



COMUNE di NUMANA

Provincia di Ancona

LAVORI DI ESCAVO DEL PORTO DI NUMANA CON
RIPASCIMENTO SOMMERSO DI UN TRATTO DI
SPIAGGIA DEL LITORALE SUD DI NUMANA
IDENTIFICATA AI TRANSETTI N. 478-479-480-481
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Importo di ProgettoEuro 386.080,34

A.1

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Ufficio Tecnico Comunale
Piazza del Santuario, 24
60026 Numana (AN)
C.F./P.IVA: 00113090427
e-mail: lavoripubblici.numana@regione.marche.it

Collaborazione esterna:
Dott. Geol. Alessio Acciarri

IV[^] U.O.
- SERVIZI TECNICI -
LAVORI PUBBLICI

COMMITTENTE:

Comune di Numana
IV[^] U.O. - SERVIZI TECNICI/PROTEZIONE CIVILE - LL.PP.
Piazza del Santuario, 24
60026 Numana (AN)

IMPRESA AFFIDATARIA:

Numana (AN), Febbraio 2024

INDICE

1 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
2 - PREMESSA.....	3
3 – CARATTERIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL’AREA OGGETTO DI RIPASCIMENTO	4
3.1 – Inquadramento topografico	4
3.2 – Inquadramento meteomarinario e climatologico.....	8
3.3 – Regime sedimentario e di trasporto solido.....	10
3.4 – Analisi storiografica della linea di riva e delle opere di difesa	10
3.5 – Analisi delle pressioni e dello stato ambientale della spiaggia	13
3.6 – Principali biocenosi bentoniche	19
3.7 – Popolazioni ittiche e aree di nursery	21
3.8 – Caratteristiche della spiaggia oggetto di ripascimento	22
4 – PROGETTO DI ESCAVO TRASPORTO E RIPASCIMENTO	28
4.1 – Caratterizzazione dei sedimenti di escavo	28
4.2 – Caratteristiche del ripascimento.....	31
5 – PIANO DI MONITORAGGIO.....	40
5.1 Monitoraggio in corso d’opera (CO)	41
5.2 – Monitoraggio post operam (PO)	44
6 – ELABORATI DI PROGETTO.....	45

Elenco Elaborati:

- A.1 Relazione Tecnica;
- B.1 Inquadramento topografico dei siti di intervento;
- B.2 Planimetria sito di escavo;
- B.3 Planimetria sito di ripascimento;
- B.4 Sezioni di ripascimento;
- C.1 Computo Volumi Escavo;
- C.2 Elenco prezzi unitari;
- C.3 Computo Metrico Estimativo e Quadro Tecnico Economico;
- C.4 Cronoprogramma;
- D.1 Studio Preliminare Ambientale;
- D.2 Valutazione di Incidenza Ambientale;
- D.3 Caratterizzazione Ambientale Sito di Escavo
- D.4 Scheda di Inquadramento Area di Escavo del Porto di Numana;
- D.5 Caratterizzazione Ambientale Sito di Ripascimento;
- D.6 Caratterizzazione delle Biocenosi dell’Area Prossima al Porto di Numana

1 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- LEGGE n.179 del 31 luglio 2002 “*Disposizioni in materia ambientale*” – art. 21 “*Autorizzazione per gli interventi di tutela della fascia costiera*”;
- Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 “*Norme in materia ambientale*”- art. 109;
- Decreto Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 173 del 15 luglio 2006 “*Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l’autorizzazione all’immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini*”;
- Legge Regionale n.15 del 14 luglio 2004 disciplina delle funzioni in materia di difesa della costa;
- Piano di Gestione Integrata delle Zone Costiere (Piano GIZC) della Regione Marche approvato con Delibera Amministrativa n. 104 del 6 dicembre 2019
- “Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici”, MATTM-Regioni, 2018 – Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull’Erosione Costiera MATTM-Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA

2 - PREMESSA

Il presente progetto ha lo scopo di descrivere i particolari tecnici ed esecutivi dell'intervento di ripascimento sommerso di un tratto di spiaggia posto a sud del litorale di Numana con i sedimenti provenienti dal dragaggio parziale del bacino portuale di Numana (AN) da eseguire ai sensi del D.Lgs. 173/2016 e dell'art. 109 del D.Lgs. 152/2006.

In particolare si prevede il ripascimento sommerso (isobate -4,5/-5,00 m.sl.m.m.) di un tratto di 600 metri lineari di costa situata nella zona antistante la foce del Fiume Musone ed individuata ai transesti n. 478-479-480-481 del SIT Costa della Regione Marche e ad una distanza compresa fra 200 e 400 metri dalla battigia. In totale si prevede il dragaggio e ripascimento di circa 10.500,00 m³ di sedimenti corrispondente a circa 17,5 m³/ml.

La distanza tra il sito di escavo ed il sito di ripascimento risulta pari a circa 1,8 miglia nautiche.

Si specifica che già in passato sono stati autorizzati ed eseguiti interventi di dragaggio parziale dei fondali del porto di Numana con successiva immersione deliberata in mare nell'area situata a circa 6 miglia nautiche a largo del porto di Ancona. Nello specifico lo scorso anno tale autorizzazione è stata rilasciata, a seguito di procedura di VINCA, con Decreto del Dirigente del Settore Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali n.108 del 08 maggio 2023.

3 – CARATTERIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI RIPASCIMENTO

Nel presente capitolo vengono descritte le caratteristiche dell'area oggetto di ripascimento al fine di determinare la compatibilità ambientale dei sedimenti di apporto, come indicato al capitolo 3.1.2 dell'Allegato Tecnico D.M. 173/2016 e art. 109 D.Lgs. 152/2006.

3.1 – Inquadramento topografico

Il tratto di litorale interessato dall'intervento in progetto è interamente compreso nel territorio del Comune di Numana, inserito dal nuovo Piano di Gestione Integrata delle Zone Costiere (Piano GIZC), approvato dalla Regione Marche con DACR n.104 del 06/12/2019, all'interno dell'unità fisiografica n. 8. Tale unità fisiografica ha una lunghezza totale di 23,8 km (dal transetto 463 al 566) e si estende dal Porto di Numana al Porto di Civitanova Marche (**Fig. 1**).

Il tratto di costa oggetto di ripascimento sommerso è ubicato nel litorale sud di Numana, presenta un'estensione di circa 600 metri ed è identificato ai transetti n. 478-479-480-481 del SIT Costa della Regione Marche.

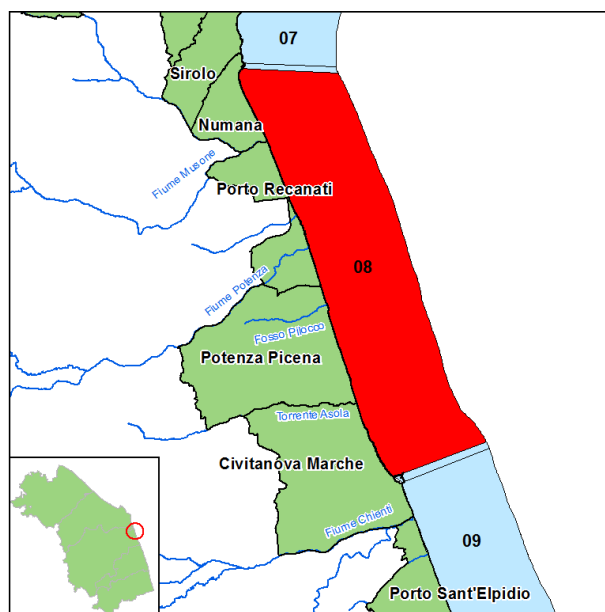


Fig. 1 – Unità fisiografica secondaria n. 8, dal porto di Numana al porto di Civitanova Marche
(dal Piano GIZC della Regione Marche)

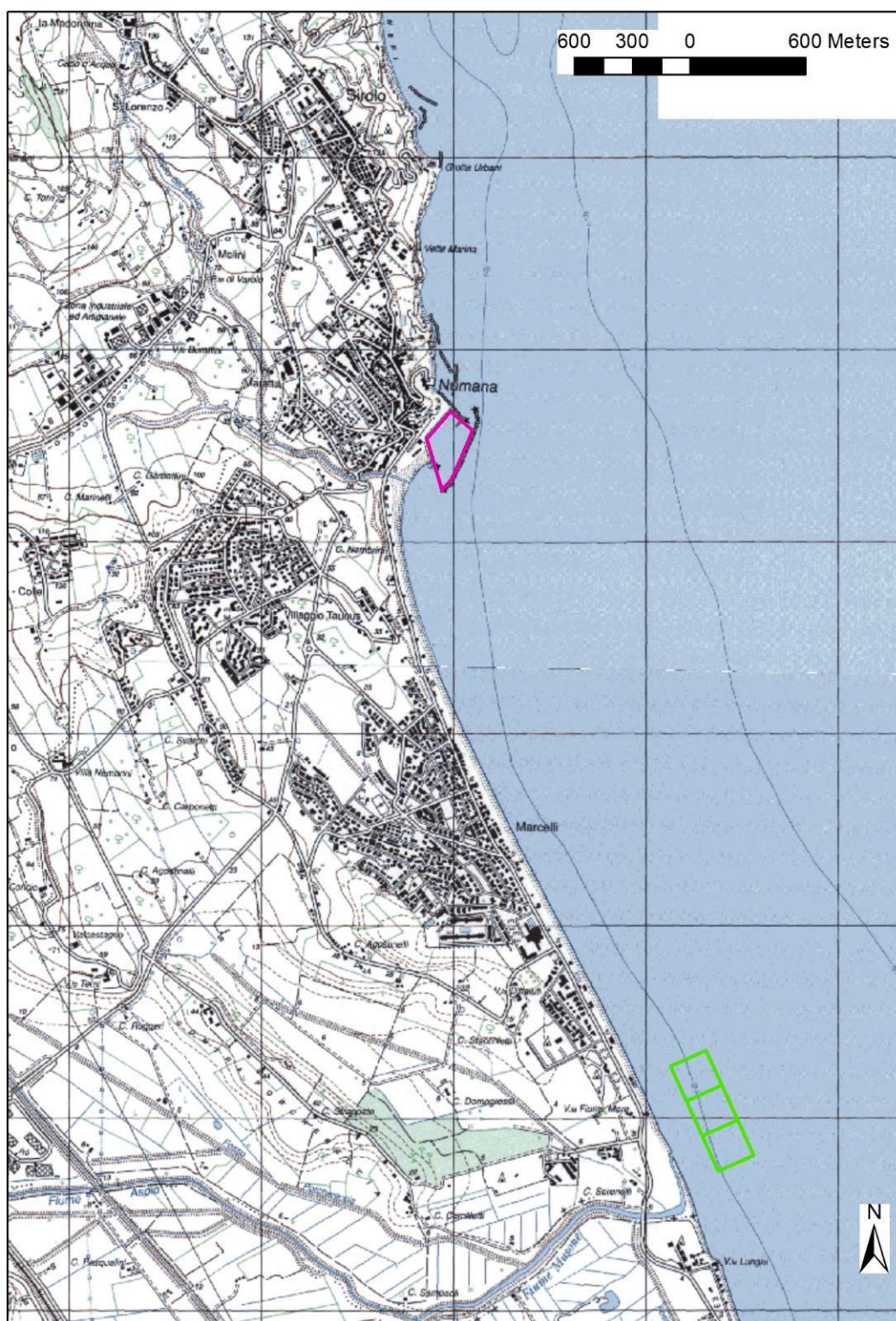


Fig. 2 – Stralcio Carta topografica d'Italia IGM (in magenta sito di escavo, in verde sito di ripascimento)

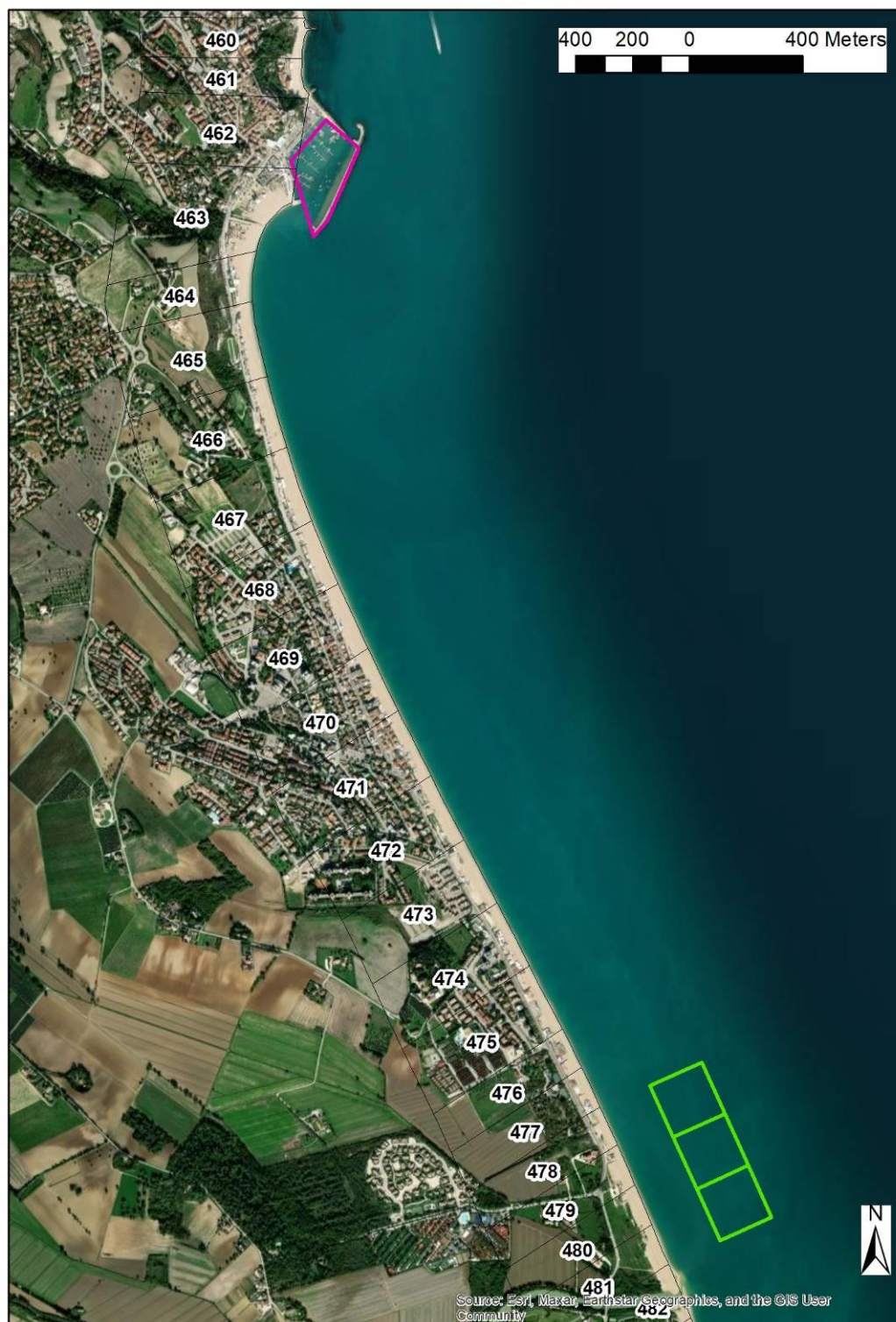
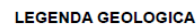


Fig. 3 – Foto aerea dell'area in esame con individuazione dei transetti del SIT Costa della Regione Marche (in magenta sito di escavo, in verde sito di ripascimento)

Dal punto di vista geologico l'area in esame è ubicata nella porzione centro-meridionale del Bacino Marchigiano Esterno (Fossa Periadriatica), caratterizzato dalla diffusa presenza di depositi terrigeni di età pliocenico-quadernaria.

Tali depositi sovrastano il substrato sedimentario marino di natura pelitica (argille siltose grigio-azzurre - Depositi pelitici –Formazione delle Argille Azzurre) di età Pleistocenica.



DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SISTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

 MUSA1q Frane senza indizi di evoluzione

 MUSb2 Depositi eluvio-colluviali

 MUSb Depositi alluvionali attuali
ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie

Depositi alluvionali terrazzati

	MUSbn	a) ghiaie, ghiaie sabbiose b) sabbie e sabbie ghiaiose
---	-------	---

Deposito di spiaggia attuale
 a) b)

MUSg2a a) ghiaie, ghiaie sabbiose
b) sabbie, sabbie ghiaiose

Deposito di spiaggia attuale
a) ghiaie, ghiaie sabbiose

b) sabbie, sabbie ghiaiose

SISTEMA DI MATELICA

(PLEISTOCENE SUPERIORE)

 Depositi alluvionali terrazzati

 MT1bn ghiaie prevalenti associate a sub

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNA

FORMAZIONE DI FERMO
L'azione reciproca, complessa,

	FEMa	Entolacis arenaceo - conglomer. Pleistocene inferiore(?) - Medio
---	------	---

SUCCESSIONE PLIOCENICA

ARGILLE AZZURRE

FAA	ARCIILE AZZURRE Pliocene inferiore p.p.(Zancleano)
-----	---

FAA3 ARGILLE AZZURRE

 **Enlaces pectico-arenados** o **am**

Contatto stratigrafico o litologico

Contatto stratigrafico inconforme

Orlo di terrazzo fluviale

===== Traccia di alveo fluviale abbandonato

10 Stratificazione dritta

 Cava inattiva

☐ Sorgente

Fig. 4 – Stralcio Carte Geologica Regionale CARG (non in scala)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fig. 5 - Vista dell'area di ripascimento

3.2 – Inquadrimento meteomarinario e climatologico

Il tratto di costa in oggetto, come del resto l'intero litorale marchigiano, presenta due diverse direzioni predominanti del moto ondoso: una “dominante” proveniente da E-NE che genera eventi più energetici e l'altra “regnante” proveniente da SE con eventi più frequenti.

Tuttavia, analizzando i dati della boa ondometrica presente al largo di Ancona e messi a disposizione dal sito ufficiale della RON a partire dal marzo del 1999 sino ai primi mesi del 2006 (**Fig. 6**), si può notare come il maggior numero degli eventi marosi provenga da una direzione compreso fra i 120°-150° N (E-SE) e che l'altezza significativa media dell'onda è compresa fra 0,5-1,5 m. Considerando poi gli stessi valori ma suddivisi per le varie stagioni, emerge che nel periodo estivo e primaverile la direzione di provenienza è di 120°-150° N, mentre in autunno prevalgono mareggiate da 90°-120° N ed infine in inverno da 30°-60° N, si assiste quindi ad una rotazione verso nord della provenienza delle mareggiate nel periodo invernale, con eventi molto più energetici e problematici anche per il tratto di litorale del Comune di Numana (AN).

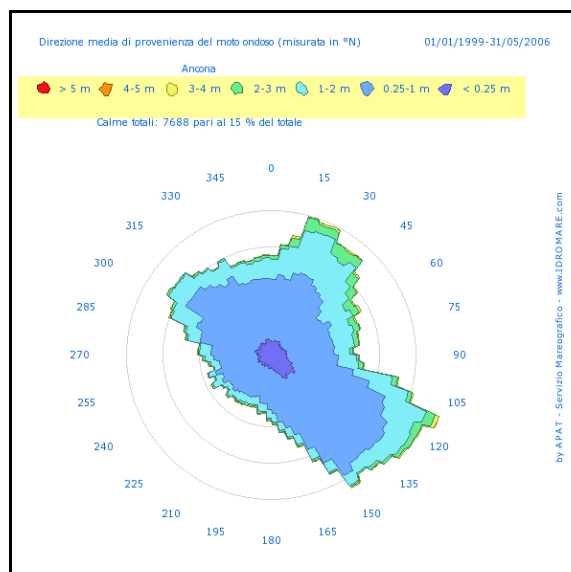


Figura 6 – Direzione media di provenienza del moto ondoso rilevata dalla boa ondometrica presente a largo della costa d Ancona.

Condizioni di vento al largo

Dalle serie storiche del database *Mediterranean Wind Weve Model*, emerge che nel periodo dei 39 anni considerati si raggiungono valori massimi di velocità del vento anche superiori ai 20 m/s.

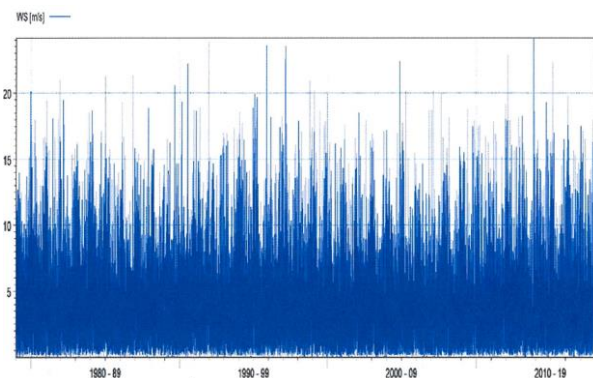


Fig. 7 – Ricostruzione storica di velocità del vento nel periodo 1979-2017

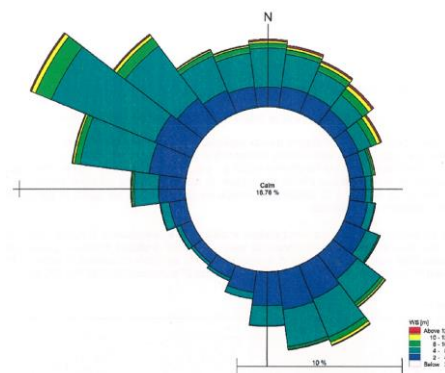


Fig. 8 – Rosa del vento nel periodo 1979-2017

Dall'analisi della rosa dei venti se evince che i venti presentano due settori direzionali di provenienza caratterizzati dalla maggiore frequenza di accadimento. Tali settori fanno riferimento al quarto quadrante (O-NO - venti regnanti) e al primo quadrante (E-NE – venti dominanti). La condizione di calma, associata ad intensità di vento inferiore a 2 m/s, si verifica per circa il 17% del tempo.

3.3 – Regime sedimentario e di trasporto solido

Il clima ondoso sopra descritto produce due direzioni prevalenti del trasporto solido longitudinale, anche se, nel lungo periodo, rimane prevalente la direzione del trasporto potenziale verso N-O prodotto dalle onde provenienti dal II quadrante. Ciò è dovuto soprattutto all'angolo di incidenza a riva maggiore per le onde da E-SE rispetto a quelle da N-E e per la sopraelevazione del livello medio marino che accompagna le mareggiate da E-SE. La variabilità annuale del clima ondoso nel quale si sono registrati alcuni anni senza mareggiate importanti da S-E, può invertire la direzione del trasporto solido ma solo nel breve periodo.

Infine anche opere rigide di difesa costiera possono interferire nella naturale deriva dei sedimenti. La presenza di barriere foranee distaccate emerse favorisce la sedimentazione dei fondali retrostanti le opere stesse con la formazione di salienti e secche che, se accentuata, ostruisce la naturale deriva lungo costa dei sedimenti.

3.4 – Analisi storiografica della linea di riva e delle opere di difesa

L'evoluzione, sia attuale che storica, della spiaggia del Comune di Altidona è strettamente legata alle dinamiche evolutive del Fiume Musone, principale elemento di apporto solido per tale unità fisiografica.

Nel XIX secolo, come del resto è avvenuto per l'intera costa marchigiana, si è assistito ad un costante avanzamento del delta di foce del Fiume Musone che ha permesso la formazione e la conservazione di una spiaggia prevalentemente ghiaiosa con un'ampiezza massima (rispetto all'attuale posizione) di oltre 70 metri registrata in prossimità della foce nel 1894 (**Fig. 10**).

Il trend evolutivo si è invertito nel XX secolo quando, a seguito di una diminuzione degli apporti solidi a mare da parte dei fiumi (avvenuta per diverse cause antropiche: escavazione in alveo, realizzazione di sbarramenti, opere di canalizzazione e derivazione dei corsi d'acqua, realizzazione di invasi ecc.), la linea di riva ha registrato un continuo arretramento.

Tale arretramento si è immediatamente manifestato, a partire dagli anni '50, alla foce del F. Musone e soltanto in un secondo momento, intorno agli anni '80, nella porzione nord della spiaggia di Numana, la quale ha beneficiato per anni dell'input sedimentario proveniente dal disfacimento del delta di foce del F. Musone posto a sud e della presenza del molo (realizzato nel 1890) alla base della falesia.

La spiaggia di Numana risulta quasi nel suo complesso priva di opere di difesa e soltanto intorno alla metà degli anni '90, nella porzione nord del litorale, sono stati realizzati una serie di pennelli ed opere redanti in emergenza.

Negli anni '70, a partire dal molo originario di fine '800, sono state completate le opere in aggetto verso mare che danno l'attuale conformazione del porto di Numana.

La diminuzione dell'apporto di materiale solido dai due fiumi alimentatori dell'UFCS 8, il Musone e il Potenza, hanno portato ad uno squilibrio generale dell'intera UFCS. In parte, tale squilibrio, è stato colmato nella parte settentrionale con un forte ripascimento del tratto di litorale di Numana/Marcelli negli anni 2009/2010 con circa 200.000 mc di sedimenti di origine alluvionale provenienti da cava terrestre. A seguito di tale intervento il litorale di Numana sembra aver raggiunto una sua condizione di stabilità con necessità di interventi periodici di movimentazione dei sedimenti da nord verso sud (come anche indicato dal Piano GIZC della Regione Marche).



Fig. 9 – Evoluzione della linea di riva in relazione alla realizzazione delle opere di difesa

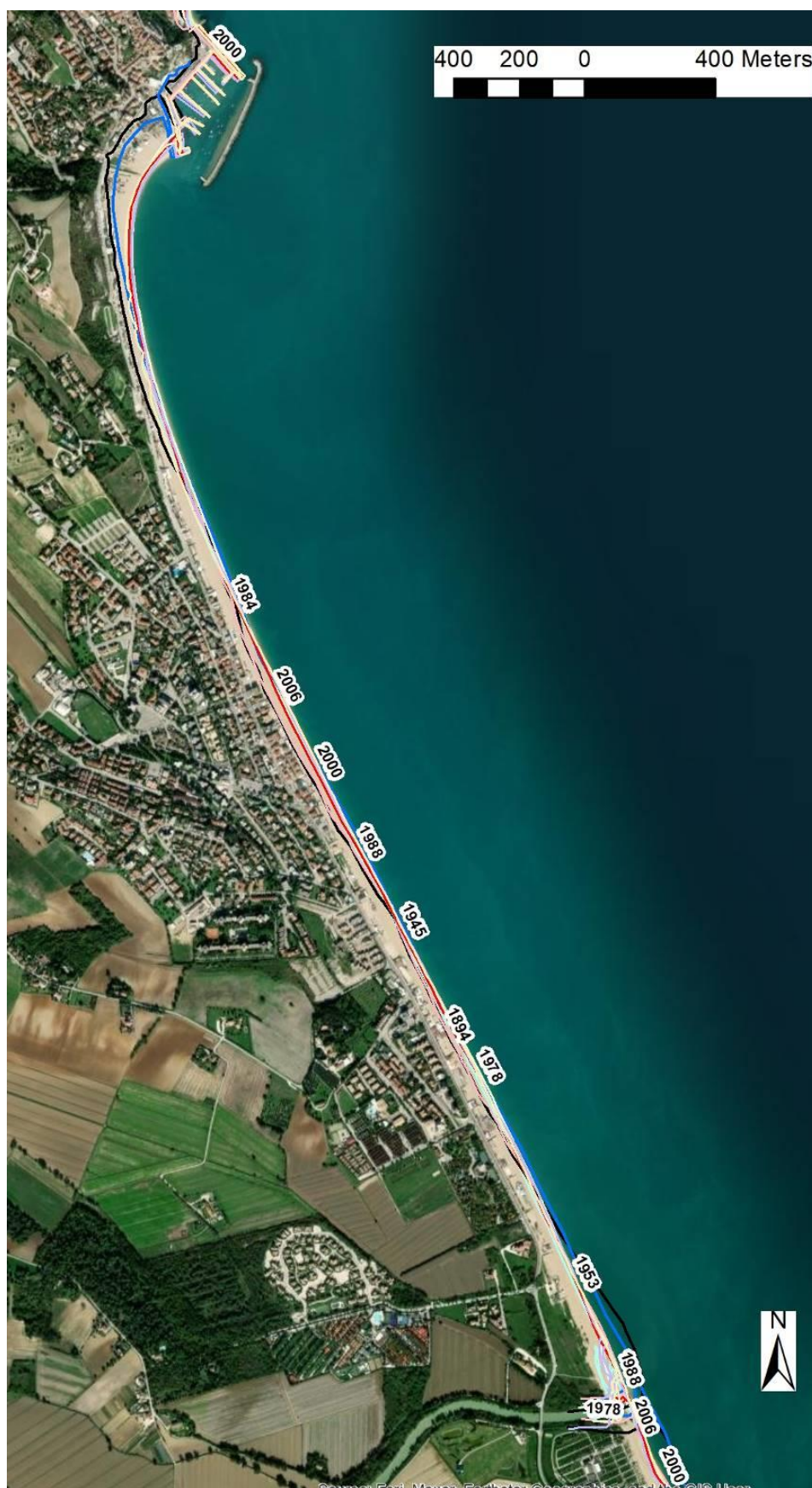


Fig. 10 – Evoluzione storica della linea di riva dal 1835 al 2023 (foto aerea)

3.5 – Analisi delle pressioni e dello stato ambientale della spiaggia

Il contesto ambientale dell'area di ripascimento è condizionato prevalentemente dalla vicinanza della foce del Fiume Musone e dal transito di piccole imbarcazioni che comunque si inquadrano in un ambiente marino costiero privo di opere rigide tali da alterare la naturale circolazione delle acque.

Dalla “Relazione sulle acque di balneazione e proposta di classificazione – Stagione Balneare 2023” redatta da ARPAM nell'ottobre 2023, per il Comune di Numana, emerge quanto segue:

“Il tratto nord della riviera del Comune di Numana non ha mai superato, durante i prelievi routinari, nei parametri escherichia-coli ed enterococchi, i limiti del D. Lgs 116/08, confermando l'elemento distintivo di queste zone storicamente valide dal punto di vista qualitativo delle acque, come si evince dalla tabella allegata dove vengono riportati i calcoli della classificazione 90° e 95° percentile. Unica problematica, confermata soprattutto negli ultimi anni, per quanto riguarda la località NUMANA ALTA, è l'insorgenza della fioritura dell'alga dinoflagellata potenzialmente tossica Ostreopsis ovata. Questa dinoflagellata compare puntualmente ogni anno generalmente dalla fine del mese di Agosto ai primi giorni del mese di Ottobre; quest'anno non è stata rilevata la fioritura, ma solo una concentrazione di cellule/litro al di sotto dello stato di allerta durante la prima settimana di ottobre (l'argomento viene approfondito in seguito). Un discorso diverso deve essere fatto sui campionamenti routinari della fascia costiera adiacente lo sbocco del fiume Musone (IT011042032008 NORD FOCE MUSONE) che hanno rilevato spesso valori alti e superamenti dei parametri batteriologici di legge nei mesi di Aprile e maggio. Lo stesso esito hanno avuto i successivi prelievi suppletivi, propedeutici alla sostituzione del routinario, eseguiti nei giorni successivi. Come al solito i suddetti valori alti e superamenti si verificano in concomitanza con un periodo di precipitazioni e di correnti marine che spingono il plume fluviale verso nord. L'andamento di questi valori durante la stagione balneare ha determinato, come lo scorso anno, una classe di qualità scadente. Va sempre tenuto in considerazione, in attesa di uno studio e di interventi per l'eliminazione degli scarichi di nella zona in oggetto, che gli sversamenti che insistono sul fiume Musone provenienti dai troppo pieni situati in prossimità della foce del Fiume (dei comuni di Numana e Porto Recanati) e dalle numerose Aziende Industriali e Agricole dell'entroterra, sicuramente incidono sulla qualità delle acque fluviali e di conseguenza sulle acque marine a nord e a sud della foce del fiume Musone.”



Figura 11 – Classificazione delle acque di balneazione eseguita da ARPAM nelle stazioni di monitoraggio posizionate lungo il litorale di Numana.

Ad integrazione delle attività di monitoraggio rutinariamente effettuate da ARPAM, sono state eseguite, dalla Ecotechsystems srl, apposite indagini ambientali delle acque marine (**Fig. 20**) volte a rilevare le principali caratteristiche di base della colonna d'acqua (torbidità e ossigeno disciolto).

Nei grafici seguenti (**Figg. da 12 a 17**) sono riprodotti i profili verticali delle principali variabili chimico-fisiche lungo la colonna d'acqua, rilevati mediante sonda multiparametrica (CTD).

Lo specchio di mare oggetto della presente caratterizzazione ha mostrato una condizione di modesta stratificazione della colonna d'acqua. In particolare, è stata osservata la presenza di un gradiente di temperatura crescente con la profondità, che evidenzia il fenomeno dell'inversione termica invernale, associato ad un gradiente crescente di salinità. La modesta stratificazione termalina ha presumibilmente contribuito a un mescolamento limitato lungo la colonna d'acqua, alla base della relativa eterogeneità nelle restanti variabili chimico-fisiche indagate. Tra queste, il pH ha mostrato valori coerenti con quelli tipicamente riscontrati nelle aree marino costiere (e.g., Hinga, 2002), nelle quali gli equilibri acido-base sono prevalentemente regolati dagli apporti costieri di acqua dolce, nutrienti e materia organica (Carstensen and Duarte, 2019).

I valori del DO hanno indicato una condizione di ottima ossigenazione delle acque, conformemente alla tipica condizione delle acque costiere nord-adriatiche. Le concentrazioni rilevate in questa indagine hanno evidenziato una condizione di sovrasaturazione d'ossigeno. La torbidità osservata lungo la colonna d'acqua, crescente con la profondità, ha indicato una condizione di modesta trasparenza delle acque e l'assenza di significativi apporti di sedimenti terrigeni (condizione riconducibile ad uno stato di mare calmo). Infine, i valori di fluorescenza registrati in questa indagine riflettono concentrazioni di clorofilla-a medio-basse, suggerendo l'assenza di eventi eutrofici significativi in atto al momento del campionamento. Le caratteristiche oceanografiche appena descritte sono apparse omogenee nell'area di studio, fatta eccezione per una stratificazione più pronunciata presso la stazione di controllo C2, caratterizzata da valori di temperatura e salinità mediamente inferiori e concentrazioni di ossigeno disciolto mediamente superiori rispetto alle restanti stazioni di campionamento.

Profili verticali delle principali variabili chimico-fisiche della colonna d'acqua del sito di ripascimento

Fig. 12 - Stazione Ripascimento S1

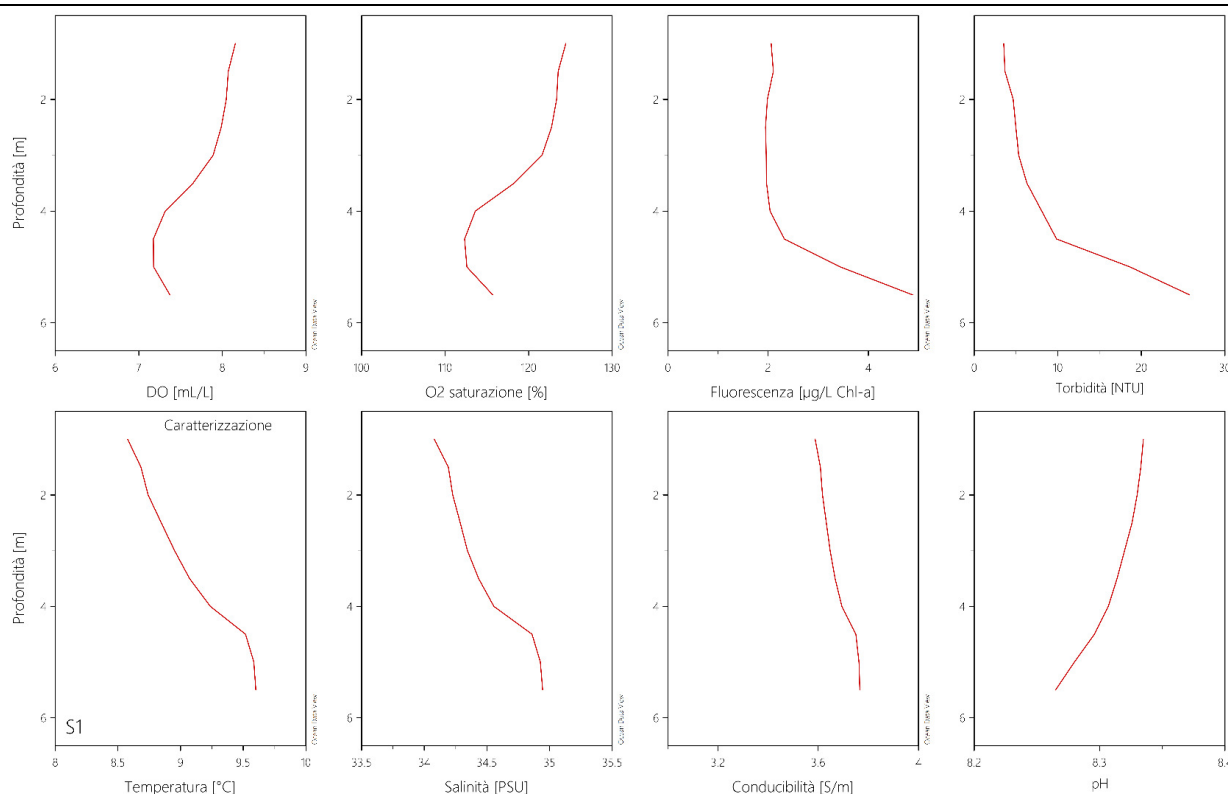


Fig. 13 - Stazione Ripascimento S2

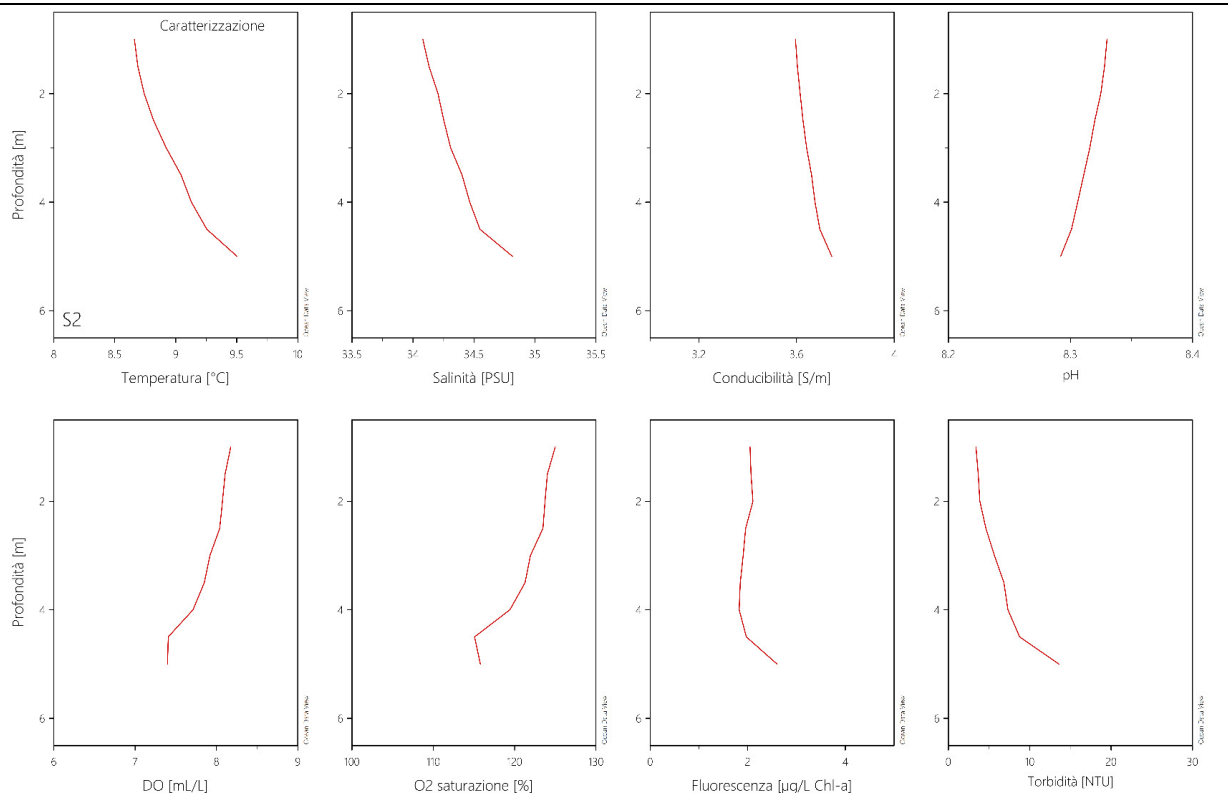


Fig. 14 Stazione Ripascimento S3

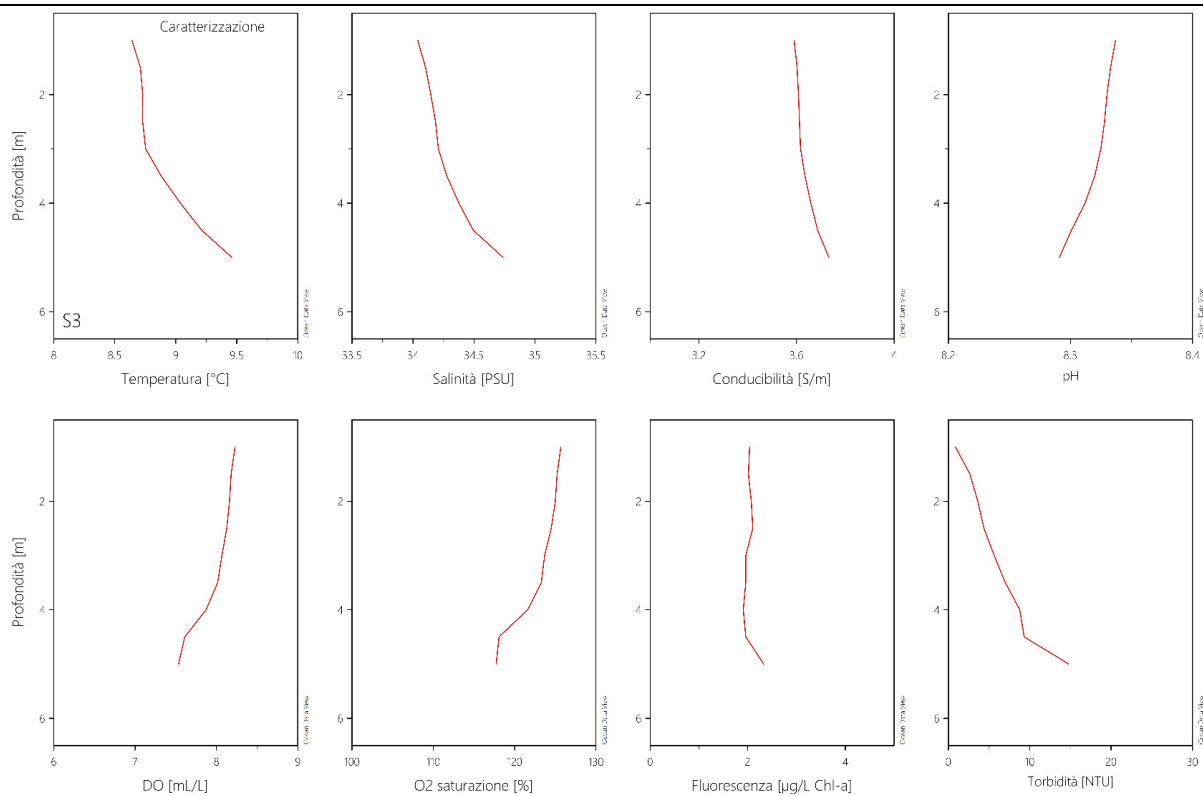
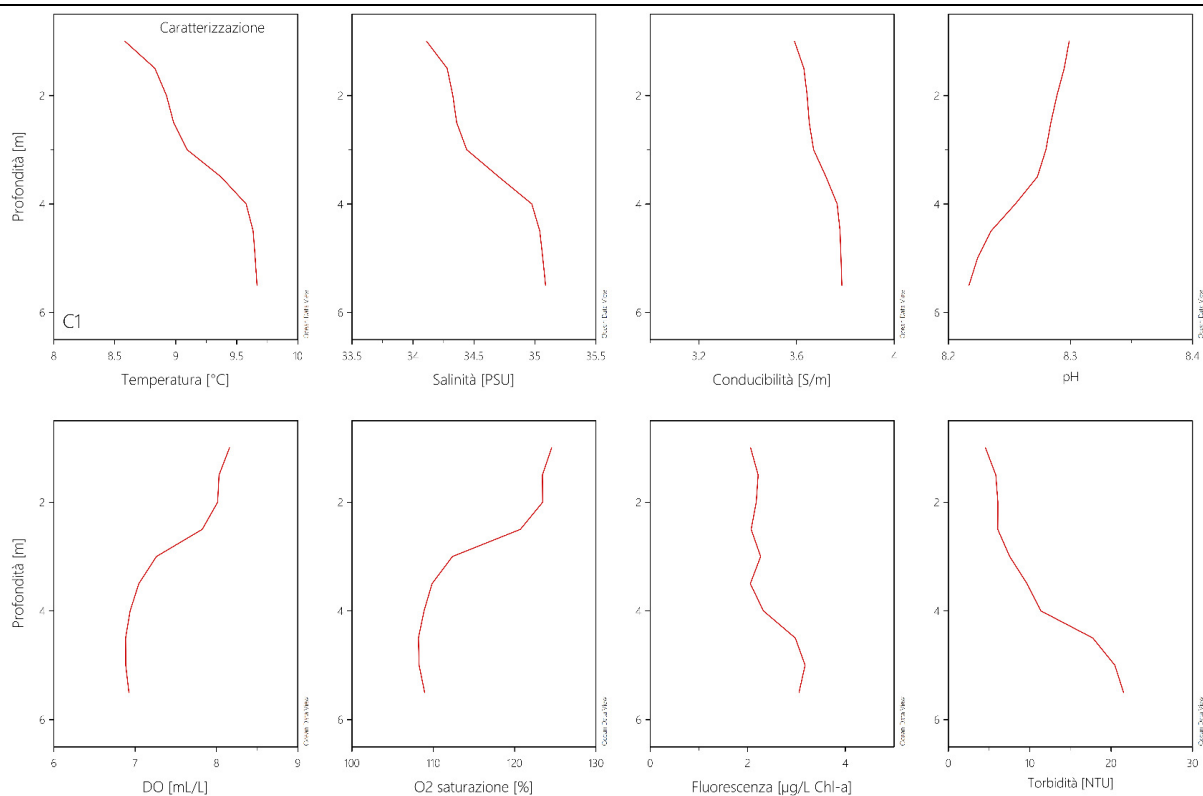
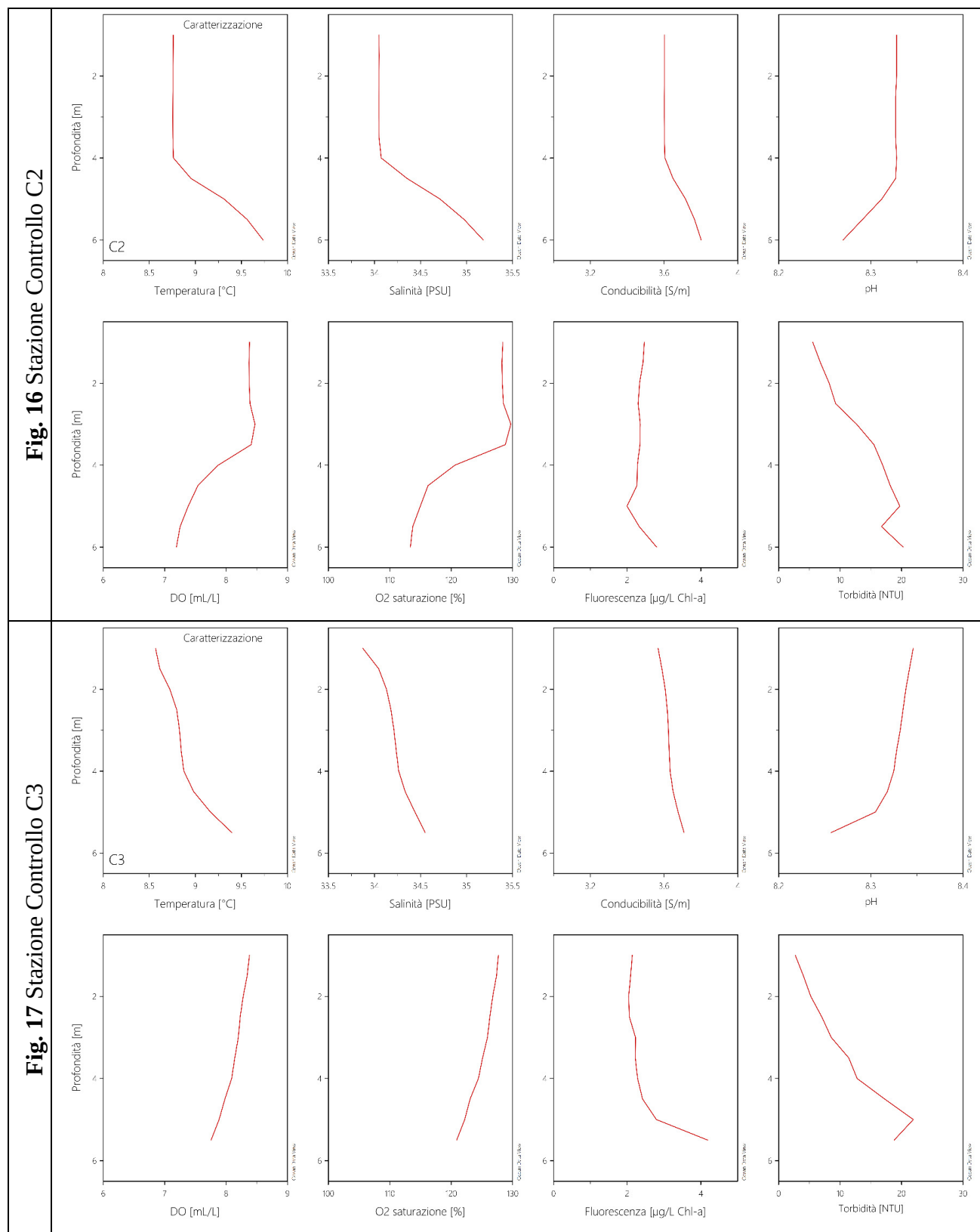


Fig. 15 Stazione Controllo C1





3.6 – Principali biocenosi bentoniche

Il popolamento macrobentonico individuato nel lavoro di caratterizzazione è risultato quello tipico della biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC) descritta da Pérès e Picard (1964). Fra i *phyla* con il maggior numero di organismi individuati si annovera quello degli Annelida policheti, seguito da quello degli Artropoda (soprattutto Cumacea), dei Mollusca (soprattutto Bivalvia) e in minor misura da quello degli Cnidaria e dei Nematoda. La tipologia di sedimento presente ha assunto un ruolo chiave nel definire la struttura della comunità bentonica poiché, generalmente, da fattori come la granulometria, il contenuto di sostanza organica, lo stato di ossigenazione, oltre che dall'idrodinamismo, dipende la sopravvivenza dei macroinvertebrati bentonici e, quindi, la prevalenza di alcune specie rispetto ad altre (Castelli et al., 2003).

Nell'area investigata, il sedimento è risultato composto prevalentemente da una granulometria omogenea e fine, tendenzialmente povera di resti conchigliari e con qualche resto vegetale solo nella stazione di controllo C2.

La componente macrobentonica è risultata costituita per la gran parte da organismi appartenenti al gruppo ecologico I, ovvero a quel gruppo di specie particolarmente sensibili al disturbo come il polichete *Magelona johnstoni*, i molluschi bivalvi *Chamelea gallina*, *Nucula nitidosa* e il solenoide *Phaxas pellucidus*, mentre nessun organismo appartenente al gruppo ecologico V (specie opportunistiche di I livello) è stato individuato.

Nel complesso, lo studio della struttura di comunità ha evidenziato una netta predominanza di anellidi in tutte le stazioni di campionamento, ad eccezione della stazione C2. Questa, infatti, a causa della maggiore profondità e della presenza di resti vegetali nei sedimenti, ospita una comunità leggermente differente, con valori di abbondanza e di ricchezza specifica più bassi. La comunità nella stazione C2 è risultata costituita in egual misura da molluschi, principalmente rappresentati dalla vongola comune *C. gallina*, e da anellidi policheti, in particolare della specie *Mediomastus capensis*, indicatrice di arricchimento organico, con una ridotta percentuale di Artropoda a causa della drastica diminuzione del numero di organismi appartenenti alla specie *Pseudocuma* (*Pseudocuma*) simile.

Lo studio effettuato sulla comunità macrobentonica ha permesso di classificare il sito indagato come "Indisturbato" nelle stazioni S1, S2, S3 e C1 e di "Leggermente disturbato" nelle stazioni di controllo C2 e C3. Dai risultati del calcolo dell'indice M-AMBI, basato sulla composizione in gruppi ecologici della comunità e sugli indici di Shannon Wiener (H') e di Ricchezza specifica (S), l'intera area di studio è risultata classificata con uno stato di "Sufficiente" ($M-AMBI < 0.61$),

presumibilmente a causa della presenza di una comunità nel complesso relativamente povera di individui e di ricchezza specifica. Solo la stazione di controllo C1 è risultata godere dello stato di “Elevato”. Tale risultato ha trovato sostegno nei valori ottenuti dal calcolo dei principali indici strutturali che, infatti, descrivono la comunità bentonica come quella con il maggior numero di individui e di specie presenti, oltre che quella con la migliore equidistribuzione degli organismi fra le diverse specie che la compongono. In corrispondenza della stazione di campionamento C1 hanno trovato spazio organismi appartenenti a diversi gruppi ecologici, tra cui, il polichete tubicolo *Owenia fusiformis* (II gruppo), indicatore di ambienti costieri interessati da un discreto livello di idrodinamismo ed una maggiore presenza di silt/argilla; lo spionide *Prionospio caspersi*, (IV gruppo) indicatore di ambienti più instabili; *P. (Pseudocuma)* simile (II gruppo), un cumaceo descritto come ben tollerante e adattato alle variazioni di salinità (Vader e Wolff, 1973), ma anche un gran numero di giovani policheti della specie *M. johnstoni* (I gruppo), molto sensibili al disturbo.

Nel complesso, in tutte le stazioni analizzate sono stati registrati valori di diversità specifica e di equidistribuzione molto simili, solo nelle stazioni S1 ed S2 è stata individuata una minore evenness dovuta alla dominanza delle specie: *M. johnstoni*, *P. caspersi*, e *P. (Pseudocuma)* simile.

Per concludere, le analisi condotte sui popolamenti macrobentici non hanno evidenziato alcuna differenza significativa ($p < 0.05$) fra le comunità riscontrate nelle stazioni di controllo e quelle destinate al futuro ripascimento.

Nel complesso, la contemporanea presenza di specie appartenenti a gruppi ecologici differenti, con diverse capacità di tolleranza al disturbo e diverse strategie adattative, sottolinea quanto l'area marina prossima alla foce del fiume sia da considerarsi di fatti un ambiente in continua evoluzione e tendenzialmente instabile. Le variazioni indotte da fattori come la stagionalità e le precipitazioni si riflettono nella composizione della struttura delle comunità bentoniche che divengono, pertanto, delle vere e proprie memorie biologiche, capaci di integrare le varie modificazioni che avvengono nell'ambiente indagato e ricoprire un ruolo primario nello studio del sistema marino nel corso del tempo.

Al termine delle analisi condotte sui macroinvertebrati bentonici, non sono da segnalare specie di particolare interesse o pregio conservazionistico.

Nel complesso, il connubio fra immagini ottenute dalle riprese video e le operazioni di sorting del macrobenthos hanno permesso di identificare, sulla base dei criteri di classificazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE (Allegato I), un singolo Habitat: 1110 - Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina. L'analisi di dettaglio delle immagini acquisite, in supporto allo studio sulla comunità macrobentonica, ha permesso di riconoscere una Biocenosi delle sabbie

ben calibrate mediterranee, secondo la classificazione EUNIS (2022), cod. EUNIS MB552, caratterizzata da un fondale nudo a ripples con la presenza di tracce di organismi fissori, tubicoli e detritivi.

3.7 – Popolazioni ittiche e aree di nursery

L'area di intervento non è compresa all'interno od in prossimità di siti della Rete Natura 2000 (siti SIC o ZPS – **Fig. 18**). Nell'area oggetto di intervento non sono presenti componenti vegetazionali di interesse naturalistico e la componente faunistica per lo più di passo è poco significativa.

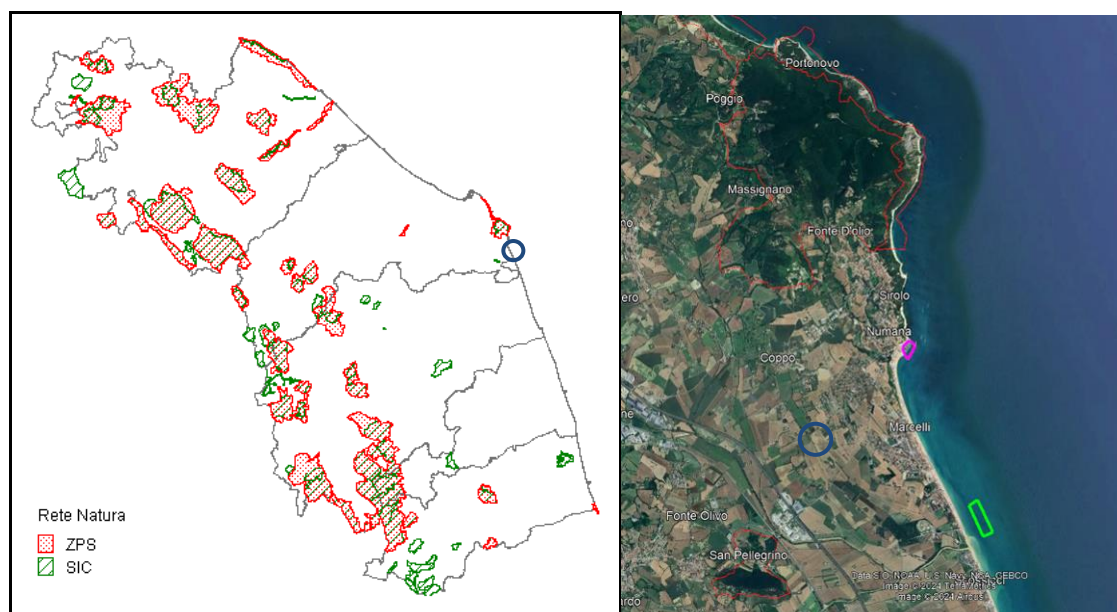


Figura 18 - Siti di importanza comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) nelle Marche. Il cerchio blu indica l'area oggetto di studio (in verde sito di ripascimento e in magenta sito di escavo).

Risultano localizzate entro le 3 mn dal sito di ripascimento n. 2 concessioni demaniali per la coltivazione di mitili: A08AN della Gasparri e Nicolini snc Società Agricola con scadenza al 31/12/2033 e A09 AN della FDP Conero Azzurro s.a.s. Società Agricola di Ferrini Francesco con scadenza al 31/12/2023.

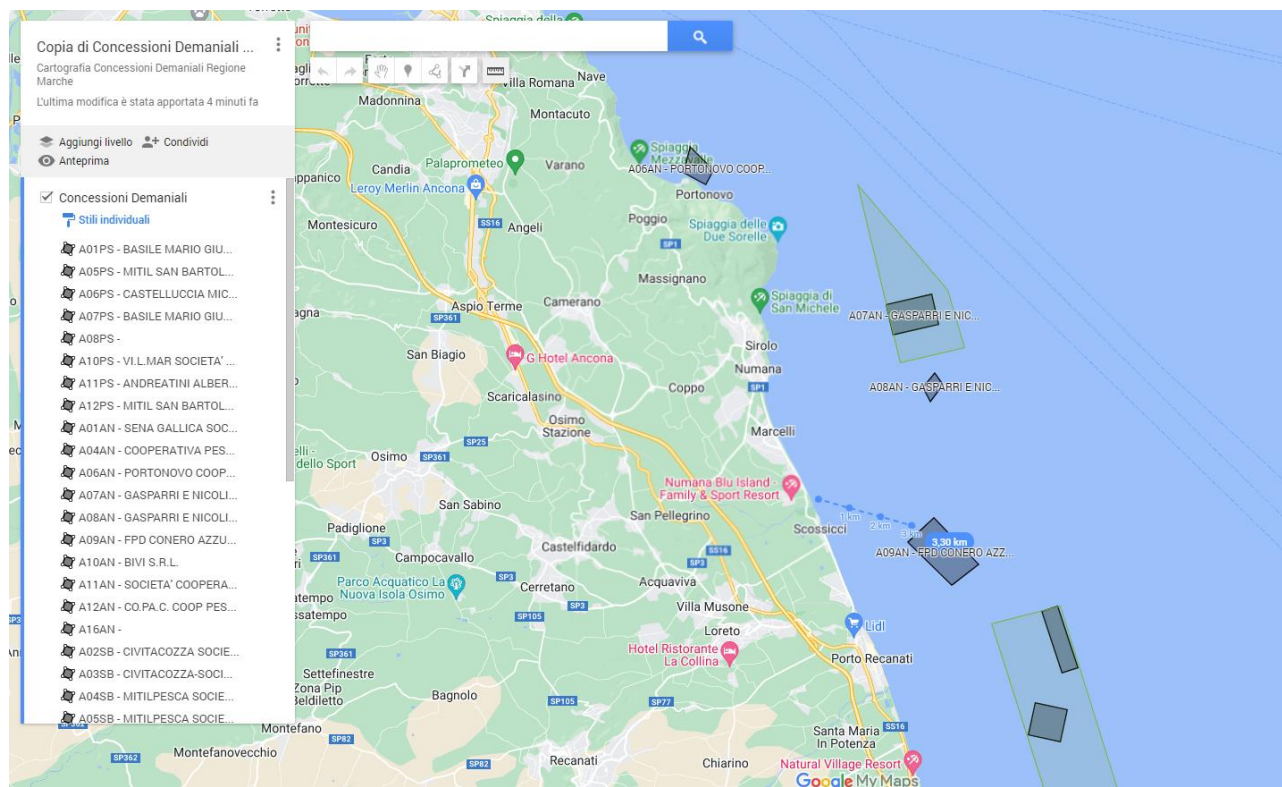


Fig. 19 - Cartografia concessioni demaniali di acquacoltura della Regione Marche (<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Agricoltura-Sviluppo-Rurale-e-Pesca/Demanio-marittimo-pesca-e-acquacultura#Presentazione>)

3.8 – Caratteristiche della spiaggia oggetto di ripascimento

La spiaggia oggetto di ripascimento risulta priva di opere di difesa e presenta un andamento dei fondali abbastanza regolare come si evince dai rilievi morfo-batimetrici condotti (**Elaborato B3**).

Per una caratterizzazione di tale area, nel mese di febbraio 2024, è stata condotta dalla Ecotecsistemas una campagna di indagine con il prelievo di n.16 campioni di sedimento superficiale successivamente sottoposti ad analisi fisiche, chimiche, ecotossicologiche e biocenotiche i cui risultati sono riportati nell'**Elaborato D5**.

Nello specifico i campioni S1, S2 ed S3 sono stati localizzati all'interno delle n.3 maglie quadrate 200x200 per la caratterizzazione dell'area di ripascimento (ai sensi del D.M. 173/2016); mentre i campioni C1, C2 e C3 rappresentano le stazioni di monitoraggio esterne all'area di ripascimento. Questi n.6 campioni sono stati sottoposti al set completo di analisi (fisiche, chimiche, ecotossicologiche, bentoniche e qualità della colonna d'acqua).

Le restanti 10 stazioni, denominate con la lettera G, rappresentano punti integrativi per la sola caratterizzazione fisica dei sedimenti.

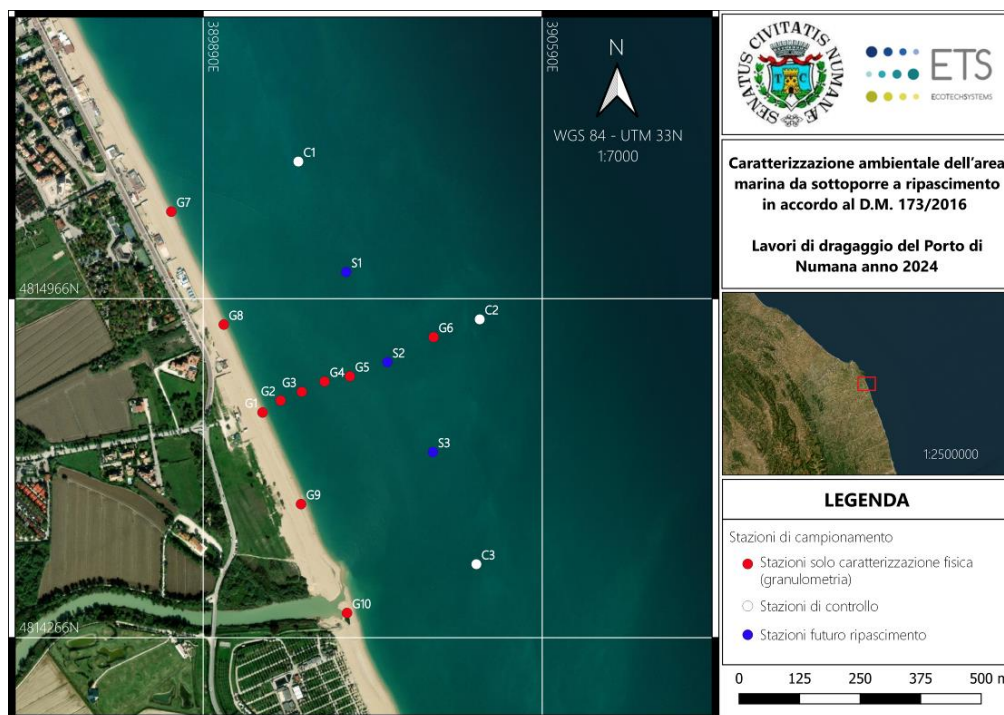


Figura 20 – Disposizione dei campioni prelevati per la caratterizzazione del sito di ripascimento

Dalle analisi condotte non si rileva alcuna tossicità o criticità dal punto di vista chimico dei sedimenti, mentre dal punto di vista granulometrico la porzione di spiaggia sommersa compresa fra le isobate -3,0 e -6.5 m s.l.m.m. è caratterizzata da sedimenti monogranulari (con grado di classazione elevato) riconducibili alle sabbie fini e finissime (D_{50} compresi fra 0,116 e 0,122 mm – **Fig. 21**). La spiaggia emersa è costituita da ghiaia fine e/o sabbia medio-grossolana, mentre sino all'isobata -2,0 m s.l.m.m. da sabbia medio-fine.

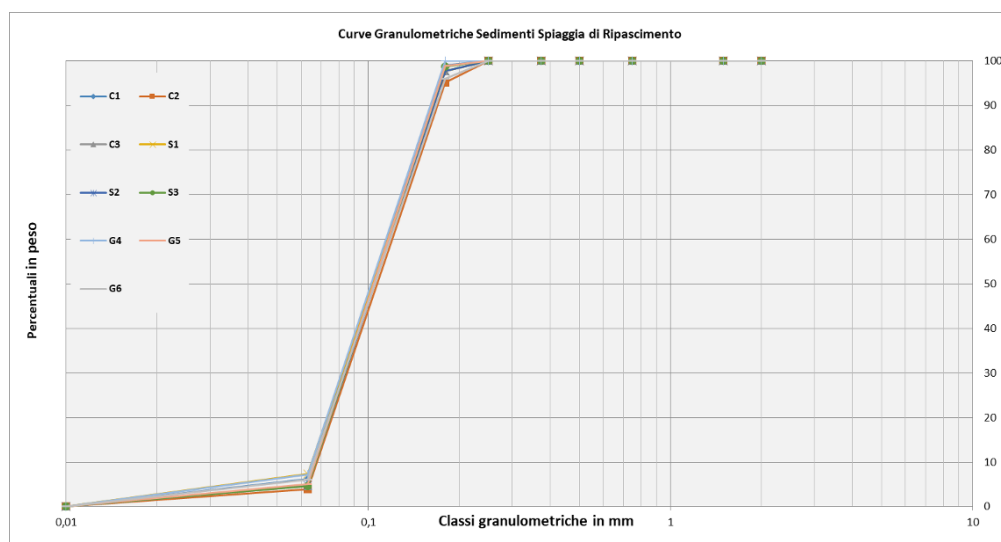
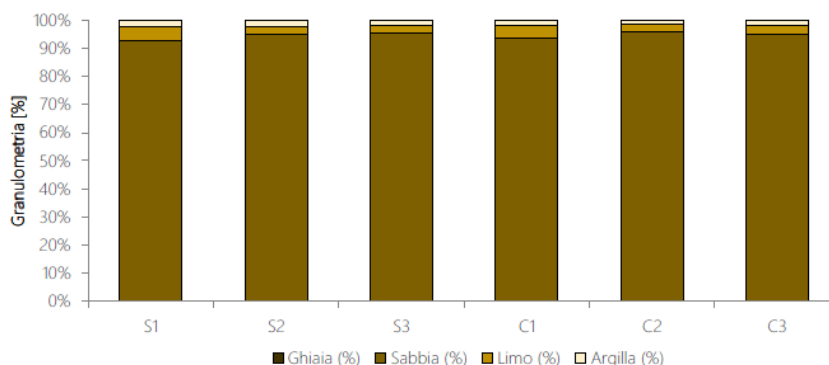


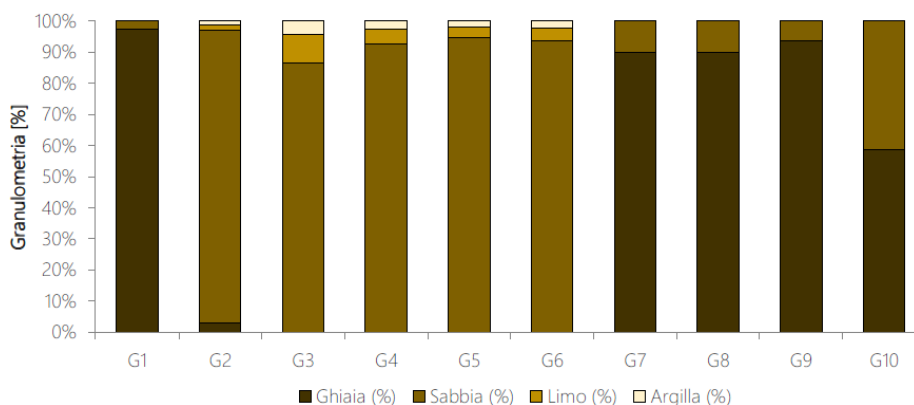
Figura 21 - Curve cumulative dei campioni relativi alle spiagge sommersa oggetto di ripascimento

L'analisi delle varie classi granulometriche nelle stazioni di ripascimento e controllo ha visto la prevalenza delle sabbie, le quali rappresentano più del 90% dei sedimenti prelevati, mentre il contenuto di pelite è risultato inferiore al 10%, le ghiaie sono risultate assenti (**Fig. 22**).



Stazione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Classificazione secondo Folk	Classificazione secondo Shepard
S1	< 0.1	92.7	5.1	2.2	SABBIA	SABBIA
S2	< 0.1	95.2	2.8	2.0	SABBIA	SABBIA
S3	< 0.1	95.4	3.0	1.6	SABBIA	SABBIA
C1	< 0.1	93.8	4.3	1.9	SABBIA	SABBIA
C2	< 0.1	96.1	2.6	1.3	SABBIA	SABBIA
C3	< 0.1	95.3	3.1	1.6	SABBIA	SABBIA

Figura 22 – Composizione granulometrica dei sedimenti nelle stazioni di ripascimento (S1-S3) e di controllo (C1-C3) e classificazione di Folk e Shepard.



Stazione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Classificazione secondo Folk	Classificazione secondo Shepard
G1	97.6	2.4	< 0.1	< 0.1	GHIAIA	GHIAIA
G2	2.8	94.4	1.5	1.3	SABBIA LEGGERMENTE GHIAIOSA	SABBIA
G3	< 0.1	86.5	9.1	4.4	SABBIA LIMOSA	SABBIA
G4	< 0.1	92.8	4.6	2.6	SABBIA	SABBIA
G5	< 0.1	94.9	3.2	1.9	SABBIA	SABBIA
G6	< 0.1	93.9	3.8	2.3	SABBIA	SABBIA
G7	89.8	10.2	< 0.1	< 0.1	GHIAIA	GHIAIA
G8	89.8	10.2	< 0.1	< 0.1	GHIAIA	GHIAIA
G9	93.6	6.4	< 0.1	< 0.1	GHIAIA	GHIAIA
G10	58.6	41.4	< 0.1	< 0.1	GHIAIA SABBIOSA	GHIAIA

Figura 23 – Composizione granulometrica dei sedimenti nelle stazioni aggiuntive (G1-G10) e classificazione di Folk e Shepard.

Caratteristiche chimiche, ecotossicologiche e microbiologiche dei sedimenti del sito di ripascimento

Per ciò che concerne la caratterizzazione chimica dei sedimenti, tra i metalli analizzati, Mercurio (Hg) e Cromo esavalente (Cr VI) sono risultati al di sotto del limite di quantificazione in tutte le stazioni (tranne l'Hg nella stazione S2). La maggior parte dei restanti metalli (Al, Cr tot, Fe, Ni, Pb, V e Zn) ha mostrato massimi nelle stazioni di controllo C1 e C2 e minimi nella stazione C3. As, Cd e Cu hanno presentato distribuzioni più variegata. Nessuna concentrazione dei metalli indagati ha superato i limiti indicati dal D.M. 173/2016. Relativamente ai composti organici, il Carbonio Organico Totale (TOC), gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Pesticidi e Policlorobifenili (PCB) ed i composti organostannici sono risultati inferiori ai limiti di quantificazione in tutte le stazioni, ad eccezione del TOC nella S2 e del pesticida 4,4'-DDE in C1; nessuno di questi composti ha oltrepassato i limiti stabiliti dal D.M. 173/2016.

Il pericolo chimico è stato classificato come “ASSENTE” in tutte le stazioni di campionamento per entrambi i Livelli soglia L1 e L2.

Stazione	% PELITE	(HQ) L1	(HQ) L2	L1 Max % contr HQC	L2 Max % contr HQC	N° parametri non conformi L1	N° parametri non conformi L2	CLASSE DI PERICOLO CHIMICO (L1)	CLASSE DI PERICOLO CHIMICO (L2)
S1	7.3	0.05	0.03	-	-	0	0	ASSENTE	ASSENTE
S2	4.8	0.06	0.03	-	-	0	0	ASSENTE	ASSENTE
S3	4.6	0.05	0.03	-	-	0	0	ASSENTE	ASSENTE
C1	6.2	0.06	0.03	-	-	0	0	ASSENTE	ASSENTE
C2	3.9	0.06	0.03	-	-	0	0	ASSENTE	ASSENTE
C3	4.7	0.05	0.03	-	-	0	0	ASSENTE	ASSENTE

Classificazione del pericolo chimico del sito di ripascimento

La totalità dei sedimenti analizzati non ha generato effetti ecotossicologici in nessuna delle tre specie target: il pericolo ecotossicologico è stato pertanto classificato come “ASSENTE”.

Stazione	% PELITE	HQ Batteria	N° saggi	Percentuale di elutriato	Livello di pericolo ecotossicologico
S1	7.3	0.17	3	100%	ASSENTE
S2	4.8	0.06	3	100%	ASSENTE
S3	4.6	0.06	3	100%	ASSENTE
C1	6.2	0.06	3	100%	ASSENTE
C2	3.9	0.11	3	100%	ASSENTE
C3	4.7	0.11	3	100%	ASSENTE

Classificazione del pericolo ecotossicologico del sito di ripascimento

Sulla base dei risultati ottenuti dalle risultanze di laboratorio di natura chimica ed ecotossicologica, è stato possibile classificare i sedimenti superficiali del sito di ripascimento in classe “A”.

Stazione	% PELITE	Classe di pericolo ecotossicologico	Classificazione chimica	Percentuale di elutriato	Classe di qualità del materiale
S1	7.3	ASSENTE	HQc(L2) ≤ Trascurabile	100%	A
S2	4.8	ASSENTE	HQc(L2) ≤ Trascurabile	100%	A
S3	4.6	ASSENTE	HQc(L2) ≤ Trascurabile	100%	A
C1	6.2	ASSENTE	HQc(L2) ≤ Trascurabile	100%	A
C2	3.9	ASSENTE	HQc(L2) ≤ Trascurabile	100%	A
C3	4.7	ASSENTE	HQc(L2) ≤ Trascurabile	100%	A

Classificazione di qualità dei sedimenti del sito di ripascimento

Tra i batteri esaminati ai fini della caratterizzazione microbiologica dei sedimenti, la specie Escherichia coli non è stata rilevata (i.e., < LoQ) in nessuna delle stazioni di campionamento, mentre gli enterococchi sono risultati presenti unicamente nella stazione di controllo C1, con un'abbondanza nell'ordine di grandezza di 10 MPN g-1 s.s.

Caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti del sito di ripascimento

Di seguito sono riportati i valori di temperatura, pH e potenziale Red-Ox (ORP) misurati nei sedimenti appena prelevati. Le temperature sono risultate comprese fra 9.1 e 9.8 °C, mostrando valori assai prossimi a quelli registrati mediante sonda multiparametrica (CTD) nelle acque di fondo, con minimo e massimo rilevati rispettivamente nelle stazioni di controllo C2 e C1.

Il pH ha esibito valori compresi tra un minimo di 8.13, osservato nella stazione S3, ed un massimo di 8.38, rilevato nella S1, entrambe situate nell'area del futuro ripascimento. Tali valori appaiono per lo più in linea con i valori di pH rilevati in colonna d'acqua, tanto nelle stazioni site in area di ripascimento, quanto nelle stazioni di controllo.

L'indicatore di potenziale redox (ORP) ha mostrato valori negativi in tutti i sedimenti analizzati. La stazione di controllo C2 ha esibito un valore minimo di -81.2 mV, mentre nella stazione di ripascimento S1 è stato rilevato un valore massimo di -35.4 mV. Questi dati suggeriscono la presenza di condizioni moderatamente riducenti nei sedimenti campionati, tipiche di ambienti prevalentemente sabbiosi. Nei sedimenti di natura non coesiva e altamente permeabili, come quelli descritti, l'acqua interstiziale può incrementare notevolmente i tassi di trasporto dell'ossigeno portando, in casi estremi, a uno sbilanciamento a favore dei processi di ossidazione (Zaldívar et al., 2008).

Stazione	Temperatura [°C]	pH	ORP [mV]
S1	9.7	8.38	-35.4
S2	9.5	8.21	-48.8
S3	9.5	8.13	-41.9
C1	9.8	8.22	-47.5
C2	9.1	8.18	-81.2
C3	9.5	8.34	-59.7

Temperatura, pH e potenziale Red-Ox (ORP) nei sedimenti del sito di ripascimento

4 – PROGETTO DI ESCAVO TRASPORTO E RIPASCIMENTO

4.1 – Caratterizzazione dei sedimenti di escavo

La caratterizzazione dei materiali è stata effettuata secondo la procedura di cui al Percorso I dell'Allegato Tecnico al DM 173/2016, così come riportato e meglio descritto nel report di caratterizzazione ambientale del sito di escavo allegato al presente progetto (**Elaborato D3** - a cui si rimanda per una descrizione più dettagliata).

Il Piano di caratterizzazione è stato redatto, seguendo la stessa procedura degli anni passati, suddividendo il porto principalmente in n.11 aree unitarie:

- N.5 aree A,B,M,L,I con dimensioni 50 x 50 metri;
- N.6 aree C,D,E,H,G,F con dimensioni 25 x 100 metri.



Fig. 24 – Aree di caratterizzazione del Porto di Numana

Preliminarmente, alle attività di caratterizzazione ambientale, è stato eseguito un rilievo batimetrico (dicembre 2023) per un aggiornamento delle profondità dei fondali delle aree interessate (**Elaborato B2**).

Le corrispondenti coordinate geografiche (WGS84) dei n.11 punti di sondaggio, insieme alle profondità riscontrate dei fondali al momento del campionamento sono riportate nella tabella di seguito riportata.

COORDINATE SONDAGGI AMBIENTALI PORTO DI NUMANA			
STAZIONI AREE	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS/84	PROFONDITA FONDALE (metri)	PROFONDITA SONDAGGIO (metri)
A	43°30,652'N ; 13°37,543'E	1,80/2,00	0,50
B	43°30,633'N ; 13°37,562'E	1,80/2,00	0,50
C	43°30,573'N ; 13°37,596'E	0,90/1,00	2,00
D	43°30,531'N ; 13°37,570'E	0,90/1,00	2,00
E	43°30,497'N ; 13°37,548'E	0,90/1,00	2,00
H	43°30,498'N ; 13°37,525'E	2,80/3,00	2,00
M	43°30,591'N ; 13°37,557'E	1,80/2,00	2,00
L	43°30,545'N ; 13°37,525'E	1,80/2,00	0,50
I	43°30,525'N ; 13°37,488'E	1,80/2,00	0,50
G	43°30,544'N ; 13°37,557'E	2,30/2,50	2,00
F	43°30,582'N ; 13°37,579'E	2,30/2,50	2,00

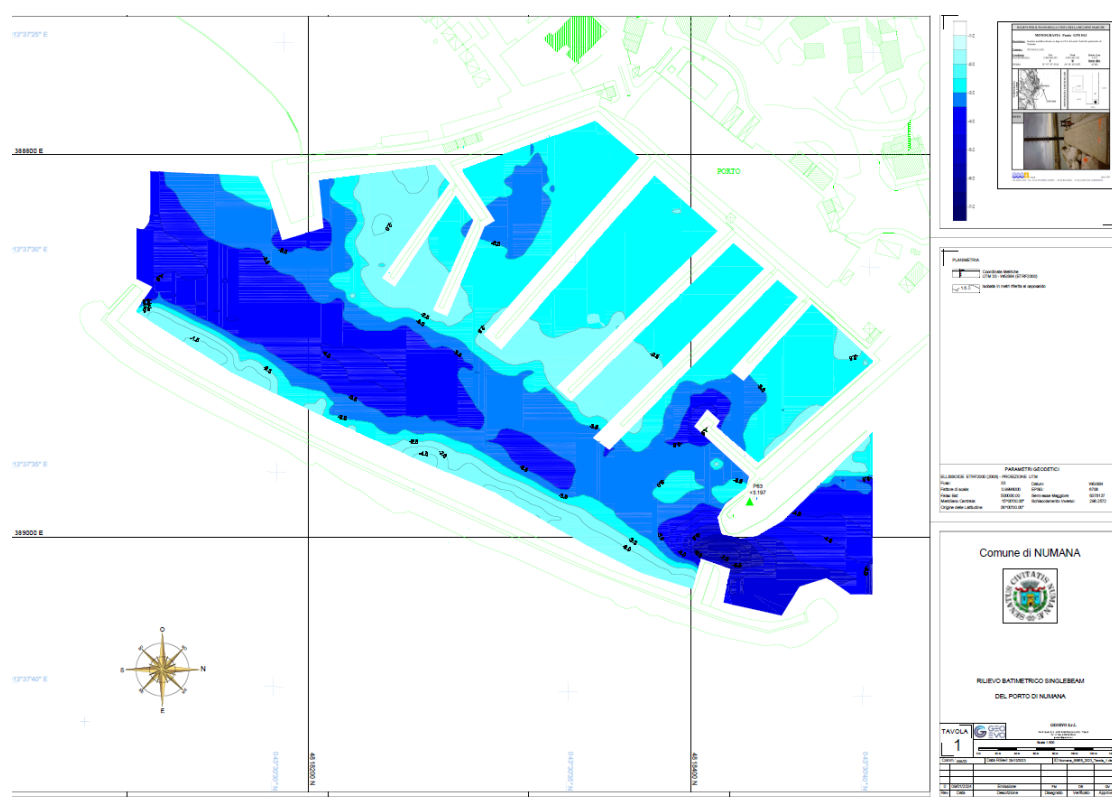


Fig. 25 – Carta Batimetrica (dicembre 2023) del Porto di Numana

Secondo quanto previsto dal D.M.173/2016, intera area da caratterizzare è stata suddivisa in diverse aree unitarie, mentre le tecniche di campionamento utilizzate sono state diverse a seconda della profondità da indagine da eseguire.

- N.4 aree (A,B,I,L) per un campionamento superficiale (0,00-0,50m) mediante benna in acciaio tipo Van-Veen;
- N.7 aree (C,D,E,H,M,F,G) a campionamento profondo (da -1,0 a 2,0 metri) con sistema di perforazione marino con tecnologia vibro-percussiva.

I campioni sono successivamente stati sottoposti ad analisi fisiche, chimiche ed ecotossicologiche eseguite dal laboratorio certificato L.A.V. srl di Rimini, i cui certificati sono riportati negli allegati all'Elaborato D3.

Tutti i campioni corrispondenti ai livelli superficiali e profondi analizzati nella fase di caratterizzazione sono risultati, ai sensi del DM 173/2016 paragrafo 2.7, in classe di qualità "A", solo un campione (E_50-100) in classe "B".

Inoltre tutti i campioni sono risultati con frazione sabbiosa prevalente ad esclusione dei campioni B_00-50 e E_100-200 dove risulta prevalente la frazione pelitica.

I sedimenti risultanti in classe A con frazione sabbiosa prevalente risultano quindi movimentabili per l'esecuzione di ripascimento sommerso.



4.2 – Caratteristiche del ripascimento

La spiaggia interessata dall'intervento di ripascimento presenta un profilo basso e una linea di riva praticamente rettilinea con una larghezza pressoché costante. Nel senso trasversale la spiaggia ha un profilo più accentuato sino a 50 m dalla battigia (pendenza 6%) che si attenua procedendo verso il largo passando dapprima ad una pendenza del 2% (fino a 100 m dalla battigia) ed attestandosi intorno allo 0,6% sino all'isobata -6.0 m.

Le caratteristiche granulometriche del materiale di ripascimento dipendono principalmente dal diametro medio D_{50} del materiale nativo della spiaggia e da quello di ripascimento. L'utilizzo di sedimento di ripascimento a granulometria differente rispetto ai sedimenti della spiaggia nativa comporta una variazione del profilo finale della nuova spiaggia: sedimenti più fini rispetto a quelli nativi comporteranno una riduzione della pendenza del profilo di spiaggia con sedimenti che si dislocheranno prevalentemente in area sommersa o semi-sommersa, viceversa sedimenti più grossolani rispetto a quelli nativi comporteranno un incremento della pendenza del profilo di spiaggia con un maggiori effetti sulla spiaggia emersa.

Come è noto il materiale da ripascimento andrà ad integrare e rafforzare, in relazione alla sua granulometria, l'intero profilo di equilibrio esistente fino alla profondità di chiusura del sistema spiaggia. La descrizione di tale profilo di equilibrio fu fatta da Dean nel 1977 con la nota formula:

$$h = A y^{2/3}$$

dove:

A: è un parametro che dipende dal diametro dei sedimenti (table III-3-3-, CEM)

$$A = 0,41 (D_{50})^{0,94} \text{ per } D_{50} < 0,4 \text{ mm}$$

$$A = 0,23 (D_{50})^{0,32} \text{ per } 0,4 \leq D_{50} < 10,0 \text{ mm}$$

$$A = 0,23 (D_{50})^{0,28} \text{ per } 10,0 \leq D_{50} < 40,0 \text{ mm}$$

$$A = 0,46 (D_{50})^{0,11} \text{ per } D_{50} \geq 40,0 \text{ mm}$$

h : è la profondità d'acqua del profilo di equilibrio e y la distanza dalla costa

y : è la distanza dalla costa

I sedimenti di escavo del porto di Numana, sulla base delle analisi condotte (**Elaborato D3**), in linea con una sedimentazione che avviene in un ambiente semichiuso, risultano meno classati rispetto a quelli presenti nel sito di ripascimento, con una classe granulometrica prevalente riconducibile alle sabbie fini (0,125-0,25 mm), subordinatamente sabbie finissime (0,063-0,125 mm) e in minima parte sabbie medie (0,25-0,50 mm) e una percentuale media di pelite pari al 19%, comunque non prevalente.

Il diametro medio (D50) di tali sedimenti risulta pari a 0,130 mm superiore rispetto ai sedimenti rinvenuti nel sito di ripascimento tra le isobate -4,0/-5.5 m s.l.m.m. dove il D50 è compreso fra 0,116 e 0,122 mm.

Nel grafico seguente sono confrontati i diversi campioni prelevati nel sito di escavo (nelle sezioni oggetto di escavo) con i sedimenti rinvenuti nel sito di ripascimento all'isobata -4,0 m. Si evince come, a fronte di un maggiore quantitativo di pelite, la quale verrà sicuramente dispersa verso maggiori profondità nei primi eventi marosi diminuendo il volume effettivo del ripascimento, il sedimento di ripascimento potrà contribuire alla stabilità del profilo di spiaggia apportando, nel complesso, sedimenti più grossolani rispetto a quelli esistenti alle profondità di intervento.

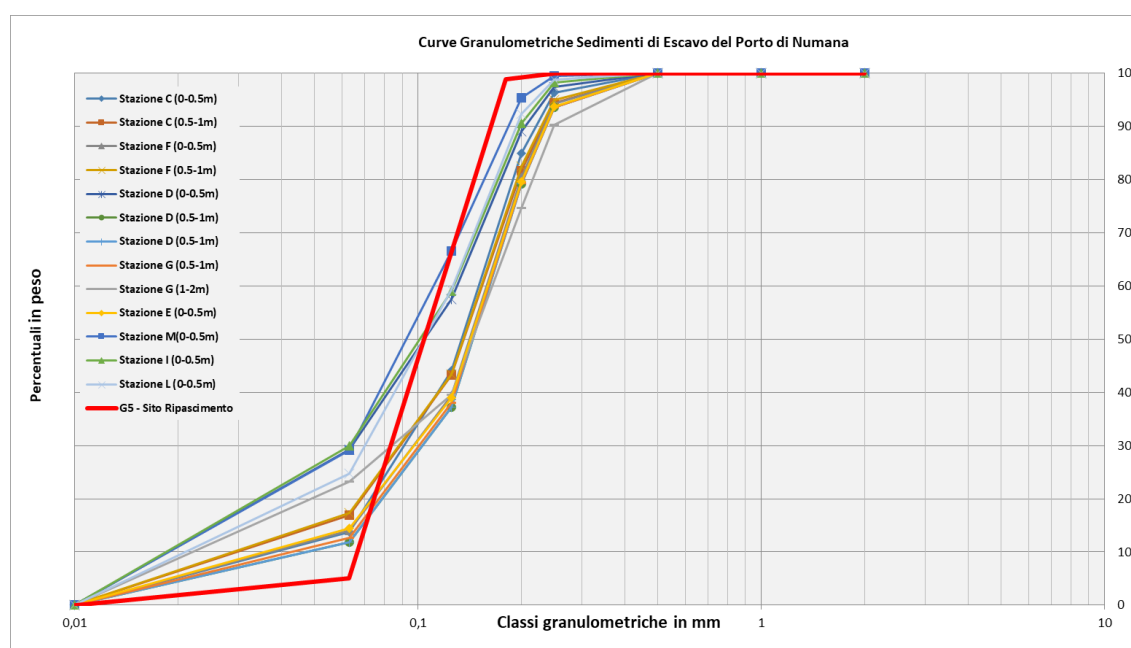


Figura 26 - Curve cumulative dei sedimenti di escavo del Porto di Numana impiegati per il ripascimento confrontati con il campione G5 prelevato nel sito di ripascimento all'isobata -4,0 m s.l.m.m.

Da un confronto tra il profilo di equilibrio della spiaggia sommersa secondo la teoria di Dean (1977) calcolato per un sedimento di ripascimento con diametro medio $D_{50}=0,130$ mm e il profilo di spiaggia sommersa rilevato alla Sezione 5-5' (**Elaborato B4**), si evince come tali sedimenti di ripascimento risultino stabili nel sito oggetto di ripascimento a partire da un'isobata di circa -4,6 m. Pertanto la realizzazione di una barra sommersa a profondità comprese fra -4,5 e -5,0 m s.l.m.m. garantirà una maggiore stabilità del profilo di spiaggia sommersa compreso fra i 200 e i 250 metri dalla battigia.

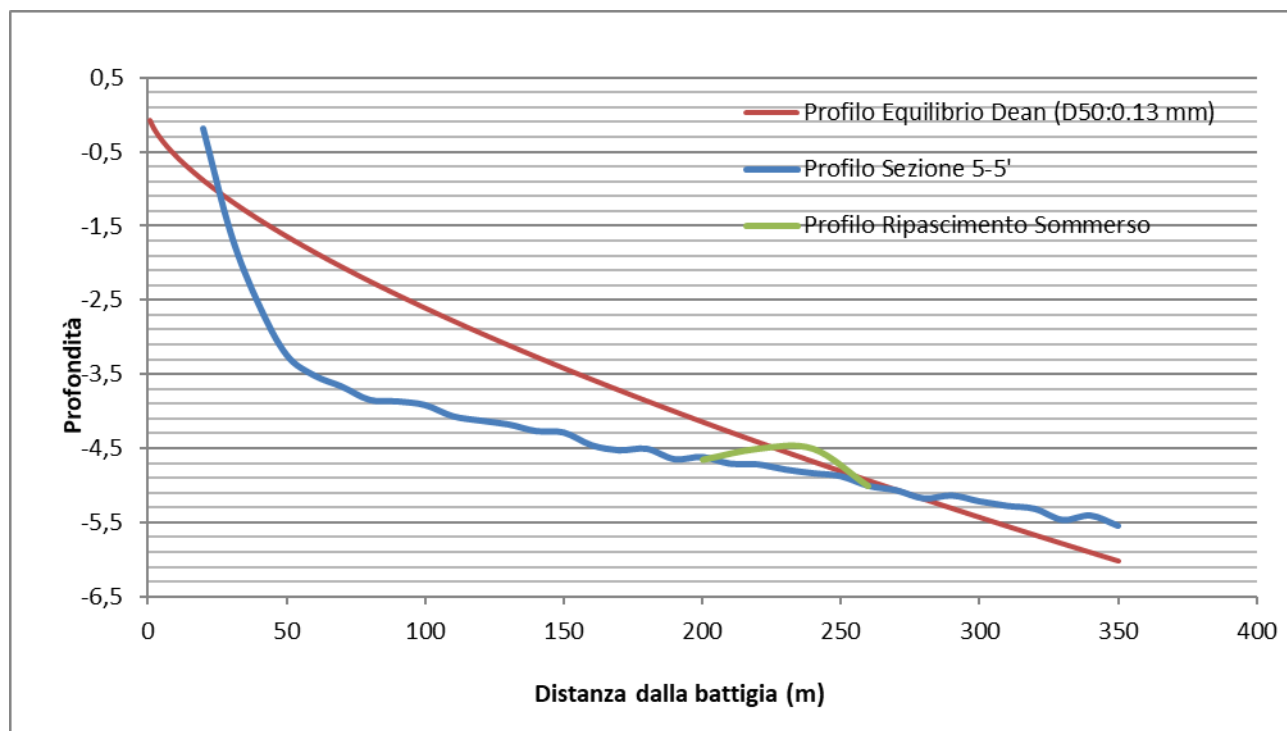


Fig. 27 – Profilo di equilibrio della spiaggia sommersa secondo la teoria di Dean (1977) calcolato per sedimenti di ripascimento con diametro medio $D_{50}=0,130$ mm confrontato con il profilo di spiaggia sommersa rilevato alla Sezione 5-5' ed il profilo di ripascimento sommerso in progetto

Tipologia e modalità di dragaggio

In relazione alle esigue dimensioni dell'area di dragaggio ed alla presenza di strutture costiere e portuali (scogliere, moli, banchine) si rende necessario operare con escavi di precisione; pertanto, si è optato, coerentemente con quanto indicato dal "Manuale linee guida 169/2017 ISPRA", per il dragaggio meccanico. La tipologia di draga individuata è quella a grappa, con benna mordente bivalve al fine di minimizzare la perdita di materiale (spil/age) e affinché la densità del sedimento rimosso rimanga prossima a quella di origine. Il materiale scavato sarà caricato su motopontone dotato di idoneo sistema di contenimento (pozzo, sponde) e trasportato al sito di destinazione.

Il procedimento prevede una verifica dei materiali depositati nel pozzo di carico della draga attraverso la benna, con cernita ed asportazione delle parti grossolane e/o inidonee e dei trovanti, con separazione e deposito a terra dei materiali scartati, selezionati per tipologia, per il successivo smaltimento in discarica.

Il trasporto dei materiali dragati dall'area di escavo a quelle di ripascimento sommerso dovrà essere effettuato senza perdite durante il tragitto. L'immersione in mare nell'area di ripascimento dovrà avvenire tramite procedimento meccanico con benna o con apertura del fondo e dovrà essere condotta versando il materiale secondo una configurazione teorica in equilibrio idrodinamico, che

tenderà a ricostruire la morfologia di una barra sommersa o a riempire la fossa antistante la barra più esterna.

Nello specifico, la realizzazione di una barra artificiale può modificare la risposta morfodinamica della spiaggia al variare delle condizioni d'onda divenendo una soluzione estremamente efficiente nel favorire la protezione dell'arenile dalle mareggiate.

Per quanto sopra le lavorazioni di escavo previste, che come da prescrizioni non potranno avere una durata superiore a 30 giorni complessivi, sono sinteticamente le seguenti:

- scavo subacqueo da effettuarsi a mezzo di motopontone, dotato di escavatore con benna mordente bivalve, del fondale marino ricadente negli specchi acquei individuati nelle aree unitarie riportate nelle tavole progettuali;
- in particolare le quote, dal livello medio marino, da raggiungere nelle operazioni di escavo nei diversi quadranti "C-D-E-F-G-I-L-M" sono:
 - maglia C (mt. 25 x 100) quota -2,00m sul l.m.m. (a partire da - 1.00 / mc. 2.500);
 - maglia D (mt. 25 x 100) quota -2,00m sul l.m.m. (a partire da - 1.00 / mc. 2.500);
 - maglia E (mt. 25 x 100) quota -1,50m sul l.m.m. (a partire da - 1.00 / mc. 1.250);
 - maglia F (mt. 25 x 100) quota -3,00 m sul l.m.m. (a partire da - 2.50 / mc. 1.000);
 - maglia G (mt. 25 x 100) quota -3,00m sul l.m.m. (a partire da - 2.50 / mc. 1.000);
 - maglia I (mt. 30 x 50) quota -2,50m sul l.m.m. (a partire da - 2.00 / mc. 750);
 - maglia L (mt. 30 x 50) quota -2,50m sul l.m.m. (a partire da - 2.00 / mc. 750);
 - maglia M (mt. 30 x 50) quota -2,50m sul l.m.m. (a partire da - 2.00 / mc. 750);

Nelle maglie I,L,M lo scavo verrà effettuato su una fascia di 30x50 mt. nella porzione est della maglia.

Nelle maglie F e G lo scavo verrà effettuato su una fascia di 20x100 mt localizzata verso le maglie C e D al fine di raccordare i fondali presenti a ridosso della diga foranea con il canale presente più ad ovest.

Nelle maglie A e B verrà soltanto eseguito, ai sensi dell'art. 2 comma 1 lettera f) del D.M. 173/2016, un intervento di rimodellamento dei fondali al fine di garantire l'agibilità degli ormeggi senza escavo e trasporto di materiale fuori dal sito di intervento.

Il volume totale dei sedimenti di escavo è pari a 10.500,00 mc, il calcolo dei volumi di escavo è riportato nell'**Elaborato C1**.

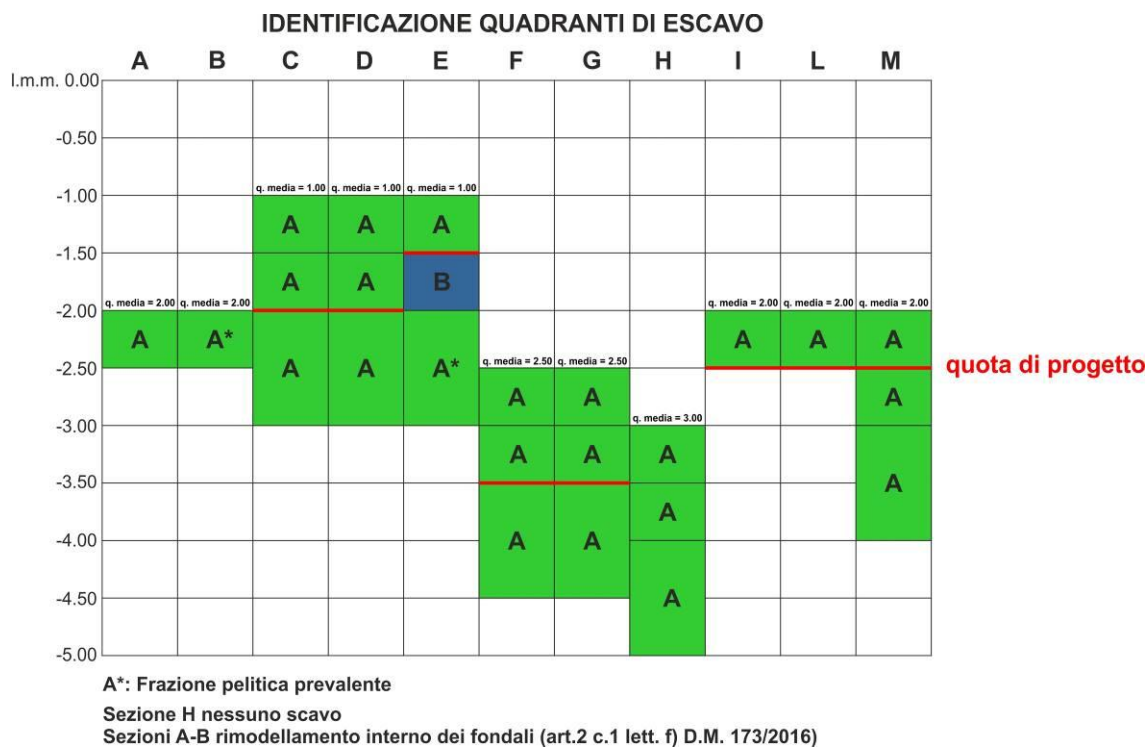


Fig 28 – Quadro riassuntivo di riferimento caratterizzazione febbraio 2024 (D.M. 173/2016) in relazione alle batimetrie

- trasporto e ripascimento sommerso (isobate -4,50/-5,00 m.sl.m.m.) di un tratto di 600 metri lineari di costa situata nella zona antistante la foce del Fiume Musone ed individuata ai transetti n. 478-479-480-481 del SIT Costa della Regione Marche e ad una distanza compresa fra 200 e 400 metri dalla battigia. In totale si prevede il ripascimento di circa 10.500,00 m³ di sedimenti corrispondente a circa 17,5 m³/ml, depositati in modo tale da creare una barra sommersa con larghezza in cresta pari a circa 20,0 mt, altezza compresa fra 0,3 e 0,4 mt e larghezza alla base di circa 60,0 mt come meglio illustrati nelle sezioni dell'**Elaborato B4**;

Per l'individuazione dei volumi di escavo, determinati a mezzo dei prismoidi ottenuti dalla elaborazione del piano quotato, si è fatto riferimento ai dati del rilievo plano-batimetrico effettuato in data 29/12/2023 dalla Ditta Geoevo s.r.l. di Senigallia (AN) (**Elaborato B1**).

Per una maggiore descrizione dell'area di escavo si rimanda all'apposita scheda di inquadramento redatta ai sensi del D.M. 173/2016 (**Elaborato D4**).

Misure di mitigazione

Gli accorgimenti tecnici individuati per limitare il rilascio di sedimento in colonna d'acqua, come individuati e per quanto prescritto sono:

- 36

- Il sistema è costituito da una tubazione ancorata al fondo provvista di ugelli e da un compressore con motore termico attestato a terra in un'area appositamente delimitata che fornisce aria compressa al sistema del tubo flessibile. L'aria fuoriesce a pressione attraverso gli ugelli. La corrente che si genera verso la superficie è costituita da minuscole bolle che creano una barriera per i sedimenti in sospensione. Tale accorgimento tecnico permette l'attraversamento della cortina di bolle d'aria da parte delle imbarcazioni, evitando nel contempo, anche in fase di transito, la fuoriuscita, dallo specchio acqueo intercluso, di eventuali materiali in sospensione.

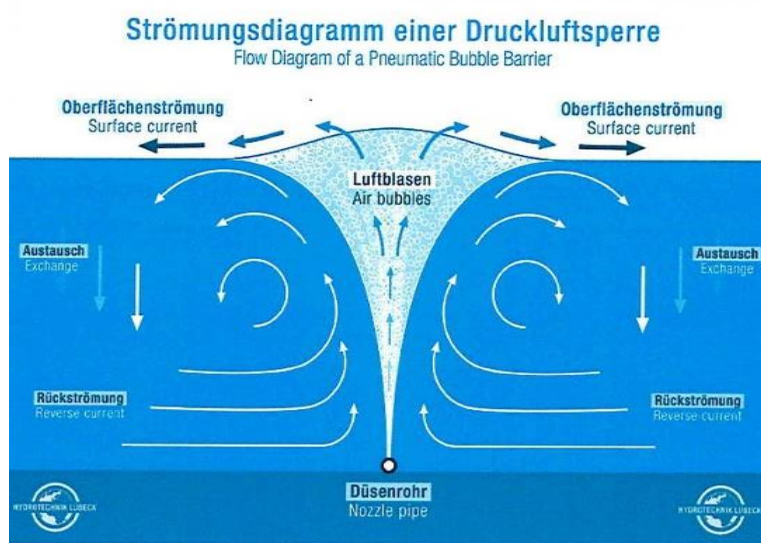


Fig. 30 – Schema funzionamento Air Bubbles Screen

Per l'intervento di che trattasi, durante le operazioni di dragaggio ed esecuzione del ripascimento sommerso, saranno adottate le seguenti misure:

1. Prima dell'avvio dei lavori di escavo sarà inviato a tutti i soggetti coinvolti nel presente procedimento il piano operativo dei lavori, definito con la ditta esecutrice;
2. Prima dell'avvio dei lavori sarà acquisita dalla ditta esecutrice l'apposita ordinanza della Capitaneria di Porto competente;
3. L'inizio effettivo dei lavori sarà comunicato a tutti i soggetti coinvolti nel procedimento con il massimo anticipo possibile;
4. Il trasporto dei materiali dragati dall'area di escavo a quella di ripascimento, sarà effettuato senza perdite durante il tragitto;

6. Il mezzo navale che effettuerà il lavoro sarà dotato di sistema di posizionamento satellitare e, se possibile, di registrazione della posizione, della velocità e delle rotte e tali dati dovranno essere conservati per eventuali controlli;
7. Nei casi di accidentale dispersione di sostanze contaminanti durante le operazioni, si provvederà con l'attivazione dei piani di emergenza istituzionali per il tramite dell'Autorità Marittima competente;
8. Le operazioni di ripascimento si svolgeranno solo nelle ore diurne;
9. Nel corso dei lavori il Comune di Numana periodicamente aggiornerà tutti i soggetti coinvolti nel procedimento, con particolare riguardo a quelli che svolgono funzioni di vigilanza e controllo, via posta elettronica ordinaria, inviando, in particolare, i report giornalieri dei quantitativi dragati e posati a ripascimento, che evidenzino i tempi, le rotte seguite, i quantitativi nonché eventuali problematiche riscontrate;
10. Qualsiasi modifica al presente progetto che si ritenesse necessaria adottare in corso d'opera, sarà preventivamente comunicata alla Regione Marche - P.F. Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali, Qualità dell'Aria e Protezione Naturalistica, alla Capitaneria di Porto, all'ARPAM Dipartimento di Ancona, all'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale e all'Ente Parco del Conero;
11. Entro trenta giorni dal termine dei lavori sarà inviata a tutti i soggetti di cui al precedente punto una relazione, in cui si evidenzino i quantitativi effettivamente dragati, le batimetrie raggiunte all'interno del porto, i quantitativi effettivamente messi a ripascimento, gli eventuali materiali considerati inadatti al ripascimento (tipologia e quantità) e, pertanto, gestiti come rifiuti, le eventuali difficoltà tecnico – operative riscontrate, i dati del monitoraggio ambientale fino a quel momento raccolti, e, più in generale, in cui si riportino le informazioni e la documentazione utile a verificare la correttezza dell'esecuzione dei lavori;
12. I Report di monitoraggio ambientale effettuati saranno inviati, entro sessanta giorni dalla loro effettuazione, eventualmente prorogabili su richiesta, motivata, del Comune di Numana, alla Regione Marche - P.F. Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali, Qualità dell'Aria e Protezione Naturalistica, ai Dipartimenti competenti, alla Capitaneria di Porto, all'ARPAM Dipartimento di Ancona, all'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale e all'Ente Parco del Conero;
13. Per quanto riguarda le indicazioni e raccomandazioni dello Studio di incidenza per la mitigazione degli impatti che hanno carattere prescrittivo, durante l'esecuzione dei lavori, si provvederà come di seguito:

- per l'imboccatura a Nord sarà assicurata l'adozione di un doppio sistema di air bubbles screen (ABS), al fine di impedire la diffusione della torbida all'esterno del porto, in modo da evitare la fuoriuscita anche del materiale più fine, con chiusura del traffico in entrata e uscita che verrà veicolato alla sola imboccatura Sud, dotata a sua volta di un sistema di air bubbles screen (ABS) anche in questo caso per evitare la fuoriuscita del materiale più fine;
- sarà verificato giornalmente (prima dell'inizio dei lavori) il corretto funzionamento e tenuta del sistema air bubbles screen (ABS) sia a Nord che a Sud;
- sarà adottata per l'escavo una benna a chiusura ermetica;
- sarà prestata la massima cautela nel manovrare la benna sul pontone per il prelievo dei sedimenti al fine di evitare perdite di materiale e rilascio di contaminanti lungo la colonna d'acqua;
- saranno presenti a bordo del motopontone un sistema di telecamere e personale tecnicamente qualificato della ditta appaltatrice, il quale, oltre a seguire tutte le operazioni sopra descritte, individuerà tempestivamente l'eventuale presenza di materiale inidoneo al ripascimento, che dovrà essere gestito in conformità alle norme vigenti in materia di rifiuti;
- in caso di previsioni di mare di forza uguale o superiore a 4 proveniente dal settore 90°-135°N ovvero da Est-Sud-Est, saranno sospese le operazioni di escavo al fine di evitare la possibile formazione di plume di torbidità nelle aree immediatamente a Nord del porto;
- i lavori dureranno al massimo 30 giorni e comunque la loro durata dovrà essere subordinata a quanto disposto dall'ordinanza della Capitaneria di Porto competente, qualora tale disposizione sia relativa ad una durata inferiore a 30 giorni. Nel caso in cui la durata massima dei lavori non possa essere rispettata, essi dovranno essere sospesi e riavviati solo al termine della stagione balneare;
- sarà assicurato costantemente un controllo visivo volto ad individuare l'eventuale presenza di plume di torbidità nell'area immediatamente a Nord del Porto dove sono presenti l'habitat 1170 ed il popolamento di *Pinna nobilis*. Nel caso in cui, nonostante la verifica quotidiana del corretto funzionamento del sistema air bubbles screen (ABS), venga rilevata torbidità, i lavori saranno tempestivamente interrotti e ne sarà data immediata comunicazione al Parco ed alla Regione Marche, P.F. Valutazioni Ambientali, anche per le vie brevi;

Tutti i provvedimenti di conservazione e preservazione dell'ambiente, durante le operazioni di escavo, sopra richiamati, saranno riportati nel Capitolato Speciale d'Appalto, nel quale dovrà essere fatto esplicito riferimento alla necessità di rispettarli, in quanto imprescindibili dai pareri che saranno rilasciati dai vari Enti preposti.

5 – PIANO DI MONITORAGGIO

Il Piano di Monitoraggio (PdM) rappresenta lo strumento che fornisce la misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che ci consente di individuare i segnali necessari per attivare tempestivamente eventuali azioni correttive qualora i risultati ambientali non siano rispondenti alle previsioni; pertanto, il monitoraggio si articola in fasi distinte: *ante operam* (AO), in corso d'opera (CO) e *post operam* (PO).

Il Piano è commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti riferiti all'area di intervento; conseguentemente, l'attività di monitoraggio ambientale programmata è adeguatamente proporzionata in termini di estensione delle aree di indagine nel numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti.

Il D.M.173/2016, prescrive che le attività di movimentazione di sedimenti marini in quantità superiori a 5.000 metri cubi siano sottoposte ad attività di monitoraggio dell'area di escavo e nell'area di riporto e anche durante le attività di trasporto. In particolare al paragrafo 3.3 "Attività di monitoraggio ambientale" vengono elencate le varie attività da eseguire nell'area di escavo 3.3.1, nelle zone di trasporto 3.3.2 e nell'area di ripascimento 3.3.4.

Il presente piano risulta, pertanto, proporzionato allo stato di qualità ambientale delle aree di intervento dove ad una distanza comunque di 3 km a nord del sito di escavo sono presenti dei siti SIC/ZPS, mentre nel sito di ripascimento non risultano presenti elementi biocenotici di pregio o di rilevanza conservazionistica, né praterie di fanerogame.

La caratterizzazione dell'area da sottoporre a ripascimento risulta ampiamente descritta nello studio condotto, nel mese di febbraio 2024, dalla ditta EcoTechSystems Srl, i cui risultati sono riportati nell'Elaborato D5. In base a quanto indicato nel D.M.173/2016, la fase *ante operam* (AO) può essere esclusa, tenendo conto delle indagini già effettuate in fase di caratterizzazione, dato il breve periodo trascorso dall'esecuzione di quest'ultima (< 3 anni), salvo intervento di eventi tali da modificare lo stato dei luoghi.

Per le attività di trasporto non si prevedono particolari attività di monitoraggio, visto che il tragitto tra il sito di escavo ed il sito di ripascimento risulta inferiore a 2 miglia nautiche.

Relativamente al sito di escavo il PdM prevede, per le fasi in corso d'opera (CO) e *post operam* (PO), il controllo dello stato di qualità della colonna d'acqua mediante misura delle caratteristiche chimico-fisiche (in particolare torbidità). Per il valore di riferimento relativo alla torbidità sarà utilizzato il "valore soglia" individuato nel corso della caratterizzazione dell'area di ripascimento.

Nel sito di ripascimento la fase CO prevede il monitoraggio delle suddette variabili aggiungendo, per la sola fase PO, anche indagini granulometriche e delle comunità bentoniche tramite campionamento dei sedimenti e ispezioni video del fondale.

5.1 Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Il monitoraggio sarà effettuato durante un numero massimo di 5 giornate omogeneamente distribuite sulla durata totale del dragaggio mediante le modalità descritte di seguito.

Monitoraggio delle attività di escavo

Durante l'esecuzione dei lavori (fase CO) saranno monitorate le principali variabili chimico-fisiche, compresa la torbidità, in colonna d'acqua, nelle aree circostanti la zona di dragaggio.

Il monitoraggio verrà effettuato durante i lavori di escavo, mediante sonda multiparametrica (CTD) dotata di specifici sensori per il rilievo contemporaneo, oltre alla torbidità, anche di: profondità, temperatura, conducibilità, salinità, pH, ossigeno disciolto e saturazione %, e fluorescenza.

Il monitoraggio sarà effettuato nei siti (stazioni) di campionamento definiti "di potenziale impatto" di seguito indicati (posizione illustrata in **Figura 31**):

- due stazioni poste a 50 e 250 m dall'imboccatura Nord del porto di Numana, denominate con numerazione crescente in base alla distanza: I1 e I2. Il monitoraggio della torbidità in tali stazioni avrà la finalità di valutare l'eventuale trasporto solido in direzione della zona immediatamente a Nord del porto, caratterizzata dalla presenza di habitat di interesse comunitario e di specie di interesse conservazionistico, come ad esempio *Gongolaria barbata* e *Pinna nobilis*;
- due ulteriori stazioni poste a 50 e 250 m dall'imboccatura Sud, denominate in ordine crescente con la distanza: I3 e I4; tali stazioni risultano posizionate in funzione del possibile trasporto solido in direzione dell'area antistante gli stabilimenti balneari ivi collocati.

Il rilievo delle variabili chimico-fisiche sarà effettuato quotidianamente nelle suddette stazioni, che saranno monitorate alternativamente, per un tempo di circa 10 minuti ciascuna (misure CTD). Le attività in ogni singola stazione saranno effettuate un numero minimo di 3 volte nel corso di ciascuna giornata in cui sarà effettuato l'escavo.

Le misure di torbidità così acquisite saranno confrontate con il valore soglia precedentemente definito o, in caso di torbidità di fondo più elevate, con un valore di fondo misurato al di fuori

dell'area di influenza dell'escavo. Tale confronto avrà lo scopo di applicare le seguenti misure di mitigazione:

- se il valore soglia sarà superato per oltre 24 h in almeno una delle due stazioni poste a 50 m dalle imboccature del porto (I1 e/o I3) sarà ridotta l'intensità delle operazioni di escavo fino al ripristino di valori sotto soglia;
- se il valore soglia sarà superato per oltre 24 h in almeno una delle stazioni poste a 250 m dai due ingressi al porto (I2 e/o I4) le operazioni di escavo saranno ulteriormente ridotte o temporaneamente sospese fino al ripristino dei valori sotto soglia.



Figura 31 – Stazioni di monitoraggio CO e PO delle attività di escavo

Monitoraggio delle attività di ripascimento

Il monitoraggio in fase CO dell'area di ripascimento sommerso sarà effettuato con modalità e finalità analoghe a quelle descritte per l'area di escavo. È previsto il monitoraggio di una coppia di stazioni poste a 50 e 250 m (denominate rispettivamente I5 e I6) a valle di corrente rispetto al punto di deposizione dei sedimenti (**Fig. 32**). L'ubicazione di tali stazioni sarà pertanto scelta durante il

monitoraggio in funzione della posizione dell'imbarcazione deputata alla deposizione dei sedimenti. Come per l'area di escavo, sono previste misure della durata di circa 10 minuti per ogni stazione ed un minimo di 3 misure per ogni giornata di monitoraggio.

Sono previste le medesime misure di mitigazione degli impatti previste per il sito di escavo:

- se il valore soglia sarà superato per oltre 24 h nella stazione posta a 50 m dal punto di deposito (I5) sarà ridotta l'intensità delle operazioni di ripascimento fino al ripristino di valori sotto soglia;
- se il valore soglia sarà superato per oltre 24 h nella stazione posta a 250 m dal punto di deposito (I6) le operazioni saranno ulteriormente ridotte o temporaneamente sospese fino al ripristino dei valori sotto soglia.



Figura 32 – Stazioni di monitoraggio CO delle attività di ripascimento

5.2 – Monitoraggio post operam (PO)

In fase *post operam* sarà verificato il ripristino delle condizioni ambientali emerse nella fase di caratterizzazione. Ad almeno 6 mesi dalla conclusione dei lavori, tanto per l'area portuale soggetta a dragaggio (area di escavo), quanto per l'area di ripascimento, saranno effettuate misure delle principali variabili chimico-fisiche della colonna d'acqua (profondità, temperatura, conducibilità, salinità, pH, ossigeno disciolto e saturazione %, e fluorescenza) mediante sonda CTD.

Relativamente all'area di escavo, l'indagine PO riguarderà le misure delle suddette variabili chimico-fisiche nelle stesse stazioni di monitoraggio individuate per la precedente fase CO.

Nell'area di ripascimento, la fase PO includerà il monitoraggio della colonna d'acqua, il monitoraggio delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti, il monitoraggio dei popolamenti di macroinvertebrati bentonici e dell'habitat (quest'ultimo tramite ispezioni video del fondale). Tali attività saranno effettuate nelle stesse stazioni di impatto (S1, S2 e S3) e di controllo (C1, C2 e C3) indagate nella fase di caratterizzazione ambientale effettuata prima dell'inizio dei lavori a mare. Ulteriori campioni di sedimento, destinati unicamente ad analisi granulometriche, saranno prelevati in due delle stazioni "aggiuntive" oggetto di caratterizzazione (G3 e G5), situate tra il perimetro dell'area di ripascimento e la linea di riva (**Figura 33**).

Infine, sarà condotto un rilievo batimetrico nel sito di ripascimento almeno 6 mesi dopo il completamento dei lavori, allo scopo di valutare l'efficacia e la stabilità dell'intervento eseguito.

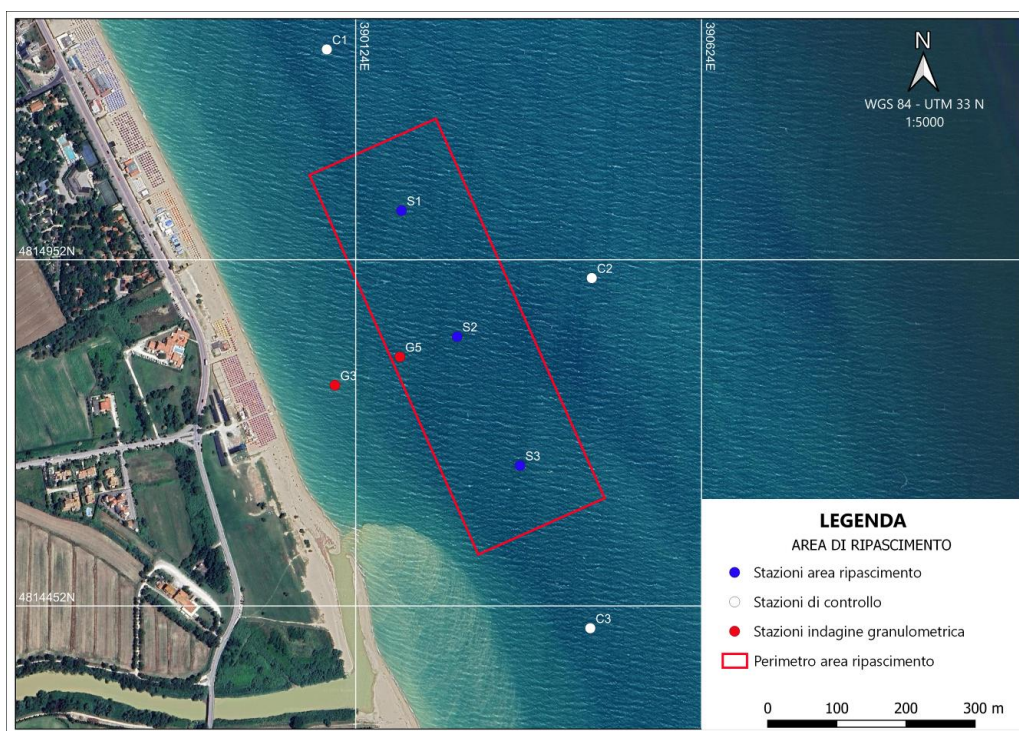


Figura 33 – Stazioni di monitoraggio PO delle attività di ripascimento

6 – ELABORATI DI PROGETTO

Il progetto è corredato, oltre che dalla presente relazione, dai documenti contenenti tutte le indicazioni e prescrizioni necessarie per l'esecuzione dei lavori, come di seguito specificato:

- A.1 Relazione Tecnica;
- B.1 Inquadramento topografico dei siti di intervento;
- B.2 Planimetria sito di escavo;
- B.3 Planimetria sito di ripascimento;
- B.4 Sezioni di ripascimento;
- C.1 Computo Volumi Escavo;
- C.2 Elenco prezzi unitari;
- C.3 Computo Metrico Estimativo e Quadro Tecnico Economico;
- C.4 Cronoprogramma;
- D.1 Studio Preliminare Ambientale;
- D.2 Valutazione di Incidenza Ambientale;
- D.3 Caratterizzazione Ambientale Sito di Escavo
- D.4 Scheda di Inquadramento Area di Escavo del Porto di Numana;
- D.5 Caratterizzazione Ambientale Sito di Ripascimento;
- D.6 Caratterizzazione delle Biocenosi dell'Area Prossima al Porto di Numana

I lavori di che trattasi sono riconducibili all'unica categoria principale OG7; gli stessi sono previsti integralmente a misura, ai sensi dell'art. 59 comma 5 bis del D. Lgs 50/2016. Il RUP propone l'affidamento ai sensi dell'art. 36, comma 2, lett. a) del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e dell'art. 1, comma 2 lett. a) della Legge n. 120/2020 conversione in legge, così come modificato dall'art. 51, comma 1, lettera a), sub. 2.1), legge n. 108 del 2021.

Progettazione
IV^ U.O. Ufficio Tecnico Comunale
- LL.PP. –

Il Responsabile IV^ U.O.
- SERVIZI TECNICI/PROTEZIONE CIVILE –
Geom. Enrico Trillini