuto se si considerano i seguenti aspetti:

- le pale eoliche si trovano ad una considerevole distanza dalla costa;
- l'altezza delle turbine è di circa 50 m: il rapporto tra le loro dimensioni e il contesto non appare problematico, essendo la loro altezza in realtà contenuta rispetto alla linea dei rilievi che caratterizza l'orografia del territorio a ridosso della costa, come evidenziato nelle sezioni paesaggistiche;

²¹<http://geoserver.comune.genova.it/acustica/>

- l'altezza delle turbine, nello specifico, non appare in conflitto neppure con elementi simbolici di grande rilievo, come ad esempio la Lanterna. Il parco eolico, inoltre, è concepito in sintonia con gli elementi tipici dell'attività portuale (ad esempio le gru) e presentano un disegno analogo a strutture di alto valore architettonico e simbolico, come il ponte San Giorgio e il bigo;
- il parco eolico dispone i suoi elementi con ampio intervallo tra di essi. Non si ha quindi la sensazione di una sorta di cortina continua per chi guarda verso il mare;

Tutti questi elementi sono riscontrabili nelle fotosimulazioni relative ai primi cinque punti di osservazione, a vari livelli di percepibilità a seconda della distanza della nuova diga dal punto in esame. Il sesto punto di osservazione, la vista aerea dal mare, risulta invece importante per fornire un quadro complessivo di percepibilità che riguarda il contesto ampio.

Si riporta a titolo esemplificativo, un esempio di fotosimulazione realizzata.



FIGURA 6-10 - FOTOINSERIMENTO LANTERNA VERSO LEVANTE - STATO DI FATTO



FIGURA 6-11 - FOTOINSERIMENTO LANTERNA VERSO LEVANTE - FASE DI ESERCIZIO

7. MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

7.1. Misure di gestione ambientale e mitigazione in fase di cantiere

7.1.1. Acque marino costiere - Torbidità

Al fine di limitare la risospensione di sedimenti durante le attività di dragaggio dell'avamposto in prossimità dell'attuale imboccatura di Levante ed in presenza di vento proveniente da Libeccio, che tende a muovere il "plume" di dragaggio verso Levante, dovrà essere impiegata una draga meccanica di tipo ambientale in modo da ridurre considerevolmente i valori di concentrazione massimi attesi dei solidi risospesi, e ridurre drasticamente la quantità di materiale disponibile al campo lontano, evitando potenziali impatti sulle aree sensibili.

In aggiunta all'utilizzo della draga meccanica di tipo ambientale, è prevedibile la messa in opera di panne galleggianti in grado di contenere i solidi risospesi in caso di superamento delle soglie definite nel Piano di Monitoraggio.

7.1.2. Acque marino costiere - Rumore

La maggior parte delle misure di mitigazione esistenti non sono ritenute pienamente efficaci nel ridurre i possibili impatti cumulativi e sinergici del rumore antropogenico sulla fauna marina. Tuttavia, attualmente i metodi utilizzati per gestire e mitigare l'impatto del rumore antropogenico subacqueo possono essere classificati in due gruppi:

- quelli incentrati sulla riduzione del suono irradiato dalla sorgente, che comprende diversi tipi di dispositivi passivi di attenuazione installati sopra o intorno la sorgente di rumore nelle aree di cantiere e soluzioni operative (e.g. la selezione attiva di strumentazioni e imbarcazioni a basse emissioni acustiche);
- quelli che includono il monitoraggio visivo e acustico e l'interruzione temporanea delle attività fino all'allontanamento dall'area.

Nel seguito si riporta una disanima dei metodi di cui al primo punto

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

propagazione del rumore. I sistemi non confinati sono relativamente poco costosi e la loro efficacia è più elevata in aree con correnti ridotte.

Una cortina di bolle d'aria confinata utilizza tipicamente una combinazione di generatori d'aria e di rivestimento in tessuto. Il sistema è abbastanza costoso, ma più efficace delle cortine a bolle d'aria non confinate soprattutto nell'attenuazione dei suoni a bassa frequenza prodotti dalle imbarcazioni.

Risonatori ad aria. La società AdBm ha sviluppato tecniche che utilizzano aria incapsulata per attenuare la pressione sonora prodotta da una fonte acustica in una vasta gamma di frequenze. I risonatori aperti, che consistono in una camera quadrata riempita d'aria, con una combinazione di pareti rigide ed elastiche e un'apertura sul fondo, possono ridurre in maniera consistente i livelli di pressione sonora (fino a 50 dB), specialmente alle basse frequenze, e possono essere adattati al fine di coprire una gamma di frequenze specifiche. I risonatori aperti hanno alcuni vantaggi rispetto alle cortine di bolle, come una dimensione più piccola per una frequenza di risonanza equivalente, un alto fattore di qualità, e un picco secondario di assorbimento sotto la frequenza di risonanza principale.

Cofferdam. Un *cofferdam* è un "recinto" comunemente costruito da palancole ad incastro in una area ridotta intorno al sito di lavorazione. Si tratta di costose strutture temporanee, in cui il rumore generato durante la loro installazione (normalmente con vibroinfessori) si aggiunge a quello delle lavorazioni che intendono attenuare.

Per quanto riguarda le *misure operative per le specie*, di cui al punto 2), si rende necessario l'esecuzione di monitoraggi acustici e visivi durante le fasi dei lavori al fine di assicurare la realizzazione di misure operative di mitigazione in tempo reale, tra cui:

- il posticipo dell'avvio dei lavori;
- l'avvio morbido (soft-start) delle operazioni;
- la sospensione delle attività in caso di presenza di individui appartenenti alla specie target all'interno di una zona di esclusione;
 - il rallentamento delle attività in caso di presenza di specie target.

Quando è previsto l'uso di esplosivi, il primo passo per operare le opportune misure di mitigazione è determinare in anticipo - tramite modellazione acustica rispetto alle soglie delle specie target - la distanza alla quale le esplosioni potrebbero causare danni fisici permanenti/transitori o comportamentali ai mammiferi marini. Considerando che attualmente non sono disponibili informazioni sui livelli sonori della deflagrazione delle

cartucce Autostem, prima dell'inizio dei lavori di demolizione mediante esplosivi, dovrà essere effettuato un "campo prove" per determinare gli effettivi livelli generati da questa tipologia di esplosivo a sorgente e la propagazione del rumore con la distanza. Queste misure dirette, e le successive modellazioni acustiche, consentiranno di definire un'adeguata estensione della zona di mitigazione durante questa attività, ovvero l'area in cui le misure di mitigazione devono essere attuate per garantire che i danni siano evitati.

In linea generale, secondo le linee guida JNCC per minimizzare il rischio di lesioni ai mammiferi marini dall'uso di esplosivi (JNCC, 2010), la zona predefinita per la mitigazione dell'osservazione dei mammiferi marini dovrebbe essere 1 km misurato dalla sorgente, con una copertura circolare di 360 gradi.

Specifiche misure di mitigazione in fase di pianificazione e di realizzazione per minimizzare il rischio di danni/disturbo ai mammiferi/rettili marini derivanti dal rumore generato dalle diverse fasi dei lavori, e in particolare dall'utilizzo di esplosivi, includono:

- il differimento delle attività più rumorose nel periodo tardo autunno-inverno, al fine di limitare l'interferenza con le specie target nei mesi in cui la presenza nell'area è conclamata e in cui avvengono attività chiave come l'alimentazione e la riproduzione;
- l'opportuna programmazione spazio-temporale delle suddette attività per limitare impatti cumulativi/sinergici sulle specie nei periodi "critici";
- la definizione della quantità di esplosivo necessaria per l'operazione di demolizione, in modo che la quantità sia proporzionata all'attività e non eccessiva;
- la pianificazione della sequenza delle cariche esplosive multiple in modo che, ove possibile, le cariche più piccole siano fatte esplodere per prime al fine di massimizzare l'effetto "soft-start";
- l'uso di dispositivi di attenuazione acustica sul sito di detonazione prima di qualsiasi esplosione;
- l'inizio delle detonazioni solo durante le ore di luce e in buone condizioni di visibilità.

7.2. Misure di gestione ambientale e mitigazione in fase di esercizio

7.2.1. Biodiversità - Avifauna

I risultati delle analisi svolte hanno mostrato impatti lievi sull'avifauna indotti dalla presenza del parco eolico.

Tuttavia, si ritiene opportuno prevedere la messa in opera di misure di mitigazione.

A tal riguardo, al fine di individuare le misure più corrette e già applicate in contesti simili, è essenziale disporre dei risultati delle previste attività di monitoraggio, volte alla caratterizzazione sito specifica delle specie ornitiche presenti.

È possibile prevedere misure per limitare l'effetto frontale per cui le pale in rapido movimento divengono pressoché invisibili agli esemplari in avvicinamento ("motion smear") utilizzando specifiche modalità di colorazione delle pale eoliche.

7.2.2. Acque marino costiere - Linea di costa

Le analisi modellistiche condotte in merito agli effetti delle nuove opere sulle spiagge a levante della foce del Torrente Bisagno hanno evidenziato in generale modifiche modeste, consistenti sostanzialmente in una modesta rotazione della linea di riva nella spiaggia compresa tra la foce e Punta Vagno, assecondando una tendenza già in atto in questa porzione di litorale.

Le misure di mitigazione per contrastare gli effetti potrebbero eventualmente prevedere un periodico ripascimento localizzato nel tratto di ponente della spiaggia o una ridistribuzione dei sedimenti nell'ambito della stessa spiaggia trasferendo materiale da ponente (in accrescimento) a levante (in arretramento).

L'effettiva esigenza di intervento e nel caso la definizione delle modalità più adeguate e quantificazione dell'entità delle attività di ripascimento, potrà avvenire solo a valle delle previste attività di monitoraggio sistematico del litorale a seguito della costruzione della nuova diga foranea.

8. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nel presente Capitolo sono riportate le linee guida per le attività di monitoraggio ambientale delle attività di progetto, le cui specifiche dovranno essere redatte in fase di Progetto Definitivo a valle delle informazioni di maggior dettaglio da sviluppare nella successiva fase progettuale.

8.1. Avifauna

I risultati delle analisi svolte hanno mostrato che per poter calcolare in modo specifico il rischio di collisione dell'avifauna con il parco eolico per l'area in esame, e individuare in modo più preciso le eventuali azioni di mitigazione (Paragrafo 7.2.1) da mettere in atto, è necessario effettuare una caratterizzazione delle specie presenti.

A tale fine, si propone un monitoraggio *ante operam* tramite la tecnica del "visual count" (Clark, 1985) che prevede la permanenza sul campo in orari definiti nei periodi di attenzione.

Successivamente alla costruzione dell'opera in progetto, sarà comunque importante prevedere uno specifico piano di monitoraggio finalizzato alla raccolta di informazioni sulle eventuali collisioni delle specie ornitiche con gli impianti in funzione (fase di *post operam*).

8.2. Biocenosi bentoniche

La valutazione della propagazione della torbidità tenderebbe ad escludere la possibilità di effetti significativi sulle biocenosi del coralligeno e comunità algali di substrato duro artificiale e naturale che si trovano nelle aree di levante prossime all'area di intervento.

Saranno comunque svolti una serie di controlli al fine di monitorare lo stato di qualità dei popolamenti indicati presenti in prossimità dell'area di intervento.

Per le biocenosi del coralligeno di parete presente nei primi 40m di profondità, saranno svolti controlli in *ante operam* e in corso d'opera seguendo le metodologie definite da ISPRA tramite l'applicazione di indici di qualità ecologica.

Per le comunità algali di substrato duro, controlli in *ante operam* e corso d'opera saranno effettuati adottando il protocollo applicato da ARPAL per le proprie attività di monitoraggio istituzionali.

Anche per il macrozoobenthos di substrato mobile, saranno seguite le modalità del monitoraggio istituzionale e, in particolare, l'applicazione dell'indice M-AMBI nella valutazione dell'Elemento di Qualità Biologica (EQB).

8.3. Fanerogame marine

La valutazione della propagazione della torbidità tenderebbe ad escludere la possibilità di effetti significativi sui popolamenti di fanerogame marine che si trovano nelle aree di levante prossime all'area di intervento, sia in termini di seppellimento e/o erosione, sia di riduzione della trasparenza dell'acqua con conseguenze negative di soffocamento e sui processi fotosintetici.

Le attività di monitoraggio saranno effettuate nelle fasi di *ante operam* e di corso d'opera ed interesseranno i popolamenti delle praterie a *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa* situate in località Sturla - Quarto - Quinto, incluse nella zona ZSC IT1332576 "Fondali Boccadasse", a circa 2 Km ad Est dell'area di intervento.

Sarà adottato il protocollo di monitoraggio adottato da ARPAL raccogliendo una serie di parametri necessari per il calcolo dell'indice PREI: densità fogliare, superficie fogliare per fascio, biomassa epifiti, biomassa fogliare, profondità e tipologia del limite inferiore. Sarà inoltre verificata la presenza di *Pinna nobilis*, specie inserita nell'allegato IV della DIR 92/43/CEE e per ora non segnalata nell'area di interesse.

8.4. Rumore subacqueo e Mammiferi e Rettili Marini

Per tutelare le specie target da eventuali impatti causati dal rumore subacqueo generato nel corso delle operazioni a mare sarà realizzato un programma di monitoraggio acustico (rumore e presenza dei Mammiferi Marini) e visivo (presenza dei Mammiferi e Rettili Marini) durante le fasi *ante-durante-post operam*.

Ante-operam

Acustico - Saranno posizionati registratori acustici autonomi (*bottom recorder*) in siti chiave di campionamento. I registratori saranno collocati almeno 12 mesi prima dell'inizio dei lavori e raccoglieranno dati acustici h 24 per almeno 9 mesi (con scarico dei dati e sostituzione batterie 1 volta/mese). L'analisi successiva dei dati fornirà una *baseline* stagionale dei livelli di rumore dell'area e della "presenza" acustica delle specie, permettendo anche di modellare i possibili effetti (impatti) sui Mammiferi Marini.

Il rumore sarà caratterizzato attraverso la stima dei seguenti livelli (ISO 18405:2017):

- *Sound Pressure Level* (root mean square) [(L_{p,rms}) dB re 1 µPa]
- *Sound Pressure Level* (peak) [(L_{p-pk}) dB re 1 µPa]

- *Sound Exposure Level* [$(L_{E,p})$ dB re $1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$], stimato anche nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e a 125 Hz

In aggiunta, potranno essere effettuati rilievi puntuali (utilizzando un mezzo dedicato) tramite idrofono calibrato omnidirezionale per stimare i livelli di rumore nel Porto (o altre aree di interesse) in condizioni specifiche (ad esempio in momenti di intenso traffico navale). L'idrofono sarà selezionato considerando le *Linee Guida per il monitoraggio del Rumore Sottomarino nei Mari Europei* (Dekeling et al., 2014).

Visivo - Saranno effettuati rilievi visivi diurni per determinare l'eventuale presenza delle specie target nell'area nel corso dei 12 mesi antecedenti l'inizio dei lavori. Le osservazioni saranno condotte per 1 settimana/mese da qualificati operatori MMO (*Marine Mammals Observer*) e PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) da imbarcazione dedicata e appositamente dotata delle tecnologie/attrezzature necessarie alla corretta realizzazione del monitoraggio stesso. Saranno definiti *a priori* 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

Acustico - 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).

Il rumore sarà registrato in continuo (h 24) e sarà caratterizzato in tempo reale attraverso la stima dei livelli usati nell'acustica subacquea (ISO 18405:2017) (vedi sezione *Ante-operam*).

Il monitoraggio acustico fornirà dati in merito al rumore generato durante l'esecuzione dei lavori a mare e permetterà - in combinazione all'attività di osservazione visiva dei Mammiferi Marini - 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.

Visivo - Ogni giorno, prima dell'avvio delle attività, sarà effettuata una ricognizione visiva con l'ausilio di binocoli (scansionando la superficie del mare a 360°), all'interno dell'area portuale di almeno 30 minuti. In caso di avvistamento, l'inizio delle attività sarà ritardato fino all'allontanamento degli individui dalla zona (vedi paragrafo 7

Pag. 135 di 137

“Misure di mitigazione”). Le osservazioni saranno condotte da qualificati operatori MMO (*Marine Mammals Observer*) e PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) da imbarcazione dedicata e appositamente dotata delle tecnologie/attrezzature necessarie alla corretta realizzazione del monitoraggio stesso. Saranno definiti *a priori* transetti lineari da seguire nel corso del monitoraggio, in modo da coprire interamente la zona di mitigazione. Le osservazioni saranno condotte continuativamente dall'alba al tramonto in condizioni meteo-marine favorevoli.

Post-operam

Sarà replicato lo schema di monitoraggio *Ante-operam* per i 12 mesi successivi al completamento dei lavori. I dati ottenuti saranno confrontati al fine di stimare le variazioni dalla *baseline*.

8.5. Fauna ittica

I controlli in fase di *ante operam* dovranno essere attuati con la tecnica del “visual census”, applicata a diversi transetti posti lungo la diga, ortogonali a questa e a seguire il profilo discendente della mantellata, attenzionando le specie demersali, quelle di tana, quelle pelagiche, ma attratte dalla scogliera, ed eventualmente valutando la presenza di cefalopodi e crostacei.

Tale tecnica sarà continuamente riutilizzata anche in corso d'opera, per una serie di controlli da posizionare appropriatamente e con opportuna frequenza, lungo l'estensione lineare della diga, in ragione del proseguo delle attività di demolizione. Man mano che la struttura sarà smantellata, i controlli saranno effettuati nella parte ancora integra, al fine di definire il risentimento subito dalla fauna ittica in conseguenza del rumore prodotto dalle cariche esplosive e dalle altre lavorazioni correlate.

8.6. Evoluzione del litorale

Sarà eseguita un'attività sistematica di monitoraggio del litorale, per verificare l'evoluzione della costa su scala locale, nella spiaggia in particolare tra Punta Vagno e la foce del Bisagno, al fine di predisporre eventuali misure di mitigazione.

Il monitoraggio del litorale interesserà le spiagge esistenti nel tratto di costa a levante della foce del Bisagno per uno sviluppo di 2,5 km.

Le attività consisteranno di:

- Rilievo della linea di costa, da effettuarsi prima dell'inizio della costruzione (*ante operam*) e per 5 anni dopo la fine della costruzione delle opere (*post operam*), con cadenza annuale alla fine della stagione invernale;

- rilievo topografico della spiaggia emersa, il rilievo batimetrico della spiaggia sommersa ed il rilievo sedimentologico, che saranno eseguiti prima dell'inizio della costruzione dell'opera (*ante operam*) e nel primo anno dopo la fine della costruzione delle opere (*post operam*).

Nel caso il rilievo della linea di costa di *post operam* dovesse mostrare significative differenze rispetto allo stato attuale, il rilievo topografico, batimetrico e sedimentologico in fase di *post operam* sarà esteso a 5 anni, con cadenza annuale.

Nel periodo in cui saranno eseguiti i rilievi sul litorale, saranno acquisiti i dati di moto ondoso (altezza, periodo e direzione dell'onda) a partire dall'anno precedente l'inizio delle attività di monitoraggio.

Saranno messe a confronto le linee di riva rilevate nei vari anni evidenziando i ratei di avanzamento/arretramento e di conseguenza i valori di ampiezza di spiaggia.

Anche gli eventuali rilievi topografici della spiaggia emersa e batimetrici della sommersa, laddove eseguiti, saranno messi a confronto e sarà valutata l'evoluzione del volume di spiaggia per tratti significativi di litorale.

8.7. Monitoraggio della torbidità

Il monitoraggio della torbidità dovrà essere effettuato in modo tale da controllare la concentrazione dei solidi risospesi, in *ante operam* ed in corso d'opera, sia nelle aree oggetto delle lavorazioni, sia in prossimità delle aree sensibili posti a levante dell'attuale imboccatura portuale.

Saranno preferibilmente utilizzate sonde multi-parametriche in grado di rendere disponibili i dati con continuità e in tempo reale rilevando anche il profilo verticale della direzione e dell'intensità della corrente.

In aggiunta alle sonde, sarà predisposta l'esecuzione di misure di concentrazione dei solidi risospesi, con strumenti mobili impiegabili da natanti e la misura dei principali parametri atmosferici mediante una stazione meteorologica.