



Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali
CIRSA

ALMA MATER STUDIORUM - Università di Bologna

**Progetto di caratterizzazione dell'area di foce del Torrente Bevano e
individuazione delle strategie di conservazione e valorizzazione delle
aree di nursery per specie protette e d'interesse commerciale**

Gennaio - Agosto, 2019



Direzione Generale Agricoltura, Caccia e Pesca
Servizio Programmazione e Sviluppo locale integrato

Iniziativa finanziata dall'Unione Europea



FEAMP 2014/2020

Azione 2.A.a)
"Habitat marini e lagunari - Studi e ricerche"



Avviso pubblico annualità 2018



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA PER LE SCIENZE AMBIENTALI

Relazione conclusiva del progetto di caratterizzazione dell'area di foce del Torrente Bevano e individuazione delle strategie di conservazione e valorizzazione delle aree di nursery per specie protette e d'interesse commerciale, realizzato dal Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali (CIRSA) ALMA MATER STUDIORUM - Università di Bologna nell'ambito della Azione 2.A.a) "Habitat marini e lagunari - Studi e ricerche" del FEAMP 2014/2020, Regione Emilia-Romagna.

In collaborazione con:

- Comune di Ravenna
- Consorzio Mitilicoltori dell'Emilia-Romagna

Con il coinvolgimento di:

- Carabinieri Comando Ufficio Territoriale per la Biodiversità Punta Marina
- Parco Regionale del Delta del Po dell'Emilia-Romagna

Il CIRSA si è avvalso dei servizi tecnico-scientifici offerti da:



**Fondazione Centro Ricerche Marine di
Cesenatico (CRM)**



**Struttura Oceanografica Daphne
dell'Agenzia di Prevenzione Ambiente
Energia Emilia-Romagna (ARPAE)**

Hanno partecipato al progetto

Marco Abbiati (CIRSA - UNIBO)
Massimo Ponti (CIRSA - UNIBO)
Francesco Mugnai (CIRSA - UNIBO)
Eva Turicchia (CIRSA - UNIBO)
Attilio Rinaldi (CRM)
Simone Modugno (CRM)

Carla Rita Ferrari (Daphne - ARPAE)
Cristina Mazziotti (Daphne - ARPAE)
Margherita Benzi (Daphne - ARPAE)
Paola Martini (Daphne - ARPAE)
Elena Riccardi (Daphne - ARPAE)

Sommario

Sintesi.....	7
1 INTRODUZIONE	11
1.1 Ambienti estuarini e costieri, beni e servizi ecosistemici.....	11
1.2 La foce del Torrente Bevano.....	12
1.3 Aspetti normativi per la conservazione e la gestione dell'area di studio	15
1.4 Obiettivi dello studio	23
2 METODI DI INDAGINE.....	27
2.1 Metodi di campionamento	27
2.1.1 Campionamento dei sedimenti e dei popolamenti bentonici	27
2.1.2 Rilievi batimetrici.....	30
2.1.3 Rilievi video e fotografici subacquei	32
2.1.4 Rilievo foto aereo con drone	34
2.2 Analisi dei campioni biologici.....	35
2.3 Analisi granulometriche.....	35
2.4 Analisi della sostanza organica	36
2.5 Elaborazione e restituzione dei dati	36
3 AZIONI SVOLTE E DATI ACQUISITI.....	37
3.1 Indagine batimetrica.....	37
3.2 Indagine sedimentologica.....	39
3.3 Valutazioni sulle popolazioni delle due specie di vongola: comune e verace.....	45
3.3.1 <i>Chamelea gallina</i> (vongola adriatica, vongola comune, lupino, poverazza)	45
3.3.2 <i>Ruditapes philippinarum</i> (vongola verace)	49
3.4 Indagine sui popolamenti bentonici	50
3.4.1 Zona di foce e alveo fluviale.....	50
3.4.2 Area marina costiera.....	54
3.5 Rilevamento con drone dell'ecotone marino-costiero.....	61
4 PROPOSTE DI INTERVENTI PER LA VALORIZZAZIONE E LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE	63
4.1 Sintesi dei risultati acquisiti	63
4.1.1 Zona di foce e alveo fluviale.....	63
4.1.2 Area marina costiera.....	63
4.2 Elaborazione di proposte per la valorizzazione e conservazione dell'habitat e delle sue risorse	65
4.2.1 Zona di foce e alveo fluviale.....	65
4.2.2 Area marina costiera.....	66
4.3 Possibili strumenti per la conservazione dell'habitat marino.....	69
APPENDICE: Riferimenti normativi.....	73
Bibliografia.....	75



Foto di Massimo Ponti

Sintesi

L'area della foce del Torrente Bevano, situata nel comune di Ravenna, comprende uno dei rari tratti di costa della Regione Emilia-Romagna ancora non urbanizzati e privi di un intenso sviluppo turistico. Essendo sostanzialmente l'unica foce dell'alto Adriatico libera di seguire la naturale dinamica dei sistemi costieri sedimentari, l'area rappresenta un'oasi naturalistica caratterizzata dagli ecotoni di transizione fra acque dolci, salmastre e marine e fra sistema boschivo, dunale e di spiaggia. Queste peculiarità fanno sì che i fondali dell'area, all'interno della foce fluviale e lungo le adiacenti spiagge, possano avere un'importante ruolo ecologico come zone di riproduzione e *nursery*. Alcune specie d'interesse commerciale, infatti, nelle fasi riproduttive e giovanili del loro ciclo vitale sono fortemente attratte da questo tipo di ambienti. Inoltre, gli ecotoni di transizione rappresentano rifugi per specie protette e, quando in grado di esprimere un elevato livello di naturalità dei loro popolamenti, possono costituire barriere alla diffusione di specie aliene che minacciano la biodiversità dei nostri mari e sistemi costieri.

La parte terrestre della foce del Torrente Bevano è ben caratterizzata e soggetta a diverse azioni di tutela (Zona Parco del Po - Regione Emilia-Romagna L.R. 2.7.88 n. 27, Riserva Naturale dello Stato "Duna Costiera Ravennate e Foce Torrente Bevano" D.M. 5 giugno 1979 N° 95 dall'elenco ufficiale aree protette del 24/07/2003, SIC/ZPS IT4070009 ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE). La componente acquatica marino-costiera antistante, sebbene potenzialmente molto importante dal punto di vista naturalistico, è ad oggi scarsamente nota e poco tutelata. L'area individuata come SIC/ZPS, infatti, si estende solamente per 300 m dalla linea di costa verso mare, dove il fondale raggiunge circa 3 m di profondità. Fatto salve alcune generiche limitazioni alle attività di pesca nei pressi della foce fluviale e nelle aree antistanti la battigia, derivanti

dalla normativa nazionale e regionale, per la porzione lato mare non sono presenti specifiche norme o azioni volte a migliorare la gestione delle risorse ambientali finalizzate alla pesca e all'acquacoltura.

Il presente studio ha consentito di caratterizzare gli ambienti e le comunità acquatiche dell'area di foce del Torrente Bevano, compreso il tratto di mare antistante la zona SIC/ZPS, fino alla profondità di 8 m (1 miglio nautico, corrispondete a circa 2 km, dalla linea di costa), al fine di individuare e quantificare la presenza di specie d'interesse commerciale o protette e per valutare le possibili strategie di conservazione e valorizzazione delle aree di nursery. I principali risultati conseguiti dallo studio sono:

- I. L'analisi quantitativa dei popolamenti bentonici con la mappatura della distribuzione delle principali specie di interesse naturalistico e commerciale. In particolare è stata riscontrata una grande abbondanza di vongole comuni, *Chamelea gallina* (Linnaeus 1758), nell'area marina antistante la foce del Torrente Bevano, nella fascia batimetrica dai 3 ai 6 m di profondità. Si tratta prevalentemente di individui di taglia ridotta, inferiore a quella commerciale. La presenza di vongola è generalmente associata a quella del polichete tubicolo *Owenia fusiformis* Delle Chiaje 1844. Assieme a queste specie, è altresì da segnalare la presenza di un'ulteriore bivalve edule, la tellina o arsella *Donax trunculus* Linnaeus 1758, insieme ad altre telline di minor interesse come *Peronaea planata* (Linnaeus, 1758) (= *Tellina planata*).
- II. Nella laguna retrodunale che si estende a nord della attuale foce del Torrente Bevano sono stati ritrovati individui giovanili della vongola verace *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve 1850) e del bivalve edule *Cerastoderma glaucum* (Bruguière 1789), conosciuto come cuore di laguna.
- III. All'interno della porzione terminale dell'alveo fluviale, in corrispondenza dell'ultima ansa del Torrente Bevano e nei 500 m a monte, abbiamo riscontrato la presenza di letti di ostriche. Tali letti costituiscono "biocostruzioni" importanti sia per l'elevata diversità specifica dei popolamenti che ospitano, sia per il consolidamento dei fondali fangosi, costituendo quindi una barriera naturale contro i processi di erosione costiera. Questi popolamenti sono altresì ricchi di crostacei, policheti e altri molluschi che possono costituire risorsa alimentare per numerose specie ittiche, anche di interesse commerciale.
- IV. La composizione dei sedimenti rilevata, sia all'interno della porzione terminale del Torrente Bevano sia nell'area marina prospiciente, risulta essere adatta per

l'insediamento e la crescita dei molluschi bivalvi eduli sopra menzionati. In mare ritroviamo, infatti, una prima fascia di fondale assai ristretta, costituita da sabbie medie fino a 2 m di profondità in prossimità della foce del Torrente Bevano e nella porzione meridionale dell'area di studio. Procedendo verso il largo i sedimenti risultano costituiti prevalentemente da sabbie fini, fino alla profondità di 7,5 m, oltre la quale prevalgono sedimenti fangosi. Il tratto compreso fino alla batimetrica dei 7,5 m risulta pertanto quello più favorevole all'insediamento e riproduzione della vongola comune *C. gallina* e di tutte le specie che, in particolare nelle fasi giovanili, necessitano di un ambiente sedimentario con un discreto ricambio di acqua che garantisca una buona qualità ambientale.

Date le caratteristiche ecologiche, commerciali e culturali dell'area analizzata, la tutela delle aree di *nursery* identificate, assieme alla definizione di piani di protezione e gestione, potranno avere una ricaduta positiva sulla piccola pesca e sulla pesca artigianale grazie all'effetto *spillover* di dispersione delle fasi giovanili dalla zona protetta alle aree adiacenti, in cui vengono svolte attività di prelievo. In particolare, i fondali marini antistanti all'area del SIC/ZPS, che si estende per oltre 7 km di litorale da nord a sud e per 1 miglio nautico da costa (ca. 2 km) raggiungendo circa 8 m di profondità, potrebbero rappresentare una zona di tutela dei popolamenti di riproduttori di vongola comune *C. gallina*. Questa specie è in declino a causa dell'intenso sfruttamento della risorsa lungo le coste dell'Adriatico centro-settentrionale, e potrebbe trovare qui un polmone dove la salvaguardia dei popolamenti di riproduttori potrebbe promuovere la ricolonizzazione delle aree adiacenti, intensamente depauperate. Questa funzione sarebbe particolarmente rilevante stante la nuova normativa che in Italia, dal 2016, riduce la taglia minima commerciabile di *C. gallina* (da 25 mm a 22 mm di lunghezza), ponendo questa risorsa a rischio di depauperamento. La tutela di questo tratto di mare offrirebbe anche opportunità nei confronti degli enti di ricerca della Regione per studi e attività in campo volte a valorizzare le risorse naturali locali. Ad esempio potrebbero essere qui sperimentate tecniche per favorire la riproduzione di seppie, *Sepia officinalis* Linnaeus 1758, la cui pesca è di grande importanza lungo le coste emiliano-romagnole e risulta intensa anche nell'area di studio.

I fondali della foce e delle annesse aree lagunari potrebbero costituire una zona di tutela dei popolamenti di vongole veraci. In questo senso, sarebbe possibile prevedere interventi di reintroduzione della specie autoctona, *Ruditapes decussatus* (Linnaeus

1758), pressoché sostituita lungo tutte le coste adriatiche dalla congenerica di origine indo-pacifica *Ruditapes philippinarum*.

La tutela delle comunità acquatiche nel tratto terminale del Torrente Bevano può inoltre offrire riparo e costituire un'area di nursery per numerose specie tipiche delle acque di transizione e costiere che, sebbene non d'interesse commerciale, sono di grande valore naturalistico e importanti per le reti trofiche connesse anche con specie di interesse commerciale. Tali comunità sono, infatti, sempre più rare e minacciate dallo sviluppo costiero e dalle numerose attività antropiche presenti nella fascia litoranea.

1 INTRODUZIONE

1.1 Ambienti estuarini e costieri, beni e servizi ecosistemici

Gli ambienti estuarini e costieri rappresentano un patrimonio naturale di grandissimo pregio, come sottolineato dalla Convenzione internazionale di Ramsar (UNESCO, 1971) e dalle direttive Europee (Water Framework Directive, 2000/60/EC, e Marine Strategy Framework Directive, 2008/56/EC). Essi rappresentano un capitale naturale di grande importanza per il nostro pianeta, sia in termini di biodiversità sia per i beni e i servizi ecosistemici che forniscono all'uomo, contribuendo direttamente e indirettamente al suo benessere (Costanza et al., 1997). A livello globale gli ambienti costieri ed estuarini, nonostante la loro ridotta estensione, hanno un ruolo fondamentale nella regolazione dei disturbi naturali (ad esempio protezione dalle tempeste, controllo delle inondazioni, recupero dalla siccità), nel riciclo dei nutrienti, nella riproduzione e sopravvivenza di numerose specie, offrendo loro rifugio. Sono altresì essenziali all'uomo per la produzione di risorse alimentari e per l'enorme valore ricreativo e socio-culturale (Barbier et al., 2011). Volendo monetizzare, per quanto possibile, il valore di questi beni e servizi, emerge come gli ambienti costieri, estuarini e acquatici di transizione del Pianeta abbiano il più alto valore economico di tutti i biomi (Costanza et al., 1997; Barbier et al., 2011).

Le coste italiane sono storicamente ricche di lagune, estuari e stagni, in particolare quelle che si affacciano sull'Alto Adriatico. Nei secoli, tuttavia, si è assistito ad una drammatica riduzione dell'estensione di queste aree principalmente a causa degli interventi di bonifica, ma anche per fattori naturali. Gli stagni costieri e i meandri alla foce dei fiumi, infatti, per loro natura costituiscono delle realtà effimere, la cui persistenza nel tempo è strettamente connessa all'intervento conservativo da parte dell'uomo (Abbiati et al., 2010). La riduzione e la frammentazione degli habitat salmastri e marini costieri hanno messo a rischio la sopravvivenza di numerose popolazioni vegetali ed animali, facendo emergere con forza l'esigenza di una loro gestione conservativa a livello europeo (Airoldi e Beck, 2007). La salvaguardia degli ambienti estuarini è una tematica di estrema complessità (McComb, 1995) in quanto si tratta di aree dalla morfologia articolata in cui la qualità dell'ambiente dipende dal complesso equilibrio fra componenti chimico-fisiche e processi biologici, condizionati dagli apporti di acque dolci e dagli scambi con il mare nonché dall'eventuale apporto di inquinanti e

sostanze tossiche immesse dall'uomo. La diversità e la ricchezza dei popolamenti dipendono dall'interazione tra questi fattori con i processi più strettamente ecologici.

1.2 La foce del Torrente Bevano

A pochi chilometri lungo la costa a sud della città di Ravenna, troviamo la foce del Torrente Bevano, una delle zone costiere di transizione meglio preservate del litorale emiliano-romagnolo.

Costituita da un complesso mosaico di habitat tra loro differenti, tutti di particolare pregio naturalistico, la foce del Torrente Bevano presenta un elevato interesse ambientale, perché è l'ultimo esempio di estuario meandriforme dell'alto Adriatico e, ad oggi, è tutelata da numerosi vincoli paesaggistici e naturalistici: Zona Ramsar, Sito di Importanza Comunitaria (SIC), Zona di Protezione Speciale (ZPS), Riserva Naturale Duna costiera ravennate e foce del torrente Bevano, Stazione del Parco regionale del delta del Po, Zona di vincolo idrogeologico.

Il Torrente Bevano ha origine ad una quota di 180 m sul livello del mare, in località Trebbo, nei colli del Bertinoro e, dopo un percorso di 16 km ed avere interessato i comuni di Bertinoro, Forlimpopoli e Forlì, entra in provincia di Ravenna. Dopo altri 18 km sfocia in Adriatico fra le località di Lido di Dante e Lido di Classe (Montanari e Marasmi, 2013). Il Sito è interamente compreso all'interno del Parco regionale del Delta del Po ed include circa 5 km di dune costiere, alle cui spalle si trovano le pinete demaniali delle sezioni Ramazzotti e Savio, piantate a partire dal 1881. L'area in destra foce comprende i meandri fossili del Bevano, parte delle dune costiere, i retrostanti prati umidi salmastri con falda affiorante e i prati aridi con arbusteti termofori naturali. In questo insieme sono presenti quasi tutti i tipi della vegetazione alofila nord adriatica. In posizione più arretrata si sviluppano le zone umide dell'Ortazzino, sulla riva destra, e dell'Ortazzo, su quella sinistra, entrambe antiche valli di acqua dolce arginate per costituire risaie, ma ormai abbandonate. Tali zone sono soggette oggi agli influssi salmastri della falda, come testimoniato dalla presenza di giuncheti marittimi e puccinellieti, e si caratterizzano come stagni costieri, in parte controllati dall'immissione di acque dal canale Bevanella e dal Fosso Ghiaia (Montanari e Marasmi, 2013). Le vasche con acque più basse si prosciugano durante l'estate, originando distese fangose in cui s'insediano le comunità alofile annuali tipiche di questi ambienti. A sud dell'Ortazzo sono presenti praterie umide allagate con acque dolci, di recente ripristino.

Negli ultimi cinquant'anni la foce del Bevano ha subito alcune modificazioni (Figura 1): in particolare, negli ultimi trent'anni, la migrazione verso nord del tratto terminale del canale fluviale è stata causata dalla predominanza dei processi marini, come le correnti lungo costa, e da un regime fluviale di bassa energia (Montanari e Marasmi, 2013).

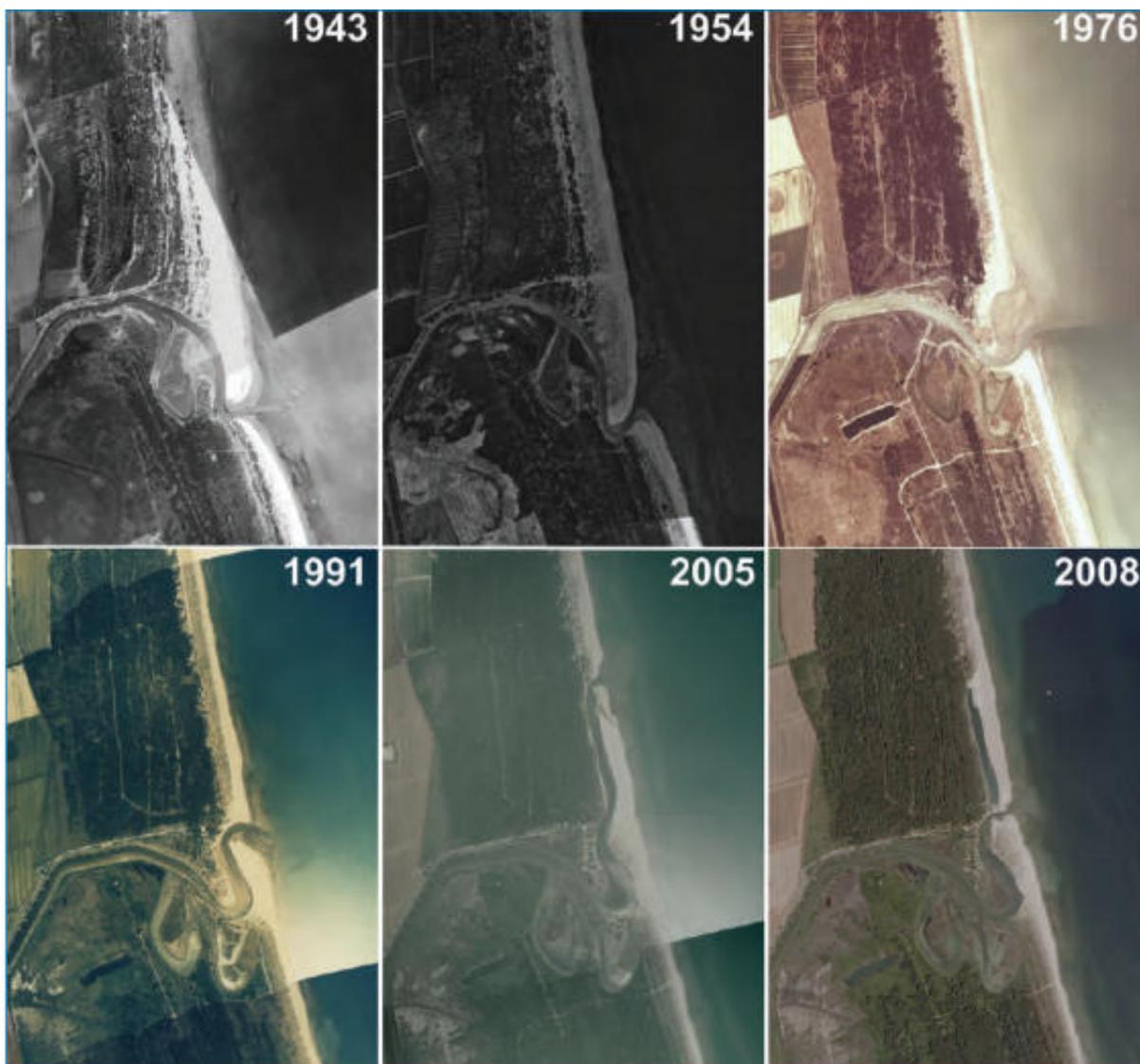


Figura 1. Confronto tra le foto aeree RAF 1943-44, GAI 1954, RER 1976-78, COSTA RER 1991, 2005 e 2008 (da Montanari e Marasmi, 2013).

Questa migrazione ha prodotto, da un lato, una rapida erosione della pineta retrostante e delle dune presenti nel lato immediatamente a nord della foce e, dall'altro, una seria difficoltà nello smaltimento delle acque di piena fluviali verso il mare (Sedrati, 2011; Armaroli et al., 2013). Il Bevano, infatti, è un corso d'acqua caratterizzato da piene improvvise ma brevi che, in condizioni di scarsa efficienza del sistema di foce, portano a un forte innalzamento del livello idrico del torrente e a una maggiore difficoltà di scolo delle acque dei canali di bonifica, determinando un elevato rischio di esondazione. Il fattore che nel tempo ha accentuato tali criticità è il fenomeno della subsidenza, che

interessa in modo marcato la pianura ravennate e in particolare il bacino idrografico del Torrente Bevano, sviluppato prevalentemente in area di pianura (Taramelli et al., 2015). Inoltre, i cambiamenti climatici cui stiamo assistendo con l'innalzamento del livello del mare e la maggiore frequenza ed intensità dei fenomeni meteorologici estremi come forti acquazzoni, tempeste e mareggiate, mettendo sempre più a rischio la conservazione di questi delicati habitat di transizione tra la terra e il mare.

La necessità di risolvere due ambiti di criticità fortemente legati tra di loro, uno di carattere idraulico, che riguardava il bacino idrografico e il sistema di bonifica, e un altro di carattere ambientale, che riguardava la progressiva migrazione della zona di foce con il conseguente smantellamento della duna costiera e della pineta retrodunale, ha portato negli anni scorsi alla realizzazione di interventi di modifica della morfologia della foce del Bevano, intesi a non alterare gli habitat naturali, ma piuttosto a favorirne la conservazione (Figura 2).



Figura 2. Schema di intervento di sistemazione della foce del Torrente Bevano. Rappresentazione schematica delle principali aree di intervento e delle opere realizzate nel 2006 (da Montanari e Marasmi, 2013).

Queste operazioni di modifica, eseguite nel 2006, hanno permesso la realizzazione anche di una piccola laguna retrodunale, compresa tra la posizione occupata dalla "vecchia" foce e quella in corrispondenza della "nuova", contenuta all'interno dei precedenti argini dunosi terminali. L'intervento di spostamento di foce ha inoltre previsto la realizzazione di un canale scolmatore posto in corrispondenza dell'ultima ansa meridionale del

Torrente Bevano, così da permettere l'ingresso di acqua marina in massimo di marea e l'uscita dell'acqua del torrente in caso di piena (quota di fondo al medio mare + 0.00 m) (Gardelli et al., 2007). Tali operazioni non hanno tuttavia riguardato solamente la porzione di foce e le relative componenti sedimentarie; sono infatti stati svolti interventi di impianto di copertura vegetale in prossimità della duna mobile (preesistente) posta ora subito a ridosso dell'estremità settentrionale di foce. Tale impianto aveva come obiettivo la possibilità di intraprendere un accumulo passivo di sabbia trasportata eolicamente verso terra, ed ha interessato le specie perenni *Agropyron junceum* e *Ammophila littoralis*, trapiantate dalle località di Casalborgorsetti (nord) e Lido di Classe (sud) (Montanari e Marasmi, 2013).

1.3 Aspetti normativi per la conservazione e la gestione dell'area di studio

Il quadro di riferimento normativo dell'area di foce del Torrente Bevano presenta una notevole complessità, essendo caratterizzato da una pluralità di sistemi di tutela tra loro diversi sul piano della natura giuridica della fonte di disciplina (comunitaria, statale, regionale o locale), anche se tutti rivolti alla tutela di interessi ecologico-naturalistici.

Considerata una delle zone più importanti di tutto il litorale emiliano-romagnolo dal punto di vista ambientale e paesaggistico, l'area fu inizialmente assoggettata a Vincolo Idrogeologico (Regio Decreto-legge 30 dicembre 1923 n. 3267) e Vincolo Paesistico (1978). Già nel 1979, lungo il litorale fra Lido di Dante e Lido di Classe, fu istituita una Riserva Naturale dello Stato denominata "Duna costiera ravennate e foce del Torrente Bevano" (D.M. 5/6/79), oggi posta sotto la vigilanza del Comando Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Punta Marina.

Negli anni il quadro di tutela della foce del Torrente Bevano si è arricchito grazie ai piani di gestione, all'applicazione della convenzione internazionale di Ramsar (Zona Umida di importanza internazionale dal 1981), all'inclusione nel Parco Regionale del Delta del Po dell'Emilia-Romagna come Stazione denominata "Pineta di Classe e Saline di Cervia" (L.R. 2/7/88 n. 27; D.g.R. RER n. 489 del 23.04.12) e all'applicazione della Direttiva Habitat (92/43/CEE), con la creazione della rete "Natura 2000" (D.M. 65/00) e l'istituzione del Sito di Interesse Comunitario (SIC) e Zona di Protezione Specifica (ZPS) denominati "Ortazzo, Ortazzino e Foce del Torrente Bevano" (SIC/ZPS IT4070009). La zona SIC/ZPS ha un'estensione a mare di circa 300 m dalla linea di riva, cioè fino a circa 3 m di profondità. L'intera area, con la sua estensione di 1256 ettari, di cui circa 64 ettari di fascia costiera comprendente dune sommerse, dune emerse e zone retrodunali, oltre

a numerose paludi e ad una laguna retrodunale, rappresenta un habitat ricco di diversità specifica animale e vegetale, sia marino-salmastra sia terrestre. In particolare, nella zona di foce sono presenti importanti ecotoni acquatici, cioè ambienti di transizione dalle acque dolci fluviali, salmastre e marine, e geomorfologici con la transizione dal sistema boschivo a quello dunale e di battigia.

Per tutelare e favorire la nidificazione delle specie avicole protette, con il Piano di Stazione del Parco del Delta del Po, sono state identificate 5 differenti porzioni del litorale compreso tra Lido di Dante e Lido di Classe in cui vigono diversi livelli di tutela come si può vedere dalla Figura 3. Nelle due zone di colore verde, poste a ridosso dei due abitati, l'accesso è consentito durante tutto l'arco dell'anno. Nelle zone di colore blu in cui è interdetto il solo accesso alla spiaggia nel periodo di nidificazione del fratino, *Charadrius alexandrinus*, dato che l'accesso alle dune e l'attracco da mare sono perennemente vietati. Nella zona rossa, che comprende anche Foce Bevano ed è quindi la zona più delicata di questa porzione costiera, sono vietati gli accessi a dune, alla spiaggia, l'attracco e la navigazione.



Figura 3. Mappa dei divieti di accesso a spiaggia e dune, estratto dal Piano Territoriale della Stazione "Pineta di Classe e Salina di Cervia", approvato dalla Regione Emilia-Romagna (D.d.G. RER n. 489 del 23.04.12).

Per quanto riguarda l'ambiente acquatico, in seguito a deliberazione assembleare n.2/414 del 10/02/99 dell'Ente Gestore del Consorzio del Parco del Delta del Po, e successivo recepimento da parte della Provincia di Ravenna nelle zone terminali del Torrente Bevano (a valle del rudere dell'ex passerella dei finanzieri) è vietato l'utilizzo di qualsiasi attrezzo o tecnica di pesca. In particolare, il tratto terminale dell'alveo fluviale è classificato in parte come zona B del Parco e, dall'ultima ansa alla foce, è parte integrante della Riserva Naturale dello Stato (Figura 4). Il tratto terminale del fiume è anche classificato come Zona di Protezione Integrale, con divieto di pesca, come riportato nella Carta Ittica Provinciale (Aggiornamento 2016)¹, tutt'ora valida anche se le competenze in materia di pesca sono passate dalle Provincia alla Regione (Legge n° 56/2014 e Legge Regionale n°13/2015). La fascia di mare antistante il litorale tra Lido di Dante e Lido di Classe e la fascia di mare antistante la foce dei Fiumi Uniti rientrano nel Piano di Gestione e, per una distanza media dalla battigia di 300 metri, sono classificate come zona C (C; Figura 4). Spetta al Regolamento del Parco, in accordo con le Autorità preposte, disciplinare ed eventualmente interdire la navigazione nella sottozona C.



Figura 4. Estratto della mappa di zonazione del Piano Territoriale della Stazione "Pineta di Classe e Salina di Cervia", approvato dalla Regione Emilia-Romagna (D.d.G. RER n. 489 del 23.04.12).

¹ <http://www.provincia.ra.it/Argomenti/Pesca>

In aggiunta a quanto disposto dal regolamento del Parco, nell'ambito del Compartimento Marittimo di Ravenna dal 1 maggio al 30 settembre vige il divieto di navigazione a motore e/o a vela sino a 500 m dalla costa, costituendo una fascia di rispetto per la sicurezza della balneazione (Ordinanza CP Ravenna 29/2017).

Per quanto riguarda la **pesca sportiva e ricreativa in mare**, è vietato l'uso di nasse per una distanza di un miglio nautico dalla costa (Ordinanza CP Ravenna 161/2009), oltre quella distanza e fatto salvo alcune zone di divieto, sono consentite al massimo 2 nasse per imbarcazione e un quantitativo massimo di pescato giornaliero di 5 Kg (Ordinanza CP Ravenna 31/1998).

Per quanto riguarda la **pesca professionale in mare**, l'Ordinanza CP Ravenna 32/1998, per le parti non regolamentate da leggi o regolamenti a carattere nazionale, norma:

- la pesca con **lampara**, consentita oltre le 3 miglia nautica dalla costa;
- l'uso di **attrezzi da posta** (inclusi reti tremagli, nasse, ecc.) consentiti senza limiti dalla costa, con il solo limite della fascia di rispetto di 500 m per la sicurezza della balneazione dal 1 maggio al 30 settembre (Ordinanza CP Ravenna 29/2017) e di alcune aree di rispetto (porti, piattaforme, ecc.), inclusi 200 m dalle foci dei fiumi;
- la pesca professionale delle **seppie** (con nasse, cogolli, ecc.) può essere effettuata durante l'intero arco dell'anno oltre i 500 m dalla costa, cogolli e bertovello sono consentiti anche in prossimità della costa dove non si svolge balneazione e comunque non oltre il 30 aprile e non prima del 1 ottobre;
- l'uso di **palangari** è consentito solo oltre 1000 metri dalla costa;
- la pesca con **cestelli** è consentita tutto l'anno, a partire dai 300 m dalla riva, ovvero 500 m nel periodo di rispetto per la balneazione e con 300 m di rispetto dalle foci fluviali.

Si ricorda qui che la **pesca a strascico**, alla luce delle deroghe concesse all'art. 14, punto 2, del Reg. (CE) 1967/2006, è vietata entro le 3 miglia nautiche dalla costa o entro i 50 m di profondità, se tale profondità è raggiunta a distanze inferiori. Peraltro lo strascico è vietato sulle praterie di *Posidonia oceanica* o di altre fanerogame marine, su habitat coralligeni e letti di maërl e a più di 1000 metri di profondità. Il divieto si applica a tutte

le zone Natura 2000, alle zone particolarmente protette, alle zone particolarmente protette di rilevanza mediterranea (ASPIM).

Per quanto riguarda la **pesca dei molluschi bivalvi e dei gasteropodi**, l'area marina di interesse per il presente studio è classificata in parte come zona di tipo B, dalla riva fino a circa 4 m di profondità, ove è richiesta la stabulazione del prodotto prima della vendita, e oltre i 4 m di profondità è di tipo A, va per il consumo umano diretto (DGR 94 del 3 Febbraio 2014, classificazione ai sensi del Regolamento CE n. 853/2004; Figura 5). Fa eccezione l'area di rispetto di 500 m di raggio dalla foce dove è sempre vietata la raccolta e il consumo di molluschi bivalvi e gasteropodi (Figura 6). C'è da rilevare che questa classificazione ha validità solo per fini igienico sanitari e non deroga ai divieti di pesca e di raccolta, permanenti e temporanei, di molluschi bivalvi vivi e gasteropodi marini previsti dagli Enti competenti.

L'impiego di **draghe meccaniche e idrauliche** (o turbosoffianti) per la pesca di vongola comune (*Chamelea gallina*), ma anche di fasolari (*Callista chione*), cannolicchi o cappelunghe (*Ensis minor* e *Solen marginatus*) e altri molluschi bivalvi e gasteropodi eduli (Figura 7), è vietato sulle praterie di *Posidonia oceanica* o di altre fanerogame marine, su habitat coralligeni e letti di maërl e in generale entro una distanza di 0,3 miglia nautiche (ca. 550 m) dalla costa (Reg. CE 1967/2006). Per la pesca delle vongole con questi mezzi la legge prevede due mesi di fermo obbligatori, da aprile ad ottobre². Si rileva inoltre, che per la pesca delle vongole comuni nel 2016 si è passati dalla taglia minima di 25 mm di lunghezza (normative nazionali DPR 02/10/1968 n. 1639 e Regolamento per l'esercizio della Legge 14/07/1965 n. 963; normative comunitarie CE 1967/2006) a 22 mm (D.M. 27/12/2016, G.U. n. 8 11/01/2017, Deroga triennale dal 01/01/2017 al 31/12/2019).

² Piano di gestione nazionale per le attività di pesca con il sistema draghe idrauliche e rastrelli da natante così come identificati nella denominazione degli attrezzi di pesca in draghe meccaniche comprese le turbosoffianti (HMD) e draga meccanizzata (DRB), redatto dal Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo (rev. 18/06/2019) ai sensi dell'articolo 19 del regolamento (CE) n.1967/2006 nonché degli artt.7, 9 e 10 del Regolamento (UE) N.1380/2013 relativo alla Politica Comune della Pesca.

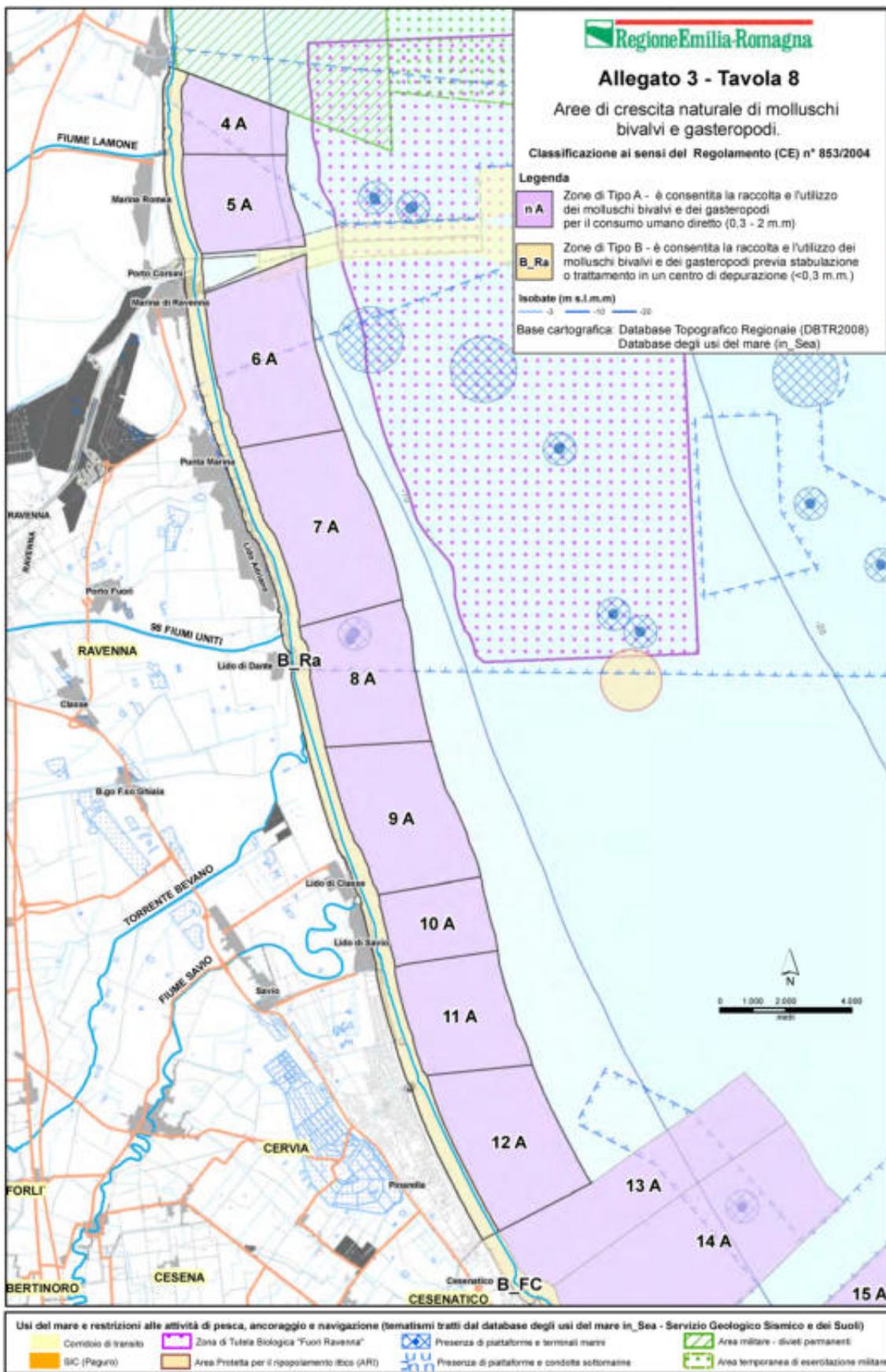


Figura 5. Classificazione delle zone di pesca dei molluschi bivalvi e gasteropodi, ai sensi del Regolamento CE n. 853/2004 (DGR 94 del 3.2.2014).



Figura 6. Zone di rispetto delle foce fluviali e imboccature di porti e canali (DGR 94 del 3.2.2014).



Figura 7. Esempio di imbarcazione con draga meccanica per la pesca delle vongole (da <https://www.pescaraturismo.it>).

Secondo il registro della flotta peschereccia³, nei porti immediatamente adiacenti la foce del Torrente Bevano, cioè quelli di Ravenna, Cervia e Cesenatico operano rispettivamente 19, 38 e 46 unità da pesca. Le tipologie di pesca praticate principalmente sono riportate in Tabella 1 e Tabella 2.

Tabella 1. Attrezzi da pesca principali utilizzati dalle unità presenti nei porti di Ravenna, Cervia e Cesenatico. Dati maggio 2018 (da <http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/>).

Tipologia	CERVIA	CESENATICO	RAVENNA
Draghe idrauliche (vongolare)	11	2	
Reti da posta derivanti			1
Reti da posta fisse	14	5	10
Palangari	10	8	7
Strascico	3	25	1
Sciabica		6	
Totale	38	46	19

Tabella 2. Attrezzi da pesca secondari utilizzati dalle unità presenti nei porti di Ravenna, Cervia e Cesenatico. Dati maggio 2018 (da <http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/>).

Tipologia	CERVIA	CESENATICO	RAVENNA
Reti da posta fisse	13	15	8
Lenze e canne da pesca a mano		1	1
Palangari	3	5	
Strascico	2	3	
Sciabica		6	
Reti da traino pelagiche (a coppie)		10	
Reti da traino	1	1	
Totale	19	41	9

³ <http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/>

1.4 Obiettivi dello studio

Il progetto proposto ha come obiettivi primari la caratterizzazione dell'habitat e delle risorse acquatiche alla foce del Torrente Bevano (SIC/ZPS IT4070009) ai fini d'individuare le aree di nursery marine costiere per specie protette e di interesse commerciale, nonché la definizione delle strategie utili per la loro conservazione. Nello specifico, l'area oggetto di studio comprende l'alveo fluviale alla foce del Torrente Bevano e l'area marina prospiciente la relativa zona SIC fino alla batimetrica di 8 m. Il progetto ha previsto la mappatura batimetrica e dei popolamenti bentonici, nonché la valutazione della distribuzione delle specie d'interesse per definire piani di protezione e gestione delle risorse, individuando anche possibili interventi per il mantenimento e il miglioramento del patrimonio ambientale lagunare e marino.

La principale ricaduta attesa di questo progetto è fornire un quadro di riferimento per il miglioramento della gestione delle risorse ambientali, rappresentate dalle specie d'interesse commerciale e non che trovano zone di riproduzione e nursery alla foce del Torrente Bevano, in supporto della pesca e dell'acquacoltura, obiettivo 2 della Strategia del FLAG Costa dell'Emilia-Romagna. In particolare, con questo studio è data attuazione all'obiettivo specifico 2.A, individuando le strategie atte a migliorare la qualità dei luoghi di riproduzione delle risorse ittiche, costituiti dal tratto costiero e lagunare della foce del Torrente Bevano, uno dei pochi tratti di costa della Regione Emilia-Romagna non ancora urbanizzati e privi di un intenso sviluppo turistico. Inoltre, l'azione concorre a perseguire l'Obiettivo tematico del FEAMP n. 6 che prevede la tutela dell'ambiente e la promozione dell'uso efficiente delle risorse.

Il progetto ha previsto i seguenti interventi, riferiti al piano d'azione del SSL FLAG COSTA DELL'EMILIA-ROMAGNA, Azione 2.A.a, "Habitat marini e lagunari – Studi e ricerche":

- Mappare e censire, all'interno dell'area foce del Torrente Bevano (SIC/ZPS IT4070009) e del prospiciente settore marino-costiero, le aree nursery sia per la molluschicoltura che per le specie ittiche, per quantificarne le potenzialità e la distribuzione nel territorio, anche attraverso il completamento e aggiornamento delle mappature e/o censimenti esistenti in un progetto sistemico e complessivo; campionare per definire e mappare nuove aree di nursery; censire le attività di pesca (professionali, dilettantistico-sportive, ecc.) e definire di possibili regolamenti di gestione (Intervento 3b).
- Identificare le aree marine-costiere e di transizione nell'ambito del sito NATURA

2000 “Ortazzo, Ortazzino, Foce del Torrente Bevano” (SIC/ZPS IT4070009) e dell’area marina prospiciente dove attuare specifiche azioni di tutela e/o protezione, ai fini salvaguardia di zone di riproduzione e nursery e miglioramento della qualità ambientale, favorendo così il potenziale riproduttivo delle popolazioni ittiche e acquatiche in genere, di interesse commerciale e non, e l’effetto “spillover” verso le aree marine adiacenti, con il beneficio di tutelare l’habitat marino-costiero alla foce del Torrente Bevano, già riconosciuto, soprattutto per la parte emersa, di grande valore e ad elevata geodiversità e biodiversità (Intervento 3c).

- Individuare le esigenze di protezione e di gestione per attività connesse alla pesca e all’acquacoltura in relazione al sito NATURA 2000 “Ortazzo, Ortazzino, Foce del Torrente Bevano” (SIC/ZPS IT4070009) e al suo possibile ampliamento verso mare, da destinare ad area marina protetta o sottoporre ad altra forma di tutela (Intervento 3e).
- Definire i possibili interventi per il mantenimento e miglioramento del patrimonio ambientale lagunare e marino del sito NATURA 2000 “Ortazzo, Ortazzino, Foce del Torrente Bevano” (SIC/ZPS IT4070009) e dell’area marina prospiciente, compresi interventi di reintroduzione di specie protette e/o autoctone finalizzati a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici, del disturbo antropico e dell’invasione di specie aliene (Intervento 3f).

Specifiche attività del progetto hanno previsto:

- Revisione del quadro normativo di interesse locale, nazionale ed internazionale per la tutela e la fruizione del sito NATURA 2000 “Ortazzo, Ortazzino, Foce del Torrente Bevano” (SIC/ZPS IT4070009) e dell’area marina prospiciente.
- Revisione di studi pregressi riguardanti il sito NATURA 2000 “Ortazzo, Ortazzino, Foce del Torrente Bevano” (SIC/ZPS IT4070009) e dell’area marina prospiciente.
- Indagine batimetrica della zona lagunare e della foce del Torrente Bevano, a completamento delle indagini batimetriche nell’area marina prospiciente.
- Indagine sedimentologica della zona lagunare e della foce del Torrente Bevano e dell’area marina prospiciente al fine di individuare i fondali più adatti all’insediamento e crescita delle specie marine di interesse, con particolare riferimento a diverse specie di vongole e altri bivalvi eduli.
- Uscita in mare con motonave per campionamento e analisi della popolazione di vongola comune *Chamelea gallina*.
- Indagine sui popolamenti bentonici, con particolare riferimento alla vongola comune

Chamelea gallina alla vongola verace *Ruditapes philippinarum* e ad altre specie d'interesse, comprese specie protette e specie aliene.

- Indagine subacquea con tecniche di censimento visivo, fotografiche e video.
- Rilevamento con drone dell'ecotone marino-costiero nell'intorno della foce del Torrente Bevano.
- Organizzazione dei dati pregressi e di nuova acquisizione attraverso un Sistema Informativo Geografico (GIS) che permetta l'elaborazione dei dati spaziali e la realizzazione di cartografia tematica, anche condivisibile via Internet.
- Restituzione cartografica dei tematismi elaborati.
- Documentazione e informazione dell'attività del progetto e dei dati e informazioni acquisite mediante sito Internet dedicato, è prevista la redazione di almeno una pubblicazione scientifica e la predisposizione di materiale divulgativo sotto forma di pubblicazione digitale.
- Individuazione delle alternative per:
 - ampliamento verso mare del sito NATURA 2000 "Ortazzo, Ortazzino, Foce del Torrente Bevano" (SIC/ZPS IT4070009);
 - piano di gestione e monitoraggio dell'area, con particolare riferimento alle zone acquatiche;
 - interventi per la valorizzazione e la conservazione delle risorse naturali anche attraverso l'individuazione di possibili ulteriori fonti di finanziamento.

2 METODI DI INDAGINE

2.1 Metodi di campionamento

Per raggiungere gli obiettivi del progetto, sono state eseguite numerose indagini e campionamenti degli ambienti acquatici presenti nell'area di studio della foce del Torrente Bevano e nell'area marina costiera adiacente il SIC/ZPS IT4070009 fino a 8 m di profondità.

2.1.1 Campionamento dei sedimenti e dei popolamenti bentonici

All'interno dell'area terminale del torrente Bevano, sono state effettuate analisi sedimentologiche e batimetriche al fine di poter ottenere informazioni relative alle caratteristiche del fondale ed alla profondità dell'alveo fluviale dall'ex passerella dei finanzieri fino alla porzione terminale della foce. Contestualmente, sono state effettuate analisi di censimento visivo del fondale di foce mediante tecniche fotografiche e videografiche subacquee. Per quanto riguarda l'area marina adiacente alla Foce Bevano e la foce stessa, sono state eseguite analisi di sedimenti (granulometria, sostanza organica), e rilievi batimetrici. Sia all'interno dell'area di foce, che nell'area marina prospiciente, sono stati effettuati prelievi della componente bentonica animale e vegetale che risiede all'interno dei primi 15-20 cm di sedimento. I dati raccolti hanno permesso la realizzazione di carte tematiche dell'area di studio che descrivono la distribuzione di specie, sedimenti e contenuto di sostanza organica lungo tutta l'area di studio presa in esame, oltre alla produzione di un documentario video.

Il disegno di campionamento per l'analisi dei sedimenti e dei popolamenti bentonici ha previsto 70 punti di prelievo nell'area marina compresa fra Lido di Dante e Lido di Classe, 10 punti all'interno dell'area terminale del Bevano e della laguna retrodunale a nord dell'attuale foce, formatasi in seguito all'intervento di traslazione in senso meridionale della stessa (effettuato a gennaio 2006). I punti di prelievo in mare sono stati pianificati in modo equidistribuito sull'intera area d'interesse per consentire una adeguata mappatura delle variabili misurate (Figura 8).



Figura 8. Punti di campionamento dei sedimenti e dei popolamenti bentonici dell'area marina prospiciente la foce del Torrente Bevano (mappa in proiezione di Mercatore coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84).

Sul totale di 70 campioni lato mare, 56 sono stati raccolti mediante benna di acciaio (area = 0,1 m²), utilizzando la nave oceanografica "Daphne II" fornita dalla Struttura Oceanografica Daphne dell'Agencia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia-Romagna (ARPAE; Figura 9).



Figura 9. Fasi di campionamento a bordo della N/O Daphne II.

I restanti 14 campioni, a profondità inferiore ai 2,5 m, sono stati prelevati in immersione subacquea (Figura 10) da natante (gommone Arimar 4.70 m). La raccolta di questi campioni è avvenuta mediante l'utilizzo di un cilindro (area = 0,05 m²) per delimitare l'area di interesse, il cui contenuto è stato raccolto mediante una paletta, quindi isolato in una busta ermetica. Tutti i campioni sono stati processati una volta a bordo delle imbarcazioni di supporto. Un'aliquota di sedimento da 200 ml è stata riservata alle analisi granulometriche, un'aliquota di 60 ml è stata destinata per l'analisi del contenuto in sostanza organica, conservato a -18 °C, il resto del campione è stato setacciato per estrarre gli organismi con taglia superiore a 0,5 mm, conservati in alcool etilico 90%. I campionamenti si sono svolti nelle date 22-23/05/2019 con benna da nave oceanografica, e nei giorni 26/06/2019 e 04/07/2019 in immersione subacquea.



Figura 10. Fasi di campionamento in immersione (Foto Massimo Ponti).

Per quanto riguarda i 10 punti di prelievo nell'area terminale di foce e della laguna, 7 punti sono stati distribuiti in sequenza, ogni 200 m circa, dall'imboccatura della laguna fino all'inizio dei letti di ostriche affioranti nell'alveo fluviale. I restanti 3 punti sono stati distribuiti omogeneamente all'interno della superficie occupata dalla laguna retrodunale, effettuando prelievi in prossimità della zona iniziale, mediana e terminale (Figura 11).

2.1.2 Rilievi batimetrici

I rilievi batimetrici sono stati realizzati in prossimità di tutti i punti di campionamento dei sedimenti, utilizzando un ecoscandaglio nel tratto marino e cordella metrica all'interno dell'alveo fluviale. Ogni rilievo è stato georeferenziato, corretto per la marea astronomica utilizzando il software WXTide32 e calibrato sulla profondità di riferimento degli scandagli utilizzati nella cartografia nautica (mean lower low water, MLLW). Per la parte marina i dati sono stati confrontati con i più recenti rilievi batimetrici di dettaglio dell'area costiera della Regione Emilia-Romagna⁴.

⁴ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-mare-costa>

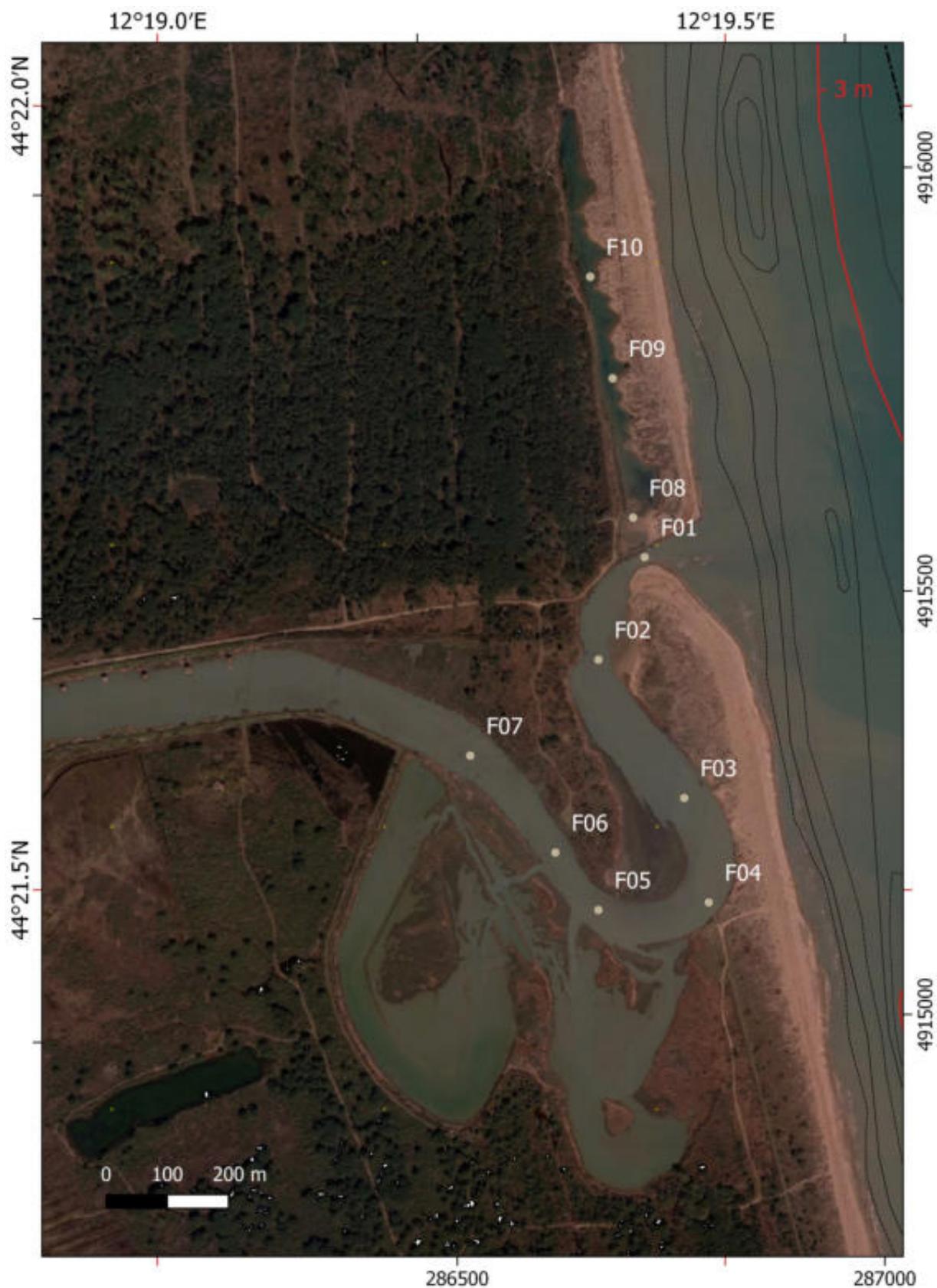


Figura 11. Punti di campionamento dei sedimenti e dei popolamenti bentonici all'interno della foce del Torrente Bevano (mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica immagine da satellite del 2 aprile 2018 distribuita da Google Earth).

2.1.3 Rilievi video e fotografici subacquei

I rilievi foto e video subacquei sono stati eseguiti sia all'interno della foce, che in prossimità della foce lato mare. I transetti effettuati lato mare sono stati eseguiti perpendicolarmente alla costa da 0,8 m fino ad 3 m di profondità, uno in corrispondenza della foce, uno 100 m a nord e uno 100 m a sud della foce (Figura 13). Le riprese fotografiche sono state effettuate mediante le fotocamere Canon EOS 5D Mark III, Canon PowerShot G15 e GoPro Hero5. I rilievi all'interno dell'alveo fluviale e della laguna retrodunale, realizzati sia di giorno sia di notte (Figura 12), hanno consentito di ottenere pochissime immagini a causa dell'elevata torbidità dell'acqua. I rilievi in mare sono stati eseguiti nelle date 26/06/2019, 01/07/2019 e 04/07/2019. I rilievi all'interno dell'area terminale del torrente e della laguna sono stati eseguiti nelle date 01/07/2019, 05/07/2019, 22/07/2019.



Figura 12. Preparazione all'immersione notturna all'interno della foce (foto Massimo Ponti).

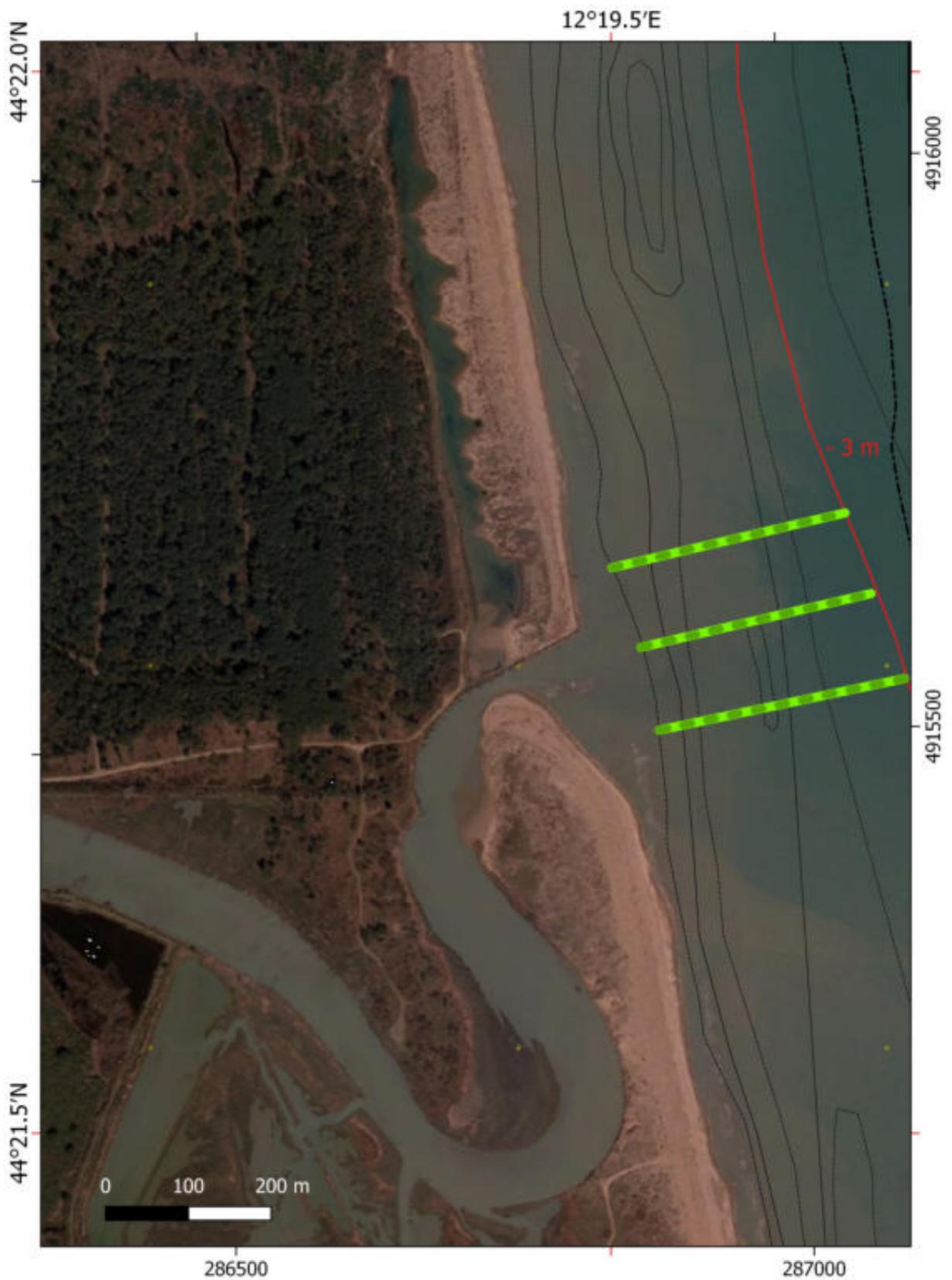


Figura 13. Transetti fotografici davanti alla foce del Torrente Bevano (mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica immagine da satellite del 2 aprile 2018 distribuita da Google Earth).

2.1.4 Rilievo foto aereo con drone

Grazie all'utilizzo di un drone DJI Phantom 3 è stato possibile ottenere materiale fotografico e videografico da ripresa aerea in prossimità dell'ecotone marino-costiero dell'area di studio, oltre alla documentazione visiva di tutta la porzione terminale del Torrente Bevano. I rilievi sono stati condotti in data 24/06/2019 (Figura 14). Con i dati ottenuti è stato possibile realizzare un cortometraggio riguardante l'area di studio.



Figura 14. Fase di decollo del drone (foto Massimo Ponti).

Tutti i rilievi e i campionamenti sono stati geo-referenziati mediante D-GPS (Garmin eTrex 30x, sistema WASS/EGNOS, precisione 1 m, accuratezza durante le operazioni < 5 m).

Tutti i campionamenti sono stati concordati e autorizzati dai Carabinieri Comando Ufficio Territoriale per la Biodiversità Punta Marina e dall'Ente Parco Regionale del Delta del Po dell'Emilia-Romagna. Per i rilievi in mare è stata avvisata la Capitaneria di Porto Guardia Costiera di Ravenna.

2.2 Analisi dei campioni biologici

Tutti gli organismi presenti di taglia superiore a 2,8 mm sono stati separati dal sedimento, classificati al miglior livello tassonomico possibile e contati. Dal numero d'individui è stata poi calcolata la densità (ind m⁻²) in funzione dell'area campionata.

2.3 Analisi granulometriche

I campioni disponibili sono stati divisi in due set, il primo (24 campioni) destinato ad analisi granulometriche di dettaglio, commissionate ad ARPAE, il secondo per analisi speditive eseguite presso i laboratori del CIRSA. Entrambi i set contenevano campioni equidistribuiti sull'intera area di studio. Alcuni campioni del primo set sono stati rianalizzati anche con il metodo speditivo per verificare la consistenza dei risultati ottenuti con i due metodi.

Per l'analisi dei 24 campioni analizzati da ARPAE, sono state definite 11 differenti classi granulometriche secondo la scala di Wentworth, mediante l'impiego del Setacciatore Multidimensionale IG/1/S (Giuliani Tecnologie srl, setacci certificati ASTM), seguendo le "Metodologie analitiche di riferimento - Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003) di Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare e ICRAM, p. 84": scheletro (> 2 mm), sabbia molto grossa (2-1 mm), sabbia grossa A (1-0,71 mm), sabbia grossa B (0,71-0,5 mm), sabbia media A (0,5-0,355 mm), sabbia media B (0,355-0,25 mm), sabbia fine A (0,25-0,18 mm), sabbia fine B (0,18-0,125 mm), sabbia finissima A (0,125-0,09 mm), sabbia finissima B (0,09-0,0625 mm), fanghi (<0,0625 mm). Per 3 dei 24 campioni analizzati da ARPAE è stata eseguita un'analisi di dettaglio della componente fangosa mediante sedigrafo Sedigraph III (Micrometrics Instrument Corp.), le classi dimensionali prescelte sono state: limo grosso A (0,0625-0,0442 mm), limo grosso B (0,442-0,0313 mm), limo medio A (0,0313-0,0221 mm), limo medio B (0,0221-0,0156 mm), limo fine A (0,0156-0,011 mm), limo fine B (0,011-0,0078 mm), limo finissimo A (0,0078-0,0055 mm), limo finissimo B (0,0055-0,0039 mm), argille A (0,0039-0,0028 mm), argille B (0,0028-0,002 mm), argille C (< 0,002 mm). I dati sono stati espressi in percentuali in peso secco.

L'analisi granulometrica speditiva è stata eseguita per via umida utilizzando setacci (Giuliani Tecnologie S.r.l., certificati ASTM) rispettivamente a maglia 0,250 mm e a 0,063 mm posti in colonna all'interno di una vaschetta di raccolta, così da poter ottenere 3 differenti classi granulometriche, ognuna delle quali percentualizzata sul totale: sabbie medie (> 0,250 mm), sabbie fini (0,250 e a 0,063 mm), fanghi (<0,063 mm). Una volta

separate le differenti classi granulometriche, la loro percentuale sul peso totale è stata ricavata utilizzando un sistema di filtraggio con filtri in carta precedentemente pesati utilizzando una bilancia analitica con precisione di 0,00001 g (Kern 776). Una volta filtrata ogni singola componente, si è proceduto all'essiccazione in stufa (MMM Venticell 111) a 80 °C per 24 ore, al termine delle quali sono state rilevate le masse delle singole componenti mediante l'utilizzo della bilancia analitica, sottraendo la tara del filtro dalla massa totale essiccata. Anche in questo caso i dati sono stati espressi in percentuali in peso secco.

2.4 Analisi della sostanza organica

Il contenuto di sostanza organica dei sedimenti è stato ottenuto con il metodo della perdita percentuale di peso per incenerimento (LOI%, ovvero *Loss of ignition*), secondo la formula:

$$\text{LOI \%} = \frac{\text{peso secco} - \text{peso delle ceneri}}{\text{peso secco}}$$

A tale scopo, i sedimenti, posti in contenitori di ceramica precedentemente pesati, sono stati prima essiccati a 80 °C per 24 ore e successivamente inceneriti esponendoli a 450°C per 8 ore in muffola (Incofar ZE). Tutte le pesate, prima e dopo l'incenerimento, sono state eseguite con bilancia analitica con precisione di 0,00001 g (Kern 776).

2.5 Elaborazione e restituzione dei dati

La georeferenziazione mediante GPS di tutte le immagini raccolte durante i campionamenti bentonici e i rilievi foto/videografici è stata effettuata sincronizzando gli orologi dei diversi strumenti e utilizzando il software di sincronizzazione GeoSetter⁵

L'analisi della distribuzione delle abbondanze degli organismi e le caratteristiche dei sedimenti è stata realizzata con il metodo d'interpolazione geostatistica Kriging (Jerosch et al., 2006), con grid di 1 arcesc, mediante l'impiego del software Surfer della Golden Software⁶, mentre le relative mappe sono state prodotte con il software QGIS⁷.

I grafici triangolare descrittivi le frazioni dei sedimenti sono stati realizzati utilizzando il software OriginPro 7 di OriginLab⁸.

⁵ <https://www.geosetter.de>

⁶ <https://www.goldensoftware.com/products/surfer>

⁷ <https://qgis.org/it/site/>

⁸ <https://www.originlab.com/>

3 AZIONI SVOLTE E DATI ACQUISITI

I dati acquisiti hanno permesso la definizione dei tematismi cartografici che caratterizzano l'area di studio.

3.1 Indagine batimetrica

Le batimetrie rilevate in sede di analisi, opportunamente corrette con l'altezza della marea al momento delle misurazioni, hanno confermato la attendibilità alla scala di studio dei rilievi batimetrici di dettaglio dell'area costiera della Regione Emilia-Romagna più recenti⁹. In particolare il limite della zona SIC/ZPS IT4070009 coincide di massima con la batimetrica dei -3 m (MLLW). L'area indagata nel presente studio si estende fino a -8 m di profondità (MLLW) che si raggiungono mediamente a 1 miglio nautico dalla linea di riva (Figura 15).

Per quanto riguarda la zona lagunare e l'interno della foce del Torrente Bevano, la profondità, compresa da 0 a 2 m, è risultata estremamente variabile per l'abbondante presenza di avvallamenti e rialzi lungo tutto l'alveo.

⁹ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-mare-costa>

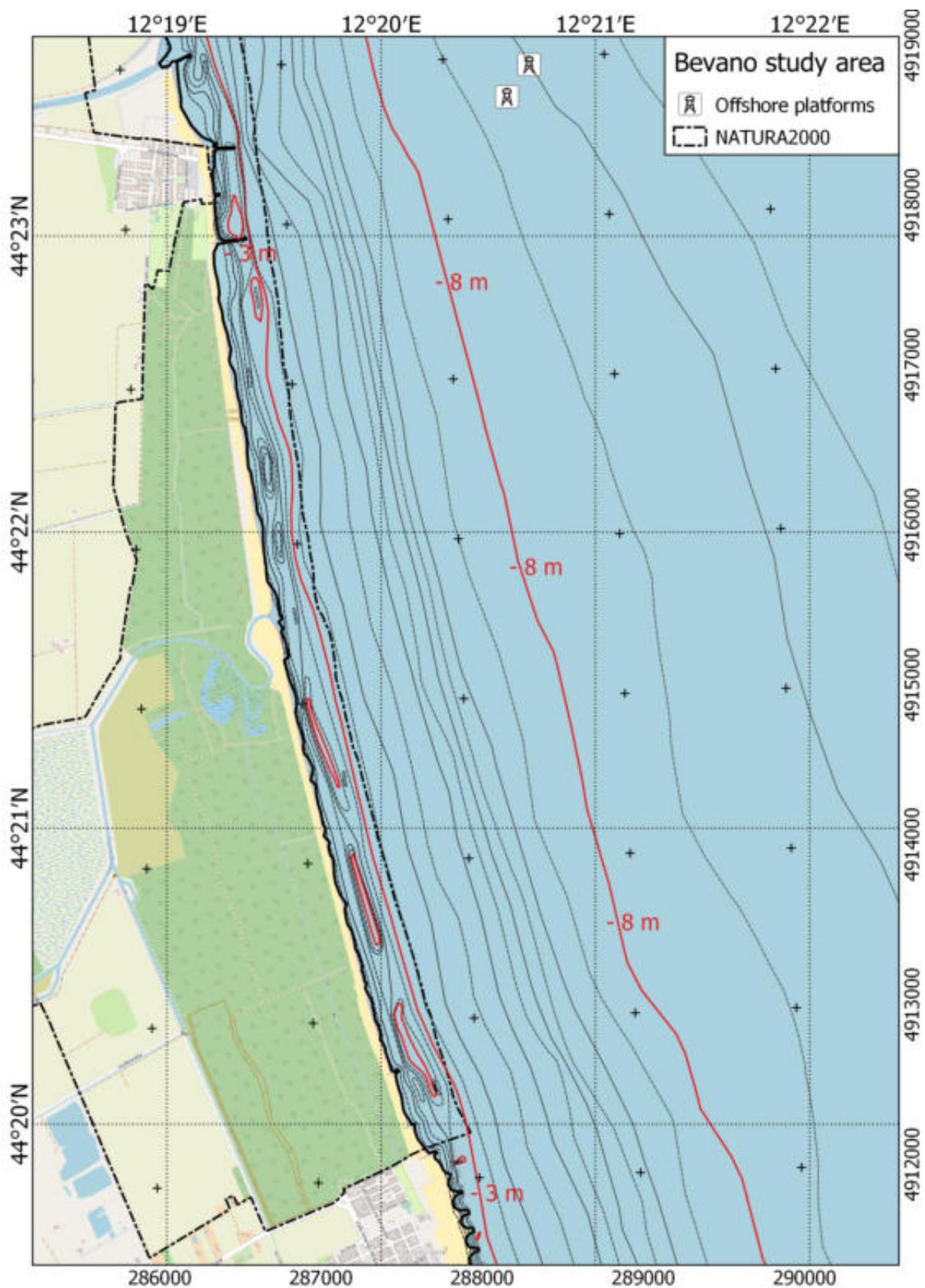


Figura 15. Mappa batimetrica dell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

3.2 Indagine sedimentologica

Nell'area marina prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 le analisi granulometriche indicano la prevalenza di sabbie fini ben calibrate che caratterizzano i sedimenti da 1 a 7-8 m di profondità (Figura 16). All'interno dell'area indagata si osserva comunque un gradiente regolare da sabbie medie ($> 0,25$ mm) in prossimità della riva (0-1 m di profondità; Figura 17) a sabbie fini (0,25 mm - 0,063 mm) che occupano con percentuali elevate (60-90%) gran parte dell'area di studio (Figura 18), fino a una maggiore presenza di fango ($< 0,063$ mm) dal 30 al 60%, nelle zone più al largo (Figura 19). La zona di mare con la maggiore abbondanza di sabbia media è quella immediatamente a ridosso della foce. Questi andamenti sono strettamente legati alla capacità di trasporto e dispersione dei diversi sedimenti da parte delle correnti fluviali e marine. Il contenuto di sostanza organica risulta coerente con la tipologia dei sedimenti: abbiamo infatti un andamento crescente a mano a mano che ci allontaniamo dalla linea di costa, con tendenza ad avere i massimi valori (3.5%) nella porzione più al largo e settentrionale dell'area campionata (Figura 20).

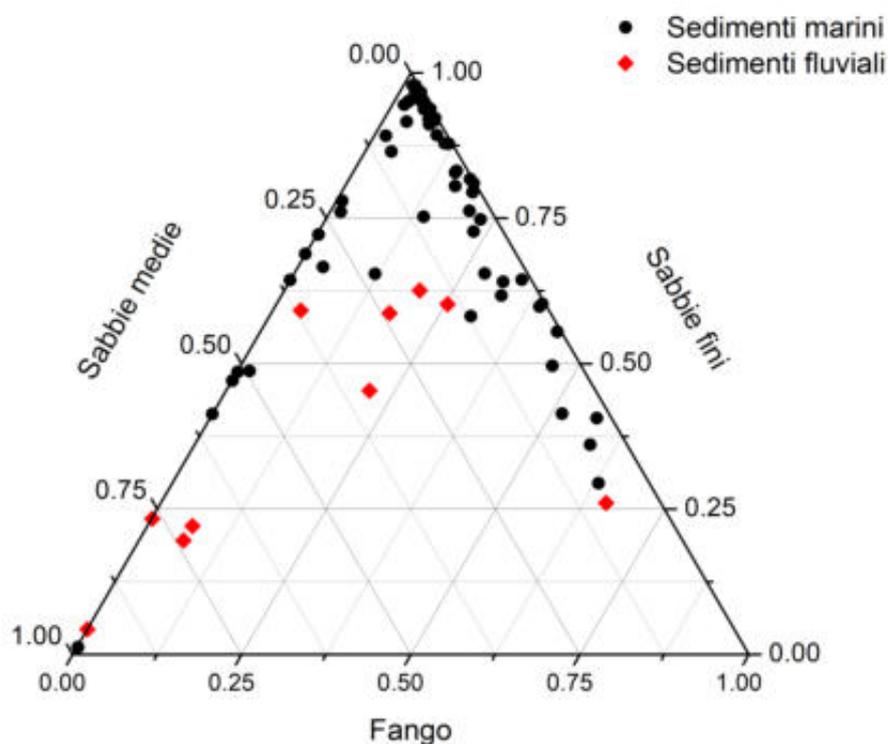


Figura 16. Grafico triangolare della composizione granulometrica dei sedimenti campionati.

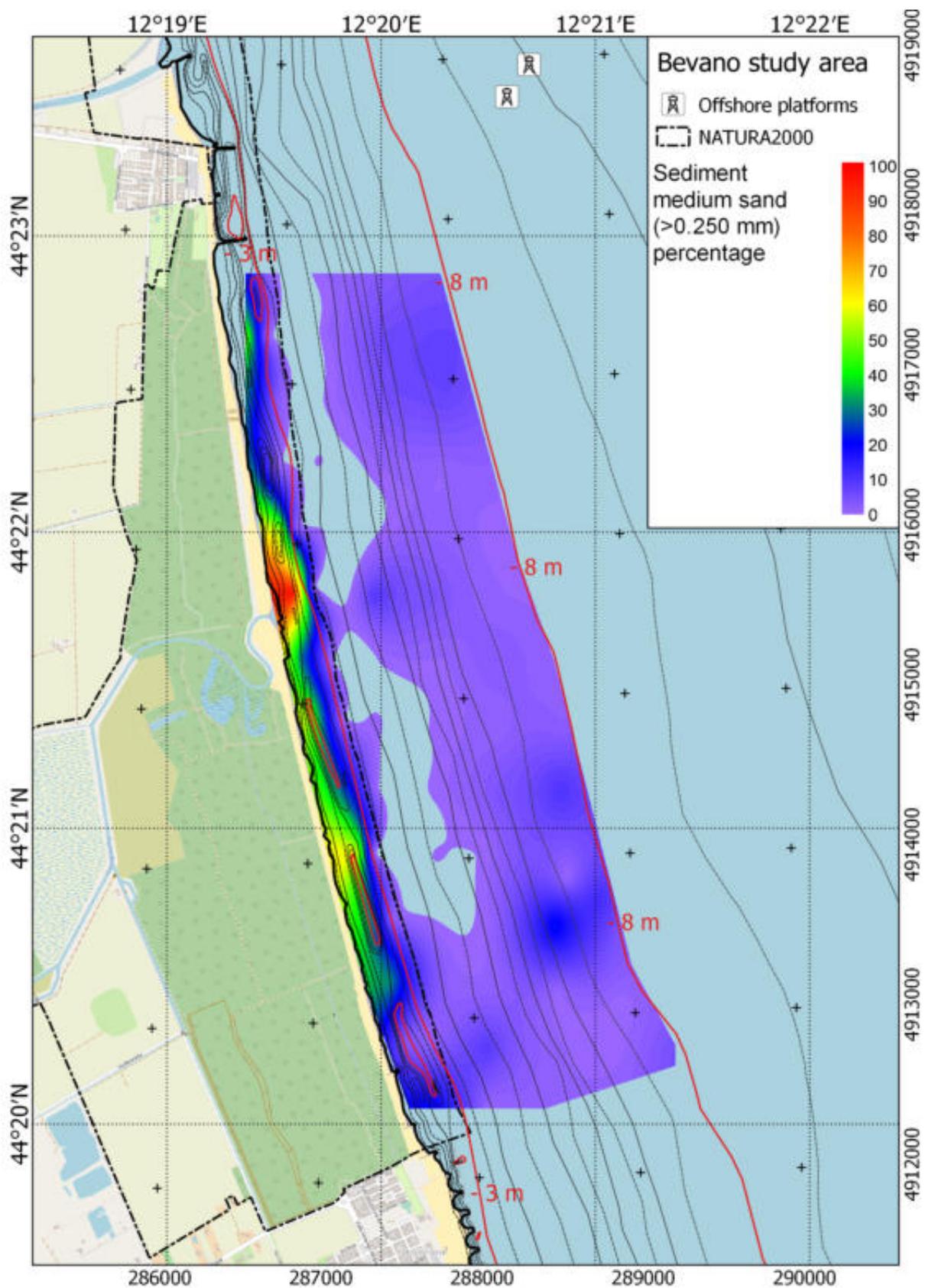


Figura 17. Mappa di distribuzione delle sabbie medie nell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

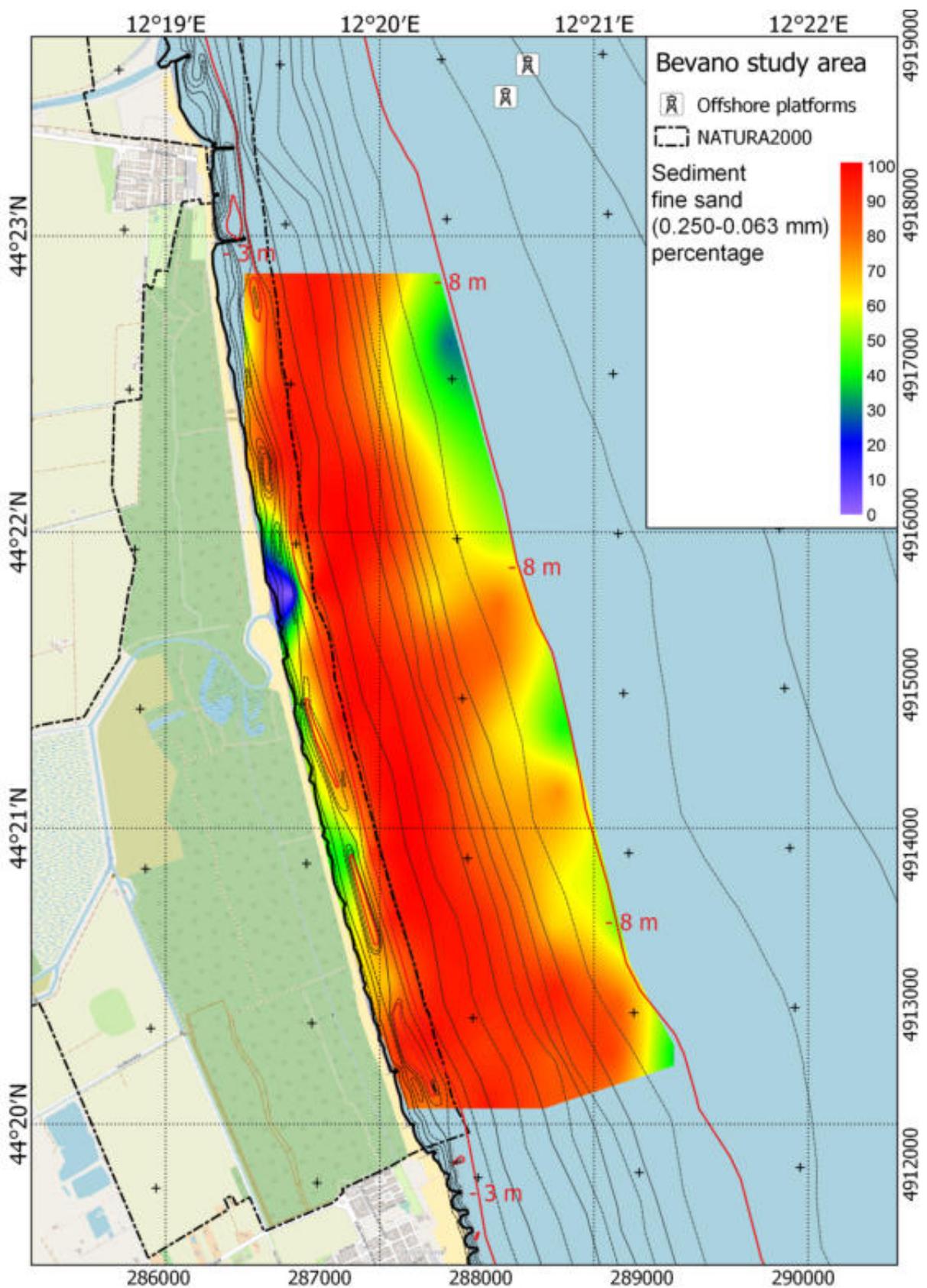


Figura 18. Mappa di distribuzione delle sabbie fini nell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

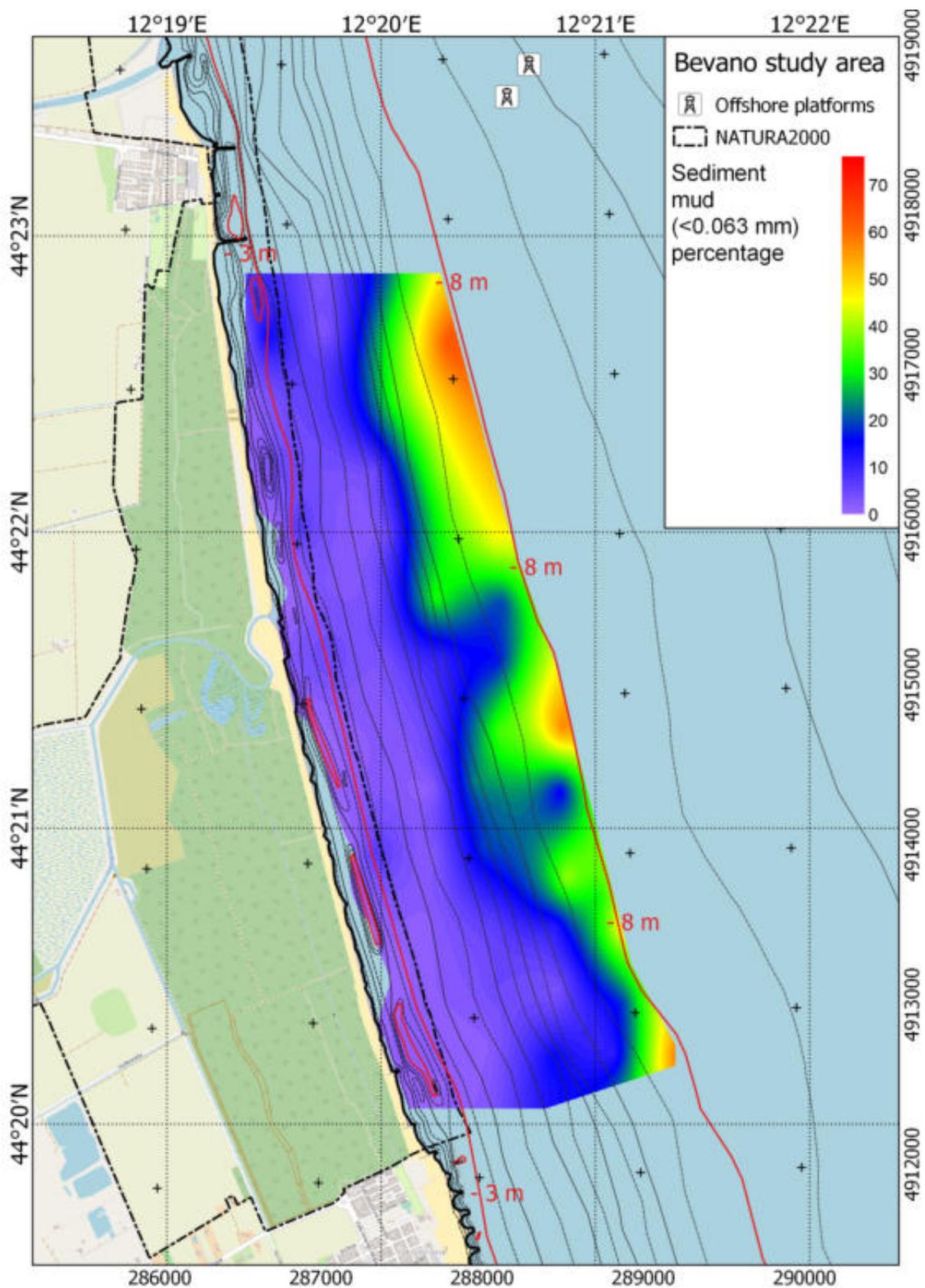


Figura 19. Mappa di distribuzione dei sedimenti fangosi nell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

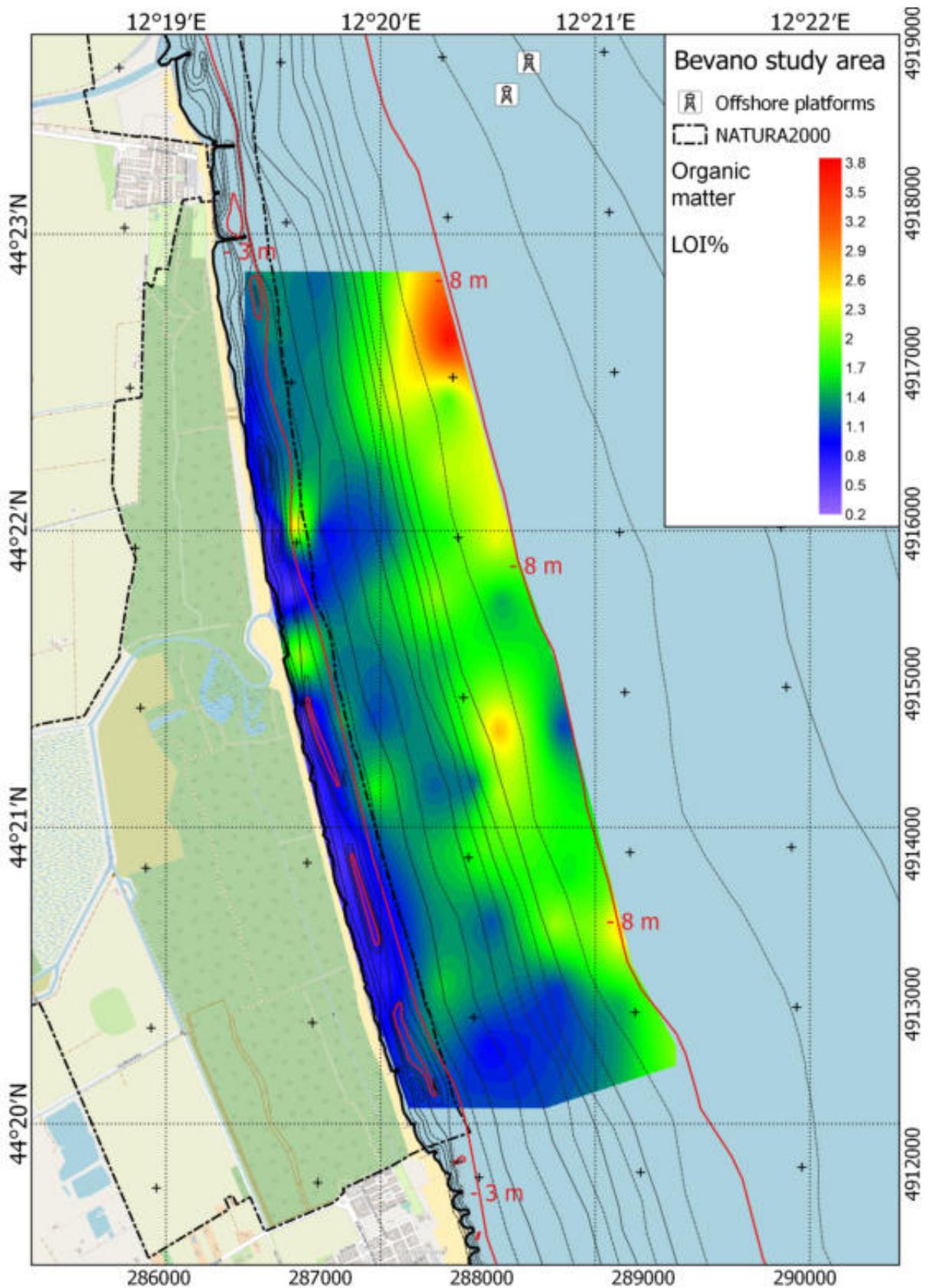


Figura 20. Mappa di distribuzione della sostanza organica, in termini di LOI%, nell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

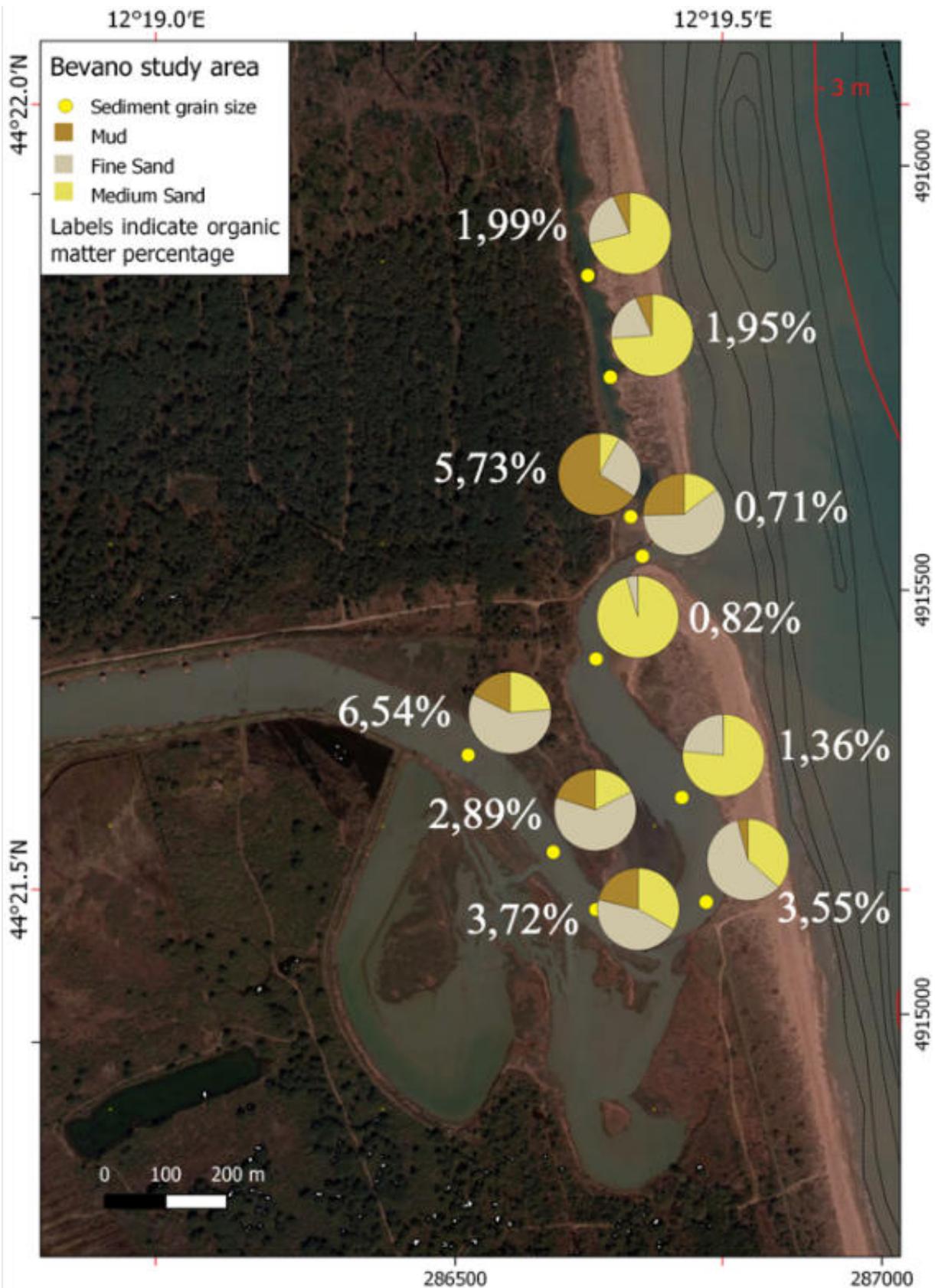


Figura 21. Percentuali di sostanza organica, in termini di LOI%, e proporzioni di sabbie medie, sabbie fini e fango nei punti di campionamento all'interno della foce (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica immagine da satellite del 2 aprile 2018 distribuita da Google Earth).

Nella porzione terminale del Torrente Bevano si osserva una diminuzione verso valle della frazione fangosa e di sabbie fini, con un incremento della porzione sabbiosa media. In corrispondenza della comunicazione tra foce e laguna retrodunale, osserviamo una inversione di tendenza, dovuta probabilmente alla grande quantità di fanghi presente nella porzione più meridionale della laguna stessa (Figura 21). La porzione centrale e settentrionale del piccolo bacino litorale presentano una marcata abbondanza della frazione delle sabbie, nel loro insieme, rispetto alla quantità di fanghi. La sostanza organica rilevata nel torrente ha evidenziato come ci sia un andamento coerente con la distribuzione dei sedimenti, con un massimo di oltre 6,5% nelle zone più interne (corrispondenti alla presenza dei letti di ostriche), ed un graduale decremento verso foce. Un trend simile, benché inverso, si osserva anche per la laguna, con il valore massimo in corrispondenza della porzione subito antistante la confluenza tra questa e la foce del torrente.

3.3 Valutazioni sulle popolazioni delle due specie di vongola: comune e verace

La principale specie di interesse commerciale individuata nell'area marina adiacente la Foce Bevano è il mollusco bivalve *Chamelea gallina* (Linnaeus 1758) mentre all'interno della foce desta interessa la presenza del mollusco bivalve *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve 1850).

3.3.1 *Chamelea gallina* (vongola adriatica, vongola comune, lupino, poverazza)

Questa specie è diffusa in Mar Mediterraneo, ma si può ritrovare anche nel Mar Nero, nel Mar Caspio e lungo le coste atlantiche dal Marocco alla Norvegia. In Adriatico è ritrovata più frequentemente tra i 3 e i 6 metri di profondità, ma la sua distribuzione ricopre un'area più ampia (dall'intertidale fino a 15 m). Data la predilezione per sedimenti costituiti da sabbie medie e fini (talvolta anche finissime), *C. gallina* è spesso ritrovata in associazione con il polichete tubicolo *Owenia fusiformis*, che usa formare tubi di muco e granelli di sabbia per la protezione e la stabilità nei sedimenti stessi (Pérès & Picard, 1964).

C. gallina (Figura 22) è caratterizzata da un elevato interesse commerciale, a tal punto che la sua abbondanza in Adriatico, ma anche in altre zone del Mediterraneo, è diminuita per il sovrasfruttamento degli stock durante gli ultimi 50 anni. La pressione di prelievo è aumentata in modo rilevante anche a causa della recente riduzione della taglia minima commerciabile decisa solamente per i mari italiani; si è passati infatti da 25 mm di

lunghezza (normative nazionali DPR 02/10/1968 n. 1639 e Regolamento per l'esercizio della Legge 14/07/1965 n. 963; normative comunitarie CE 1967/2006) a 22 mm (D.M. 27/12/2016, G.U. n. 8 11/01/2017, Deroga triennale dal 01/01/2017 al 31/12/2019). Questa specie presenta un lento tasso di crescita (15-18 mm di grandezza entro il primo anno, dove raggiunge la maturità sessuale, fino a due anni per arrivare a 22-25 mm) e raggiunge le dimensioni massime di 50 mm in 8 anni, inoltre, il tasso di sopravvivenza nelle fasi giovanili di circa 1 individuo su 10000. Al fine di poter garantire la sopravvivenza della specie, il recupero degli stock e, di conseguenza, l'innalzamento della qualità della risorsa pescata è evidente che si devono operare degli interventi di tutela (Pellizzato e Penzo, 2011).



Figura 22. Immagine della vongola comune *Chamelea gallina* su fondale sabbioso davanti alla foce del Torrente Bevano (foto Attilio Rinaldi).

Come gran parte delle specie native, la sopravvivenza della "nostra" vongola dipende strettamente dalle condizioni ambientali delle acque in cui vive. *C. gallina* è assai sensibile alle prolungate crisi anossiche, alla diminuzione della salinità delle acque e all'aumento delle temperature, fattori che, sommati, possono rendere tale organismo ancora più soggetto a patologie e morie come infezioni da parte dei protozoi. Inoltre, essendo organismi filtratori, hanno rapporti diretti con le fonti nutritive rappresentate dal fitoplancton, il quale, con la riduzione degli apporti di nutrienti da parte delle acque

fluviali (fosfati, nitrati), è diminuito in termini di abbondanza, con ripercussioni sugli stock di vongole adriatiche (Ponti e Fava, 2011).

Lo sforzo di pesca è drasticamente aumentato: il classico "rastrello a mano" degli anni '70 è stato del tutto soppiantato dall'introduzione degli attrezzi da pesca più moderni, quali le draghe turbosoffianti. Ciò ha permesso di estendere la raccolta di questi bivalvi fino a profondità di 12 metri, dove risiedono popolamenti che rappresentavano una importante riserva di riproduttori della risorsa adriatica (Romanelli et al., 2009). L'impiego delle nuove tecniche di pesca ha contribuito al degrado ambientale dei fondi molli, soprattutto nei confronti di organismi più piccoli o con gusci più fragili rispetto alle vongole (come le telline) che possono risentire negativamente dello stress meccanico, con ripercussioni ulteriori sulla rete trofica marina.

I risultati del presente studio hanno rilevato una elevata densità di vongole comuni nella fascia batimetrica compresa tra i 3 e i 6 m di profondità, con i valori maggiori, fino ad oltre 3000 ind. m⁻², proprio di fronte alla foce del Torrente Bevano (Figura 23). Va sottolineato come la maggior parte degli individui rinvenuti siano giovanili, non oltre il primo anno di età (12-15 mm) non in grado di riprodursi, mentre gli individui sessualmente maturi erano rari. Dato l'elevato interesse commerciale rappresentato da questa specie, la salvaguardia della risorsa esige l'adozione di strumenti di gestione più stringenti che ne permettano la salvaguardia e la sostenibilità nel tempo lungo le coste di tutto il nord Adriatico.

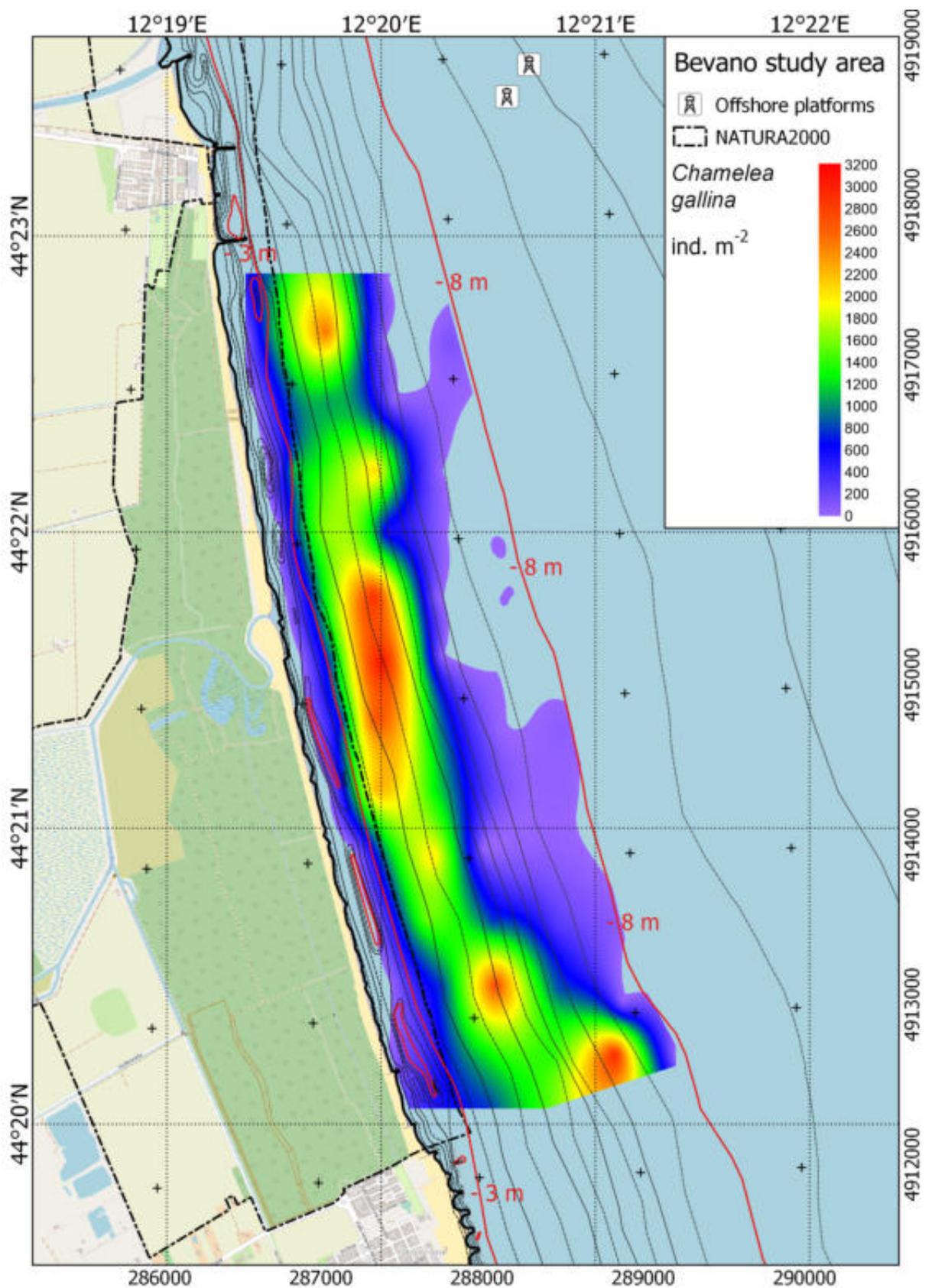


Figura 23. Mappa di distribuzione della vongola comune, *Chamelea gallina*, nell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

3.3.2 *Ruditapes philippinarum* (vongola verace)

Specie originale dell'area indo-pacifica, definibile oggi come specie ubiquitaria a causa dell'introduzione lungo le coste pacifiche nord-americane (introdotta involontariamente mediante seme di ostrica giapponese) ed europee (introdotta a fini commerciali da un ricercatore britannico nei primi anni '70). Data la particolare rapidità di crescita, l'elevata tolleranza a vari fattori di stress ambientale ed agli agenti patogeni, e le caratteristiche organolettiche, essendo molto carnosa e apprezzata, questa specie è stata utilizzata in maricoltura anche in Portogallo, Spagna, Irlanda e Italia, dove nel 1983 è stata introdotta nella Laguna di Venezia. Da qui, *R. philippinarum* si è espansa lungo le coste nord- e centro-adriatiche ed ha soppiantato la specie nativa *Ruditapes decussatus* (Linnaeus 1758), dalla quale si distingue morfologicamente dalla conformazione dei sifoni: *R. philippinarum* li presenta uniti per i 2/3 della lunghezza totale, mentre in *R. decussatus* i due sifoni sono separati. Dal fenotipo delle valve esterne, infatti, non è facile distinguerle: entrambe crescono fino a 8 cm (sebbene in tempi molto differenti) e presentano motivi variabili di rugosità e cromatici (Pellizzato e Penzo, 2011).

R. philippinarum predilige ambienti bentonici fangosi – sabbiosi (lagune, paludi, alvei fluviali in prossimità delle foci) e può insediarsi fino a 15 cm di profondità nei sedimenti. Riesce a raggiungere la maturità sessuale dopo circa un anno (15-20 mm), aumentando la fecondità in base alla taglia (picco massimo intorno ai 30-40 cm).

Entrambe le specie *Ruditapes* iniziano la gametogenesi alla fine dell'inverno, quando le temperature delle acque aumentano, fino all'emissione dei primi gameti che avviene attorno ai 20 °C, con un incremento esponenziale durante il periodo estivo. Come per molti altri bivalvi, anche queste due specie di vongole presentano un ciclo di vita caratteristico: essendo entrambe specie gonocoriche, dopo la fecondazione esterna dei gameti si hanno le fasi di trocofora, veliger e pediveliger (sommati assieme, della durata variabile di giorni-settimane), fino all'impianto nei sedimenti che porta alla metamorfosi dell'individuo, il quale inizierà ad accrescersi (da giovanile quindi ad adulto) (Pellizzato e Penzo, 2011).

Sebbene più tollerante, anche la vongola filippina risente delle variazioni di temperatura e di concentrazione di ossigeno nelle acque. I banchi costieri di questa specie, ad oggi, risultano assai scarsi rispetto alle aree di semina ed allevamento soprattutto all'interno delle lagune (Ponti et al., 2017). Questa specie, rispetto ad altri bivalvi filtratori, presenta un elevato tasso di accrescimento e di aumento della biomassa il che la rende un forte

competitore che ha contribuito negli anni alla riduzione delle popolazioni di *Ruditapes decussatus* e *Cerastoderma glaucum*.

La pesca di questa specie viene effettuata con attrezzi quali le i rastrelli manuali (rasca), le "rusche" (ovvero "rasca" da traino) o con l'impiego di piccole imbarcazioni con motori fuoribordo le cui eliche vengono immerse nel fango e che creano profondi solchi nei sedimenti e sono responsabili della risospensione di grandi quantità di sedimenti fangosi che persistono a lungo e vengono trasportati dalle correnti. Questi effetti possono avere conseguenze negative sulle capacità fotosintetiche dei produttori primari, con conseguenze sulla rete trofica (Ponti e Fava, 2011).

3.4 Indagine sui popolamenti bentonici

3.4.1 Zona di foce e alveo fluviale

All'interno dell'alveo fluviale e nella laguna retrodunale i popolamenti bentonici variano in funzione della distanza dalla foce, e quindi delle caratteristiche granulometriche, nonché con la profondità, estremamente variabile per le dune e avvallamenti presenti, e con la distanza dalla riva (Figura 25). Nella laguna retrodunale, a nord della foce con cui è in diretta comunicazione, sono abbondanti i giovanili di vongola verace *Ruditapes philippinarum*, è presente anche il bivalve edule *Cerastoderma glaucum* (Bruguière 1789). In alcuni tratti si osservano numerose tane (buchi nel fango) del gamberetto di estuario *Upogebia pusilla* (Petagna 1792) (Figura 24). Questa specie svolge un ruolo importante nei processi di bioturbazione dei sedimenti ed è una preda elettiva per molte specie ittiche, anche di interesse commerciale (e.g. *Anguilla anguilla*).



Figura 24. Immagine del gamberetto *Upogebia pusilla* (foto Attilio Rinaldi).

All'interno dell'alveo fluviale, procedendo dalla foce verso l'interno, man mano che i sedimenti diventano più fangosi la densità delle tane di *Upogebia pusilla* aumenta, inoltre dopo la prima ansa sono presenti banchi di ostriche (Figura 26 e Figura 27).

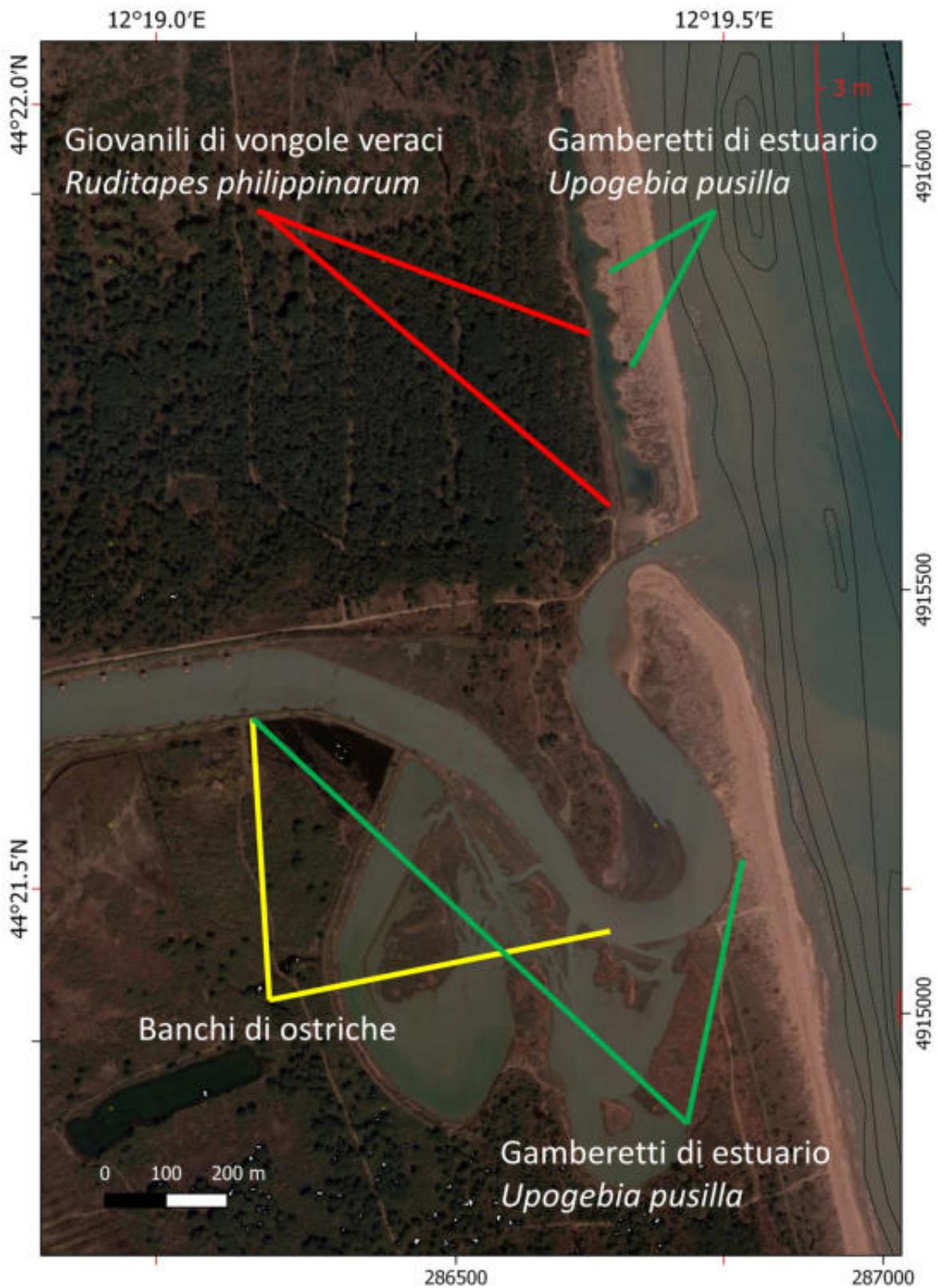


Figura 25. Principali caratteristiche dei popolamenti all'interno della foce (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica immagine da satellite del 2 aprile 2018 distribuita da Google Earth).



Figura 26. Banchi di ostriche parzialmente visibili lungo le rive durante la bassa marea (Foto Massimo Ponti).



Figura 27. Ostriche visibili lungo le rive durante la bassa marea (Foto Massimo Ponti).

3.4.2 Area marina costiera

Nell'area marina adiacente la Foce Bevano, oltre alla vongola comune, sono risultate abbondanti altre specie bentoniche. Tra questi il polichete tubicolo *Owenia fusiformis* Delle Chiaje 1844 (Figura 28) raggiunge una densità massima di oltre 2000 ind. m⁻², ha una distribuzione che rispecchia abbastanza quella della vongola comune, con cui condivide alcune esigenze in termini di caratteristiche dell'habitat (Figura 29).



Figura 28. Immagine del polichete *Owenia fusiformis* (da WoRMS - World Register of Marine Species, <http://www.marinespecies.org>).

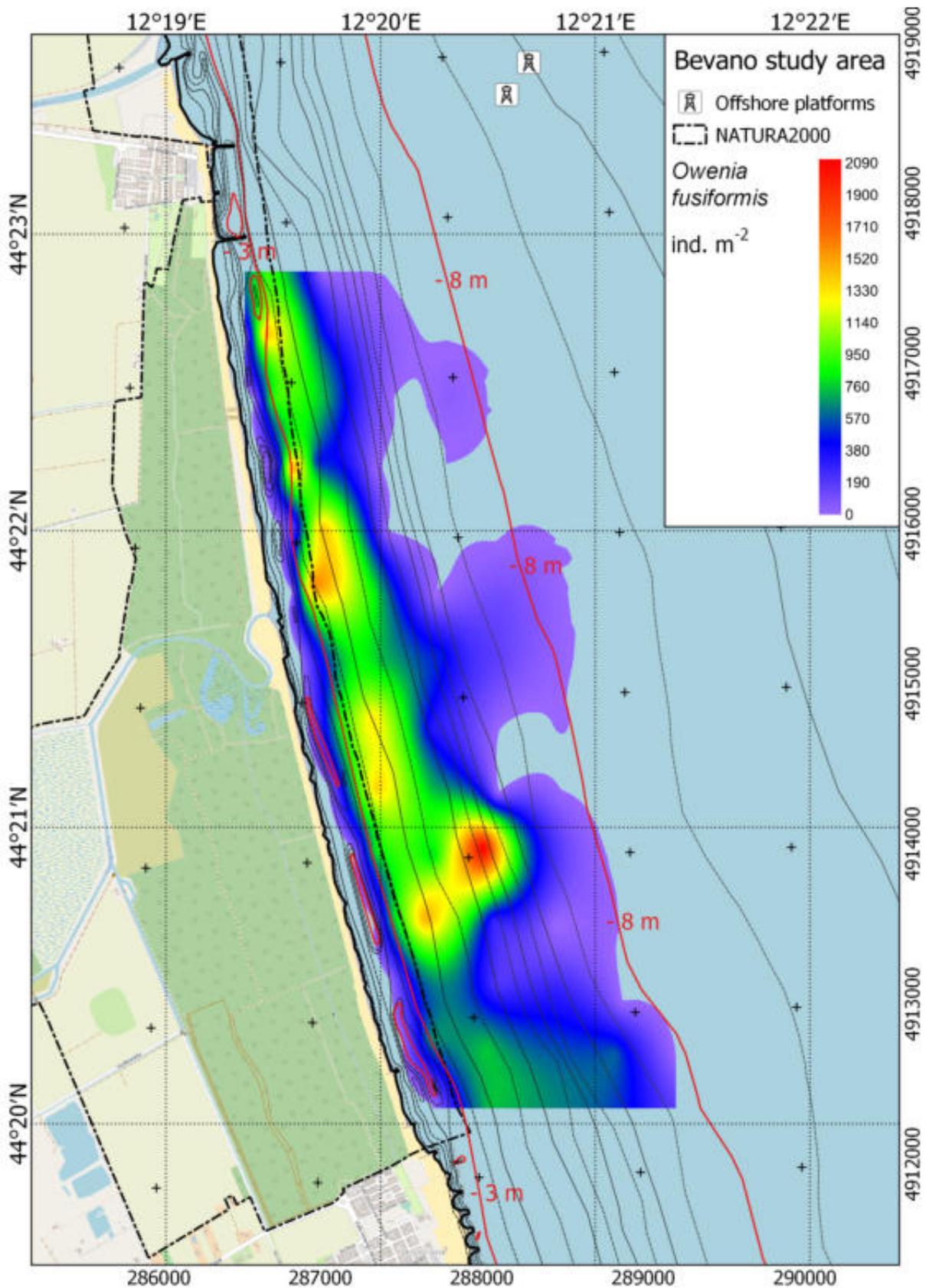


Figura 29. Mappa di distribuzione del polichete *Owenia fusiformis* nell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

Il gasteropode *Tritia neritea* (Linnaeus 1758) (= *Cyclope neritea*; Figura 30) nell'area di studio raggiunge una densità massima di oltre 220 ind. m⁻² e che coincide con le aree ad alta densità di *O. fusiformis* (Figura 34). Entrambe queste specie svolgono un ruolo importante nel ciclo della sostanza organica nei sedimenti.



Figura 30. Immagine del gasteropode *Tritia neritea* (foto Attilio Rinaldi).

Il bivalve *Peronaea planata* (Linnaeus 1758) (= *Tellina planata*) ha una distribuzione particolare e in un'area in prossimità della riva raggiunge densità di oltre 140 ind. m⁻² (Figura 35). Tra i bivalvi presenti nell'area si segnalano *Macra stultorum* (Linnaeus 1758) e la specie non indigena *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga 1906), rispettivamente in Figura 31 e Figura 32. Per i gasteropodi è rilevante la presenza della specie non indigena *Rapana venosa* (Valenciennes 1846) (Figura 33).



Figura 31. Immagine del bivalve *Mactra stultorum* (foto Attilio Rinaldi).



Figura 32. Immagine del bivalve *Anadara kagoshimensis* (foto Attilio Rinaldi).



Figura 33. Immagine del gasteropode *Rapana venosa* (foto Attilio Rinaldi).

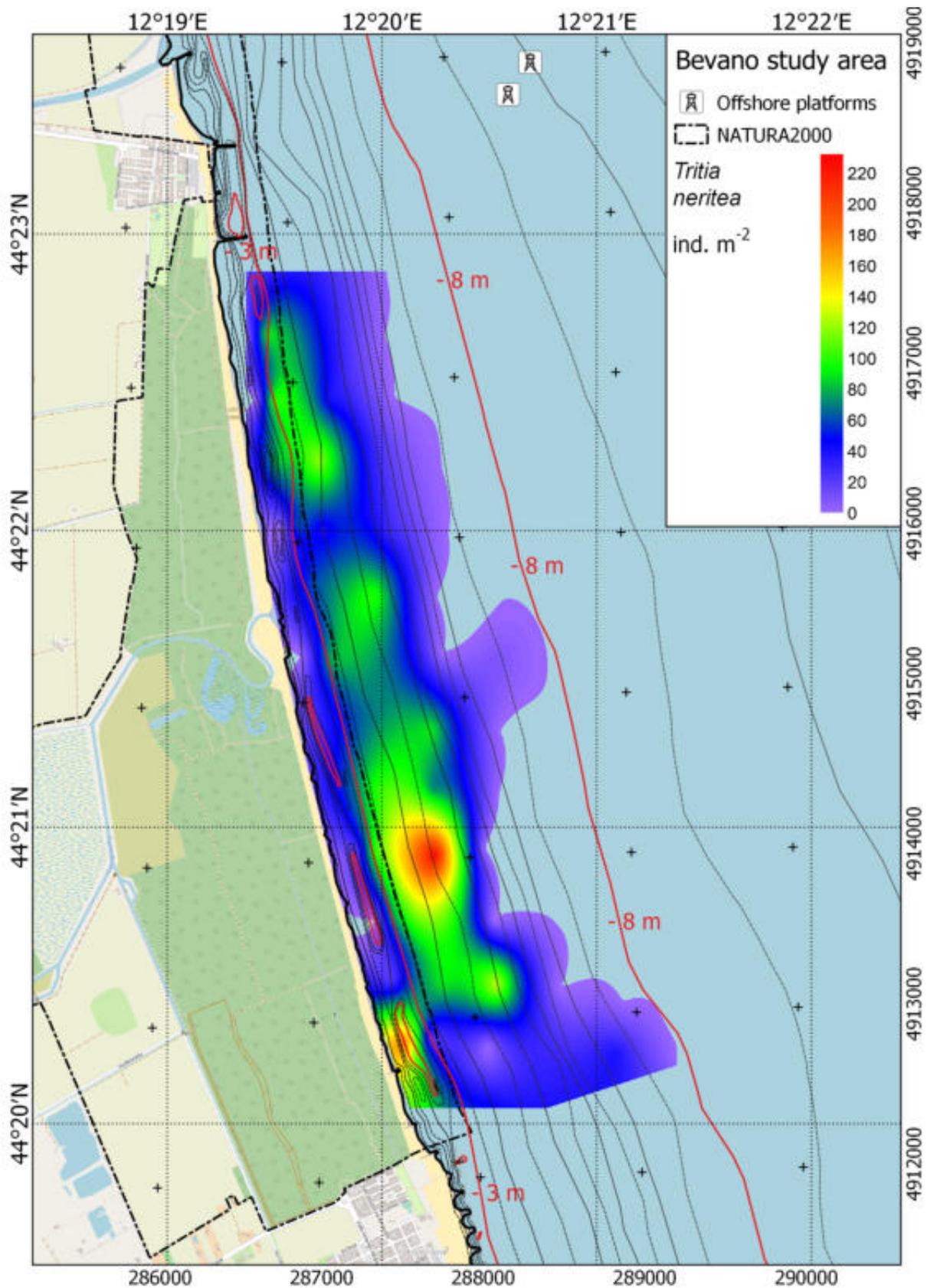


Figura 34. Mappa di distribuzione del mollusco gasteropode *Tritia neritea* nell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

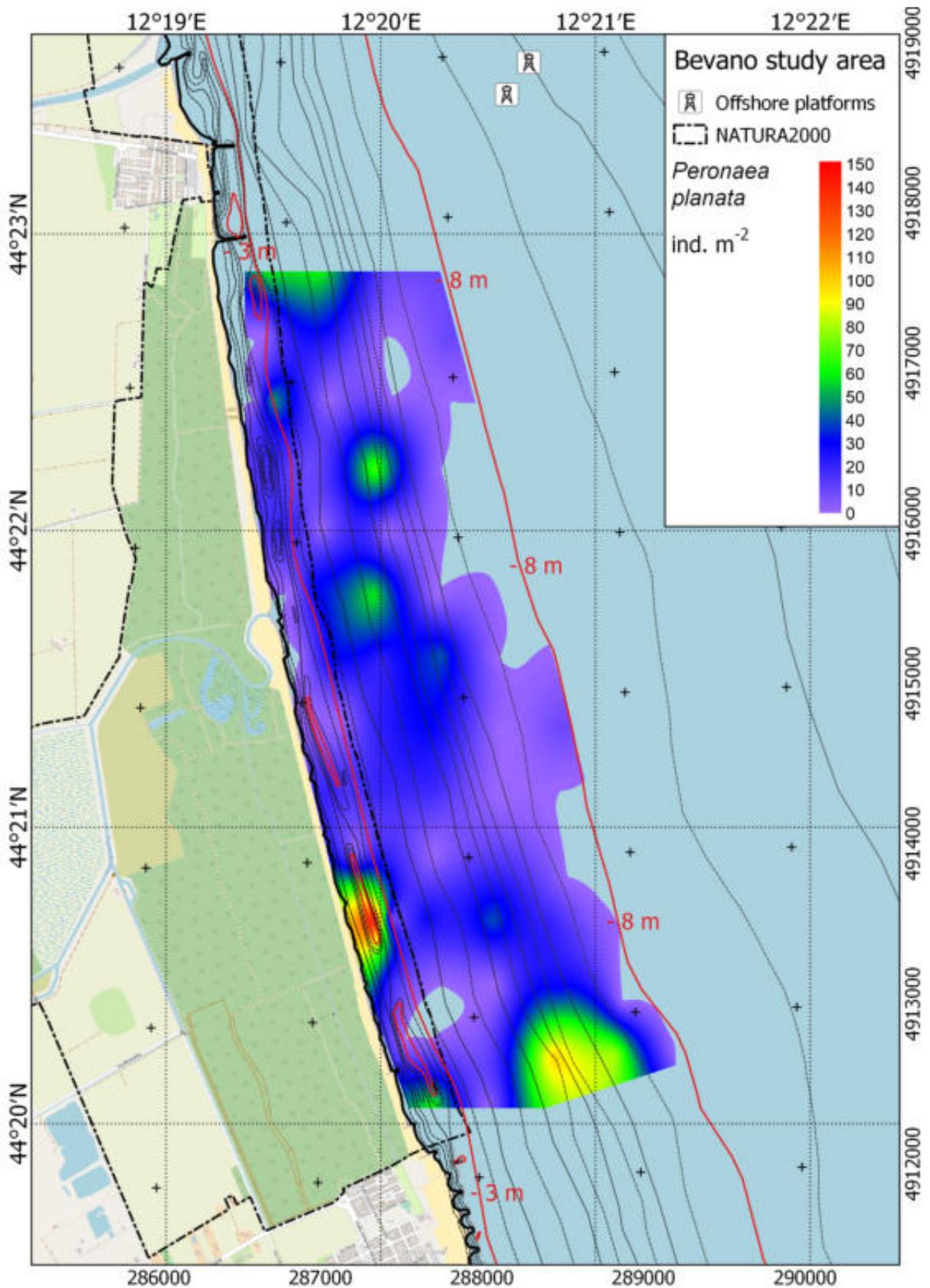


Figura 35. Mappa di distribuzione del mollusco bivalve *Peronaea planata* nell'area di studio prospiciente il SIC/ZPS IT4070009 (isobate RER 2000, profondità MLLW, mappa in proiezione di Mercatore, coordinate geografiche WGS84, coordinate chilometriche UTM33 WGS84, base cartografica terrestre Google Maps).

I crostacei presenti nel tratto di mare antistante la foce del Torrente Bevano comprendono i granchi *Carcinus aestuarii* Nardo 1847 e *Liocarcinus vernalis* (Risso 1827) (Figura 36) e la mazzancolla *Penaeus kerathurus* (Forskål 1775), quest'ultima specie di grande interesse commerciale (Figura 37), oltre a paguri come *Diogenes pugilator* (Roux 1829) normalmente presenti all'interno di conchiglie di *Tritia nitida* (Jeffreys 1867) (= *Nassarius nitidus*).



Figura 36. Immagine dei i granchi *Carcinus aestuarii* a sinistra e *Liocarcinus vernalis* a destra (foto Attilio Rinaldi).



Figura 37. Immagine della mazzancolla *Penaeus kerathurus* (foto Attilio Rinaldi).

Una rassegna delle immagini fotografiche delle specie bentoniche è fornita nel DVD allegato e visionabile tramite il sito web <https://focebevano.jimdofree.com>.

3.5 Rilevamento con drone dell'ecotone marino-costiero

Il volo effettuato con il drone ha portato alla realizzazione di un documentario che illustra le caratteristiche dell'area e alcuni dei principali risultati di questo studio. Le immagini aeree permettono di apprezzare il paesaggio costituito dal fiume e dalla sua foce, circondati da lagune, pinete e dune costiere (Figura 38). Le immagini permettono anche di osservare la presenza dei banchi di ostriche, parzialmente affioranti lungo le rive in condizioni di bassa marea. Il documentario in DVD è allegato alla presente relazione e visionabile tramite il sito web <https://focebevano.jimdofree.com>.



Figura 38. Immagine aerea dell'area di studio da drone (foto Simone Modugno).

4 PROPOSTE DI INTERVENTI PER LA VALORIZZAZIONE E LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE

4.1 Sintesi dei risultati acquisiti

Lo studio realizzato ha consentito di caratterizzare gli ambienti acquatici e i popolamenti bentonici nel tratto terminale del Torrente Bevano e nel tratto di mare antistante alla foce l'area sottoposta a vincoli di protezione ambientale (Riserva Naturale dello Stato, Stazione del Parco regionale del delta del Po e SIC/ZPS IT4070009) che va da Lido di Dante a Lido di Classe,.

4.1.1 Zona di foce e alveo fluviale

L'alveo fluviale nel tratto terminale e la laguna retrodunale sono caratterizzati da fondali molto eterogenei, con sedimenti variabili dalla sabbia fine e media in prossimità della foce, fino al fango man mano che si risale il fiume. I popolamenti bentonici sono altrettanto variabili in funzione delle caratteristiche idrodinamiche e sedimentologiche. Nella laguna retrodunale, che si estende a nord dell'attuale foce del Torrente Bevano, sono presenti individui giovanili della vongola verace *Ruditapes philippinarum* e del bivalve edule *Cerastoderma glaucum*. La zona può, pertanto, essere considerata un'area di nursery per queste specie d'interesse commerciale.

All'interno della porzione terminale dell'alveo fluviale, in corrispondenza dell'ultima ansa del Torrente Bevano e nei 500 m a monte, sono presenti letti di ostriche. Tali letti costituiscono "biocostruzioni" importanti sia per l'elevata diversità specifica dei popolamenti che ospitano sia per il consolidamento dei fondali fangosi, costituendo quindi una barriera naturale contro i processi di erosione costiera. Questi popolamenti sono altresì ricchi di crostacei, come il gamberetto *Upogebia pusilla*, policheti e altri molluschi che costituiscono il *pabulum* essenziale, in particolare per le fasi giovanili, di numerose specie ittiche, anche d'interesse commerciale, come anguille, branzini, orate, che qui possono trovare alimentazione e rifugio durante alcune fasi delicate, ad esempio riproduzione e stadi giovanili, o per l'intero ciclo vitale, secondo la specie.

4.1.2 Area marina costiera

La composizione dei sedimenti nell'area marina adiacente alla foce del Torrente Bevano, fino a un miglio nautico dalla linea di riva, risulta essere particolarmente adatta per

l'insediamento e la crescita dei molluschi bivalvi eduli, soprattutto vongole e telline. In mare ritroviamo, infatti, una prima fascia assai ristretta di sedimenti grossolani e medi fino a 2 m di profondità in prossimità della foce del Torrente Bevano e nella porzione meridionale dell'area di studio. Procedendo verso il largo i sedimenti sono costituiti prevalentemente da sabbie fini, fino alla profondità di 7,5 m, oltre la quale prevalgono sedimenti fangosi. Il fondale fino alla batimetrica dei 7,5 m, collocata a circa 1 miglio nautico dalla riva, risulta pertanto quello più favorevole all'insediamento e alla riproduzione della vongola comune *Chamelea gallina*.

L'analisi quantitativa dei popolamenti bentonici con la mappatura della distribuzione delle principali specie d'interesse naturalistico e commerciale ha messo in evidenza una grande abbondanza di giovanili di vongola comune, *C. gallina*, nell'area marina adiacente la foce del Torrente Bevano. Si tratta generalmente d'individui di taglia inferiore a quella commerciale distribuiti prevalentemente nella fascia compresa fra i 3 e i 6 m di profondità. La presenza di vongola è generalmente associata a quella del polichete tubicolo *Owenia fusiformis* Delle Chiaje 1844. Oltre a queste specie, è altresì da segnalare la presenza di un altro bivalve edule, la tellina o arsella *Donax trunculus* Linnaeus 1758, insieme ad altre telline di minor interesse come *Peronaea planata* (Linnaeus, 1758) (= *Tellina planata*). Il tratto di mare indagato, tra Lido di Dante e Lido di Classe e fino a 1 miglio nautico dalla spiaggia, costituisce quindi un'area elettiva per l'insediamento e la riproduzione di molluschi bivalvi di interesse commerciale, quali vongole e telline. Ciononostante, la ridotta taglia delle vongole ritrovate, quasi sempre al di sotto della taglia riproduttiva, nonché la loro ridotta abbondanza oltre i 6 m di profondità testimoniano uno sfruttamento intenso della risorsa anche in questo tratto di mare.

4.2 Elaborazione di proposte per la valorizzazione e conservazione dell'habitat e delle sue risorse

Date le caratteristiche ecologiche, commerciali e culturali dell'area di studio, la tutela delle aree di *nursery* identificate, attraverso la definizione di piani di protezione e gestione degli habitat e delle risorse presenti, può avere una importante ricaduta positiva sulla conservazione delle risorse ma anche per la piccola pesca e per la pesca artigianale grazie all'effetto *spillover* di dispersione degli individui dalla zona protetta alle aree adiacenti, in cui vengono svolte attività di pesca.

4.2.1 Zona di foce e alveo fluviale

L'alveo fluviale nel suo tratto terminale e la zona di foce del Torrente Bevano presentano ambienti acquatici di transizione di grande interesse ecologico e naturalistico, come i letti di ostriche. Alcune aree possono essere considerate zone di riproduzione per la vongola verace e il cuore di laguna, entrambe specie d'interesse commerciale.

La protezione dei fondali della foce e delle annesse aree lagunari potrebbe costituire un'efficace tutela per i popolamenti di vongole veraci. In questo senso, sarebbe possibile valutare l'eventuale efficacia d'interventi di reintroduzione della specie autoctona, *Ruditapes decussatus* (Linnaeus 1758), pressoché soppiantata lungo la maggior parte delle coste adriatiche dalla congenerica *Ruditapes philippinarum* di origine indo-pacifica. La tutela degli habitat acquatici nel tratto terminale del Torrente Bevano può inoltre offrire protezione e aree di *nursery* per numerose specie tipiche delle acque di transizione e costiere che, sebbene non d'interesse commerciale, sono di grande valore naturalistico e importanti per le reti trofiche connesse anche con specie di interesse commerciale. Tali comunità sono ormai rare e minacciate dallo sviluppo costiero e dalle numerose attività antropiche. Numerose specie ittiche, anche d'interesse commerciale come anguille, branzini, orate, qui possono trovare alimentazione e rifugio durante delicate fasi giovanili e riproduttive della loro vita o per l'intero ciclo vitale, secondo la specie. Le tempistiche e il breve sviluppo temporale del presente studio, se rapportato ai cicli biologici delle specie d'invertebrati e vertebrati di interesse rilevate nell'area, non ha permesso una adeguata analisi quantitativa delle dinamiche di popolazione. Per questo si ritiene utile la realizzazione di uno studio specifico, che si sviluppi con tempistiche adeguate per permettere di quantificare e valorizzare tutte le risorse ittiche presenti.

Dal punto di vista della conservazione degli habitat queste zone rientrano nella Riserva Naturale dello Stato, nella Stazione del Parco regionale del delta del Po e SIC/ZPS IT4070009, sono pertanto adeguatamente tutelate dal punto di vista normativo. L'applicazione di queste norme di tutela richiede incisive azioni di sorveglianza e, per questo, è indispensabile che le autorità pubbliche sostengano con risorse e mezzi adeguati l'azione svolta dai Carabinieri del Comando Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Punta Marina.

4.2.2 Area marina costiera

I fondali marini antistanti all'area del SIC/ZPS, che si estende per oltre 7 km di costa e per 1 miglio nautico, fino alla batimetrica di 8 m, potrebbero rappresentare una zona di tutela dei popolamenti di molluschi bivalvi e gasteropodi eduli e di crostacei, come la mazzancolla. Tra le specie d'interesse, un'elevata importanza è rivestita dalla vongola *C. gallina*, risorsa in declino per l'intenso sfruttamento lungo le coste dell'Adriatico centro-settentrionale, e che potrebbe trovare qui un polmone dove salvaguardare i popolamenti dei riproduttori adulti in grado promuovere la ricolonizzazione delle aree adiacenti, intensamente depauperate. Questa funzione sarebbe particolarmente rilevante stante la nuova normativa che dal 2016 riduce la taglia minima commerciabile di *C. gallina* in Italia da 25 mm a 22 mm di lunghezza di poco superiore alla taglia d'inizio riproduzione della specie (Pellizzato e Penzo, 2011), ponendo così questa risorsa a rischio di depauperamento.

La pesca intensiva e meccanizzata della vongola determina effetti sulla specie oggetto di pesca, agendo sia direttamente sia indirettamente sulle sue dinamiche di popolazione (Ponti e Fava, 2011). L'abbandono, a partire dagli '70, della pesca tradizionale della vongola adriatica con il rastrello a mano (rasca), a favore di draghe meccaniche e idrauliche (turbosoffiante) ha permesso lo sfruttamento anche dei banchi più profondi (3-12 m) che precedentemente erano sostanzialmente inaccessibili e costituivano il pool di riserva di questa specie, al largo delle nostre coste (Romanelli et al. 2009). L'aumento dello sforzo di pesca ha permesso il raggiungimento nei primi anni 80 dei massimi quantitativi di pescato mai raggiunti (Frogliata 1989). Questo ha comportato un sostanziale sovrasfruttamento della risorsa comportando il superamento della soglia di sostenibilità e quindi di ripristino annuale degli stock naturali (Frogliata 2000) rendendo necessarie misure di regolamentazione e contingentamento della pesca sempre più stringenti (Romanelli et al. 2009). Il sovrasfruttamento da una parte e il cambiamento

delle condizioni ambientali dell'Adriatico dall'altra, soprattutto la riduzione di apporti di acque dolci e di nutrienti, sono i fattori considerati come i principali responsabili del declino della risorsa e della sua pesca (Romanelli et al. 2009).

Oltre al mero aumento dei quantitativi pescati, la meccanizzazione della raccolta sembra avere effetti di stress non trascurabili anche sui giovanili e sugli adulti al di sotto della taglia commerciale che non vengono prelevati dalla draga e restano a costituire lo stock di riserva, soprattutto ora che la taglia commerciale è stata ridotta a soli 22 mm. I principali effetti di questo stress meccanico per i sopravvissuti riguardano il danneggiamento dei gusci, con conseguente mortalità diretta o indiretta per la minore protezione nei confronti dei predatori (Marin et al. 2003; Moschino et al. 2003; Romanelli et al. 2009), e alcuni effetti fisiologici indotti (Moschino et al. 2008). I sopravvissuti, infatti, manifestano, soprattutto nelle prime ore, un maggior tasso respiratorio e una minore capacità di filtrazione e quindi di alimentazione (Marin et al. 2003), una ridotta capacità fossoria, e di conseguenza una maggiore esposizione alla predazione (Da Ros et al. 2003), e infine alcuni effetti duraturi sul sistema immunologico che riducono la tolleranza alle variazioni ambientali e aumentano la suscettibilità ai patogeni (Ballarin et al. 2003; Da Ros et al. 2003). In definitiva, l'impiego di strumenti meccanici di elevata potenza, potrebbe indebolire le popolazioni naturali, favorendo infezioni di protozoi con conseguente ulteriore declino dello stock; questo processo è stato indicato come possibile responsabile, ad esempio, delle morie anomale registrate negli anni 1997-1999 in Adriatico (Berrilli et al. 2000).

Oltre agli effetti sullo stock, l'impiego di draghe meccaniche e idrauliche comporta anche uno stress per le vongole pescate che, ricordiamo, devono pervenire vive al consumatore. In effetti, lo stress procurato induce una minore resistenza delle vongole all'esposizione all'aria e quindi minore conservabilità del prodotto, traducendosi in una minore qualità, eventuale deprezzamento e/o deperimento del prodotto (Pampanin et al. 2002).

Questo tipo di pesca ha effetti non trascurabili non solo sulla specie target ma anche sull'ecosistema e sui popolamenti presenti (Ponti e Fava, 2011). Di fatto le operazioni di prelievo smuovono i sedimenti producendo la risospensione di particelle che rimangono nella colonna d'acqua per periodi di tempo inversamente proporzionali alle dimensioni delle particelle stesse. La risospensione delle particelle determina prima di tutto l'intorbidimento dell'acqua, e quindi riduzione della penetrazione della luce e, con essa, dei processi fotosintetici. La rideposizione delle particelle comporta la riorganizzazione

degli strati sedimentari e la infangamento degli organismi. Inoltre, insieme alle particelle di sedimento potrebbero essere risospesi eventuali inquinanti presenti, con possibili effetti tossici sulla fauna e flora presenti, e i nutrienti accumulatisi che possono così tornare disponibili. Per approfondimenti di carattere generale si rimanda alla vasta letteratura scientifica disponibile sugli effetti degli attrezzi da pesca sui fondali e sui popolamenti bentonici (e.g.: Pranovi et al. 1998, Santelli et al. 2017, Stocks et al. 2017, Bastari et al. 2018; Hall-Spencer et al. 1999; Lindegarth et al. 2000; Pranovi et al. 2000; Pranovi et al. 2001; Hauton et al. 2003; Badino et al. 2004).

In sintesi gli studi condotti hanno evidenziato effetti negativi sui popolamenti bentonici presenti nelle aree di pesca della vongola. Gli effetti maggiori si hanno a carico di alcuni molluschi che presentano dimensioni più piccole e gusci più fragili rispetto alla vongola, ad esempio varie specie di telline, anch'esse d'importanza commerciale, ed *Abra alba* (W. Wood 1802) (Morello et al. 2005b; Morello et al. 2006).

La pesca meccanizzata della vongola, poco selettiva, comporta un prelievo di individui di altre specie di invertebrati, privi di interesse economico, e pesci di taglia non commerciale, arrecando così danni più o meno rilevanti alle loro popolazioni naturali, quindi alla rete trofica e all'ecosistema di cui fanno parte. Questo prelievo è generalmente indicato col termine "scarto di pesca" e le sue caratteristiche, in termini di composizione e quantità, nel caso della pesca alla vongola adriatica mediante turbosoffiante, varia in modo rilevante in relazione alla zona e alla profondità (Morello et al. 2005a). Spesso gli scarti di pesca, comprensivi di animali morti o sofferenti, vengono rigettati in mare come rifiuti durante il percorso di rientro in porto delle imbarcazioni (Veale et al. 2000). Certamente è auspicabile lo sviluppo e la sperimentazione di nuovi approcci e strumenti per la pesca della vongola adriatica maggiormente selettivi, meno invasivi e più rispettosi dell'ambiente dato che si ritiene vi siano ancora grandi margini di miglioramento (Rambaldi et al. 2001).

Il tratto di mare indagato, tra Lido di Dante e Lido di Classe e fino a 1 miglio nautico dalla spiaggia, nonostante l'elevato interesse naturalistico, attualmente non è sottoposto a nessuna specifica tutela, fatta eccezione per la fascia di 300 m dalla riva, rientrando nella Stazione del Parco regionale del delta del Po e SIC/ZPS IT4070009. La protezione della fascia costiera nel periodo estivo, dal 1 maggio al 30 settembre, viene in qualche modo estesa a 500 m dalla riva grazie al divieto di navigazione a motore per sicurezza della balneazione (Ordinanza CP Ravenna 29/2017) e ad alcuni limiti aggiuntivi per la pesca

professionale estiva (Ordinanza CP Ravenna 32/1998). Le considerazioni sull'importanza ecologica e naturalistica di quest'area e gli effetti indesiderati della pesca, suggeriscono l'introduzione di forme di limitazione o sospensione della pesca, soprattutto quella meccanizzata della vongola ma non solo, nell'intera zona di studio. L'introduzione di norme di questo tipo andrebbe comunque accompagnata da un'adeguata sorveglianza, attuata dalle autorità preposte, ed a una adeguata analisi dello stato ecologico degli habitat e delle risorse, affidato a qualificati istituti di ricerca.

Si segnala, inoltre, che la tutela di questo tratto di mare offrirebbe anche opportunità di studi e ricerche volte a valorizzare le risorse naturali locali. Ad esempio qui potrebbero essere sperimentate tecniche per favorire la riproduzione di seppie, *Sepia officinalis* Linnaeus 1758, la cui pesca è di grande importanza lungo le coste emiliano-romagnole e risulta intensa anche nell'area di studio.

4.3 Possibili strumenti per la conservazione dell'habitat marino

Gli strumenti normativi e attuativi disponibili per la conservazione degli habitat marini di interesse naturalistico e delle loro risorse sono molteplici e variano dall'ambito locale a quello regionale e nazionale. Di seguito si riporta una rassegna dei principali strumenti applicabili all'area di studio.

- Estensione a mare della Stazione "Pineta di Classe e Saline di Cervia" del Parco regionale del delta del Po e quindi adozione di un regolamento specifico per la zona marina, che comprenda non solo limiti di navigazione ma anche limiti alle attività di pesca. Questo strumento richiederebbe sostanzialmente un'iniziativa regionale, su motivata richiesta da parte dell'Ente Parco e del Comune di Ravenna.
- Estensione a mare del SIC/ZPS IT4070009 o individuazione di un nuovo SIC/ZPS nell'ambito della rete NATURA 2000. Questo strumento richiederebbe un'iniziativa regionale, su motivata richiesta da parte dell'Ente Parco e del Comune di Ravenna da sottoporre al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Istituzione di un'Area di Tutela Marina, sulla base o meno dell'attuale o nuovo SIC/ZPS, la cui regolamentazione può essere demandata al Comune di Ravenna o da includere in quella della Stazione "Pineta di Classe e Saline di Cervia" del Parco regionale del delta del Po. Questo strumento richiederebbe una proposta da parte del Comune di Ravenna e/o dell'Ente Parco da sottoporre all'attenzione della Regione. Un esempio in questo senso è dato dall'Area di Tutela Marina del Parco Naturale Regionale di Porto Venere.

- Adozione di una Zona di Tutela Biologica, si tratta di aree di mare protette istituite per salvaguardare e ripopolare le risorse marine istituite con decreto dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari, Forestali e del Turismo; questo strumento è specificatamente orientato alla limitazione delle attività di pesca ritenute dannose per le risorse biologiche e il loro ambiente, non prevede enti di gestione e la vigilanza è demandata alle capitanerie di porto; talvolta, aree istituite in via sperimentale passano ad una situazione di permanenza. A titolo di esempio, si cita la Z.T.B. denominata Area Fuori Ravenna¹⁰. Questo strumento prevede un iter piuttosto veloce e richiederebbe un'iniziativa di motivata richiesta da parte del Comune di Ravenna con il sostegno dell'Ente Parco, dei Carabinieri del Comando Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Punta Marina e, soprattutto, il parere favorevole dei consorzi e associazioni dei pescatori, da sottoporre al Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari, Forestali e del Turismo.
- Uno strumento più completo ma anche complesso dal punto di vista procedurale è l'istituzione di un Area marina Protetta (AMP), la cui istituzione dipende dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. In Adriatico le due AMP più vicine sono Miramare, in Friuli Venezia Giulia, e Torre del Cerrano, in Abruzzo¹¹. La prima ha un'estensione di 300 ettari ed è stata istituita sulla base di una preesistente area protetta del Golfo di Trieste. L'area è costituita da un tratto marino-costiero roccioso che digrada in massi e ciottoli e include un posidonieto residuale del litorale triestino. La seconda insiste su un litorale sabbioso abruzzese che si estende per 3 miglia nautiche dalla costa lungo 7 chilometri di litorale; in questo caso gli elementi principali di interesse conservazionistico sono i fondali sabbiosi con popolamenti tipici adriatici e l'area archeologiche dell'antico porto di Atri. Per gli ambienti marni, l'AMP presenta il massimo livello di gestione conservativa disponibile nelle nostre normative, ma implica una complessa organizzazione gestionale, oltre che il coinvolgimento di numerose rappresentanze istituzionali.

Nel tutelare quest'ambiente marino costiero, qualunque sia la soluzione adottata, si richiama qui l'importanza della sinergia tra i vari enti già proposti alla salvaguardia ambientale dell'area della foce del Torrente Bevano, in particolare i Carabinieri del Comando Ufficio Territoriale per la Biodiversità Punta Marina e il Parco Regionale del

¹⁰ <http://www.provincia.ra.it/Argomenti/Pesca/Zone-di-Tutela-Biologica>

¹¹ <https://www.minambiente.it/pagina/aree-marine-istituite>

Delta del Po dell'Emilia-Romagna, gli enti territoriali come il Comune di Ravenna e la Regione Emilia Romagna, oltre a quelli coinvolgibili nella gestione, come la Capitaneria di Porto Guardia Costiera. L'efficacia di qualunque intervento normativo non può prescindere da un'adeguata sorveglianza e da uno specifico monitoraggio degli effetti ecologici attesi.

APPENDICE: Riferimenti normativi

Normative attualmente vigenti per le aree che rientrano in Natura 2000, in particolare del SIC/ZPS IT4070009

Normativa	Misura di attuazione	Enti coinvolti	Riferimenti
D.M. 5 giugno 1979	Riserva naturale "Duna costiera ravennate e foce del Torrente Bevano		
Legge 6 dic 1991, n. 394	Legge quadro sulle aree protette	Stato, regioni, enti locali	Titolo II, Artt. 8, 12, 13. Titolo III, Artt. 22, 23, 25, 26, 28 Titolo IV, Art. 29
Legge 11 feb 1992, n. 157 (integrata dalla L. 3 ott 2002, n.221)	Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio	Regioni, province	Artt. 1, 9, 10, 19, 19bis
DPR n. 357, 8.9.97(GU n. 219 - 23.10.97)	Regolamento che reca attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché delle flora e fauna selvatiche	Regioni	Art. 3
DM 20.1.99 (GU n.32 - 9.2.99)	Effettuate modifiche degli elenchi di specie e di habitat (All. A e B DPR 357/97)	Regioni	Art. 4
DPR n. 120, 12.3.03 (GU n. 124 - 30.5.03)	"Regolamento recante modifiche ed integrazioni al DPR 357/97 del 8.9.97 concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche"	Regioni	Art. 4
LR 7.4.04, n. 7	"Disposizioni in materia ambientale. Modifiche e integrazioni a Leggi Regionali"	Province	Titolo I, Art. 1-9

Delibera GR n. 1191, 30.7.07	"Approvazione Direttiva contenente i criteri di indirizzo per l'individuazione la conservazione la gestione ed il monitoraggio dei SIC e delle ZPS nonché le Linee Guida per l'effettuazione della Valutazione di Incidenza ai sensi dell'art. 2 comma 2 della L.R. n.7/04"	Tutti gli Enti pubblici	Art. 1, 2
DM 17.10.07 (GU n. 254 – 6.11.07)	"Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a ZSC e ZPS"	Regioni	Art. 3
Delibera GR n. 1224, 28.7.08	"Misure di conservazione per la gestione delle Zone di Protezione Speciale" Recepimento DM n.184/07 "criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a ZSC e a ZPS. Misure di conservazione gestione ZPS, ai sensi dirett. 79/409/CEE, 92/43/CEE e DPR 357/97 e ss.mm. e DM del 17/10/07".	Enti preposti	BUR n. 138, 7.8.08
Delibera GR n. 667, 18.5.09	"Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria dei corsi d'acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della Rete Natura 2000 (SIC e ZPS)"	Tutti gli Enti pubblici	
DM 19.6.09 (GU n. 157 – 9.7.09)	"Elenco delle Zone di Protezione Speciale (ZPS), classificate ai sensi della direttiva 79/409/CEE" (G.U. n. 157 del 9.7.09)" "Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000"	Regioni	Art. 5, 8 Art. 9, 10, 12, 13

Fonte: Quadro conoscitivo SIC/ZPS IT4070009 <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/rete-natura-2000/strumenti-di-gestione/misure-specifiche-di-conservazione-piani-di-gestione/misure-di-conservazione-per-sito/QC709.pdf/@download/file/QC709.pdf>

Bibliografia

- Abbiati M, Mistri M, Bartoli M, Ceccherelli VU, Colangelo MA, Ferrari CR, Giordani G, Munari C, Nizzoli D, Ponti M, Rossi R, Viaroli P (2010) Trade-off between conservation and exploitation of the transitional water ecosystems of the northern Adriatic Sea, *Chem Ecol*, 26: 1, 105 — 119.
- Airoidi L, Beck MW (2007) Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanogr Mar Biol, Annu Rev* 45:345-405
- Armaroli C, Grottoli E, Harley MD, Ciavola P (2013) Beach morphodynamics and types of foredune erosion generated by storms along the Emilia-Romagna coastline, Italy. *Geomorphology* 199:22-35
- Badino G, Bona F, Maffiotti A, Giovanardi O, Pranovi F (2004) Impact of mechanical clam harvesting on a benthic habitat: evaluation by means of sediment profile imaging. *Aquat Conserv* 14:S59-S67
- Ballarin L, Pampanin DM, Marin MG (2003) Mechanical disturbance affects haemocyte functionality in the Venus clam *Chamelea gallina*. *Comp Biochem Phys A* 136:631-640
- Barbier EB, Hacker SD, Kennedy C, Koch EW, Stier AC, Silliman BR (2011) The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecol Monogr* 81:169-193
- Bastari A, Pica D, Ferretti F, Micheli F, Cerrano C (2018) Sea pens in the Mediterranean Sea: habitat suitability and opportunities for ecosystem recovery. *ICES J Mar Sci:fsy010-fsy010*
- Beck MW, Brumbaugh RD, Airoidi L, Carranza A, Coen LD, Crawford C, Defeo O, Edgar GJ, Hancock B, Kay MC, Lenihan HS, Luckenbach MW, Toropova CL, Zhang GF, Guo XM (2011) Oyster reefs at risk and recommendations for conservation, restoration, and management. *Bioscience* 61:107-116
- Berrilli F, Ceschia G, De Liberato C, Di Cave D, Orecchia P (2000) Parasitic infections of *Chamelea gallina* (Mollusca, Bivalvia) from commercially exploited banks of the Adriatic Sea. *B Eur Assoc Fish Pat* 20:199-205
- Castellini A, Disegna M, Mauracher C, Procidano I (2011) Qualità e sicurezza nel consumo del prodotto vongola. In: Trevisan G (ed) *Le vongole dell'Alto Adriatico tra ambiente e mercato*. Franco Angeli, Milano, pp. 180-204.
- Castellini A, Fantini A, Ragazzoni A (2011) Una valutazione tecnico-economica del comparto emiliano-romagnolo della vongola. In: Trevisan G (ed) *Le vongole dell'Alto Adriatico tra ambiente e mercato*. Franco Angeli, Milano, pp. 66-101.

- Costanza R, Darge R, Degroot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, Oneill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, Vandenbelt M (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.
- Da Ros L, Nesto N, Nasi C, Moschino V, Pampanin D, Marin MG (2003) Biochemical and behavioural effects of hydraulic dredging on the target species *Chamelea gallina*. *Fisheries Research* 64:71-78
- Frogliola C (1989) Clam fisheries with hydraulic dredges in the Adriatic Sea. In: Caddy J (ed) *Marine invertebrate fisheries*. J. Wiley, p 507-524
- Frogliola C (2000) Contribution of scientific investigations to the management of clam fishery with hydraulic dredges. *Biol Mar Mediterr* 7:71-82
- Gardelli M, Caleffi S, Ciavola P (2007) Evoluzione morfodinamica della foce del Torrente Bevano. *Studi Costieri* 13:53-74
- Hall-Spencer JM, Frogliola C, Atkinson RJA, Moore PG (1999) The impact of Rapid trawling for scallops, *Pecten jacobaeus* (L.), on the benthos of the Gulf of Venice. *ICES J Mar Sci* 56:111-124
- Hauton C, Atkinson RJA, Moore PG (2003) The impact of hydraulic blade dredging on a benthic megafaunal community in the Clyde Sea area, Scotland. *J Sea Res* 50:45-56
- Jerosch K, Schluter M, Pesch R (2006) Spatial analysis of marine categorical information using indicator Kriging applied to georeferenced video mosaics of the deep-sea hakon mosby mud volcano. *Ecological Informatics* 1:391-406
- Lindgarth M, Valentinsson D, Hansson MU, Mats (2000) Interpreting large-scale experiments on effects of trawling on benthic fauna: an empirical test of the potential effects of spatial confounding in experiments without replicated control and trawled areas. *J Exp Mar Biol Ecol* 254:155-169
- Marin MG, Moschino V, Pampanin DM, Nesto N, Ballarin L, Casellato S, Da Ros L (2003) Effects of hydraulic dredging on target species *Chamelea gallina* from the northern Adriatic Sea: physiological responses and shell damage. *J Mar Biol Assoc UK* 83:1281-1285
- McComb AJ (1995) *Eutrophic shallow estuaries and lagoons*. CRC Press, Inc Lewis Publishers, Boca Roton, pp. 240.
- Montanari R, Marasmi C (2013) Foce Bevano. Stato dell'area naturale protetta e prospettive per una sua gestione integrata e sostenibile. Servizio Difesa del Suolo della Costa e Bonifica, Regione Emilia-Romagna

- Morello EB, Froggia C, Atkinson RJA, Moore PG (2005a) Hydraulic dredge discards of the clam (*Chamelea gallina*) fishery in the western Adriatic Sea, Italy. *Fisheries Research* 76:430-444
- Morello EB, Froggia C, Atkinson RJA, Moore PG (2005b) Impacts of hydraulic dredging on a macrobenthic community of the Adriatic Sea, Italy. *Can J Fish Aquat Sci* 62:2076-2087
- Morello EB, Froggia C, Atkinson RJA, Moore PG (2006) Medium-term impacts of hydraulic clam dredgers on a macrobenthic community of the Adriatic Sea (Italy). *Mar Biol* 149:401-413
- Moschino V, Chicharo LMZ, Marin MG (2008) Effects of hydraulic dredging on the physiological responses of the target species *Chamelea gallina* (Mollusca: Bivalvia): laboratory experiments and field surveys. *Sci Mar* 72:493-501
- Moschino V, Deppieri M, Marin AG (2003) Evaluation of shell damage to the clam *Chamelea gallina* captured by hydraulic dredging in the Northern Adriatic Sea. *ICES J Mar Sci* 60:393-401
- Pampanin DM, Ballarin L, Carotenuto L, Marin MG (2002) Air exposure and functionality of *Chamelea gallina* haemocytes: effects on haematocrit, adhesion, phagocytosis and enzyme contents (vol 131, pg 605, 2002). *Comparative Biochemistry and Physiology a-Molecular and Integrative Physiology* 133:199-199
- Pellizzato M, Penzo P (2011) Vongole in alto Adriatico: aspetti biologici e gestionali. In: Trevisan G (ed) *Le vongole dell'Alto Adriatico tra ambiente e mercato*. Franco Angeli, Milano, pp. 13-40.
- Pérès JM, Picard J (1964) Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume* 31:1-138
- Perkins MJ, Ng TPT, Dudgeon D, Bonebrake TC, Leung KMY (2015) Conserving intertidal habitats: What is the potential of ecological engineering to mitigate impacts of coastal structures? *Estuar Coast Shelf S* 167, Part B:504-515
- Ponti M, Castellini A, Ragazzoni A, Gamba E, Ceccherelli VU, Abbiati M (2017) Decline of the Manila clams stock in the northern Adriatic lagoons: a survey on ecological and socio-economic aspects. *Acta Adriatica* 58:89-104
- Ponti M, Fava F (2011) Aspetti ecologici e ambientali legati alla pesca delle vongole. In: Trevisan G (ed) *Le vongole dell'Alto Adriatico tra ambiente e mercato*, Vol 365.860. Franco Angeli, Milano (IT), pp. 41-54.

- Pranovi F, Giovanardi O, Franceschini G (1998) Recolonization dynamics in areas disturbed by bottom fishing gears. *Hydrobiologia* 376:125-135
- Pranovi F, Raicevich S, Franceschini G, Farrace MG, Giovanardi O (2000) Rapido trawling in the northern Adriatic Sea: effects on benthic communities in an experimental area. *ICES J Mar Sci* 57:517-524
- Pranovi F, Raicevich S, Franceschini G, Torricelli P, Giovanardi O (2001) Discard analysis and damage to non-target species in the "rapido" trawl fishery. *Mar Biol* 139:863-875
- Rambaldi E, Bianchini ML, Priore G, Prioli G, Mietti N, Pagliani T (2001) Preliminary appraisal of an innovative hydraulic dredge with vibrating and sorting bottom on clam beds (*Chamelea gallina*). *Hydrobiologia* 465:169-173
- Romanelli M, Cordisco CA, Giovanardi O (2009) The long-term decline of the *Chamelea gallina* L. (Bivalvia: Veneridae) clam fishery in the Adriatic Sea: is a synthesis possible? *Acta Adriatica* 50:171-205
- Santelli A, Cvitković I, Despalatović M, Fabi G, Grati F, Marčeta B, Punzo E, Raicevich S, Strafella P, Spagnolo A, Tasseti AN, Scarcella G (2017) Spatial persistence of megazoobenthic assemblages in the Adriatic Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 566:31-48
- Sedrati M, Ciavola P, Armaroli C (2011) Morphodynamic evolution of a microtidal barrier, the role of overwash: Bevano, Northern Adriatic Sea. *J Coast Res*:696-700
- Stocks AP, Foster SJ, Bat NK, Vincent ACJ (2017) Catch as catch can: Targeted and indiscriminate small-scale fishing of seahorses in Vietnam. *Fisheries Research* 196:27-33
- Taramelli A, Di Matteo L, Ciavola P, Guadagnano F, Tolomei C (2015) Temporal evolution of patterns and processes related to subsidence of the coastal area surrounding the Bevan River mouth (Northern Adriatic) - Italy. *Ocean Coast Manage* 108:74-88
- Veale LO, Hill AS, Brand AR (2000) An in situ study of predator aggregations on scallop (*Pecten maximus* (L.)) dredge discards using a static time-lapse camera system. *J Exp Mar Biol Ecol* 255:111-129