



AGENZIA PER LA  
SICUREZZA TERRITORIALE  
E LA PROTEZIONE CIVILE  
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Agenzia per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile  
**SETTORE SICUREZZA TERRITORIALE E PROTEZIONE CIVILE – DISTRETTO RENO**  
**UT Sicurezza Territoriale e Protezione Civile – Ferrara**

Provincia di Ferrara

Comune di Comacchio

**Deliberazione di Giunta Regionale n. 1460 del 20/09/2021**

**COD. 4S2B705 - Comuni vari - Mitigazione del rischio da ingressione marina e da erosione costiera - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale dell'Emilia-Romagna - Progettone 4 - Lotto n. 2 Comacchio**

**CUP: E31B21004160002**

**Importo: € 3.300.000,00**

## **PROGETTO ESECUTIVO**

### **Caratterizzazione dei sedimenti**

Progettista:

*Ing. Stefano Bellesi*  
*(firmato digitalmente)*

Responsabile Unico del Procedimento:

*Dott.ssa Alceste Zecchi*  
*(firmato digitalmente)*

Collaboratori alla progettazione:

*Dott. Luciano Arziliere*

*Dott.ssa Laura Grandi*

**DATA: 10/10/2022**

	<b>ELABORATO:</b> <b>02.PE.Cod4S2B705.CaratterizzazioneSedimenti</b>
	<b>REV. 01 – Rapporto di verifica Prot. 23/09/2022.0049254.E</b>



## Sommario

1	GENERALITÀ .....	1
2	AUTORIZZAZIONE ALL'IMMERSIONE DELIBERATA IN MARE .....	1
3	DINAMICA DEL LITORALE FERRARESE .....	2
3.1	Regime sedimentario e trasporto solido litoraneo.....	2
3.2	Breve analisi dell'adeguamento della linea di costa e delle opere di protezione realizzate nella Macrocella 6 .....	5
3.3	Breve analisi dell'adeguamento della linea di costa e delle opere di protezione realizzate nella Macrocella 5 .....	6
4	DESCRIZIONE DELLE AREE DI INDAGINE .....	7
5	PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI .....	7
5.1	Aree di prelievo .....	7
5.1.1	Disegno di campionamento .....	7
5.1.2	Dati pregressi .....	8
5.1.3	Carotaggi e accorpamento campioni area Lido_Estensi_P4.....	9
5.1.4	Carotaggi e accorpamento campioni area Logonovo_P4.....	10
5.1.5	Parametri di caratterizzazione .....	12
5.2	Aree di destinazione .....	13
5.2.1	Disegno di campionamento: .....	14
5.2.2	Parametri di caratterizzazione .....	14
ALLEGATO N. 1 .....		
1	SCHEDA DI INQUADRAMENTO AREA "LIDO_ESTENSI_P4".....	1
1.1	Informazioni generali sull'ubicazione della nuova area di escavo .....	1
1.1.1	"tipo" di area .....	1
1.1.2	Breve descrizione delle caratteristiche generali dell'ambiente circostante l'area di escavo e periodo di riferimento delle informazioni.....	3
1.2	Analisi delle principali pressioni che insistono sull'area .....	4
1.3	Analisi e mappatura (scala 1:50.000) dei principali elementi di pregio naturalistico, delle aree di tutela e degli obiettivi sensibili presenti nell'area di escavo e in aree limitrofe (entro un raggio di 5 MN).....	5
1.4	Informazioni sulle caratteristiche idrodinamiche e chimico-fisiche della colonna d'acqua.....	7
1.5	Informazioni sulle attività di escavo pregresse.....	10
1.6	Informazioni sulle caratteristiche morfo-batimetriche e sulle caratteristiche dei fondali.....	11

1.7	Informazioni sulle caratteristiche chimiche dei sedimenti dell'area di escavo .....	16
1.8	Informazioni sugli organismi animali e vegetali dell'area di escavo .....	19
1.9	Informazioni pregresse sulle attività di immersione/utilizzo.....	20
1.10	Informazioni sulle precedenti attività di monitoraggio ambientale .....	21
1.11	Programmazione delle attività di escavo e gestione dei materiali.....	21
1.12	Riduzione delle fonti di inquinamento.....	21
<b>ALLEGATO N. 2 .....</b>		
1	SCHEDA DI INQUADRAMENTO AREA "LOGONOVO_P4" .....	1
1.1	Informazioni generali sull'ubicazione della nuova area di escavo .....	1
1.1.1	"tipo" di area .....	1
1.1.2	Breve descrizione delle caratteristiche generali dell'ambiente circostante l'area di escavo e periodo di riferimento delle informazioni.....	3
1.2	Analisi delle principali pressioni che insistono sull'area .....	4
1.3	Analisi e mappatura (scala 1:50.000) dei principali elementi di pregio naturalistico, delle aree di tutela e degli obiettivi sensibili presenti nell'area di escavo e in aree limitrofe (entro un raggio di 5 MN).....	5
1.4	Informazioni sulle caratteristiche idrodinamiche e chimico-fisiche della colonna d'acqua.	7
1.5	Informazioni sulle attività di escavo pregresse.....	10
1.6	Informazioni sulle caratteristiche morfo-batimetriche e sulle caratteristiche dei fondali.	11
1.7	Informazioni sulle caratteristiche chimiche dei sedimenti dell'area di escavo .....	17
1.8	Informazioni sugli organismi animali e vegetali dell'area di escavo .....	19
1.9	Informazioni pregresse sulle attività di immersione/utilizzo.....	20
1.10	Informazioni sulle precedenti attività di monitoraggio ambientale .....	21
1.11	Programmazione delle attività di escavo e gestione dei materiali.....	21
1.12	Riduzione delle fonti di inquinamento.....	21
<b>ALLEGATO N. 3 .....</b>		
<b>ELENCO SPECIE PROTETTE .....</b>		
<b>ALLEGATO N. 4 .....</b>		
<b>CARATTERIZZAZIONE AREE DI DESTINAZIONE.....</b>		
1	INTRODUZIONE .....	1
1.1	Caratterizzazione delle spiagge oggetto degli interventi di ripascimento .....	1
2	ATTIVITÀ SVOLTE.....	1
2.1	Metodologie di analisi.....	1

2.1.1	Lidi Nord Comacchio .....	2
2.2	Valutazione Biocenosi .....	4
3	MICROINQUINANTI CHIMICI .....	6
3.1	Materiali e metodi .....	6
3.2	Risultati .....	7
3.2.1	Presentazione dei dati dei siti di ripascimento .....	7
4	ANALISI DELLE CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE.....	9
4.1	Materiali e metodi .....	9
4.1.1	Metodologie di riferimento .....	9
4.1.2	Pretrattamento del campione .....	10
4.1.3	Analisi del campione .....	10
4.2	Risultati e discussione .....	11
4.2.1	Presentazione dei dati dei sedimenti della spiaggia di Comacchio .....	11
4.2.2	Discussione dei risultati dei sedimenti della spiaggia di Comacchio .....	11
5	ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE.....	14
5.1	Saggio ecotossicologico con <i>Vibrio fischeri</i> .....	14
5.1.1	Introduzione.....	14
5.1.2	Materiali e metodi .....	15
5.1.3	Risultati e discussione .....	16
5.2	Inibizione della crescita algale con <i>Pheodactylum tricornutum</i> .....	18
5.2.1	Materiali e metodi .....	18
5.2.2	Risultati relativi al test di inibizione della crescita algale .....	19
5.3	Test embriotossicologici con mollusco <i>Crassostrea gigas</i> .....	19
5.3.1	Materiali e metodi .....	19
5.3.2	Risultati del test di sviluppo embrio - larvale di bivalvi .....	21
6	APPLICAZIONE DEI CRITERI DI INTEGRAZIONE PONDERATA PER LA VALUTAZIONE DELLA CLASSE DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI IN ACCORDO AL DM 173/2016 .....	21
6.1	Integrazione ponderata per l'elaborazione dell'indice di pericolo chimico dei sedimenti	21
6.1.1	Classificazione del pericolo chimico dei sedimenti della spiaggia di Comacchio oggetto di ripascimento .....	22
6.2	Integrazione ponderata per l'elaborazione dell'indice di pericolo ecotossicologico dei sedimenti.....	23
6.2.1	Classificazione del pericolo ecotossicologico dei sedimenti della spiaggia di Comacchio	

6.3	Criteri di integrazione ponderata per l'elaborazione della Classe di Qualità dei sedimenti	25
6.3.1	Risultato dell'integrazione ponderata della Classe di Qualità dei sedimenti della spiaggia oggetto di ripascimento .....	25
7	SINTESI E CONCLUSIONI .....	25
8	BIBLIOGRAFIA.....	26

## 1 GENERALITÀ

Il presente documento ha per oggetto la caratterizzazione dei sedimenti marini, in ottemperanza a quanto previsto dal D.lgs. 152/2006 e secondo le disposizioni del Decreto Ministeriale 15 luglio 2016 n. 173 “Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l’autorizzazione all’immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini” (di seguito Decreto) nel tratto litorale del territorio del Comune di Comacchio (FE) interessato dall’intervento “Cod. 4S2B705 - Comuni vari - Mitigazione del rischio da ingressione marina e da erosione costiera - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale dell’Emilia-Romagna - Progettone 4 – Lotto n. 2 - Comacchio”, finanziato con DGR n. 1460 del 20/09/2021.

Tali indagini sono funzionali alla movimentazione dei sedimenti dai depositi sublitoranei antistanti al Lido degli Estensi, generati dall’azione delle correnti di trasporto solido litoraneo sud-nord da Foce Reno ostacolate dalla presenza del molo di guardia meridionale del Porto Canale di Porto Garibaldi, ai punti più critici di Lido di Pomposa e Lido delle Nazioni, per interventi di ripascimento e/o ripristino delle opere di difesa secondo le modalità descritte nell’Allegato n. 01.

Per l’esecuzione dei campionamenti e delle analisi dei sedimenti sarà impiegato il fondo assegnato dalla Regione Emilia-Romagna con DGR n. 678 del 11/03/2021 “Approvazione Programma Operativo dell’Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile per il triennio 2021-2023” all’Allegato 1 - ID. 59 – Servizio di supporto per elaborazione progetto “Ripascimento della costa” – Importo € 100.000,00, capitolo U15006 “Spese servizi di supporto alle attività Agenzia” per l’anno 2021, assegnato al Servizio Sicurezza Territoriale Protezione Civile Rimini.

Per le attività di monitoraggio morfologico e sedimentologico sarà impiegata la specifica voce presente nelle somme a disposizione del Quadro Economico dell’intervento “Cod. 4S2B705 - Comuni vari - Mitigazione del rischio da ingressione marina e da erosione costiera - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale dell’Emilia-Romagna - Progettone 4 – Lotto n. 1 - Romagna”, finanziato con DGR n. 1460/2021 per l’anno 2022.

## 2 AUTORIZZAZIONE ALL’IMMERSIONE DELIBERATA IN MARE

L’intervento di cui sopra rientra nelle operazioni di immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini, si configura ai sensi dell’art. 2 commi d) del Decreto 15 luglio 2016, n. 173 “Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l’autorizzazione all’immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini” (di seguito Decreto) come ripascimento, utilizzo di materiali di cui all’articolo 1 mediante apporto sulla spiaggia emersa e/o sommersa, prioritariamente in relazione a fenomeni di erosione della costa.

Ai fini della tutela dell’ambiente marino, il Decreto stabilisce l’obbligo e le modalità per il rilascio dell’autorizzazione di cui all’articolo 109, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l’immersione deliberata in mare dei materiali di escavo di fondali marini o salmastri o di terreni litoranei emersi di cui al comma 1, lettera a) del medesimo articolo 109 per i ripascimenti.

L’autorizzazione all’immersione deliberata in mare viene rilasciata da ARPAE per i materiali di escavo dei fondali marini che, sulla base della caratterizzazione e classificazione, risultano

compatibili con l'immersione in mare e per i quali sono state verificate le opzioni di utilizzo, secondo i modelli e le modalità stabilite nell'Allegato Tecnico del Decreto.

L'autorizzazione deve essere corredata da:

- Scheda di inquadramento delle aree di escavo che dovrà essere aggiornata ogni ventiquattro mesi e comunque a seguito di eventi eccezionali che possano aver determinato una modifica significativa delle caratteristiche dei fondali;
- Individuazione e caratterizzazione delle aree di deposito;
- Piano di monitoraggio ambientale per le attività di escavo, trasporto e immersione.

Il presente elaborato è costituito da tutta la documentazione sopra elencata presentata nell'ambito della procedura di PAUR-VIA relativa ai lavori principali, durante la quale è stata rilasciata da Arpae-SAC Ferrara l'autorizzazione DET-AMB-2022-2783 del 01/06/2022 (agli atti con Prot. 07/06/2022.0531816.E), vincolata al rispetto di prescrizioni recepite all'art. 74 del Capitolato Speciale d'Appalto.

L'autorizzazione è valida per l'intera durata dei lavori di escavo e comunque non oltre trentasei mesi dalla data di rilascio e può essere prorogata, in caso di aggiornamento, di ulteriori ventiquattro mesi per una validità complessiva di cinque anni.

### 3 DINAMICA DEL LITORALE FERRARESE

Il monitoraggio della dinamica costiera del litorale ferrarese viene eseguito periodicamente da ARPAE tramite rilievi topo-batimetrici della costa, campionamenti per lo studio delle caratteristiche fisiche dei sedimenti marini, analisi ed elaborazioni del clima meteo marino. Per il presente Piano di caratterizzazione si è fatto riferimento alla pubblicazione più recente disponibile che è lo "Stato del litorale emiliano-romagnolo al 2018 erosione e interventi di difesa – Arpa Emilia-Romagna, 2020".

#### 3.1 Regime sedimentario e trasporto solido litoraneo

Il trasporto solido fluviale, proveniente dai numerosi fiumi e torrenti che sfociano lungo la costa, rappresenta la principale fonte di alimentazione delle spiagge dell'intero litorale emiliano romagnolo.

Il Piano Costa 1981 ha messo in evidenza come alla fine degli anni 70 e rispetto agli anni 40, le variazioni d'uso dei bacini montani, della regimazione dei corsi d'acqua e dell'estrazione degli inerti dagli alvei fluviali hanno contribuito a ridurre di 3-4 volte l'apporto solido a mare.

Negli anni successivi i principali interventi legislativi attuati dalla Regione Emilia-Romagna per il ripristino dell'apporto solido fluviale e la riduzione della subsidenza, (Regione Emilia-Romagna, 1996) hanno riguardato il blocco dell'estrazione degli inerti dagli alvei dei corsi d'acqua di competenza regionale e il piano per il controllo degli emungimenti.

In seguito alla realizzazione di grandi infrastrutture idrauliche per l'utilizzo di acque superficiali, quali l'Acquedotto di Romagna, che utilizza le acque dell'invaso di Ridracoli, e il Canale Emiliano-Romagnolo (CER), che porta nella pianura emiliano-romagnola le acque del Po, sono stati ridotti i prelievi di acque sotterranee, che erano una delle cause di fenomeni di subsidenza.

Nonostante tutte le misure e gli interventi adottati per favorire l'apporto di sedimenti a mare, i fenomeni di erosione costiera, si susseguono con sempre più frequenza e intensità anche a causa dei cambiamenti climatici.

Il blocco delle escavazioni in alveo, la pulizia e il rizezionamento degli stessi, realizzati nel corso degli anni 80 e 90, pur essendosi rilevati efficaci non hanno conseguito i risultati sperati in termini di aumento dell'apporto solido a mare. Le poche misure sperimentali di trasporto solido effettuate sui fiumi che sfociano nel litorale regionale, evidenziano un trasporto al fondo prossimo allo zero, mentre risulta non trascurabile l'apporto di limo e argilla e, in misura minore, di sabbia fine.

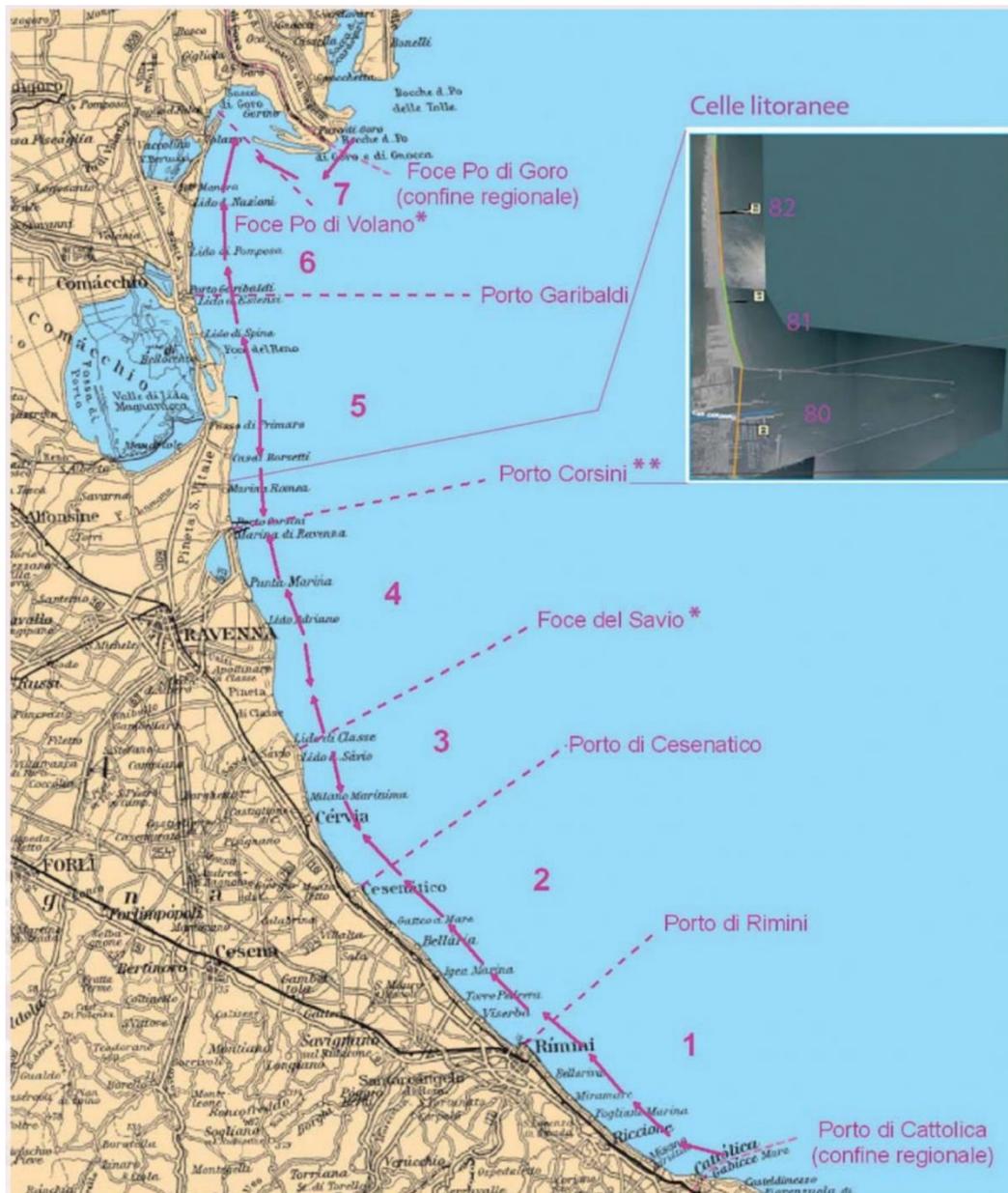


Fig. 1 - Suddivisione del litorale in macrocelle, come definite da Preti et al. (2008), e trasporto sedimentario longshore.

Allo stato attuale l'unico contributo all'alimentazione delle spiagge, favorito anche dalla conformazione ad arco della costa emiliano romagnola, è costituito dall'apporto dei sedimenti ad opera delle correnti litoranee provenienti sia dalla costa marchigiana che dai rami meridionali del delta del Po. Tuttavia, la distribuzione dei sedimenti sotto costa non è omogenea e dipende da

numerosi fattori sia naturali (assetto geo morfologico, dinamica costiera) che antropici (presenza di opere di difesa, moli, porti), per cui lungo tutto il litorale emiliano romagnolo è possibile riscontrare spiagge in forte erosione e altre stabili o in accrescimento.

Al fine di meglio comprendere le dinamiche evolutive dell'intero litorale emiliano romagnolo, fornendo una visione di insieme oggettiva del litorale nella sua complessità e anche una visione di dettaglio dei paraggi a varia criticità, tutti i dati disponibili sull'erosione delle spiagge (Prete et al., 2008), le informazioni relative al sistema costiero regionale in forma adattata al modello DPSIR, sono stati organizzati ed elaborati per unità territoriali di riferimento a grande e a piccola scala.

Come settori di riferimento a grande scala, sono state utilizzate le Macrocelle che corrispondono a segmenti di costa caratterizzati da bilanci sedimentari a sé stanti a causa del limitato scambio reciproco di sedimenti grossolani e alla presenza di punti nulli del trasporto stesso, di convergenza o divergenza.

Come unità elementare di dettaglio è stata adottata la "Cella litoranea di gestione", in totale 118, che rappresenta tratti costieri della lunghezza variabile da poche decine di metri ad alcuni chilometri, contraddistinti da un'evoluzione uniforme che li differenzia dai tratti contigui ed è strettamente dipendente dalla storia degli interventi di difesa effettuati. La cella include la spiaggia emersa, a partire dal primo manufatto o dal piede della duna, e la spiaggia sommersa fino alla batimetrica dei 2.5-3 m.

Questa metodologia ha consentito di evidenziare la frammentazione del litorale regionale in tratti con criticità differenti, dovute alla variabilità delle caratteristiche geologico-evolutive, allo sfruttamento intensivo del territorio costiero, alla presenza di lunghi moli portuali che interrompono il trasporto sedimentario long-shore e alla presenza di varie tipologie di sistemi di difesa dall'erosione.

Il litorale ferrarese si sviluppa lungo 3 macrocelle:

7 – Sacca e Scanno di Goro;

6 – Porto Garibaldi-Foce Po di Volano;

5 – Porto Corsini-Porto Garibaldi, dalla cella 96 alla 110.

La mappa in figura 1 evidenzia come le foci del Reno e del Po di Volano siano rispettivamente un punto di divergenza e di convergenza del trasporto solido litoraneo. Le sabbie del Reno, in particolare, da Sud risalgono verso Nord fino a Volano rimanendo intercettate per la maggior parte dai moli di Porto Garibaldi e del Canale Logonovo; quelle del Po alimentano la crescita dello scanno di Goro verso Ovest, verso Volano.

I punti di accumulo delle sabbie sono localizzati lungo lo scannone di Volano e a sud degli sbocchi di Porto Garibaldi (Lido degli Estensi) e del Canale Logonovo.

Il regime sedimentario, alla luce di un trasporto solido fluviale che rimane trascurabile, è quindi condizionato dalla subsidenza, dalla presenza di opere di difesa, dai prelievi e dagli interventi periodici di ripascimento.

### 3.2 Breve analisi dell'adeguamento della linea di costa e delle opere di protezione realizzate nella Macrocella 6

L'analisi riguarda la macrocella 6 in cui sono previsti gli interventi di deposito dei sedimenti marini.

Macrocella 6 – Il tratto di costa che si estende dai moli di Porto Garibaldi allo Scannone di Volano (macrocella M6) lungo 16.650 m, costituisce un'unità fisiografica morfodinamicamente indipendente caratterizzata da parametri fisici e morfologici omogenei che la distinguono dalle macrocelle adiacenti.

La macrocella, suddivisa in 10 celle minori distinte l'una dall'altra per la presenza di diverse opere di difesa e per il tipo di interventi attuati, comprende le spiagge di Porto Garibaldi, Lido degli Scacchi, Lido di Pomposa, Lido delle Nazioni e la riserva naturale di Po di Volano, ricompresa nel Parco Naturale Regionale del Delta del Po.

Questo tratto di litorale è caratterizzato da un trasporto solido litoraneo diretto da sud verso nord, da Porto Garibaldi allo Scannone di Volano, ed est-ovest dalla foce del Po di Goro allo Scannone di Volano.

La quantità di sedimenti presenti tra la foce del Po di Goro e lo Scanno di Goro che le correnti litoranee trasportano verso Volano, risulta modesta in quanto l'apporto solido è per lo più intercettato dai moli di Porto Garibaldi e dal canale sottomarino di accesso al porto di Goro.

Negli anni 20 del XX secolo, il prolungamento dei moli del porto di Porto Garibaldi ha determinato la riduzione del trasporto solido litoraneo, diretto da sud verso nord, e la manifestazione dei primi processi erosivi sulla spiaggia di Porto Garibaldi. Dagli anni 70 in poi sono state realizzate opere di difesa quali scogliere parallele emerse, scogliere radenti e pennelli, ciò nonostante, il processo erosivo ha continuato a estendersi verso nord.

Nel periodo 2012-2018, nell'intero paraggio costiero della macrocella M6 è stata calcolata una perdita di circa 144.000 mc, a cui vanno aggiunti gli oltre 162.000 mc di sedimento portati a ripascimento e provenienti dalle macrocelle M5 (2.156 mc) e M7 (160.256 mc), per un totale di soli 18 mc/m persi nell'intero periodo di esame. Il volume stimato di spiaggia persa per subsidenza è poco più di 106.000 mc, pari a circa 6 mc/m nell'intero periodo di analisi.

I tassi di subsidenza della macrocella M6 sono molto bassi, dell'ordine di qualche mm/anno.

Le spiagge sono stabili o in accumulo, a esclusione di quelle di Volano (celle C108 e C109) che sono in erosione. Per far fronte ai processi erosivi, nel periodo in esame, è stato necessario realizzare una serie di interventi di ripascimento per un totale di 422.500 mc di sabbia.

Di questi, 260.000 mc sono paleggiamenti interni alla macrocella M6, di cui 233.300 mc provenienti dallo Scannone di Volano (C110) e 26.700 mc dalla pulizia delle spiagge, e 162.000 mc provengono dalle macrocelle M6 e M7 come detto sopra.

Sul litorale di Porto Garibaldi (C102) e Lido degli Scacchi (C103) si registra un accumulo di oltre 160.000 mc di sabbia, a fronte di un apporto di poco più di 6.000 mc, mentre la linea di riva è sostanzialmente in equilibrio, con la tendenza all'avanzamento.

Proseguendo verso nord, sulle spiagge di Lido di Pomposa (C104) e Lido delle Nazioni (C105), a fronte di un apporto di 40.000 mc si è avuta una perdita di circa 84.000 mc (complessivamente pari a più 20 mc/m) e la linea di riva è in equilibrio con la tendenza a un leggero arretramento. La spiaggia emersa ha un'ampiezza media di 150 m a Porto Garibaldi e tra i 50-80 m da Lido degli Scacchi a Lido delle Nazioni e un andamento rettilineo. La quota massima della spiaggia supera i 2.50 m, a esclusione di alcuni tratti in cui è compresa tra 1.81-2.50 m e degli ultimi 500 m di Lido delle Nazioni, dove le quote sono inferiori a 1.50 m e l'argine di difesa è stato in parte eroso dalle mareggiate. La spiaggia tra la battigia e le opere è caratterizzata da salienti, il fondale a ridosso delle scogliere ha un andamento pensile con un dislivello di 2.00-2.50 m tra il lato terra e il lato mare.

### 3.3 Breve analisi dell'adeguamento della linea di costa e delle opere di protezione realizzate nella Macrocella 5

L'analisi riguarda la macrocella 5 in cui sono previsti gli interventi di prelievo dei sedimenti marini.

Il tratto di litorale che si estende dal molo ponente del porto di Ravenna al molo levante di Porto Garibaldi (macrocella M5), lungo 20.590 m, comprende le spiagge di Porto Corsini, Marina Romea e Casal Borsetti del comune di Ravenna, il fronte mare del Poligono Militare di foce Reno, la spiaggia naturale di Bellocchio, le spiagge di Lido di Spina e Lido degli Estensi del comune di Comacchio.

L'evoluzione morfologica di questo paraggio costiero dipende dalla portata solida del fiume Reno, dalla presenza dei moli foranei di Porto Corsini e Porto Garibaldi e dalla direzione del trasporto solido litoraneo.

La riduzione della portata solida del fiume Reno, già evidente nella prima metà del XX secolo, associata al trasporto solido litoraneo divergente in corrispondenza dell'area di foce Reno, ha innescato un forte processo erosivo che ha determinato lo smantellamento della foce, prima, e un vistoso arretramento delle spiagge limitrofe, dopo. Tale arretramento si estende a nord della foce del Reno fino a Lido di Spina, mentre verso sud arriva fino a Marina Romea. Il blocco del trasporto solido esercitato dal molo di Ponente del porto di Ravenna ha garantito l'avanzamento della spiaggia di Marina di Ravenna (cella 79) e di Porto Corsini (cella 81), mentre quello determinato dal molo di levante di Porto Garibaldi ha favorito l'avanzamento della spiaggia di Lido degli Estensi (cella 100) e di Lido di Spina Nord (cella 98).

Per contrastare i forti processi erosivi, sono state realizzate una serie di opere rigide (scogliere radenti, scogliere parallele emerse, pennelli, ecc..) nel tratto compreso tra la foce del Reno e il Lamone, e alcuni pennelli in legno o in roccia a Lido di Spina Sud (cella 97). Inoltre, per ripristinare la spiaggia emersa sono stati effettuati periodici ripascimenti.

Complessivamente, nel periodo 2012-2018, la macrocella 5 ha subito una perdita di sedimenti di quasi 740.000 mc, pari a 35 mc/m. Il volume stimato di spiaggia persa per subsidenza è di quasi 136.000 mc, pari a circa 6 mc/m nell'intero periodo di analisi.

I tassi di subsidenza della macrocella M5 sono molto bassi, dell'ordine di qualche mm/anno, tranne nella zona di Porto Corsini dove le velocità medie di abbassamento sono di 8 mm/anno.

La situazione della macrocella M5 si presenta però eterogenea, per la parte ferrarese: da Foce Reno (C92) a Lido di Spina Sud (C97) in erosione, da Lido di Spina Nord (C98) a Lido degli Estensi (C100), e in accumulo.

Tra il 2012 e il 2018 sono stati realizzati una serie di interventi di ripascimento, per lo più paleggiamenti interni alla macrocella M5 da zone in accumulo a zone in erosione, per un totale di oltre 570.000 mc di sedimento movimentato. Si conta un solo apporto da cava a terra di 440 mc, un apporto di 1000 mc proveniente dallo Scannone di Volano (C110 - M6) e un prelievo di 2150 mc dalla foce del canale Logonovo (C99 - M5) portato a ripascimento di Lido delle Nazioni (C105 - M6).

I paleggiamenti non hanno garantito la stabilizzazione delle celle 96 e 97, pur avendo apportato 470.000 mc di sedimento, pari all'80% del totale di materiale movimentato.

Nel 2015 a sud del Bagno Giamaica (cella 96) è stato realizzato un pennello in pali di legno; nel 2018 è stato effettuato un intervento di ripristino dei pennelli in pali di legno e dell'argine di difesa dal mare.

## 4 DESCRIZIONE DELLE AREE DI INDAGINE

Per la descrizione dettagliata delle aree di indagine si rimanda al capitolo 3 della Relazione Tecnica Illustrativa (Allegato n. 01), mentre per la loro localizzazione alla Tav. 01 allegata al presente elaborato.

## 5 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

La caratterizzazione e la classificazione dei materiali verrà eseguita nel rispetto delle procedure indicate nell'Allegato Tecnico del Decreto.

Tutti gli schemi grafici e le mappe per una migliore lettura e consultazione sono riportate alla Tav. 01 allegata al presente elaborato. Tutte le rappresentazioni sono su Ortofoto CGR 2018 nel riferimento UTM-ETRF89/32.

### 5.1 Aree di prelievo

I sedimenti saranno prelevati dai depositi sub litoranei lungo Lido degli Estensi e antistanti a tratti di arenile libero: uno a ridosso del molo di guardia di Porto Garibaldi identificato come "Lido\_Estensi\_P4" e l'altro a nord dello sbocco del canale Logonovo, *identificato come "Logonovo\_P4"*. Entrambi sono prossimi alle aree di prelievo litoranee impiegate per le attività di manutenzione ordinaria e *accessibili via mare*.

#### 5.1.1 Disegno di campionamento

È possibile attenersi ad un percorso di caratterizzazione di tipo II, semplificato.

La strategia di campionamento prevede l'individuazione delle stazioni di carotaggio tramite la sovrapposizione di una griglia a maglia quadrata, con un'area unitaria definita, e l'esclusione di porzioni residue inferiori al 50 % dell'area unitaria stessa. *I grigliati hanno un lato fino a 200 metri come previsto per le aree costiere non portuali (tipologia 3) e sono stati posizionati in modo da*

*inglobare completamente il deposito sabbioso sub-litoraneo su cui si andrà a scavare in modo da garantire sempre la rappresentatività dell'intera cella.*

In ogni sito si scaverà ad una profondità massima di 2.00 metri; la tecnica di campionamento prevista è quella del carotaggio individuando per ciascuna carota tre sezioni (0-0.50, 0.50-1.00, 1.00-2.00).

<b>Area di progetto</b>	Lido Estensi P4, Logonovo P4
<b>Tipologia area</b>	area costiera non portuale, Percorso II di campionamento, disegno di campionamento AU 200 m x 200 m
<b>Profondità escavo</b>	max 2.00 m (caratterizzazione strati 0-0.50, 0.50-1.00, 1.00-2.00)
<b>Volumi di prelievo</b>	100.000 mc, 100.000 mc (quantitativo potenziale)

### 5.1.2 Dati pregressi

<b>Area di progetto</b>	Lido Estensi P4
<b>Dati pregressi</b>	<p><b>Area Lido Estensi:</b> sedimenti classe A (fino ad 1.00 m) – dicembre 2018, validità estesa da Arpae-SAC FE con Prot. 07/09/2021.0047340.E</p> <p><b>Porto Canale:</b> sedimenti classe B (fino ad 0.50 m), classe A, sabbia&lt;90% (strato 0.50-1.00 m) – giugno 2020</p>

Considerata la scarsa storicità e i risultati ottenuti nella zona limitrofa (sbocco Porto Canale) si preferisce ripetere tutte le analisi.

<b>Area di progetto</b>	Logonovo P4
<b>Dati pregressi</b>	<p><b>Area Foce Canale Logonovo*:</b> sedimenti classe A (fino ad 1.00 m) – dicembre 2018 validità estesa da Arpae-SAC FE con Prot. 07/09/2021.0047340.E (celle 98-99)</p> <p><b>Estensione per Area Foce Canale Logonovo (escavo savanella per ripristino officiosità idraulica canale):</b> sedimenti classe A (da 1.00 m a 3.00 m dal fondale). Sono state prelevate in data 09/04/2021 quattro carote da 3 metri dalle quali sono stati estrapolati 4 campioni per gli strati 1.00- 2.00, 2.00-3.00 (celle 98-99)</p> <p><b>FEAMP Canale Logonovo (escavo savanella per ripristino officiosità idraulica canale):</b> sedimenti classe A (da 0.00 m a 2.00 m dal fondale). Sono state prelevate in data 17/05/2021 tre carote da 2 metri dalle quali sono stati estrapolati 3 campioni per gli strati 0.00-0.50, 0.50-1.00, 1.00-2.00. (cella 99)</p>

*I dati pregressi non riguardano la cella 100 interessata dall'escavo, ma le due celle 99 e 98 poste più a sud. Considerato che nel sistema SICELL la cella 99 viene classificata dal sistema SICELL come "Foce canale di scolo", mentre le celle 100 e 98 come "Cella con spiaggia" si suppone che solo per quest'ultime siano garantite le medesime caratteristiche ambientali.*

*La barra antistante lo sbocco del canale è difatti costituita da sedimenti provenienti dal Lido di Spina sud – Foce Reno, ma vista la distanza fra i nuovi punti di stazionamento e quelli già impiegati, comunque esterni all’area di escavo, e la forte dinamicità della fascia litoranea, si preferisce anche in questo caso ripetere tutte le analisi.*

### 5.1.3 Carotaggi e accorpamento campioni area Lido\_Estensi\_P4

<b>Numero aree unitarie (AU)</b>	6
<b>Numero aree unitarie trascurabili (inferiori al 50%)</b>	2 (AU1 e AU3)
<b>Numero minino punti di campionamento:</b>	4 (P402, P404, P405, P406)

*I punti di campionamento sono stati posizionati centrali rispetto all’area di escavo compresa nella singola Area Unitaria, salvo problemi di accessibilità e navigazione in condizioni di sicurezza. Eventuali discostamenti sono dovuti alle effettive profondità riscontrate sul campo e difficili da stimare mancando un rilievo aggiornato e considerando l’elevata dinamicità della zona.*

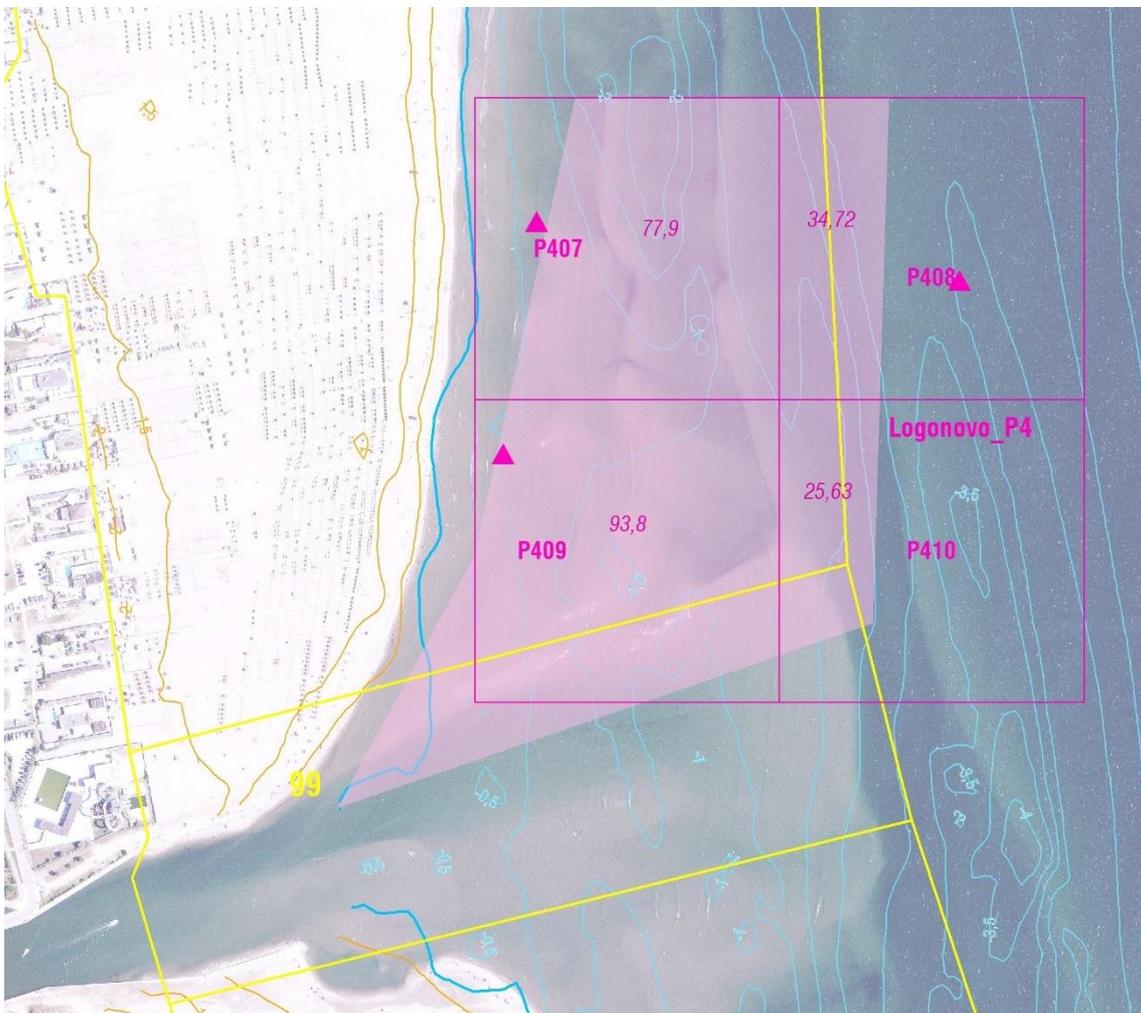
<b>Stazione campionamento</b>	<b>ETRS1989 UTM 32 Coord Est</b>	<b>ETRS1989 UTM 32 Coord Nord</b>	<b>WGS84 Lon</b>	<b>WGS84 Lat</b>
P402	757.960	4.952.162	12° 15' 16.8510"	44° 40' 35.1766"
P404	757.997	4.952.025	12° 15' 18.2804"	44° 40' 30.6959"
P405	757.945	4.951.802	12° 15' 15.5181"	44° 40' 23.5477"
P406	757.972	4.951.802	12° 15' 16.7424"	44° 40' 23.5127"



nella singola Area Unitaria, salvo problemi di accessibilità e navigazione in condizioni di sicurezza. Eventuali discostamenti sono dovuti alle effettive profondità riscontrate sul campo e difficili da stimare mancando un rilievo aggiornato e considerando l'elevata dinamicità della zona.

In particolare, le indagini sulle AU07-09, data la presenza di fondali ridotti, sono state eseguite durante le ore di bassa marea muovendosi a piedi dalla battigia fino alla profondità massima che consentiva l'estrazione delle carote secondo la lunghezza prevista.

Stazione campionamento	ETRS1989 UTM 32 Coord Est	ETRS1989 UTM 32 Coord Nord	WGS84 Lon	WGS84 Lat
P407	757.796	4.950.701	12° 15' 6.7674"	44° 39' 48.1158"
P408	758.096	4.950.816	12° 15' 20.5773"	44° 39' 51.4489"
P409	757.818	4.950.855	12° 15' 8.0438"	44° 39' 53.0703"



N. campioni effettivi 7 (di cui 2 composti):

- n. 1 campione composito con miscelazione degli strati al livello 0-0.50 delle AU 7, 9;
- n. 1 campione composito con miscelazione degli strati al livello 0.50-1.00 delle AU 7, 9;
- n. 2 campioni per il livello 1.00-2.00 in corrispondenza delle AU 7, 9;

- n. 1 campione corrispondente al livello 0-0.50 della AU 8;
- n. 1 campione corrispondente al livello 0.50-1.00 della AU 8;
- n. 1 campione corrispondente al livello 1.00-2.00 della AU 8;

#### 5.1.5 Parametri di caratterizzazione

Su ciascun campione sarà eseguito il set di analisi previste per il Percorso II, ovvero:

1. Caratterizzazione ecotossicologica, mediante l'esecuzione di saggi biologici secondo le modalità indicate nell'Allegato Tecnico del DM n. 173/2016;
2. Caratterizzazione chimica (a meno di dati pregressi disponibili):

##### *Schema relativo alle analisi chimiche da eseguire su ciascun campione*

Parametri	Lido_Estensi_P4	Logonovo_P4
Metalli e Metalloidi (1)	X	-
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (2)	X	-
Pesticidi organoclorurati (3)	X	-
Policlorobifenili (PCB) (4)	X	-
Composti Organostannici (5)	X	-
Carbonio organico totale o sostanza organica totale	X	-

(1) As, Cd, Cr tot, Cr VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.

(2) Acenafilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenafte, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene e loro sommatoria.

(3) Aldrin, Dieldrin, Endrin,  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro epossido, clordano.

(4) PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria.

(5) Monobutil, Dibutil, Tributilstagno e loro sommatoria.

3. Caratterizzazione fisica (granulometria):

sono esclusi dalle analisi i parametri relativi alle caratteristiche cromatiche in quanto, per via della direzione sud-nord del trasporto solido litoraneo, le sabbie prelevate tendono a spostarsi, seppur in quantità ridotta, naturalmente verso le aree di destinazione.

4. Caratterizzazione biologica della colonna d'acqua (microbiologia):

si fa riferimento ai campioni eseguiti a norma del D. Lgs 116/2008 nella stagione balneare 2021. Infatti, le aree interessate ricadono nei punti di campionamento della rete regionale di balneazione quali:

- Lido Estensi punto A, Lido Estensi punto C;
- Lido Pomposa punto A;
- Lido Nazioni punto A, Lido Nazioni punto B, Lido Nazioni punto C;
- Lido degli Scacchi punto A.

A tal riguardo si riporta, come anche dall'ultimo campionamento effettuato il 27 settembre 2021, che non si sono registrati superamenti né per *Escherichia coli*, né per enterococchi intestinali. Si allegano gli RDP e si riporta l'indirizzo in cui sono consultabili i risultati delle analisi: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/balneazione>

Essendo un'area caratterizzata da un battente d'acqua poco profondo non è possibile eseguire la verifica della torbidità.

In relazione alla opportunità di caratterizzare e monitorare le comunità bentoniche, si preme sottolineare che nell'Allegato tecnico del DM 173/2016, al punto 3.3 Attività di monitoraggio ambientale, si evince che "nel monitoraggio ambientale il numero delle stazioni, i parametri da monitorare nella colonna d'acqua, nel sedimento superficiale e nel biota (quindi anche bentos) devono essere commisurati alla qualità dei sedimenti".

Per qualità dei sedimenti si intende in primis la loro granulometria che costituisce l'habitat in cui vive il macrozoobenthos. Si precisa che sulla base delle conoscenze acquisite dai monitoraggi effettuati in Nord Adriatico e in particolare lungo le coste emiliano-romagnole, nella zona di spiaggia sommersa (posta al di sotto del limite inferiore della più bassa "bassa marea sigiziale") le comunità bentoniche possono al massimo essere rappresentate da poche specie di molluschi bivalvi filtratori, gasteropodi necrofagi e piccoli decapodi. Essendo anche questa porzione di spiaggia sottoposta a forti pressioni (bassissime profondità, mareggiate invernali, forte calpestio estivo, ripristino degli arenili sia intesi come manutenzione stagionale che straordinaria) il più delle volte la spiaggia in questione risulta depauperata di specie o caratterizzata da presenze abbondanti di individui appartenenti però ad una sola specie. Poiché entrambe le situazioni richiamate sono segnali di uno squilibrio determinato a priori dall'uso umano della risorsa spiaggia, si preferisce non utilizzare questo descrittore nel piano di caratterizzazione e di monitoraggio ambientale in quanto le pressioni sopra elencate sulle comunità bentoniche potrebbero essere confuse con la pressione determinata dagli effetti di un ripascimento.

Le campagne di indagine si sono svolte in data 26-27/10/2021. I risultati desumibili dai rapporti di prova sono riportati nelle due schede di inquadramento allegata di seguito.

## 5.2 Aree di destinazione

Il tratto interessato da interventi di ripascimento si estende dal pennello più a Nord, prima delle Bocche del Bianco, fino a Lido degli Scacchi, interessando le celle 105 e 104 per una lunghezza complessiva di circa 5.000 metri. Le aree limitrofe sono rappresentate a nord dalle Bocche del Bianco, difese da una scogliera radente e quindi prive di spiaggia, e a Sud dall'arenile di Lido degli Scacchi.

L'intero paraggio è caratterizzato dalla presenza di scogliere foranee emerse su cui insistono delle concessioni di molluschicoltura e da tratti non edificati e/o non destinati all'attività balneare di valenza naturalistica (SIC-ZPS e/o aree protette). Inoltre, a causa dell'erosione, l'arenile è oggetto di continui interventi di ripascimento e messa in sicurezza realizzati negli ultimi due anni con sabbie provenienti da Lido degli Estensi.

Le quantità di sedimenti che saranno apportate in ogni singola cella superano complessivamente i

40.000 mc annui e quindi l'intervento rientra nel Caso 3 (Interventi di notevole entità).

### 5.2.1 Disegno di campionamento:

Sono previsti campionamenti, superficiali, su 10 punti interni e 2 esterni di controllo su cui saranno eseguite: le analisi granulometriche, chimiche ed ecotossicologiche secondo lo schema riportato nella Tav. 01 allegata al presente elaborato e la seguente tabella.

Pt. Prelievo rispetto al sito	Cod	GCS_ETRS_1989 UTM 32		LAT LONG Gradi, minuti decimali	
Esterno	COM_S_21	756.724,15	4.955.465,11	12° 14.446'E	44° 42.394'N
Esterno	COM_N_21	757.308,88	4.962.362,27	12° 15.097'E	44° 46.101'N
Interno	COM_01_21	756.745,85	4.956.348,60	12° 14.489'E	44° 42.870'N
Interno	COM_02_21	756.743,66	4.956.855,95	12° 14.503'E	44° 43.144'N
Interno	COM_03_21	756.761,49	4.957.381,63	12° 14.532'E	44° 43.427'N
Interno	COM_04_21	756.774,61	4.957.922,63	12° 14.558'E	44° 43.718'N
Interno	COM_05_21	756.814,48	4.958.448,48	12° 14.604'E	44° 44.001'N
Interno	COM_06_21	756.852,33	4.958.966,96	12° 14.649'E	44° 44.280'N
Interno	COM_07_21	756.909,50	4.959.411,34	12° 14.705'E	44° 44.518'N
Interno	COM_08_21	756.983,64	4.960.037,34	12° 14.780'E	44° 44.854'N
Interno	COM_09_21	757.029,11	4.960.461,20	12° 14.828'E	44° 45.082'N
Interno	COM_10_21	757.087,56	4.960.950,02	12° 14.887'E	44° 45.344'N

### 5.2.2 Parametri di caratterizzazione

Su ciascun campione sarà eseguito il set di analisi previste dal Decreto, ovvero:

1. Caratterizzazione ecotossicologica, mediante l'esecuzione di saggi biologici secondo le modalità indicate nell'Allegato Tecnico del DM n. 173/2016;
2. Caratterizzazione chimica:

#### *Schema relativo alle analisi chimiche da eseguire su ciascun campione*

Parametri	Cella	107					105					104					103
		COM_S	COM_01	COM_02	COM_03	COM_04	COM_05	COM_06	COM_07	COM_08	COM_09	COM_10	COM_N				
Metalli e Metalloidi (1)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (2)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Pesticidi organoclorurati (3)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Policlorobifenili (PCB) (4)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Composti Organostannici (5)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				

(1) As, Cd, Cr tot, Cr VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.

(2) Acenafilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenafte, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene e loro sommatoria.

(3) Aldrin, Dieldrin, Endrin,  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro epossido, clordano.

(4) PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria.

(5) Monobutil, Dibutil, Tributilstagno e loro sommatoria.

3. Caratterizzazione fisica (granulometria):

si rimanda al precedente paragrafo relativo alle aree di escavo.

4. Caratterizzazione biologica della colonna d'acqua (microbiologia):

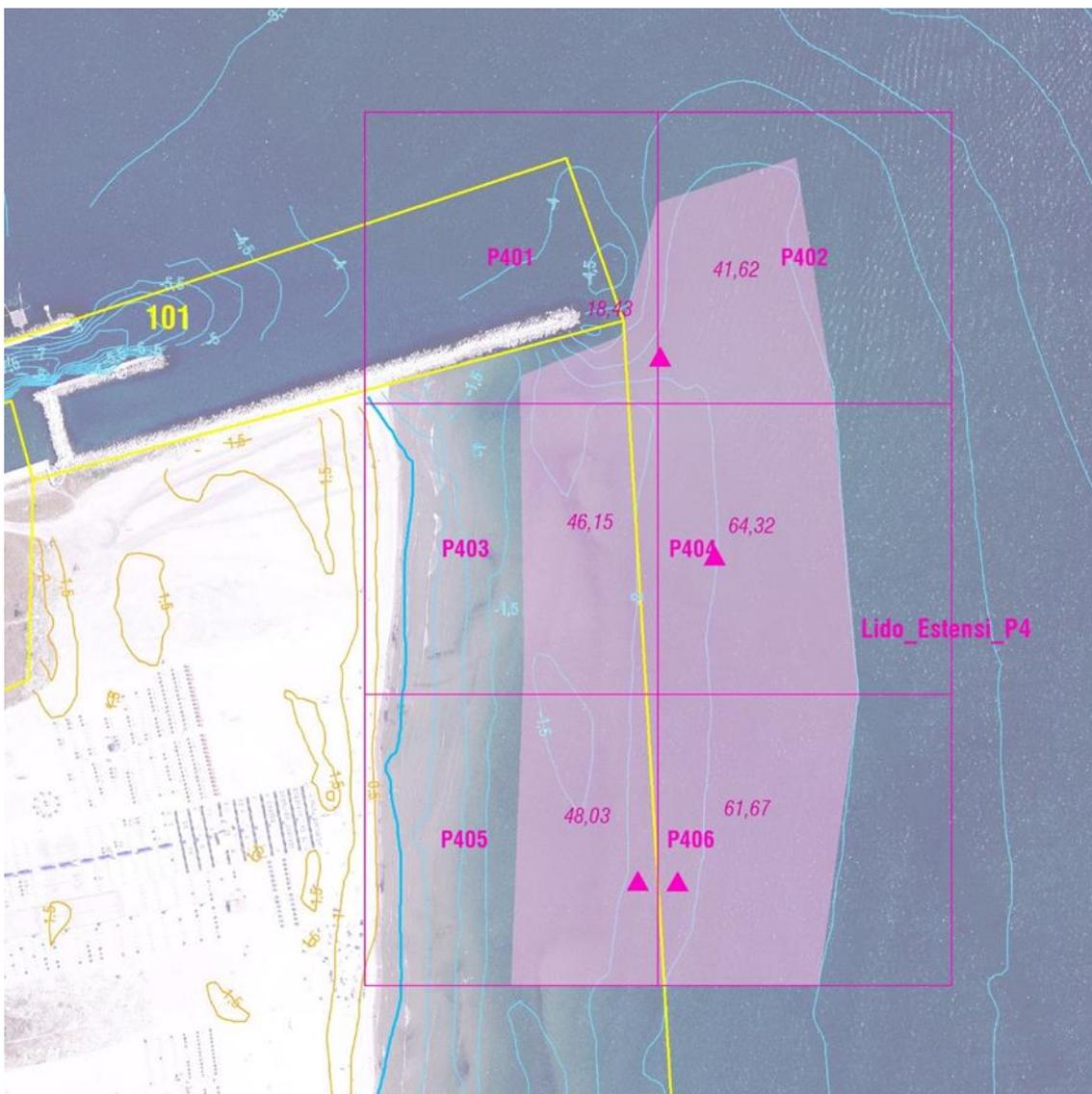
si rimanda al precedente paragrafo relativo alle aree di escavo.

In data 11/06/2021 sono stati eseguiti le indagini di campo. I risultati sono illustrati nell'Allegato 3 del presente elaborato.

## ALLEGATO N. 1

### 1 SCHEDA DI INQUADRAMENTO AREA “LIDO\_ESTENSI\_P4”

#### 1.1 Informazioni generali sull’ubicazione della nuova area di escavo



*Rappresentazione su Ortofoto CGR 2018.*

Lido Estensi P4 – Area di escavo

Le attività di escavo saranno effettuate nell’area delimitata come in figura, lungo la barra in modo da garantire una pendenza dei fondali uniforme. La profondità massima di scavo prevista, definita sulla base del rilievo batimetrico effettuato nel dicembre 2018-febbraio 2019, è in media di 2.00 metri considerando la necessità di creare strisce di transito che consentano alla draga di avere un adeguato pescaggio e di operare in sicurezza. La superficie complessiva di escavo è di circa 109.300 mq per un volume di sabbia potenzialmente disponibile stimato a 200.000 mc.

#### 1.1.1 “tipo” di area

Per questo l’esecuzione del Dragaggio è stato adottato il seguente percorso-schema di

campionamento:

Aree afferenti al **Percorso II**

- area interna ad un porto esclusivamente turistico;
- area portuale esterna all'imboccatura e/o passo di accesso al porto per un volume complessivo < 40.000 m<sup>3</sup>;
- area di foce fluviale non portuale;
- **area costiera non portuale.**

	Tipologia Area	Stazioni di campionamento	N. Staz.
Lido_Estensi_P4	3 (200x200)		4 Punti stazione: P402, P404, P405, P406

Tipologia area: area costiera non portuale

Tipologia Area Unitaria (AU): tipo 3 (maglia 200x200 m.)

Numero AU: 6

Numero AU trascurabili: 2 (AU1 e AU3)

Numero AU già caratterizzate:

N. minimo punti di campionamento: 4 (P402, P404, P405, P406)

Di seguito si riportano le coordinate dei punti di campionamento:

Stazione Campionamento Lido_Estensi_P4	UTM-ETRF89/32 Coord. Est	UTM-ETRF89/32 Coord. Nord	WGS84 Lon	WGS84 Lat
P402	757.960	4.952.162	12° 15' 16.8510"	44° 40' 35.1766"
P404	757.997	4.952.025	12° 15' 18.2804"	44° 40' 30.6959"
P405	757.945	4.951.802	12° 15' 15.5181"	44° 40' 23.5477"
P406	757.972	4.951.802	12° 15' 16.7424"	44° 40' 23.5127"

*Per la campagna di indagine è stato impiegato un pontone. I punti di campionamento sono stati posizionati centrali rispetto all'area di escavo compresa nella singola Area Unitaria, salvo*

*problemi di accessibilità e navigazione in condizioni di sicurezza. Eventuali discostamenti sono dovuti alle effettive profondità riscontrate sul campo e difficili da stimare mancando un rilievo aggiornato e considerando l'elevata dinamicità della zona.*

Per ogni punto stazione (P402, P404, P405, P406) è stata effettuato un carotaggio fino alla profondità di 2,00 m da cui sono stati ricavati 8 campioni compositi di sedimento corrispondenti ai livelli 0-50 cm, 50-100 cm, e 100-200 cm. Le aliquote di sedimento prelevate da ogni carotaggio e corrispondenti ai vari livelli sono state miscelate in modo da formare tre campioni compositi che sono stati avviati ai laboratori per le analisi:

- n. 1 campione composito con miscelazione degli strati al livello 0-0.50 delle AU 2, 4;
- n. 1 campione composito con miscelazione degli strati al livello 0.50-1.00 delle AU 2, 4;
- n. 2 campioni per il livello 1.00-2.00 in corrispondenza delle AU 2, 6;
- n. 1 campione composito con miscelazione degli strati al livello 0-0.50 delle AU 5 e 6;
- n. 1 campione composito con miscelazione degli strati al livello 0.50-1.00 delle AU 5 e 6;
- n. 2 campioni per il livello 1.00-2.00 in corrispondenza delle AU 4, 5.

<b>Stazione campionamento</b>	<b>Livello di profondità (m)</b>	<b>Codice campione</b>	<b>Data di esecuzione</b>	<b>Riferimento Rapp. di prova</b>
P402	0.50	LE_2-4_0.5	25/10/2021	LE_2-4_0.5
P404	0.50		25/10/2021	
P402	1.00	LE_2-4_1	25/10/2021	LE_2-4_1
P404	1.00		25/10/2021	
P402	2.00	LE_2_2	25/10/2021	LE_2_2
P404	2.00	LE_4_2	25/10/2021	LE_4_2
P405	0.50	LE_5-6_0.5	25/10/2021	LE_5-6_0.5
P406	0.50		25/10/2021	
P405	1.00	LE_5-6_1	25/10/2021	LE_5-6_1
P406	1.00		25/10/2021	
P405	2.00	LE_5_2	25/10/2021	LE_5-6_2
P406	2.00	LE_6_2	25/10/2021	LE_6_2

Le indagini e le analisi sono state svolte per il progetto “Cod. 4S2B705 - Comuni vari - Mitigazione del rischio da ingressione marina e da erosione costiera - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale dell’Emilia-Romagna - Progettone 4 – Lotto n. 2 - Comacchio” e finanziate con DGR n. 678 del 11/03/2021 “Approvazione Programma Operativo dell’Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile per il triennio 2021-2023” all’Allegato 1 - ID. 59 – Servizio di supporto per elaborazione progetto “Ripascimento della costa” – Importo € 100.000,00, capitolo U15006 “Spese servizi di supporto alle attività Agenzia” per l’anno 2021, assegnato al Servizio Sicurezza Territoriale Protezione Civile Rimini.

#### 1.1.2 Breve descrizione delle caratteristiche generali dell’ambiente circostante l’area di escavo e periodo di riferimento delle informazioni

Il paraggio costiero di Lido degli Estensi (C100) è in accumulo, come la foce del canale Logonovo (C99) che la separa dal Lido di Spina. La deriva litoranea, prevalentemente con direzione sud-nord,

e la presenza del molo di Porto Garibaldi hanno determinato un'alimentazione di sedimento di questo tratto nel periodo 2012-2018 di circa 120.000 mc con un avanzamento medio della spiaggia emersa di 26 m e una ampiezza media di 400 m. La quota massima è prevalentemente inferiore a 1.81 m e quindi è probabile il rischio d'ingressione marina con eventi con tempo di ritorno di 100 anni.

I depositi litoranei presenti nei due tratti di arenile libero, quello a ridosso del molo di guardia di Porto Garibaldi lungo Lido degli Estensi e quello subito a sud dello sbocco del canale Logonovo, sono di fatto impiegati come aree di prelievo per le attività di manutenzione ordinaria.

Dal rilievo topo-batimetrico eseguito da Arpae tra il dicembre 2018 e febbraio 2019 si osserva l'accumulo dei sedimenti ha portato alla formazione di una barra sommersa che sta riducendo progressivamente i fondali della spiaggia sommersa, by-passando la punta del molo e provocando l'ostruzione, per effetto del basso gradiente idraulico, dell'imbocco del Porto Canale e della foce del Logonovo.

Tutti i dati e le informazioni utilizzate per la compilazione della presente scheda sono stati dedotti dagli elaborati e dai Database che vengono prodotti e aggiornati dagli Enti Territoriali preposti alla gestione dell'area nell'ambito delle loro specifiche attività (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità – Delta del Po, Regione Emilia-Romagna, ARPAE, Regione Emilia-Romagna - Agenzia per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile).

## 1.2 Analisi delle principali pressioni che insistono sull'area

**Tabella 1.1 - Tipologia e livelli di pressioni**

Tipo di informazione	Descrizione sintetica		
	TIPOLOGIA	SPECIFICHE	Livello
Tipologia di attività all'interno dell'area o nel contesto ambientale in cui l'area è collocata	RICREATIVA*	Arenile interessato da stabilimenti balneari	M
	INDUSTRIALE		
	COMMERCIALE	L'area è a sud del molo di guardia di Porto Canale di Porto Garibaldi che è classificato come ambito portuale per la pesca, il turismo e il diporto.	M
	PASSEGGERI		M
	DIPORTO		M
	PESCA E ACQUACOLTURA	Area in concessione per il recupero e la re-immersione del novellame di ruditapes spp. negli impianti di allevamento	M
	ALTRO		
Natura e ubicazione delle pressioni	Le attività sopraelencate si svolgono nel corso di tutto l'anno; sono quindi presenti le imbarcazioni che si muovono in entrata e uscita dal Porto Canale. L'area, data la presenza di altri stabilimenti balneari, è accessibile e balneabile.		

Data, ubicazione, entità e caratteristiche di sversamenti accidentali documentabili	
---	--

\* Nel caso di spiaggia #E: elevato; M: medio; B-N: basso o nullo.

### 1.3 Analisi e mappatura (scala 1:50.000) dei principali elementi di pregio naturalistico, delle aree di tutela e degli obiettivi sensibili presenti nell'area di escavo e in aree limitrofe (entro un raggio di 5 MN)

Tipologia di Area	Denominazione e ubicazione
Siti Rete Natura 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT040004, Valle Bertuzzi, Valle Porticino-Cannaviè;</li> <li>• IT040007, Bosco di Volano;</li> <li>• IT040012, Dune di San Giuseppe;</li> <li>• IT040002, Valli di Comacchio;</li> <li>• IT040003, Vene di Bellocchio, Sacca di Bellocchio, Foce del Fiume Reno, Pineta di Bellocchio.</li> </ul>
Ecosistemi fragili e protetti: praterie di posidonia, zone a coralligeno, etc.	
Specie protette (Habitat)	<p>1110 Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina</p> <p>1130 Estuari</p> <p>1150 Lagune</p> <p>1310 Vegetazione annua pioniera di Salicornia e altre delle zone fangose e sabbiose</p> <p>1320 Prati di Spartina (Spartinion)</p> <p>1410 Pascoli inondati mediterranei (Juncetalia maritimi)</p> <p>1420 Perticaie alofile mediterranee e termo-atlantiche (Arthrocnemetalia fruticosae)</p> <p>2110 Dune mobili embrionali</p> <p>2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di Ammophila arenaria (dune bianche)</p> <p>2130 Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)</p> <p>2160 Dune con presenza di Hippophae rhamnoides</p> <p>2230 Prati dunali di Malcolmietalia</p> <p>2270 Foreste dunari di Pinus pinea e/o Pinus pinaster</p> <p>3150 Laghi eutrofici naturali con vegetazione del tipo Magnopotamion o Hydrocharition</p> <p>6210 Formazioni erbose secche seminaturali e cespuglieti su substrato calcareo (Festuco-Brometalia)</p> <p>6420 Praterie mediterranee con piante erbacee alte e giunchi (Molinion-Holoschoenion)</p> <p>9340 Foreste di Quercus ilex</p> <p>91AA Boschi mediterranei e submediterranei di roverella</p>

	a influsso orientale 91F0 Boschi misti di quercia, olmo e frassino di grandi fiumi 92A0 Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba Pa Canneti palustri: fragmiteti, tifeti e scirpeti d'acqua dolce (Phragmition)
Aree marine protette	
Parchi regionali	Stazione territoriali "Volano Mesola Goro", "Centro storico di Comacchio" e "Valli di Comacchio" del Parco Regionale del Delta del Po
Santuario dei Cetacei	
Aree archeologiche a mare e altre aree di interesse paesaggistico a valenza regionaleo provinciale	
Zone di tutela biologica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIC-ZPS a mare,</li> <li>• Area di nursery.</li> </ul>
Aree destinate ad usi legittimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aree di pertinenza militari,</li> <li>• Idrocarburi (Concessioni di coltivazione e permessi di ricerca),</li> <li>• Piattaforme attive, pozzi, condotte, Zone di produzione/raccolta molluschi.</li> </ul>
Altro	

L'elenco delle specie protette all'interno degli habitat e la mappatura delle aree sono riportati rispettivamente nell'Allegato n. 4 e nella tav. 01.

## 1.4 Informazioni sulle caratteristiche idrodinamiche e chimico-fisiche della colonna d'acqua

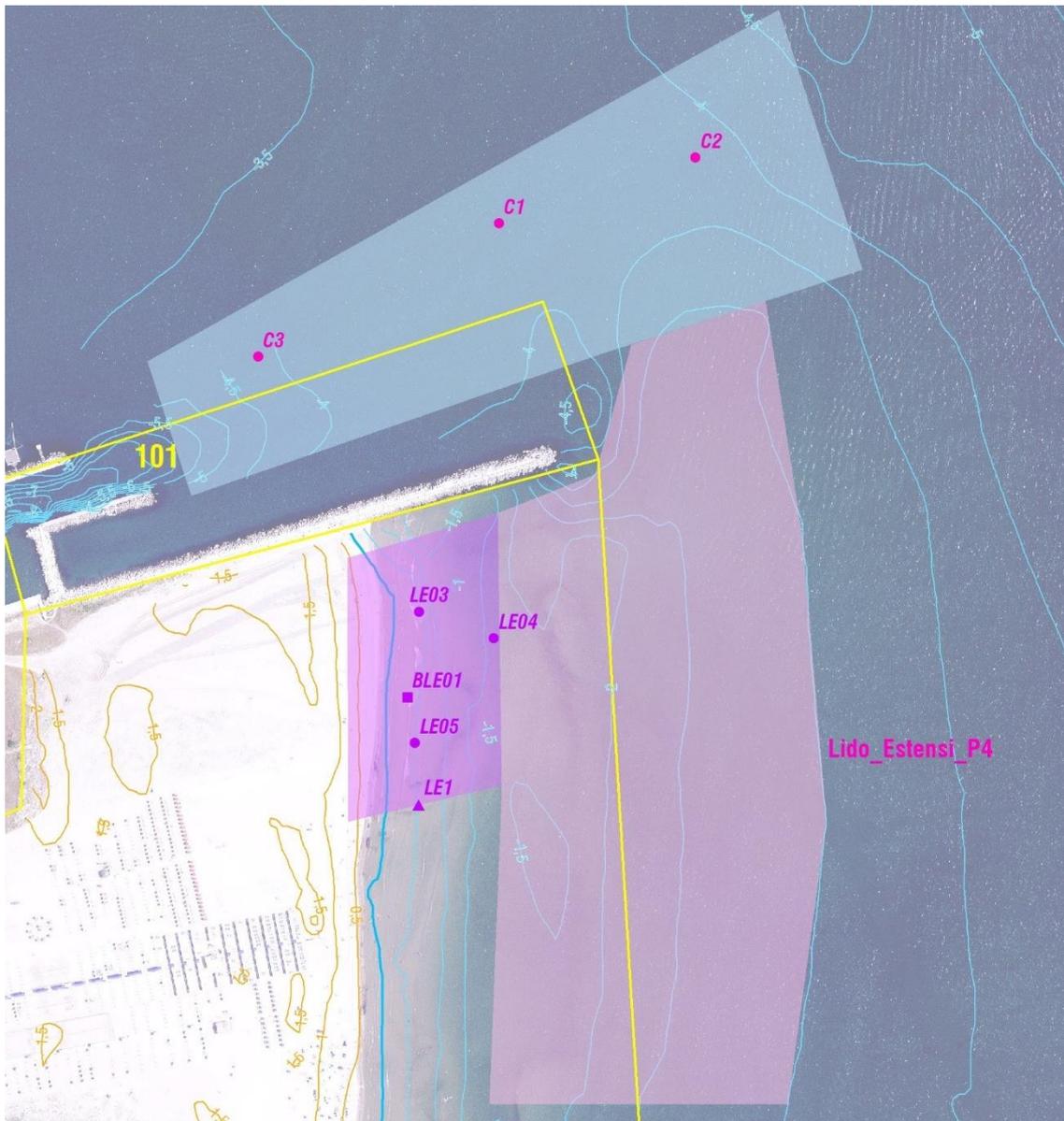
Parametro	Informazioni		
Regime correntometrico	DISTRIBUZIONI DIREZIONALI DELLA CORRENTE MARINA (m/s)		
	2016	Autunno-Inverno	Primavera-Estate
	2017	Autunno-Inverno	Primavera-Estate
2018	Autunno-Inverno	Primavera-Estate	

Parametro	Informazioni	
Regime correntometrico		
	2019	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="478 757 949 792">Autunno-Inverno</div> <div data-bbox="949 757 1461 792">Primavera-Estate</div> </div>
	<p data-bbox="448 1261 1377 1290">da “Qualità ambientale delle acque marine” – ARPAE/Struttura oceanografica Dafne</p> <p data-bbox="373 1310 1437 1469">La stazione di rilevamento della corrente marina è stata installata da ARPA il 23 maggio 2007 ed è equipaggiata con una boa ondometrica Datawell Directional wave rider MkIII 70 posizionata alle seguenti coordinate: 44° 15' N, 12° 30' E, collocata a circa 8 km al largo di Cesenatico su un fondale di 10 m di profondità in una zona interdotta alla navigazione, all'attracco e alla pesca. Il sistema ricevente a terra è situato presso la Struttura Oceanografica Daphne a Cesenatico.</p>	
Torbidità	Essendo un'area caratterizzata da un battente d'acqua poco profondo non è possibile eseguire la verifica della torbidità.	
Temperatura		

Parametro	Informazioni
	da Bollettini di ARPAE/Struttura oceanografica Dafne per zona A <sup>1</sup>
pH	<p style="text-align: center;">Salinità psu</p> <p style="text-align: center;">da Bollettini di ARPAE/Struttura oceanografica Dafne per zona A</p>
Salinità	<p style="text-align: center;">pH</p> <p style="text-align: center;">da Bollettini di ARPAE/Struttura oceanografica Dafne per zona A</p>
Conducibilità	Non sono disponibili informazioni

<sup>1</sup> La zona A è la fascia costiera che si estende da Porto Corsini alla Sacca di Goro e comprende le stazioni di rilevamento di Casal Borsetti, Foce Reno, Porto Garibaldi, Lido Nazioni e Bagni Volano posizionate a 0,5 km dalla costa e la stazione 604 di Porto Garibaldi posizionata a 6 km.

## 1.5 Informazioni sulle attività di escavo pregresse



Rappresentazione su Ortofoto CGR 2018.

La rimozione della barra sabbiosa e l'escavazione dei fondali interessano la cella litoranea n. 100 del Sistema SICELL. Per tale area, non avendo una storicità di dati molto estesa, si è preferito non usare dati pregressi.

**Tabella 1.2 - Dati relativi alle singole operazioni di dragaggio**

TIPO DI DRAGAGGIO	DESCRIZIONE INTERVENTO	DATA INTERVENTO	QUANTITATIVO DRAGATO (m <sup>3</sup> x 1000)
<i>Manutentivo: Gestione e protezione</i>	<i>Ripascimento spiagge</i>	<i>Gen-2021</i>	<i>5,239</i>
<i>Manutentivo: Gestione e protezione</i>	<i>Ripascimento spiagge</i>	<i>Mag-2021</i>	<i>7,436</i>
<i>Manutentivo: Gestione e protezione</i>	<i>Ripascimento spiagge</i>	<i>Ott-2021</i>	<i>2,335</i>
<i>Manutentivo: Gestione e protezione</i>	<i>Ripascimento spiagge</i>	<i>Nov-2021</i>	<i>3,320</i>

## 1.6 Informazioni sulle caratteristiche morfo-batimetriche e sulle caratteristiche dei fondali

Il rilievo topo-batimetrico impiegato nelle rappresentazioni cartografiche, come già detto, è stato eseguito da Arpae tra il dicembre 2018 e febbraio 2019. Nell'ambito dei lavori è previsto un monitoraggio morfologico e tessiturale secondo la seguente articolazione: prima dell'intervento (prima pianta), subito dopo l'intervento (seconda pianta), 2 campagne di monitoraggio da effettuarsi a distanza di un anno e due anni dal completamento dell'intervento. Il materiale sabbioso di accumulo oggetto di escavo, proviene dal Lido di Spina e dalla foce del Reno ed è costituito anche dai sedimenti che annualmente vengono palleggiati per ripascere i tratti a sud in erosione.

### **Tessitura e mineralogia dei sedimenti**

I dati sulla tessitura sono dedotti dai rapporti di prova della campagna indagini eseguita in data 25/10/2021.

Altre informazioni, quali la mineralogia e il colore, non sono stati misurati e/o rilevati in quanto, per via dello scarso apporto litoide dei fiumi e della direzione sud-nord del trasporto solido litoraneo, le sabbie prelevate provengono dalle aree di ripascimento. Inoltre, tutti gli spostamenti di materiale avvengono all'interno della stessa Unità Fisiografica.

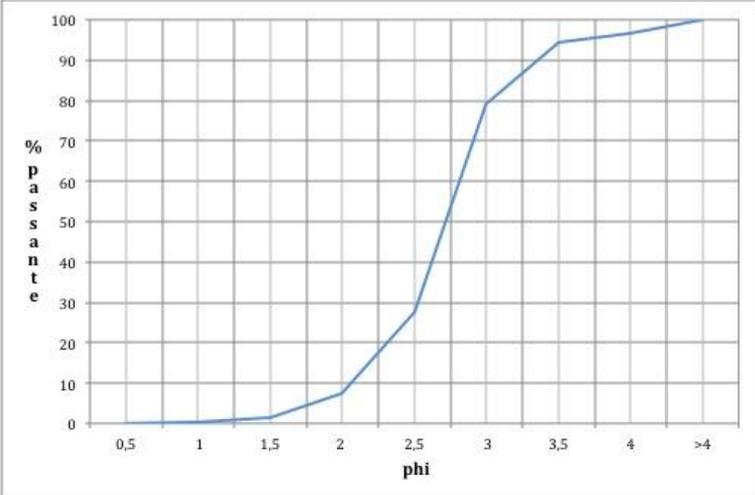
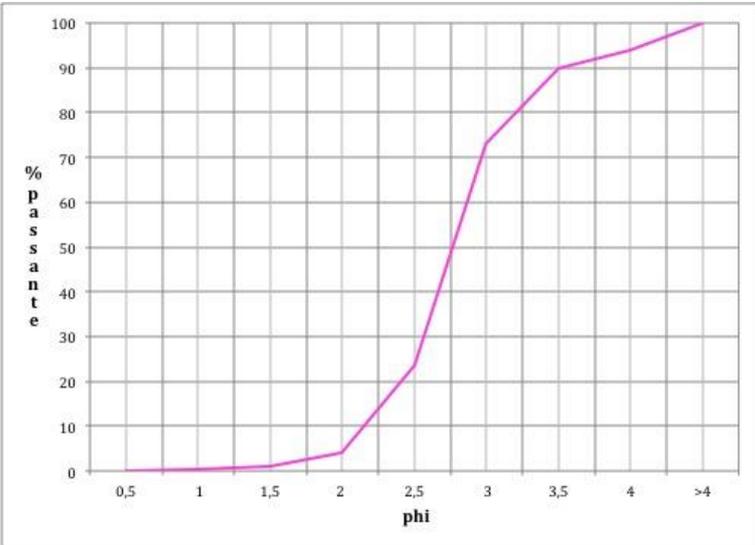
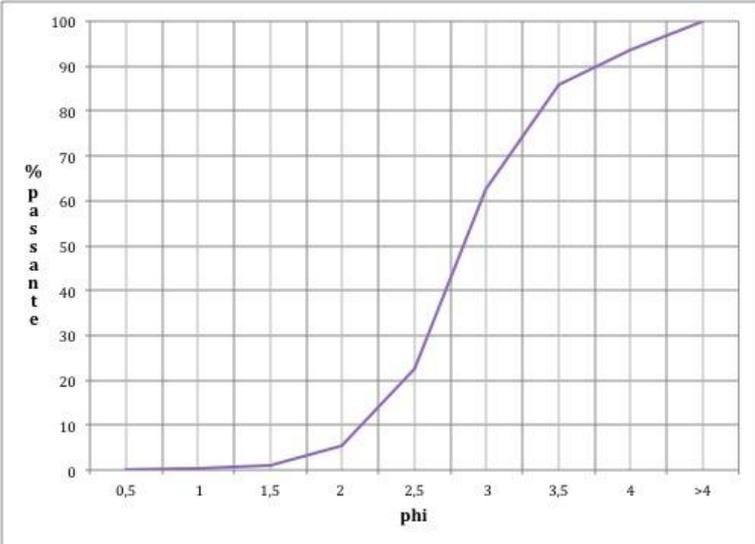
Si riportano per ogni campione le principali classi granulometriche, le curve di distribuzione granulometrica cumulata e la ripartizione delle differenti frazioni sabbiose.

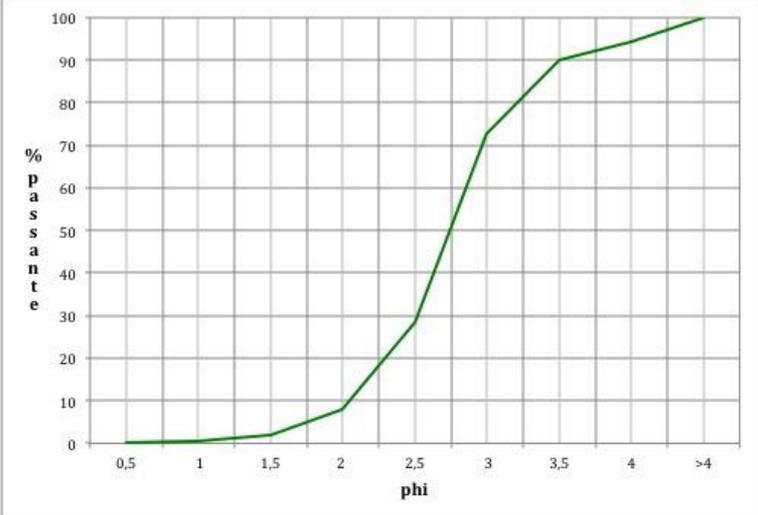
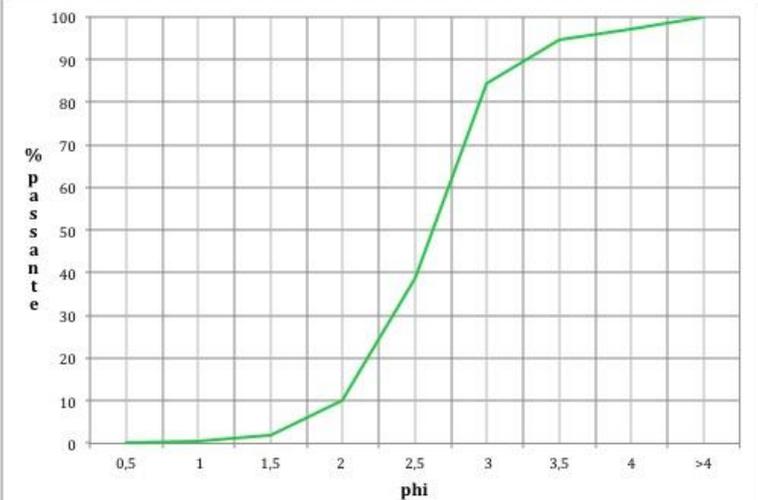
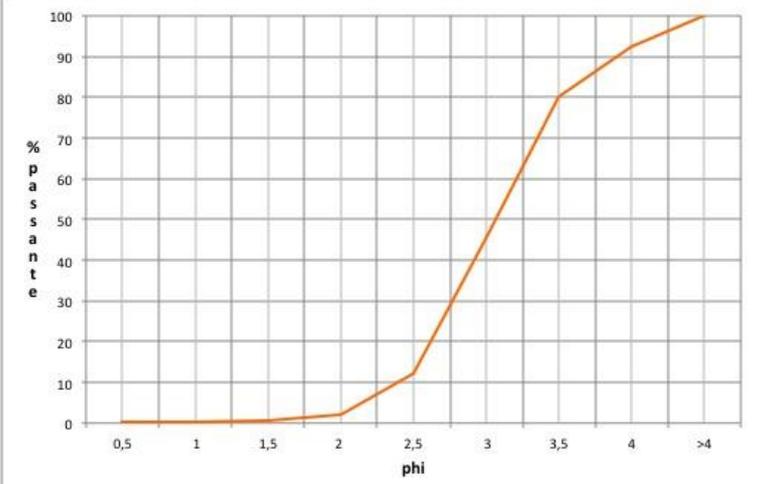
#### ***Principali classi granulometriche:***

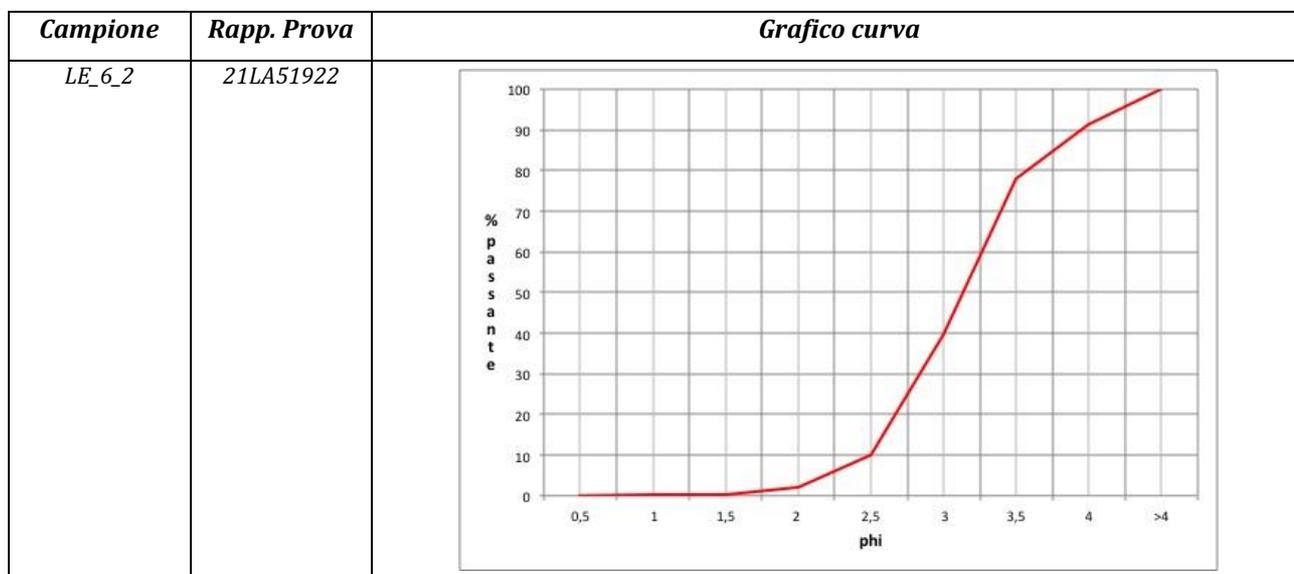
<b>Campione</b>	<b>Rapp. Prova</b>	<b>Ghiaia % (<math>\phi \geq 2</math> mm)</b>	<b>Sabbia % (<math>2</math> mm <math>&gt; \phi \geq 0,0625</math> mm)</b>	<b>Pelite % (<math>\phi &lt; 0,0625</math> mm)</b>
LE_2-4_0.5	21LA51915	0,0	97,4	2,6
LE_2-4_1	21LA51916	0,0	96,8	3,2
LE_2_2	21LA51917	0,0	94,1	5,9
LE_4_2	21LA51918	0,0	93,5	6,5
LE_5-6_0.5	21LA51919	0,0	94,4	5,6
LE_5-6_1	21LA51920	0,0	97,0	3,0
LE_5-6_2	21LA51921	0,0	92,5	7,5
LE_6_2	21LA51922	0,0	91,3	8,7

#### ***Curve di distribuzione granulometrica cumulata:***

<b>Campione</b>	<b>Rapp. Prova</b>	<b>Grafico curva</b>
LE_2-4_0.5	21LA51915	

Campione	Rapp. Prova	Grafico curva																				
LE_2-4_1	21LA51916	 <p>The graph displays the percentage of material passing through a sieve (phi) for sample LE_2-4_1. The x-axis represents the sieve size in phi (0.5 to &gt;4), and the y-axis represents the percentage of passing material (0% to 100%). The curve shows a sharp increase between 2.5 phi and 3.0 phi.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>28</td></tr> <tr><td>3</td><td>80</td></tr> <tr><td>3,5</td><td>95</td></tr> <tr><td>4</td><td>98</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0,5	0	1	0	1,5	2	2	8	2,5	28	3	80	3,5	95	4	98	>4	100
phi	% passante																					
0,5	0																					
1	0																					
1,5	2																					
2	8																					
2,5	28																					
3	80																					
3,5	95																					
4	98																					
>4	100																					
LE_2_2	21LA51917	 <p>The graph displays the percentage of material passing through a sieve (phi) for sample LE_2_2. The x-axis represents the sieve size in phi (0.5 to &gt;4), and the y-axis represents the percentage of passing material (0% to 100%). The curve shows a sharp increase between 2.5 phi and 3.0 phi.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>25</td></tr> <tr><td>3</td><td>75</td></tr> <tr><td>3,5</td><td>90</td></tr> <tr><td>4</td><td>95</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0,5	0	1	0	1,5	2	2	5	2,5	25	3	75	3,5	90	4	95	>4	100
phi	% passante																					
0,5	0																					
1	0																					
1,5	2																					
2	5																					
2,5	25																					
3	75																					
3,5	90																					
4	95																					
>4	100																					
LE_4_2	21LA51918	 <p>The graph displays the percentage of material passing through a sieve (phi) for sample LE_4_2. The x-axis represents the sieve size in phi (0.5 to &gt;4), and the y-axis represents the percentage of passing material (0% to 100%). The curve shows a sharp increase between 2.5 phi and 3.0 phi.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>22</td></tr> <tr><td>3</td><td>65</td></tr> <tr><td>3,5</td><td>88</td></tr> <tr><td>4</td><td>95</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0,5	0	1	0	1,5	2	2	5	2,5	22	3	65	3,5	88	4	95	>4	100
phi	% passante																					
0,5	0																					
1	0																					
1,5	2																					
2	5																					
2,5	22																					
3	65																					
3,5	88																					
4	95																					
>4	100																					

Campione	Rapp. Prova	Grafico curva																				
LE_5-6_0.5	21LA51919	 <p>The graph displays the cumulative percentage of particles passing through a sieve of size phi. The x-axis (phi) ranges from 0.5 to &gt;4, and the y-axis (% passante) ranges from 0 to 100. The curve is green and shows a sharp increase between 2.5 and 3.0 phi.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>28</td></tr> <tr><td>3</td><td>72</td></tr> <tr><td>3.5</td><td>90</td></tr> <tr><td>4</td><td>95</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0.5	0	1	0	1.5	2	2	8	2.5	28	3	72	3.5	90	4	95	>4	100
phi	% passante																					
0.5	0																					
1	0																					
1.5	2																					
2	8																					
2.5	28																					
3	72																					
3.5	90																					
4	95																					
>4	100																					
LE_5-6_1	21LA51920	 <p>The graph displays the cumulative percentage of particles passing through a sieve of size phi. The x-axis (phi) ranges from 0.5 to &gt;4, and the y-axis (% passante) ranges from 0 to 100. The curve is green and shows a sharp increase between 2.5 and 3.0 phi.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>40</td></tr> <tr><td>3</td><td>85</td></tr> <tr><td>3.5</td><td>95</td></tr> <tr><td>4</td><td>98</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0.5	0	1	0	1.5	2	2	10	2.5	40	3	85	3.5	95	4	98	>4	100
phi	% passante																					
0.5	0																					
1	0																					
1.5	2																					
2	10																					
2.5	40																					
3	85																					
3.5	95																					
4	98																					
>4	100																					
LE_5-6_2	21LA51921	 <p>The graph displays the cumulative percentage of particles passing through a sieve of size phi. The x-axis (phi) ranges from 0.5 to &gt;4, and the y-axis (% passante) ranges from 0 to 100. The curve is orange and shows a sharp increase between 2.5 and 3.5 phi.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>12</td></tr> <tr><td>3</td><td>45</td></tr> <tr><td>3.5</td><td>80</td></tr> <tr><td>4</td><td>92</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0.5	0	1	0	1.5	1	2	3	2.5	12	3	45	3.5	80	4	92	>4	100
phi	% passante																					
0.5	0																					
1	0																					
1.5	1																					
2	3																					
2.5	12																					
3	45																					
3.5	80																					
4	92																					
>4	100																					



**RIPARTIZIONE FRAZIONI SABBIOSE (Ø VAGLIO IN MM E % PASSANTE):**

Intervalli	Unità Phi	Classi	LE_2-4_0,5	LE_2-4_1	LE_2_2	LE_4_2	LE_5-6_0,5	LE_5-6_1	LE_5-6_2	LE_6_2
>2	<-1	Ghiaia	0,29 (c)	0,34 (c)	0,98 (c)	0,68 (c)	0,51 (c)	0,16 (c)	0,9 (c)	0,24 (c)
2-1	-1-0	Sabbia molto grossa	0,45 (c)	0,24 (c)	0,32 (c)	0,23 (c)	0,27 (c)	0,29 (c)	0,21 (c)	0,18 (c)
1-0,710	0-0,5	Sabbia grossa	0,21 (c)	0,13 (c)	0,11 (c)	0,1	0,19 (c)	0,1	0,1	0,05 (c)
0,710-0,500	0,5-1	Sabbia grossa	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1
0,500-0,355	1-1,5	Sabbia media	1,5	1,1	0,7	0,7	1,7	1,4	0,3	0,3
0,355-0,250	1,5-2	Sabbia media	7,0	5,9	3,1	4,3	5,8	8,3	1,6	1,5
0,250-0,180	2-2,5	Sabbia fine	26,8	20,3	19,6	17,2	20,5	28,7	10,1	8,1
0,180-0,125	2,5-3	Sabbia fine	44,4	51,4	49,5	40,3	44,3	45,5	33,2	29,8
0,125-0,090	3-3,5	Sabbia molto fine	15,1	15,3	16,7	23,1	17,3	10,4	34,6	38,0
0,090-0,0625	3,5-4	Sabbia molto fine	2,2	2,5	4,3	7,6	4,4	2,3	12,5	13,5
<0,0625	>4	Pelite	2,6	3,2	5,9	6,5	5,6	3,0	7,5	8,7

(c) Percentuale relativa al campione complessivo. Frazione composta interamente da residui conchigliari

**Ecotossicologia**

Si riportano gli esiti delle analisi ecotossicologiche, eseguite in conformità alle specifiche riportate al punto 2.3 dell'Allegato Tecnico del DM n. 173/2016, della campagna indagini eseguita in data 25/10/2021.

Il set utilizzato prevede le seguenti determinazioni:

- 1<sup>a</sup> tipologia: saggio sulla fase solida. Inibizione dell'emissione luminosa con il batterio "Vibrio fischeri" su sedimento privato dell'acqua interstiziale;
- 2<sup>a</sup> tipologia: saggio su fase liquida. Inibizione della crescita algale con "Pheodactylum tricornutum" su elutriato;
- 3<sup>a</sup> tipologia: saggio su fase liquida con effetti cronici/sub-letali/a lungo termine. Embriotossicità con il mollusco "Crassostrea gigas" su elutriato.

Si riportano una tabella riassuntiva dei principali dati e parametri misurati deducibili dai rapporti di prova.

Risultati del saggio con Vibrio fischeri in fase solida: dati tossicologici, granulometria e rapporto PS/PU

Campione	PS/PU	Tossicità in peso secco (TU)			Granulometria % pelite	Soglia Tox Naturale	STI
		EC50ss	LC INFss	LC SUPss			
LE_2-4_0,5	0,79	14,88	14,24	15,64	2,63	34	0,44
LE_2-4_1	0,76	32,85	29,71	35,99	3,20	35	0,93

LE_2_2	0,78	36,55	30,78	43,35	5,92	44	0,83
LE_4_2	0,76	21,11	17,18	26,10	6,51	46	0,46
LE_5-6_0.5	0,78	10,83	6,83	17,01	5,55	43	0,25
LE_5-6_1	0,78	3,48	2,83	4,25	3,03	35	0,10
LE_5-6_2	0,78	9,91	9,27	10,55	7,50	49	0,20
LE_6_2	0,77	18,11	15,63	20,84	8,68	53	0,34

*Risultati del saggio con Vibrio fischeri in fase solida: valori utili per l'elaborazione dei dati con il tool applicativo SediQualSoft 109.0®*

Campione	Media controllo	Deviazione controllo	Numero controlli	Media trattato	Deviazione trattato	Numero trattati
LE_2-4_0.5	34	0,34	2	14,88	0,35	2
LE_2-4_1	35	0,72	2	32,85	1,57	2
LE_2_2	44	0,10	2	36,55	3,14	2
LE_4_2	46	0,80	2	21,11	2,23	2
LE_5-6_0.5	43	0,21	2	10,83	2,55	2
LE_5-6_1	35	0,33	2	3,48	0,35	2
LE_5-6_2	49	0,66	2	9,91	0,32	2
LE_6_2	53	0,44	2	18,11	1,30	2

*Risultati del saggio con Pheodactylum tricornutum. Percentuale di inibizione della crescita algale e deviazione standard*

Campione	EC50 (%)	% di Inibizione della crescita algale (deviazione standard)
LE_2-4_0.5	>90	3,79 (dev.st. 0,45)
LE_2-4_1	>90	-2,65 (dev.st. 0,05)*
LE_2_2	>90	3,18 (dev.st. 0,35)
LE_4_2	>90	-1,52 (dev.st. 0,85)*
LE_5-6_0.5	>90	3,65 (dev.st. 1,13)
LE_5-6_1	>90	0,25 (dev.st. 0,37)
LE_5-6_2	>90	3,67 (dev.st. 2,02)
LE_6_2	>90	-1,26 (dev.st. 0,48)*

\* biostimolazione.

*Risultati del saggio di embriotossicità con Crassostrea gigas. EC50 ed Effetto alla massima concentrazione espressi in %*

Campione	EC50 (%)	Effetto alla conc. Massima: % di esemplari malformati (deviazione standard)
LE_2-4_0.5	>100	0
LE_2-4_1	>100	0
LE_2_2	>100	0
LE_4_2	>100	0
LE_5-6_0.5	>100	0

LE_5-6_1	>100	0
LE_5-6_2	>100	0
LE_6_2	>100	0

La classificazione è stata ripetuta con il software SediQualSoft 109.0® versione 1.0., prodotto dalla collaborazione tra l'Università Politecnica delle Marche e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA, che elabora i dati analitici applicando i criteri di integrazione ponderata e fornisce per le caratterizzazioni chimiche ed ecotossicologiche un indice quantitativo di pericolo (HQ, Hazard Quotient) e un giudizio sintetico del livello di pericolo (suddiviso in 5 classi, da assente a molto alto).

Ogni campione è risultato nella classe di pericolo ecotossicologico **ASSENTE**.

<b>Campione</b>	<b>Specie</b>	<b>HQ specifico</b>	<b>HQ batteria</b>	<b>% elutriato</b>	<b>Classe pericolo</b>
LE_2-4_0.5	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,50	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	1,69			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LE_2-4_1	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LE_2_2	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	1,43			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LE_4_2	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LE_5-6_0.5	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,48	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	1,63			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LE_5-6_1	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,01	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,03			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LE_5-6_2	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,48	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	1,62			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LE_6_2	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0,00	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			

### 1.7 Informazioni sulle caratteristiche chimiche dei sedimenti dell'area di escavo

Si riportano i dati analitici dei rapporti di prova della campagna indagini eseguita in data 25/10/2021 per la parte chimica e in data 21/09/2021 per la parte microbiologica.

I punti di stazionamento sono rappresentati, rispettivamente, nella mappa del paragrafo 1.1.

**Tabella 1.3.1 – Valutazione delle informazioni chimiche per l'area di escavo**

Parametro	U.M.	LE_2-4_0.5	LE_2-4_1	LE_2_2	LE_4_2	LE_5-6_0.5	LE_5-6_1	LE_5-6_2	LE_6_2
Sostanza organica	%s.s	0,68	0,46	0,51	0,42	0,47	0,33	0,79	0,47

Elementi in tracce	mg/kg s.s.								
As		3,5	3,6	4,0	3,6	3,9	3,0	3,5	3,5
Cd		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cr		27,0	34,0	39,0	38,0	37,0	26,0	49,0	43,0
Cu		5,8	7,5	8,9	10,2	8,5	6,5	8,8	9,7
Hg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ni		20,6	21,8	26	23,1	23,6	20,4	24,7	25,6
Pb		3,6	3,9	4,8	4,7	4,6	3,5	5,2	5,0
Zn		31,4	36,8	40,5	39,6	39,3	30,9	42,5	40,0

Tribustagno (TBT)	µg/kg s.s.	1,4	2,8	1,0	1,9	1,3	1,1	1,0	2,6

PCB	ng/g s.s.								
31+28		0,24	0,26	0,72	0,96	0,27	0,3	1,23	1,22
52		0,07	0,08	0,2	0,21	0,09	0,08	0,28	0,34
77		<0,04	<0,04	0,1	0,08	0,05	0,06	0,06	0,08
81		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
101		0,18	0,2	0,5	0,5	0,26	0,2	0,58	0,69
118		0,12	0,1	0,28	0,3	0,2	0,14	0,4	0,56
126		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
128		<0,04	<0,04	<0,04	0,09	<0,04	<0,04	0,09	0,10
138		0,15	0,15	0,39	0,39	0,26	0,17	0,43	0,41
153+168		0,13	0,15	0,46	0,43	0,23	0,17	0,42	0,45
156		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,04	<0,04
169		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
180+193		0,06	0,06	0,15	0,16	0,09	0,07	0,17	0,14
Somma PCB		0,94	1,01	2,80	3,12	1,43	1,20	3,70	4,02

Fitofarmaci	ng/g s.s.								
2,4' DDD		0,10	0,10	0,14	0,16	0,10	0,10	0,16	0,22
4,4 DDD		0,12	0,17	0,34	0,38	0,16	0,16	0,43	0,55
Somma 2,4' e 4,4' DDD		0,22	0,27	0,48	0,54	0,26	0,26	0,59	0,77
2,4' DDE		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4,4 DDE		0,16	0,24	0,38	0,40	0,28	0,18	0,38	0,45
Somma 2,4' e 4,4' DDE		0,16	0,24	0,38	0,40	0,28	0,18	0,38	0,45
2,4' DDT		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4,4 DDT		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,1
Somma 2,4' e 4,4' DDT		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,1
Clordano		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aldrin		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Endrin		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
α-HCH		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
β-HCH		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
γ-HCH lindano		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
eptacloro epossido		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HCB		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

IPA	Ng/g s.s.								
Naftalene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Antracene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0

Parametro	U.M.	LE_2-4_0.5	LE_2-4_1	LE_2_2	LE_4_2	LE_5-6_0.5	LE_5-6_1	LE_5-6_2	LE_6_2
Fenantrene		4,3	3,0	5,6	3,1	5,6	3,8	3,6	7,3
Acenaftilene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Acenaftene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Fluorene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Fluorantene		4,4	5,7	8,7	8,4	6,6	4,3	5,5	15,4
Pirene		5,3	6,1	8,9	8,1	6,2	4,8	5,9	14,1
Benzo[a]antracene		<2,0	2,8	3,8	4,8	3,3	<2,0	3,1	8,4
Crisene		3,3	4,4	5,9	5,7	4,7	3,2	4,3	7,4
Benzo(b)+(j)fluorantene		2,5	4,2	5,7	6,2	4,7	3,0	4,7	8,7
Benzo(a)pirene		<2,0	<2,0	2,3	3,1	2,0	<2,0	<2,0	5,9
Benzo(k)fluorantene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,0
Indeno(1,2,3,c,d)pirene		<2,0	2,1	2,5	3,0	2,2	<2,0	<2,0	5,4
Benzo(g,h,i)perilene		2,4	3,7	4,6	4,8	3,8	2,6	3,8	6,7
Dibenzo(ac)+(ah)antracene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Somma_IPA_16		22,2	32,0	48,0	47,2	39,1	21,7	30,9	82,3

**Tabella 1.3.2 – Valutazione delle informazioni microbiologiche per l'area di escavo**

Parametri	Specifiche	u.m.	L1	L2	Estensi A	Estensi C
Controlli microbiologici	Escherichia coli	MPN/100mL			<10	<10
Controlli microbiologici	Enterococchi intestinali	MPN/100mL			10	<10

*I risultati delle analisi chimiche sopra riportati sono stati processati utilizzando il tool applicativo SediQualSoft 109.0®.*

*Di seguito vengono riportate le classificazioni ponderate del pericolo chimico.*

Stazione	L1				L2			
	HQc	Contr. % max	N. parametri non conformi	Livello di pericolo chimico	HQc	Contr. % max	N. parametri non conformi	Livello di pericolo chimico
LE_2-4_0.5	0,14	0%	0	ASSENTE	0,06	0%	0	ASSENTE
LE_2-4_1	0,16	0%	0	ASSENTE	0,06	0%	0	ASSENTE
LE_2_2	0,19	0%	0	ASSENTE	0,08	0%	0	ASSENTE
LE_4_2	0,19	0%	0	ASSENTE	0,08	0%	0	ASSENTE
LE_5-6_0.5	0,16	0%	0	ASSENTE	0,07	0%	0	ASSENTE
LE_5-6_1	0,14	0%	0	ASSENTE	0,06	0%	0	ASSENTE
LE_5-6_2	0,20	0%	0	ASSENTE	0,08	0%	0	ASSENTE
LE_6_2	0,24	0%		ASSENTE	0,08	0%	0	ASSENTE

*La caratterizzazione chimica dell'area denominata Lido Estensi, non essendosi verificato alcun superamento per tutti i parametri chimici analizzati, mostra i livelli di pericolo chimico L1 ed L2 "ASSENTE" per tutti i campioni.*

*L'attribuzione della Classe di Qualità dei sedimenti è data dall'integrazione della classificazione chimica e dalla classificazione ecotossicologica. La classificazione ponderata è stata determinata in accordo con le procedure descritte nell'allegato tecnico del DM n. 173/2016 e in particolare fa riferimento alla tabella 2.7 dell'Allegato tecnico (Classificazione della Qualità dei sedimenti secondo i criteri di integrazione ponderata HQc = Hazard Quotient-chimico).*

*La classificazione dei sedimenti, ottenuta sulla base dell'integrazione ponderata, è risultata di Classe A per tutti i punti presi in esame.*

Campione	Livello di pericolo ecotossicologico	% elutriato	Livello di pericolo chimico	% pelite	Classe di qualità del materiale
LE_2-4_0.5	ASSENTE	100	Trascurabile	2,63	A
LE_2-4_1	ASSENTE	0	Trascurabile	3,20	A
LE_2_2	ASSENTE	100	Trascurabile	5,92	A
LE_4_2	ASSENTE	0	Trascurabile	6,51	A
LE_5-6_0.5	ASSENTE	100	Trascurabile	5,55	A
LE_5-6_1	ASSENTE	100	Trascurabile	3,03	A
LE_5-6_2	ASSENTE	100	Trascurabile	7,50	A
LE_6_2	ASSENTE	0	Trascurabile	8,68	A

## 1.8 Informazioni sugli organismi animali e vegetali dell'area di escavo

### Popolazioni ittiche demersali e aree di nursery

Non esistono informazioni sulle popolazioni ittiche presenti nell'area di escavo che, essendo interessata dalle variazioni di marea e molto prossima alla battigia, è interessata solo occasionalmente dalla presenza di fauna ittica demersale.

Alcune considerazioni di carattere generale sullo stato delle risorse alieutiche possono essere estrapolate dal Piano Strategico Nazionale della Pesca Italiana (PSN) aggiornato al 2013 e nel documento "La Pesca e la Biodiversità" del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (Dipartimento delle Filiere Agricole e Agroalimentari – Direzione Generale della Pesca Marittima e dell'Acquacoltura). In tale piano, il Mar Mediterraneo è suddiviso in Aree Geografiche e in 30 Sub-Aree geografiche (Geographical Sub Area – GSA), per ciascuna delle quali vengono raccolti sistematicamente dati relativi al settore alieutico. L'area di escavo rientra nella GSA 17 (Adriatico Settentrionale e Medio) dove le principali specie target individuate includono pesci ossei, cefalopodi e crostacei, e sono:

- teleostei:
  - Nasello (*Merluccius merluccius*);
  - Triglia di Fango (*Mullus barbatus*);
  - Pagello Fragolino (*Pagellus erythrinus*);
  - Merlano (*Merlangius merlangus*);
- cefalopodi:
  - Moscardino Bianco e Muschiato (*Eledone cirrhosa*, *E. muschata*);
  - Seppia (*Seppia officinalis*);
- crostacei:
  - Scampo (*Nephrops norvegicus*);
  - Pannocchia (*Squilla mantis*).

È diffusa anche la pesca del Lumachino di mare (*Nassarius mutabilis*) e dei molluschi bivalvi (*Chamelea gallina*, *Ensis minor* e *Callista chione*).

Altre specie di interesse dell'Adriatico sono individuate dall'associazione Green Peace e sono riportate nella seguente tabella aggiornata al 2015:

Nome Scientifico	Nome Comune
<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	Gambero rosso
<i>Aristeus antennatus</i>	Gambero viola
<i>Parapenaeus longirostris</i>	Gambero bianco(o rosa)

Nephrops norvegicus	Scampo
Eledone cirrhosa	Moscardino bianco
Illex coindetii	Totano
Galeus melastomus	Squalo boccanera
Merluccius merluccius	Nasello
Mullus barbatus	Triglia di fango
Pagellus erytrinus	Pagello fragolino
Engraulis encrasicolus	Acciuga
Sardina pilchardus	Sardina
Solea solea	Sogliola

Le aree dove lo spawning è più intenso riguardano gran parte della costa orientale dell'Adriatico con l'eccezione della "Fossa di Pomo-Jabuka" nell'Adriatico centrale e di altre aree più costiere nel settore occidentale del medio e basso Adriatico.

L'area di escavo è esterna alle aree di nursery come è possibile dedurre dalla mappatura riportata nell'Allegato 2.

### Principali comunità bentoniche

Sulla base delle conoscenze acquisite dai monitoraggi effettuati in Nord Adriatico e in particolare lungo le coste emiliano-romagnole, nella zona di spiaggia sommersa (posta al di sotto del limite inferiore della più bassa "bassa marea sigiziale") le comunità bentoniche possono al massimo essere rappresentate da poche specie di molluschi bivalvi filtratori, gasteropodi necrofagi e piccoli decapodi. Essendo anche questa porzione di spiaggia sottoposta a forti pressioni (bassissime profondità, mareggiate invernali, forte calpestio estivo, ripristino degli arenili sia intesi come manutenzione stagionale che straordinaria) il più delle volte la spiaggia in questione risulta depauperata di specie o caratterizzata da presenze abbondanti di individui appartenenti però ad una sola specie. Poiché entrambe le situazioni richiamate sono segnali di uno squilibrio determinato a priori dall'uso umano della risorsa spiaggia, si preferisce non utilizzare questo descrittore nel piano di caratterizzazione e di monitoraggio ambientale in quanto le pressioni sopra elencate sulle comunità bentoniche potrebbero essere confuse con la pressione determinata dagli effetti di un ripascimento.

### 1.9 Informazioni pregresse sulle attività di immersione/utilizzo

L'area di escavo viene impiegata per la prima volta e pertanto non esistono informazioni pregresse su precedenti attività.

**Tabella 1.4 - Schema per la restituzione dei dati relativi alla destinazione del materiale dragato**

	CELLA	UBICAZIONE AREE (Coordinate) <sup>2</sup>		QUANTITATIVI (m <sup>3</sup> x 1000)	AREA PORTUALE- COSTIERA DI PROVENIENZA	ANNI D'INIZIO E FINE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO
		Nord	Est			
Aree d'immersione in mare	---	---	---	---	---	---
Aree di ripascimento	---	---	---	---	---	---
Altri utilizzi	---	---	---	---	---	---

<sup>2</sup> Per le aree a ripascimento le coordinate sono riferite alle Celle litoranee SICELL.

### 1.10 Informazioni sulle precedenti attività di monitoraggio ambientale

Sull'area non state mai eseguite attività di monitoraggio ambientale a parte quelle in capo ad Arpae (ogni 5-6 anni) nell'ambito delle proprie attività istituzionali. I risultati sono stati pubblicati nella serie di volumi "Stato del litorale emiliano-romagnolo" – Anno 2007, 2012, 2018.

### 1.11 Programmazione delle attività di escavo e gestione dei materiali

La presente scheda è propedeutica per l'intervento "Cod. 4S2B705 - Comuni vari - Mitigazione del rischio da ingressione marina e da erosione costiera - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale dell'Emilia-Romagna - Progettone 4 – Lotto n. 2 – Comacchio", che prevede di movimentare complessivamente le seguenti quantità di sedimento:

Anno	Cod. Intervento	Quantità (mc)	Cella destinaz.	U.F.
2023	4S2B705	73.190	105	6
2023	4S2B705	68.610	104	6

Gli spostamenti previsti non avvengono all'interno della stessa UF del sito di escavo e prevedono un deposito superiore ai 20 mc/ml e pertanto rientrando tra i ripascimenti (art. 2 comma g del DM n. 173/2016) soggetti all'autorizzazione all'immersione deliberata in mare dell'Art. 4 dello stesso Decreto.

### 1.12 Riduzione delle fonti di inquinamento

Non sono state intraprese attività per il miglioramento dei fondali.

**Tabella 1.5 - Scheda delle informazioni sintetiche sulla programmazione delle attività di movimentazione e gestione dei materiali**

TIPOLOGIA DI DRAGAGGIO	AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO (Celle litoranee)	SPESSORI INDICATIVI DA ASPORTARE (min-max)	VOLUMI PREVISTI (m <sup>3</sup> x1000)	GRANULOMETRIA PREVALENTE DEL MATERIALE DA DRAGARE	CLASSE DEI MATERIALI	OPZIONI GESTIONALI PREVISTE
MANUTENZIONE PERIODICA (FONDALI DRAGATI CON FREQUENZA <3 anni)						
MANUTENZIONE SALTUARIA (FONDALI DRAGATI CON FREQUENZA NON PROGRAMMATA E > 3 anni)						
INVESTIMENTO (FONDALI MAI DRAGATI IN PRECEDENZA)						

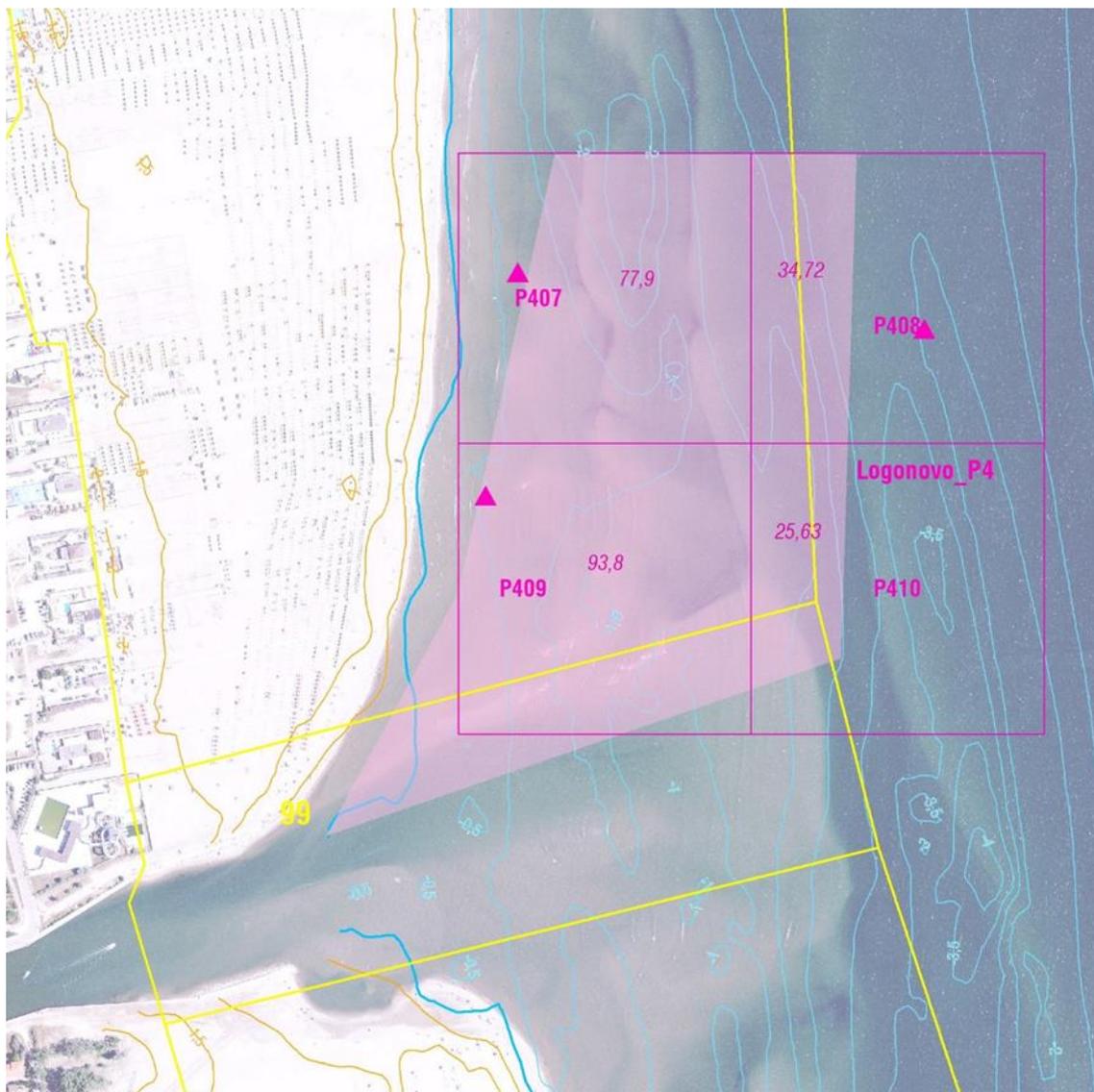
TIPOLOGIA DI DRAGAGGIO	AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO (Celle litoranee)	SPESSORI INDICATIVI DA ASPORTARE (min-max)	VOLUMI PREVISTI (m <sup>3</sup> x1000)	GRANULOMETRIA PREVALENTE DEL MATERIALE DA DRAGARE	CLASSE DEI MATERIALI	OPZIONI GESTIONALI PREVISTE
RISANAMENTO AMBIENTALE (FONDALI DRAGATI PER ASPORTARE MATERIALI CONTAMINATI)						
RECUPERO SABBIE (FONDALI DRAGATI RIUTILIZZO DELLE SABBIE)	100	100-200	73.190	sabbia >90%	A	Ripascimento e ripristino argini di difesa a mare in sabbia

Per la mappatura riferirsi alla tavola 01 allegata.

## ALLEGATO N. 2

### 1 SCHEDA DI INQUADRAMENTO AREA “LOGONOVO\_P4”

#### 1.1 Informazioni generali sull’ubicazione della nuova area di escavo



*Rappresentazione su Ortofoto CGR 2018.*

#### Logonovo P4 – Area di escavo

Le attività di escavo saranno effettuate nell’area delimitata come in figura, lungo la barra in modo da garantire una pendenza dei fondali uniforme. La profondità massima di scavo prevista, definita sulla base del rilievo batimetrico effettuato nel dicembre 2018-febbraio 2019, è in media di 2.00 metri considerando la necessità di creare strisce di transito che consentano alla draga di avere un adeguato pescaggio e di operare in sicurezza. La superficie complessiva di escavo è di circa 101.000 mq per un volume di sabbia potenzialmente disponibile stimato a 190.000 mc.

#### 1.1.1 “tipo” di area

Per questo l’esecuzione del Dragaggio è stato adottato il seguente percorso-schema di campionamento:

## Aree afferenti al **Percorso II**

- area interna ad un porto esclusivamente turistico;
- area portuale esterna all'imboccatura e/o passo di accesso al porto per un volume complessivo < 40.000 m<sup>3</sup>;
- area di foce fluviale non portuale;
- **area costiera non portuale.**

	Tipologia Area	Stazioni di campionamento	N. Staz.
Lido_Estensi_P4	3 (200x200)		3 Punti stazione: P407, P408, P409

Tipologia area: area costiera non portuale

Tipologia Area Unitaria (AU): tipo 3 (maglia 200x200 m.)

Numero AU: 4

Numero AU trascurabili: 2 (AU08 e AU10)

Numero AU già caratterizzate:

N. minimo punti di campionamento: 3 (P407, P408, P409)

Di seguito si riportano le coordinate dei punti di campionamento:

Stazione Campionamento Logonovo_P4	UTM-ETRF89/32 Coord. Est	UTM-ETRF89/32 Coord. Nord	WGS84 Lon	WGS84 Lat
P407	757.796	4.950.701	12° 15' 6.7674"	44° 39' 48.1158"
P408	758.096	4.950.816	12° 15' 20.5773"	44° 39' 51.4489"
P409	757.818	4.950.855	12° 15' 8.0438"	44° 39' 53.0703"

*I punti di campionamento sono stati posizionati centrali rispetto all'area di escavo compresa nella singola Area Unitaria, salvo problemi di accessibilità e navigazione in condizioni di sicurezza. Eventuali discostamenti sono dovuti alle effettive profondità riscontrate sul campo e difficili da stimare mancando un rilievo aggiornato e considerando l'elevata dinamicità della zona.*

*La campagna di indagine è stata condotta su pontone, per il punto più a mare (P408), mentre gli altri due punti, data la presenza di fondali ridotti, sono stati raggiunti durante le ore di bassa*

*marea muovendosi a piedi dalla battigia fino alla profondità massima che consentiva l'estrazione delle carote secondo la lunghezza prevista.*

Per ogni punto stazione (P407, P408, P409) è stata effettuato un carotaggio fino alla profondità di 2,00 m da cui sono stati prelevati 7 campioni di sedimento corrispondenti ai livelli 0-50 cm, 50-100 cm, e 100-200 cm. *Si precisa che per il P408 è stata eseguita una ulteriore carota fino ad un metro di profondità per poter avere la quantità di materiale necessaria per i campioni dei livelli 0-50 cm, 50-100 cm.* Le aliquote di sedimento prelevate da ogni carotaggio e corrispondenti ai vari livelli sono state miscelate in modo da formare sette campioni compositi che sono stati avviati ai laboratori per le analisi:

- n. 1 campione composito con miscelazione degli strati al livello 0-0.50 delle AU 7, 9;
- n. 1 campione composito con miscelazione degli strati al livello 0.50-1.00 delle AU 7, 9;
- n. 2 campioni per il livello 1.00-2.00 in corrispondenza delle AU 7, 9;
- n. 1 campione corrispondente al livello 0-0.50 della AU 8;
- n. 1 campione corrispondente al livello 0.50-1.00 della AU 8;
- n. 1 campione corrispondente al livello 1.00-2.00 della AU 8;

<b>Stazione campionamento</b>	<b>Livello di profondità (m)</b>	<b>Codice campione</b>	<b>Data di esecuzione</b>	<b>Riferimento Rapp. di prova</b>
P407	0.50	LO_7-9_0.5	27/10/2021	LO_7-9_0.5
P409	0.50		27/10/2021	
P407	1.00	LO_7-9_1	27/10/2021	LO_7-9_1
P409	1.00		27/10/2021	
P407	2.00	LO_7_2	27/10/2021	LO_7_2
P409	2.00	LO_9_2	27/10/2021	LO_9_2
P408	0.50	LO_8_0.5	25/10/2021	LO_8_0.5
P408	1.00	LO_8_1	25/10/2021	LO_8_1
P408	2.00	LO_8_2	25/10/2021	LO_8_2

Le indagini e le analisi sono state svolte per il progetto “Cod. 4S2B705 - Comuni vari - Mitigazione del rischio da ingressione marina e da erosione costiera - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale dell’Emilia-Romagna - Progettone 4 – Lotto n. 2 - Comacchio” e finanziate con DGR n. 678 del 11/03/2021 “Approvazione Programma Operativo dell’Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile per il triennio 2021-2023” all’Allegato 1 - ID. 59 – Servizio di supporto per elaborazione progetto “Ripascimento della costa” – Importo € 100.000,00, capitolo U15006 “Spese servizi di supporto alle attività Agenzia” per l’anno 2021, assegnato al Servizio Sicurezza Territoriale Protezione Civile Rimini.

#### 1.1.2 Breve descrizione delle caratteristiche generali dell’ambiente circostante l’area di escavo e periodo di riferimento delle informazioni

Il paraggio costiero di Lido degli Estensi (C100) è in accumulo, come la foce del canale Logonovo (C99) che la separa dal Lido di Spina. La deriva litoranea, prevalentemente con direzione sud-nord, e la presenza del molo di Porto Garibaldi hanno determinato un’alimentazione di sedimento di

questo tratto nel periodo 2012-2018 di circa 120.000 mc con un avanzamento medio della spiaggia emersa di 26 m e una ampiezza media di 400 m. La quota massima è prevalentemente inferiore a 1.81 m e quindi è probabile il rischio d'ingressione marina con eventi con tempo di ritorno di 100 anni.

I depositi litoranei presenti nei due tratti di arenile libero, quello a ridosso del molo di guardia di Porto Garibaldi lungo Lido degli Estensi e quello subito a sud dello sbocco del canale Logonovo, sono di fatto impiegati come aree di prelievo per le attività di manutenzione ordinaria.

Dal rilievo topo-batimetrico eseguito da Arpae tra il dicembre 2018 e febbraio 2019 si osserva l'accumulo dei sedimenti ha portato alla formazione di una barra sommersa che sta riducendo progressivamente i fondali della spiaggia sommersa, by-passando la punta del molo e provocando l'ostruzione, per effetto del basso gradiente idraulico, dell'imbocco del Porto Canale e della foce del Logonovo.

Tutti i dati e le informazioni utilizzate per la compilazione della presente scheda sono stati dedotti dagli elaborati e dai Database che vengono prodotti e aggiornati dagli Enti Territoriali preposti alla gestione dell'area nell'ambito delle loro specifiche attività (Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità – Delta del Po, Regione Emilia-Romagna, ARPAE, Regione Emilia-Romagna - Agenzia per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile).

## 1.2 Analisi delle principali pressioni che insistono sull'area

**Tabella 1.1 - Tipologia e livelli di pressioni**

Tipo di informazione	Descrizione sintetica		
	TIPOLOGIA	SPECIFICHE	Livello
Tipologia di attività all'interno dell'area o nel contesto ambientale in cui l'area è collocata	RICREATIVA*	Arenile interessato da stabilimenti balneari	M
	INDUSTRIALE		
	COMMERCIALE	L'area è a nord dello sbocco del Canale Logonovo che funge da canale adduttore delle Valli di Comacchio e impiegato per la pesca e il diporto.	M
	PASSEGGERI		M
	DIPORTO		M
	PESCA E ACQUACOLTURA	Area in concessione per il recupero e la re-immersione del novellame di ruditapes spp. negli impianti di allevamento	M
	ALTRO		
Natura e ubicazione delle pressioni	Le attività sopraelencate si svolgono nel corso di tutto l'anno; sono quindi presenti le imbarcazioni che si muovono in entrata e uscita dal Canale Logonovo. L'area, data la presenza di altri stabilimenti balneari, è accessibile e balneabile.		
Data, ubicazione, entità e caratteristiche di sversamenti accidentali documentabili			

\* Nel caso di spiaggia #E: elevato; M: medio; B-N: basso o nullo.

### 1.3 Analisi e mappatura (scala 1:50.000) dei principali elementi di pregio naturalistico, delle aree di tutela e degli obiettivi sensibili presenti nell'area di escavo e in aree limitrofe (entro un raggio di 5 MN)

Tipologia di Area	Denominazione e ubicazione
Siti Rete Natura 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT040012, Dune di San Giuseppe;</li> <li>• IT040002, Valli di Comacchio;</li> <li>• IT040003, Vene di Bellocchio, Sacca di Bellocchio, Foce del Fiume Reno, Pineta di Bellocchio.</li> </ul>
Ecosistemi fragili e protetti: praterie di posidonia, zone a coralligeno, etc.	
Specie protette (Habitat)	1110 Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina 1130 Estuari 1150 Lagune 1310 Vegetazione annua pioniera di Salicornia e altre delle zone fangose e sabbiose 1320 Prati di Spartina (Spartinion) 1410 Pascoli inondati mediterranei (Juncetalia maritimi) 1420 Perticaie alofile mediterranee e termo-atlantiche (Arthrocnemetalia fruticosae) 2110 Dune mobili embrionali 2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di Ammophila arenaria (dune bianche) 2130 Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie) 2160 Dune con presenza di Hippophae rhamnoides 2230 Prati dunali di Malcolmietalia 2270 Foreste dunari di Pinus pinea e/o Pinus pinaster 3150 Laghi eutrofici naturali con vegetazione del tipo Magnopotamion o Hydrocharition 6210 Formazioni erbose secche seminaturali e cespuglieti su substrato calcareo (Festuco-Brometalia) 6420 Praterie mediterranee con piante erbacee alte e giunchi (Molinion-Holoschoenion) 9340 Foreste di Quercus ilex 91AA Boschi mediterranei e submediterranei di roverella a influsso orientale 91F0 Boschi misti di quercia, olmo e frassino di grandi fiumi 92A0 Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba Pa Canneti palustri: fragmiteti, tifeti e scirpeti d'acqua dolce (Phragmition)
Aree marine protette	
Parchi regionali	Stazione territoriali "Centro storico di Comacchio" e "Valli di Comacchio" del Parco Regionale del Delta del Po
Santuario dei Cetacei	

Aree archeologiche a mare e altre aree di interesse paesaggistico a valenza regionale o provinciale	
Zone di tutela biologica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIC-ZPS a mare,</li> <li>• Area di nursery.</li> </ul>
Aree destinate ad usi legittimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aree di pertinenza militari,</li> <li>• Idrocarburi (Concessioni di coltivazione e permessi di ricerca),</li> <li>• Piattaforme attive, pozzi, condotte, Zone di produzione/raccolta molluschi.</li> </ul>
Altro	

L'elenco delle specie protette all'interno degli habitat e la mappatura delle aree sono riportati rispettivamente nell'Allegato 4 e nella tav. 01.

## 1.4 Informazioni sulle caratteristiche idrodinamiche e chimico-fisiche della colonna d'acqua

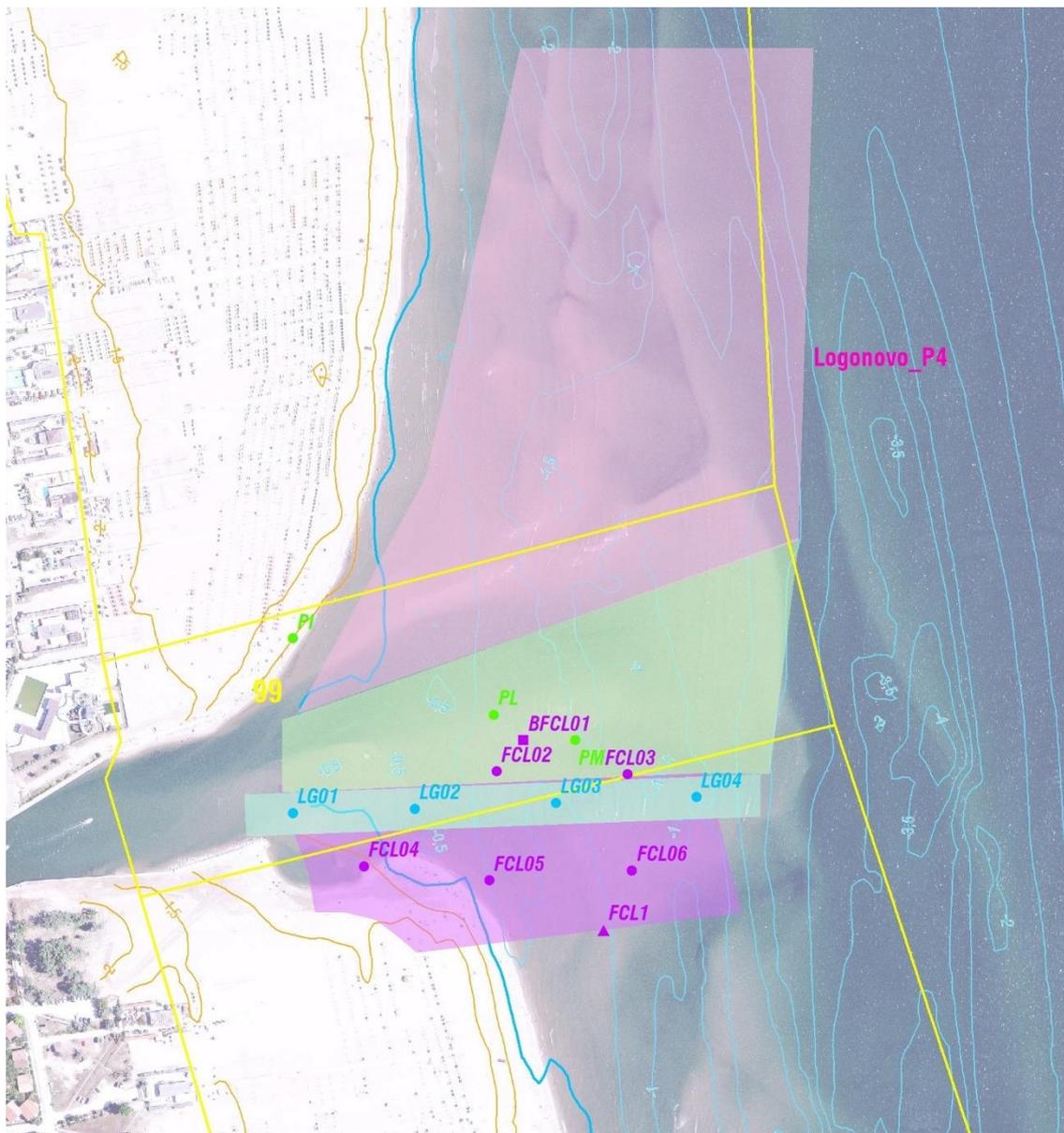
Parametro	Informazioni		
Regime correntometrico	DISTRIBUZIONI DIREZIONALI DELLA CORRENTE MARINA (m/s)		
	2016	Autunno-Inverno	Primavera-Estate
	2017	Autunno-Inverno	Primavera-Estate
2018	Autunno-Inverno	Primavera-Estate	

Parametro	Informazioni				
Regime correntometrico					
	2019	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="478 757 949 792">Autunno-Inverno</th> <th data-bbox="949 757 1461 792">Primavera-Estate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="478 792 949 1261"> </td> <td data-bbox="949 792 1461 1261"> </td> </tr> </tbody> </table>	Autunno-Inverno	Primavera-Estate	
Autunno-Inverno	Primavera-Estate				
	<p data-bbox="448 1261 1377 1290">da “Qualità ambientale delle acque marine” – ARPAE/Struttura oceanografica Dafne</p> <p data-bbox="371 1308 1437 1469">La stazione di rilevamento della corrente marina è stata installata da ARPA il 23 maggio 2007 ed è equipaggiata con una boa ondometrica Datawell Directional wave rider MkIII 70 posizionata alle seguenti coordinate: 44°15'N, 12°35'E, collocata a circa 8 km al largo di Cesenatico su un fondale di 10 m di profondità in una zona interdotta alla navigazione, all'attracco e alla pesca. Il sistema ricevente a terra è situato presso la Struttura Oceanografica Daphne a Cesenatico.</p>				
Torbidità	Essendo un'area caratterizzata da un battente d'acqua poco profondo non è possibile eseguire la verifica della torbidità.				
Temperatura					

Parametro	Informazioni
	da Bollettini di ARPAE/Struttura oceanografica Dafne per zona A <sup>3</sup>
pH	<p style="text-align: center;">Salinità psu</p> <p style="text-align: center;">da Bollettini di ARPAE/Struttura oceanografica Dafne per zona A</p>
Salinità	<p style="text-align: center;">pH</p> <p style="text-align: center;">da Bollettini di ARPAE/Struttura oceanografica Dafne per zona A</p>
Conducibilità	Non sono disponibili informazioni

<sup>3</sup> La zona A è la fascia costiera che si estende da Porto Corsini alla Sacca di Goro e comprende le stazioni di rilevamento di Casal Borsetti, Foce Reno, Porto Garibaldi, Lido Nazioni e Bagni Volano posizionate a 0,5 km dalla costa e la stazione 604 di Porto Garibaldi posizionata a 6 km.

## 1.5 Informazioni sulle attività di escavo progresse



*Rappresentazione su Ortofoto CGR 2018.*

La rimozione della barra sabbiosa e l'escavazione dei fondali interessano la cella litoranea n. 99 del Sistema SICELL. Tale barra è stata oggetto di attività di escavo progresse. La mappa mostra lo schema dei campionamenti eseguiti per gli interventi precedenti:

1. "Cod. 4S2B702 – Manutenzione del litorale ferrarese" eseguita nell'Aprile 2021 dove la movimentazione dei sedimenti (escavo, fino ad un metro di profondità, di 40.000 mc di sedimenti dal Logonovo per il ripascimento delle spiagge e la costruzione degli argini invernali al Lido di Spina sud) è stata autorizzata da Arpae con DET-AMB-2020-4361 del 17/09/2020;
2. Somma urgenza "OCDPC n. 732 del 31 dicembre 2020 – Decreto del Commissario Delegato N. 17 del 18 febbraio 2021 - Cod. 17078 "Ripristino delle opere di difesa dell'abitato sul litorale del Lido di Spina sud", finalizzato al dragaggio per il ripristino dell'efficienza idraulica del Canale Logonovo con escavo fino alla profondità massima del fondale alla quota -3.00 m autorizzata da Arpae con Det-Amb- 2021-2563 del 21/05/2021;

3. "FEAMP 2014-2020. Misura 1.44 Par. 6 Reg. (Ue) N. 508/2014 - Intervento per il ripristino del Canale adduttore delle Valli di Comacchio denominato Logonovo finalizzato al dragaggio per il ripristino dell'efficienza idraulica del Canale Logonovo con escavo fino alla profondità massima del fondale alla quota -2.00 m autorizzata da Arpae con Det-Amb-2021-4847 del 29/09/2021;

*I dati pregressi non riguardano la cella 100 interessata dall'escavo, ma le due celle 99 e 98 poste più a sud. Considerato che nel sistema SICELL la cella 99 viene classificata dal sistema SICELL come "Foce canale di scolo", mentre le celle 100 e 98 come "Cella con spiaggia" si suppone che solo per quest'ultime siano garantite le medesime caratteristiche ambientali.*

*La barra antistante lo sbocco del canale è difatti costituita da sedimenti provenienti dal Lido di Spina sud – Foce Reno, ma vista la distanza fra i nuovi punti di stazionamento e quelli già impiegati, comunque esterni all'area di escavo, e la forte dinamicità della fascia litoranea, si preferisce anche in questo caso ripetere tutte le analisi.*

**Tabella 1.2 - Dati relativi alle singole operazioni di dragaggio**

TIPO DI DRAGAGGIO	DESCRIZIONE INTERVENTO	DATA INTERVENTO	QUANTITATIVO DRAGATO (m <sup>3</sup> x 1000)
<i>Manutentivo: Gestione e protezione</i>	<i>Ripascimento spiagge</i>	<i>Dic-20</i>	<i>1,662</i>
<i>Manutentivo: Gestione e protezione</i>	<i>Ripascimento spiagge</i>	<i>Apr-21</i>	<i>36,752</i>
<i>Manutentivo: Gestione e protezione</i>	<i>Ripascimento spiagge</i>	<i>Ott-21</i>	<i>14,673</i>

## 1.6 Informazioni sulle caratteristiche morfo-batimetriche e sulle caratteristiche dei fondali

Il rilievo topo-batimetrico impiegato nelle rappresentazioni cartografiche, come già detto, è stato eseguito da Arpae tra il dicembre 2018 e febbraio 2019. Nell'ambito dei lavori è previsto un monitoraggio morfologico e tessiturale secondo la seguente articolazione: prima dell'intervento (prima pianta), subito dopo l'intervento (seconda pianta), 2 campagne di monitoraggio da effettuarsi a distanza di un anno e due anni dal completamento dell'intervento. Il materiale sabbioso di accumulo oggetto di escavo, proviene dal Lido di Spina e dalla foce del Reno ed è costituito anche dai sedimenti che annualmente vengono palleggiati per ripascere i tratti a sud in erosione.

### **Tessitura e mineralogia dei sedimenti**

I dati sulla tessitura sono dedotti dai rapporti di prova della campagna indagini eseguita in data 25-27/10/2021.

Altre informazioni, quali la mineralogia e il colore, non sono stati misurati e/o rilevati in quanto, per via dello scarso apporto litoide dei fiumi e della direzione sud-nord del trasporto solido litoraneo, le sabbie prelevate provengono dalle aree di ripascimento. Inoltre, tutti gli spostamenti di materiale avvengono all'interno della stessa Unità Fisiografica.

Si riportano per ogni campione le principali classi granulometriche, le curve di distribuzione granulometrica cumulata e la ripartizione delle differenti frazioni sabbiose.

**Principali classi granulometriche:**

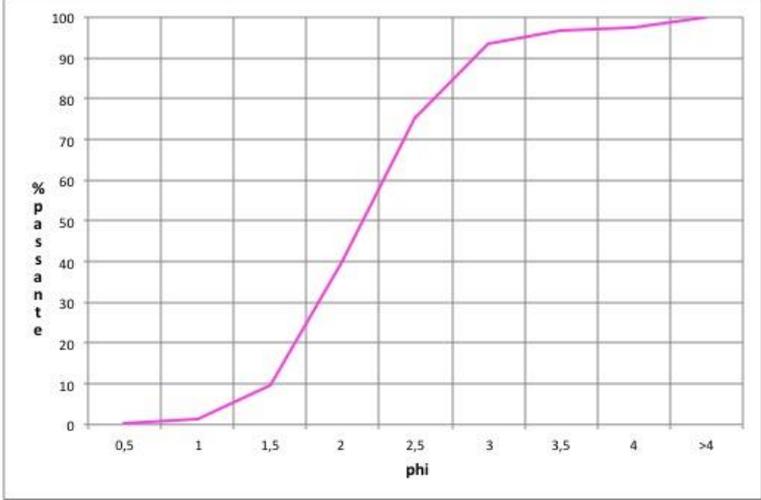
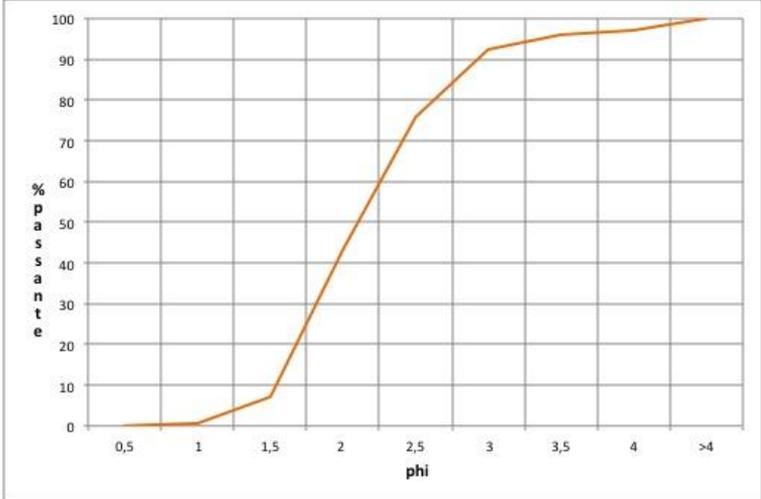
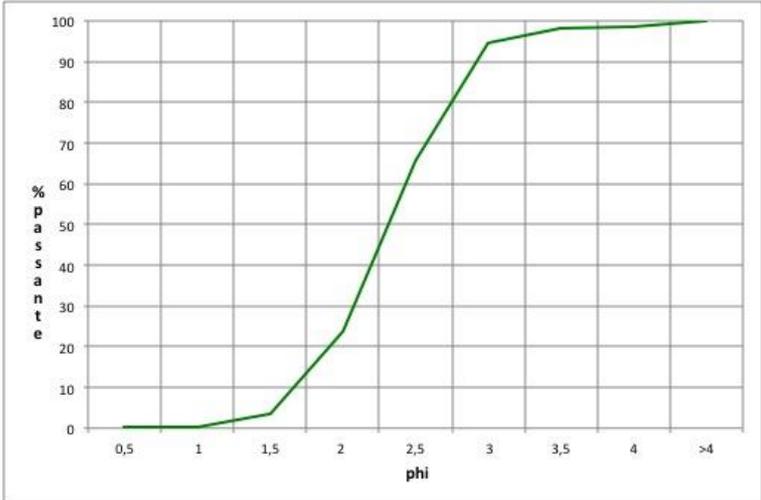
Campione	Rapp. Prova	Ghiaia % ( $\phi \geq 2$ mm)	Sabbia % ( $2$ mm $> \phi \geq 0,0625$ mm)	Pelite % ( $\phi < 0,0625$ mm)
LO_C7-9_0.5	08121002321	0	99,3	0,7
LO_C7-9_1	08121002322	0	98,1	1,9
LO_7_2	08121002323	0	97,5	2,5
LO_9_2	08121002324	0	97,0	3,0
LO_8_0.5	08121002325	0	98,7	1,3
LO_8_1	08121002326	0	97,4	2,6
LO_8_2	08121002327	0	88,3	11,7

(c) Percentuale relativa al campione complessivo. Frazione composta interamente da residui conchigliari.

(c+v) Percentuale relativa al campione complessivo. Frazione composta da residui conchigliari e vegetali

**Curve di distribuzione granulometrica cumulata:**

Campione	Rapp. Prova	Grafico curva
LO_C7-9_0.5	08121002321	
LO_C7-9_1	08121002322	

<i>Campione</i>	<i>Rapp. Prova</i>	<i>Grafico curva</i>																				
LO_7_2	08121002323	 <p>The graph shows the percentage of material passing through a sieve of size phi. The x-axis (phi) ranges from 0.5 to &gt;4, and the y-axis (% passante) ranges from 0 to 100. The curve starts at 0% for phi 0.5, remains near 0% until phi 1.0, then rises to about 10% at phi 1.5, 75% at phi 2.5, 95% at phi 3.0, and reaches 100% at phi &gt;4.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>10</td></tr> <tr><td>2</td><td>40</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>75</td></tr> <tr><td>3</td><td>95</td></tr> <tr><td>3,5</td><td>98</td></tr> <tr><td>4</td><td>99</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0,5	0	1	2	1,5	10	2	40	2,5	75	3	95	3,5	98	4	99	>4	100
phi	% passante																					
0,5	0																					
1	2																					
1,5	10																					
2	40																					
2,5	75																					
3	95																					
3,5	98																					
4	99																					
>4	100																					
LO_9_2	08121002324	 <p>The graph shows the percentage of material passing through a sieve of size phi. The x-axis (phi) ranges from 0.5 to &gt;4, and the y-axis (% passante) ranges from 0 to 100. The curve starts at 0% for phi 0.5, remains near 0% until phi 1.0, then rises to about 8% at phi 1.5, 75% at phi 2.5, 95% at phi 3.0, and reaches 100% at phi &gt;4.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>8</td></tr> <tr><td>2</td><td>40</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>75</td></tr> <tr><td>3</td><td>95</td></tr> <tr><td>3,5</td><td>98</td></tr> <tr><td>4</td><td>99</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0,5	0	1	2	1,5	8	2	40	2,5	75	3	95	3,5	98	4	99	>4	100
phi	% passante																					
0,5	0																					
1	2																					
1,5	8																					
2	40																					
2,5	75																					
3	95																					
3,5	98																					
4	99																					
>4	100																					
LO_8_0.5	08121002325	 <p>The graph shows the percentage of material passing through a sieve of size phi. The x-axis (phi) ranges from 0.5 to &gt;4, and the y-axis (% passante) ranges from 0 to 100. The curve starts at 0% for phi 0.5, remains near 0% until phi 1.0, then rises to about 5% at phi 1.5, 25% at phi 2.0, 65% at phi 2.5, 95% at phi 3.0, and reaches 100% at phi &gt;4.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>phi</th> <th>% passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td>25</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>65</td></tr> <tr><td>3</td><td>95</td></tr> <tr><td>3,5</td><td>98</td></tr> <tr><td>4</td><td>99</td></tr> <tr><td>&gt;4</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	phi	% passante	0,5	0	1	2	1,5	5	2	25	2,5	65	3	95	3,5	98	4	99	>4	100
phi	% passante																					
0,5	0																					
1	2																					
1,5	5																					
2	25																					
2,5	65																					
3	95																					
3,5	98																					
4	99																					
>4	100																					

Campione	Rapp. Prova	Grafico curva
LO_8_1	08121002326	
LO_8_2	08121002327	

**RIPARTIZIONE FRAZIONI SABBIOSE (Ø VAGLIO IN MM E % PASSANTE):**

Intervalli	Unità Phi	Classi	LO_C7-9_0.5	LO_C7-9_1	LO_7.2	LO_9.2	LO_8.0.5	LO_8.1	LO_8.2
>2	<-1	Ghiaia	0.02 (c)	0.48 (c)	0.71 (c)	0.41 (c)	0.22 (c+v)	0.34 (c)	0.95 (c)
2-1	-1-0	Sabbia molto grossa	0.05 (c)	0.38 (c)	0.36 (c)	0.20 (c+v)	0.15 (c)	0.20 (c)	0.29 (c)
1-0.710	0-0.5	Sabbia grossa	0,0	0,15 (c)	0,3	0,18 (c+v)	0,1	0,1	0,1
0.710-0.500	0.5-1	Sabbia grossa	0,1	0,8	0,9	0,6	0,3	0,4	0,1
0.500-0.355	1-1.5	Sabbia media	3,5	5,8	8,5	6,6	3,0	2,8	0,3
0.355-0.250	1.5-2	Sabbia media	33,0	24,0	30,6	36,1	20,3	16,5	1,4
0.250-0.180	2-2.5	Sabbia fine	46,4	35,5	35,3	32,6	41,8	32,6	10,2
0.180-0.125	2.5-3	Sabbia fine	15,3	27,9	18,0	16,6	29,2	36,8	32,1
0.125-0.090	3-3.5	Sabbia molto fine	0,9	3,5	3,1	3,4	3,6	7,1	29,1
0.090-0.0625	3.5-4	Sabbia molto fine	0,1	0,6	0,8	1,1	0,4	1,1	15,0
<0.0625	>4	Pelite	0,7	1,9	2,5	3,0	1,3	2,6	11,7

(c) Percentuale relativa al campione complessivo. Frazione composta interamente da residui conchigliari.

(c+v) Percentuale relativa al campione complessivo. Frazione composta da residui conchigliari e vegetali

### Ecotossicologia

Si riportano gli esiti delle analisi ecotossicologiche, eseguite in conformità alle specifiche riportate al punto 2.3 dell'Allegato Tecnico del D.M. n. 173/2016, della campagna indagini eseguita in data 25-27/10/2021.

Il set utilizzato prevede le seguenti determinazioni:

- 1<sup>a</sup> tipologia: saggio sulla fase solida. Inibizione dell'emissione luminosa con il batterio "Vibrio fischeri" su sedimento privato dell'acqua interstiziale;

- 2<sup>a</sup> tipologia: saggio su fase liquida. Inibizione della crescita algale con "Pheodactylum tricornutum" su elutriato;
- 3<sup>a</sup> tipologia: saggio su fase liquida con effetti cronici/sub-letali/a lungo termine. Embriotossicità con il mollusco "Crassostrea gigas" su elutriato.

Si riportano una tabella riassuntiva dei principali dati e parametri misurati deducibili dai rapporti di prova.

*Risultati del saggio con Vibrio fischeri in fase solida: dati tossicologici, granulometria e rapporto PS/PU*

Campione	PS/PU	Tossicità in peso secco (TU)			Granulometria	Soglia Tox Naturale	STI
		EC50ss	LC INFss	LC SUPss	% pelite		
LO_C7-9_0.5	0,85	2,23	1,99	2,58	0,67	27	0,08
LO_C7-9_1	0,79	2,65	2,02	3,29	1,91	31	0,08
LO_7_2	0,79	16,11	14,72	17,61	2,51	33	0,49
LO_9_2	0,78	11,28	9,87	12,81	2,98	35	0,33
LO_8_0.5	0,79	20,53	16,38	25,82	1,29	29	0,70
LO_8_1	0,77	34,64	28,15	42,55	2,60	34	1,03
LO_8_2	0,77	90,02	75,80	106,98	11,69	62	1,45

*Risultati del saggio con Vibrio fischeri in fase solida: valori utili per l'elaborazione dei dati con il tool applicativo SediQualSoft 109.0®*

Campione	Media controllo	Deviazione controllo	Numero controlli	Media trattato	Deviazione trattato	Numero trattati
LO_C7-9_0.5	27	1,45	2	2,22	0,15	2
LO_C7-9_1	31	0,81	2	2,65	0,32	2
LO_7_2	33	0,38	2	16,10	0,72	2
LO_9_2	35	0,50	2	11,27	0,74	2
LO_8_0.5	29	0,48	2	20,53	2,36	2
LO_8_1	34	1,32	2	34,64	3,60	2
LO_8_2	62	0,44	2	90,02	7,80	2

*Risultati del saggio con Pheodactylum tricornutum. Percentuale di inibizione della crescita algale e deviazione standard*

Campione	EC50 (%)	% di Inibizione della crescita algale (deviazione standard)
LO_C7-9_0.5	>90	3,14 (dev.st. 0,78)
LO_C7-9_1	>90	3,87 (dev.st. 0,38)
LO_7_2	>90	-0,82 (dev.st. 0,48)*
LO_9_2	>90	-0,80 (dev.st. 3,04)*
LO_8_0.5	>90	-3,15 (dev.st. 0,81)*
LO_8_1	>90	-2,01 (dev.st. 1,11)*
LO_8_2	>90	-1,60 (dev.st. 0,99)*

\* biostimolazione.

Risultati del saggio di embriotossicità con *Crassostrea gigas*. EC50 ed Effetto alla massima concentrazione espressi in %

Campione	EC50 (%)	Effetto alla conc. Massima: % di esemplari malformati (deviazione standard)
LO_C7-9_0.5	>100	4,84 (dev.st. 6,12)
LO_C7-9_1	>100	0
LO_7_2	>100	0
LO_9_2	>100	0
LO_8_0.5	>100	17,41 (dev.st. 2,31)
LO_8_1	>100	0
LO_8_2	>100	0

La classificazione è stata ripetuta con il software SediQualSoft 109.0® versione 1.0., prodotto dalla collaborazione tra l'Università Politecnica delle Marche e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA, che elabora i dati analitici applicando i criteri di integrazione ponderata e fornisce per le caratterizzazioni chimiche ed ecotossicologiche un indice quantitativo di pericolo (HQ, Hazard Quotient) e un giudizio sintetico del livello di pericolo (suddiviso in 5 classi, da assente a molto alto).

Ogni campione è risultato nella classe di pericolo ecotossicologico **ASSENTE**.

Campione	Specie	HQ specifico	HQ batteria	% elutriato	Classe pericolo
LO_C7-9_0.5	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,46	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	1,42			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,13			
LO_C7-9_1	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,51	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	1,72			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LO_7_2	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LO_9_2	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LO_8_0.5	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,32	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	1,08			
LO_8_1	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,03	0,01	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
LO_8_2	<i>Vibrio_fischeri</i>	2,25	0,66	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			

## 1.7 Informazioni sulle caratteristiche chimiche dei sedimenti dell'area di escavo

Si riportano i dati analitici dei rapporti di prova della campagna indagini eseguita in data 26-27/10/2021 per la parte chimica e in data 21/09/2021 per la parte microbiologica.

I punti di stazionamento sono rappresentati, rispettivamente, nella mappa del paragrafo 1.1.

**Tabella 1.3.1 – Valutazione delle informazioni chimiche per l'area di escavo**

Parametro	U.M.	LO_C7-9_0.5	LO_C7-9_1	LO_7_2	LO_9_2	LO_8_0.5	LO_8_1	LO_8_2
Sostanza organica	%s.s	0,65	0,33	0,41	0,36	0,61	0,36	0,59

Elementi in tracce	mg/kg s.s.							
As		2,4	2,6	2,4	2,6	2,4	2,4	2,6
Cd		0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05
Cr		16	19	22	18	16	19	30
Cu		3,6	5,6	5	5,9	5,1	5,9	9,1
Hg		<0,1	<0,1	<0,1	0,24	0,3	<0,1	<0,1
Ni		12,3	15,3	17	15,2	13,2	15,1	21,3
Pb		2,6	3,5	3,6	3,4	2,9	3,2	5,5
Zn		16,6	18	19,3	17,9	16,6	18	27,4

Tribulstagno (TBT)	µg/kg s.s.							
		1,86	1,04	1,56	1,29	1,02	1,68	0,84

PCB	ng/g s.s.							
31+28		0,07	0,09	0,11	0,11	0,08	0,12	0,41
52		< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,07	< 0,04	< 0,04	0,09
77		< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,07
81		< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
101		< 0,04	0,14	0,08	< 0,04	0,04	0,07	0,31
118		< 0,04	0,41	0,06	0,06	< 0,04	0,05	0,21
126		< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
128		< 0,04	0,15	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,06	0,07
138		< 0,04	0,38	0,06	0,06	0,05	0,08	0,28
153÷168		< 0,04	0,31	0,06	0,06	< 0,04	0,08	0,29
156		< 0,04	0,1	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,06	< 0,04
169		< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
180÷193		< 0,04	0,14	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,06	0,14
Somma PCB		0,07	1,72	0,37	0,36	0,17	0,70	1,87

Fitofarmaci	ng/g s.s.							
2,4' DDD		<0,1	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	0,10	0,15
4,4 DDD		<0,1	0,10	0,15	0,12	0,10	0,15	0,43
Somma 2,4' e 4,4' DDD		<0,1	0,10	0,25	0,12	0,10	0,25	0,58
2,4' DDE		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4,4 DDE		<0,1	0,10	0,12	0,10	0,10	0,15	0,40
Somma 2,4' e 4,4' DDE		<0,1	0,10	0,12	0,10	0,10	0,15	0,40
2,4' DDT		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4,4 DDT		<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	<0,1
Somma 2,4' e 4,4' DDT		<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	<0,1
Clordano		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aldrin		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Endrin		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
α-HCH		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
β-HCH		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
γ-HCH lindano		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Parametro	U.M.	LO_C7-9_0.5	LO_C7-9_1	LO_7_2	LO_9_2	LO_8_0.5	LO_8_1	LO_8_2
eptacloro epossido		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HCB		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

IPA	Ng/g s.s.							
Naftalene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Antracene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Fenantrene		2,2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	2,5	2,4
Acenaftilene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Acenaftene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Fluorene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Fluorantene		<2,0	<2,0	<2,0	2,7	<2,0	2,7	6,8
Pirene		<2,0	<2,0	2,2	3,1	2,0	3,4	8,1
Benzo[a]antracene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,2
Crisene		<2,0	<2,0	<2,0	2,0	<2,0	2,9	5,1
Benzo(b)(j)fluorantene		<2,0	<2,0	2,0	2,2	<2,0	3,0	7,0
Benzo(a)pirene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	2,5
Benzo(k)fluorantene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Indeno(1,2,3,c,d)pirene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,1
Benzo(g,h,i)perilene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	4,2
Dibenzo(ac)+(ah)antracene		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Somma_IPA_16		2,2	<2,0	4,2	10,0	2,0	14,5	42,4

**Tabella 1.3.2 – Valutazione delle informazioni microbiologiche per l'area di escavo**

Parametri	Specifiche	u.m.	L1	L2	Estensi A	EstensiC
Controlli microbiologici	Escherichia coli	MPN/100mL			<10	<10
Controlli microbiologici	Enterococchi intestinali	MPN/100mL			10	<10

*I risultati delle analisi chimiche sopra riportati sono stati processati utilizzando il tool applicativo SediQualSoft 109.0®.*

*Di seguito vengono riportate le classificazioni ponderate del pericolo chimico.*

Stazione	L1				L2			
	HQc	Contr. % max	N. parametri non conformi	Livello di pericolo chimico	HQc	Contr. % max	N. parametri non conformi	Livello di pericolo chimico
LO_C7-9_0.5	0,09	0%	0	ASSENTE	0,03	0%	0	ASSENTE
LO_C7-9_1	0,10	0%	0	ASSENTE	0,04	0%	0	ASSENTE
LO_7_2	0,11	0%	0	ASSENTE	0,04	0%	0	ASSENTE
LO_9_2	0,12	0%	0	ASSENTE	0,05	0%	0	ASSENTE
LO_8_0.5	0,11	0%	0	ASSENTE	0,05	0%	0	ASSENTE
LO_8_1	0,11	0%	0	ASSENTE	0,04	0%	0	ASSENTE
LO_8_2	0,16	0%	0	ASSENTE	0,06	0%	0	ASSENTE

*La caratterizzazione chimica dell'area denominata Lido Estensi, non essendosi verificato alcun superamento per tutti i parametri chimici analizzati, mostra i livelli di pericolo chimico L1 ed L2 "ASSENTE" per tutti i campioni.*

*L'attribuzione della Classe di Qualità dei sedimenti è data dall'integrazione della classificazione chimica e dalla classificazione ecotossicologica. La classificazione ponderata è stata determinata in accordo con le procedure descritte nell'allegato tecnico del DM n. 173/2016 e in particolare fa riferimento alla tabella 2.7 dell'Allegato tecnico (Classificazione della Qualità dei sedimenti*

secondo i criteri di integrazione ponderata HQc = Hazard Quotient-chimico).

La classificazione dei sedimenti, ottenuta sulla base dell'integrazione ponderata, è risultata di Classe A per tutti i punti presi in esame.

Campione	Livello di pericolo ecotossicologico	% elutriato	Livello di pericolo chimico	% pelite	Classe di qualità del materiale
LO_C7-9_0.5	ASSENTE	100	HQc(L2)<=TRASCURABILE	0,67	A
LO_C7-9_1	ASSENTE	100	HQc(L2)<=TRASCURABILE	1,91	A
LO_7_2	ASSENTE	0	HQc(L2)<=TRASCURABILE	2,51	A
LO_9_2	ASSENTE	0	HQc(L2)<=TRASCURABILE	2,98	A
LO_8_0.5	ASSENTE	100	HQc(L2)<=TRASCURABILE	1,29	A
LO_8_1	ASSENTE	0	HQc(L2)<=TRASCURABILE	2,60	A
LO_8_2	ASSENTE	0	HQc(L2)<=TRASCURABILE	11,69	A

## 1.8 Informazioni sugli organismi animali e vegetali dell'area di escavo

### Popolazioni ittiche demersali e aree di nursery

Non esistono informazioni sulle popolazioni ittiche presenti nell'area di escavo che, essendo interessata dalle variazioni di marea e molto prossima alla battigia, è interessata solo occasionalmente dalla presenza di fauna ittica demersale.

Alcune considerazioni di carattere generale sullo stato delle risorse alieutiche possono essere estrapolate dal Piano Strategico Nazionale della Pesca Italiana (PSN) aggiornato al 2013 e nel documento "La Pesca e la Biodiversità" del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (Dipartimento delle Filiere Agricole e Agroalimentari – Direzione Generale della Pesca Marittima e dell'Acquacoltura). In tale piano, il Mar Mediterraneo è suddiviso in Aree Geografiche e in 30 Sub-Aree geografiche (Geographical Sub Area – GSA), per ciascuna delle quali vengono raccolti sistematicamente dati relativi al settore alieutico. L'area di escavo rientra nella GSA 17 (Adriatico Settentrionale e Medio) dove le principali specie target individuate includono pesci ossei, cefalopodi e crostacei, e sono:

- teleostei:
  - Nasello (*Merluccius merluccius*);
  - Triglia di Fango (*Mullus barbatus*);
  - Pagello Fragolino (*Pagellus erythrinus*);
  - Merlano (*Merlangius merlangus*);
- cefalopodi:
  - Moscardino Bianco e Muschiato (*Eledone cirrhosa*, *E. muschata*);
  - Seppia (*Seppia officinalis*);
- crostacei:
  - Scampo (*Nephrops norvegicus*);
  - Pannocchia (*Squilla mantis*).

È diffusa anche la pesca del Lumachino di mare (*Nassarius mutabilis*) e dei molluschi bivalvi (*Chamelea gallina*, *Ensis minor* e *Callista chione*).

Altre specie di interesse dell'Adriatico sono individuate dall'associazione Green Peace e sono riportate nella seguente tabella aggiornata al 2015:

Nome Scientifico	Nome Comune
<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	Gambero rosso

Aristeus antennatus	Gambero viola
Parapenaeus longirostris	Gambero bianco(o rosa)
Nephrops norvegicus	Scampo
Eledone cirrhosa	Moscardino bianco
Illex coindetii	Totano
Galeus melastomus	Squalo boccanera
Merluccius merluccius	Nasello
Mullus barbatus	Triglia di fango
Pagellus erytrinus	Pagello fragolino
Engraulis encrasicolus	Acciuga
Sardina pilchardus	Sardina
Solea solea	Sogliola

Le aree dove lo spawning è più intenso riguardano gran parte della costa orientale dell'Adriatico con l'eccezione della "Fossa di Pomo-Jabuka" nell'Adriatico centrale e di altre aree più costiere nel settore occidentale del medio e basso Adriatico.

L'area di escavo è esterna alle aree di nursery come è possibile dedurre dalla mappatura riportata nell'Allegato 2.

### Principali comunità bentoniche

Sulla base delle conoscenze acquisite dai monitoraggi effettuati in Nord Adriatico e in particolare lungo le coste emiliano-romagnole, nella zona di spiaggia sommersa (posta al di sotto del limite inferiore della più bassa "bassa marea sigiziale") le comunità bentoniche possono al massimo essere rappresentate da poche specie di molluschi bivalvi filtratori, gasteropodi necrofagi e piccoli decapodi. Essendo anche questa porzione di spiaggia sottoposta a forti pressioni (bassissime profondità, mareggiate invernali, forte calpestio estivo, ripristino degli arenili sia intesi come manutenzione stagionale che straordinaria) il più delle volte la spiaggia in questione risulta depauperata di specie o caratterizzata da presenze abbondanti di individui appartenenti però ad una sola specie. Poiché entrambe le situazioni richiamate sono segnali di uno squilibrio determinato a priori dall'uso umano della risorsa spiaggia, si preferisce non utilizzare questo descrittore nel piano di caratterizzazione e di monitoraggio ambientale in quanto le pressioni sopra elencate sulle comunità bentoniche potrebbero essere confuse con la pressione determinata dagli effetti di un ripascimento.

### 1.9 Informazioni pregresse sulle attività di immersione/utilizzo

L'area di escavo viene impiegata per la prima volta e pertanto non esistono informazioni pregresse su precedenti attività.

**Tabella 1.4 - Schema per la restituzione dei dati relativi alla destinazione del materiale dragato**

	CELLA	UBICAZIONE AREE (Coordinate) <sup>4</sup>	QUANTITATIVI	AREA PORTUALE- COSTIERA DI	ANNI D'INIZIO E FINE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO
--	-------	--	--------------	-------------------------------	---

<sup>4</sup> Per le aree a ripascimento le coordinate sono riferite alle Celle litoranee SICELL.

		Nord	Est	(m <sup>3</sup> x 1000)	PROVENIENZA	
Aree d'immersione in mare	---	---	---	---	---	---
Aree di ripascimento	---	---	---	---	---	---
Altri utilizzi	---	---	---	---	---	---

### 1.10 Informazioni sulle precedenti attività di monitoraggio ambientale

Sull'area non state mai eseguite attività di monitoraggio ambientale a parte quelle in capo ad Arpae (ogni 5-6 anni) nell'ambito delle proprie attività istituzionali. I risultati sono stati pubblicati nella serie di volumi "Stato del litorale emiliano-romagnolo" – Anno 2007, 2012, 2018.

### 1.11 Programmazione delle attività di escavo e gestione dei materiali

La presente scheda è propedeutica per l'intervento "Cod. 4S2B705 - Comuni vari - Mitigazione del rischio da ingressione marina e da erosione costiera - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale dell'Emilia-Romagna - Progettone 4 – Lotto n. 2 – Comacchio", che prevede di movimentare complessivamente le seguenti quantità di sedimento:

Anno	Cod. Intervento	Quantità (mc)	Cella destinaz.	U.F.
2023	4S2B705	73.190	105	6
2023	4S2B705	68.610	104	6

Gli spostamenti previsti non avvengono all'interno della stessa UF del sito di escavo e prevedono un deposito superiore ai 20 mc/ml e pertanto rientrando tra i ripascimenti (art. 2 comma g del DM n. 173/2016) soggetti all'autorizzazione all'immersione deliberata in mare dell'Art. 4 dello stesso Decreto.

### 1.12 Riduzione delle fonti di inquinamento

Non sono state intraprese attività per il miglioramento dei fondali.

**Tabella 1.5 - Scheda delle informazioni sintetiche sulla programmazione delle attività di movimentazione e gestione dei materiali**

TIPOLOGIA DI DRAGAGGIO	AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO (Celle litoranee)	SPESSORI INDICATIVI DA ASPORTARE (min-max)	VOLUMI PREVISTI (m <sup>3</sup> x1000)	GRANULOMETRIA PREVALENTE DEL MATERIALE DA DRAGARE	CLASSE DEI MATERIALI	OPZIONI GESTIONALI PREVISTE
MANUTENZIONE PERIODICA (FONDALI DRAGATI CON FREQUENZA <3 anni)						
MANUTENZIONE SALTUARIA (FONDALI DRAGATI CON FREQUENZA NON PROGRAMMATA E > 3 anni)						

TIPOLOGIA DI DRAGAGGIO	AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO (Celle litoranee)	SPESSORI INDICATIVI DA ASPORTARE (min-max)	VOLUMI PREVISTI (m <sup>3</sup> x1000)	GRANULOMETRIA PREVALENTE DEL MATERIALE DA DRAGARE	CLASSE DEI MATERIALI	OPZIONI GESTIONALI PREVISTE
INVESTIMENTO (FONDALI MAI DRAGATI IN PRECEDENZA)						
RISANAMENTO AMBIENTALE (FONDALI DRAGATI PER ASPORTARE MATERIALI CONTAMINATI)						
RECUPERO SABBIE (FONDALI DRAGATI RIUTILIZZO DELLE SABBIE)	99	100-200	68.610	sabbia >90%	A	Ripascimento e ripristino argini di difesa a mare in sabbia

Per la mappatura riferirsi alla tavola 01 allegata.

## ALLEGATO N. 3

### ELENCO SPECIE PROTETTE

Nei successivi paragrafi sono riportati gli elenchi delle specie protette afferenti ai siti della Rete Natura 2000 presenti entro il raggio di 5 MN dalle aree di prelievo Lido\_Estensi\_P4, Logonovo\_P4 in comune di Comacchio (FE).

I nomi e i codici assegnati alle specie sono quelli presenti nei formulari consultabili e scaricabili dal portale web della Regione Emilia-Romagna. In particolare, per la colonna G (Group) sono previsti i valori A = anfibi, B = uccelli, F = pesci, I = invertebrati, M = mammiferi, p = piante, r = rettili

#### Area “Lido\_Estensi\_P4”

G	Nome Scientifico	Codice
B	<i>Accipiter nisus</i>	A086
B	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	A298
B	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	A293
B	<i>Acrocephalus palustris</i>	A296
B	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	A295
B	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	A297
B	<i>Actitis hypoleucos</i>	A168
B	<i>Alauda arvensis</i>	A27
B	<i>Alcedo atthis</i>	A229
F	<i>Alosa fallax</i>	1103
B	<i>Anas acuta</i>	A054
B	<i>Anas clypeata</i>	A056
B	<i>Anas crecca</i>	A052
B	<i>Anas penelope</i>	A050
B	<i>Anas platyrhynchos</i>	A053
B	<i>Anas querquedula</i>	A055
B	<i>Anas strepera</i>	A051
B	<i>Anser albifrons</i>	A041
B	<i>Anser anser</i>	A043
B	<i>Anser fabalis</i>	A039
B	<i>Anthus campestris</i>	A255
B	<i>Anthus cervinus</i>	A258
B	<i>Anthus pratensis</i>	A257
B	<i>Anthus spinoletta</i>	A259
F	<i>Aphanius fasciatus</i>	1152
B	<i>Apus apus</i>	A226
B	<i>Aquila clanga</i>	A090

G	Nome Scientifico	Codice
B	<i>Ixobrychus minutus</i>	A022
B	<i>Jynx torquilla</i>	A233
F	<i>Knipowitschia panizzeae</i>	1155
B	<i>Lanius collurio</i>	A338
B	<i>Lanius excubitor</i>	A340
B	<i>Lanius minor</i>	A339
B	<i>Larus canus</i>	A182
B	<i>Larus fuscus</i>	A183
B	<i>Larus genei</i>	A180
B	<i>Larus melanocephalus</i>	A176
B	<i>Larus michahellis</i>	A604
B	<i>Larus minutus</i>	A177
B	<i>Larus ridibundus</i>	A179
B	<i>Limosa lapponica</i>	A157
B	<i>Limosa limosa</i>	A156
B	<i>Lullula arborea</i>	A246
B	<i>Luscinia megarhynchos</i>	A271
B	<i>Luscinia svecica</i>	A272
I	<i>Lycaena dispar</i>	1060
B	<i>Lymnocyptes minimus</i>	A152
M	<i>Myotis emarginatus</i>	1321
B	<i>Melanitta fusca</i>	A066
B	<i>Melanitta nigra</i>	A065
B	<i>Mergus serrator</i>	A069
B	<i>Merops apiaster</i>	A230
B	<i>Miliaria calandra</i>	A383
B	<i>Milvus migrans</i>	A073

<b>G</b>	<b>Nome Scientifico</b>	<b>Codice</b>
B	Ardea cinerea	A028
B	Ardea purpurea	A029
B	Ardeola ralloides	A024
B	Arenaria interpres	A169
B	Asio flammeus	A222
B	Asio otus	A221
B	Athene noctua	A218
B	Athene noctua	A218
B	Aythya ferina	A059
B	Aythya fuligula	A061
B	Aythya marila	A062
B	Aythya nyroca	A060
M	Barbastella barbastellus	1308
F	Barbus plebejus	1137
B	Botaurus stellaris	A021
B	Bucephala clangula	A067
B	Buteo buteo	A087
B	Buteo lagopus	A088
B	Calidris alpina	A149
B	Calidris ferruginea	A147
B	Calidris minuta	A145
B	Calidris temminckii	A146
B	Caprimulgus europaeus	A224
B	Carduelis cannabina	A366
B	Carduelis carduelis	A364
B	Carduelis chloris	A363
B	Carduelis spinus	A365
R	Caretta caretta	1224
B	Cettia cetti	A288
B	Charadrius alexandrinus	A138
B	Charadrius dubius	A136
B	Charadrius hiaticula	A137
B	Chlidonias hybridus	A196
B	Chlidonias leucopterus	A198
B	Chlidonias niger	A197
B	Ciconia ciconia	A031
B	Ciconia nigra	A030
B	Circus aeruginosus	A081
B	Circus cyaneus	A082
B	Circus macrourus	A083

<b>G</b>	<b>Nome Scientifico</b>	<b>Codice</b>
B	Motacilla alba	A262
B	Motacilla cinerea	A261
B	Motacilla flava	A260
B	Muscicapa striata	A319
M	Myotis blythii	1307
M	Myotis myotis	1324
B	Numenius arquata	A160
B	Numenius phaeopus	A158
B	Nycticorax nycticorax	A023
B	Oenanthe oenanthe	A277
B	Oriolus oriolus	A337
B	Otus scops	A214
B	Pandion haliaetus	A094
B	Parus caeruleus	A329
B	Parus major	A330
B	Parus palustris	A325
B	Passer montanus	A356
A	Pelobates fuscus insubricus	1199
B	Perdix perdix	A112
B	Pernis apivorus	A072
F	Petromyzon marinus	1095
B	Phalacrocorax carbo	A017
B	Phalacrocorax pygmeus	A393
B	Phalaropus lobatus	A170
B	Philomachus pugnax	A151
B	Phoenicopterus ruber	A035
B	Phylloscopus collybita	A315
B	Picus viridis	A235
B	Picus viridis	A235
B	Platalea leucorodia	A034
B	Plegadis falcinellus	A032
B	Pluvialis apricaria	A140
B	Pluvialis squatarola	A141
B	Podiceps auritus	A007
B	Podiceps cristatus	A005
B	Podiceps nigricollis	A008
F	Pomatoschistus canestrinii	1154
B	Porzana parva	A120
B	Porzana porzana	A119
B	Prunella modularis	A266

<b>G</b>	<b>Nome Scientifico</b>	<b>Codice</b>
B	<i>Circus pygargus</i>	A084
B	<i>Cisticola juncidis</i>	A289
F	<i>Cobitis bilineata</i>	5304
B	<i>Columba oenas</i>	A207
B	<i>Columba palumbus</i>	A208
B	<i>Coracias garrulus</i>	A231
B	<i>Corvus cornix</i>	A615
B	<i>Corvus monedula</i>	A347
B	<i>Coturnix coturnix</i>	A113
B	<i>Cuculus canorus</i>	A212
B	<i>Cygnus olor</i>	A036
B	<i>Delichon urbica</i>	A253
B	<i>Delichon urbica</i>	A253
B	<i>Dendrocopos major</i>	A237
B	<i>Egretta alba</i>	A027
B	<i>Egretta garzetta</i>	A026
B	<i>Emberiza schoeniclus</i>	A381
R	<i>Emys orbicularis</i>	1220
B	<i>Erithacus rubecula</i>	A269
F	<i>F Petromyzon marinus</i>	1095
B	<i>Falco biarmicus</i>	A101
B	<i>Falco cherrug</i>	A511
B	<i>Falco columbarius</i>	A098
B	<i>Falco peregrinus</i>	A103
B	<i>Falco subbuteo</i>	A099
B	<i>Falco tinnunculus</i>	A096
B	<i>Falco vespertinus</i>	A097
B	<i>Fringilla coelebs</i>	A359
B	<i>Fringilla montifringilla</i>	A360
B	<i>Fulica atra</i>	A125
B	<i>Galerida cristata</i>	A244
B	<i>Gallinago gallinago</i>	A153
B	<i>Gallinago media</i>	A154
B	<i>Gallinula chloropus</i>	A123
B	<i>Garrulus glandarius</i>	A342
B	<i>Gavia arctica</i>	A002
B	<i>Gavia stellata</i>	A001
B	<i>Gelochelidon nilotica</i>	A189
B	<i>Glareola pratincola</i>	A135
B	<i>Grus grus</i>	A127

<b>G</b>	<b>Nome Scientifico</b>	<b>Codice</b>
B	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	A250
B	<i>Rallus aquaticus</i>	A118
B	<i>Recurvirostra avosetta</i>	A132
B	<i>Remiz pendulinus</i>	A336
B	<i>Riparia riparia</i>	A249
P	<i>Salicornia veneta</i>	1443
B	<i>Saxicola rubetra</i>	A275
B	<i>Saxicola torquata</i>	A276
B	<i>Scolopax rusticola</i>	A155
B	<i>Serinus serinus</i>	A361
B	<i>Sterna albifrons</i>	A195
B	<i>Sterna bengalensis</i>	A602
B	<i>Sterna caspia</i>	A190
B	<i>Sterna hirundo</i>	A193
B	<i>Sterna sandvicensis</i>	A191
B	<i>Streptopelia turtur</i>	A210
B	<i>Strix aluco</i>	A219
B	<i>Sturnus vulgaris</i>	A351
B	<i>Sylvia atricapilla</i>	A311
B	<i>Sylvia borin</i>	A310
B	<i>Sylvia communis</i>	A309
B	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	A004
B	<i>Tadorna ferruginea</i>	A397
B	<i>Tadorna tadorna</i>	A048
R	<i>Testudo hermanni</i>	1217
B	<i>Tringa erythropus</i>	A161
B	<i>Tringa glareola</i>	A166
B	<i>Tringa nebularia</i>	A164
B	<i>Tringa ochropus</i>	A165
B	<i>Tringa stagnatilis</i>	A163
B	<i>Tringa totanus</i>	A162
A	<i>Triturus carnifex</i>	1167
A	<i>Triturus carnifex carnifex</i>	1167
B	<i>Troglodytes troglodytes</i>	A265
B	<i>Turdus iliacus</i>	A286
B	<i>Turdus merula</i>	A283
B	<i>Turdus philomelos</i>	A285
B	<i>Turdus pilaris</i>	A284
B	<i>Turdus viscivorus</i>	A287
B	<i>Tyto alba</i>	A213

G	Nome Scientifico	Codice
B	<i>Haematopus ostralegus</i>	A130
B	<i>Himantopus himantopus</i>	A131
B	<i>Hippolais polyglotta</i>	A300
B	<i>Hirunda rustica</i>	A251

G	Nome Scientifico	Codice
B	<i>Upupa epops</i>	A232
B	<i>Upupa epops</i>	A232
B	<i>Vanellus vanellus</i>	A142

### Area "Logonovo\_P4"

G	Nome Scientifico	Codice
B	<i>Accipiter nisus</i>	A086
B	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	A298
B	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	A293
B	<i>Acrocephalus palustris</i>	A296
B	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	A295
B	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	A297
B	<i>Actitis hypoleucos</i>	A168
B	<i>Alauda arvensis</i>	A27
B	<i>Alcedo atthis</i>	A229
F	<i>Alosa fallax</i>	1103
B	<i>Anas acuta</i>	A054
B	<i>Anas clypeata</i>	A056
B	<i>Anas crecca</i>	A052
B	<i>Anas penelope</i>	A050
B	<i>Anas platyrhynchos</i>	A053
B	<i>Anas querquedula</i>	A055
B	<i>Anas strepera</i>	A051
B	<i>Anser albifrons</i>	A041
B	<i>Anser anser</i>	A043
B	<i>Anser fabalis</i>	A039
B	<i>Anthus campestris</i>	A255
B	<i>Anthus cervinus</i>	A258
B	<i>Anthus pratensis</i>	A257
B	<i>Anthus spinoletta</i>	A259
F	<i>Aphanius fasciatus</i>	1152
B	<i>Apus apus</i>	A226
B	<i>Aquila clanga</i>	A090
B	<i>Ardea cinerea</i>	A028
B	<i>Ardea purpurea</i>	A029
B	<i>Ardeola ralloides</i>	A024
B	<i>Arenaria interpres</i>	A169
B	<i>Asio flammeus</i>	A222
B	<i>Asio otus</i>	A221

G	Nome Scientifico	Codice
B	<i>Hirundo rustica</i>	A251
B	<i>Ixobrychus minutus</i>	A022
B	<i>Jynx torquilla</i>	A233
F	<i>Knipowitschia panizzae</i>	1155
B	<i>Lanius collurio</i>	A338
B	<i>Lanius excubitor</i>	A340
B	<i>Lanius minor</i>	A339
B	<i>Larus canus</i>	A182
B	<i>Larus fuscus</i>	A183
B	<i>Larus genei</i>	A180
B	<i>Larus melanocephalus</i>	A176
B	<i>Larus michahellis</i>	A604
B	<i>Larus minutus</i>	A177
B	<i>Larus ridibundus</i>	A179
B	<i>Limosa lapponica</i>	A157
B	<i>Limosa limosa</i>	A156
B	<i>Lullula arborea</i>	A246
B	<i>Luscinia megarhynchos</i>	A271
B	<i>Luscinia svecica</i>	A272
I	<i>Lycaena dispar</i>	1060
B	<i>Lymnocyptes minimus</i>	A152
M	<i>Myotis emarginatus</i>	1321
B	<i>Melanitta fusca</i>	A066
B	<i>Melanitta nigra</i>	A065
B	<i>Mergus serrator</i>	A069
B	<i>Merops apiaster</i>	A230
B	<i>Miliaria calandra</i>	A383
B	<i>Milvus migrans</i>	A073
B	<i>Motacilla alba</i>	A262
B	<i>Motacilla cinerea</i>	A261
B	<i>Motacilla flava</i>	A260
B	<i>Muscicapa striata</i>	A319
B	<i>Numenius arquata</i>	A160

<b>G</b>	<b>Nome Scientifico</b>	<b>Codice</b>
B	<i>Athene noctua</i>	A218
B	<i>Aythya ferina</i>	A059
B	<i>Aythya fuligula</i>	A061
B	<i>Aythya marila</i>	A062
B	<i>Aythya nyroca</i>	A060
M	<i>Barbastella barbastellus</i>	1308
B	<i>Botaurus stellaris</i>	A021
B	<i>Bucephala clangula</i>	A067
B	<i>Buteo buteo</i>	A087
B	<i>Buteo lagopus</i>	A088
B	<i>Calidris alpina</i>	A149
B	<i>Calidris ferruginea</i>	A147
B	<i>Calidris minuta</i>	A145
B	<i>Calidris temminckii</i>	A146
B	<i>Caprimulgus europaeus</i>	A224
B	<i>Carduelis cannabina</i>	A366
B	<i>Carduelis carduelis</i>	A364
B	<i>Carduelis chloris</i>	A363
B	<i>Carduelis spinus</i>	A365
R	<i>Caretta caretta</i>	1224
B	<i>Cettia cetti</i>	A288
B	<i>Charadrius alexandrinus</i>	A138
B	<i>Charadrius dubius</i>	A136
B	<i>Charadrius hiaticula</i>	A137
B	<i>Chlidonias hybridus</i>	A196
B	<i>Chlidonias leucopterus</i>	A198
B	<i>Chlidonias niger</i>	A197
B	<i>Chlidonias niger</i>	A197
B	<i>Ciconia ciconia</i>	A031
B	<i>Ciconia nigra</i>	A030
B	<i>Circus aeruginosus</i>	A081
B	<i>Circus cyaneus</i>	A082
B	<i>Circus macrourus</i>	A083
B	<i>Circus pygargus</i>	A084
B	<i>Cisticola juncidis</i>	A289
B	<i>Columba oenas</i>	A207
B	<i>Columba palumbus</i>	A208
B	<i>Coracias garrulus</i>	A231
B	<i>Corvus cornix</i>	A615
B	<i>Corvus monedula</i>	A347

<b>G</b>	<b>Nome Scientifico</b>	<b>Codice</b>
B	<i>Numenius phaeopus</i>	A158
B	<i>Nycticorax nycticorax</i>	A023
B	<i>Oenanthe oenanthe</i>	A277
B	<i>Oriolus oriolus</i>	A337
B	<i>Otus scops</i>	A214
B	<i>Pandion haliaetus</i>	A094
B	<i>Parus caeruleus</i>	A329
B	<i>Parus major</i>	A330
B	<i>Parus palustris</i>	A325
B	<i>Passer montanus</i>	A356
A	<i>Pelobates fuscus insubricus</i>	1199
B	<i>Perdix perdix</i>	A112
B	<i>Pernis apivorus</i>	A072
F	<i>Petromyzon marinus</i>	1095
B	<i>Phalacrocorax carbo</i>	A017
B	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	A393
B	<i>Phalaropus lobatus</i>	A170
B	<i>Philomachus pugnax</i>	A151
B	<i>Phoenicopterus ruber</i>	A035
B	<i>Phylloscopus collybita</i>	A315
B	<i>Picus viridis</i>	A235
B	<i>Platalea leucorodia</i>	A034
B	<i>Plegadis falcinellus</i>	A032
B	<i>Pluvialis apricaria</i>	A140
B	<i>Pluvialis squatarola</i>	A141
B	<i>Podiceps auritus</i>	A007
B	<i>Podiceps cristatus</i>	A005
B	<i>Podiceps nigricollis</i>	A008
F	<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	1154
B	<i>Porzana parva</i>	A120
B	<i>Porzana porzana</i>	A119
B	<i>Prunella modularis</i>	A266
B	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	A250
B	<i>Rallus aquaticus</i>	A118
B	<i>Recurvirostra avosetta</i>	A132
B	<i>Remiz pendulinus</i>	A336
B	<i>Riparia riparia</i>	A249
P	<i>Salicornia veneta</i>	1443
B	<i>Saxicola rubetra</i>	A275
B	<i>Saxicola torquata</i>	A276

<b>G</b>	<b>Nome Scientifico</b>	<b>Codice</b>
B	<i>Coturnix coturnix</i>	A113
B	<i>Cuculus canorus</i>	A212
B	<i>Cygnus olor</i>	A036
B	<i>Delichon urbica</i>	A253
B	<i>Dendrocopos major</i>	A237
B	<i>Egretta alba</i>	A027
B	<i>Egretta garzetta</i>	A026
B	<i>Emberiza schoeniclus</i>	A381
R	<i>Emys orbicularis</i>	1220
B	<i>Erithacus rubecula</i>	A269
F	<i>F Petromyzon marinus</i>	1095
B	<i>Falco biarmicus</i>	A101
B	<i>Falco cherrug</i>	A511
B	<i>Falco columbarius</i>	A098
B	<i>Falco peregrinus</i>	A103
B	<i>Falco subbuteo</i>	A099
B	<i>Falco tinnunculus</i>	A096
B	<i>Falco vespertinus</i>	A097
B	<i>Fringilla coelebs</i>	A359
B	<i>Fringilla montifringilla</i>	A360
B	<i>Fulica atra</i>	A125
B	<i>Galerida cristata</i>	A244
B	<i>Gallinago gallinago</i>	A153
B	<i>Gallinago media</i>	A154
B	<i>Gallinula chloropus</i>	A123
B	<i>Garrulus glandarius</i>	A342
B	<i>Gavia arctica</i>	A002
B	<i>Gavia stellata</i>	A001
B	<i>Gelochelidon nilotica</i>	A189
B	<i>Glareola pratincola</i>	A135
B	<i>Grus grus</i>	A127
B	<i>Haematopus ostralegus</i>	A130
B	<i>Himantopus himantopus</i>	A131
B	<i>Hippolais polyglotta</i>	A300

<b>G</b>	<b>Nome Scientifico</b>	<b>Codice</b>
B	<i>Scolopax rusticola</i>	A155
B	<i>Serinus serinus</i>	A361
B	<i>Sterna albifrons</i>	A195
B	<i>Sterna bengalensis</i>	A602
B	<i>Sterna caspia</i>	A190
B	<i>Sterna hirundo</i>	A193
B	<i>Sterna sandvicensis</i>	A191
B	<i>Streptopelia turtur</i>	A210
B	<i>Sturnus vulgaris</i>	A351
B	<i>Sylvia atricapilla</i>	A311
B	<i>Sylvia borin</i>	A310
B	<i>Sylvia communis</i>	A309
B	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	A004
B	<i>Tadorna ferruginea</i>	A397
B	<i>Tadorna tadorna</i>	A048
R	<i>Testudo hermanni</i>	1217
B	<i>Tringa erythropus</i>	A161
B	<i>Tringa glareola</i>	A166
B	<i>Tringa nebularia</i>	A164
B	<i>Tringa ochropus</i>	A165
B	<i>Tringa stagnatilis</i>	A163
B	<i>Tringa totanus</i>	A162
A	<i>Triturus carnifex</i>	1167
A	<i>Triturus carnifex carnifex</i>	1167
B	<i>Troglodytes troglodytes</i>	A265
B	<i>Turdus iliacus</i>	A286
B	<i>Turdus merula</i>	A283
B	<i>Turdus philomelos</i>	A285
B	<i>Turdus pilaris</i>	A284
B	<i>Turdus viscivorus</i>	A287
B	<i>Tyto alba</i>	A213
B	<i>Upupa epops</i>	A232
B	<i>Vanellus vanellus</i>	A142

## ALLEGATO N. 4

### CARATTERIZZAZIONE AREE DI DESTINAZIONE

#### 1 INTRODUZIONE

Le indagini e le analisi sono state svolte per le aree di ripascimento nell'ambito del progetto "Cod. 4S2B705 - Comuni vari - Mitigazione del rischio da ingressione marina e da erosione costiera - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale dell'Emilia-Romagna - Progettone 4 – Lotto n. 2 - Comacchio". Le fasi di caratterizzazione dei sedimenti sono state eseguite in conformità con quanto stabilito dal DM 173/2016.

##### 1.1 Caratterizzazione delle spiagge oggetto degli interventi di ripascimento

L'entità del ripascimento previsto (>40.000 mc annui) colloca l'intervento nel Caso 3 (DM 173/2016, punto 3.1.2), conseguentemente per la caratterizzazione delle spiagge oggetto di ripascimento sono stati prelevati campioni ogni 500 metri di sviluppo lineare della spiaggia. Inoltre, all'esterno, rispettivamente a nord e a sud di ogni tratto di spiaggia interessato, sono stati previsti 2 campioni di controllo, rispettando il disegno di campionamento previsto dal DM 173/2016.

Sono state quindi condotte indagini granulometriche, chimiche e ecotossicologiche su 10 campioni all'interno dei tratti di spiaggia interessati direttamente dal ripascimento e 2 campioni all'esterno degli stessi (Tab.1.1), per un totale di 12 campioni.

**Tabella 1.1** - Spiaggia di Lidi Nord Comacchio destinata a ripascimento: lunghezza del tratto, numero campioni interni e esterni

Località	Prov.	Lunghezza tratto interessato (m)	N° campioni interni	N° campioni esterni (controllo)
Comacchio	FE	5000	10	2

#### 2 ATTIVITÀ SVOLTE

##### 2.1 Metodologie di analisi

Le attività operative di campionamento presso le spiagge sono state realizzate da riva, nella zona sommersa, mediante prelievo con sessola dei campioni di sedimento. I campioni sono stati conservati in appositi contenitori e destinati alle differenti linee analitiche (Foto 2.1).

Di seguito sono rappresentate alcune fasi di campionamento che illustrano alcune fasi di prelievo di sedimento e di etichettatura dei campioni (Foto 2.1 - 2.2).

**Foto 2.1** *Campioni prelevati presso la spiaggia di Comacchio Nord*



**Foto 2.2** Area di campionamento presso le spiagge di Comacchio Nord



Di seguito si riportano le coordinate dei punti di campionamento con la relativa data di campionamento, lungo la spiaggia di Comacchio (Tabella 2.1) e la loro localizzazione (Figura 2.3).

### 2.1.1 Lidi Nord Comacchio

I campioni sono stati prelevati l'11 giugno. Si riportano in Tab. 2.1 le coordinate dei punti di campionamento e in Fig. 2.1 la loro localizzazione. Celle litoranee 104-105.

**Tabella 2.1** Codici stazioni e coordinate di campionamento per Lidi Nord Comacchio

Stazione	Data	GCS_ETRS_1989 UTM 32		LAT LONG Gradi, minuti decimali	
COM_S_21	11/06/2021	756.724,15	4.955.465,11	12° 14.446'E	44° 42.394'N
COM_N_21	11/06/2021	757.308,88	4.962.362,27	12° 15.097'E	44° 46.101'N
COM_01_21	11/06/2021	756.745,85	4.956.348,60	12° 14.489'E	44° 42.870'N
COM_02_21	11/06/2021	756.743,66	4.956.855,95	12° 14.503'E	44° 43.144'N
COM_03_21	11/06/2021	756.761,49	4.957.381,63	12° 14.532'E	44° 43.427'N
COM_04_21	11/06/2021	756.774,61	4.957.922,63	12° 14.558'E	44° 43.718'N
COM_05_21	11/06/2021	756.814,48	4.958.448,48	12° 14.604'E	44° 44.001'N

Stazione	Data	GCS_ETRS_1989 UTM 32		LAT LONG Gradi, minuti decimali	
COM_06_21	11/06/2021	756.852,33	4.958.966,96	12° 14.649'E	44° 44.280'N
COM_07_21	11/06/2021	756.909,50	4.959.411,34	12° 14.705'E	44° 44.518'N
COM_08_21	11/06/2021	756.983,64	4.960.037,34	12° 14.780'E	44° 44.854'N
COM_09_21	11/06/2021	757.029,11	4.960.461,20	12° 14.828'E	44° 45.082'N
COM_10_21	11/06/2021	757.087,56	4.960.950,02	12° 14.887'E	44° 45.344'N



**Figura 2.1** Spiaggia Lidi Nord Comacchio

## 2.2 Valutazione Biocenosi

In relazione alla opportunità di caratterizzare e monitorare le comunità bentoniche, si preme sottolineare che nell'Allegato tecnico del DM 173/2016, al punto 3.3 Attività di monitoraggio ambientale, si evince che "nel monitoraggio ambientale il numero delle stazioni, i parametri da monitorare nella colonna d'acqua, nel sedimento superficiale e nel biota (quindi anche bentos) devono essere commisurati alla qualità dei sedimenti".

Per qualità dei sedimenti si intende in primis la loro granulometria che costituisce l'habitat in cui vive il macrozoobenthos. Si precisa che sulla base delle conoscenze acquisite dai monitoraggi effettuati in Nord Adriatico e in particolare lungo le coste emiliano-romagnole, nella zona di spiaggia sommersa (posta al di sotto del limite inferiore della più bassa "bassa marea sigiziale") le comunità bentoniche possono al massimo essere rappresentate da poche specie di molluschi bivalvi filtratori, gasteropodi necrofagi e piccoli decapodi. Essendo anche questa porzione di spiaggia sottoposta a forti pressioni (bassissime profondità, mareggiate invernali, forte calpestio estivo, ripristino degli arenili sia intesi come manutenzione stagionale che straordinaria) il più delle volte la spiaggia in questione risulta depauperata di specie o caratterizzata da presenze abbondanti di individui appartenenti però ad una sola specie (condizione corrispondente ad una bassa biodiversità e quindi bassi valori di M-ambi). Poiché entrambe le situazioni richiamate sono segnali di uno squilibrio determinato a priori dall'uso umano della risorsa spiaggia, si è preferito non utilizzare questo descrittore nel piano di caratterizzazione ambientale in quanto le pressioni sopra elencate sulle comunità bentoniche potrebbero essere confuse con la pressione determinata dagli effetti di un ripascimento. A titolo di esempio di quanto detto sopra, si riportano in Foto 2.3 alcune fasi di setacciatura dei sedimenti presso alcune spiagge che dimostrano l'assenza di organismi bentonici vivi. Sulla base di quanto detto sopra, contestualmente allo svolgimento delle attività di campionamento, è stata quantomeno condotta un'attività di visual census al fine di valutare da un punto di vista qualitativo la biocenosi di ogni stazione. Tale valutazione è stata effettuata considerando diversi fattori quali la profondità, il tipo di sedimento, la presenza di eventuali specie caratterizzanti la biocenosi.

**Foto 2.3** Fase di setacciatura del sedimento per la valutazione della biocenosi presso la stazione COM\_10\_21



Come mostrato in Tabella 2.8, le aree di campionamento sono state considerate biocenosi delle sabbie fini a bassa profondità (SFS - Pérès et Picard 1964, "Communities of fine sands in very shallow waters" cod. EUNIS:A5.235). Questa biocenosi è presente tra 0 e 2.5 metri in un sedimento sabbioso fine e sottoposto episodicamente ad un certo rimaneggiamento a causa del moto ondoso.

Specie come *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum* trovate durante i campionamenti, caratterizzano tale biocenosi. La presenza di quest'ultima specie con elevate abbondanze indica la presenza di Facies a *Lentidium mediterraneum* (cod. EUNIS: A5.2351). Anche la presenza di specie come *Liocarcinus vernalis* e *Chamelea gallina* rinvenute durante i visual census indicano la presenza di biocenosi delle sabbie fini.

Si segnala anche Facies a *Mytilus galloprovincialis* nelle scogliere litorali (cod. EUNIS: A3.134) presso le scogliere costiere nella stazione COM\_N\_21.

**Tabella 2.8** Biocenosi valutate nelle stazioni durante le fasi di campionamento

Stazione	Data	Biocenosi valutata durante i prelievi	Note - Specie rappresentative osservate durante i prelievi
COM_S_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	
COM_N_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	<i>Lentidium mediterraneum</i> - Facies a <i>Mytilus galloprovincialis</i> nelle scogliere litorali
COM_01_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	<i>Chamelea gallina</i>
COM_02_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	
COM_03_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	
COM_04_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	
COM_05_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	<i>Donax semistriatus</i>
COM_06_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	
COM_07_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	
COM_08_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	
COM_09_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	
COM_10_21	11/06/2021	Sabbie fini a bassa profondità	<i>Liocarcinus vernalis</i>

### 3 MICROINQUINANTI CHIMICI

#### 3.1 Materiali e metodi

Per la totalità dei campioni è stata eseguita l'analisi dei parametri chimici standard indicati nella Tabella 2.4 dell'Allegato tecnico del DM 173/2016. Nella tabella sottostante (Tab. 3.1) sono riportati i metodi analitici relativi alle analisi chimiche effettuate.

**Tabella 3.1** Metodologie analitiche di riferimento per le analisi chimiche

PARAMETRO	METODO ANALITICO
<b>Elementi in tracce</b> Arsenico (As) Cadmio totale Cromo totale (Cr) Zinco (Zn) Mercurio (Hg) Nichel totale (Ni) Piombo totale (Pb) Rame (Cu)	UNI EN 16174:2012 B+UNI EN 16171:2016
<b>Idrocarburi policiclici aromatici</b> Acenaftene Acenaftilene Antracene Benzo(a)antracene Benzo(a)pirene Benzo(b)+(j)fluorantene Benzo(ghi)perilene Benzo(k)fluorantene Crisene Dibenzo(ac)+(ah)antracene Fenantrene Fluorantene Fluorene Indeno(1,2,3,c,d)pirene Naftalene Pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2014
<b>Pesticidi</b> Aldrin Alfa esaclorocicloesano Beta esaclorocicloesano Esaclorobenzene Sommat. isomeri 2,4 e 4,4 DDD Sommat. isomeri 2,4 e 4,4 DDE	Metodo Arpae M/P/Am/003/LM: Metodo per la determinazione di composti organoclorurati nei campioni di sabbia e sedimento mediante estrazione Quechers e analisi in cromatografia gassosa abbinata a spettrometri di massa-massa. Pesticidi Organoclorurati. Quad.Ist.Ric.Acque,64. Metodi analitici fanghi Vol.3. Gennaio 1988 Metodo EPA8081a. Organochlorine pesticides by gas chromatography. Metodo EPA8270c. Semivolatile organic compounds by gaschromatography/mass spectrometry (GC/MS)

Sommat. Isomeri 2,4 e 4,4 DDT Dieldrin Endrin Eptacloro epossido Clordano Lindano	
<b>Policlorobifenili</b> 31+28 52 101 81 77 118 153+168 138 126 167+128 156 180+193 169	EPA 3545A + EPA 3665A + EPA 3660B + EPA 8270E
<b>Tributilstagno</b>	Metodo interno-Estrazione con metilene cloruro, digestione in acido nitrico e determinazione in ICP-MS
<b>Carbonio organico totale</b>	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met VII

## 3.2 Risultati

### 3.2.1 Presentazione dei dati dei siti di ripascimento

Nella tabella sottostante (Tab. 3.4) si riportano i risultati delle analisi chimiche relative ai campioni di sedimento superficiale prelevati sulla spiaggia nella località di Comacchio.

Dall'esame dei dati relativi alla spiaggia oggetto di intervento di ripascimento emerge quanto segue:

**Metalli:** le analisi effettuate mostrano che i livelli chimici di riferimento L2 così come previsto dal DM 173/2016 non sono mai superati. La specie chimica che supera i valori L1 del DM 173/2016 risulta essere il cromo per alcune stazioni di campionamento della località di Comacchio, con i valori di 147 mg/kg s.s. per la stazione COM\_N\_21, 59 mg/kg s.s. per COM\_8\_21, 98 mg/kg s.s. per COM\_9\_21 e 88 mg/kg s.s. per COM\_10\_21.

**Tributilstagno:** le analisi effettuate mostrano che i livelli chimici di riferimento L1 e L2 così come previsto dal DM 173/2016 non sono superati.

**PCB:** le analisi effettuate mostrano che i livelli chimici di riferimento L1 e L2 così come previsto dal DM 173/2016 non sono superati.

**Fitofarmaci:** le analisi effettuate mostrano che i livelli chimici di riferimento L1 e L2 così come previsto dal DM 173/2016 non sono superati.

Tutti i microinquinanti organici hanno presentato valori inferiori al limite di rilevabilità analitica; in particolare, per i policlorobifenili tutti i composti sono risultati inferiori al limite di rilevabilità.

**Tabella 3.4** Concentrazione dei microinquinanti della spiaggia di Lidi Nord Comacchio

PARAMETRO	Unità di misura	Stazioni di campionamento											
		COM_S_21	COM_N_21	COM_1_21	COM_2_21	COM_3_21	COM_4_21	COM_5_21	COM_6_21	COM_7_21	COM_8_21	COM_9_21	COM_10_21
<b>Sostanza organica</b>	<b>% s.s.</b>	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20

Elementi in tracce	mg/kg s.s.												
As		3,1	1,7	2,7	2,5	2,5	3,3	2,4	2,5	2,3	2,1	2,4	2,4
Cd		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Cr		36	147,1*	37,4	40,6	34,8	31,2	42,3	39	40,2	59*	98*	88*
Cu		5,8	4	5,9	5,8	6	6,2	4,4	5,1	5,1	4,4	4,2	4,8
Hg		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Ni		19,7	22,4	19,6	18,2	18,4	22,7	19,7	16,7	16,7	17,9	24,7	26,8
Pb		3,3	5	3,5	4,3	3	3,1	3	2,8	3,1	4,6	3,9	4,1
Zn		17,1	15,9	17,9	15,1	14,7	16,6	14,5	13,7	14	13,9	16,1	17,6

Tributylstagno (TBT)	µg/kg s.s.	3	4,6	2,1	3,1	3,9	<1	<1	<1	<1	1,1	1,1	<1
<b>PCB</b>	<b>ng/g s.s.</b>												
PCB-28		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-52		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-77		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-81		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-101		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-118		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-126		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-128		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-138		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-153		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-156		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-169		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB-180		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somma PCB		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fitofarmaci	ng/g s.s.												
2,4 DDD		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4,4 DDD		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Somma DDD		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
2,4 DDE		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4,4 DDE		<0,1	0,18	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,33	0,21

PARAMETRO	Unità di misura	Stazioni di campionamento											
		COM_S_21	COM_N_21	COM_1_21	COM_2_21	COM_3_21	COM_4_21	COM_5_21	COM_6_21	COM_7_21	COM_8_21	COM_9_21	COM_10_21
Somma DDE		<0,1	0,18	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,33	0,21
2,4 DDT		<0,1	<0,1	<0,1	< LOD	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4,4 DDT		<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,12	0,1
Somma DDT		<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,12	0,1
Clordano		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Aldrin		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dieldrin		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Endrin		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
a-HCH		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
b-HCH		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
g-HCH (Lindano)		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Eptacloro epossido		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HCB		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

IPA	ng/g s.s.												
Naftalene		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Antracene		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Fenantrene		<2	<2	<2	4,6	<2	<2	6	1,5	<2	2,4	<2	<2
Acenaftilene		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Acenaftene		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Fluorene		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Fluorantene		<2	8,4	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Pirene		<2	7,3	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Benzo(a)antracene		<2	5,7	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Crisene		<2	5,1	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Benzo(b)fluorantene		<2	7,3	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Benzo(a)pirene		<2	4,8	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Benzo(k)fluorantene		<2	2,9	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Indeno(1,2,3,c,d)pirene		<2	3,5	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Benzo(g,h,i)perilene		<2	3,3	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Dibenzo(a,h)antracene		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<1.0	<2	<2	<2	<2
Somma_IPA_16		<2	48,3	<2	4,6	<2	<2	6	1,5	<2	2,4	<2	<2

(\*) Valori che superano i livelli chimici di riferimento L1 previsti dal DM 173/2016.

## 4 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

### 4.1 Materiali e metodi

#### 4.1.1 Metodologie di riferimento

- “Metodologie analitiche di riferimento-Programma di monitoraggio per il controllo dell’ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003)”, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare e ICAM, p. 84;
- ASTM E11 - 09 e 1 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves;

- ISO 3310 - 1: 2000 Test sieves - Technical requirements and testing - Part 1: Test sieves of metal wire cloth;
- Linee guida sulle analisi granulometriche dei sedimenti marini. SNPA/18 (2018).

#### 4.1.2 Pretrattamento del campione

Il campione di sedimento tal quale, pari a circa 100 g, viene trattato con una soluzione di perossido di idrogeno al 15% (perossido di idrogeno al 30% diluito 1:2 con acqua). In questa fase di disaggregazione che facilita la separazione dei granuli, il sedimento viene lasciato a contatto con l'agente disagregante per 24-48 ore a temperatura ambiente.

#### 4.1.3 Analisi del campione

Dopo l'eliminazione dell'acqua surnatante, il sedimento deve essere suddiviso in due aliquote, pertanto viene setacciato per via umida con acqua attraverso l'utilizzo di un setaccio di apertura della maglia a 63µm; la frazione grossolana rimane trattenuta dal setaccio mentre quella fine confluisce, insieme all'acqua utilizzata per la separazione, in un contenitore. Le due frazioni ottenute vengono raccolte separatamente; quella maggiore di 63 µm viene trasferita in un filtro di carta per filtrazioni rapide, essiccata in stufa a 90°C e pesata. La frazione minore di 63 µm invece, viene lasciata decantare per 24-48 ore e dopo l'eliminazione dell'acqua surnatante viene trasferita in un becker tarato preventivamente pesato, essiccata in stufa a 90°C e infine pesata.

L'analisi della frazione maggiore di 63 µm (Scheletro e Sabbia) viene eseguita tramite setacciatore meccanico a vibrazione/basculamento, con una pila di setacci conformi alle norme ASTM 2009, aventi maglie di dimensioni variabili da -1 a +4  $\phi$  ( $\phi = -\log_2$  del diametro dei granuli espresso in mm; Krumbein, 1934) e intervalli di 0.5 $\phi$ .

La luce netta della pila di setacci corrisponde quindi alle seguenti dimensioni in µm: 2000-1000-710-500-355-250-180-125-90-63 (ISO, 2000). Al termine della setacciatura le aliquote relative ai diversi intervalli vengono a loro volta pesate.

La nomenclatura italiana, associata agli intervalli granulometrici distanziati a  $\frac{1}{2} \phi$  (Tab. 4.1), fa riferimento alla Scala di Udden -Wentworth (Ricci Lucchi, 1980).

La composizione dello scheletro viene indagata evidenziando l'eventuale presenza di ghiaia (normalmente assente nei nostri sedimenti).

**Tabella 4.1** Intervalli granulometrici presi in esame

Intervalli (mm)	Unità phi	Classi
>2	<-1	Ghiaia
2-1	-1 - 0	Sabbia molto grossa
1-0.710	0 - 0.5	Sabbia grossa
0.710-0.500	0.5 - 1	Sabbia grossa
0.500-0.355	1 - 1.5	Sabbia media
0.355-0.250	1.5 - 2	Sabbia media
0.250-0.180	2 - 2.5	Sabbia fine
0.180-0.125	2.5 - 3	Sabbia fine

<b>0.125-0.090</b>	<b>3 - 3.5</b>	Sabbia molto fine
<b>0.090-0.0625</b>	<b>3.5 - 4</b>	Sabbia molto fine
<b>&lt;0.0625</b>	<b>&gt;4</b>	Pelite (Limo+Argilla)

## 4.2 Risultati e discussione

### 4.2.1 Presentazione dei dati dei sedimenti della spiaggia di Comacchio

I risultati analitici sono stati espressi in percentuale (rapporto tra peso secco delle frazioni granulometriche e peso secco del campione di sedimento totale) (Tab. 4.2). I residui organogeni conchigliari sono stati esclusi dal peso secco complessivo nel calcolo del rapporto delle frazioni granulometriche, la loro percentuale fa riferimento al campione complessivo.

**Tabella 4.2** Dati dell'analisi granulometrica relativi alla spiaggia di Comacchio

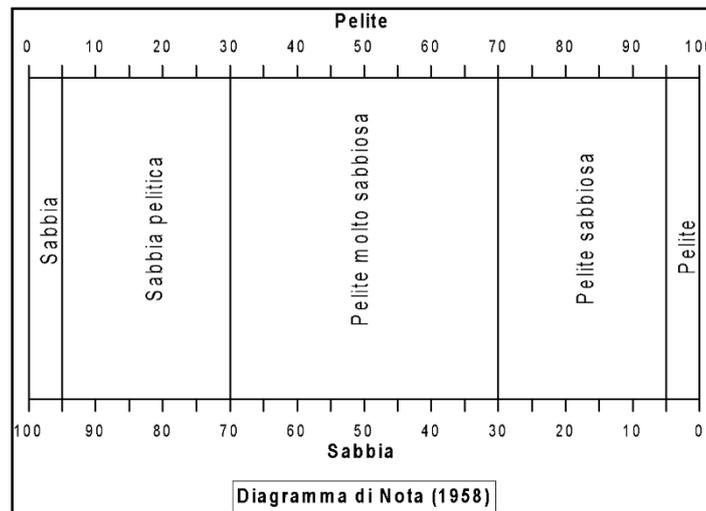
			Data prelievo	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21	11/6/21
			Stazione Prelievo	COM_S_21	COM_N_21	COM_01_21	COM_02_21	COM_03_21	COM_0_21	COM_0_5_21	COM_0_6_21	COM_0_7_21	COM_0_8_21	COM_0_9_21	COM_1_0_21
Intervalli (mm)	Unità phi	Classi													
>2	<-1	Ghiaia	%	0.3 (c)	0.3 (c)	1.1 (c)	1.2 (c)	0.8 (c)	2.0 (c)	1.4 (c)	0.3 (c)	2.5 (c)	0.7 (c)	0.3 (c)	3.6 (c)
2-1	-1 - 0	Sabbia molto grossa	%	0.3 (c)	0.3 (c)	0.7 (c)	0.8 (c)	0.9 (c)	1.5 (c)	0.3 (c)	0.6 (c)	1.3 (c)	1.1 (c)	0.1 (c)	0.8 (c)
1-0.710	0 - 0.5	Sabbia grossa	%	0.2 (c)	0.1 (c)	0.4 (c)	0.5 (c)	0.7 (c)	1.1 (c)	0.3 (c)	0.4 (c)	0.8 (c)	0.6 (c)	0.1 (c)	0.3 (c)
0.710-0.500	0.5 - 1	Sabbia grossa	%	0.2 (c)	0.2 (c)	0.4 (c)	0.6 (c)	0.9 (c)	2.0	0.6	0.7	1.0	0.6	0.2	0.4
0.500-0.355	1 - 1.5	Sabbia media	%	0.4	1.0	0.7	2.2	3.7	4.2	1.8	2.8	3.9	1.4	0.5	1.2
0.355-0.250	1.5 - 2	Sabbia media	%	1.9	11.1	3.6	16.5	17.9	17.9	13.4	20.5	19.2	12.3	8.0	15.2
0.250-0.180	2 - 2.5	Sabbia fine	%	19.3	28.9	21.8	35.2	42.3	34.4	42.7	43.7	39.8	35.8	34.8	27.7
0.180-0.125	2.5 - 3	Sabbia fine	%	64.4	39.4	55.1	37.5	31.6	36.6	34.5	28.9	30.2	39.0	39.8	41.2
0.125-0.090	3 - 3.5	Sabbia molto fine	%	12.6	16.8	16.6	7.5	3.7	4.3	6.0	3.2	5.3	9.5	13.9	12.4
0.090-0.0625	3.5 - 4	Sabbia molto fine	%	0.8	2.0	1.5	0.6	0.3	0.2	0.6	0.1	0.4	1.1	2.5	1.3
<0.0625	>4	Pelite (Limo+Argilla)	%	0.6	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.1	0.2	0.3	0.3	0.6

(c) Percentuale relativa al campione complessivo. Frazione composta interamente da residui conchigliari.

### 4.2.2 Discussione dei risultati dei sedimenti della spiaggia di Comacchio

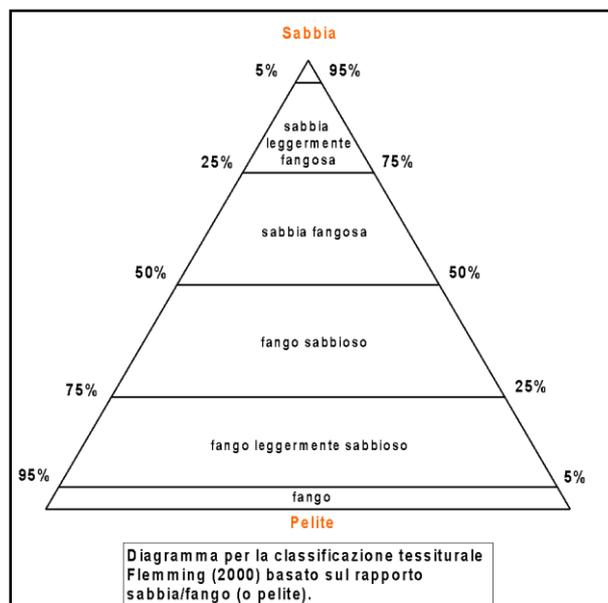
Per la discussione dei dati vengono prese in considerazione due tipi di classificazioni binarie sabbia/pelite.

Una prima classificazione efficacemente utilizzata da diversi autori è quella di Kruit (1954) modificata da Nota (1958). In questa classificazione è considerata un'ampia classe centrale denominata "pelite molto sabbiosa" dove il tenore di pelite varia dal 30 al 70%. A questa si associano due classi simmetriche, dove i tenori variano dal 70 al 95% e dal 5 al 30%, denominate rispettivamente "pelite sabbiosa" e "sabbia pelitica". I due intervalli estremi con sabbia > del 95% o < del 5% sono definiti rispettivamente "sabbia" e "pelite" (Fig. 4.1).



**Figura 4.1** Diagramma di Nota (1958) basata sulle percentuali di pelite e di sabbia

L'altro modello di classificazione è quello elaborato da Flemming (2000) che utilizza solo due parametri e definisce sei classi tessiturali con agli estremi la sabbia (>95%) e il fango o pelite (sabbia <5%) (Fig. 4.2).



**Figura 4.2** Flemming (2000) basato sul rapporto sabbia/fango (o pelite)

Sulla base della classificazione di Nota (1954) i campioni analizzati sono risultati “sabbia”.

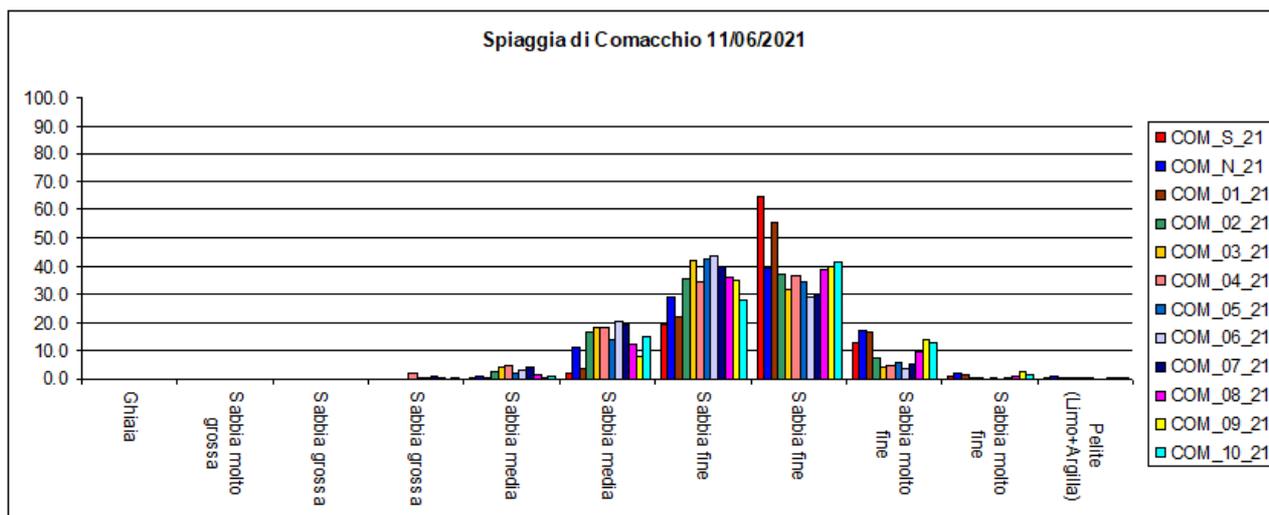
Come mostrato in Tabella 4.2, talvolta le frazioni relative agli intervalli granulometrici > 0,5 mm sono composte da residui di origine organogena conchigliare e in nessun caso è stata rilevata la presenza di ghiaia nella frazione >2 mm.

Per quanto riguarda la classificazione di Flemming (2000), il set di campioni è stato classificato come “sabbia” avendo riscontrato in tutti i casi un tenore di frazione pelitica inferiore al 25% (Tab. 4.3 e Fig. 4.2).

**Tabella 4.3** Classi tessiturali di Nota e Flemming

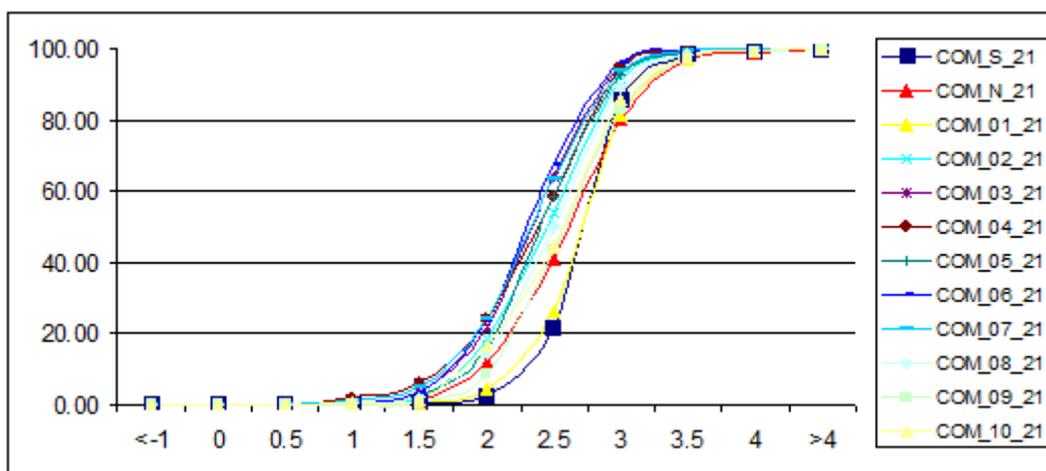
		GHIAIA	SABBIA	PELITE	Classi tessiturali di Nota (1958)	Classi tessiturali di Flemming (2000)
		%	%	%		
Codice Stazione	Data prelievo					
COM_S_21	11/6/2021	0,0	99,4	0,6	Sabbia	Sabbia
COM_N_21	11/6/2021	0,0	99,2	0,8	Sabbia	Sabbia
COM_01_21	11/6/2021	0,0	99,3	0,7	Sabbia	Sabbia
COM_02_21	11/6/2021	0,0	99,5	0,5	Sabbia	Sabbia
COM_03_21	11/6/2021	0,0	99,5	0,5	Sabbia	Sabbia
COM_04_21	11/6/2021	0,0	99,6	0,4	Sabbia	Sabbia
COM_05_21	11/6/2021	0,0	99,6	0,4	Sabbia	Sabbia
COM_06_21	11/6/2021	0,0	99,9	0,1	Sabbia	Sabbia
COM_07_21	11/6/2021	0,0	99,8	0,2	Sabbia	Sabbia
COM_08_21	11/6/2021	0,0	99,7	0,3	Sabbia	Sabbia
COM_09_21	11/6/2021	0,0	99,7	0,3	Sabbia	Sabbia
COM_10_21	11/6/2021	0,0	99,4	0,6	Sabbia	Sabbia

Dall'esame degli intervalli granulometrici indagati, limitatamente alla frazione sabbiosa, si desumono le classi di maggiore frequenza appartenenti alle frazioni granulometriche "sabbia fine" (0,250 e 0,125 mm) (Fig. 4.3).



**Figura 4.3** Intervalli granulometrici della frazione sabbiosa della spiaggia di Comacchio

Le curve cumulative dei sedimenti (Fig. 4.4), mostrano la massima pendenza in corrispondenza delle dimensioni dei granuli in phi, nell'intervallo compreso fra 2,0 e 3,0 equivalente alle classi granulometriche "sabbia fine" (0,250 e 0,125 mm) confermando la classe di massima frequenza osservata nell'istogramma (Fig. 4.3).



**Figura 4.4** Curve cumulative elaborate relative ai dati dei sedimenti della spiaggia di Comacchio

L'esame visivo del grafico evidenzia la similitudine delle cinque distribuzioni granulometriche attraverso la quasi completa sovrapposizione delle curve.

## 5 ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE

I saggi ecotossicologici sono stati eseguiti su campioni di sedimento superficiale prelevati sulla spiaggia nella località di Comacchio. La batteria di test utilizzata per l'analisi ecotossicologica è composta dagli organismi indicati nella Tabella 2.3 dell'allegato tecnico al DM 173/2016, scelti in base a quanto riportato nel par. 2.3.1 del medesimo allegato tecnico.

Gli organismi e i saggi utilizzati sono:

**1a tipologia:** saggio sulla fase solida. Bioluminescenza con il batterio *Vibrio fischeri* su sedimento privato dell'acqua interstiziale;

**2a tipologia:** saggio su fase liquida. Inibizione della crescita algale con *Pheodactylum tricornutum* su elutriato;

**3a tipologia:** saggio su fase liquida con effetti cronici/sub-letali/a lungo termine. Embriotossicità con il mollusco *Crassostrea gigas* su elutriato.

### 5.1 Saggio ecotossicologico con *Vibrio fischeri*

#### 5.1.1 Introduzione

Il saggio Microtox utilizza come organismo indicatore il batterio marino *Vibrio fischeri* (Eubacteria, Vibrionaceae, riclassificato nel genere *Aliivibrio*), microrganismo bioluminescente Gram negativo, aerobio-anaerobio facoltativo.

*Vibrio fischeri* si trova in bassissima concentrazione in forma libera in quasi tutti gli oceani del mondo, preferibilmente in acque temperate e subtropicali. Si trova in concentrazioni superiori in simbiosi con organismi marini all'interno di speciali organi luminosi o come parte del normale microbiota. Per la sua natura di batterio, *Vibrio fischeri* si colloca alla base della rete trofica.

La caratteristica che viene sfruttata nei saggi di tossicità è la sua bioluminescenza: *V. fischeri*, infatti, emette naturalmente una luce di colore blu - verde purché sia presente ossigeno.

Il saggio ecotossicologico con *Vibrio fischeri* è standardizzato e utilizzato per la misura della tossicità nelle diverse matrici ambientali.

L'analisi del sedimento è rivolta prevalentemente alla valutazione della biodisponibilità e della tossicità di contaminanti di natura organica quali IPA, PCB e pesticidi organo clorurati; questi composti sono generalmente liposolubili e per contatto diretto possono attraversare la membrana cellulare dell'organismo test.

Il saggio SPT con *Vibrio fischeri* sul sedimento centrifugato, cioè privato dell'acqua interstiziale, fornisce quindi informazioni sui contaminanti che, per idrofobicità e per complessazione con la sostanza organica, rimangono adesi al sedimento.

### 5.1.2 Materiali e metodi

Il saggio è stato effettuato su campioni di sedimento centrifugato, applicando il protocollo analitico Solid Phase Test (SPT - Azur Environmental, 1995) e seguendo quanto riportato nel Manuale ICRAM "Metodologie analitiche di riferimento" (2001) e in "Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox® in fase solida: La normalizzazione pelitica" (Onorati F., Pellegrini D., Ausili A., 1999). Il metodo consente di valutare la tossicità acuta di campioni di sedimento utilizzando come risposta l'inibizione della bioluminescenza emessa naturalmente da *Vibrio fischeri*.

Il campione di sedimento fresco, dopo opportuna omogeneizzazione, è stato sottoposto a centrifugazione per 15 minuti a 4000 RPM.

Al termine le due fasi ottenute sono state separate: l'acqua interstiziale e la fase solida sottostante, il sedimento centrifugato.

A partire dal sedimento centrifugato è stata quindi preparata una sospensione al 20% in peso umido in acqua di mare naturale filtrata su 0.45 µm.

Per la determinazione della curva dose-effetto, si è proceduto all'allestimento di 6-8 diluizioni seriali in doppio (rapporto 1:2 o 1:1.5) in acqua di mare naturale filtrata su 0.45 µm, inserendo 2 controlli negativi in doppio di acqua di mare naturale filtrata su 0.45 µm (bianchi di riferimento), come previsto dal protocollo.

Il batterio bioluminescente *V. fischeri* è stato quindi messo a contatto direttamente con la sospensione di sedimento e le sue diluizioni e incubato nel criotermostato a 15°C per 20'.

Al termine, le repliche di ogni diluizione e i controlli negativi sono stati filtrati e sottoposti alla lettura strumentale con il luminometro Analizzatore Microtox mod. 500 per la misura dell'emissione luminosa.

Il software AZUR Environmental Microtox OmniSoftware versione 1.18 restituisce un report che contiene i grafici: "Plot of Gamma vs Concentration" e "Plot of % Effect vs Concentration", e i valori della % di effetto rilevata per ciascuna replica di ogni concentrazione e dei controlli.

Dall'analisi dei valori di emissione luminosa sono stimati i parametri statistici e tossicologici quali:

- EC<sub>20</sub>, EC<sub>50</sub> espresse in % e il relativo range di confidenza al 95% (limite superiore e inferiore);

- Coefficiente di determinazione ( $R^2$ );
- Unità tossiche - TU<sub>50</sub> o TU osservata o Media trattato con i relativi limiti di confidenza al 95%.

Per la corretta valutazione dei risultati è stato determinato inoltre il residuo secco del sedimento centrifugato, mantenendo quest'ultimo a 105° C per 24 ore.

Utilizzando i dati ottenuti, per ciascun campione è stato calcolato l'Indice di Tossicità del Sedimento S.T.I. (*Sediment Toxicity Index*), definito come:

$$\text{S.T.I.} = \text{TU osservate (Media trattato)} / \text{TU naturali stimate (Media controllo)}$$

Il valore della tossicità osservata (*Media trattato*) viene fornito dal software, mentre il valore della tossicità naturale stimata (*Media controllo*) viene calcolato tramite la formula

$$Y = 25.36 + 3.13X$$

dove:

Y = Soglia Stimata della Tossicità Naturale in TU (*Media controllo*)

X = % pelite (frazione granulometrica inferiore a 63 µm ottenuta normalizzando a 100 le frazioni inferiori a 1000 µm)

Il livello di tossicità acuta esprimibile dal *Sediment Toxicity Index* viene ottenuto sulla base di quanto indicato nel Manuale APAT-ICRAM (2007), in cui ai valori dello S.T.I. viene associato un Giudizio di Tossicità (Tab. 5.1):

**Tabella 5.1** Giudizio di tossicità - Manuale APAT-ICRAM (2007)

S.T.I.	Giudizio di tossicità
$\text{S.T.I.} \leq 3$	Assente o trascurabile
$3 < \text{S.T.I.} \leq 6$	Media
$6 < \text{S.T.I.} < 12$	Alta
$> 12$	Molto Alta

### 5.1.3 Risultati e discussione

In Tab. 5.2 sono riportati i risultati del saggio SPT con *Vibrio fischeri* relativamente ai campioni di sedimento della spiaggia dei Lidi Nord di Comacchio.

I valori del *Sediment Toxicity Index* sono compresi tra 0.04 e 0.65: questo determina che per tutti i campioni di sedimento il Giudizio di tossicità è *Assente o trascurabile* (APAT-ICRAM, 2007).

In tabella 5.3 sono stati riportati i parametri utili per l'elaborazione integrata con l'ausilio del tool applicativo SediQualSoft.

**Tabella 5.2** Risultati del saggio con *Vibrio fischeri* in fase solida: dati tossicologici, granulometria e rapporto PS/PU

Campione	PS/PU	Tossicità in peso secco (TU)			Granulometria	Soglia Tox Naturale (limite sup. range conf.)	STI
		EC50ss	LC INFss	LC SUPss	% pelite		
<b>Comacchio</b>							
COM_S_21	0,80	5,26	4,89	5,51	0,61	27	0,19
COM_N_21	0,80	1,25	0,75	1,87	0,84	28	0,04
COM_1_21	0,79	10,14	8,24	12,29	0,71	28	0,37
COM_2_21	0,80	9,58	8,71	10,58	0,49	27	0,36
COM_3_21	0,81	17,48	15,02	20,31	0,45	27	0,65
COM_4_21	0,79	4,92	3,91	6,18	0,42	27	0,18
COM_5_21	0,81	6,30	4,45	8,89	0,39	27	0,24
COM_6_21	0,81	2,96	1,98	3,71	0,06	26	0,12
COM_7_21	0,81	4,21	2,72	6,44	0,15	26	0,16
COM_8_21	0,81	4,42	3,69	5,41	0,28	26	0,17
COM_9_21	0,80	11,87	10,62	13,12	0,30	26	0,45
COM_10_21	0,80	3,75	3,75	3,87	0,62	27	0,14

**Tabella 5.3** Risultati del saggio con *Vibrio fischeri* in fase solida: valori utili per l'elaborazione dei dati con il tool applicativo SediQualSoft 109.0®

<b>Comacchio</b>						
Campione	Media controllo	Deviazione controllo	Numero controlli	Media trattato	Deviazione trattato	Numero trattati
COM_S_21	27	0,55	2	5,26	0,16	2
COM_N_21	28	0,15	2	1,25	0,28	2
COM_1_21	28	1,28	2	10,14	1,01	2
COM_2_21	27	1,76	2	9,58	0,47	2
COM_3_21	27	0,50	2	17,48	1,32	2
COM_4_21	27	0,40	2	4,92	0,57	2
COM_5_21	27	1,61	2	6,30	1,11	2
COM_6_21	26	0,21	2	2,96	0,43	2
COM_7_21	26	0,38	2	4,21	0,93	2
COM_8_21	26	0,27	2	4,42	0,43	2
COM_9_21	26	0,24	2	11,87	0,62	2
COM_10_21	27	0,38	2	3,75	0,03	2

## 5.2 Inibizione della crescita algale con *Pheodactylum tricornutum*

### 5.2.1 Materiali e metodi

L'organismo test impiegato nelle prove è la microalga diatomea marina non coloniale *Pheodactylum tricornutum* (Fig. 5.2), disponibile commercialmente in uno stato stazionario immobilizzato, successivamente allevabile in laboratorio in condizioni controllate.

La sensibilità della coltura impiegata per le prove è stata valutata prima dell'inizio delle stesse con il tossico di riferimento Bicromato di potassio.

I test di tossicità sono stati eseguiti applicando la Metodica Standard ISO 10253: 2017, che si basa sulla stima dell'inibizione della crescita di una popolazione di cellule algali tenute in incubazione per un periodo di 72 ore in un mezzo nutritivo contenente il campione in esame (elutriato di sedimento) e in condizioni ambientali controllate. L'eventuale inibizione della crescita algale, e quindi la tossicità del campione in esame, viene quantificata in termini di diminuzione del tasso di crescita della coltura campione rispetto alle colture di controllo, mantenute in condizioni ambientali identiche.

I test sono stati eseguiti sull'elutriato dei campioni di sedimento, ottenuto applicando il metodo riportato nel Manuale MATT-ICRAM, 2001 (Metodologie Analitiche di Riferimento, sez. sedimenti, scheda 11).

Per la preparazione dell'elutriato, come mezzo per le colture algali e come controllo negativo è stata impiegata acqua marina sintetica (ISO 10253: 2017).

Le prove sono state condotte in piastre multipozzetto di polistirene per colture cellulari, contenenti 24 pozzetti. Ogni campione di elutriato, contenente l'inoculo algale (densità finale: 10.000 cellule/ml) e i sali nutritivi, è stato saggiato tal quale in 3 repliche, 2 ml per pozzetto. Il controllo negativo, anch'esso contenente l'inoculo algale e i sali nutritivi, è stato saggiato in 6 repliche. Le piastre chiuse sono state incubate per 72 ore a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , sottoposte ad illuminazione continua, senza agitazione.

All'inizio e al termine della prova sono stati misurati per ogni campione e per il controllo temperatura, salinità, pH e ossigeno disciolto.

Al termine del test, la crescita delle colture algali nei trattati e nelle soluzioni di controllo è stata determinata per ogni pozzetto utilizzando il contacellule automatico LUNA-II (Logos Biosystems).

I valori di densità algale sono stati utilizzati per il calcolo del tasso di crescita di ciascuna concentrazione di prova rispetto al controllo, da cui si è potuta ricavare la percentuale di inibizione del tasso di crescita e la concentrazione efficace ad indurre un'inibizione della crescita del 20% e 50% (EC20 ed EC50) (ISO 10253: 2017).



## Figura 5.2 *Pheodactylum tricornutum*

### 5.2.2 Risultati relativi al test di inibizione della crescita algale

Il saggio eseguito sull'elutriato con l'alga *Pheodactylum tricornutum* ha presentato per tutti i campioni presi in esame valori di EC50 >90% e, per un numero elevato di campioni, un fenomeno di biostimolazione della crescita algale rispetto al controllo di riferimento.

I campioni che hanno mostrato la maggior percentuale di biostimolazione (4% circa) sono quelli relativi alle stazioni di campionamento COM\_04\_21 e COM\_07\_21 (Tab. 5.4).

**Tabella 5.4** Risultati del saggio con *Pheodactylum tricornutum*. Percentuale di inibizione della crescita algale e deviazione standard

Stazione (Comacchio)	EC50 (%)	% di Inibizione della crescita algale (deviazione standard)
COM S 21	> 90	-0,98 (dev.st. 0,71)*
COM N 21	> 90	-1,50 (dev.st. 1,10)*
COM 01 21	> 90	-2,59 (dev.st. 1,18)*
COM 02 21	> 90	0,23 (dev.st. 0,29)
COM 03 21	> 90	-0,54 (dev.st. 1,12)*
COM 04 21	> 90	-4,06 (dev.st. 0,70)*
COM 05 21	> 90	0,36 (dev.st. 1,14)
COM 06 21	> 90	0,44 (dev.st. 1,58)
COM 07 21	> 90	-3,84 (dev.st. 0,68)*
COM 08 21	> 90	-1,80 (dev.st. 1,91)*
COM 09 21	> 90	-1,49 (dev.st. 0,29)*
COM 10 21	> 90	-2,72 (dev.st. 0,30)*
		* biostimolazione

## 5.3 Test embriotossicologici con mollusco *Crassostrea gigas*

### 5.3.1 Materiali e metodi

Il mollusco *Crassostrea gigas* (Fig. 5.3) è un bivalve marino i cui stadi adulti sessualmente maturi sono reperibili in commercio (farm inglesi).

La procedura impiegata per l'esecuzione dei saggi con embrioni e larve di ostrica è stata l'ISO 17244: 2015.

In questo saggio la valutazione della tossicità degli inquinanti è basata sulla percentuale di larve-D (primo stadio della larva veliger) non sviluppate, anormali e morte trovate dopo fertilizzazione delle uova e successiva incubazione nell'elutriato di sedimento sotto investigazione per un certo periodo di tempo (24 ore). Durante tale periodo l'organismo si trova in una fase particolarmente delicata dello sviluppo poiché si verificano delle importanti modificazioni fisiologiche che portano alla formazione del veliger e l'eventuale contatto con sostanze tossiche può provocare la morte, il rallentamento dello sviluppo o uno sviluppo non corretto delle larve. Si tratta quindi di un saggio particolarmente sensibile e rapido, impiegato largamente a livello internazionale nel monitoraggio dell'ambiente marino.

I test del presente progetto sono stati eseguiti sull'elutriato tal quale dei campioni di sedimento, ottenuto applicando il metodo riportato nel Manuale MATT-ICRAM, 2001 (Metodologie Analitiche di Riferimento, sez. sedimenti, scheda 11) e sull'elutriato diluito al 50%.

Per la preparazione dell'elutriato, per la sua diluizione, per la riproduzione dei molluschi e come controllo negativo è stata impiegata acqua marina naturale, filtrata con un filtro a porosità di 0,45 µm.

La sensibilità del lotto di organismi utilizzati è stata valutata contemporaneamente all'esecuzione del test sui campioni impiegando il tossico di riferimento Solfato di rame pentaidrato.

I gameti maschili e femminili necessari per i saggi sono stati ottenuti mediante stimolazione termica dei molluschi adulti maturi, sottoponendoli a bagni alternati a 18°C e a 29°C per 30 minuti, in acqua marina naturale.

Dopo aver valutato al microscopio ottico la qualità delle uova e degli spermatozoi emessi, e dopo aver eseguito prove di fecondazione di subcampioni dei diversi pool di gameti, si è proceduto alla fecondazione delle uova impiegando solo i pool in cui più del 90% delle uova presentava segni inequivocabili dell'avvenuta fecondazione, ovvero presenza di globuli polari e/o prime segmentazioni.

Le prove sono state condotte in piastre multipozzetto di polistirene per colture cellulari, contenenti 24 pozzetti. Ogni campione di elutriato tal quale (100%) e diluito al 50% è stato saggiato in 3 repliche, 2 ml per pozzetto, mentre il controllo negativo è stato saggiato in 10 repliche. Le piastre chiuse con pellicola parafilm e coperchio sono state incubate per 24 ore a 24±1°C, in assenza di illuminazione.

All'inizio e al termine della prova sono stati misurati per ogni campione e per il controllo temperatura, salinità, pH e ossigeno disciolto.

Al termine del test in ogni pozzetto sono stati aggiunti pochi microlitri di formalina 40% tamponata per fissare e conservare le larve. La lettura dei campioni è stata fatta al microscopio ottico rovesciato (100 x) a piastra sigillata, per conta diretta di 100 organismi per ogni pozzetto, individuando il numero di larve vive che aveva raggiunto un corretto e completo sviluppo della conchiglia dopo le 24 ore di incubazione (larve normali o larve-D). Sono stati pertanto esclusi dal conteggio gli individui morti, gli stadi embrionali, le trocofore, i preveliger e i veliger deformi, cioè con conchiglia incompleta, cerniera convessa, mantello che protrude dalla conchiglia, ecc.

I test sono stati considerati validi se la percentuale di larve normoformate nel controllo negativo era superiore o uguale all'80%.

Sulla base del numero larve-D è stato calcolato l'effetto percentuale alla concentrazione massima (ISO 17244: 2015; DM 173/2016).



**Figura 5.3** *C. gigas*: **a)** femmina in emissione; **b)** maschio in emissione; **c)** Larve-D normoformate

### 5.3.2 Risultati del test di sviluppo embrio - larvale di bivalvi

Il saggio di embriotossicità, eseguito sull'elutriato, con la specie test *Crassostrea gigas*, ha presentato per i campioni presi in esame valori di EC50, espressi in %, >100.

L'unico campione a presentare una EC50 leggermente inferiore (> 95%), con esemplari malformati alla concentrazione massima pari al 51,33% (dev. st. 17,93), è quello relativo alla stazione di campionamento COM\_05\_21 (Tab. 5.5).

**Tabella 5.5** Risultati del saggio di embriotossicità con *Crassostrea gigas*. EC50 ed Effetto alla massima concentrazione espressi in %.

Stazione (Comacchio)	EC50 (%)	Effetto alla conc. Massima: % di esemplari malformati (deviazione standard)
COM S 21	> 100	< 10
COM N 21	> 100	< 10
COM 01 21	> 100	< 10
COM 02 21	> 100	< 10
COM 03 21	> 100	< 10
COM 04 21	> 100	< 10
COM 05 21	> 95	51,33 (dev.st. 17,93)
COM 06 21	> 100	< 10
COM 07 21	> 100	< 10
COM 08 21	> 100	< 10
COM 09 21	> 100	< 10
COM 10 21	> 100	< 10

## 6 APPLICAZIONE DEI CRITERI DI INTEGRAZIONE PONDERATA PER LA VALUTAZIONE DELLA CLASSE DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI IN ACCORDO AL DM 173/2016

### 6.1 Integrazione ponderata per l'elaborazione dell'indice di pericolo chimico dei sedimenti

I risultati, delle analisi chimiche ottenute per i sedimenti, sono stati elaborati mediante il tool applicativo SediQualSoft 109.0®, adottando i criteri di integrazione ponderata che sono stati recepiti dal DM 173 del 15 luglio 2016. La successiva integrazione con i risultati ecotossicologici ha poi consentito di assegnare una classe di qualità al sedimento mediante il processo descritto nell'allegato tecnico del DM 173/2016.

I criteri di integrazione ponderata producono un indice di pericolo chimico che tiene conto del confronto tra le concentrazioni dei composti chimici misurati e i riferimenti normativi L1 e L2 del DM 173/2016, del numero di contaminanti che superano questi riferimenti, della pericolosità dei parametri e anche dell'entità dei superamenti.

I parametri chimici di cui è prevista l'analisi hanno un "peso" che dipende dal grado di tossicità, dalla tendenza al bioaccumulo e persistenza nell'ambiente.

Il calcolo dell'indice di pericolo quantitativo HQc (Hazard Quotient) è il risultato di un algoritmo che tiene conto dello scostamento delle concentrazioni di ciascun parametro rispetto ai valori dei riferimenti normativi, del "peso" di ogni contaminante e del numero di superamenti rispetto ai limiti.

Al variare dei valori dell'indice chimico HQc viene assegnata una classe di pericolo (da assente a molto alto): Assente se  $HQc < 0,7$ ; Trascurabile se  $0,7 \leq HQc < 1,3$ ; Basso se  $1,3 \leq HQc < 2,6$ ; Medio se  $2,6 \leq HQc < 6,5$ ; Alto se  $6,5 \leq HQc < 13$ ; Molto Alto se  $HQc > 13$ .

#### 6.1.1 Classificazione del pericolo chimico dei sedimenti della spiaggia di Comacchio oggetto di ripascimento

Come già precisato al punto 6.1, i risultati delle analisi chimiche della spiaggia di Comacchio oggetto di ripascimento sono stati processati utilizzando il tool applicativo SediQualSoft 109.0®.

Di seguito viene riportata la classificazione ponderata del pericolo chimico (Tab. 6.1).

La caratterizzazione chimica, ottenuta con l'ausilio del software SediQualSoft 109.0®, mostra il livello di pericolo chimico L1 ASSENTE per la maggior parte dei campioni analizzati, ad eccezione delle stazioni COM\_N\_21, COM\_8\_21, COM\_9\_21, COM\_10\_21 con rischio chimico rispettivamente MEDIO, TRASCURABILE, BASSO e BASSO in relazione ai superamenti di L1 per il cromo.

Per quanto riguarda il pericolo chimico L2, invece, non essendosi verificato alcun superamento per nessun parametro chimico analizzato, la classe di pericolo è ASSENTE per tutti i campioni presi in esame (Tab. 6.1).

**Tabella 6.1** Classificazione del pericolo chimico dei sedimenti mediante integrazione ponderata dei dati, utilizzando come riferimenti i valori limite L1 e L2 (DM 173/2016).

Stazione	L1				L2			
	HQc	Contr. % max	N. parametri non conformi	Livello di pericolo chimico	HQc	Contr. % max	N. parametri non conformi	Livello di pericolo chimico
COM_S_21	0,1	0% ( )	0	ASSENTE	0,1	0% ( )	0	ASSENTE
COM_N_21	3,1	100% (Cr)	1	MEDIO	0,1	0% ( )	0	ASSENTE
COM_1_21	0,1	0% ( )	0	ASSENTE	0,1	0% ( )	0	ASSENTE
COM_2_21	0,1	0% ( )	0	ASSENTE	0,1	0% ( )	0	ASSENTE
COM_3_21	0,1	0% ( )	0	ASSENTE	0,0	0% ( )	0	ASSENTE
COM_4_21	0,1	0% ( )	0	ASSENTE	0,1	0% ( )	0	ASSENTE
COM_5_21	0,1	0% ( )	0	ASSENTE	0,1	0% ( )	0	ASSENTE

COM_6_21	0,1	0% ( )	0	ASSENTE	0,0	0% ( )	0	ASSENTE
COM_7_21	0,1	0% ( )	0	ASSENTE	0,0	0% ( )	0	ASSENTE
COM_8_21	1,3	100% (Cr)	1	TRASCURABILE	0,1	0% ( )	0	ASSENTE
COM_9_21	2,1	100% (Cr)	1	BASSO	0,1	0% ( )	0	ASSENTE
COM_10_21	1,9	100% (Cr)	1	BASSO	0,1	0% ( )	0	ASSENTE

## 6.2 Integrazione ponderata per l'elaborazione dell'indice di pericolo ecotossicologico dei sedimenti

Come per le analisi chimiche, anche per i saggi ecotossicologici, l'elaborazione dei risultati è stata eseguita applicando i criteri di integrazione ponderata recepiti dal DM n. 173 del 15 luglio 2016.

Tali criteri prendono in esame le caratteristiche specifiche dei singoli saggi biologici ( $HQ_{specifico}$ ) della batteria, tra cui la rilevanza tossicologica della risposta biologica, la significativa differenza statistica fra campione e controllo, la sensibilità della specie testata, il tipo di esposizione acuta o cronica e la matrice presa in esame. Per ogni saggio vengono valutati la "soglia" di effetto (variazione minima del trattato rispetto al controllo di riferimento, ritenuta biologicamente significativa), i "pesi" attribuiti ai saggi sulla base della rilevanza biologica, l'end-point misurato, la durata dell'esposizione e la matrice testata.

Il calcolo dell'indice di pericolo complessivo della batteria di saggi ecotossicologici  $HQ_{batteria}$  (Hazard Quotient) è il risultato di un algoritmo che tiene conto degli effetti pesati dei singoli saggi, dei pesi assegnati in funzione della rilevanza biologica dell'end-point considerato, della rilevanza ecologica della matrice testata, del tipo di esposizione acuta o cronica degli organismi.

Per l'attribuzione del livello di pericolo dell'intera batteria il valore di  $HQ_{batteria}$  viene normalizzato ad una scala compresa fra 1 e 10. A seconda del valore di  $HQ_{batteria}$  normalizzato, il livello di pericolo ecotossicologico viene associato ad una classe di gravità: Assente se  $HQ_{batteria} < 1$ ; Basso se  $1 \leq HQ_{batteria} < 1,5$ ; Medio se  $1,5 \leq HQ_{batteria} < 3$ ; Alto se  $3 \leq HQ_{batteria} < 6$  e Molto Alto se  $HQ_{batteria} \geq 6$ .

### 6.2.1 Classificazione del pericolo ecotossicologico dei sedimenti della spiaggia di Comacchio

I saggi ecotossicologici eseguiti sui campioni relativi alla spiaggia di Comacchio oggetto di ripascimento hanno riguardato una batteria di test composta dagli organismi indicati nella Tabella 2.3 dell'allegato tecnico al DM 173/2016, scelti in base a quanto riportato nel par. 2.3.1 del medesimo allegato tecnico. Le specie test utilizzate sono il batterio bioluminescente *Vibrio fischeri* in fase solida, l'alga *Pheodactylum tricorutum* in fase liquida e il mollusco bivalve *Crassostrea gigas* in fase liquida.

Sulla base di queste determinazioni si riporta la caratterizzazione ecotossicologica (Tab. 6.2), ottenuta con l'ausilio del software SediQualSoft 109.0®, per la quale è risultato, per tutte le stazioni prese in esame, il livello di pericolo ecotossicologico ASSENTE, essendo l'indice di pericolo complessivo elaborato per la batteria dei saggi ( $HQ_{batteria}$ ) sempre  $< 1$  (Tab.6.2).

**Tabella 6.2** Elaborazione della classe di pericolo ecotossicologico ottenuta mediante i criteri di integrazione ponderata sulla batteria di saggi.

Stazione	Specie	HQ specifico	HQ batteria	% elutriato	Livello di pericolo ecotossicologico
----------	--------	--------------	-------------	-------------	--------------------------------------

Stazione	Specie	HQ specifico	HQ batteria	% elutriato	Livello di pericolo ecotossicologico
COM_S_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,01	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,02			
COM_N_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
COM_1_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
COM_2_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,01	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,03			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
COM_3_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,01	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,02			
COM_4_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,01	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
COM_5_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,04			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	2,84			
COM_6_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,01	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,05			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
COM_7_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,85	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			
COM_8_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,01	100	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,02			
COM_9_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			

Stazione	Specie	HQ specifico	HQ batteria	% elutriato	Livello di pericolo ecotossicologico
COM_10_21	<i>Vibrio_fischeri</i>	0,00	0,00	0	ASSENTE
	<i>Phaeodactylum_tricornutum</i>	0,00			
	<i>Crassostrea_gigas</i>	0,00			

### 6.3 Criteri di integrazione ponderata per l'elaborazione della Classe di Qualità dei sedimenti

L'attribuzione della Classe di Qualità dei sedimenti è data dall'integrazione della classificazione chimica e dalla classificazione ecotossicologica. La classificazione ponderata è stata determinata in accordo con le procedure descritte nell'allegato tecnico del DM 173/2016 e in particolare fa riferimento alla tabella 2.7 del decreto (Classificazione della Qualità dei sedimenti secondo i criteri di integrazione ponderata  $HQ_c = Hazard\ Quotient$ -chimico).

#### 6.3.1 Risultato dell'integrazione ponderata della Classe di Qualità dei sedimenti della spiaggia oggetto di ripascimento

La classificazione della qualità della spiaggia oggetto degli interventi di ripascimento (Tab. 6.3) è risultata di **Classe A** per tutti i punti presi in esame.

**Tabella 6.3** Classificazione della qualità dei sedimenti della spiaggia di Comacchio oggetto di ripascimento.

Località	Stazione	Livello di pericolo ecotossicologico	% elutriato	Livello di pericolo chimico	% pelite	Classe di qualità del materiale
Comacchio	COM_S_21	ASSENTE	100	HQc(L2) <= Trascurabile	0,61	A
	COM_N_21	ASSENTE	0	HQc(L2) <= Trascurabile	0,84	A
	COM_1_21	ASSENTE	0	HQc(L2) <= Trascurabile	0,71	A
	COM_2_21	ASSENTE	100	HQc(L2) <= Trascurabile	0,49	A
	COM_3_21	ASSENTE	100	HQc(L2) <= Trascurabile	0,45	A
	COM_4_21	ASSENTE	0	HQc(L2) <= Trascurabile	0,42	A
	COM_5_21	ASSENTE	100	HQc(L2) <= Trascurabile	0,39	A
	COM_6_21	ASSENTE	100	HQc(L2) <= Trascurabile	0,06	A
	COM_7_21	ASSENTE	0	HQc(L2) <= Trascurabile	0,15	A
	COM_8_21	ASSENTE	100	HQc(L2) <= Trascurabile	0,28	A
	COM_9_21	ASSENTE	0	HQc(L2) <= Trascurabile	0,30	A
	COM_10_21	ASSENTE	0	HQc(L2) <= Trascurabile	0,62	A

## 7 SINTESI E CONCLUSIONI

La caratterizzazione dei sedimenti è stata eseguita in base a quanto previsto dal DM 173/2016.

La classificazione della qualità dei sedimenti della spiaggia dei Lidi Nord di Comacchio, oggetto di ripascimento, è risultata di **Classe A** per tutti i punti presi in esame.

Tale classificazione deriva dall'integrazione ponderata dei saggi ecotossicologici e delle analisi chimiche il cui livello di pericolo rispettivamente ecotossicologico e chimico è risultato "assente" e "trascurabile".

In relazione alle caratteristiche granulometriche, il tenore della frazione fine pelitica è risultato compreso fra 0,1 e 0,8 % per tutti i campioni.

Essendo questa porzione di spiaggia sottoposta a forti pressioni, il più delle volte, la spiaggia in questione risulta depauperata di specie o caratterizzata da presenze abbondanti di individui appartenenti però ad una sola specie. Poiché entrambe le situazioni richiamate sono segnali di uno squilibrio determinato a priori dall'uso umano della risorsa spiaggia, si è preferito non utilizzare questo descrittore nel piano di caratterizzazione ambientale in quanto le pressioni che insistono su queste comunità bentoniche (forte calpestio estivo, bassissime profondità, ripristino degli arenili sia intesi come manutenzione stagionale che straordinaria) potrebbero essere confuse con la pressione determinata dagli effetti di un ripascimento.

Dall'analisi qualitativa condotta nella spiaggia di Lidi Nord di Comacchio risultano presenti biocenosi delle "sabbie fini a bassa profondità". Pertanto, non si evincono specie e biocenosi di interesse conservazionistico tali da impedire azioni di ripascimento.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- Affidamento ad Arpa e delle caratterizzazioni ambientali nell'ambito dell'intervento C.I4S2F304 - Comuni vari - Messa in sicurezza di tratti critici del litorale regionale mediante ripascimento con sabbie sottomarine - Progettone 3 - CUP E43G140000070002, Relazione finale febbraio 2016.
- APAT – ICRAM (2007) – Manuale per la movimentazione di sedimenti marini. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- ASTM E11 - 09 e 1 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.
- DM 173 del 15 luglio 2016. Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini. GU Serie Generale n. 208 del 06-09-2016 - Suppl. Ordinario n. 40.
- Flemming B.W. (2000) - A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis of ternary diagrams. *Continental Shelf Research*, 20, 1125-1137.
- ICRAM (2001) – Metodiche analitiche di riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente Marino costiero (triennio 2001-2003). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.
- ISO 3310-1: 2000 Test sieves - Technical requirements and testing - Part 1: Test sieves of metal wire cloth.
- ISO 10253: 2017 Qualità dell'acqua - Saggio di inibizione della crescita delle alghe marine *Skeletonema costatum* e *Phaeodactylum tricornutum*.

- ISO 17244: 2015 Water quality -- Determination of the toxicity of water samples on the embryolarval development of Japanese oyster (*Crassostrea gigas*) and mussel (*Mytilus edulis* or *Mytilus galloprovincialis*).
- Krumbein W.C., 1934. Size Frequency distribution of sediments. *Journal Sedimentary Petrology*, 4, 65-77.
- Linee guida sulle analisi granulometriche dei sedimenti marini. SNPA/18 (2018).
- Nota D. J. G., 1958. Sediments of western Guaina shelf. Report of Orinoco shelf expedition. 2. Mendedel, Landbomvhogedrool, Wegeringen, 58, 98 pp.
- Pérès, J.M., & Picard, J. (1964) – Nouveau manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31 (47): 137.
- Ricci Lucchi, F. (1980) – Sedimentologia, Parte I, Materiali e Tessiture dei sedimenti, Cooperativa Libreria Universitaria, Bologna, pp. 226.
- Onorati F., Pellegrini D., Ausili A. (1999) Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox® in fase solida: La normalizzazione pelitica. *Acqua e Aria*, 6, 83-91.