

**AdriaClim WP5 - Adaptation Plans**  
**Activity 5.5 / D.5.5.3 Emilia-Romagna Coast Adaptation Plan**

**Strategia di Gestione Integrata  
per la Difesa e l'Adattamento della Costa  
ai cambiamenti climatici  
(GIDAC)**

**ALLEGATO I**

**dicembre 2022**

*DEFR 2021-2022 - Assessorato Transizione ecologica e contrasto ai cambiamenti climatici, Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa, Protezione Civile – Obiettivo Strategico 1 PROMUOVERE LA CONOSCENZA, LA PIANIFICAZIONE E LA PREVENZIONE PER LA SICUREZZA E LA RESILIENZA DEI TERRITORI – Attuazione del Piano Costa, attraverso le azioni previste finanziate all'interno del progetto AdriaClim: Predisposizione del documento di Strategia di Gestione Integrata per la Difesa e l'Adattamento della Costa regionale ai cambiamenti climatici (GIDAC)*

**Responsabile del progetto:**

**Monica Guida**

Responsabile Settore Difesa del territorio e Area Difesa del suolo, della costa e bonifica

**Coordinamento generale:**

**Roberto Montanari**

Settore Difesa del territorio - Area Difesa del suolo, della costa e bonifica

**Autori e contribuiti:**

**PARTE A**

*Roberto Montanari* (A.1 - A.3, coordinamento e revisione), *Christian Marasmi* (A.1.4), *Giuseppe Mannino* (A.1.7.4) - Area Difesa del Suolo della costa e bonifica; *Luisa Perini* (A.1.1, A.1.2, A.1.3, A.1.4, A.1.5 - A.2, coordinamento e revisione), *Lorenzo Calabrese* (A.2), *Jessica Lelli* (A.2) - Area Geologia, suoli e sismica; *Christian Morolli* (A.1.4, A.1.5) - Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile UTST RN; *Nunzio De Nigris*, *Maurizio Morelli* (A.2) - ARPAE Unità Monitoraggio Costiero e Supporto alla Gestione della Costa; *Marco Pregolato* (A.3) - Ambiente Italia

**PARTE B**

*Roberto Montanari* (B.1 - B.3, coordinamento e revisione), *Patrizia Ercoli* (B.3.1), *Elena Medda* (B.3.1, B.3.2, B.3.3) - Area Difesa del Suolo della costa e bonifica; *Paola Bissi* (B.3.1), Settore Turismo, commercio, economia urbana e sport; *Luisa Perini* (B.3.3), Area Geologia, suoli e sismica

**PARTE C**

*Roberto Montanari* (C.1 - C.5, coordinamento e revisione), *Patrizia Ercoli* (C.3.2, C.4.1). Area Difesa del suolo, della costa e bonifica; *Christian Morolli* (C.3.1 - C.3.5, C.4.5 - C.5.3), *Stefano Bellesi* (C.4.5 - C.5.3) - Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile UTST FE; *Luisa Perini* (C.3.3, C.4.3, C.4.2\_AA-2.2, C.6.2); *Laura Punzo*, *Graziella Guaragno* (C.4.1, C.4.2) - Area Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Tutela Del Paesaggio; *Camilla Iuzzolino*, *Paola Maldini*, *Olga Sedioli* (C.3.2, C.3.4) - Settore Tutela dell'ambiente ed economia circolare; Contributi dalla Consultazione Pubblica su piattaforma PartecipAzioni e via e-mail, 5 aprile - 6 giugno 2022 (C.3.1 - C.5.3) - Comuni e altri Enti territoriali, operatori del turismo, università, associazioni ambientaliste, comitati locali

**PARTE D**

*Roberto Montanari* (D.1 - D.4, coordinamento e revisione), *Sabrina Franceschini* (D.1 - D.3), *Laura Punzo* (D.1 - D.3)

**PARTE E**

*Angela Amorusi* (E.1 - E.3) - ART-ER, *Roberto Montanari* (E.4), *Luisa Perini* (E.4), *Marco Pregolato* (E.4)

**PARTE F**

*Christian Morolli* (F.1), *Andrea Foschi* (F.2), *Fabia Foschi* (F.3), *Stefano Bellesi* (F.4) - Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile UTST RN, FC, RA, FE; *Luisa Perini*, *Lorenzo Calabrese*, *Jessica Lelli* (F.#.1, F.#.2, F.#.3, F.#.4, F.#.5 - F.4) - Area Geologia, suoli e sismica; *Laura Punzo* (F.1.8, F.2.8, F.3.8, F.4.8) - Area Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Tutela Del Paesaggio; *Nunzio De Nigris*, *Maurizio Morelli* (F.1.2, F.2.2, F.3.2, F.4.2) - ARPAE Unità Monitoraggio Costiero e Supporto alla Gestione della Costa; *Roberto Montanari* (F.#.6, F.#.7 - coordinamento e revisione), *Christian Marasmi* (F.1 - F.4, schede sinottiche sintesi per provincia) - Area Difesa del suolo, della costa e bonifica

**ALLEGATO I**

*Luisa Perini* - Area Geologia, Suoli e Sismica (Coordinamento); *Lorenzo Calabrese*, *Jessica Lelli*, *Luisa Perini* - Area Geologia, Suoli e Sismica (Sezioni I, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6 e revisione contributi); *Nunzio De Nigris*, *Maurizio Morelli*, *Flavia Sisti* - ARPAE - DT - Unità Mare e Costa (contributi capitolo I; capitolo I.2.4; contributi ai capitoli I.3.2, I.3.3, I.3.4, capitolo I.4 e capitolo I.6.2); *Giuseppe Mannino*, *Roberto Montanari* - Area Difesa del suolo, della costa e bonifica (paragrafo I.2.1.2); *Paolo Severi* - Area Geologia, Suoli e Sismica (capitolo I.2.5); *Addolorata Palumbo*, *Imma Pellegrino*, *Olga Sedioli* - Area Tutela Acque (capitolo I.2.5)

**Contributi:**

*Stefano Bellesi*(\*), *Fabia Foschi*(\*\*), *Laura Albicini* (\*\*\*), *Andrea Foschi*(\*\*\*\*); *Christian Morolli*(\*\*\*\*) - Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile - UT SICUR.TERR. E PROT.CIV. Aree: Ferrara\*; Ravenna\*\*; Forli-Cesena\*\*\* e Rimini\*\*\*\* (contributi capitoli I.3.4 e I.4.2 e I.4.3); *Graziella Guaragno* - Area Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Tutela Del Paesaggio (paragrafo I.2.1.5); *Cristina Bianchi* - Area Trasporto per Vie d'Acqua e Aeroporti (paragrafi I.2.1.7.2e I.2.1.7.3); *Piorgiorgio Vasi* - DG Agricoltura, Caccia e Pesca - Settore Attività Faunistico-Venatorie E Sviluppo Della Pesca (contributo al paragrafo I.2.1.7.4) *Paola Mancini* - DG Conoscenza, Ricerca, Lavoro, Imprese- Settore Turismo, Commercio, Economia Urbana, Sport (contributo al paragrafo I.2.1.1 e I.5.2)

**ALLEGATO II**

*Paolo Martinez*, *Ana Maria Solis* (II.1 - II.2) - FUTOUR, *Marco Pregolato* (II.1 - II.2) - Ambiente Italia

**ALLEGATO III**

*Roberto Montanari*, *Elena Medda* (III.1 - III.3) - Area Difesa del suolo, della costa e bonifica

**Editing del documento:** Ambiente Italia

**STRATEGIA DI GESTIONE INTEGRATA PER LA  
DIFESA E L'ADATTAMENTO DELLA COSTA AI  
CAMBIAMENTI CLIMATICI (GIDAC) –**

**ALLEGATO I  
Quadro Conoscitivo**

**SOMMARIO - ALLEGATO I**

Premessa.....	9
<b>I.1. Il sistema delle conoscenze sulla costa.....</b>	<b>10</b>
I.1.1. I monitoraggi e la raccolta dati .....	10
I.1.1.1. Monitoraggi sistematici.....	10
I.1.1.2. Altre acquisizioni dati .....	15
I.1.1.3. Approfondimenti tematici con raccolta dati .....	18
I.1.2. Le Banche Dati.....	19
I.1.2.1. DB In_Coast.....	19
I.1.2.2. DB In_Storm.....	21
I.1.2.3. DB In_Sand.....	22
I.1.2.4. DB In_Sea.....	23
I.1.2.5. DB In_Defence.....	24
I.1.2.6. DB In_Move .....	25
I.1.2.7. DB In_Risk.....	26
I.1.2.8. SICELL - Sistema gestionale delle celle litoranee .....	26
I.1.3. Cataloghi e portali web per l'accesso ai dati sul sistema costiero .....	35
I.1.3.1. Catalogo dati Regione Emilia-Romagna - il Geoportale e l'applicazione RER3dmap .....	35
I.1.3.2. Il portale minERva e il GeoViewER Moka .....	46
I.1.3.3. Cartografia interattiva del SGSS - il Web-GIS.....	47
I.1.3.4. Il portale cartografico di Arpae.....	47
I.1.3.5. GAIR - Geportale della Regione Adriatica e Ionica.....	48
I.1.4. I lavori di riferimento regionali per la gestione della costa .....	50
I.1.5. Pubblicazioni scientifiche .....	53
<b>I.2. Il sistema fisico costiero.....</b>	<b>54</b>
I.2.1. Ambiti territoriali, paesaggio e usi della costa .....	54
I.2.1.1. Ambiti territoriali della GIDAC .....	55
I.2.1.2. Il Demanio Marittimo .....	56
I.2.1.3. I settori fisici della costa.....	59
I.2.1.4. Il paesaggio.....	60
I.2.1.5. Tutele e vincoli paesaggistici .....	63
I.2.1.5.1. Le aree protette.....	66
I.2.1.6. L'antropizzazione della costa .....	69
I.2.1.7. Gli usi della costa e dell'area marina antistante: i settori economici principali.....	72
I.2.1.7.1. Il turismo .....	73
I.2.1.7.2. Il settore dei trasporti.....	76
I.2.1.7.3. Portualità e trasporto marittimo .....	77
I.2.1.7.4. Acquacoltura e pesca .....	80
I.2.1.7.5. Settore energetico .....	83
I.2.1.7.6. Usi militari.....	86
I.2.1.7.7. L'agricoltura.....	87
I.2.1.8. Interazioni terra-mare .....	88
I.2.1.8.1. Il Delta del Po.....	89
I.2.1.8.2. Il porto di Ravenna.....	90
I.2.2. Assetto altimetrico e morfologico della piana costiera e dei fondali .....	92
I.2.2.1. Morfologia della piana costiera .....	92
I.2.2.2. Morfologia dei fondali .....	94
I.2.2.3. Principali elementi morfologici della costa.....	96
I.2.2.3.1. La duna costiera.....	96

## **GIDAC – Allegato I – Quadro Conoscitivo**

I.2.2.3.2. La spiaggia emersa.....	97
I.2.2.3.3. La spiaggia sommersa .....	100
I.2.2.3.4. Le foci fluviali.....	102
I.2.2.3.5. Lagune e zone umide .....	104
I.2.3. Geologia della piana costiera e dei fondali.....	106
I.2.3.1. Geologia strutturale.....	106
I.2.3.2. Stratigrafia del sottosuolo della piana costiera e dell'area marina .....	109
I.2.3.2.1. I cicli climatici e sedimentari dell'Olocene .....	110
I.2.3.3. Sedimentologia dei fondali.....	114
I.2.3.3.1. Risultati del monitoraggio sedimentologico della spiaggia emersa e sommersa (Arpae) .....	117
I.2.4. Evoluzione della costa alla scala secolare.....	124
I.2.4.1. Dinamica della costa a scala secolare – focus sulle foci fluviali .....	124
I.2.4.1.1. Gli effetti combinati delle modificazioni dell'uso del suolo e della migrazione della linea di riva.....	129
I.2.4.1.2. Gli hot-spot erosivi e rettificazione della linea di riva .....	132
I.2.5. Corpi idrici marino – costieri e acquiferi.....	137
I.2.5.1. Le acque superficiali e di transizione .....	137
I.2.5.1.1. Acque di transizione.....	138
I.2.5.1.2. Le acque marino - costiere.....	139
I.2.5.2. Geologia di sottosuolo e acquiferi della costa emiliano romagnola.....	140
I.2.5.3. L'acquifero freatico costiero.....	143
I.2.5.3.1. Monitoraggio dell'acquifero costiero e risultati recenti .....	145
I.3. Rischi costieri e scenari futuri.....	154
I.3.1. Le mareggiate e gli impatti sulla costa .....	154
I.3.1.1. Le mareggiate in alto Adriatico e i fenomeni che generano impatto.....	155
I.3.1.2. Le mareggiate con impatto .....	157
I.3.1.3. Mareggiate con impatto nel periodo 2007-2021.....	158
I.3.2. Rischi costieri e fattori influenti .....	159
I.3.2.1. L'erosione costiera.....	160
I.3.2.2. L'inondazione marina .....	164
I.3.2.3. Riduzione dell'apporto di sedimenti dai fiumi e interruzione del trasporto litoraneo.....	166
I.3.2.4. Abbattimento e frammentazione delle dune costiere .....	169
I.3.2.5. Il fenomeno della subsidenza .....	170
I.3.3. Indicatori di vulnerabilità e rischio.....	173
I.3.3.1. Gli indicatori selezionati ai fini della strategia GIDAC.....	173
I.3.3.1.1. Indicatori di Pressione.....	175
I.1.1.1.1. Subsidenza - Movimenti verticali del suolo - Intervallo 2011-2016 .....	175
I.1.1.1.2. Opere interferenti: trasversali alla costa, che interferiscono con la dinamica litoranea - Aggiornamento 2020.....	177
I.3.3.1.2. Indicatori di Stato.....	179
I.1.1.1.3. ASPE (Accumulo, Stabile, equilibrio Precario, Erosione) - Intervallo 2012-2018 .....	179
I.1.1.1.4. ASE Accumulo, Stabile, Erosione) - Intervallo 2012-2018 .....	182
I.1.1.1.5. Ampiezza LSI (ampiezza spiaggia emersa libera da infrastrutture permanenti-A) - Aggiornamento 2019 .....	185
I.1.1.1.6. Quota SLI (quota spiaggia emersa libera da infrastrutture permanenti, media (Qm) e di chiusura (Qc) - Aggiornamento 2019.....	187
I.1.1.1.7. Dosso Costiero (D) - Aggiornamento 2019.....	191
I.1.1.1.8. Superfici Allagabili (SA) - Aggiornamento 2019.....	194
I.3.3.1.3. Indicatori di Impatto.....	196
I.1.1.1.9. Numero Impatti da Mareggiata - NIM - Aggiornamento 2020.....	196
I.1.1.1.10. Pericolosità all'inondazione marina/lunghezza litorale (SArapp) - Aggiornamento 2019.....	198
I.1.1.1.11. Dinamica dei fondali (DF) - Intervallo 2012-2018.....	201
I.3.3.1.4. Indicatori di Risposte.....	204

<i>1.1.1.1.12. Percentuale di costa protetta e tipologie di opere - Aggiornamento 2019</i> .....	204
<i>1.1.1.1.13. Volumi di sabbia portati a ripascimento - Aggiornamento 2018</i> .....	208
<i>1.1.1.1.14. Apporti di sabbia dall'esterno - Revisione 2022</i> .....	211
I.3.3.2. Altri Indicatori per la Gestione Integrata della zona costiera GIZC.....	212
I.3.3.2.1. Suscettibilità all'erosione della costa SI <sub>e</sub> - Aggiornamento 2014 .....	212
I.3.3.2.2. Suscettibilità all'inondazione marina SI <sub>i</sub> - Aggiornamento 2014 .....	214
I.3.3.2.3. Suscettibilità combinata ai fenomeni di erosione e inondazione SI <sub>tot</sub> - Aggiornamento 2014 .....	216
I.3.3.2.4. Altri indicatori per la definizione dello stato del mare .....	217
<i>1.1.1.1.15. Mareggiate - Aggiornamento 2020</i> .....	217
<i>1.1.1.1.16. Regime del moto ondoso - Aggiornamento 2020</i> .....	221
I.3.4. Impatti dei cambiamenti climatici sul sistema litoraneo .....	222
I.3.4.1. Valutazione dell'impatto dell'innalzamento del livello del mare al 2100 .....	224
I.3.4.1.1. Perdita di aree emerse .....	225
I.3.4.1.2. Aumento delle aree allagabili.....	226
I.3.4.2. Arretramento della linea di riva .....	228
I.3.5. I tratti critici della costa emiliano-romagnola .....	232
I.3.5.1. Metodologia .....	232
I.3.5.2. I tratti critici della provincia di Ferrara.....	235
I.3.5.3. I tratti critici della provincia di Ravenna .....	242
I.3.5.4. I tratti critici della provincia di Forlì-Cesena.....	248
I.3.5.5. I tratti critici della provincia di Rimini.....	254
I.4. Opere e interventi di difesa della costa.....	256
I.4.1. Le opere rigide .....	257
I.4.1.1. Distribuzione delle opere rigide all'anno 2020 .....	263
I.4.1.2. Distribuzione delle opere di difesa a scala provinciale .....	268
I.4.1.3. Evoluzione della costa protetta dal 1943.....	270
I.4.1.4. Impatti dovuti alla presenza delle opere rigide .....	270
I.4.2. Ripascimenti .....	275
I.4.2.1. Interventi straordinari: i ripascimenti con sabbie sottomarine .....	276
I.4.2.1.1. Progettone 1 .....	277
I.4.2.1.2. Progettone 2 .....	281
I.4.2.1.3. Progettone 3 .....	284
I.4.2.1.4. Progettone 4 .....	287
I.4.2.2. Bilancio degli interventi di ripascimento straordinario Progettone 1-2-3.....	291
I.4.2.2.1. Il Monitoraggio degli interventi straordinari.....	291
I.4.2.3. I ripascimenti di manutenzione ordinaria .....	294
I.4.2.4. Bilancio degli interventi di ripascimento .....	296
I.4.2.4.1. Bilancio a scala provinciale.....	298
I.4.2.4.2. Bilancio a scala della macrocella.....	300
I.4.2.5. Interventi di movimentazione materiale all'interno della stessa cella litoranea .....	304
I.4.3. Criticità del sistema di difesa .....	305
I.4.3.1. Stato delle opere a mare di contrasto all'erosione costiera.....	305
I.4.3.2. Stato delle opere radenti di contrasto all'ingressione marina .....	311
I.5. Interventi di protezione e di riqualificazione.....	315
I.5.1. Gli interventi realizzati in ambito costiero .....	323
I.5.1.1. Interventi di protezione delle morfologie costiere .....	323
I.5.1.1.1. Marina di Ravenna (area Ex-Colonia).....	323
I.5.1.1.2. Lido di Spina nord – Canale Logonovo .....	324
I.5.1.1.3. Casalborgorsetti – Area sud.....	326
I.5.1.1.4. Lido di Classe – Area nord e lungomare.....	327
I.5.1.1.5. Foce Bevano – Progetto Beachmed.....	328
I.5.1.1.6. Foce Bevano – Collegamento a viabilità retrodunale .....	330

## **GIDAC – Allegato I – Quadro Conoscitivo**

I.5.1.1.7. Lido di Classe - Pineta.....	331
I.5.1.1.8. Lido Adriano – porzione del progetto ‘Parco Marittimo – RA’: camminamenti e passerelle.....	333
I.5.1.1.9. Lido di Volano – Progetto Operandum.....	335
I.5.1.2. Interventi misti di protezione e riqualificazione urbanistica .....	336
I.5.1.2.1. Parco del Mare di Rimini .....	336
I.5.1.2.2. Parco del Mare Nord di Misano.....	338
I.5.1.3. Interventi di riqualificazione urbanistica .....	340
I.5.1.3.1. Giardini al Mare di Cesenatico .....	340
I.5.2. Interventi finanziati dalla L.R. 20/2018 .....	340
I.5.2.1. Interventi misti di protezione e riqualificazione urbanistica .....	341
I.5.2.1.1. Rimini.....	341
I.5.2.1.2. Ravenna .....	342
I.5.2.1.3. Cesenatico.....	343
I.5.2.1.4. Cattolica.....	344
I.5.2.1.5. Cervia .....	346
I.5.2.2. Interventi di riqualificazione urbanistica .....	347
I.5.2.2.1. Riccione.....	347
I.5.2.2.2. Bellaria Igea Marina.....	348
I.5.2.2.3. San Mauro Pascoli .....	349
I.5.2.2.4. Misano Adriatico.....	350
I.5.2.2.5. Comacchio.....	351
I.5.2.3. Stato dei lavori finanziati dalla L.R. 20/2018 .....	353
I.5.2.4. Prospetto economico Interventi di riqualificazione urbana finanziati dalla L.R. 20/2018.....	354
I.6. Fonti di sedimento .....	357
I.6.1. I depositi di Sabbie sottomarine Relitte (SR).....	358
I.6.1.1. Caratteristiche morfologiche e litologiche dei depositi SR .....	359
I.6.1.2. Volumi potenziali e disponibili.....	361
I.6.1.3. Il geo database In_Sand .....	362
I.6.1.3.1. Architettura del GDB in_Sand.....	363
I.6.1.4. I DSMR nell’ambito della pianificazione dello spazio marittimo.....	365
I.6.2. I depositi litoranei.....	366
I.6.3. Cave a terra e scavi edili .....	367
I.7. Bibliografia.....	369
I.7.1. Normativa .....	379
I.7.2. Sitografia.....	380

Per facilitare la lettura del documento si precisa:

- le nozioni contenute nel Quadro Conoscitivo sono sintetizzate nella Parte A e nella Parte F della Strategia, dove le informazioni sono fornite a scala provinciale. Il presente documento, pur contenendo i risultati più rilevanti sulle diverse tematiche trattate, rappresenta comunque una sintesi di quanto disponibile nelle banche dati regionali e di Arpae. Per approfondimenti si raccomanda di consultare le pubblicazioni citate in sezione I del presente elaborato;
- le informazioni nelle varie sezioni sono talvolta ripetute, in modo da poter effettuare la lettura anche per singoli argomenti senza perdere aspetti rilevanti per una corretta comprensione.

# I. Quadro Conoscitivo

## Premessa

Risale al 1981 il primo Piano Costa in Emilia-Romagna, attraverso il quale la Regione afferma l'importanza di adottare una strategia di gestione e protezione della costa basata su conoscenze approfondite, interdisciplinari e supportate dal monitoraggio sistematico dei fenomeni. Nonostante l'approvazione del Piano abbia permesso di introdurre misure efficaci per arginare i processi di erosione dei litorali, inondazione marina e subsidenza, sono molte le criticità che tuttora persistono, derivate prevalentemente dalla difficile coesistenza tra la richiesta di spazio per le attività umane, le problematiche legate ai cambiamenti climatici e la carenza di apporto sabbioso da parte dei fiumi. Oggi più che mai risulta fondamentale lo studio delle dinamiche che agiscono alla scala temporale storica e geologica, poiché è nell'approfondimento di questi temi la chiave per una corretta comprensione dei fenomeni che si osservano nel breve periodo e delle nuove sfide che andremo ad affrontare.

Negli ultimi 20 anni, oltre ai monitoraggi sistematici condotti da Arpae, l'Area Geologia, Suoli e Sismica della Regione ha avviato approfondimenti specialistici e monitoraggi sperimentali, e ha sviluppato il Sistema Informativo del Mare e della Costa (SIC), che, come stabilito dalle Linee Guida GIZC del 2005, costituisce lo strumento di raccolta, integrazione e analisi dei dati per la gestione dei litorali.

Il SIC è articolato in banche dati tematiche, che spaziano dagli aspetti geologici e geomorfologici alle dinamiche costiere e dei fondali, oltre che agli usi della costa e del mare alle risorse di sedimento, alle cartografie di rischio e ai cataloghi delle opere di difesa, solo per citarne alcuni. Una mole di dati, disponibili in rete, necessaria a formulare adeguate risposte alle crescenti esigenze di supporto alla pianificazione territoriale, alla gestione del rischio da mareggiate e alla progettazione degli interventi, nonché all'analisi sull'efficacia delle azioni introdotte a contrasto dei fenomeni di rischio costiero.

Lo sforzo fatto per il Quadro Conoscitivo sviluppato per la strategia GIDAC è stato quello di integrare i risultati degli studi e dei monitoraggi realizzati dalla Regione, dall'Agenzia di Protezione Civile e da Arpae in questi anni, focalizzando maggiormente l'attenzione sulle situazioni più critiche. Per ciascuna di queste sono state evidenziate necessità di approfondimenti e proposte misure gestionali e/o di intervento.

Nei due anni di progetto, allo scopo di migliorare l'approccio interdisciplinare, sono state aggiornate alcune banche dati e sviluppati nuovi livelli informativi, come ad esempio quello degli interventi di protezione naturalistica e di riqualificazione urbanistica.

Fondamentale è stata l'integrazione con le conoscenze elaborate negli ultimi anni per il processo di elaborazione del Piano dello Spazio Marittimo, con il quale la GIDAC si integra appieno. Nonostante non si disponga ancora di un documento esaustivo, perché alcuni 'gap' conoscitivi sono difficili da colmare, nelle pagine che seguono è possibile trovare informazioni chiave sui principali aspetti decisivi per la gestione della costa in un contesto di cambiamento climatico come quello in atto.

Questo quadro conoscitivo vuole essere un punto di riferimento per gli Enti Locali, con i quali si vuole migliorare la condivisione delle informazioni puntando sempre più all'interscambio e alla valorizzazione dei dati acquisiti da ciascuno. Per questo gli estensori del presente documento sono interessati ad accogliere suggerimenti migliorativi che potranno essere recepiti nel costante aggiornamento dei dati portato avanti da Regione ed ARPAE.

## 1.1. Il sistema delle conoscenze sulla costa

La regione Emilia-Romagna ha approfondito la conoscenza del sistema fisico costiero, dei rischi naturali e delle principali dinamiche già a partire dal Piano Costa del 1981, al quale contribuirono numerosi tecnici ed esperti del settore. Esso costituisce un primo Quadro Conoscitivo ampio e innovativo per la gestione della costa e fu contestuale a due norme determinanti: la legge speciale per Ravenna (L. 845/1980), per la riduzione del fenomeno della subsidenza, e la legge per Ferrara (L. 849/1980) per la difesa dei territori agricoli retrostanti il litorale ferrarese.

A partire da quello studio sono stati aggiornati in modo sistematico i dati sull'evoluzione della spiaggia emersa e sommersa, sulla sedimentologia, sulla subsidenza nonché sullo stato e gli effetti dei progetti di difesa costiera.

Dagli anni 2000, inoltre, sono stati sviluppati nuovi studi e cartografie sulla geologia e la geomorfologia costiera, sui rischi da mareggiata e gli impatti antropici. Inoltre, grazie alla svolta digitale, e come suggerito dalla Commissione EU con il programma EuroSION, è stata avviata la costruzione del **Sistema Informativo del Mare e della Costa - SIC** (Perini et al. 2007), diventato istituzionale con le Linee Guida GIZC (*D.G.R. 20 gennaio 2005, n.645*).

Nel 2010 è stato introdotto anche un nuovo strumento per l'organizzazione dei dati relativi alla gestione dei sedimenti di spiaggia e degli interventi di difesa, denominato '**SICELL**' (Montanari et al. 2012), che viene aggiornato in occasione dei monitoraggi topo-batimetrici della costa.

La gestione della costa si basa ora su un sistema complesso di conoscenze, così articolato:

1. monitoraggi sistematici dei fenomeni e delle dinamiche a scala regionale;
2. la raccolta dati di terreno, l'esecuzione di rilevamenti supplementari e la realizzazione di monitoraggi a scala di dettaglio;
3. approfondimenti tematici
4. lo sviluppo e la gestione delle banche dati;
5. la diffusione delle informazioni e dei risultati elaborati attraverso relazioni tecniche e pubblicazioni scientifiche

### 1.1.1. I monitoraggi e la raccolta dati

I dati necessari alla gestione e alla difesa della fascia costiera sono molteplici e spaziano da quelli relativi ai monitoraggi delle dinamiche costiere e dei processi influenti, ai dati di base per la costruzione dei quadri conoscitivi geologici e geomorfologici o per la realizzazione di studi puntuali. Sono necessari investimenti economici dedicati, professionalità specifiche, collaborazioni con enti di ricerca e tempi di esecuzione in alcuni casi piuttosto lunghi. Le tecnologie per il rilievo, inoltre, si stanno innovando molto rapidamente e permettono informazioni sempre più sofisticate e utili alla elaborazione di nuove conoscenze.

I monitoraggi di fenomeni e dinamiche dell'ambito costiero vengono per lo più realizzati a scala regionale e la frequenza del monitoraggio è predefinita; in alcuni casi, invece, si effettuano rilievi integrativi necessari per approfondimenti tematici, per caratterizzare eventi di particolare entità o per la sperimentazione di nuove tecnologie.

#### 1.1.1.1. Monitoraggi sistematici

Il monitoraggio dei parametri fisici sono alla base della comprensione dei fenomeni e sono essenziali per la gestione dei rischi costieri: per questi motivi la Regione Emilia-Romagna, già a partire dagli anni '80, ha investito ingenti risorse per monitorare i processi di erosione costiera e il fenomeno della subsidenza. Successivamente, anche grazie al contributo di vari progetti europei,

ha integrato e aggiornato le reti e avviato nuovi monitoraggi sistematici che riguardano il clima meteo-marino, gli impatti da mareggiata e l'acquifero freatico costiero.

La lista dei parametri monitorati potrebbe essere in futuro incrementata, includendo in particolare la misurazione del trasporto solido di fondo fluviale e di quello litoraneo, nonché la valutazione dell'assetto morfologico della fascia costiera con tecnologia LIDAR. Inoltre, alcuni monitoraggi necessitano di un adeguamento tecnologico per migliorare la qualità dei dati e di una maggior frequenza di campionamento, al fine di aumentare l'accuratezza dell'analisi.

Di seguito si riporta una breve sintesi dei fenomeni monitorati, delle reti e degli indicatori di valutazione che ne derivano. Questi ultimi sono descritti e commentati nella sezione I.3.

EROSIONE COSTIERA - Rete topo-batimetrica	
Metodologia	Rilievo topografico e batimetrico della spiaggia emersa e sommersa con tecnologia GNSS-RTK, accoppiata per il rilievo batimetrico a ecoscandaglio <i>single</i> o <i>multi-beam</i>
Struttura rete/modalità campionamento (al 2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 251 sezioni perpendicolari alla costa (fino a prof. 6-10 m)</li> <li>• 163 sezioni perpendicolari alla costa (fino a prof. 3-5 m)</li> <li>• profili longitudinali alla costa</li> </ul>
Annualità/Frequenza	dal 1984 - a partire dal 1993 ogni 6 anni, 6 campagne effettuate
Indicatori sviluppati	ASPE-ASE <a href="https://webbook.arpae.it/erosione-costiera/index.html">https://webbook.arpae.it/erosione-costiera/index.html</a>
Ente gestore	Arpae
Ulteriori informazioni	<a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa/rete-regionale-topografica-e-batimetrica">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa/rete-regionale-topografica-e-batimetrica</a> e portale cartografico Arpae
Nota	Il miglioramento tecnologico di rilevamento ha permesso negli anni di migliorare e implementare la rete e di acquisire un numero sempre maggiore di punti quotati

EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA - Linea di riva	
Metodologia	Utilizzo di: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rilievo della di riva (curva di livello a quota zero s.l.m.) con ricevitori satellitari GNSS a doppia frequenza, in modalità RTK-OTF e posizionamento base-rover per la correzione differenziale</li> <li>• Fotointerpretazione basata sul criterio morfologico e classificazione del tipo-costa in base al criterio ISPRA</li> </ul>
Struttura rete/modalità campionamento	-
Annualità/Frequenza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rilievo GNSS-RTK ogni 6 anni</li> <li>• Fotointerpretazione ogni 2-3 anni in base alla frequenza dei voli</li> </ul>
Indicatori sviluppati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avanzamento-arretramento</li> <li>• Variazione della linea di riva a breve e lungo periodo</li> <li>• Tipo costa <a href="https://webbook.arpae.it/erosione-costiera/index.html">https://webbook.arpae.it/erosione-costiera/index.html</a></li> </ul>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA - Linea di riva	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampiezza spiaggia emersa libera da infrastrutture</li> </ul>
Ente gestore	Arpae e RER (SDT-AGSS)
Ulteriori informazioni	<a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa/linea-di-riva">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa/linea-di-riva</a> <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-mare-costa">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-mare-costa</a>
Nota	La linea di riva è rilevata con tecnologia GNSS in contemporanea del rilievo della rete topo-batimetrica e da interpretazioni di rilievi fotogrammetrici disponibili sull'intero litorale regionale.

SEDIMENTOLOGIA SPIAGGIA - Rete sedimentologica	
Metodologia	Campionamento del sedimento superficiale della spiaggia emersa con paletta e di quella sommersa con benna tipo Van Veen per esecuzione analisi granulometriche
Struttura rete/modalità campionamento (al 2018)	370 campioni prelevati a differenti quote e profondità lungo sezioni della rete topo-batimetrica predefinite
Annualità/Frequenza	1971-72 (UNIFE), 1993 (Idroser)m 2012 e 2018 (Arpae)
Indicatori sviluppati	-
Ente gestore	Arpae
Ulteriori informazioni	<a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa/campagne-sedimentologiche">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa/campagne-sedimentologiche</a>
Nota	La rete sedimentologica è stata negli anni migliorata e implementata

SUBSIDENZA - Rete regionale di controllo della subsidenza	
Metodologia	Utilizzo di: <ul style="list-style-type: none"> <li>• livellazione geometrica di alta precisione</li> <li>• analisi interferometrica satellitare SAR</li> </ul>
Struttura rete/modalità campionamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rete di livellazione geometrica di alta precisione: oltre 2300 capisaldi quotati e 60 vertici GPS distribuiti sull'intera pianura regionale (al 2005)</li> <li>• analisi interferometrica: misure SAR e 22 stazioni permanenti GPS</li> </ul>
Annualità/Frequenza	Livellazione: 1984; 1987; 1993; 1999;2005 Solo vertici GPS: 2002 Interferometria: 1992-2000; 2002-2006; 2006-2011; 2011-2016
Indicatori sviluppati	Movimenti verticali del suolo <a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Movimenti-verticali-del-suolo-Subsidenza-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Movimenti-verticali-del-suolo-Subsidenza-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>
Ente gestore	Arpae

SUBSIDENZA - Rete regionale di controllo della subsidenza	
Ulteriori informazioni	<a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/suolo/subsidenza/la-rete-regionale-di-monitoraggio-della-subsidenza">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/suolo/subsidenza/la-rete-regionale-di-monitoraggio-della-subsidenza</a>
Nota	Per la comprensione del fenomeno e delle diverse componenti sono stati svolti studi dedicati e il monitoraggio dei cedimenti, di seguito riportati. La rete di controllo di subsidenza copre l'intera pianura regionale.

MONITORAGGIO ONDE e LIVELLO DEL MARE - Rete di monitoraggio meteo-marina	
Struttura rete/modalità campionamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• boa ondometrica NAUSICAA al largo di Cesenatico (batimetria - 9 m): misura Hs, periodo e direzione dell'onda</li> <li>• stazione mareografica di Porto Garibaldi</li> <li>• 8 stazioni multi-parametriche: temperatura, ossigeno disciolto, salinità e pH acqua marina</li> </ul>
Annualità/Frequenza	<p>Monitoraggio in continuo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boa ondometrica a regime dal maggio 2007 (in corso di manutenzione)</li> <li>• Mareografo a regime dal giugno 2009</li> </ul>
Indicatori sviluppati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moto ondoso <a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Moto-ondoso-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Moto-ondoso-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a></li> <li>• Mareggiate</li> </ul>
Ente gestore	Arpae
Ulteriori informazioni	<a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/dati-e-indicatori/dati-boa-ondometrica">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/dati-e-indicatori/dati-boa-ondometrica</a> <a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/dati-e-indicatori/rete-di-monitoraggio-meteo-marina">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/dati-e-indicatori/rete-di-monitoraggio-meteo-marina</a>
Nota	È in corso la sostituzione della Boa ondometrica

IMPATTI DA MAREGGIATA - Censimento dei punti di impatto	
Metodologia	<p>Acquisizione di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dati meteomarini</li> <li>• Osservazioni in campo</li> <li>• Foto e immagini webcam</li> <li>• Dati tele-rilevati (per gli eventi più significativi)</li> </ul>
Struttura rete/modalità campionamento (al 2018)	38 punti di controllo distribuiti lungo la costa RER
Annualità/Frequenza	<p>Il monitoraggio viene attivato a seguito dell'emissione di previsioni di superamento delle soglie critiche per impatto.</p> <p>Dati disponibili dal 1943 grazie a raccolta e analisi di eventi pregressi (informazioni non omogenee)</p>
Indicatori sviluppati	<p>Numero impatti da mareggiata (NIM) -</p> <p><a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Numero-impatti-da-mareggiata-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Numero-impatti-da-mareggiata-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a></p>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

IMPATTI DA MAREGGIATA - Censimento dei punti di impatto	
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Ulteriori informazioni	Annualmente è prodotto un rapporto con l'aggiornamento dei dati - <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/notizie/notizie-2022/mareggiate-e-impatti-nuovo-report-sui-dati-registrati-nel-2021">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/notizie/notizie-2022/mareggiate-e-impatti-nuovo-report-sui-dati-registrati-nel-2021</a>
Nota	Fino al 2020 l'attività era collegata al monitoraggio della rete REMPS (Rete di monitoraggio dei punti critici della costa) ora sospesa

CEDIMENTI - Compattazione depositi Olocenici	
Metodologia	Valutazione di: <ul style="list-style-type: none"> <li>• compattazione sedimenti</li> <li>• oscillazione della falda</li> </ul>
Struttura rete/modalità campionamento (al 2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 assestimetri ancorati a -30 m dal p.c. (base Olocene)</li> <li>• 2 piezometri, da p.c. a 10 m di profondità</li> </ul>
Annualità/Frequenza	Monitoraggio in continuo a partire dal 2013
Indicatori sviluppati	Movimento del suolo associato alle variazioni di spessore della successione sedimentaria olocenica (velocità, tendenza); l'indicatore non è ancora formalizzato perché è in corso l'acquisizione dei dati.
Ente gestore	RER (SDT-AGSS) con supporto Arpae
Ulteriori informazioni	-
Nota	Nell'ambito dello studio delle componenti geologiche della subsidenza, RER-AGSS raccoglie i dati di assestimetri di proprietà di altri enti aggiornando il sistema informativo denominato in_Move che non dispone di un'interfaccia pubblica

FREATICO COSTIERO - Livello e parametri chimico-fisici falda freatica	
Metodologia	Misura di: <ul style="list-style-type: none"> <li>• livello falda freatica</li> <li>• conducibilità elettrica acqua sotterranea</li> <li>• temperatura acqua sotterranea</li> </ul>
Struttura rete/modalità campionamento (al 2018)	n. 30 tubi piezometrici installati in corrispondenza dell'acquifero freatico costiero, dislocati lungo la costa regionale (11 in provincia di Ferrara, 12 in quella di Ravenna, 2 in quella di Forlì-Cesena e 5 in quella di Rimini)
Annualità/Frequenza	Numero di campagne di misura variabile da trimestrale a semestrale, messa in esercizio della rete nel -2009
Indicatori sviluppati	Stato e variazioni del livello piezometrico, della temperatura e della qualità delle acque sotterranee (acqua dolce/acqua salata);
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)

FREATICO COSTIERO - Livello e parametri chimico-fisici falda freatica	
Ulteriori informazioni	-
Nota	-

### I.1.1.2. Altre acquisizioni dati

INQUADRAMENTO GEODETICO - Rete geodetica regionale	
Metodologia	Utilizzo di: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Misure topografiche GNSS</li> <li>• Livellazioni</li> <li>• Modelli di subsidenza</li> </ul>
Struttura rete/modalità campionamento (al 2021)	La RGC (al 2021) è formata da 51 vertici geodetici materializzati lungo il litorale regionale, utilizzati per l'inquadramento plano-altimetrico dei rilievi topografici e batimetrici della spiaggia emersa e sommersa
Annualità/Frequenza	2017-2019 primo rilievo - frequenza aggiornamento non pianificata
Indicatori sviluppati	-
Ente gestore	Arpae
Ulteriori informazioni	Monografie disponibili sul portale cartografico Arpae
Nota	Le coordinate geografiche sono riferite al sistema ETRS-ETRF2000 epoca 2008.0, le coordinate piane al sistema ETRS89-ETRF2000-UTM fuso 32N. La quota è riportata sia come altezza ellissoidica che come quota ortometrica.

RILIEVO MORFOLOGICO ALTA RISOLUZIONE - RILIEVI LIDAR (Light Detection and Ranging)	
Metodologia	Rilievo con Laserscan aerotrasportato: <ul style="list-style-type: none"> <li>• distanziometro laser (laserscanner)</li> <li>• sistema di posizionamento satellitare (GPS) e sistema inerziale di navigazione (INS)</li> <li>• stazioni GPS a terra o punti di controllo GNSS</li> </ul>
Elaborazioni	Il sistema consente l'acquisizione di una nuvola di punti (XYZ) dai quali, in post-processing si ottengono un Modello Digitale di Superficie (DSM-Digital Surface Model), e un Modello Digitale del Terreno (DTM-Digital Elevation Model)
Annualità/Frequenza	Rilievi RER o da altri enti 2004 - 2006 (parziale) - 2008 (PNT)- 2010 - 2012 (parziale)- 2019
Indicatori sviluppati	I dati sono utilizzati per elaborare il doppio indicatore Quota Spiaggia (Qm-QC) e l'indicatore Dosso costiero
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Ulteriori informazioni	Il DTM Lidar è il dato di base su cui sono elaborate le cartografie di pericolosità all'inondazione marina ai sensi del D.lgs. 49/2010. Il Piano

RILIEVO MORFOLOGICO ALTA RISOLUZIONE - RILIEVI LIDAR (Light Detection and Ranging)	
	Nazionale di telerilevamento (PNT) ha consentito l'elaborazione delle mappe del 1° ciclo della direttiva.
Nota	I rilievi Lidar sono fondamentali per l'analisi dei processi erosivi che interessano la fascia costiera e marina e per il monitoraggio delle morfologie e delle opere di difesa. Eni ha sperimentato anche il rilievo subacquee e ha reso disponibili i dati a RER (2006-2012)

GEOGNOSTICA FASCIA COSTIERA	
Metodologia e Strumentazione	<p>Esecuzioni di Sondaggi e prove CPTU a mare e lungo la fascia costiera per approfondimenti di carattere stratigrafico/geotecnico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sondaggi costieri a carotaggio continuo alla profondità di -30/35 m dal piano campagna:</li> <li>- Sondaggi a mare (a carotaggio continuo) alla profondità di -10 m dal fondale</li> <li>- Prelievo di campioni indisturbati per prove di laboratorio</li> <li>- Prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono (CPTU) a profondità da -20 a -35 m dal piano campagna</li> </ul>
Annualità/Frequenza	Campagne geognostiche RER 2013 - ISMAR 2013 - 2018 - RER 2020
Indicatori sviluppati	-
Ente gestore	RER (SDT-AGSS) e CNR-ISMAR Bologna
Ulteriori informazioni	-
Nota	RER e CNR-ISMAR hanno condiviso dati e risultati acquisiti nell'ambito di propri progetti specifici, avviando nuovi progetti basati sull'integrazione di questi e su un approccio multidisciplinare nel contesto degli studi costieri

GEOFISICA COSTIERA: Rilievo sismo-acustico sotto-costa	
Metodologia e Strumentazione	<p>Prospezioni sismiche a riflessione della spiaggia sommersa utilizzando una sorgente acustica ad elevata risoluzione (CHIRP-sonar).</p> <p>Acquisiti 200 profili sismici in una striscia di mare compresa tra i -2 metri e i 8-10 metri di profondità. Lunghezza totale di profili acquisiti: circa 560 km.</p> <p>Area di indagine: tra Foce del Po di Goro e Lido di Savio</p>
Annualità/Frequenza	Campagna sperimentale 2010, successive: 2012, 2014, 2015
Indicatori sviluppati	-
Ente gestore	RER (SDT-AGSS) e CNR-ISMAR Bologna
Ulteriori informazioni	-

GEOFISICA COSTIERA: Rilievo sismo-acustico sotto-costa	
Nota	Il lavoro è nato nell'ambito di una collaborazione con CNR-ISMAR a partire dal 2010. I dati raccolti sono stati oggetto di un rapporto tecnico nel 2021 e della pubblicazione dal titolo: 'La Geologia tra la Terra e il Mare' (2022), in fase di pubblicazione.

### I.1.1.3. Approfondimenti tematici con raccolta dati

GEOLOGIA DELL'AREA COSTIERA	
Obiettivi	Migliorare la gestione del territorio e dei rischi costieri attraverso una conoscenza approfondita dell'assetto geologico della costa. Gli aspetti coinvolti sono vari e contemplano la geologia "profonda" e regionale (ad esempio la sismicità e la subsidenza) e la geologia "superficiale" e locale (ad esempio la natura geometrica e litologica dei corpi geologici sede di acquifero oppure soggetti a compattazione o ancora esposti ad erosione costiera). Attraverso l'analisi geologica, inoltre, si ottiene la ricostruzione della storia passata legate ai cambiamenti climatici, che aiuta a comprendere le dinamiche evolutive storiche e attuali
Indagini principali	Rilevamento geologico; Indagini geognostiche e geofisiche - prove di laboratorio (analisi geotecniche, mineralogico-composizionali e datazioni); studi cartografici.
Prodotti	Cartografia geologica e tematica, sezioni geologiche del sottosuolo, modelli 3D, rapporti interni e pubblicazioni (Sintesi delle conoscenze nella Sezione I.2.3)
Note	Attraverso la collaborazione tra RER e CNR-ISMAR e la condivisione di dati ed esperienze maturate negli ultimi decenni è stato prodotto un documento, al momento disponibile come report interno, che riassume lo stato dell'arte delle conoscenze geologiche relative alla costa emiliano-romagnola e il metodo di lavoro messo a punto in questi anni di studi costieri.

CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA	
Obiettivi	Migliorare la gestione del territorio e dei rischi costieri attraverso la caratterizzazione geomorfologica di dettaglio della fascia costiera e l'analisi evolutiva dei principali elementi.
Indagini principali	Aerofotogrammetria - rilievi Lidar - rilevamento di campo
Prodotti	Cartografia geomorfologica e studio delle dinamiche dal 1943 ad oggi; indicatori geomorfologici; Rapporti tecnici e pubblicazioni Sintesi delle conoscenze nella Sezione I.2.2
Note	È in corso la revisione della cartografia e classificazione delle dune costiere regionali. La conclusione dell'attività è prevista per fine 2022

STUDI SULLE DINAMICHE DELL'USO DEL SUOLO	
Obiettivi	Migliorare la gestione del territorio e dei rischi costieri attraverso la conoscenza delle interferenze dell'uso del suolo con le morfologie costiere e lo studio delle dinamiche
Indagini principali	Aerofotogrammetria - sopralluoghi
Prodotti	Cartografia geomorfologica e tematica e studio delle dinamiche dal 1943 ad oggi; indicatore pressione-antropica - Rapporti tecnici e pubblicazioni Sintesi delle conoscenze nella Sezione I.2.1
Note	-

## I.1.2. Le Banche Dati

Il Sistema Informativo del mare e della costa (SIC) è lo strumento di raccolta, gestione ed elaborazione dei dati ambientali e territoriali della fascia costiera e dell'area marina antistante: dispone attualmente di un patrimonio di informazioni molto ampio, costantemente aggiornato al fine di migliorare il quadro conoscitivo di riferimento per la pianificazione territoriale e per l'analisi del rischio<sup>1</sup>. Il SIC include dati a partire dal dopoguerra e cartografie storiche, consentendo così analisi multi-temporali, che permettono di contestualizzare le condizioni attuali della costa all'interno di dinamiche decennali, centennali e millenarie.

Il SIC è alimentato con dati acquisiti o elaborati direttamente dalla Regione e/o da Arpa e include anche dati prodotti da altri Enti, pubblici e privati, che li mettono a disposizione della Regione nell'ambito di collaborazioni istituzionali.

Il Sistema Informativo del mare e della costa si articola in banche-dati tematiche che riguardano lo stato fisico del litorale, i rischi costieri e le risorse della fascia marino-costiera:

- in\_Coast, che riguarda la geologia, geomorfologia la morfo-dinamica della fascia costiera;
- in\_Storm, dedicata alla raccolta e all'analisi dei dati sugli impatti da mareggiata;
- in\_Sand, strumento informativo per la gestione dei depositi di sabbia sottomarini, utilizzati per i progetti di protezione costiera;
- in\_Sea, banca dati che riguarda gli usi della costa e del mare (turismo, pesca, difesa, navigazione, porti, sfruttamento idrocarburi, ecc.);
- in\_Defence, banca dati riguardante la mappatura aggiornata dei sistemi di protezione costiera, la classificazione dello stato di criticità, i ripascimenti e la movimentazione di sabbia lungo la costa;
- in\_Move, che raccoglie i dati geologici e di monitoraggio necessari allo studio del fenomeno della subsidenza;
- in\_Risk, banca dati che raccoglie e organizza le informazioni e le principali cartografie prodotte per la valutazione e mitigazione dei rischi costieri.

Per ciascuna banca dati vengono descritti nel seguito i contenuti generali ed elencati i dati attualmente (o a breve) esposti al pubblico attraverso i portali e le interfacce web descritte al paragrafo I.1.2.8:

- Web-GIS AGSS, contiene le banche dati in\_Coast, in\_Risk e in\_Sea. Le informazioni sono organizzate in dataset e fruibili tramite "Web Map Service" (WMS) o "Web Feature Service" (WFS);
- MinERva - portale condivisione banche dati e informazioni detenute dalla Direzione Generale Cura del Territorio ed Ambiente della Regione Emilia-Romagna. Le informazioni sono organizzate in dataset e fruibili tramite "Web Map Service" (WMS), "Web Feature Service" (WFS), vettoriali shapefile o in formato tabellare.

Quando non contenuto nei servizi sopra-citati il WMS è disponibile al Geoportale regionale.

### I.1.2.1. DB In\_Coast

Gli strati informativi contenuti nella banca dati In\_Coast ed elencati nel seguito sono consultabili attraverso l'interfaccia Web-GIS dell'AGSS<sup>2</sup>. I layer sono inoltre fruibili tramite "Web Map Service" (WMS) o "Web Feature Service" (WFS).

---

<sup>1</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/banche-dati-settore-costiero>

<sup>2</sup> [https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp?service=costa](https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=costa)

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Banca dati in_Coast	
Banca dati relativa all'assetto fisico e alle dinamiche evolutive della costa <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-mare-costa">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-mare-costa</a>	
Layer	Anno
Ortofotopiani	Volo Costa 2005, Volo IT 2000, Volo Costa 1992, Volo Costa 1991, Volo Costa 1982, Volo RER 1976-78, Volo GAI 1954-55, Volo RAF 1943-44
Altimetria	Rilievo LIDAR 2004 della Costa e del Fiume Savio
Isobate	Isobate anno 2006, Isobate anno 2000, Isobate anno 1994, Isobate anno 1984, Isobate anno 1968, Isobate anno 1953
Modello digitale batimetrico (DTM topobatimetrico)	2006, 2000, 1953
Uso suolo costa	Uso 1943 (1:25.000, 1: 5.000), Uso 1982 (1:25.000, 1:5.000), Uso 1998 (1:25.000, 1:5.000), Uso 2005 (1:25.000, 1:5.000), Uso 2008 (1:25.000, 1:5.000)
Geomorfologia costiera	Geomorfologia 1943 (1:25.000, 1: 5.000), Geomorfologia 1982 (1:25.000, 1:5.000), Geomorfologia 1998 (1:25.000, 1:5.000), Geomorfologia 2005 (1:25.000, 1:5.000)
Linea di costa	Linee di Costa anno 2011, Linee di Costa anno 2005, Linee di Costa anno 1998, Linee di Costa anno 1996, Linee di Costa anno 1982, Linee di Costa anno 1943
Opere di difesa	Opere 2005, Opere 1998, Opere 1982, Opere 1943
Geologia mare	Geologia superficiale ed. 2008, Carta Sedimentologica dell'Adriatico della Regione Emilia-Romagna ed. 1988
Idrodinamica (Stazioni meteo marine, Stazioni virtuali, Correnti superficiali, Moto ondoso, Venti)	In continuo <a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/dati-e-osservazioni">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/dati-e-osservazioni</a> <a href="https://simc.arpae.it/dext3r/">https://simc.arpae.it/dext3r/</a> <a href="https://www.mareografico.it/?session=0SESSM&amp;syslng=ita&amp;sysmen=-1&amp;sysind=-1&amp;sysub=-1&amp;sysfnt=0&amp;code=STAZ&amp;idst=15">https://www.mareografico.it/?session=0SESSM&amp;syslng=ita&amp;sysmen=-1&amp;sysind=-1&amp;sysub=-1&amp;sysfnt=0&amp;code=STAZ&amp;idst=15</a>
Vulnerabilità alle mareggiate	Vulnerabilità alle mareggiate - Analisi di run-up e impatti su profili trasversali agg. 2015
Monitoraggio dell'acquifero costiero	Da 2009
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Note	L'interfaccia WEB alla banca dati sarà revisionata e aggiornata a partire dal 2023

## I.1.2.2. DB In\_Storm

Banca dati in_Storm	
<p>La Banca Dati è dedicata alle 'Mareggiate con Impatto' e contiene le informazioni su: previsione, allerta, monitoraggio e rilevamento degli impatti ed analisi, relativi agli eventi di mareggiata caratterizzate da superamento delle soglie critiche per allertamento e/o da impatto sul territorio</p> <p><a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate</a></p>	
SEZIONI	
Contenuti	<p>Nel Geodatabase "DB mareggiate" sono archiviati gli eventi di mareggiata storici dal 1946 al 2010 prodotto nell'ambito del progetto Micore). La maschera principale del DB descrive l'evento di mareggiata e gli impatti ad esso associati. Nel dettaglio, l'evento è identificato tramite i campi progressivo anno, n. documento allerta (vigilanza) emesso, macroarea allertata, estensione danno. Per ciascun evento sono definiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• previsioni: stato del mare previsto, criticità costiera prevista, n. puntatori SCW/BWD accesi e per quale entità di superamento, tipologia profilo spiaggia (estivo/invernale), max altezza onda prevista (m), max livello mare previsto (m), eventuale concomitanza dei due parametri precedenti (fase), forzante superamento soglie prevista</li> <li>• misure: massima altezza onda misurata hs (data e ora), ondometro, massimo livello del mare misurato l.m. (data e ora), mareografo, eventuale fase hs-l.m., direzione vento misurata, direzione onda misurata</li> <li>• osservato: data, superamento (onda, livello del mare, combinata, super-combinata), verifica allerte (corretta, falso allarme, mancato allarme)</li> <li>• impatti: n. progressivo impatto, codice segnalazione da catasto PC, tipologia danno, fonte informazioni (PC, stampa), report/rilievi effettuati estensione danno.</li> </ul> <p>L'alimentazione della banca dati viene effettuata al termine di ogni evento di mareggiata da RER-AGSS.</p>
Analisi	Aggiornamento annuale degli indicatori NIM (Numero impatti totali) e NEV (Numero di eventi con impatto), aggiornamento grafici e cartografia in ambiente Gis.
Report	<p>Pubblicazione report annuale di aggiornamento</p> <p><a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate</a></p>
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Note	DB Mareggiate aggiornato all'anno 2022

### I.1.2.3. DB In\_Sand

Banca dati in_Sand	
Banca dati per la gestione dei depositi di sabbie sottomarine: contiene dati geofisici e geognostici, i risultati di analisi di laboratorio, elaborazioni cartografiche, dati di monitoraggio pre-/post-intervento <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-per-la-gestione-dei-depositi-di-sabbia-sommersi">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-per-la-gestione-dei-depositi-di-sabbia-sommersi</a>	
Contenuti	
Cartografia di base	Tratta da Cartografia geologica a scala 1:250.000 (CARG Foglio33-RA)
Batimetria	Batimetria CNR ISMAR 1:250.000
Linee geofisiche	Tutti i tracciati e immagini dei profili sismici ad alta risoluzione
Campioni	Posizione campioni e log dei risultati delle indagini di laboratorio
Depositi sabbiosi	Perimetri aree, giacimenti, spessori, base sabbia e zone di intervento
Contenuti normativi	Definizioni e limitazioni delle aree
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Note	Applicazione Moka in fase di costruzione (test) Il geodatabase è in aggiornamento in occasione di ogni "Progettone". Nel 2022 è in corso il Progettone 4

**I.1.2.4. DB In\_Sea**

Gli strati informativi contenuti nella banca dati In\_Sea ed elencati nel seguito sono consultabili attraverso l'interfaccia Web-GIS dell'AGSS<sup>3</sup>. I layer sono inoltre fruibili tramite "Web Map Service" (WMS) o "Web Feature Service" (WFS).

Banca dati in_Sea	
Banca dati relativa agli usi antropici, alle aree di tutela e/o restrizione costa-mare dell'area di pertinenza RER <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/database-delluso-del-mare">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/database-delluso-del-mare</a>	
Layer	Anno
Limiti amministrativi marini	Limite delle acque territoriali 2012, linea di base 2012, Limite della piattaforma continentale 2012
Restrizioni agli usi liberi del mare	2012
Pesca e molluschicoltura	Aggiornamento al 2012
Pertinenze militari	Aggiornamento al 2012
Protezione biologico-ambientale	Aggiornamento al 2012
Regolamentazione del traffico marittimo	Aggiornamento al 2012
Sicurezza e salute	Aggiornamento al 2012
Risorse impianti idrocarburi	Aggiornamento al 2012 da dati MISE
Risorse concessioni dei titoli minerari	Aggiornamento al 2012 da dati MISE
Area di rispetto	Aggiornamento al 2012
Linee di costa	2005
Isobate	2006
Opere di difesa	Opere 2005, Opere 1998, Opere 1982, Opere 1943
Geologia Mare	
Ortofotopiani	VOLO COSTA 2005, VOLO IT 2000, VOLO COSTA 1992, VOLO COSTA 1991, VOLO COSTA 1982, VOLO RER 1976-78, VOLO GAI 1954-55, VOLO RAF 1943-1944
Modello Digitale Batimetrico	2006
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Note	La Banca Dati potrebbe essere abbandonata dopo la migrazione delle informazioni mancanti su GAIR (I.1.3.5)

<sup>3</sup> [https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp?service=costa](https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=costa)

### I.1.2.5. DB In\_Defence

Banca dati in_Defence	
Banca dati delle opere di difesa e degli interventi di ripascimento <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/il-catalogo-delle-opere-di-difesa-della-costa-emiliano-romagnola">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/il-catalogo-delle-opere-di-difesa-della-costa-emiliano-romagnola</a>	
Opere di difesa	
Anno	1943, 1982, 1998, 2005, 2014, 2020
Aggiornamento	Ogni 2-3 anni
Note	<p>Geodatabase "DB opere" organizzato sulla base degli interventi effettuati a partire dal 1943: la procedura operativa adottata si compone di fotointerpretazione e delle strutture rigide riconoscibili sulle foto aeree, classificazione (<i>Atlante delle spiagge Italiane - 1985, CNR e Atlante delle opere di sistemazione costiera - 2007, Apa</i>), misura dei parametri geometrici dell'opera (lunghezza dell'opera, distanza da riva, ampiezza varchi ecc.) e attribuzione del dato altimetrico alle opere emerse mediante Lidar.</p> <p>L'implementazione della banca dati viene aggiornata ogni 2-3 anni da RER-AGSS sulla base delle foto aeree più recenti e di informazioni trasmesse dai Servizi di area dell'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile, con i quali si esegue anche la verifica delle opere mappate</p>
Ripascimenti	
Anno	Da 1972 (informazioni recuperate da archivi regionali)
Aggiornamento	Annuale
Note	<p>Geodatabase "DB ripascimenti" organizzato sulla base degli interventi effettuati a partire dal 1983: si compone di 4 tabelle collegate a ciascuna cella, in cui sono caricate tutte le informazioni relativamente ad apporti da altre celle litoranee<sup>4</sup>, apporti esterni, prelievi, spostamenti interni. Contiene informazioni sugli interventi (es. data sversamento, cella sversamento, località, volume sversato, lunghezza tratto intervento, provenienza del materiale sversato, ente attuatore, tecnologia utilizzata).</p> <p>In ambiente GIS è possibile visualizzare sinteticamente le informazioni attraverso grafici che esprimono le quantità apportate o prelevate dalla singola cella e i dati descrittivi dell'intervento</p> <p>L'alimentazione della banca dati viene fatta annualmente da RER-AGSS, in collaborazione con Arpae, sulla base delle informazioni trasmesse dai Servizi di area dell'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile.</p>
Ente gestore	RER (SDT-AGSS) in collaborazione con ARPAE
Note	-

<sup>4</sup> "celle litoranee" vedere I.1.2.8

### I.1.2.6. DB In\_Move

<b>Banca dati in_Move</b>	
Banca dati per analisi sul fenomeno della subsidenza lungo la fascia costiera. Raccoglie dati geologici e di monitoraggio acquisiti dalla Regione e da altri Enti pubblici e privati <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_move">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_move</a>	
<b>SEZIONI</b>	
Interfacce web	-
Mappe delle isocinetiche storiche	Georeferenziate le isocinetiche storiche
Mappe delle isocinetiche monitoraggio regionale	1984, 1987, 1993, 1999, 2005 Dati elaborati da Arpae
Dati interferometrici (acquisiti da Arpae-RER, dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del piano Nazionale di Telerilevamento e da Eni)	Arpae: 1992-2000; 2002-2006; 2006-2011, 2011-2016 Eni: 2003-2011; area Dosso Angeli: 2003-2014 e 2012-2014 Ministero: PST-A serie 1992-2008 e 2008-2010
Dati GPS (Eni, INGV, RER-AGSS)	Ogni GPS ha un intervallo di acquisizione diverso, dal 1998
Misure assestometriche (Eni e RER-AGSS)	Ogni assestometro ha profondità e anno di installazione diverso, il primo a partire dal 1994
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Note	La banca dati è utilizzata solo a scopo di studio e di analisi integrata con gli altri dati sui rischi costieri, contiene molte informazioni messe a disposizione dalla Regione da altri Enti.

### I.1.2.7. DB In\_Risk

Gli strati informativi contenuti nella banca dati In\_Risk ed elencati nel seguito sono consultabili attraverso l'interfaccia Web-GIS dell'AGSS<sup>5</sup>. I layer sono inoltre fruibili tramite "Web Map Service" (WMS) o "Web Feature Service" (WFS).

Banca dati in_Risk	
Sistema informativo dei rischi costieri strumento di visualizzazione e accesso ai dati di monitoraggio, alle elaborazioni e alle cartografie prodotte per lo studio delle criticità costiere <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_risk">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_risk</a>	
Layer	Anno
Rete di monitoraggio profili spiaggia	2015
Variazione della linea di costa ampiezza della spiaggia	Ampiezza della spiaggia 2014, evoluzione della linea di costa dal 2005 al 2011, tassi di variazione della linea di costa dal 2005 al 2011
Vulnerabilità alle mareggiate	2015
Località storicamente colpite 1946-2010	2010
Strati informativi relativi alle mappe prodotte nell'ambito della Direttiva Alluvioni (Dir.EU 2007/60, D.lgs. 49/2010)	2013
Ortofotopiani	VOLO COSTA 2005, VOLO IT 2000, VOLO COSTA 1992, VOLO COSTA 1991, VOLO COSTA 1982, VOLO RER 1976-78, VOLO GAI 1954-55, VOLO RAF 1943-44
Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Note	Il web gis è aggiornato al 2010, i dati più recenti sono disponibili in GAIR e MinERva

### I.1.2.8. SICELL - Sistema gestionale delle celle litoranee

Il SICELL è stato sviluppato nel 2010 nell'ambito del progetto europeo COASTANCE (Programma MED) come strumento informativo di supporto alla gestione dei sedimenti litoranei e degli interventi di difesa della costa.

Il sistema è nato, infatti, allo scopo di suddividere la fascia litoranea in 'tratti omogenei' per tendenza evolutiva e trasporto dei sedimenti lungo costa, al fine di ottimizzare le operazioni di dragaggio e movimentazione dei sedimenti in funzione del mantenimento in equilibrio del sistema costiero regionale.

In quest'ottica, la costa regionale è stata spazialmente suddivisa in 7 "Macrocelle", delimitate da strutture portuali aggettanti o "punti di zero" del trasporto solido (punti di convergenza/divergenza del trasporto solido lungo costa), e 118 Celle litoranee, considerando anche l'assetto dato dall'azione antropica e dai processi naturali attuali della dinamica costiera.

<sup>5</sup> [https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp?service=costa](https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=costa)

La pubblicazione redatta sull'argomento<sup>6</sup> riferita al periodo 2006-2012, aggiornamento del documento 2000-2006, riporta un aggiornamento dei dati e delle elaborazioni sullo stato delle celle litoranee al 2012, basato sui dati dalla campagna topo-batimetrica e sedimentologica (2012), del rilievo della subsidenza (2011-2012) sul territorio costiero e dei dati su interventi, ripascimenti e prelievi, effettuati nel periodo di riferimento.

La Macrocella è un tratto costiero contraddistinto da ridotto scambio sedimentario con quelli contigui a causa della presenza di punti di convergenza del trasporto solido o di lunghi moli portuali che ostacolano il trasporto dei sedimenti lungo costa. Sono state individuate le seguenti Macrocelle:

- M1 - Cattolica-Rimini. Dal confine regionale con le Marche al porto di Rimini (escluso);
- M2 - Rimini - Cesenatico. Dal porto di Rimini (incluso) al porto di Cesenatico (escluso);
- M3 - Cesenatico-Foce Savio Dal porto di Cesenatico (escluso) alla foce del Savio (inclusa);
- M4 - Foce Savio - Porto Corsini Dalla Foce del Savio (esclusa) al porto di Ravenna (escluso);
- PR - Porto di Ravenna. Dal molo foraneo sud al molo foraneo nord del Porto di Ravenna;
- M5 - Porto Corsini -Porto Garibaldi. Dal porto di Ravenna (escluso) a Porto Garibaldi (escluso);
- M6 - Porto Garibaldi - Foce Po di Volano. Da Porto Garibaldi (incluso) alla Foce del Po di Volano (escluso);
- M7 - Foce Po di Volano-Foce Po di Goro. Dalla foce del Po di Volano (inclusa) al confine regionale con il Veneto.

Nella tabella di seguito sono descritte le 118 Celle litoranee.

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)
1	Bocca Tavollo	M1	Cattolica	Tratto compreso fra il molo sud e la darsena di Cattolica	Bocca portuale	55
2	Darsena di Cattolica		Cattolica	Tratto corrispondente alla darsena di Cattolica	Darsena	250
3	Cattolica Sud		Cattolica	Tratto compreso tra la darsena di Cattolica e la 9 scogliera	Cella con spiaggia	1230
4	Cattolica Nord		Cattolica	Tratto tra la 10 scogliera di Cattolica e il molo sud della foce del torrente Ventena	Cella con spiaggia	615
5	Foce Ventena		Cattolica	Tratto compreso tra i moli alla foce del torrente Ventena	Foce fluviale	40
6	Colonia Navi		Cattolica	Tratto compreso tra il molo nord del torrente Ventena e il pennello posto a sud della foce del fiume Conca	Cella con spiaggia	260
7	Foce Conca		Misano Adriatico	Tratto compreso tra i due pennelli che delimitano la foce del fiume Conca	Foce Fluviale	175

<sup>6</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/sicell-2006-2012/sicell-1>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)
8	Porto Verde Sud		Misano Adriatico	Tratto compreso tra il pennello a nord della foce del Conca e il molo sud di Porto Verde	Cella con spiaggia	65
9	Canale Porto Verde		Misano Adriatico	Tratto compreso tra i due moli del porto	Bocca portuale	40
10	Porto Verde Nord		Misano Adriatico	Tratto delimitato a sud dal molo nord di Porto Verde e a nord da un pennello in roccia	Cella con spiaggia	165
11	Porto Verde Scogliera Radente		Misano Adriatico	Tratto corrispondente alla scogliera radente di Porto Verde	Cella con spiaggia	220
12	Misano Pennelli		Misano Adriatico	Tratto in corrispondenza dei 26 pennelli in roccia	Cella con spiaggia	1680
13	Misano Scogliere		Misano Adriatico	Tratto difeso dalle 7 scogliere parallele emerse	Cella con spiaggia	755
14	Riccione Sud		Misano / Riccione	Tratto lungo 1 km difeso da barriere in sacchi posto a nord delle scogliere di Misano	Cella con spiaggia	1000
15	Riccione Centro		Riccione	Tratto lungo 1850 m compreso difeso dalla barriera in sacchi	Cella con spiaggia	1850
16	Riccione Porto		Riccione	Tratto compreso tra la fine della barriera in sacchi e la darsena sud di Riccione	Cella con spiaggia	570
17	Darsena di Riccione Sud		Riccione	Tratto corrispondente alla darsena sud di Riccione	Darsena	50
18	Riccione Porto Canale		Riccione	Tratto compreso tra i moli del porto di Riccione	Bocca portuale	25
19	Darsena di Riccione Nord		Riccione	Tratto corrispondente alla darsena nord di Riccione	Darsena	60
20	Riccione Alba Sud		Riccione	Tratto compreso tra la darsena nord di Riccione e piazzale Azzarita	Cella con spiaggia	840
21	Riccione Alba Nord		Riccione	Tratto compreso tra piazzale Azzarita e la foce del Marano	Cella con spiaggia	1250
22	Foce Marano		Riccione	Tratto corrispondente alla foce del Marano	Foce Fluviale	45
23	Fogliano Marina		Riccione	Tratto compreso tra la foce del Marano e il confine	Cella con spiaggia	610

GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)
				comunale tra Rimini e Riccione		
24	Miramare		Rimini	Tratto compreso tra il confine comunale fra Rimini e Riccione e lo scaricatore Ausa	Cella con spiaggia	6190
25	Rimini Centro		Rimini	Tratto compreso tra lo scaricatore Ausa e il molo sud del porto di Rimini	Cella con spiaggia	1350
26	Rimini Porto Canale		Rimini	Tratto compreso tra i moli del porto di Rimini	Bocca portuale	70
27	Darsena di Rimini		Rimini	Tratto corrispondente alla darsena di Rimini	Darsena	425
28	San Giuliano		Rimini	Tratto compreso tra la darsena di Rimini e il molo sud del Deviatore Marecchia	Cella con spiaggia	450
29	Deviatore Marecchia		Rimini	Tratto compreso tra i moli del Deviatore Marecchia	Foce fluviale	150
30	Rivabella		Rimini	Tratto protetto dalle prime 12 scogliere a nord del Deviatore Marecchia	Cella con spiaggia	1660
31	Viserba Zona Sud Sortie		Rimini	Tratto compreso tra la 13 e la 16 scogliera poste a nord del Deviatore Marecchia	Cella con spiaggia	630
32	Viserba Sud	M2	Rimini	Tratto compreso tra la 17 scogliera posta a nord del deviatore Marecchia il molo sud del canale dei Mulini	Cella con spiaggia	520
33	Canale dei Mulini		Rimini	Tratto compreso tra i due moli del canale dei Mulini	Canale di scolo	30
34	Viserba Nord		Rimini	Tratto protetto dalle prime 3 scogliere a nord del canale dei Mulini	Cella con spiaggia	465
35	Viserbella		Rimini	Tratto compreso tra la 4 scogliera a nord del canale dei Mulini e Fossa Brancona	Cella con spiaggia	1200
36	Torre Pedrera		Rimini	Tratto compreso tra Fossa Brancona al confine comunale tra Rimini e Igea Marina	Cella con spiaggia	1960
37	Igea Marina Sud		Bellaria Igea Marina	Tratto compreso tra il confine comunale fra Rimini e Igea Marina e il pennello in roccia.	Cella con spiaggia	515

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)	
38	Igea Marina Zona Sperimentale		Bellaria Igea Marina	Tratto difeso dalla scogliera semisommersa delimitato da due pennelli in roccia	Cella con spiaggia	825	
39	Igea Marina		Bellaria Igea Marina	Tratto tra il pennello e il molo sud della foce del fiume Uso	Cella con spiaggia	2630	
40	Foce Uso		Bellaria Igea Marina	Tratto compreso tra i moli della foce del fiume Uso	Foce fluviale	40	
41	Bellaria		Bellaria Igea Marina	Tratto compreso tra il molo nord e della foce dell'Uso e il confine comunale tra Bellaria e San Mauro	Cella con spiaggia	2690	
42	San Mauro		San Mauro Pascoli	Tratto corrispondente al comune di San Mauro	Cella con spiaggia	700	
43	Savignano		Savignano	Tratto compreso tra il confine comunale fra San Mauro e Savignano e il molo sud della foce del Rubicone	Cella con spiaggia	155	
44	Foce Rubicone		Savignano/ Gatteo	Tratto compreso tra i moli della foce Rubicone	Foce fluviale	160	
45	Gatteo a Mare		Gatteo a Mare	Tratto compreso tra il molo nord della foce del Rubicone e la 6 scogliera a nord	Cella con spiaggia	700	
46	Villamarina		Cesenatico	Tratto compreso tra la 7 scogliera e il 1 pennello di Valverde	Cella con spiaggia	880	
47	Valverde		Cesenatico	Tratto compreso tra il 1 pennello di Valverde e i tre pennelli della Colonia AGIP	Cella con spiaggia	1750	
48	Cesenatico		Cesenatico	Tratto a nord dei pennelli della Colonia AGIP il molo sud del porto di Cesenatico	Cella con spiaggia	2015	
49	Porto Canale Cesenatico		Cesenatico	Tratto compreso tra i moli del porto di Cesenatico	Bocca portuale	55	
50	Cesenatico Ponente		M3	Cesenatico	Tratto difeso dalla scogliera semisommersa compreso tra il molo nord del porto di Cesenatico e il pennello grande	Cella con spiaggia	825
51	Cesenatico Colonie			Cesenatico	Tratto lungo circa 800 m a nord del pennello grande	Cella con spiaggia	775

*GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo*

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)
52	Cesenatico Campeggio Zadina		Cesenatico	Tratto lungo circa 500 m posto a sud del canale Tagliata	Cella con spiaggia	495
53	Canale Tagliata		Cesenatico	Tratto compreso tra i moli del canale Tagliata	Canale di scolo	15
54	Zadina Tagliata		Cesenatico / Cervia	Tratto lungo 1 km posto a nord del canale Tagliata	Cella con spiaggia	1000
55	Cervia		Cervia	Tratto lungo circa 4400 m posto a sud della Darsena di Cervia	Cella con spiaggia	4420
56	Darsena di Cervia		Cervia	Tratto corrispondente alla darsena di Cervia	Darsena	165
57	Porto Canale di Cervia		Cervia	Tratto compreso tra i moli del porto di Cervia	Bocca portuale	40
58	Milano Marittima		Cervia	Tratto compreso tra il molo nord del porto di Cervia e il molo sud del Canalino delle Saline	Cella con spiaggia	1365
59	Canalino delle Saline		Cervia	Tratto compreso tra i moli del Canalino delle Saline	Canale di scolo	30
60	Milano Marittima Nord		Cervia	Tratto compreso tra il molo nord del Canalino delle Saline e il primo pennello di pali in legno	Cella con spiaggia	1685
61	Milano Marittima Colonie		Cervia	Tratto compreso tra il primo pennello e il molo sud dello scolo Cupa	Cella con spiaggia	540
62	Canale di Via Cupa		Cervia	Tratto compreso tra i moli dello scolo Cupa	Canale di scolo	20
63	Lido di Savio			Ravenna	Tratto difeso da 15 scogliere compreso tra il molo nord dello scolo Cupa e il pennello sud della foce del Savio	Cella con spiaggia
64	Foce Savio	Ravenna		Tratto compreso tra i pennelli della foce del Savio	Foce fluviale	265
65	Lido di Classe	M4	Ravenna	Tratto difeso da 10 scogliere compreso tra il pennello nord della foce del Savio e il 1 pennello di Lido di Classe nord	Cella con spiaggia	1220
66	Lido di Classe Nord		Ravenna	Tratto compreso tra il 1l e il 3m e ultimo pennello di Lido di Classe Nord	Cella con spiaggia	580

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)
67	Bevano Sud		Ravenna	Tratto lungo 1 km a nord dell'ultimo pennello di Lido di Classe nord	Cella con spiaggia	1000
68	Bevano Centro Sud		Ravenna	Tratto lungo 1900 m a sud della foce del Bevano	Cella con spiaggia	1900
69	Foce Bevano		Ravenna	Tratto corrispondente alla foce del Bevano	Foce fluviale	110
70	Bevano Centro Nord		Ravenna	Tratto lungo 1300 m posto a nord della foce del Bevano	Cella con spiaggia	1300
71	Bevano Nord		Ravenna	Tratto lungo 1g km posto a sud del pennello del 1 pennello di Lido di Dante	Cella con spiaggia	1000
72	Lido di Dante		Ravenna	Tratto difeso da una scogliera semisommersa a compreso tra il 1L e il 3D e ultimo pennello	Cella con spiaggia	605
73	Sud Foce Fiumi Uniti		Ravenna	Tratto compreso tra l'ultimo pennello di Lido di Dante e la foce dei Fiumi Uniti	Cella con spiaggia	600
74	Foce Fiumi Uniti		Ravenna	Tratto corrispondente alla foce dei Fiumi Uniti	Foce fluviale	270
75	Nord Foce Fiumi Uniti		Ravenna	Tratto difeso da una scogliera radente e compreso tra la foce dei Fiumi Uniti e la 1 scogliera di Lido Adriano	Cella priva di spiaggia	360
76	Lido Adriano		Ravenna	Tratto difeso dalle 19 scogliere parallele emerse	Cella con spiaggia	2560
77	Punta Marina		Ravenna	Tratto difeso dalla scogliera semisommersa compreso tra il 1f e l'11 pennello	Cella con spiaggia	3730
78	Punta Marina Nord		Ravenna	Tratto compreso tra l'11 pennello e il pennello del Ruvido	Cella con spiaggia	865
79	Marina di Ravenna		Ravenna	Tratto compreso tra il pennello del Ruvido e il molo sud del porto di Ravenna	Cella con spiaggia	3000
80	Porto di Ravenna		PR	Ravenna	Tratto compreso tra i moli del porto di Ravenna	Bocca portuale
81	Porto Corsini	M5	Ravenna	Tratto lungo 1 km a nord del molo nord del porto di Ravenna	Cella con spiaggia	1000

*GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo*

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)
82	Marina Romea		Ravenna	Tratto compreso tra il 1d km e i 2,3d km a nord del porto di Ravenna	Cella con spiaggia	1300
83	Marina Romea Nord		Ravenna	Tratto lungo circa 950 m a sud del molo di Foce Lamone	Cella con spiaggia	945
84	Foce Lamone		Ravenna	Tratto compreso tra i moli di Foce Lamone	Foce fluviale	140
85	Foce Lamone-Casal Borsetti		Ravenna	Tratto difeso dalla scogliera radente compreso tra il molo nord di Foce Lamone e la 1a scogliera di Casal Borsetti	Cella con spiaggia	2110
86	Casal Borsetti Sud		Ravenna	Tratto compreso tra la 1a scogliera di Casal Borsetti e il molo sud della foce del canale Destra Reno	Cella con spiaggia	835
87	Canale Destra Reno		Ravenna	Tratto compreso tra i moli della foce del canale Destra Reno	Canale di scolo	30
88	Casal Borsetti Nord		Ravenna	Tratto difeso da 4 scogliere emerse posto a nord del canale Destra Reno	Cella con spiaggia	520
89	Casal Borsetti Fio 82		Ravenna	Tratto compreso tra la 4i scogliera emersa e il 2d pennello di Casal Borsetti	Cella con spiaggia	630
90	Poligono Militare		Ravenna	Tratto lungo 2,5 km posto a nord del 2e pennello di Casal Borsetti nord, difeso da scogliera radente	Cella priva di spiaggia	2500
91	Poligono Militare Nord		Ravenna	Tratto lungo 430 m posto a sud della Foce del Reno	Cella con spiaggia	430
92	Foce Reno		Ravenna	Tratto in prossimità della foce del Reno	Cella con spiaggia	640
93	Nord Foce Reno		Ravenna	Tratto lungo 2 km posto a nord della foce del Reno	Cella con spiaggia	2000
94	Foce Gobbino Sud		Ravenna	Tratto lungo 935 m posto a sud della foce del Gobbino	Cella con spiaggia	935
95	Foce Gobbino		Ravenna	Tratto corrispondente alla foce del Gobbino	Canale di scolo	90
96	Foce Gobbino - Bagno Giamaica		Ravenna / Comacchio	Tratto corrispondente alla foce del canale Gobbino e il bagno Giamaica	Cella con spiaggia	1510

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)
97	Lido di Spina Sud	M7	Comacchio	Tratto lungo 900 m posto a nord del bagno Giamaica	Cella con spiaggia	900
98	Lido di Spina Nord		Comacchio	Tratto lungo circa 2 km posto a sud della foce del Logonovo	Cella con spiaggia	2070
99	Foce Logonovo		Comacchio	Tratto corrispondente alla foce del Logonovo	Canale di scolo	200
100	Lido degli Estensi		Comacchio	Tratto compreso tra la foce del canale Logonovo e il molo sud di Porto Garibaldi	Cella con spiaggia	1540
101	Bocca Porto Garibaldi	M6	Comacchio	Tratto compreso tra i moli di Porto Garibaldi	Bocca portuale	110
102	Porto Garibaldi		Comacchio	Tratto compreso tra il molo nord di Porto Garibaldi e la 15u scogliera	Cella con spiaggia	1480
103	Lido degli Scacchi		Comacchio	Tratto compreso tra la 16l e la 34i scogliera	Cella con spiaggia	2500
104	Lido di Pomposa		Comacchio	Tratto compreso tra la 35l e la 52i scogliera	Cella con spiaggia	2230
105	Lido delle Nazioni		Comacchio	Tratto compreso tra la 53l al pennello di chiusura in roccia posto alla fine delle scogliere	Cella con spiaggia	2910
106	Bocca del Bianco		Comacchio	Tratto protetto dalla scogliera radente, lungo circa 1,1 km posto a nord del pennello	Cella con spiaggia	1130
107	Pineta di Volano		Comacchio	Tratto protetto dalla scogliera radente, lungo 1,6 km, posto a sud del 1 pennello di pali in legno	Cella priva di spiaggia	1600
108	Volano Zona Pennelli		Comacchio	Tratto compreso tra il 1c e il 16r e ultimo pennello di pali in legno	Cella con spiaggia	990
109	Lido di Volano		Comacchio	Tratto lungo 1750 m a nord dell'ultimo pennello di pali in legno	Cella con spiaggia	1750
110	Scannone di Volano		Comacchio	Tratto lungo 1950 m a sud della foce del Po di Volano	Cella con spiaggia	1950
111	Foce Po di Volano	M7	Comacchio / Codigoro	Tratto corrispondente alla foce del Po di Volano	Foce Fluviale	1880
112	Po di Volano Area Naturale		Codigoro / Goro	Tratto lungo 750 m a nord della foce del Po di Volano	Sacca	750

N.	Nome Cella	MC	Comune	Limiti	Tipologia	Lunghezza (m)
113	Territorio del Comune di Goro		Goro	Tratto lungo 10 km protetto con argine e scogliera tradente	Sacca	10000
114	Po di Goro		Goro	Ultimo tratto dell'asta fluviale del Po di Goro	Sacca	5260
115	Foce Po di Goro		Goro	Tratto corrispondente alla foce del Po di Goro, delimitata a sud da un pennello in roccia	Foce Fluviale	140
116	Faro di Goro		Goro	Tratto lungo 1 km posto a sud del pennello della foce del Po di Goro	Cella con spiaggia	1000
117	Scanno di Goro centro		Goro	Tratto che si estende tra il 1c al 6l km a ovest della foce del Po di Goro	Cella con spiaggia	5000
118	Bocca Laguna		Goro	Tratto corrispondente alla bocca della laguna	Bocca Laguna	4625

Tabella I.1.2-1: caratteristiche delle 118 celle litoranee in cui è stata ripartita la costa regionale.

### I.1.3. Cataloghi e portali web per l'accesso ai dati sul sistema costiero

Al presente paragrafo sono illustrate le principali sorgenti dati messe a disposizione in Regione Emilia-Romagna per la tematica in esame.

#### I.1.3.1. Catalogo dati Regione Emilia-Romagna - il Geoportale e l'applicazione RER3dmap

Nel "Catalogo generale Regione Emilia-Romagna", sono elencati i prodotti e servizi cartografici disponibili presso la Regione Emilia-Romagna, con descrizione e meta informazione, modalità di accesso, licenza d'uso e disponibilità di download, per ognuno dei dataset presenti organizzati in 20 gruppi secondo i temi INSPIRE, allegati I, II, III <sup>7</sup>.

L'applicazione web "RER3dmap"<sup>8</sup> permette di visualizzare i dati del catalogo regionale con una rappresentazione tridimensionale, sovrapponendo anche dati inseriti dall'utente, a partire dalla coperta altimetrica della regione.

Nel seguito sono elencati i layer disponibili da catalogo (aggiornamento in corso) e il link alla relativa scheda metadati dalla quale è possibile ricavare l'URL per il collegamento WMS.

È in corso un aggiornamento dei metadati, che saranno fruibili entro il 2022. La notizia della completa pubblicazione dei metadati del settore costa sarà riportata alla pagina <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa>.

<sup>7</sup> [https://www.agid.gov.it/sites/default/files/repository\\_files/leggi\\_decreti\\_direttive/01\\_direttiva\\_inspire\\_2007\\_2\\_ce.pdf](https://www.agid.gov.it/sites/default/files/repository_files/leggi_decreti_direttive/01_direttiva_inspire_2007_2_ce.pdf)

<sup>8</sup> [mappe.regione.emilia-romagna.it](http://mappe.regione.emilia-romagna.it)

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Geoportale	
<a href="https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/catalogo">https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/catalogo</a>	
Analisi evoluzione linea riva	
Layer	Link al metadato
Evoluzione linea di riva dal 1943/44 al 1954/55	In aggiornamento
Evoluzione linea di riva dal 1954/55 al 1976/78	In aggiornamento
Evoluzione linea di riva dal 1976/78 al 1982	In aggiornamento
Evoluzione linea di riva dal 1982 al 1991	In aggiornamento
Evoluzione linea di riva dal 1991 al 1998	In aggiornamento
Evoluzione linea di riva dal 1998 al 2005	In aggiornamento
Evoluzione linea di riva dal 2005 al 2011	In aggiornamento
Tassi di variazione della linea di riva dal 2005 al 2011	In aggiornamento
Aree marino costiere di tutela	
Layer	Link al metadato
Area di nursery costiera	In aggiornamento
Area marina protetta per il ripopolamento ittico	In aggiornamento
Nursery della Sacca di Goro	In aggiornamento
Zona di Tutela Biologica "Area fuori Ravenna"	In aggiornamento
Cartografia di vulnerabilità battenti	
Layer	Link al metadato
Battenti - Spiaggia	In aggiornamento
Battenti P1 - Tr >>100 anni	In aggiornamento
Battenti P2 - Tr 100 anni	In aggiornamento
Battenti P3 - Tr 10 anni	In aggiornamento
Cartografia vulnerabilità scenari futuri	
Layer	Link al metadato
Scenario P2_proiezione al 2100 - effetto subsidenza	In aggiornamento
Scenario P2_proiezione al 2100 - effetto subsidenza + s.l.r. best	In aggiornamento

Geoportale		
Scenario P2_proiezione al 2100 - effetto subsidenza + s.l.r. worst	In aggiornamento	
Dinamica Meteomarina ed Impatti		
Layer	Link al metadato	
Direzione del vento dominante - Mareggiate Storiche	In aggiornamento	
Impatto prevalente da mareggiata	In aggiornamento	
Località colpite (numero eventi con impatto) mareggiate 1946-2019	In aggiornamento	
Località colpite (numero eventi con impatto) mareggiate 1946-2020	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2021-03-12T110330">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2021-03-12T110330</a>	
Macroaree vigilanza criticità costiera	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2020-05-27T155901">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2020-05-27T155901</a>	
Rete di monitoraggio - Rilievi GPS profili spiaggia	In aggiornamento	
Stazioni Meteo-Marine	In aggiornamento	
Zone di Allerta RER 2020	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2021-03-12T091444">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2021-03-12T091444</a>	
Esplorazione e sfruttamento fondo marino		
Layer	Link al metadato	
Cavi e condotte sottomarine	In aggiornamento	
Centrali di raccolta	In aggiornamento	
Piattaforme estrattive	In aggiornamento	
Pozzi	In aggiornamento	
Terminali marini	In aggiornamento	
Titoli minerari	In aggiornamento	
Geomorfologia costiera		
Layer	Link al metadato	
1943-45	Scala 1:25.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2016-04-04T113118">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2016-04-04T113118</a>
	Scala 1:5.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2016-04-04T113118">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2016-04-04T113118</a>
1982	Scala 1:25.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120953">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120953</a>
	Scala 1:5.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120953">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120953</a>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Geoportale		
1998	Scala 1:25.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2014-10-14T121024">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2014-10-14T121024</a>
	Scala 1:5.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2014-10-14T121024">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2014-10-14T121024</a>
2005	Scala 1:25.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2014-10-14T121052">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2014-10-14T121052</a>
	Scala 1:5.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2014-10-14T121052">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2014-10-14T121052</a>
Indicatori pressione antropica		
Layer	Link al metadato	
Indicatore di Pressione Antropica costa 300 m- Buffer	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-05T125737">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-05T125737</a>	
Indicatore di Pressione Antropica - Lineare		
Indicatore di Pressione Antropica - Transetti		
Indicatori Protezione costa		
Layer	Link al metadato	
Apporti e prelievi sabbia al 2018 - Celle litoranee	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-10T161844">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-10T161844</a>	
Classi ripascimento - Buffer	In aggiornamento	
Classi ripascimento al 2018 - Lineare	In aggiornamento	
Classificazione dell'efficacia del sistema di difesa contro l'erosione costiera - Buffer	In aggiornamento	
Classificazione dell'efficacia del sistema di difesa contro l'erosione costiera - Lineare	In aggiornamento	
Classificazione dell'efficacia del sistema di difesa contro l'inondazione marina (CPRCI) - Buffer	In aggiornamento	
Classificazione dell'efficacia del sistema di difesa contro l'inondazione marina (CPRCI) - Lineare	In aggiornamento	
Criticità Opere di Difesa Costiera - Contrasto Erosione	In aggiornamento	

Geoportale	
Opere di Difesa Costiera - 2014 (revisione 2018)	In aggiornamento
Opere di Difesa Costiera - 2019	In aggiornamento
Criticità Totale - Linea	In aggiornamento
Criticità ai varchi - Linea	In aggiornamento
Apporti e prelievi sabbia al 2020 - Celle litoranee	In aggiornamento
Classi ripascimento - Buffer	In aggiornamento
Classi ripascimento al 2020 - Lineare	In aggiornamento
Indicatori Dinamica Costiera	
Layer	Link al metadato
Dinamica Fondali 2006-2012 - Buffer	In aggiornamento
Dinamica Fondali 2006-2012 - Lineare	In aggiornamento
Dinamica Fondali 2006-2012 - Transetti	In aggiornamento
Dinamica Linea di Riva - rilievi GPS 2006-2012 - Transetti	In aggiornamento
Dinamica Linea di Riva - rilievi GPS 2012-2018 - Transetti	In aggiornamento
Dinamica Linea di Riva a breve termine (2011-2014) - Buffer	In aggiornamento
Dinamica Linea di Riva a breve termine (2011-2014) - Lineare	In aggiornamento
Dinamica Linea di Riva a breve termine (2011-2014) - Transetti	In aggiornamento
Tassi di evoluzione Linea di Riva nel lungo periodo (1943-2014) - Buffer	In aggiornamento
Tassi di evoluzione Linea di Riva nel lungo periodo (1943-2014) - Lineare	In aggiornamento
Tassi di evoluzione Linea di Riva nel lungo periodo (1943-2014) - Transetti	In aggiornamento
Tassi di subsidenza 2011-2016 - Buffer	In aggiornamento
Tassi di subsidenza 2011-2016 - Lineare	In aggiornamento
Indicatori Morfo Criticità	
Layer	Link al metadato

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Geoportale	
Ampiezza Spiaggia Emersa 2014 - Transetti	
Ampiezza Spiaggia Emersa libera da infrastrutture 2014 - Buffer	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-03T124039">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-03T124039</a>
Ampiezza Spiaggia Emersa libera da infrastrutture 2014 - Lineare	
Dinamica Duna Costiera 2017 - Buffer	In aggiornamento
Dinamica Duna Costiera 2017 - Lineare	In aggiornamento
Dosso Costiero 2012 - Buffer	
Dosso Costiero 2012 - Lineare	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-05T100330">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-05T100330</a>
Dosso Costiero 2012 - Transetti	
Pendenza della Spiaggia Sommersa 2012 - Lineare	In aggiornamento
Pendenza della Spiaggia Sommersa 2012 - Transetti	In aggiornamento
Pendenza della Spiaggia Sommersa 2012 - Buffer	In aggiornamento
Quota di Chiusura Spiaggia Emersa 2014 - Buffer	
Quota di Chiusura Spiaggia Emersa 2014 - Lineare	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-03T144908">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-03T144908</a>
Quota di Chiusura Spiaggia Emersa 2014 - Transetti	
Quota Media Spiaggia Emersa 2014 - Buffer	
Quota Media Spiaggia Emersa 2014 - Lineare	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-03T134604">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2020-06-03T134604</a>
Quota Media Spiaggia Emersa 2014 - Transetti	
Ventagli di Washover - Buffer	In aggiornamento
Ventagli di Washover - Lineare	In aggiornamento
Ampiezza Spiaggia Emersa 2019 - Transetti	In aggiornamento
Ampiezza Spiaggia Emersa libera da infrastrutture 2019 - Lineare	In aggiornamento
Dosso Costiero 2019 - Lineare	In aggiornamento
Dosso Costiero 2019 - Transetti	In aggiornamento
Quota di Chiusura Spiaggia Emersa 2019 - Lineare	In aggiornamento

Geoportale	
Quota di Chiusura Spiaggia Emersa 2019 - Transetti	In aggiornamento
Quota Media Spiaggia Emersa 2019 - Lineare	In aggiornamento
Quota Media Spiaggia Emersa 2019 - Transetti	In aggiornamento
Sarapp	In aggiornamento
Indicatori Sintetici Criticità Costa	
Layer	Link al metadato
Suscettibilità Combinata ai fenomeni di erosione e inondazione	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2020-05-29T150337">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2020-05-29T150337</a>
Suscettibilità della costa all'erosione	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2020-05-29T141913">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2020-05-29T141913</a>
Suscettibilità della costa all'inondazione marina	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2020-05-29T150040">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2020-05-29T150040</a>
Isobate Adriatico RER	
Layer	Link al metadato
Isobate 1953-54 - Rilievi IIM	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T115722">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T115722</a>
Rilievi CNR 1968	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T115644">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T115644</a>
Rilievi RER 1984	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T115842">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T115842</a>
Rilievi RER 1993-94	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T123059">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T123059</a>
Rilievi RER 2000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T123005">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T123005</a>
Rilievi RER 2006	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T123232">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T123232</a>
Rilievi RER 2012	In aggiornamento
Limiti Aree Marine	
Layer	Link al metadato
Limite delle Acque territoriali (alto Adriatico)	In aggiornamento
Limite Piattaforma Continentale (mare Adriatico)	In aggiornamento
Limite Zona contigua (alto Adriatico)	In aggiornamento

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Geoportale	
Linea di Base (alto Adriatico)	In aggiornamento
Linea di Costa	
Layer	Link al metadato
Linea di costa 1943-45	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123533">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123533</a>
Linea di costa 1982	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123600">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123600</a>
Linea di costa 1996	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123622">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123622</a>
Linea di costa 1998	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123647">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123647</a>
Linea di costa 2005	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123713">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-29T123713</a>
Linea di costa 2008	In aggiornamento
Linea di costa 2011	In aggiornamento
Linea di costa 2014	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-11T114516">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-09-11T114516</a>
Linea di costa 2019	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2019-09-12T131620">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2019-09-12T131620</a>
Mareggiate	
Layer	Link al metadato
Ampiezza della spiaggia	In aggiornamento
Impatti sulla costa	In aggiornamento
Rete di monitoraggio - Rilievi GPS profili spiaggia	In aggiornamento
Varchi - punti critici per l'ingressione marina	In aggiornamento
Vulnerabilità alle mareggiate - Effetti T1 - T10 - T100	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-10-02T144652">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1fileIDr_emiro:2017-10-02T144652</a>
Modello Digitale Batimetrico	
Layer	Link al metadato
Modello digitale batimetrico - RER 2000	In aggiornamento
Modello digitale batimetrico - RER 1953-54	In aggiornamento
Modello digitale batimetrico - RER 2006	In aggiornamento

Geoportale	
Modello digitale topo-batimetrico RER 2012	In aggiornamento
Molluschi bivalvi	
Layer	Link al metadato
Aree di divieto di raccolta di molluschi bivalvi vivi e gasteropodi	In aggiornamento
Aree naturali idonee alla raccolta di molluschi bivalvi e gasteropodi	In aggiornamento
Impianti per l'allevamento di molluschi bivalvi in acque interne	In aggiornamento
Impianti per l'allevamento di molluschi bivalvi in acque marittime	In aggiornamento
Opere di difesa costiera	
Layer	Link al metadato
1943-45	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T124305">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-09-29T124305</a>
1982	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-10-02T094719">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-10-02T094719</a>
1998	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-10-02T094902">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-10-02T094902</a>
2005	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-10-02T095019">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2017-10-02T095019</a>
2008	In aggiornamento
2011	In aggiornamento
2014	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2016-08-09T173057">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2016-08-09T173057</a>
2020	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2022-01-04T151635">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2022-01-04T151635</a>
Ortofotopiani costa	
Layer	Link al metadato
Ortofotopiano Volo Costa 1982	In aggiornamento
Ortofotopiano Volo Costa 1991 - Riprese 1991	In aggiornamento
Ortofotopiano Volo Costa 1992 (Mareggiata) - Riprese 1992	In aggiornamento
Ortofotopiano Volo Costa 2005 - Riprese 2005	In aggiornamento
Ortofotopiano Volo Costa 2010	In aggiornamento

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Geoportale	
Ortofotopiano Volo Costa 2019	In aggiornamento
Ortofotopiano Volo GAI - Riprese 1954-55	In aggiornamento
Ortofotopiano Volo IT2000 (Costa) - Riprese 1998-99	In aggiornamento
Ortofotopiano Volo RAF - Riprese 1943-44	In aggiornamento
Ortofotopiano Volo RER 1976-78 (Costa) - Riprese 1976-78	In aggiornamento
Pertinenze militari	
Layer	Link al metadato
Area di restrizione	In aggiornamento
Area Echo345	In aggiornamento
Area Echo346	In aggiornamento
Zona D10	In aggiornamento
Porti e approdi	
Layer	Link al metadato
Porti principali	In aggiornamento
Porti, approdi e marine	In aggiornamento
Profili Batimetrici Adriatico	
Layer	Link al metadato
Rilievi 1984	In aggiornamento
Rilievi 1994	In aggiornamento
Rilievi 2000	In aggiornamento
Regolamentazione traffico marittimo	
Layer	Link al metadato
Corridoio di transito per il Porto di Ravenna	In aggiornamento
Schema di separazione del traffico IMO	In aggiornamento
Restrizioni usi liberi mare	
Layer	In aggiornamento
Restrizioni per il transito	In aggiornamento
Restrizioni per l'accesso	In aggiornamento
Restrizioni per l'ancoraggio	In aggiornamento
Restrizioni per l'attività di balneazione	In aggiornamento
Restrizioni per l'attività subacquea	In aggiornamento
Restrizioni per la navigazione	In aggiornamento

Geoportale		
Restrizioni per la sosta		In aggiornamento
Restrizioni attività pesca		
Layer		Link al metadato
Restrizioni per le attività di pesca a strascico		In aggiornamento
Restrizioni per le attività di pesca con ciancioli		In aggiornamento
Restrizioni per le attività di pesca con draghe		In aggiornamento
Restrizioni per le attività di pesca di novellame		In aggiornamento
Restrizioni per le attività di pesca sportiva		In aggiornamento
Restrizioni per le attività di pesca volante		In aggiornamento
Uso suolo		
Layer		Link al metadato
Spiaggia 2008		In aggiornamento
Uso del suolo area costiera 1943-45	Scala 1:25.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120514">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120514</a>
	Scala 1:5.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120514">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120514</a>
Uso del suolo area costiera 1982	Scala 1:25.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120556">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120556</a>
	Scala 1:5.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120556">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120556</a>
Uso del suolo area costiera 1998	Scala 1:25.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120631">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120631</a>
	Scala 1:5.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120631">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120631</a>
Uso del suolo area costiera 2005	Scala 1:25.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120659">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120659</a>
	Scala 1:5.000	<a href="https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120659">https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/ctwmetadatiRER/metadatoISO.ejb?stato_FileIdentifier=iOrg01iEnP1filelDr_emiro:2014-10-14T120659</a>
Uso del suolo area costiera 2008	Scala 1:25.000	In aggiornamento
	Scala 1:5.000	In aggiornamento

Geoportale		
Uso del suolo area costiera 2011	Scala 1:25.000	In aggiornamento
	Scala 1:5.000	In aggiornamento
Zone rispetto		
Layer	Link al metadato	
Area di rispetto dei terminali marini	In aggiornamento	
Area di rispetto della molluschicoltura	In aggiornamento	
Area di rispetto delle piattaforme e condotte sottomarine	In aggiornamento	
Fonda e allibo	In aggiornamento	
Interventi strategici		
Layer	Link al metadato	
Interventi L.R.20/2018 - lineare	In preparazione	
Interventi L.R.20/2018 - poligonale	In preparazione	
Interventi di riqualificazione urbanistica - puntiforme	In preparazione	
Interventi di protezione delle morfologie costiere - puntiforme	In preparazione	
Interventi misti riqualificazione e protezione - puntiforme	In preparazione	

### **1.1.3.2. Il portale minERva e il GeoViewer Moka**

MinERva è il portale di condivisione banche dati e informazioni detenute dalla Direzione Generale Cura del Territorio ed Ambiente della Regione Emilia-Romagna. Il portale nasce a seguito della necessità di accesso alle banche dati per integrare e aggiornare le informazioni necessarie alla redazione dei quadri conoscitivi di cui all'art.22 della Legge Regionale n. 24 del 2017 - Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio.

In generale, l'obiettivo è divulgare e distribuire informazioni e banche dati, all'utenza privata come personale delle pubbliche amministrazioni locali e nazionali.

I dataset attualmente presenti nel portale verranno integrati fino a restituire il quadro completo dell'informazione detenuta dalla Direzione<sup>9</sup>

Per ciascun dataset una scheda di sintesi riporta le principali informazioni (metadati), ente responsabile, struttura di riferimento, referente - punto di contatto, e le "risorse" correlate quali ad esempio l'indirizzo per il download, il servizio WMS, WFS, (se disponibili), ulteriori link ad applicazioni cartografiche dedicate, pagine informative e altra documentazione. Ogni dataset geografico è associato alla corrispondente scheda di metadato, consultabile tramite OGC - CSW (Catalogue Web Service), come previsto dalla Direttiva INSPIRE (2007/2/EC).

<sup>9</sup> <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/>

I dati cartografici possono essere consultati attraverso un visualizzatore cartografico, il GeoViewER Moka <sup>10</sup>, realizzato in tecnologia Comprehensive Knowledge Archive Network (CKAN), un sistema open source e basato sul web per la raccolta, la catalogazione e la distribuzione di dati.

I temi informativi relativi al Servizio Geologico Sismico e dei Suoli sono catalogati nei gruppi:

- Conoscenza del sottosuolo;
- Costa<sup>11</sup>;
- Dissesto idrogeologico;
- Geologia;
- Patrimonio geologico;
- Sismica;
- Suolo.

### **I.1.3.3. Cartografia interattiva del SGSS - il Web-GIS**

Il webgis del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli offre la possibilità di navigare e di consultare tematismi e dati che derivano dai rilevamenti condotti su tutto il territorio della Regione: numerosi gli elementi pubblicati a partire dalla carta geologica a varie scale, la cartografia del suolo, della costa, delle risorse idriche, del dissesto e delle prove geognostiche, sismica. A questi se ne aggiungono molti altri, come il patrimonio geologico ed i geositi, il catasto delle cavità naturali.

Troviamo qui la cartografia relativa alle banche dati in\_Coast, in\_Risk e in\_Sea. Le informazioni sono organizzate in dataset e fruibili tramite "Web Map Service" (WMS) o "Web Feature Service" (WFS).

L'interfaccia WEB alla banca dati sarà revisionata e aggiornata a partire dal 2023.

### **I.1.3.4. Il portale cartografico di Arpae**

Il *Geoportale* <sup>12</sup> rappresenta l'infrastruttura istituzionale di Arpae Emilia-Romagna per la pubblicazione e la consultazione online di dati geografici e mappe tematiche. Il portale è organizzato per temi ambientali e consente di condividere con utenti, esterni e interni, mappe, dati e documenti connessi alle diverse attività dell'Agenzia.

Selezionato il tema, è possibile navigare sulla mappa, visualizzare i livelli di proprio interesse e sovrapporli selezionandoli dalla lista dei temi disponibili. Ogni singolo strato cartografico è corredato da una scheda di metadati che lo descrive in dettaglio secondo lo standard internazionale ISO 19115 come indicato dalla Direttiva INSPIRE.

Selezionando il tema ambientale "Mare e costa" è possibile visualizzare i seguenti gruppi di layers:

- Rete geodetica costiera: Vertice RGC
- Monitoraggio:
  - Strumenti di misura: Stazione meteomarina, Stazione multiparametrica, Boa di attracco, Stazione meteo-oceanografica, Boa ondometrica NAUSICAA, Profilatore correntometrico acustico Doppler, Mareografo - stazione meteo, Mareografo integrato - GARI;
  - Campionamento aree di immersione materiale di dragaggio;
  - Campionamento per la sedimentologia - 2018,

---

<sup>10</sup> <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/geoviewer2>

<sup>11</sup> <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/group/costa>

<sup>12</sup> <https://servizi-gis.arpae.it/Html5Viewer/index.html?locale=it-IT&viewer&viewer=Geoportal.Geoportal>

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

- Campionamento aree di prelievo della sabbia,
- Idoneità ambientale vita molluschi - Dlgs 152/06 - agg. 2020,
- Idoneità alla balneazione - Dlgs 116/08 - DGR 738/21,
- Stato ambientale Dlgs 152/06: Inquinanti nel biota, Elementi chimico-fisici, Macrozoobenthos, Inquinanti nei sedimenti, Inquinanti nell'acqua, Fitoplancton,
- Stato trofico - L.R. 3/99;
- Sezioni batimetriche - Rete di Monitoraggio Regionale (profili spiaggia emersa e sommersa).
- Usi e vincoli:
  - Sfruttamento del sottosuolo: Piattaforme attive, Piattaforme dismesse, Terminal, Sealines, Centrali di raccolta e trattamento, Concessioni di coltivazione di idrocarburi, Permessi di ricerca;
  - Zone di produzione e raccolta molluschi D.G.R. 3/02/14: Barriere di ripopolamento, Aree in concessione, Zone tipo A - allevamenti, Zone tipo B - allevamenti, Zone tipo A - banchi naturali: piattaforme, Zone tipo A - banchi naturali, Zone tipo B - banchi naturali;
  - Altre aree a specifica destinazione: Acque di balneazione - Dlgs 116/08 - DGR 738/21, Aree di prelievo della sabbia, Aree di immersione materiali di dragaggio, Subaree di immersione materiali di dragaggio, Corpi idrici per lo stato ambientale (DGR 2293/21);
  - Vincoli e tutele: Aree di Tutela Biologica, S.I.C - Z.S.C., Zone di divieto per la raccolta dei molluschi, Area soggetta a vincolo militare, Altre aree vietate;
- Stato ed evoluzione della costa: Midline mare Adriatico, Linea di riva 2018, Celle litoranee di gestione (2012-2018), Opere di difesa della costa 2018, Batimetria Adriatico, Indicatori ASE e ASPE (2000-2006), Indicatori ASE e ASPE (2006-2012), Indicatori ASE e ASPE (2012-2018);
- Geologia: Parametri sedimentologici 2018, Parametri sedimentologici 2012, Accumuli sottomarini di sabbia, Diametro medio 2018, Diametro medio 2012, % Sabbia 2018, % Sabbia 2012, Geologia del fondale marino;
- Cartografia di base.

### I.1.3.5. GAIR - Geoportale della Regione Adriatica e Ionica

Un'ulteriore piattaforma on-line istituita a livello internazionale è il *GAIR - Geoportale Adriatico-Ionio* che è stato sviluppato dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del progetto europeo *PortoDiMare*<sup>13</sup> con la specifica finalità di supportare i processi di gestione integrata della fascia costiera e la pianificazione dello spazio marittimo alla scala di bacino.

<b>GAIR</b>
Piattaforma informativa per la pianificazione dello spazio marittimo e la gestione integrata delle zone costiere <a href="https://www.portodimare.eu/">https://www.portodimare.eu/</a>
<b>Il progetto</b>
Il progetto europeo Interreg ADRION PORTODIMARE (GeoPORTal of TOols & Data for sustainable management of coAstal and maRine Environment), concluso il 31 gennaio 2021, riguarda la

<sup>13</sup> <https://www.portodimare.eu/>

pianificazione dello spazio marittimo (MSP) e la gestione integrata delle zone costiere (GIZC) dell'area Adriatico-Ionica

Capitanato dalla Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente della Regione Emilia-Romagna (Italia), il progetto ha coinvolto 11 partner e 2 P. associati, provenienti da 6 Paesi della Regione Adriatica e Ionica (Bosnia Erzegovina, Croazia, Grecia, Italia, Montenegro, Slovenia).

Il progetto si inquadra nelle attività per l'implementazione della Strategia dell'Unione Europea per la Regione Adriatica e Ionica (EUSAIR) e il suo Action Plan

#### Contenuti

Il Geoportale della Regione Adriatica e Ionica (GAIR), è una piattaforma interoperabile a codice sorgente aperto che consente l'accesso a strati informativi, e a strumenti per l'analisi e l'elaborazione di dati che sono stati specificamente sviluppati e/o adattati per l'integrazione nella piattaforma. Si tratta di 7 moduli dedicati principalmente alla MSP (Tools for MSP).

I dati riguardano: usi del mare e della costa; dati ambientali; elaborazioni ottenute attraverso i tools. Attualmente sono disponibili 554 layers aventi scale spaziali differenziate, da quella di bacino alla regionale.

Ente gestore	RER (SDT-AGSS)
Nota	<p>La piattaforma supporta l'elaborazione dei piani dello spazio marittimo nazionale in cui è impegnata l'Italia in base a quanto disposto dalla Direttiva EU 89/2014, recepita con il D.lgs. 201/2016.</p> <p>La normativa divide lo spazio marittimo italiano in tre aree: Adriatico, Ionio, Mediterraneo Centrale e individua nel piano lo strumento per regolamentare la crescente richiesta di risorse e di spazio per le attività antropiche a mare e lungo la fascia costiera.</p>

### I.1.4. I lavori di riferimento regionali per la gestione della costa

Titolo e anno	Info sintetica	Autore/disponibilità
<p>Piano progettuale per la difesa della costa adriatica emiliano-romagnola (Piano costa 1981)</p>	<p>Quadro conoscitivo sullo stato del litorale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● fattori di rischio (trasporto solido fluviale e litoraneo, subsidenza, allagamenti ed erosione</li> <li>● opere di difesa</li> <li>● proposte di intervento</li> </ul>	<p>RER-Idroser S.p.A.</p> <p>Disponibile su richiesta</p>
<p>Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della regione Emilia-Romagna (1996).</p>	<p>Analisi dell'evoluzione dell'erosione e degli interventi di difesa nel periodo 1984-1993. Strategie e proposte di intervento.</p>	<p>RER-Idroser S.p.A</p> <p>Disponibile su richiesta</p>
<p>Stato del litorale all'anno 2000 (2002)</p>	<p>Analisi dell'evoluzione dell'erosione e degli interventi di difesa nel periodo 1993-2000</p>	<p>Arpa - Emilia-Romagna</p> <p><a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/difesa-della-costa">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/difesa-della-costa</a></p>
<p>Intervento sperimentale finalizzato al miglioramento dello stato di un tratto del litorale di Igea Marina attualmente difeso da scogliere parallele emerse. Studio per l'individuazione della tipologia d'intervento ottimale mediante modellistica matematica. (2002)</p>	<p>Studio di proposte progettuali, anche mediante modellazione numerica, per il riassetto e la riqualificazione di un tratto di costa difeso con scogliere parallele emerse.</p>	<p>Arpa Emilia-Romagna e Med Ingegneria</p> <p>Disponibile su richiesta</p>

<p>Studio e proposte d'intervento per ridurre l'erosione del litorale di Milano Marittima e l'insabbiamento del porto di Cervia (2005)</p>	<p>Studio per la definizione di interventi atti a ridurre i processi erosivi di un tratto di costa e di insabbiamento del porto di Cervia.</p>	<p>Arpa Emilia-Romagna e Università di Bologna</p> <p>Disponibile su richiesta</p>
<p>Studio e proposte di intervento per migliorare l'assetto e la gestione dei litorali di Misano e Riccione - 2007</p>	<p>Studio, mediante modellistica numerica, di proposte progettuali per il riassetto e la riqualificazione del sistema di difesa dall'erosione dei litorali di Misano e Riccione.</p>	<p>Arpa Emilia-Romagna e Med Ingegneria</p> <p>Disponibile su richiesta</p>
<p>Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e piano decennale di gestione (2009)</p>	<p>Analisi dell'evoluzione dell'erosione e degli interventi di difesa nel periodo 2000-2006. Proposte di gestione.</p>	<p>Arpa - Emilia-Romagna</p> <p><a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/stato-del-litorale-emiliano-romagnolo-allanno-2007-e-piano-decennale-di-gestione">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/stato-del-litorale-emiliano-romagnolo-allanno-2007-e-piano-decennale-di-gestione</a></p>
<p>Il Sistema Mare-Costa (2010)</p>	<p>Raccolta di studi sulle dinamiche costiere, sui rischi: aspetti morfologici e banche dati tematiche (Sistema Informativo del mare e della costa, strumenti cartografici e i caratteri fisici, dinamica del sistema marino-costiero, criticità della fascia costiera)</p>	<p>RER (SDT-AGSS)</p> <p><a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/pubblicazioni/libri/il-sistema-mare-costa-dellemilia-romagna-2010">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/pubblicazioni/libri/il-sistema-mare-costa-dellemilia-romagna-2010</a></p> <p>Alcune copie cartacee disponibili su richiesta</p>
<p>Nuovi strumenti per la gestione dei litorali in Emilia-Romagna. Sicell: il sistema gestionale delle celle litoranee 2000-2006. (2011)</p>	<p>Proposta di un nuovo strumento di supporto alla gestione dei litorali e di sedimenti per contrastare il fenomeno dell'erosione costiera.</p>	<p>RER e Arpae</p> <p><a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/sicell-2006-2012/sicell-1">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/sicell-2006-2012/sicell-1</a></p>
<p>Le mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna</p>	<p>Primo catalogo delle mareggiate storiche e</p>	<p>RER (SDT-AGSS) - Arpae-UNIFE</p> <p><a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/</a></p>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

dal 1946 al 2010 (2011).	dei relativi impatti (Progetto EU MICORE)	pubblicazioni/libri/le-mareggiate-e-gli-impatti-sulla-costa-in-emilia-romagna-1946-2010-2011
Studio per ottimizzare la gestione del litorale di Cesenatico nord. (2011)	Studio, anche mediante modellazione numerica, per il riassetto e il miglioramento del sistema di difesa dal mare di un tratto di litorale di Cesenatico.	Arpa Emilia-Romagna e Università di Bologna  Disponibile su richiesta
Sicell: il sistema gestionale delle celle litoranee. Aggiornamento al 2006-2012. (2014)	Strumento di supporto alla gestione dei litorali e di sedimenti per contrastare il fenomeno dell'erosione costiera: aggiornamento 2006-2012.	RER e Arpae  <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/sicell-2006-2012/sicell-1">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/sicell-2006-2012/sicell-1</a>
Stato del litorale emiliano-romagnolo al 2012. Erosione e interventi di difesa. (2016)	Analisi dell'evoluzione dell'erosione e degli interventi di difesa nel periodo 2006-2012.	Arpae Emilia-Romagna  <a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa</a>
Stato del litorale Emiliano-Romagnolo al 2018. Erosione e interventi di difesa. (2020)	Analisi dell'evoluzione dell'erosione e degli interventi di difesa nel periodo 2012-2018.	Arpae Emilia-Romagna  <a href="https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa">https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa</a>
Fra la terra e il mare 2018	Quadro conoscitivo sugli usi del mare e della fascia costiera. Analisi delle criticità e delle possibili misure per la futura pianificazione dello spazio marino dell'area antistante le coste dell'Emilia-Romagna. Sintetizza i risultati del lavoro svolto, nel 2016-2017, da CNR-ISMAR in collaborazione con il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli,	RER (SDT-AGSS), CNR-ISMAR  <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/pubblicazioni/poster/tra-la-terra-e-il-mare-analisi-e-proposte-per-la-pianificazione-dello-spazio-marittimo-in-emilia-romagna-2018">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/pubblicazioni/poster/tra-la-terra-e-il-mare-analisi-e-proposte-per-la-pianificazione-dello-spazio-marittimo-in-emilia-romagna-2018</a>

	grazie ai finanziamenti del Progetto Bandiera Ritmare.	
Rapporto tecnico "Indicatori di suscettibilità costiera ai fenomeni di erosione e inondazione marina" 2019	Rapporto sugli indicatori di suscettibilità della costa ai fenomeni di erosione e inondazione marina	RER (SDT-AGSS)  <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/suscettibilita-costa-fenomeni-erosione-inondazione-marina">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/suscettibilita-costa-fenomeni-erosione-inondazione-marina</a>
Rapporto mareggiate e aggiornamento al 2021	Rapporti annuali sulle mareggiate con impatto e aggiornamenti delle statistiche dal 1946	RER (SDT-AGSS)  <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/pdf/mareggiate_impatti_analisi_anno2021.pdf">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/pdf/mareggiate_impatti_analisi_anno2021.pdf</a>
RAPPORTO GEOLOGIA Fascia marino-costiera - 2021	Il rapporto rappresenta un manuale metodologico per lo studio della geologia dell'interfaccia terra-mare finalizzato alla gestione dei rischi; contiene la descrizione dei metodi di indagine, delle analisi e dei risultati con un approfondimento in due casi studio	RER (SDT-AGSS), CNR-ISMAR  Pubblicazione in corso di redazione, disponibile su richiesta
Sistema informativo per l'utilizzo della risorsa sabbia offshore	Descrive lo strumento di raccolta e analisi dei dati relativi alla principale fonte di sabbie che utilizziamo per il ripascimento delle spiagge	RER (SDT-AGSS), CNR-ISMAR  <a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-per-la-gestione-dei-depositi-di-sabbia-sommersi">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/sistema-informativo-per-la-gestione-dei-depositi-di-sabbia-sommersi</a>

### I.1.5. Pubblicazioni scientifiche

Alcuni studi condotti negli anni dalla Regione e da Arpae sono stati oggetto anche di pubblicazioni su riviste scientifiche locali, nazionali e internazionali; l'elenco delle più rappresentative è contenuto nel capitolo dedicato alla Bibliografia generale del quadro conoscitivo. Alcune pubblicazioni costituiscono dei lavori di riferimento per la strategia GIDAC e, per questo, sono stati evidenziati con il carattere grassetto. L'intero elenco delle pubblicazioni RER è reperibile all'indirizzo:

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/pubblicazioni-scientifiche#autotoc-item-autotoc-0>

## I.2. Il sistema fisico costiero

La fascia costiera emiliano-romagnola, all'apparenza monotona e indifferenziata, è in realtà un ambiente complesso dove i diversi paesaggi tra la terra e il mare sono inscindibilmente legati alla cultura, alla tradizione e alle risorse dei luoghi.

Il settore meridionale della costa, la cosiddetta "città lineare", è sede della più importante industria turistica della Regione: qui le morfologie di retrospiaggia sono completamente obliterate dalle strutture antropiche.

Il settore centro/nord della costa, da Lido di Savio fino alla foce del Po di Volano, si imposta su antichi delta fluviali e, per questo, è caratterizzata dalla presenza di ampie aree con quote inferiori al livello medio del mare, che danno vita a spettacolari lagune e valli salmastre. Queste peculiarità, e la presenza di lunghi tratti di dune costiere, fanno sì che qui si concentrino numerose aree protette e riserve naturali.

La costa del delta del Po, comprende la Sacca di Goro e la parte meridionale del delta moderno fino al Po di Volano. È una zona in continua mutazione e presenta ampie aree depresse che sono state protette, fin dagli anni '50, con argini che hanno ridotto le inondazioni marine. La valenza naturalistica di questo territorio è molto elevata, famoso anche per la produzione di vongole che in questi fondali bassi e sabbiosi trovano il loro habitat ideale.

### I.2.1. Ambiti territoriali, paesaggio e usi della costa

Il litorale della Regione Emilia-Romagna si estende per circa 130 km dalla foce del torrente Tavollo fino alla foce del Po di Goro. Ad esso si aggiungono circa 10 km appartenenti alla freccia litoranea di Goro, che separa l'omonima laguna dal mare Adriatico.

Da Cattolica alla foce del Po di Volano la costa è caratterizzata da circa 108 km di spiagge balneabili interrotte dai porti, dalle foci dei fiumi appenninici e dei canali e, localmente, da opere di difesa radente erette per contrastare l'ingressione marina.

Da un punto di vista amministrativo la fascia costiera regionale è suddivisa in 14 comuni appartenenti alle province di Rimini (Cattolica, Misano Adriatico, Riccione, Rimini e Igea Marina-Bellaria), Forlì-Cesena (San Mauro Pascoli, Savignano sul Rubicone, Gatteo e Cesenatico), Ravenna (Cervia e Ravenna) e Ferrara (Comacchio, Codigoro e Goro) (Figura I.2.1-1).

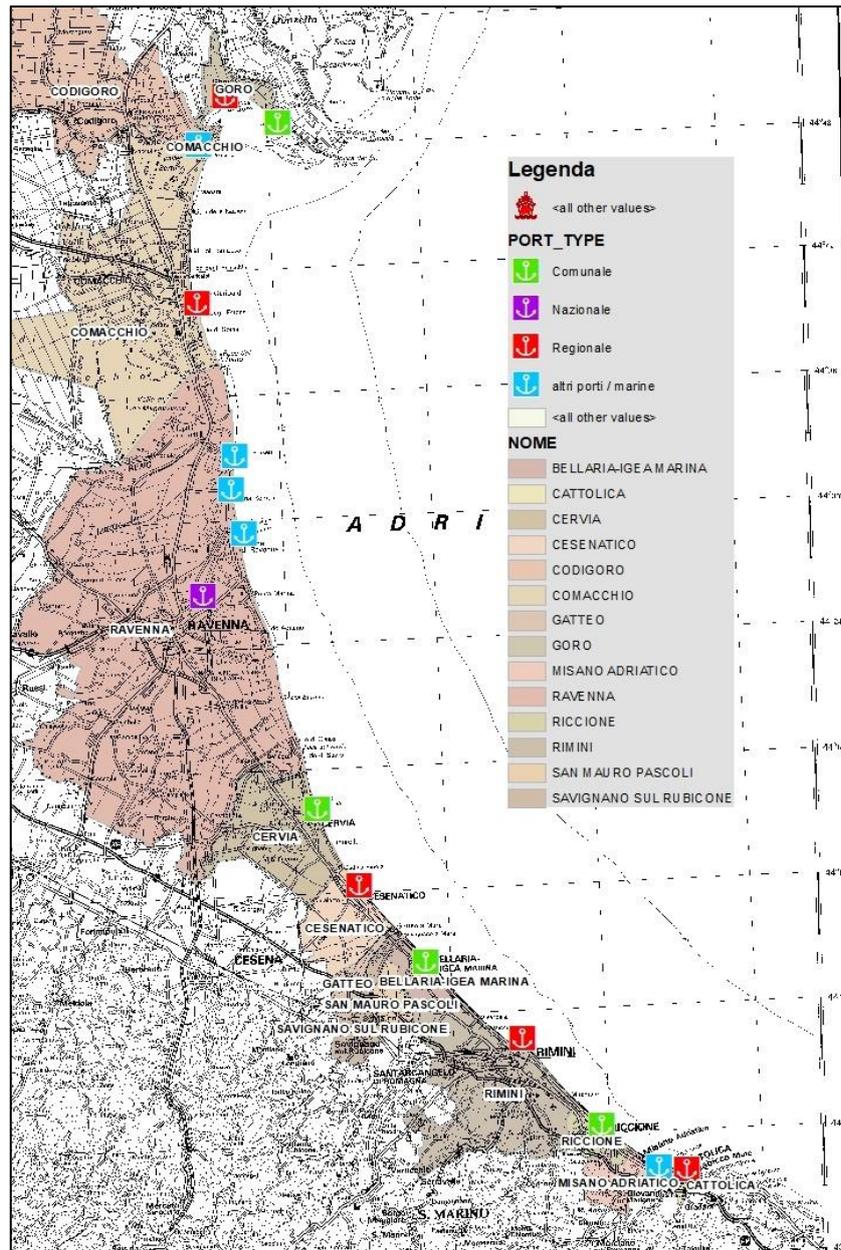


Figura I.2.1-1: Comuni costieri e porti dell'Emilia-Romagna

### I.2.1.1. Ambiti territoriali della GIDAC

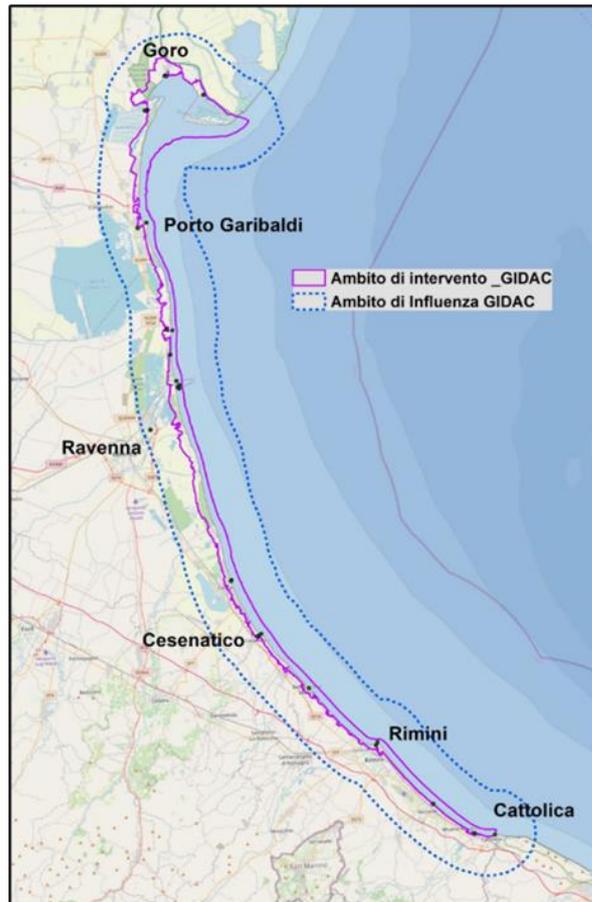
Nella Strategia GIDAC sono stati definiti due 'Ambiti Territoriali', che non coincidono con i limiti amministrativi sopra descritti, e neppure con i settori fisici di seguito trattati. Essi rappresentano le fasce di influenza o di intervento della strategia, verso terra e verso mare.

- "Ambito di Intervento" (Figura I.2.1-2): è la fascia di territorio marino-costiero nella quale la Strategia esplica i suoi effetti diretti, mediante azioni, misure e interventi finalizzati alla difesa, all'adattamento e alla gestione dei litorali. Corrisponde al litorale regionale, ovvero alla "spiaggia attiva" (emersa e sommersa) e al territorio interno fino a dove possono esplicarsi, anche solo occasionalmente, i processi marini. Per questo è stato fatto coincidere con gli argini interni di difesa dall'ingressione marina, ove presenti, oppure fino al limite verso terra delle aree allagabili per scenari rari ( $P1 = Tr \gg 100$  anni) del piano di gestione PGRA.

Per spiaggia emersa si intende la fascia di arenile compresa fra la linea di riva fino alla prima infrastruttura di viabilità o struttura/muretto di delimitazione continua (compresa la duna

costiera, ove presente). Per spiaggia sommersa si intende la fascia di litorale dalla linea di riva fino alla “profondità di chiusura”, ovvero il limite verso mare dove le onde non sono più in grado di provocare variazioni rilevanti del fondale.

- “Ambito d’Influenza” (Figura I.2.1-2): è una fascia più ampia di territorio marino-costiero nella quale possono ricadere gli effetti di azioni, misure e interventi della Strategia, in termini di miglioramento delle condizioni di sicurezza e di resilienza del territorio. L’Ambito di Influenza della Strategia è stato fatto coincidere con quello indicato dalla Strategia regionale di Mitigazione e Adattamento ai Cambiamenti Climatici per l’ambito costiero (5km verso terra dalla linea di costa). Verso mare, invece, il limite è identificato dalla delimitazione del demanio marittimo o “mare territoriale” (3 Mn dalla linea di costa).



*Figura I.2.1-2: Confronto “Ambito d’influenza” e “Ambito di intervento”*

### **I.2.1.2. Il Demanio Marittimo**

Un ulteriore limite, di tipo giuridico, che è necessario considerare nell’ambito della gestione della fascia costiera è il ‘Demanio Marittimo’, ovvero che comprende i beni immobili destinati a soddisfare gli usi pubblici del mare (pesca, navigazione, diporto, balneazione ecc.) e che sono di appartenenza dello stato,

Come stabilito dal Codice civile all’art. 822 (che stabilisce che “Appartengono allo Stato e fanno parte del demanio pubblico il lido del mare, la spiaggia, le rade e i porti; i fiumi, i torrenti, i laghi e le altre acque definite pubbliche dalle leggi in materia e le opere destinate alla difesa nazionale), il Demanio marittimo include oltre al lido del mare (ovvero la porzione di riva a contatto diretto con le acque del mare da cui resta normalmente coperta per le ordinarie mareggiate) la spiaggia (definita come i tratti di terra prossimi al mare, che siano sottoposti alle mareggiate straordinarie), e l’arenile, ovvero sia quel tratto di terraferma che risulti relitto dal naturale ritirarsi delle acque,

restando idoneo ai pubblici usi del mare, anche se in via soltanto potenziale e non attuale. Per sua natura, esso è inalienabile e non può costituire diritto a favore di terzi.

Il suo utilizzo, anche da parte di privati, può avvenire mediante una concessione d'uso, soggetta a canone annuale e regolata da un apposito disciplinare, che ne stabilisce modalità, importi, limiti e durata nel tempo.

Dal punto di vista della sua gestione, con il decreto legislativo n. 112 del 31 marzo 1998 le funzioni amministrative sul demanio marittimo sono state integralmente trasferite dallo Stato alla Regione per tutte le finalità diverse da quelle di approvvigionamento di energia. Con successiva L.R. n. 9/2002, e successive modificazioni, sono stati invece disciplinati l'esercizio delle funzioni amministrative connesse alla gestione del demanio marittimo e di zone del mare territoriale conferite dallo Stato.

La regione, oltre alle funzioni di programmazione, monitoraggio e vigilanza delle attività attribuite agli enti locali, esercita le funzioni amministrative relative al rilascio, rinnovo, modificazione e revoca delle concessioni delle aree del demanio marittimo e di zone di mare territoriale per le attività di pesca, acquacoltura e attività produttive correlate alla tutela delle risorse alieutiche, fatto salvo quanto previsto dall'articolo 2, comma 1, lettere c) e d).

I Comuni approvano il Piano dell'arenile, avente ad oggetto la regolamentazione dell'uso e delle trasformazioni dell'arenile e delle costruzioni esistenti, nonché l'individuazione delle dotazioni delle aree per servizi pubblici e per tutte le attrezzature necessarie per l'attività turistica. Le previsioni del piano dell'arenile si attuano con intervento diretto. Ai comuni spettano inoltre le funzioni amministrative relative al rinnovo o rilascio delle concessioni a finalità turistico-ricreativa, pulizia degli arenili, delle concessioni inerenti i porti di interesse regionale e subregionale.

Il limite del Demanio è definito dalla cosiddetta 'Dividente Demaniale', ovvero dalla linea catastale che lo separa dalle attigue proprietà pubbliche o private.

Tale linea di demarcazione è stata oggetto di revisione nel corso degli ultimi anni, in ottemperanza a quanto stabilito al DL n. 78/2015 (art. 7 comma 9 -*septiesdecies*).

Il dato aggiornato e trasmesso ai ministeri competenti è reso disponibile a livello nazionale attraverso il SID (Sistema Informativo del Demanio).

Nell'ambito della strategia GIDAC si è provveduto ad effettuare una verifica del dato per comprendere, mediante un'analisi speditiva ottenuta incrociando in ambiente GIS il dato cartografico ufficiale con le immagini satellitari CGR (2018), eventuali criticità.

Da una prima visione di insieme emergono a due tipi di problematiche:

1. sovrapposizione catastale della dividente demaniale con gli edifici ed i terreni privati o pubblici della prima linea prospiciente la costa e/o le foci ed i porti-canale; in questo caso il problema dovrebbe essere risolto a livello di accatastamento, mediante la creazione di subalterni (nel caso di edifici privati) o verifiche puntuali delle sovrapposizioni delle particelle catastali; questa attività di verifica viene svolta in maniera continua, soprattutto da parte degli uffici comunali e delle Capitanerie di Porto.
2. discontinuità nella linea della dividente, tema interessante ai fini della strategia GIDAC

I motivi delle discontinuità possono essere:

- La presenza di un contesto di forte variabilità morfologica elevato, come per esempio in corrispondenza dello Scanno che separa il mare dalla Sacca di Goro; qui la costante variazione della morfologia, associata al contesto di passaggio tra il dominio fluviale del Po (e relativo Demanio idrico) ed il mare aperto ne determinano la locale interruzione;



Figura I.2.1-3: la dividente demaniale in corrispondenza della Sacca di Goro (Scala originale 1:50.000).

- può non essere più individuabile a causa della forte erosione del litorale: esempi in tal senso sono quelli di alcuni tratti del litorale prospiciente Lido delle Nazioni, o del tratto di costa prossimo alla foce del fiume Reno;



Figura I.2.1-4: La dividente demaniale localmente interrotta in corrispondenza di forte erosione nei pressi di Lido delle Nazioni (Scala originale 1:25.000).

- può essere ad andamento complesso e localmente discontinuo anche a causa della realizzazione di manufatti nel corso degli ultimi due decenni, come avviene, ad esempio, nel caso dell'area del nuovo porto turistico di Marina di Ravenna;

- può presentare un'interruzione in corrispondenza di una foce fluviale, laddove i terreni siano interamente ricompresi nel Demanio idrico, come avviene, ad esempio, nel caso della foce dei Fiumi Uniti.

### I.2.1.3. I settori fisici della costa

La piana costiera della regione Emilia-Romagna è il risultato della grande interazione millenaria tra le dinamiche fluviali (del Po e dei fiumi appenninici) e quelle marine. Come di seguito approfondito (vedi capitolo I.2.3), l'avanzamento della linea di costa verso est, avvenuta a partire da circa 5.500 anni fa, è stata molto diversa tra i settori nord a sud della costa regionale. Per questo, la sua ampiezza e l'assetto morfologico sono molto variabili, così come gli usi antropici prevalenti.

Integrando le informazioni sulla conformazione fisica, l'assetto geologico, la storia evolutiva della costa alle diverse scale temporali con l'uso del suolo, è stato possibile effettuare una zonazione della fascia costiera in settori omogenei. Tale classificazione è un utile strumento di sintesi per i quadri conoscitivi finalizzati alla pianificazione territoriale, ai vari livelli di competenza, o alla programmazione degli interventi e che si pone come schema di riferimento per classificazione applicative come quella proposta da Sicell (*Montanari R., Marasmi C., 2014*) con finalità di gestione dell'arenile.

Sono state individuati 4 principali settori, o Unità Fisiografiche secondarie (Figura I.2.1-5):

- il delta padano moderno;
- la piana ferrarese;
- la piana ravennate;
- la costa riminese-cesenate.

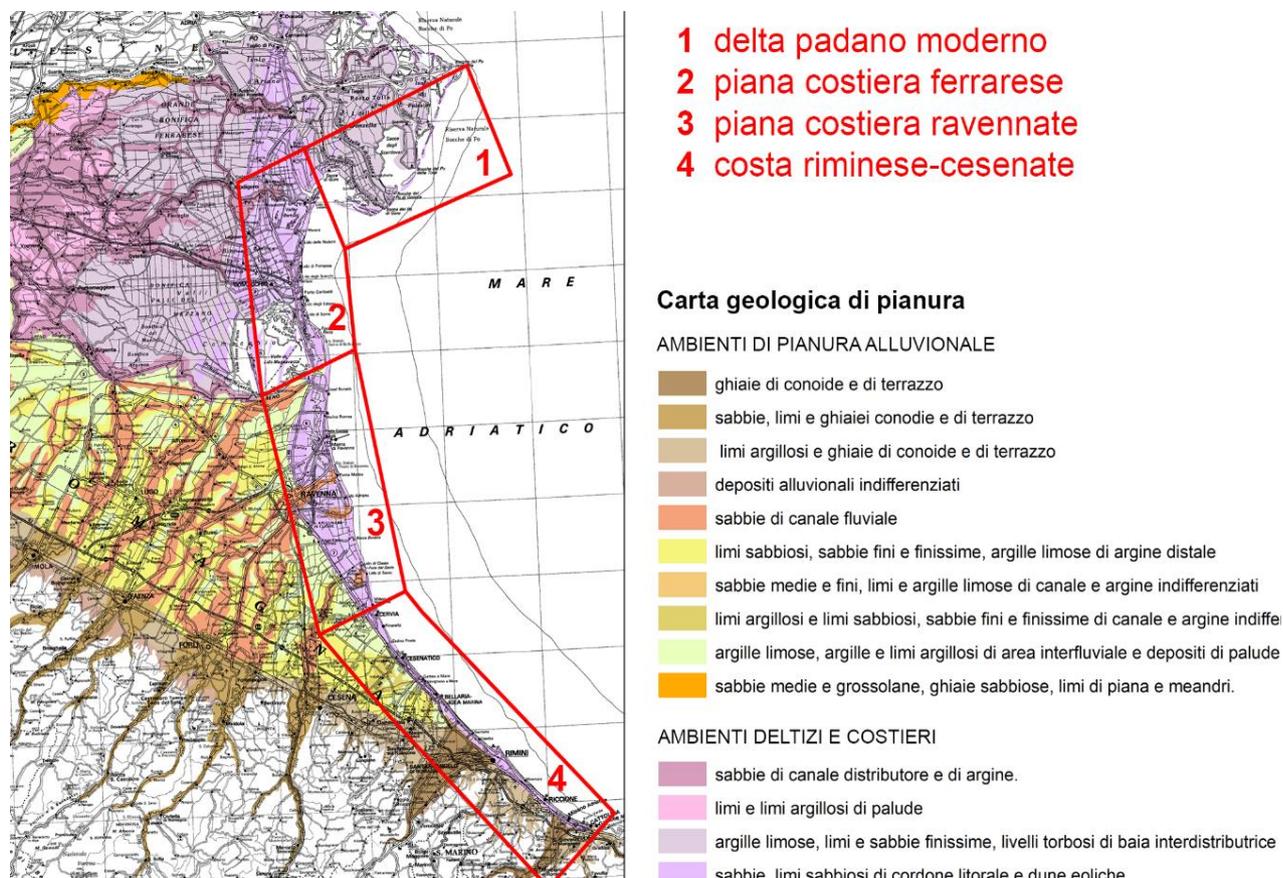


Figura I.2.1-5: I settori fisici della Costa Emiliano Romagnola

I primi 3 settori sono caratterizzati da un'alta dinamicità del sistema litoraneo e negli ultimi millenni e secoli hanno visto un forte accrescimento delle terre emerse. Il settore riminese-cesenate, diversamente, è caratterizzato da una sostanziale stabilità della linea di riva e una crescita ridotta della piana costiera.

- Il delta padano moderno (margine emiliano-romagnolo) si sviluppa a nord e comprende la foce del Po di Goro la laguna di Goro e lo Scannone (freccia litorale) e corrisponde al margine sud dell'attuale apparato deltizio padano. Si è sviluppato a partire dal XVII secolo con forte avanzamento della foce del Po di Goro ed è caratterizzato da ambienti naturali e da una spiccata dinamica sedimentaria.
- La piana costiera ferrarese si sviluppa tra il corso/foce del Po di Volano e il corso/foce del fiume Reno e comprende l'antico delta padano (età dal bronzo al XVI secolo): è caratterizzata da forme fossili della piana deltizia (lagune e cordoni), con ampi settori con quote al di sotto del livello del mare, dalla freccia litorale di Volano e dalla foce attiva del fiume Reno. Il territorio urbanizzato risulta sparso nell'entroterra e localmente continuo sulla costa. La foce del Reno è soggetta a forte arretramento e il molo di Porto Garibaldi influisce sulla dinamica sedimentaria lungo costa.
- La piana costiera ravennate è compresa tra la foce del fiume Reno e la foce del fiume Savio e si è formata a seguito della crescita degli apparati deltizi dei fiumi appenninici: è caratterizzata da cordoni litorali e zone umide, lee aree antropizzate sono molto estese estesamente sia nell'entroterra che lungo il litorale. Le foci sono in generale arretramento. I moli di Porto Corsini fungono da barriere per il flusso sedimentario lungo costa.
- La costa riminese-cesenate si sviluppa a sud di Cervia fino a Cattolica ed è caratterizzata da una sottile piana costiera rettilinea occupata con continuità da aree urbanizzate: i corsi d'acqua appenninici sfociano senza formare definite forme deltizie. Il molo di Rimini costituisce un'importante trappola sedimentaria per il flusso di sabbie diretto a nord.

Le forti criticità che interessano i 4 settori traggono origine da cause differenti: per i primi 3 settori sono imputabili all'interazione tra l'impatto antropico (modifiche della dinamica litorale, subsidenza antropica, ecc.) e i processi evolutivi a scala secolare dei sistemi deltizi e costieri. Per la costa riminese-cesenate sono invece probabilmente da imputare ad un esasperato avanzamento del sistema insediativo, che ha sottratto alla spiaggia, al retrospiaggia e alla duna costiera una notevole superficie, indispensabile per l'attenuazione delle dinamiche naturali.

#### **1.2.1.4. Il paesaggio**

La fascia costiera dell'Emilia-Romagna, come gran parte delle coste nazionali e mediterranee, è intensamente antropizzata e il suo paesaggio originario è stato fortemente alterato già in epoca storica: i primi nuclei urbani, infatti, furono fondati in età romana o preromana. In questo periodo si sono realizzate bonifiche e regimazioni fluviali, nonché estese piantumazioni di pini marittimi.

Il paesaggio attuale della fascia costiera emiliano-romagnola può essere anch'esso differenziato in tre macroaree piuttosto diverse tra loro: la costa nord appartenente alla provincia di Ferrara (che include la zona del delta padano moderno sopra citata), la costa centrale-ravennate e la costa sud-riminese.

La costa nord, da Goro fino a Foce Reno -Casalborsetti è meno urbanizzata rispetto ai settori meridionali. Gli insediamenti e i lidi si sono sviluppati, in modo lineare, a partire dagli anni '50-'60 mentre e nel decennio successivo sono diventati località balneari per il turismo di massa, occupando il territorio tra la linea di costa e la statale Romea. Essi sono l'espressione di un turismo balneare ancora fondato sulla costruzione di "seconde case" e su modalità di vacanza quasi esclusivamente stagionali. Sono ancora limitate, anche se in crescita, le relazioni con turismi

alternativi basati sulla valorizzazione delle risorse naturali del Parco del Delta del Po e del sito Unesco Mab-Delta del Po. Lo sviluppo insediativo più recente, seppur contenuto rispetto al resto della costa, in alcuni casi contraddice la logica di linearità che aveva contrassegnato questi ambiti (Figura I.2.1-6).

I centri principali sono Mesola, Goro e Comacchio. Quest'ultima località ha subito una trasformazione negli anni '30, quando con il prosciugamento di valle d'Isola e delle Valli Basse, Comacchio è divenuta raggiungibile via terra. Le valli e i canali sono indubbiamente gli elementi peculiari contraddistinguono da sempre questa porzione di territorio regionale e ad esse sono collegate economie tradizionali come l'acquacoltura e la coltivazione del riso.

Gli usi del suolo dei tratti di territorio non occupati dalle valli sono piuttosto semplificati. Trattandosi di aree bonificate la tessitura del territorio rurale risulta regolare. L'epoca di bonificazione è così recente da determinare povertà nei suoli e a volte scarsa fertilità per eccesso di sali.



*Figura I.2.1-6: Naturalità e artificialità a confronto nel tratto di costa Ferrarese. A sinistra Valli di Comacchio, a destra condomini a Lido degli Scacchi.*

Nella fascia centrale, da Casalborgorsetti a Cervia, l'urbanizzazione è caratterizzata dalla presenza fisica ed economica del polo urbano ravennate, che rappresenta un nodo di interscambio di notevole importanza per la presenza del porto di Ravenna (Figura I.2.1-7). Nel corso dell'800 la rettificazione del Canale Candiano da un lato e la ferrovia dall'altro hanno cambiato il volto della città creando le premesse per la trasformazione industriale, che si è sviluppata dagli anni '50. Ne è derivata una rapida espansione dei borghi periferici, a margine della città, in particolare di quelli nel settore sud e verso il mare, con un incremento della superficie urbanizzata di considerevole dimensioni. L'urbanizzazione lineare litoranea ha assunto un carattere di continuità, praticamente in assenza di varchi, a partire da Lido di Savio fino al riminese, ed è costituita dall'insieme dei lidi ravennati e di Cervia, che rappresenta l'altro porto storico.



*Figura I.2.1-7: Naturalità e artificialità a confronto nel tratto centrale del litorale regionale. A sinistra la foce del torrente Bevano, a destra il Porto di Ravenna.*

Lo sviluppo del turismo balneare anche nei lidi ravennati ha determinato in questo tratto di costa, seppur solo recentemente, numerose trasformazioni. Tra le più significative si registrano gli ampliamenti degli insediamenti turistici e la realizzazione di darsene e di marine per la nautica da diporto. La vicinanza della città capoluogo di provincia e dei nuclei abitati rurali favorisce una maggiore articolazione del paesaggio rurale, caratterizzato da un insieme di attività connesse all'urbano e da terreni coltivati a seminativo. Qui la fascia litoranea è caratterizzata da pinete e specchi d'acqua come le piallasse e le saline di Cervia.

La fascia più a sud, da Lido di Savio a Cattolica è connotata da un elevato livello di urbanizzazione, nel litorale come nell'entroterra. Il sistema insediativo costiero si sviluppa quasi senza soluzione di continuità a formare la cosiddetta "città lineare" soggetta a repentine trasformazioni. I tessuti urbani sono stati in costante evoluzione dagli anni '60 e hanno saldato tra loro città e nuclei di origine più antica, interrotti solo dai varchi dei corsi d'acqua e da rare coltivazioni orticole o da vigneti.

Il sistema infrastrutturale che si sviluppa parallelamente alla linea di costa, formato dalla ferrovia, dalla SS16 e dall'autostrada, ha determinato la morfologia insediativa costiera e costituisce l'asse di distribuzione dei flussi di movimento. Le stazioni e le strade di penetrazione verso mare sono i punti di accesso del sistema e sono diventate le matrici insediative per lo sviluppo di frange edificate verso l'entroterra.

Il mutamento della domanda turistica ha favorito l'insediamento di grandi contenitori e attrezzature per servizi e funzioni miste produttive, residenziali e turistiche: in questo contesto la linea di costa presenta caratteri di maggiore artificialità trovandosi in prevalenza inglobata in contesti urbanizzati. All'arenile è riservato solo un modesto spazio rispetto alla sua dimensione naturale (Figura I.2.1-8). I centri storici principali sulla costa sono costituiti da Cesenatico, Rimini, Riccione e Cattolica.



Figura I.2.1-8: tratto sud del litorale regionale, Cesenatico.

### I.2.1.5. Tutele e vincoli paesaggistici

La tutela dell'ambiente, del paesaggio e del patrimonio culturale è un principio trasversale della pianificazione territoriale e di quella dello spazio marittimo ed è fondamentale per la strategia di gestione e adattamento della costa ai cambiamenti climatici.

Il Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PTPR), approvato nel 1993 come piano territoriale con specifica considerazione dei valori paesaggistici, definisce obiettivi e disposizioni di tutela e valorizzazione del paesaggio, anche imponendo prescrizioni direttamente efficaci nei confronti della pianificazione comunale e dei privati. Il PTPR individua i grandi sistemi fisiografici e tematici (agricolo, boschivo, delle acque e insediativo) che strutturano e definiscono forma e assetto del territorio. In un secondo momento articola le disposizioni per zone ed elementi. Il sistema costiero (art.12), che si estende fino all'antica linea di costa delimitato a sud dalla falesia che determina il salto di quota e a nord dal sistema di paleodune, detta disposizioni principalmente finalizzate al mantenimento delle componenti naturali, al decongestionamento delle zone urbanizzate, al recupero della continuità tra l'entroterra e il mare.

La disciplina del sistema costiero è quindi articolata per diverse zone ed elementi, individuate in base ai differenti gradi di naturalità e compromissione che caratterizzano la costa: le "Zone di riqualificazione della costa e dell'arenile" (art.13), le "Zone urbanizzate in ambito costiero e ambiti di qualificazione dell'immagine turistica" (art.14), "Zone di tutela della costa e dell'arenile" (art.15), "Colonie marine" (art.16).

L'individuazione cartografica vigente delle tutele del PTPR e la loro specificazione normativa è quella contenuta nei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale che gli strumenti urbanistici comunali hanno l'obbligo di recepire.

In questo contesto è inoltre di grande interesse l'attività di adeguamento del PTPR al Codice dei beni culturali e del paesaggio, D.lgs. 42/2004, che la Regione Emilia-Romagna ha avviato, d'intesa con il Segretariato Regionale del MiC (Ministero della Cultura), a partire dal 2015. Essa ha infatti l'obiettivo di integrare nel PTPR *"i vincoli paesaggistici di derivazione statale, ovvero tutte le aree in cui ogni trasformazione dello stato dei luoghi è, in base al Codice, soggetta a preventiva autorizzazione paesaggistica"*.

La prima fase di questo complesso lavoro è consistita nella ricognizione dei beni paesaggistici, ovvero nella loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, con riferimento alle due categorie:

1. gli immobili e aree di notevole interesse pubblico (ex art. 136 del D.lgs. 42/2004);
2. i vincoli *ope legis* (dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004).

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

Coerentemente con i principi di trasparenza e leale collaborazione interistituzionale, la Regione e il MiC hanno concordato di pubblicare congiuntamente sui propri siti web i risultati via via raggiunti nella ricognizione. Tutta la documentazione è pertanto accessibile consultando la pagina web dedicata predisposta dalla Regione<sup>14</sup> e i dati geografici sono consultabili e scaricabili dal Portale regionale minERva<sup>15</sup>.

L'ubicazione geografica dei medesimi beni paesaggistici è consultabile utilizzando il WebGIS del Segretariato regionale del MiC dedicato al patrimonio culturale dell'Emilia-Romagna<sup>16</sup>, dove sono visualizzabili anche i dati, in continuo aggiornamento ed ampliamento, che riguardano anche il patrimonio architettonico, i beni archeologici, le sedi di conservazione dei beni archivistici, i siti museali statali (Figura I.2.1-9).

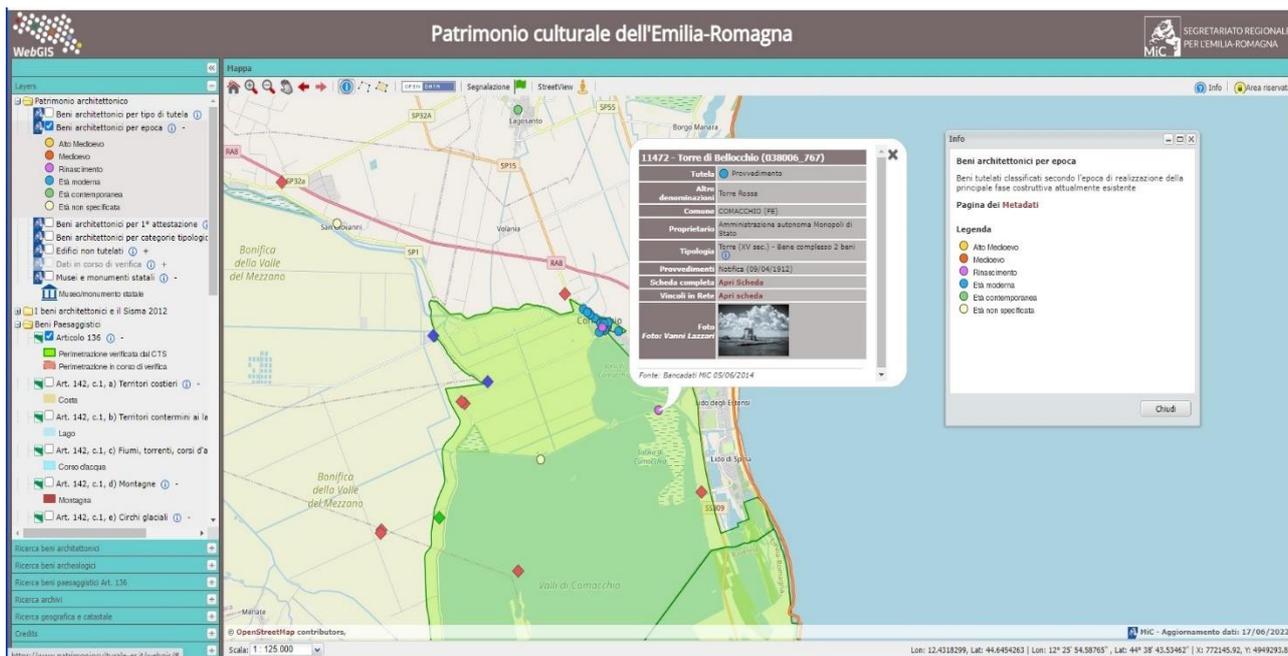


Figura I.2.1-9: esempio di consultazione del web-GIS del Segretariato regionale del MiC

1. *Immobili e aree di notevole interesse pubblico (art. 136 del D.lgs. 42/2004)*. La costa regionale è interessata da numerosi beni paesaggistici individuati che riconoscono un vasto e composito patrimonio che spazia dai complessi mosaici paesaggistici delle pinete e delle zone umide della costa nord, fino ai parchi e giardini. La consultazione dei documenti relativi a ciascuno dei beni catalogati è possibile accedendo alla pagina web dedicata predisposta dalla Regione<sup>17</sup>. I dati vettoriali sono scaricabili e consultabili con una mappa navigabile nel catalogo dei dati MinERva<sup>18</sup>.

<sup>14</sup> <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/adequamento-ptpr/adequamento-del-ptpr-al-codice-dei-beni-culturali-e-del-paesaggio-dlgs-42-2004>

<sup>15</sup> <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/>

<sup>16</sup> <https://www.patrimonioculturale-er.it/webgis/>

<sup>17</sup> <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/adequamento-ptpr/immobili-e-aree-di-notevole-interesse-pubblico-art-136-d-lgs-42-2004>

<sup>18</sup> <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/dataset/copertura-vettoriale-dei-vincoli-articolo-136-del-dlgs-42-2004-1496228620081-664/resource/8f973d30-b568-40c8-87fd-2328f4ec51cb>

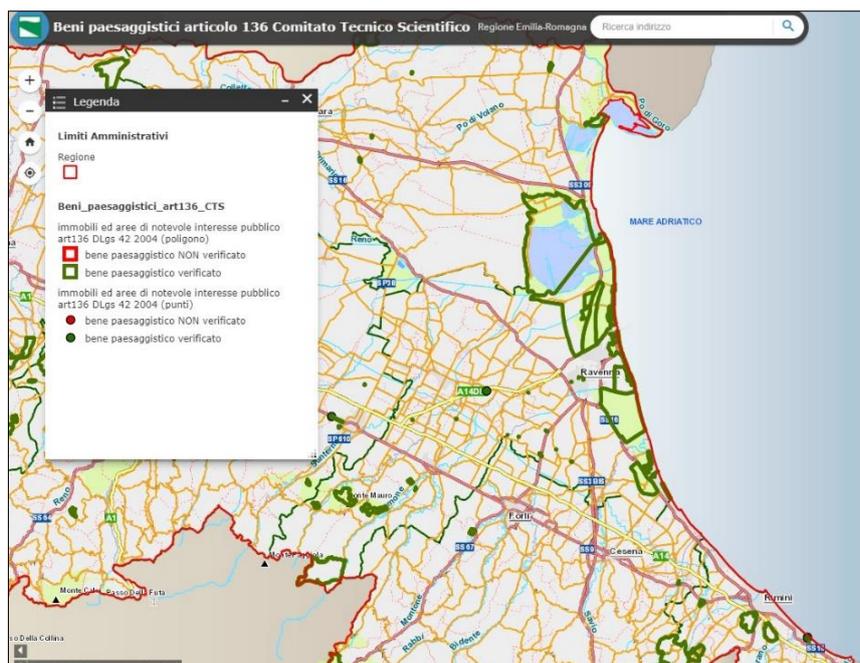


Figura I.2.1-10: esempio di consultazione del web-gis MinERva, dettaglio layers “immobili e aree di notevole interesse pubblico”

2. *Vincoli ope legis (dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004)*. Con l'art. 142 il Codice dei beni culturali e del paesaggio sottopone a tutela una serie di categorie di beni, uniformi su tutto il territorio, alle quali viene riconosciuto un valore primario rispetto a qualsiasi scelta di trasformazione e che, pertanto, sono vincolate per legge. Ai fini della GIDAC, alcune di queste categorie sono di fondamentale importanza:
  - Art. 142 c. 1 lett. A) Territori costieri. I territori costieri compresi in una fascia di ampiezza 300 metri a partire dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sul mare<sup>19</sup>;
  - Art. 142, c.1, i) Zone umide. Le zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448<sup>20</sup>;
  - Art. 142, c.1, g) Territori coperti da foreste e da boschi, ovvero i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento<sup>21</sup>;
  - Art. 142, c. 1, f) Parchi e riserve. I parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi<sup>22</sup>;
  - Art. 142, c.1, c) Fiumi, torrenti, corsi d'acqua. I fiumi, i torrenti e i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto n. 1775/1933, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna<sup>23</sup>.

<sup>19</sup><https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/dataset/aree-tutelate-per-legge-dlgs42-04-art-142-comma-1496228620144-6772>

<sup>20</sup><https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/dataset/aree-tutelate-per-legge-dlgs42-04-art-142-comma-1-lett-i-zone-umide>

<sup>21</sup><https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/dataset/aree-tutelate-per-legge-dlgs42-04-art-142-comma-1496228620142-6746>

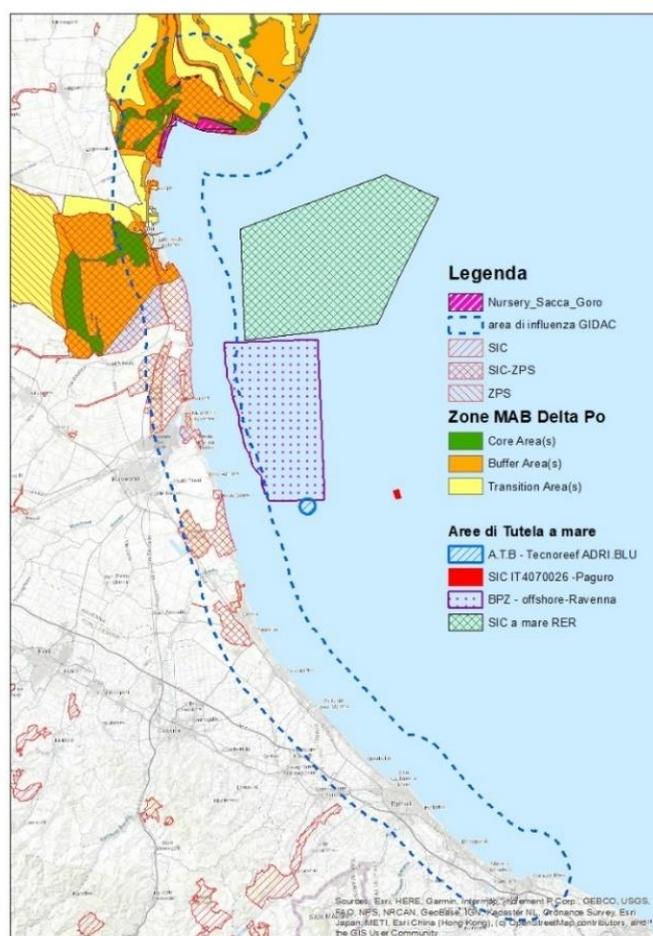
<sup>22</sup><https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/dataset/aree-tutelate-per-legge-dlgs42-04-art-142-comma-1-lett-f-parchi-1496228620140-6746>

<sup>23</sup><https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/dataset/aree-tutelate-per-legge-dlgs42-04-art-142-comma-1496228620137-6746>

**I.2.1.5.1. Le aree protette**

Il sistema territoriale delle Aree protette e dei siti della Rete Natura 2000 della Regione Emilia-Romagna riguarda una superficie pari a circa il 16% del territorio regionale ed è rappresentato dall'insieme delle Aree protette (Parchi, Riserve naturali, Aree di riequilibrio ecologico, Paesaggi naturali e seminaturali protetti) e dei siti ZSC SIC e ZPS della Rete Natura 2000. La Rete Natura 2000 è il sistema organizzato di aree/siti (ZSC, ZPS e SIC) deputate alla conservazione della biodiversità presente nel territorio dell'Unione Europea, e in particolare alla tutela degli habitat e delle specie animali e vegetali, di interesse comunitario, rari e minacciati. La tutela dei siti Natura 2000 e dei relativi habitat e specie in essi presenti è attualmente garantita, prioritariamente, dalle Misure di conservazione, generali e sito specifiche, e dall'effettuazione della Valutazione di incidenza ambientale (VincA).

Con riferimento alla fascia costiera e marina della regione, si può osservare come le aree protette siano particolarmente concentrate nel centro-nord (Figura I.2.1-11). All'interno dell'ambito di interesse della strategia GIDAC, nei primi 5 km dalla linea di riva risultano protetti circa 34.000 ettari, pari al 49% del territorio.



*Figura I.2.1-11: Zone di protezione ambientale della zona costiera e area marina antistante*

Gli elementi oggetto di tutela sono:

- Parco regionale del Delta del Po (Ente di gestione per i Parchi e la biodiversità - Delta del Po)
- Riserve naturali statali il cui Ente gestore è il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali - Corpo Forestale dello Stato - Gestione ex A.S.F.D:

- “Duna e Isole della Sacca di Gorino” - Località: Comune di Goro (FE). Superficie: 479 ettari. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po
- “Po di Volano” - Località: Codigoro (FE). Superficie: 221 ha. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po
- “Sacca di Bellocchio” - Località: Comune di Comacchio (FE). Superficie: Riserva I (163 ettari), Riserva II (83 ettari) e Riserva III (38 ettari).
- “Dune fossili di Massenzatica” - Località: Comuni di Codigoro e Mesola (FE). Superficie: 47 ha circa. Non litoranea
- “Bosco della Mesola” - Località: Comune di Mesola (FE). Superficie: 835,7 ha. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po. Non litoranea
- “Destra Foce Fiume Reno” - Località: Ravenna (RA). Superficie: 40 ha circa. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po
- “Foce del fiume Reno” - Località: Comune di Ravenna (RA). Superficie: 45 ha. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po
- “Pineta di Ravenna” - Località: Comune di Ravenna (RA). Superficie: 709 ha. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po
- “Duna costiera di Porto Corsini” - Località: Ravenna (RA). Superficie: 2,5 ha. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po
- “Duna costiera ravennate e foce torrente Bevano” - Località: Ravenna (RA). Superficie: 64 ha. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po
- “Salina di Cervia” - Località: Comune di Cervia (RA). Superficie: 765 ha. Ricade all'interno del Parco regionale del Delta del Po.
- I Siti Natura 2000 elencati nella Tabella I.2.1-1.

Tipologia	Codice	Denominazione Sito	Prov.	Superficie tot. Sito (Ha)	Note
ZSC/ ZPS	IT40600 03	Vene di Bellocchio, Sacca di Bellocchio, Foce del Fiume Reno, Pineta di Bellocchio	RA- FE	2.242 (1726 RA +516 FE)	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40600 04	Valle Bertuzzi, Valle Porticino - Canneviè	FE	2691	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40600 05	Sacca di Goro, Po di Goro, Valle Dindona, Foce del Po di Volano	FE	4872	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40600 07	Bosco di Volano	FE	401	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40600 12	Dune di San Giuseppe	FE	73	Sito costiero
SIC	IT40600 18	Adriatico settentrionale - Emilia-Romagna	FE- RA	31.160	Sito marino proposto (D.G.R. 1572/2020), al largo delle coste del delta del fiume Po, in attesa di designazione del MATTM ma la cui tutela è già vigente.

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

ZSC/ ZPS	IT40700 02	Bardello	RA	99	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40700 03	Pineta di San Vitale, Bassa del Pirottolo	RA	1222	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40700 04	Pialasse Baiona, Risega e Pontazzo	RA	1596	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40700 05	Pineta di Casalborgosetti, Pineta Staggioni, Duna di Porto Corsini	RA	579	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40700 06	Pialassa dei Piomboni, Pineta di Punta Marina	RA	465	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40700 07	Salina di Cervia	RA	1095	Sito costiero
ZSC	IT40700 08	Pineta di Cervia	RA	194	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40700 09	Ortazzo, Ortazzino, Foce del Torrente Bevano	RA	1256	Sito costiero
ZSC/ ZPS	IT40700 10	Pineta di Classe	RA	1082	Sito costiero
ZSC	IT40700 26	Relitto della piattaforma Paguro	RA	66	Sito marino localizzato a circa undici miglia dalla costa, nei fondali al largo di Ravenna
ZSC/ ZPS	IT40600 02	Valli di Comacchio	FE- RA	16.780 (14.377 FE + 2403 RA)	Sito costiero ma non sbocco diretto a mare
ZSC/ ZPS	IT40600 10	Dune di Massenzatica	FE	52	Sito costiero ma non sbocco diretto a mare
ZSC/ ZPS	IT40600 15	Bosco della Mesola, Bosco Panfilia, Bosco di Santa Giustina, Valle Falce, La Goara	FE	1563	Sito costiero ma non sbocco diretto a mare
ZSC/ ZPS	IT40700 01	Punte Alberete, Valle Mandriole	RA	972	Sito costiero ma non sbocco diretto a mare

*Tabella I.2.1-1: Siti Natura 2000 compresi nella fascia costiera regionale.*

A mare, invece, le zone di protezione sono per lo più fuori dalla fascia dei 5 km che corrispondono all'ambito di interesse della strategia GIDAC.

Entro i 5 km sono ubicate le 'aree di tutela biologica', ovvero aree di nursery, nella Sacca di Goro (atto regionale n° 17538 del 04/12/2006) per la riproduzione dei molluschi bivalvi. Per esse la Regione Emilia-Romagna ha istituito un livello di protezione/gestione dell'ambiente marino-costiero innovativo, finalizzato all'equilibrio tra la sostenibilità ambientale e quella socioeconomica.

Al di fuori della fascia dei 5 km sono ubicate

- Zona di Tutela Biologica - Z.T.B. "Fuori Ravenna" è stata istituita con Decreto del MIPAAF del 16 marzo 2004 (e successive modifiche nel 2006 e 2009) con la finalità di salvaguardare e ripopolare le risorse marine attraverso una serie di misure mirate a regolamentare lo sforzo di pesca
- Il SIC IT4070026 "Relitto della piattaforma Paguro" delle Rete Natura 2000 è un reef artificiale costituito dalla piattaforma di estrazione metano collassata nel 1965, a circa 12 miglia nautiche da Marina di Ravenna. L'area - un rettangolo di 66 ettari - si trova al centro della Zona di Tutela Biologica istituita dal Decreto del MIPAAF del 21 luglio 1995, con la quale sostanzialmente coincide.
- Le aree marine di tutela biologica (A.T.B.) finalizzate al mantenimento della biodiversità e all'incremento delle risorse alieutiche, grazie al posizionamento sul fondo di barriere artificiali sommerse del tipo Tecnoreef.
- Il SIC Adriatico settentrionale Emilia-Romagna (IT4060018), che ha una superficie di circa 31 km<sup>2</sup>, ed è ubicato tra le 6 e le 12 miglia nautiche che è stato istituito nel 2020 con Delibera Num. 1572 del 09/11/2020. Le misure di conservazione del sito sono state approvate con Delibera Num. 710 del 17/05/2021.

#### **I.2.1.6. L'antropizzazione della costa**

La fascia costiera dell'Emilia-Romagna, come gran parte delle coste nazionali e mediterranee è intensamente antropizzata, e nonostante i primi insediamenti risalgono all'epoca storica, lo sviluppo urbanistico è da ricondurre principalmente al secolo scorso quando si sono diffusi i centri turistico/balneari.

La vocazione balneare ha caratterizzato in modo particolare la costa sud dove gli antichi e isolati borghi marinari di Cattolica, Rimini, Bellaria, Cesenatico e Cervia sono stati "assorbiti" all'interno di un'unica città, costituita prevalentemente da strutture turistico ricettive. I primi stabilimenti risalgono alla metà- fine dell'800, a partire dallo 'Stabilimento privilegiato dei Bagni Marittimi' di Rimini inaugurato nel 1843. Nei primi anni del '900 si è sviluppato il litorale di Cervia, mentre nel dopoguerra il fenomeno ha innescato una tendenza inarrestabile lungo tutta la costa.

Grazie al recupero e alla georeferenziazione dei voli aerei storici, tra i quali il volo R.A.F del 1943 (*Luciani e Perini, 2010*) è stata elaborata una cartografia dettagliata dell'uso del suolo della fascia costiera da Cattolica a Gorino per una lunghezza di circa 130 km e un'ampiezza di 1,5 km, relativa agli anni 1943-1982-2000 e 2008 ed è stata analizzata la dinamica evolutiva in diversi intervalli temporali fino 2008 (*Lorito et al., 2010*), lavoro per il quale si auspica un aggiornamento (Figura I.2.1-12).

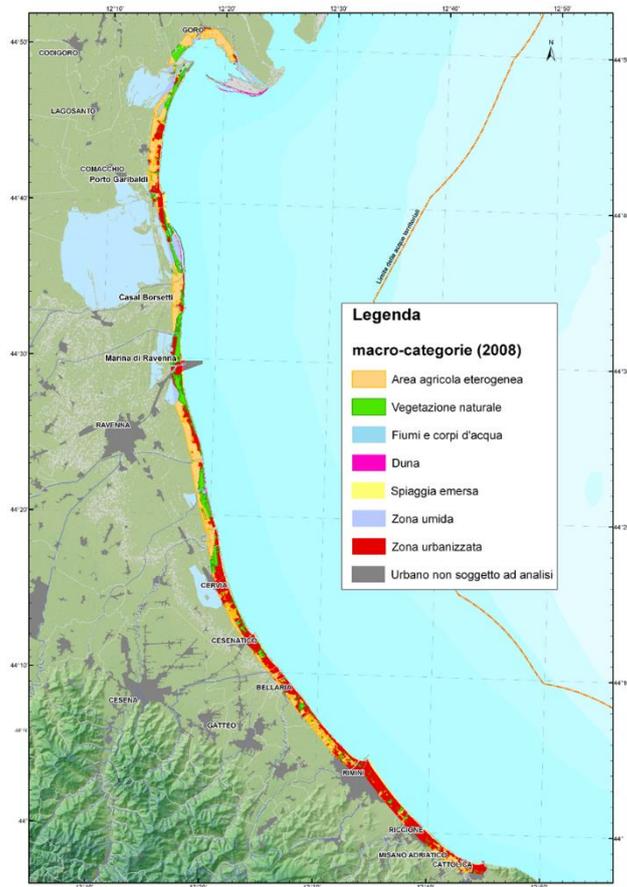


Figura I.2.1-12: Uso del suolo della fascia costiera (ampiezza fascia 1,5 km) al 2008. Fonte: Regione Emilia-Romagna\* Elaborazioni Servizio Geologico, sismico e dei suoli

In particolare, si osservano le seguenti dinamiche:

- a partire dal dopoguerra si assiste a un forte incremento della zona urbanizzata, che è aumentata con tassi più ridotti anche in epoca recente. In una prima fase, dal'43 all'82, l'espansione urbana è avvenuta a scapito delle dune naturali (-6%) e delle aree agricole, ridotte del 16%; queste ultime sono le maggiormente colpite dal cambio d'uso a favore dell'artificializzazione del territorio, anche in tempi recenti. Dal 1982 al 2008 si assiste, infatti, ad una ulteriore diminuzione della superficie di terreno agricolo pari al 7% per una variazione totale dal 1943 al 2008 di  $-3.827 \pm 100$  ettari (-23%).
- nello stesso periodo si osserva un progressivo aumento della superficie di spiaggia occupata da infrastrutture turistiche. Il netto incremento tra il 1943 e il 1982 è da attribuire al massiccio spianamento delle dune che ha contribuito ad incrementare l'area della spiaggia emersa e della superficie urbanizzata (Perini e Calabrese, 2010). Nelle foto aeree del volo RAF 1943-45 si è osservato che importanti porzioni di duna erano sede di cave di prestito per inerti. Il bilancio complessivo della variazione di spiaggia emersa (compresa la zona interessata dagli stabilimenti balneari) è stabile, con una leggera flessione positiva. L'aumento della spiaggia, alimentato dallo spianamento delle dune, è inoltre imputabile agli interventi di ripascimento attuati poco prima del volo del 2008.
- leggermente positiva appare anche l'aumento delle aree vegetate (parchi, giardini, pinete costiere, arbustivi, incolti), spesso attribuibile al progressivo abbandono delle aree agricole ed alla loro inclusione nel tessuto urbano.

- per quanto riguarda le zone umide costiere si è assistito ad una perdita progressiva di superficie occupata (Figura I.2.1-13 e Tabella I.2.1-2). Le più importanti modificazioni sono avvenute nell'immediato dopoguerra e sono legate alle opere di bonifica (nel settore ferrarese). Tra il 1943-45 e il 1982 si assiste infatti ad una perdita di quasi 1.300 ettari (7,8%). I nuovi terreni sono stati generalmente coltivati e urbanizzati negli anni successivi. Il Lago delle Nazioni è un esempio di ciò che rimane delle estese zone umide costiere. La leggera riduzione che si registra tra il 1982 e il 2008 sembrerebbe essere collegata principalmente alla dinamica naturale nella zona delle Vene di Bellocchio e alla Foce del Bevano, ma i valori misurati sono inferiori al livello di incertezza della fotointerpretazione.

Macrocategorie	1943-2008		1943-1982		1982-2008	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Area agricola eterogenea	-3827,452	-23,08%	-2643,109	-15,93%	-1184,34	-7,14%
Fiumi e corpi d'acqua	270,349	1,63%	171,864	1,04%	98,485	0,59%
Duna	-1204,483	-7,26%	-1010,706	-6,09%	-193,777	-1,17%
Spiaggia emersa	334,973	2,02%	304,66	1,84%	30,313	0,18%
Vegetazione naturale	429,583	2,59%	165,709	1,00%	263,874	1,59%
Zona umida	-1304,908	-7,87%	-1288,393	-7,77%	-16,515	-0,10%
Zona urbanizzata	5322,992	32,09%	4389,125	26,46%	933,867	5,63%

Tabella I.2.1-2: Variazioni dell'uso del suolo della fascia costiera (macro-categorie) nel periodo 1943-2008

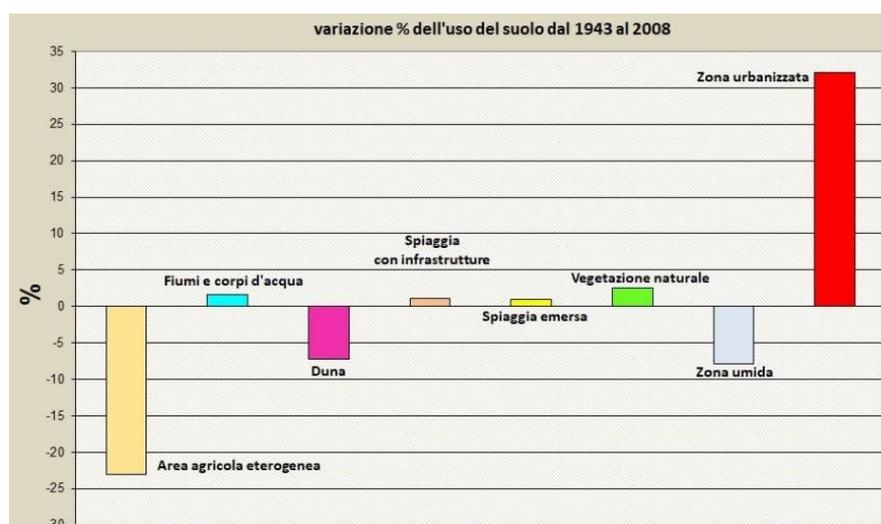


Figura I.2.1-13: Variazioni dell'uso del suolo della fascia costiera (macro-categorie) nel periodo 1943-2008 (Lorito et al 2010). La porzione di territorio esaminata è compresa tra la linea di riva e la distanza di 1.5 km verso l'entroterra da essa.

### 1.2.1.7. Gli usi della costa e dell'area marina antistante: i settori economici principali

La fascia costiera emiliano-romagnola e l'area marina antistante ospitano storiche e importanti attività economiche, quali il turismo, la pesca e l'acquacoltura, il trasporto marittimo e commerciale, la produzione energetica; tutti settori che esercitano forti pressioni sull'ambiente costiero e, spesso, conflitti di coesistenza tra loro (Barbanti e Perini a cura di, 2018). Nella tabella di seguito riportata sono sintetizzati i dati salienti dei principali settori d'uso, le problematiche principali ed alcuni progetti di rilievo e di interesse per gli obiettivi della GIDAC (Tabella 1.2.1-3). Per uno sviluppo armonico e sostenibile di tali economie, la Regione Emilia-Romagna sta contribuendo alla pianificazione dello spazio marittimo del Mare Adriatico, in corso di elaborazione ai sensi della Direttiva EU 89/2014. Oltre ad una ampia raccolta di dati e allo sviluppo di conoscenze prodotte nei progetti Ritmare<sup>24</sup>, e Portodimare<sup>25</sup> la regione ha deliberato una propria proposta di pianificazione dello spazio marittimo per la sub-area marina antistante i propri litorali (D.G.R. n. 277/2021), che include anche l'interfaccia terra-mare, ed è stata recepita nel Piano dello Spazio Marittimo del mare Adriatico che dovrebbe essere approvato entro il 2022.

Settore	Alcuni numeri del settore	Problematiche principali	Progetti da segnalare
Turismo costiero e marittimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 108 km di coste balneabili</li> <li>• oltre 320.000 posti letto</li> <li>• oltre 3000 alberghi e altre strutture ricettive</li> <li>• oltre 1900 concessioni turistiche/ricreative</li> <li>• oltre 6.900 posti barca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• occupazione del suolo e alterazione delle morfologie costiere.</li> <li>• impatto sugli ecosistemi</li> <li>• sfruttamento intensivo delle risorse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in aumento i progetti di riqualificazione dei litorali con il duplice obiettivo di riqualificazione urbanistica e di protezione costiera.</li> <li>• progetti di mobilità sostenibile</li> </ul>
Portualità e trasporto marittimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porto Nazionale di Ravenna (Commerciale e crocieristico)</li> <li>• 5 Porti regionali (Goro, Porto Garibaldi; Cesenatico, Rimini e Cattolica)</li> <li>• 9 porti minori (pesca e turismo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interferenza delle opere marittime con il trasporto litoraneo-problematiche di erosione sottoflutto</li> <li>• insabbiamento dei porti e necessità di dragaggi regolari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• progetto di potenziamento del porto terminal crociere: nuova stazione marittima e progetto di compensazione parco dune</li> </ul>

<sup>24</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/pubblicazioni/poster/tra-la-terra-e-il-mare-analisi-e-proposte-per-la-pianificazione-dello-spazio-marittimo-in-emilia-romagna-2018>

<sup>25</sup> <https://www.portodimare.eu/>

Settore	Alcuni numeri del settore	Problematiche principali	Progetti da segnalare
Pesca e acquacoltura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 107 concessioni di acquacoltura (prevalenza mitili), gran parte dentro la Sacca di Goro</li> <li>• settore pesca in prevalenza legato a piccola pesca (58%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• locale impatto ambientale su spiaggia e fondali per uso attrezzature</li> <li>• impatto della pesca sull'integrità dei fondali</li> <li>• conflitti con altri usi</li> <li>• presenza di nursery in aree</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in corso l'individuazione di nuove aree idonee (AZA)</li> </ul>
Energia Oil & Gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 concessioni Oil&amp;Gas entro le 12 miglia o sulla costa (di cui 18 produttive) - 113 i pozzi</li> <li>• progetti di Eolico a Mare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• subsidenza accelerata e abbassamento fondali</li> <li>• altri impatti ambientali dovuti alla presenza di infrastrutture e di emissioni in acqua e atmosfera</li> <li>• progetti di eolico: impatto sul paesaggio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• piano per la transizione energetica sostenibile delle aree idonee (PiTESAI) approvato con DM 28/12/2021</li> <li>• dismissione di alcune piattaforme e possibile riconversione</li> <li>• nuove richieste per impianti energie rinnovabili (eolico fuori RA)</li> <li>• Progetto di Rigassificatore a Ravenna</li> </ul>
Usi Militari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eco 346 -Foce Reno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le restrizioni legate alla presenza del poligono militare impongono limitazioni alla pesca e al traffico marittimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l'area è stata parzialmente inclusa nel SIC a mare istituito dalla RER nel 2020</li> </ul>

Tabella I.2.1-3: Principali economie della fascia costiera e dell'area marina antistante e problematiche ad esse collegate

#### I.2.1.7.1. Il turismo

Con le attività correlate, rappresenta il principale asset economico della fascia costiera emiliano-romagnola. Contribuisce per l'11% al PIL regionale, di cui il 54% da attività dirette (alloggi,

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

ristorazione e altro) e il 46% da attività indirette (trasporti, commercio, spettacolo, servizi alla persona). L'occupazione nelle attività turistiche in Emilia-Romagna coinvolge circa 160.000 addetti, il 9,8% del totale dei dipendenti regionali. Va precisato che il dato si riferisce all'occupazione dipendente, a essa andrebbero aggiunti tutti coloro che operano come lavoratori indipendenti nello stesso comparto. Rimini è la prima provincia regionale per incidenza dell'occupazione turistica (32,6 per cento). Al secondo posto si colloca Ravenna, dove un dipendente ogni cinque trova occupazione nella filiera del turismo (dati osservatorio turistico 2017). Il turismo balneare, infatti, riveste un ruolo molto importante nell'economia del territorio, data la spiccata vocazione e tradizione d'uso del litorale sabbioso regionale che caratterizza buona parte della costa; sono infatti 112 i chilometri di costa fruibili ad uso turistico (al netto di sbocchi a fiume, e darsene) mentre 108 km sono quelli balneabili. All'incremento turistico delle zone costiere ha contribuito negli anni più recenti il forte sviluppo del turismo sportivo legato agli sport da spiaggia quali: beach volley, beach soccer, racchettoni etc. e in acqua (paddle, canoa, etc.), nonché delle attività più in generale connesse al benessere ed al fitness ed allo svilupparsi della Wellness Valley.

Per quanto attiene il turismo diportistico, secondo i dati 2009 pubblicati dall'UCINA, l'Emilia-Romagna si colloca al 3° posto per numero di aziende (quota del 10,4%) operanti nel settore e al 2° numero di addetti (17,6%). Infatti, il territorio delle Province di Ravenna e di Forlì-Cesena è caratterizzato dalla presenza di alcune aziende leader a livello mondiale, impegnate nella produzione di imbarcazioni da diporto e integrate in una filiera che vede la presenza di una rete di imprese di piccole e medie dimensioni fortemente specializzate e impegnate in attività di sub-fornitura. Secondo i dati del PRIT 2025 la disponibilità dei posti barca è di 6.937 dislocati fra marina, porti canale, darsene, cantieri nautici, dei porti di rilievo regionale, comunale e privati, anche se il settore ha fatto registrare negli ultimi anni una sensibile contrazione.

I dati pubblicati dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT-2020) mostrano che il turismo costiero è in costante aumento (prima del 2020) e, nel corso del 2019, gli arrivi totali nei 14 comuni costieri sono stati pari a 5.864.630 unità, di cui il 32% a Rimini (vedi Tabella I.2.1-4 e Figura I.2.1-14). Il turismo riguarda principalmente le attività balneari, la navigazione, la pesca e le immersioni, anche se le visite ai siti storici (come Ravenna, Comacchio, Rimini città) e il turismo verde stanno diventando sempre più attraenti.

COMUNE	Provincia	ARRIVI totali 2019	PRESENZE totali 2019
CODIGORO	FE	5484	11922
COMACCHIO	FE	279403	1998300
GORO	FE	969	2105
RAVENNA (Lidi)	RA	349966	2220551
CERVIA	RA	790576	3468013
GATTEO	FC	113065	680978
SAN MAURO PASCOLI	FC	38282	244063
CESENATICO	FC	564743	3416661
SAVIGNANO SUL RUBICONE	FC	23357	185141
RIMINI	RN	1903553	7544070
RICCIONE	RN	886734	3626185
CATTOLICA	RN	350333	1848628

COMUNE	Provincia	ARRIVI totali 2019	PRESENZE totali 2019
BELLARIA-IGEA MARINA	RN	400036	2213266
MISANO ADRIATICO	RN	158129	824269

Tabella I.2.1-4: dati ISTAT-2020 turismo costiero

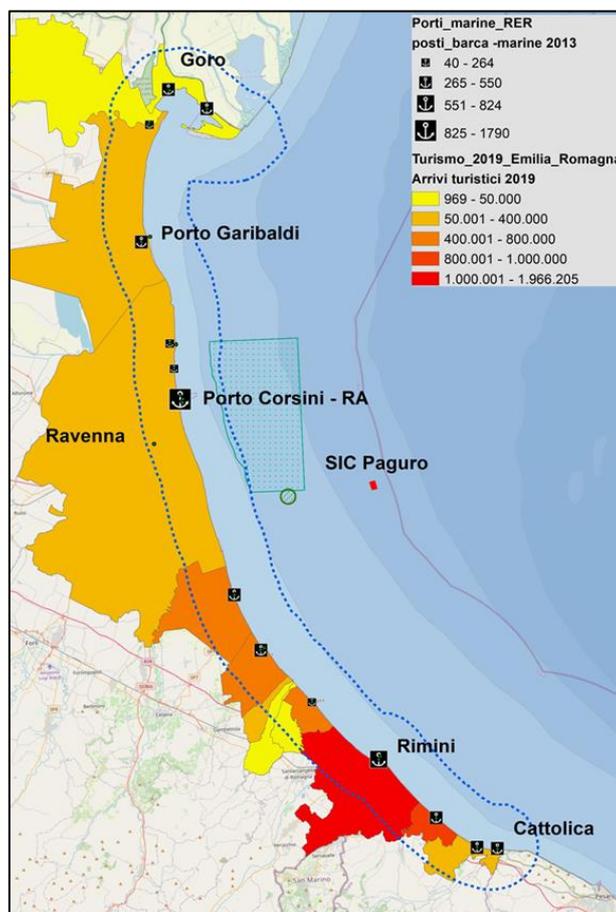


Figura I.2.1-14: Arrivi turistici per comune (dati ISTAT 2019) e distribuzione dei posti barca nei porti e/o marine

- Le sistemazioni alberghiere ammontano a 3125; totale posti letto 217.067; l'indice di occupazione netta delle camere è del 51,7%; l'indice di utilizzo medio dei posti letto: 28,3% se non si tiene conto delle chiusure stagionali (indice lordo); 59,8% se riferito ai periodi di apertura effettivi (indice netto).
- Settore extralberghiero: 52 campeggi e resort per un totale di 76951 posti letto; 5897 alloggi in affitto da aziende turistiche con 26698 posti letto; 56 case vacanza con 7157 posti letto; 17 ostelli con 2789 posti letto; 131 bed & breakfast con 597 posti letto; 21 allevamenti per 240 posti letto.

Molte infrastrutture turistiche, tuttavia, sono state realizzate lungo la costa soprattutto dopo la Seconda guerra mondiale, e l'espansione urbana ha causato spesso impatti significativi alle morfologie costiere come le dune costiere, che sono state drammaticamente levigate per lasciare spazio a edifici e stabilimenti balneari.

#### **I.2.1.7.2. Il settore dei trasporti**

Le principali arterie stradali e ferroviarie che interessano l'area costiera sono l'autostrada A14, la S.S. 16 "Adriatica" e la S.S. 309 "Romea" e le linee ferroviarie Bologna-Ancona e Rimini-Ravenna-Ferrara, che costituiscono, allo stato attuale, il supporto infrastrutturale fondamentale per le relazioni interne al sistema territoriale litoraneo e per quelle di scambio con il territorio esterno. Ciò ha particolare importanza per il settore turistico per il quale la domanda di trasporto è rappresentata da marcate oscillazioni stagionali che tendono a sottoporre la rete dei trasporti, in ogni sua componente, a sovrappressioni cicliche, a volte incompatibili con le dimensioni e l'organizzazione dell'offerta. Da alcuni anni è però crescente la domanda al di fuori del periodo estivo, data dall'afflusso di visitatori che arrivano per motivi socioculturali, commerciali e, specialmente per i tradizionali week-end, durante i quali aumenta sensibilmente soprattutto l'impegno della rete viaria.

Entrando nel merito del sistema delle infrastrutture stradali, si sottolinea che:

- l'autostrada A14 è caratterizzata in larga misura da quote di mobilità aventi recapito all'interno della fascia litoranea. A fine 2012 il tratto compreso tra Rimini Nord ed il confine regionale sud è stato ampliato alla 3° corsia, consentendo di rispondere con maggior capacità ai fenomeni di saturazione che si creavano prevalentemente nel periodo estivo e durante i tradizionali weekend;
- la S.S. 16 "Adriatica", che si sviluppava inizialmente, all'esterno degli insediamenti urbani, "a monte" della direttrice litoranea, è stata sostanzialmente inglobata dal sistema insediativo e, soprattutto nel tratto Rimini-Riccione-Misano, è divenuta ormai un asse viario di caratteristiche quasi totalmente urbane, utilizzato intensamente da quote di traffico locale, con livelli di servizio quanto mai modesti;
- la SS 309 costituisce un importante collegamento viario in direzione nord-sud tra la Ravenna e il confine regionale nord in direzione Venezia e, similmente come la SS 16 Adriatica, presenta notevoli flussi veicolari sia leggeri che pesanti, da/per la Romagna verso il Veneto orientale.

Il nuovo Piano Regionale Integrato dei Trasporti della Regione Emilia-Romagna (PRIT2025), con riferimento al corridoio stradale E45/E55 (dal confine tosco-romagnolo fino al confine veneto), prevede la realizzazione di una nuova infrastruttura di tipo extraurbano principale a carreggiate separate e due corsie per senso di marcia, fra Ravenna e il raccordo autostradale Ferrara-Mare e di tipo extraurbano secondario ad una corsia per senso di marcia, fino alla SP 60 Gran Linea con riqualificazione della stessa fino alla SS309. In particolare, nel territorio della provincia di Ravenna, la nuova infrastruttura costituirà una variante alla SS16 in corrispondenza dell'abitato di Mezzano e dovrà essere armonizzata con l'esistente tangenziale di Alfonsine.

Riguardo il sistema infrastrutturale ferroviario si evidenziano i seguenti elementi:

- l'attuale linea ferroviaria Bologna-Ancona, elettrificata e a doppio binario, è un asse ferroviario di rilevanza nazionale che attraversa centralmente l'insediamento costiero. La potenzialità della linea e i livelli di impegno cui la stessa è sottoposta quotidianamente da parte dei traffici ferroviari (lunga percorrenza/AV, servizi regionali e merci) pongono limitazioni, soprattutto di tipo infrastrutturale, al fine di una eventuale attivazione di servizi ferroviari di tipo urbano sulla tratta Rimini, caratterizzati ad esempio da una frequenza relativamente sostenuta e da una distribuzione più capillare di stazioni e fermate;
- la linea Rimini-Ravenna, a semplice binario elettrificato, è invece interessata quasi totalmente da servizi passeggeri di interesse locale e, solo debolmente da servizi merci; per questi motivi e, soprattutto, per la sua collocazione territoriale tale linea costituisce un'utile

risorsa nel quadro dei programmi di potenziamento del sistema di trasporto pubblico costiero;

- il Trasporto Rapido Costiero è un complesso intervento che mira a creare un sistema di trasporto pubblico rapido ed efficiente, a servizio delle particolari esigenze della riviera romagnola tra Ravenna e Cattolica. Dal punto di vista funzionale e tecnologico il sistema è diviso in due parti, una relativa al collegamento Rimini-Cattolica, la seconda al collegamento Rimini-Ravenna. L'intervento Rimini-Cattolica si caratterizza come un sistema di trasporto urbano di media capacità su sede propria. La prima tratta funzionale da Rimini Stazione FS a Riccione Stazione FS è stata inaugurata nel 2019. Le restanti tratte previste sono Rimini FS-Rimini Fiera e Riccione FS-Cattolica. Per il collegamento Rimini-Ravenna, invece si prevede il potenziamento e l'ammodernamento dell'attuale infrastruttura ferroviaria ai fini di una riqualificazione e integrazione con i servizi ferroviari regionali.

### **I.2.1.7.3. Portualità e trasporto marittimo**

Il settore portuale in Emilia-Romagna è costituito dal Porto di Ravenna, con valenza prettamente industriale e commerciale di importanza strategica nazionale, e dal sistema portuale di interesse regionale, che ha funzioni miste, commerciali, pescherecce e legate al turismo: vanta infatti la presenza di numerosi porti e marine distribuiti da nord a sud, dove si svolgono attività crocieristiche e di nautica da diporto (Figura I.2.1-15). La componente ferry è attualmente quasi assente, infatti, a parte qualche collegamento a lunga percorrenza per la Grecia dal porto di Ravenna non risultano più attive le linee di traghetti o aliscafi verso la Croazia. Il crescente interesse a livello Adriatico del trasporto passeggeri su catamarani veloci potrebbe ristabilire nei prossimi anni una connessione tra il porto di Cesenatico e i porti della Croazia su queste imbarcazioni.

Dal punto di vista infrastrutturale la Regione Emilia-Romagna è piuttosto competitiva nel bacino adriatico, con una media di 1 porto ogni 5 km di costa e 53 posti barca per km<sup>2</sup>, terza regione italiana dopo Friuli-Venezia Giulia (82) e Veneto (64) e quarta in Adriatico.

Il Porto di Ravenna è un porto di 2° categoria, 1° classe, fa parte della rete SNIT (Sistema Nazionale Integrato dei Trasporti) ed assieme ad altri porti di importanza internazionale è stato inserito tra i core Port delle reti TEN-T, approvate con Regolamento Europeo n. 1315/2013, e fa parte sia del corridoio Baltico-Adriatico che del corridoio Mediterraneo. È un porto che si è trasformato nel tempo da porto industriale a porto prevalentemente commerciale, distinguendosi peraltro nello sviluppo della cantieristica navale e nel trasporto delle rinfuse solide, che costituiscono circa il 66% del traffico portuale. Nell'area prettamente portuale sono presenti, a testimoniare l'origine industriale dello scalo, stabilimenti produttivi (imprese quali Marcegaglia e Fassa) e depositi costieri di materie prime di svariata natura (chimica, petrolifera, alimentare). Il Porto di Ravenna nel 2021 ha movimentato complessivamente 27.073.051 Tonnellate, in crescita del 20,8% (4,7 milioni di tonnellate in più) rispetto al 2020 e del 3,1% rispetto ai livelli del 2019, con il definitivo ritorno - anzi, col superamento - dei volumi ante pandemia.



Figura I.2.1-15: distribuzione e classificazione dei porti in Emilia-Romagna

All'interno del Porto di Ravenna è presente il Terminal Traghetti che occupa un'area di 125.000 mq. e dispone di due ormeggi per navi traghetto, con un fondale di 11,5 metri. A partire dal 2021 si è avviato il Progetto "RAVENNA PORT HUB" che darà un grande impulso alle attività portuali e prevede per la prima fase del valore complessivo di 235 milioni euro:

- l'adeguamento/ristrutturazione delle banchine per 6.5 km
- la realizzazione di aree destinate alla logistica in ambito portuale; una nuova banchina della lunghezza di oltre 1.000 mt a servizio di una nuova area portuale da destinarsi principalmente a terminal container in penisola Trattaroli. Per circa 200 ettari essa sarà direttamente collegate alle banchine, ai nuovi scali ferroviari merci ed al sistema autostradale, che rappresenteranno un unicum nel panorama della portualità nazionale
- approfondimento fondali fino a 12.5 m
- impianti per il trattamento dei sedimenti
- interventi di miglioramento ambientale/energetico

È inoltre avviato il progetto del nuovo Terminal Crociere di Porto Corsini (RA) (Figura I.2.1-16) che prevede:

- la realizzazione della nuova stazione marittima
- la realizzazione di un 'Parco delle dune' di 12 ettari



Figura I.2.1-16: Terminal Crociere di Ravenna

Relativamente al sistema portuale di interesse regionale questo è stato definito dalla L.R. 11/1983 ed è costituito dall'insieme delle singole realtà fisiche portuali distribuite lungo la costa Adriatica della regione, oltre ad alcuni approdi sull'asta fluviale del fiume Po, e specificatamente:

- Porti Regionali: Cattolica, Cesenatico, Goro, Porto Garibaldi e Rimini;
- Porti Comunali: Bellaria, Cervia, Gorino, Riccione;
- Porti e approdi turistici marittimi.

In questa ultima categoria rientrano i porti turistici esistenti privati di Casalborgorsetti, Marina di Ravenna, Marina Romea, Portoverde (Misano Adriatico) e approdo turistico della foce del Po di Volano. Un dettaglio sul numero di posti barca presenti e futuri è contenuto nella seguente Tabella I.2.1-5, estratta dal PRIT 2025, approvato con Deliberazione assembleare n.60 del 23 dicembre 2021:

POSTI BARCA		Prit98	Dati Capitanerie 2013			PREVISIONE PRIT 2025 TOTALI
			Esistenti 2013 (a)	In corso/progetto (b)	Totali (a+b)	
FE	Goro	440	348	173	521	521
	Gorino	nd	400	#)	400	400
	Volano*	280	186	nd	186	250
	Porto Garibaldi	930	480	nd	480	900
TOTALE PROV. FERRARA		1.650			1.587	2.071
Flessibilità massima (10%) per riallocazione tra i porti: 207						

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

RA	Casalborsetti*	250	264 <sup>^</sup>	nd	264	264
	Marina Romea*	70	111	nd	111	111
	Marina di Ravenna*	2.230	1.790	nd	1.790	2230
	Cervia	490	408	nd	408	450
TOTALE PROV. RAVENNA		3.040			2.329	3.055
Flessibilità massima (10%) per riallocazione tra i porti: 305						
FC	Cesenatico	500	490	100	590	590
TOT PROV. FORLI'-CESENA		500			590	590
RN	Bellaria***	380	40	300	340	380
	Rimini	1.400	824	#	824	1300
	Riccione	690	550	50	600	690
	Porto Verde*	400	350	nd	350	400
	Cattolica**	760	317	nd	317	700
TOTALE PROV. RIMINI		3.630			2.431	3.470
Flessibilità massima (10%) per riallocazione tra i porti: 347						
TOTALE		8.820	6.314	623	6.937	9.186

Tabella I.2.1-5: \*Porti che non rientrano nella classificazione della L.R. 11/83 (da "Situazione e prospettive della portualità turistica", Nomisma, 2006), \*\*Inclusi circa 40 posti presso il Ventena, \*\*\*Dati Capitaneria di Porto aggiornati al 2008, #) Eventuali ampliamenti in corso di valutazione, ^ Dato sito internet Marina di Porto Reno.

In generale i porti di interesse regionale assolvono a una complessa serie di funzioni: commerciali, industriali, passeggeri, peschereccia, turistica e da diporto. Non vi è un'effettiva specializzazione funzionale, anche se, come anticipato, il fattore di sviluppo di maggiore rilievo è in genere l'attività diportistica. In tutti i casi, gli aspetti più direttamente legati ai trasporti passeggeri o merci sono o residuali o quasi completamente assenti, fortemente condizionati dalla struttura fisica del porto stesso. Per tutte le realtà portuali sono presenti opere di protezione dell'imboccatura.

#### **I.2.1.7.4. Acquacoltura e pesca**

La pesca e l'allevamento ittico lagunare hanno una plurisecolare tradizione in Emilia-Romagna. La pesca si sviluppò notevolmente alla fine del XIX secolo, per una serie di favorevoli concause. Dopo l'unità d'Italia, il miglioramento dei collegamenti stradali e la realizzazione di quelli ferroviari, l'immigrazione di pescatori veneti e marchigiani, la realizzazione di nuove opere portuali, la nascita delle prime organizzazioni cooperative e sindacali, consentirono un significativo incremento delle attività pescherecce. Nel secondo dopoguerra la completa motorizzazione del naviglio, l'introduzione delle fibre sintetiche per la realizzazione di cavi e reti, le apparecchiature elettroniche per la navigazione e la comunicazione, le nuove tecniche di pesca, hanno contribuito alla modernizzazione del settore.

Oggi i 130 chilometri di costa dell'Emilia-Romagna sono suddivisi in due compartimenti marittimi: Ravenna e Rimini. Nel più settentrionale si trovano i porti pescherecci di: Goro, Porto Garibaldi,

Marina di Ravenna e Cervia, mentre in quello meridionale si trovano: Cesenatico, Bellaria, Rimini, Riccione e Cattolica. (*M.A.R.E. Scarl, 2007*).

Negli ultimi anni la flotta da pesca si è notevolmente ridotta e conta nel 2022 solo cinquecento-ottantotto (588) imbarcazioni, di cui circa 403 al di sotto dei 12 mt di lunghezza fuori tutto e le restanti con una lunghezza media di quindici metri. Il settore è comunque ancora ben presente e si basa sulle seguenti principali attività che, per differenti aree di esercizio, interessa l'ambito di riferimento della presente Strategia:

- la piccola pesca, ovvero la pesca praticata da natanti di lunghezza fuori tutto inferiore ai 12 metri che usano attrezzi da pesca passivi e che svolge la propria attività lungo tutto il settore marino-costiero (37% della flotta peschereccia regionale);
- la pesca a strascico per specie demersali, ovvero la pesca commerciale con rete a strascico sul fondale, praticata per legge oltre le 3 miglia nautiche e mirata alla cattura multi-specifica di specie bentoniche e necto-bentoniche (28,5% del totale battelli);
- la pesca con i rapidi, ovvero la pesca con un attrezzo attivo a bocca fissa specifico per particolari specie bentoniche (circa 1% del totale battelli);
- la pesca a strascico e a circuizione per piccoli pelagici, ovvero la pesca commerciale lungo la colonna d'acqua con reti trainate da due natanti simultaneamente, praticata per legge oltre le 3 miglia nautiche dalla costa, in particolare dalle marinerie dell'area di Porto Garibaldi e di Rimini (2,5% del totale dei battelli);
- la pesca con la draga idraulica o turbo-soffiante, dedicata quasi esclusivamente alla raccolta di vongole (*Chamelea gallina*) (10% del totale dei battelli)<sup>26</sup>.

L'acquacoltura rappresenta l'altra economia rilevante per il territorio costiero (Figura I.2.1-17). L'Emilia-Romagna, infatti, vanta la produzione regionale più alta d'Italia come maggior produttore di molluschi a livello nazionale (circa il 45 in particolare cozze e vongole 22.000 e 15.000 tonnellate/anno cioè il 33,6% per le cozze e il 53% per le vongole sulla produzione nazionale ed è nella provincia di Ferrara il maggior numero di imprese ittiche di acquacoltura (circa 1.600 a livello nazionale)

---

<sup>26</sup> dati Fleet register UE

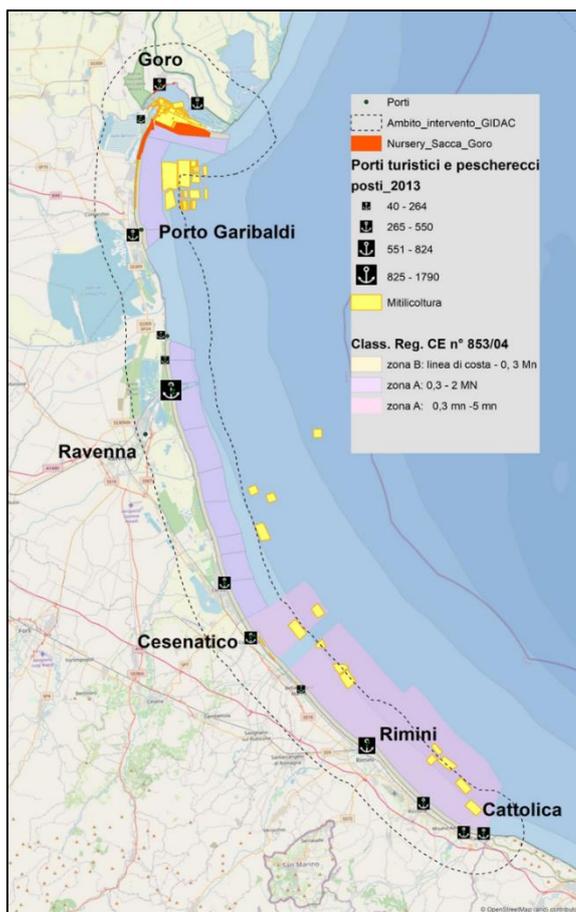


Figura I.2.1-17: distribuzione delle concessioni per l'acquacoltura nell'area antistante le coste regionali

L'acquacoltura in Emilia-Romagna è incentrata principalmente sulla coltivazione della vongola verace di origine asiatica, e sulla mitilicoltura. Non vi sono invece allevamenti di pesci in gabbie galleggianti, mentre è molto presente l'allevamento estensivo di crostacei e pesci nelle aree vallive (22.040 ha contigui alla costa dell'Emilia-Romagna). Sull'intero territorio regionale sono presenti 107 concessioni demaniali marittime a finalità di acquacoltura, di varia tipologia sulla base delle diverse attività di allevamento, che comprendono venericoltura, mitilicoltura e ostricoltura. Tra queste, 65 concessioni, distribuite su 14,6 milioni di m<sup>2</sup>, sono dedicate alla venericoltura (56 nella sola Sacca di Goro); 38 concessioni, distribuite su 46,58 milioni di m<sup>2</sup> sono dedicati alla mitilicoltura (Vasi P. & Congi A., 2015). I dati delle concessioni sono sostanzialmente stabili dal 2015 per effetto del blocco regionale del rilascio di nuove concessioni demaniali marittime per acquacoltura fino al 31/12/2020 e del blocco statale determinato dalla Legge di Bilancio per il 2019.

La venericoltura è praticata prevalentemente nelle lagune dell'alto ferrarese (Sacca di Goro) con una produzione stimata attorno alle 15/18.000 ton/anno, pari al 35% della produzione media annua nazionale (Congi A., 2016). L'allevamento veneride avviene in forma associativa tramite cooperative di pescatori, all'interno delle concessioni rilasciate dall'amministrazione regionale. Nel comparto marittimo di Goro, operano 44 cooperative di pesca (composte da circa 1500 imprenditori ittici), alle quali sono date in concessione dalla Regione poco più di 13 milioni di m<sup>2</sup> di superficie, ripartiti in 79 specchi acquei, di cui 77 destinati alla venericoltura. La produzione di mitili è praticata invece anche in altre zone della costa regionale, con una produzione che si attesta intorno alle 17.300 ton/anno, per un numero totale di 38 concessioni che accorpano circa 70 imprenditori ittici (25 nel ferrarese, 3 nel ravennate, 3 nel cesenate e 7 nel riminese).

#### **I.2.1.7.5. Settore energetico**

Un altro settore economico rilevante è quello energetico che, nell'area marino costiera dell'Emilia-Romagna, è stato per molti anni associato all'estrazione e distribuzione di idrocarburi, quasi esclusivamente gas metano. L'industria degli idrocarburi in Italia è nata negli anni '60, proprio a partire dalla Regione Emilia-Romagna, dove si registra il più alto numero di pozzi esplorativi e di infrastrutture sia terra che a mare. Nel periodo 1960-2012, in Emilia-Romagna sono stati infatti perforati 857 pozzi su un totale nazionale di 3440.

Nonostante la produzione di gas sia drasticamente diminuita dagli anni 2000, nell'offshore Emilia-Romagna sono ancora presenti diverse concessioni di coltivazione di idrocarburi, prevalentemente rappresentati dal gas metano. All'interno delle acque territoriali, tra la costa e le 12 miglia nautiche risultano ancora attive 12 concessioni (Figura I.2.1-18) alcune delle quali non più in esercizio; altre 9 sono invece ubicate oltre le 12MN fino al limite Italia-Croazia, che si trova ad una distanza di circa 35-40 miglia nautiche dalla costa. La scadenza di tali concessioni è compresa tra il 2022 e il 2027 (dati Mite 2022). Sulla terraferma, con limiti che ricadono entro i primi 5 km dalla linea di riva, sono ancora vigenti 5 titoli minerari, per uno di essi è stata però già presentata istanza di rinuncia totale (concessione Porto Corsini Terra).

I due giacimenti di gas che hanno prodotto maggiormente sono Garibaldi (AC.1.AG) e Agostino (AC.3.AS), ora accorpati nella concessione AC.1.AG, situati nell'off-shore di Ravenna a circa 8-13 miglia nautiche (NM). Entrambi sono stati sfruttati dal 1970, e la produzione totale supera di poco gli 86 miliardi di standard m<sup>3</sup> (Sm<sup>3</sup> - volume di gas in m<sup>3</sup> in condizioni standard di pressione e temperatura), che rappresentano circa il 30% del totale. In tutta l'area marina sono ancora presenti 54 piattaforme, di cui 5 a supporto dell'attività di perforazione e 5 non in esercizio. Tre di esse sono nell'elenco delle infrastrutture da dismettere (PC73. Armida 1 e Azalea A. La maggior parte di loro, 47, sono distribuiti all'interno dei 12 NM.

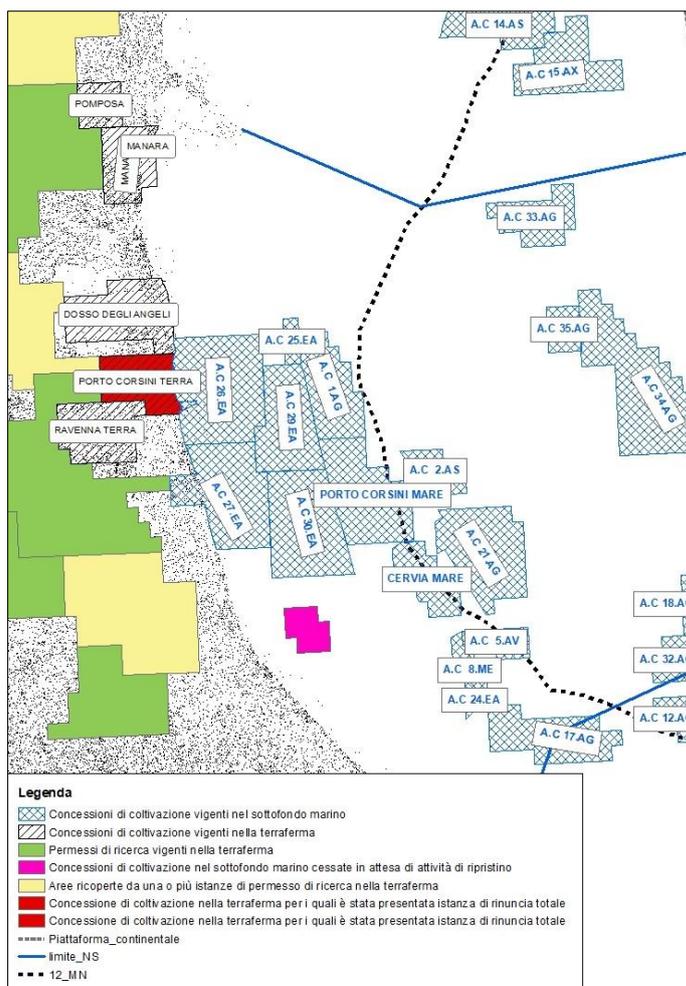


Figura I.2.1-18: Titoli minerari estratti dal sito per il PITSAI – dati UNmig 2022

Le concessioni costiere più produttive sono state ‘Dosso degli Angeli’, ubicata a terra in prossimità della Foce del Reno, dalla quale sono stati estratti oltre 31 miliardi di standard m<sup>3</sup>, e Angela-Angelina (AC.27.EA), ubicata nella zona a mare di Foce Fiumi Uniti (circa 29 miliardi di standard m<sup>3</sup>). Esse hanno influito pesantemente sull’aumento della subsidenza lungo fascia costiera, che, nei periodi di massima attività, ha superato i valori di 2 cm/a.

Al fine di ridurre gli impatti ambientali, a febbraio 2022 è stato approvato il Piano PITSAI (Piano per la Transizione Energetica Sostenibile delle Aree Idonee), che ha identificato le aree ove è consentito lo svolgimento delle attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi sul territorio nazionale, sia a terra che a mare ed è volto a valorizzare la sostenibilità ambientale, sociale ed economica delle stesse.

Oltre alle piattaforme (Figura I.2.1-19) e ai terminali, il settore dell’oil&gas comporta la presenza di numerosi cavi e condotte sottomarine: circa 38 km di metanodotti ed oleodotti collegano la zona industriale di Punta Marina con i terminali marini posizionati nei pressi del Porto di Ravenna. Le condotte sottomarine (*sealine*) si estendono invece per una lunghezza totale di circa 600 km, raggiungendo l’area marina croata nell’ambito di una joint venture tra l’italiana Eni S.p.A. e la compagnia petrolifera croata INA.

Un tema molto urgente, che riguarda questo settore, è quello della ‘dismissione’ degli impianti (*de-commissioning*), che non sono più operativi. Al fine di regolamentare le procedure, il Ministero dello sviluppo economico ha approvato, con DM del 15 febbraio 2019, le ‘Linee guida nazionali per la dismissione mineraria delle piattaforme per la coltivazione di idrocarburi in mare e delle

infrastrutture connesse'. Su questo argomento nell'ultimo decennio si è alimentata una grande discussione, finalizzata a comprendere i possibili impatti sull'ambiente e la possibilità di un riutilizzo delle piattaforme per altre attività.

Altro argomento rilevante è quello dello stoccaggio di gas naturale liquido (Gnl), che è ottenuto abbassando la temperatura fino a un valore di -160 gradi centigradi: il vantaggio principale è che per la stessa quantità di gas, il volume occupato dal Gnl è 600 volte inferiore al volume della stessa quantità in forma gassosa. La forma liquida del gas naturale, Gnl, è trasparente, inodore, non corrosivo e non tossico. Nel 2021 è stato inaugurato il nuovo deposito, ubicato nel porto di Ravenna, che è il secondo operativo in Italia dopo quello in Sardegna. Il deposito Gnl di Ravenna ha una capacità di movimentazione annua di oltre un milione di metri cubi di gas naturale (metano) in forma liquida e una capacità di stoccaggio di 20mila metri cubi. Ha una potenzialità di rifornimento di almeno 12mila camion e circa 48 traghetti all'anno

Per quanto riguarda le energie rinnovabili, invece, pur non essendo ancora presenti impianti off-shore dedicati, negli ultimi anni sono stati potenziati gli studi, atti a valutare le potenzialità del mare Adriatico per le diverse forme di energia da vento (Figura I.2.1-19), eolico e da onda e si sono avviate diverse progettualità.

Dal 2019, infatti, sono stati presentati ai ministeri competenti 2 progetti per la realizzazione di campi eolici off-shore, uno al largo delle coste Ravennati e uno al largo di Rimini, tuttora in fase di valutazione.

Infine, a causa della crisi energetica innescata dalla guerra in Ucraina, sempre al largo delle coste ravennati è in progetto l'ubicazione di un rigassificatore, che dovrebbe essere operativo dal 2023, che trasformerà il Gnl trasportato in Italia con navi cargo, nella forma gassosa da immettere nella rete nazionale.



*Figura I.2.1-19: a sinistra, esempio di piattaforma per la produzione del metano presente nell'area marina antistante le coste regionali; a destra, esempio di campo eolico a mare presente nel Mare del Nord*

#### **I.2.1.7.6. Usi militari**

L'Emilia-Romagna ospita uno dei più grandi poligoni di tiro terra-mare italiani, denominato Echo 346 Foce Reno, attivo dal 1975. La progressiva chiusura di centri di addestramento in altre regioni italiane ha fatto sì che, negli anni, si sia intensificato notevolmente l'uso di questo tratto di mare. Le zone di mare del Circondario Marittimo di Porto Garibaldi rientranti nell'ambito del poligono di tiro "ECHO 346" sono interdette all'ancoraggio, alla navigazione, alla pesca e ad ogni altra attività connessa ai pubblici usi del mare secondo le modalità stabilite dal Disciplinare d'uso del poligono Foce Reno del 30/05/1996, sottoscritto dal Comandante del 6° Comando Operativo Territoriale e dalla Regione Emilia-Romagna. Le aree A1 e A2 sono permanentemente interdette ad ancoraggio e pesca, mentre zone B1 e B2, sono temporaneamente interdette alla navigazione e alla pesca durante le esercitazioni di tiro. La Capitaneria di Porto di Ravenna e di Porto Garibaldi emanano ordinanze periodiche che definiscono giorni ed ore destinate alle esercitazioni e interdicano altri usi liberi del mare in queste aree.

La presenza del poligono ha impedito l'intensa antropizzazione di quel settore di costa, tuttavia, comporta alcuni conflitti legati alle restrizioni per la navigazione e la pesca nonché a interferenze con la difesa della costa.

A partire dal 2020 (DGR n. 1572/2020), un'ampia porzione del poligono è divenuta sito marino di Natura 2000 (IT4060018 - SIC - Adriatico settentrionale - Emilia-Romagna), essendo un'area popolata da specie importantissime dal punto di vista naturalistico, come la tartaruga marina *Caretta Caretta* e il delfino mediterraneo *Tursiops truncatus*, che in quest'area trovano notevole apporto di nutrienti provenienti dal fiume Po e una minor presenza umana garantita proprio dalla presenza del poligono militare. La porzione sud del poligono si sovrappone invece parzialmente all'area di tutela biologica - Fuori Ravenna (Figura I.2.1-20).

Un secondo poligono militare, denominato "ECHO 345", è ubicato nei pressi di Riccione; attualmente però non è in uso.

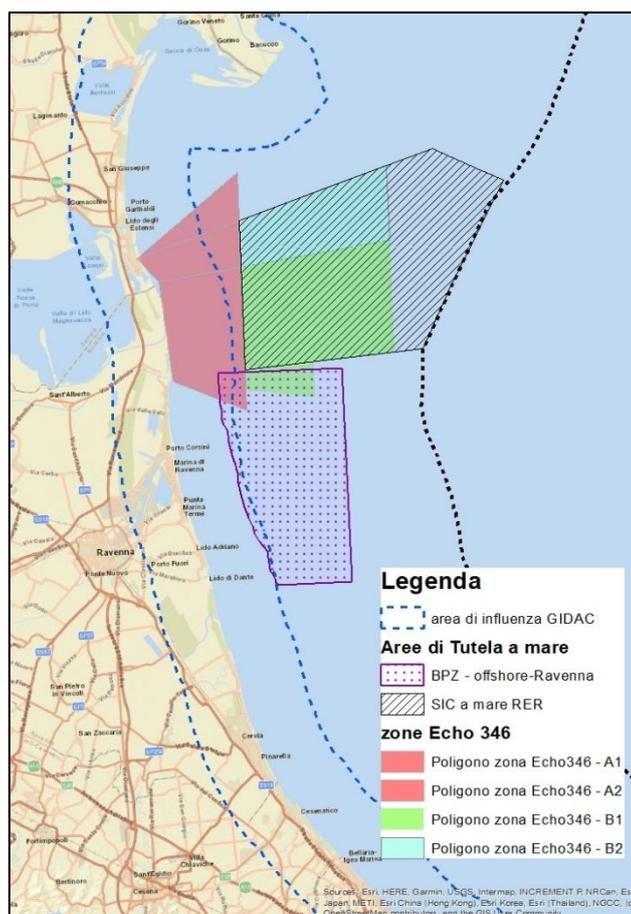


Figura I.2.1-20: Ubicazione area Echo 346 Foce Reno e zone di tutela ambientale

### I.2.1.7.7. L'agricoltura

L'agricoltura della zona costiera emiliano-romagnola ha forti relazioni con attività e produzioni realizzate anche in aree lontane da essa. D'altra parte, le caratteristiche delle aree costiere, notevolmente modificate e soggette a pressioni di origine antropica da centinaia di anni, ne condizionano gli indirizzi colturali e le dimensioni, l'omogeneità e la continuità del tessuto agrario.

L'agricoltura della fascia costiera si presenta pertanto come un'attività interstiziale tra gli altri usi del territorio, che trova nelle sole produzioni orticole un reale punto di forza e caratterizzazione. Tali produzioni si sono meglio sviluppate nei suoli più idonei della seconda fascia costiera sino all'entroterra, in sostituzione dei seminativi.

Dai dati censuari e del Piano Regionale di Sviluppo Rurale (PRSR) si rileva, infatti, una forte contrazione dell'allevamento, bovino e suino, e della frutticoltura nell'area settentrionale, mentre si conserva l'indirizzo ortofrutticolo, legato anche alla richiesta locale del trainante settore turistico. La specializzazione ortofrutticola è sostenuta dalla disponibilità di risorse idriche derivate dalle opere di bonifica e dai pozzi. La presenza dell'agricoltura irrigua di qualità è condizionata però dalla aumentata variabilità degli apporti di acqua dolce dai bacini a monte e dell'incremento dei fenomeni di intrusione di acqua salina, sia a livello di acquiferi sotterranei che di foci fluviali, che ne restringono gli ambiti di sviluppo o di mantenimento. Si registra inoltre un aumento delle aree a rischio di salinizzazione e danni crescenti alle colture per la non idoneità irrigua dell'acqua di falda.

Alle condizioni del particolare ambiente fisico si associano gli aspetti socio-demografici, poiché anche l'agricoltura della fascia costiera risente in gran parte delle problematiche legate alla presenza di aziende agricole di dimensioni medio-piccole, con ridotti investimenti in conoscenza e

capitale umano. Il processo di invecchiamento degli operatori agricoli e il mancato ricambio potrebbero comprometterne il futuro o determinarne una profonda modifica strutturale e funzionale. Già ora, infatti, l'impresa agricola si distingue sempre più per un marcato approccio verso la multidisciplinarietà, con l'integrazione delle proprie attività all'offerta turistica costiera tradizionale.

Da considerare infine le forti interrelazioni tra le attività agricole e gli ecosistemi forestali e umidi lungo la costa. Gli effetti delle misure agro-ambientali del Programma di Sviluppo Rurale, insieme alle altre misure messe in atto dalle politiche regionali, hanno indirizzato il settore agro-ambientale verso alti livelli di biodiversità, testimoniati dalla ricchezza di specie e habitat.

### **1.2.1.8. Interazioni terra-mare**

Il tema delle interazioni terra-mare (LSI - land sea interaction) sono centrali nella Gestione Integrata della Fascia costiera (ICZM) e della Pianificazione dello Spazio Marittimo (MSP), come raccomandato dalla Direttiva EU 89/2014.

Tra le principali interazioni terra-mare di origine naturale troviamo:

- quelle legate alla presenza di delta, lagune e aree umide in costante evoluzione con le oscillazioni del livello del mare;
- agli apporti di acque dolci dai fiumi, che determinano condizioni di salinità ridotta e densità variabile influenzando sulla vita degli organismi presenti;
- i processi erosivi della costa determinati dalle condizioni meteomarine.

Le principali interazioni terra-mare indotte di origine antropica indotte sono legate:

- all'input di inquinanti che vengono veicolati a mare dai fiumi, che influiscono negativamente sugli ecosistemi marini (prodotti dall'agricoltura, dalle città, turismo, e industria);
- alla presenza di opere marittime e di difesa costiera che interagiscono negativamente sulla dinamica litoranea come sulla qualità delle acque;
- alle estrazioni di oil&gas a mare;
- alle attività di pesca e acquacoltura che si svolgono in prossimità della costa;
- alle attività turistiche o di difesa della costa che impattano sulle 'nursery' presenti lungo la costa.

È quindi fondamentale approfondire tali fattori e promuovere azioni che favoriscano la gestione sostenibile e integrata degli usi antropici, la conservazione dell'ambiente, la riduzione della fragilità degli ecosistemi costieri e dell'erosione.

Purtroppo, non è stata ancora stabilita una definizione e una concettualizzazione univoca di LSI, anche se sono numerosi i progetti recenti come CAMP 2017, SUPREME 2018 e SIMWESTMED 2018<sup>27</sup>, che hanno sviluppato linee guida utili, evidenziando le componenti da considerare, i processi e le aree di interesse.

Nell'ambito del quadro conoscitivo elaborato ai fini del Piano dello Spazio marittimo in Adriatico, per quanto riguarda il territorio emiliano-romagnolo, sono stati analizzati i principali fattori influenti, legati alle attività antropiche e ai processi naturali.

Sono stati individuati due principali Hot-Spot per le interazioni terra mare: i territori del Delta del Po e del settore circostante il Porto di Ravenna.

---

<sup>27</sup> <https://www.msp-platform.eu/practices/land-sea-interactions-framework-iczm-and-msp>

### I.2.1.8.1. Il Delta del Po

Il Po, con i suoi 652 km di lunghezza, attraversa quattro regioni popolate da circa 16 milioni di persone. Considerando la densità di popolazione, attività produttive, infrastrutture e il grado di utilizzo della risorsa idrica, il bacino del Po rappresenta l'area economica più importante d'Italia concentrando quasi il 40% dell'Industria nazionale, il 55% dell'allevamento e il 35% della produzione agricola. Quest'ultima occupa più di metà della superficie del bacino idrografico, con un elevato uso di sostanze di sintesi chimica (fertilizzanti e pesticidi), soprattutto nelle aree pianeggianti (ISPRA, 2017) e, in quota minore, nelle aree alpine ed appenniniche. La presenza di nutrienti (principalmente nitrati e fosfati) è una delle principali cause dei fenomeni di *bloom* algale, "neve marina" ed eutrofizzazione di origine antropica nelle acque marino-costiere del centro-nord Adriatico.

I fattori antropici che caratterizzano questo territorio nella porzione a terra sono l'agricoltura e il pascolo, la portualità lungo il sistema idroviario padano-veneto, la pesca e il turismo. Le attività antropiche che influiscono nel settore a mare sono invece l'acquacoltura e quelle legate all'oil&gas, in particolare al terminal Adriatic LNG di Porto Levante (RO), quindi nella porzione veneta dell'apparato fluviale.

Tutte le attività interferiscono su di un sistema di aree protette di elevato valore, incluse nelle "Riserve di Biosfera MaB UNESCO" e i SIC a mare di recente istituzione davanti alle coste dell'Emilia-Romagna e del Veneto (Figura I.2.1-21).

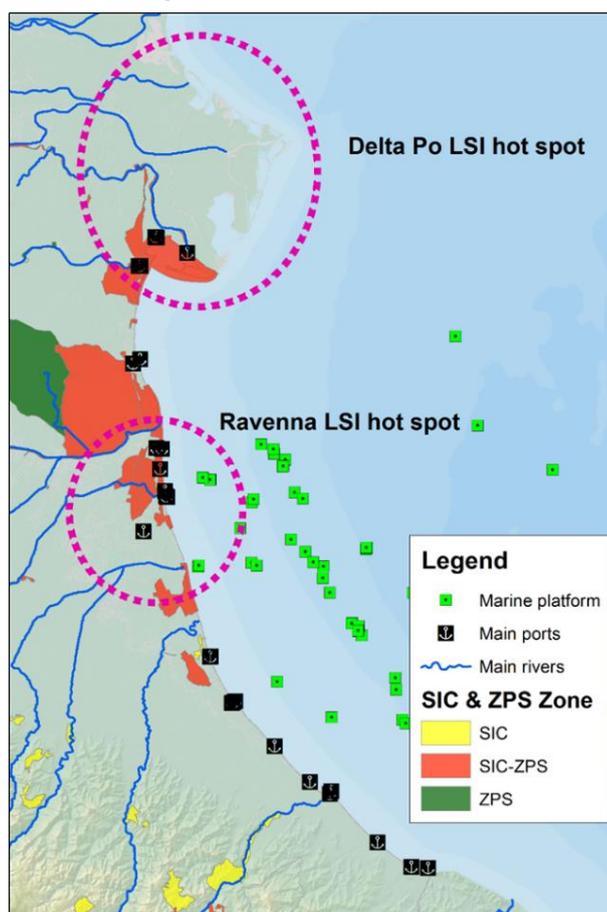


Figura I.2.1-21: Individuazione delle aree SIC e ZPS area costiera

Dal punto di vista delle caratteristiche naturali, il Po fornisce oltre l'11% dell'acqua dolce che fluisce nell'intero Mediterraneo ed il 28% di quella dell'Adriatico (oltre il 50% se si considera esclusivamente la sua porzione settentrionale). Il bacino idrografico del Po è il più grande d'Italia

sia per lunghezza che per portata. L'apporto di acque dolci concorre ad immettere in mare grandi quantità di nutrienti che, in periodi di alta portata (ad es. dopo forti precipitazioni invernali), possono portare ad importanti aumenti della produttività dell'ecosistema marino. Di conseguenza, sono frequenti in primavera forti aumenti delle concentrazioni di clorofilla a, soprattutto nella zona centro-meridionale dell'area di studio, con conseguenti rischi di fioriture microgliali tali da aumentare la torbidità delle acque, con successiva diminuzione della trasparenza sia in costa che al largo.

Gli apporti di sedimenti dal fiume Po concorrono a determinare la composizione dei fondali dell'area: questi risultano caratterizzati da una zonazione longitudinale alla linea di riva, a partire da coste basse, regolari e sabbiose e una fascia, di larghezza media tra 1 e 2 km, caratterizzata da sabbie fini. Dalla fascia costiera la componente sabbiosa si riduce fino ad essere arricchita e poi sostituita dai fanghi (limi e argille) fino a circa 10 km dalla costa a nord della foce del Po e 30 km a sud. Il passaggio dalla componente sabbiosa alla componente pelitica è originato principalmente dagli apporti sedimentari del fiume Po. Esposta ad una minore influenza fluviale, la porzione più al largo del Delta presenta nuovamente fondali a prevalenza pelitico-sabbiosa).

Le caratteristiche morfologiche dell'area, la subsidenza e i fenomeni di mareggiata con acque alte, determinano l'elevata vulnerabilità di questa area con possibili effetti amplificati all'innalzamento del livello del mare. Un'ulteriore criticità, di grande attualità nel 2022 a causa della forte siccità che sta interessando tutto il paese, è l'avanzata del cuneo salino nell'entroterra, che lungo l'asta del PO ha superato i 30 km dalla foce.

#### **1.2.1.8.2. Il porto di Ravenna**

Il territorio che comprende il porto di Ravenna e l'area circostante dalla foce del fiume Lamone al fiume Savio è caratterizzato dalla presenza di aree naturali protette e siti storici di grande rilievo, che costituiscono un'attrazione per il turismo costiero prossime alla zona industriale del porto di Ravenna, una delle più grandi d'Italia.

Le attività antropiche terra sono agricoltura e pascolo, i centri urbani (Ravenna a soli 8 km dalla costa) ed i lidi, il porto di Ravenna e l'area industriale di Ravenna, trainata dall'elemento caratterizzante del polo chimico/petroliero. Altre attività sono legate all'industria turistica e alla pesca.

Le attività antropiche a mare sono prevalentemente lo sfruttamento di oil&gas, che contribuisce all'estrazione del 48% del gas metano a livello nazionale (*Assomineraria, 2015*), anche se nell'ambito dei piani di chiusura mineraria e dismissione al 2021 si prevedono la chiusura nell'area a largo di Ravenna di 3 o 4 piattaforme.

Oltre alle aree protette costiere, in questo settore sono presenti il parco del delta del Po e diversi SIC (siti di interesse comunitario). A mare sono presenti la Zona di Tutela Biologica "Z.T.B. Fuori Ravenna e il ZSC Natura 2000 IT4070026 "Relitto della piattaforma Paguro".

I fattori naturali maggiormente caratterizzanti l'area sono l'erosione costiera, la subsidenza e gli allagamenti, tutti fortemente accelerati dalla presenza delle attività umane sia terrestri che marine. Particolarmente rilevante, in questo settore, è la subsidenza indotta dall'estrazione di gas sia lungo la costa che nella porzione di mare prospiciente.

I moli del porto di Ravenna, così come quelli degli altri porti regionali, hanno pesantemente condizionato la dinamica litoranea, interrompendo le correnti costiere, che sono prevalentemente dirette da sud verso nord, e che trasportano i sedimenti rilasciati a mare dai fiumi. Ciò ha determinato, negli anni, gravi e irreversibili fenomeni erosivi nei tratti a nord delle opere marittime.

Ulteriori problematiche legate ai porti sono legate ai fenomeni di insabbiamento, che richiedono frequenti interventi di dragaggio.

I volumi ingenti di sedimento dragato dai porti potrebbero essere utilizzati per il ripascimento delle spiagge: tale pratica è però attualmente poco esercitata, sia a causa della scarsa qualità dei materiali che per l'urgenza nelle tempistiche di intervento. Per questi motivi sono state individuate al largo di Ravenna (da parte dell'Autorità Portuale) e davanti agli altri porti regionali (con Determinazione n.1355 del 2013) le "Aree di immersione deliberata in mare" (Figura I.2.1-22).

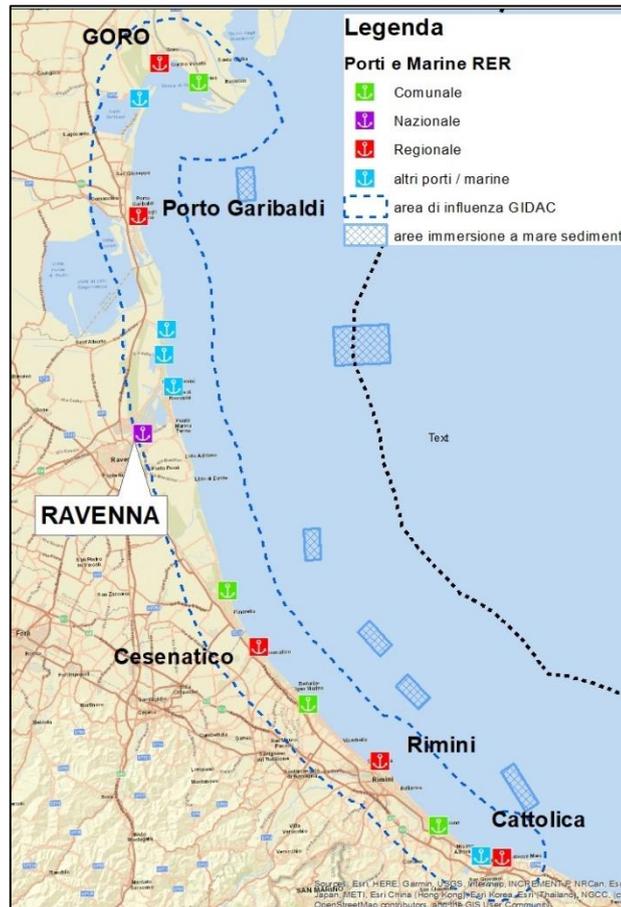


Figura I.2.1-22: Localizzazione delle aree di immersione in mare al largo della costa regionale

La competenza autorizzativa relativa alle operazioni di dragaggio e destinazione dei sedimenti dragati nelle aree di immersione è passata dalla Regione ad ARPAE a partire dal 2016. In quindici anni, fino al 2015, in tali aree sono stati portati circa 606.000 m<sup>3</sup> di sedimenti provenienti principalmente da porti aventi problemi di insabbiamento ricorrenti.

Si tratta ovviamente solo di una parte dei materiali dragati, ovvero quelli che, sulla base delle analisi chimiche ed eco-tossicologiche, non risultano idonei all'immersione a mare e che sono trasferiti in discarica o utilizzata in casse di colmata.

La gestione di questi sedimenti al fine del ripascimento delle spiagge è pertanto un argomento di grande importanza, sul quale si è avviato un percorso di approfondimento nell'ambito della strategia GIDAC.

Il primo passo sarà quello di organizzare una banca dati che permetta di monitorare gli interventi di dragaggio, la qualità e la tipologia dei sedimenti e le destinazioni.

## **I.2.2. Assetto altimetrico e morfologico della piana costiera e dei fondali**

Le caratteristiche altimetriche e morfologiche della piana costiera e degli antistanti fondali marini sono gli elementi chiave nella valutazione dei rischi legati alle mareggiate e all'innalzamento del livello del mare.

Per questo motivo, nonostante fossero disponibili molte conoscenze pregresse, prodotte in ambito accademico e nei lavori regionali a partire dal primo Piano Costa 1983, negli ultimi 20 anni sono stati acquisiti nuovi dati applicando le tecnologie di indagine più recente come il LiDAR (*light detection and ranging*) e il 'Multibeam' per i fondali marini (Perini et al 2010). Questi strumenti consentono di acquisire la posizione e la quota di un gran numero di punti e di elaborare di modelli digitali del terreno ad altissima risoluzione. Il primo rilievo Lidar della costa, solo della porzione emersa del territorio, è stato realizzato dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna nel 2004 e, successivamente, sono stati effettuati nuovi rilievi anche da parte di altri enti. Nel 2006, Eni ha effettuato il primo rilievo LiDAR topo-batimetrico in gran parte della costa regionale e nello stesso anno la Regione ha introdotto l'uso del 'Multibeam' per le campagne topo-batimetriche.

Questi dati hanno consentito di elaborare numerose cartografie e indicatori morfologici molto efficaci.

### **I.2.2.1. Morfologia della piana costiera**

Il litorale emiliano-romagnolo si estende per 130 km tra la foce del Po di Goro e Cattolica (140 km con la freccia litorale di Goro), occupando il margine sud-orientale della Pianura Padana e includendo la porzione meridionale del delta del Po.

La costa regionale può essere suddivisa in due principali settori, differenziati dal punto di vista dell'assetto morfologico e altimetrico: il settore settentrionale, dove la costa borda un'ampia piana deltizia e costiera, e quello meridionale, dove va ad interpersi tra i sistemi di conoide alluvionale appenninici e il mare Adriatico (Figura I.2.2-1).

Il settore centro-nord (ravennate e ferrarese) è alimentato dal fiume Po e dai fiumi appenninici, ed è caratterizzato dalle cuspidi deltizie, più o meno accentuate, del fiume Savio, dei Fiumi Uniti, del fiume Reno e, nella porzione più settentrionale, dal sistema lagunare compreso tra la foce inattiva del Po di Volano e la foce del Po di Goro. Nel settore riminese la piana costiera diviene via via più sottile fino a chiudersi a sud di Cesenatico, dove diventa un sistema costiero molto sottile, contraddistinto dall'assenza di cuspidi deltizie ben sviluppate e da complessi coalescenti di duna/spiaggia, e formatosi grazie all'alimentazione dei corsi d'acqua più brevi che provengono direttamente dai bacini appenninici.

L'assetto geomorfologico della parte centro - settentrionale della piana costiera è il risultato dell'alternarsi di fasi di attivazione e forte progradazione (avanzamento) delle foci fluviali e di disattivazione con smantellamento delle cuspidi deltizie (vedi anche cap. I.2.3). In particolare, il sistema deltizio attivo del fiume Po, che si sviluppa nel margine nord-orientale in continuità con il delta moderno, si è formato a partire dal XVII secolo. Nel settore centrale, in corrispondenza della costa ferrarese e ravennate, si trova una antica piana deltizia fossilizzata, che è stata alimentata a nord da rami padani attivi fino al Medioevo e a sud dai corsi d'acqua appenninici che costruirono le antiche cuspidi deltizie attraverso fasi distinte dal V al XVIII secolo (*Cibin et alii, 2007*).

Nel complesso, nel corso degli ultimi cinque secoli, la piana costiera è cresciuta a spese del mare e l'avanzamento massimo della linea di riva è stato di circa 25 km (*Ciabatti, 1990*). Durante lo stesso

periodo, nel settore centrale, la linea di riva è avanzata di circa 2-5 km e nel settore meridionale circa 0.5-1.5 km.

Nel settore meridionale, la piana costiera ha attraversato cicli di erosione e crescita e la sua ampiezza è rimasta circa costante (1 km) negli ultimi secoli.

La carta altimetrica di sintesi, riportata in Figura I.2.2-1, evidenzia chiaramente l'assetto morfologico della piana costiera e la grande estensione delle aree con quota inferiore al livello del mare, che ammontano a circa 1.200 km<sup>2</sup>, con quote minime comprese tra -3 e -4 m rispetto al livello del mare.

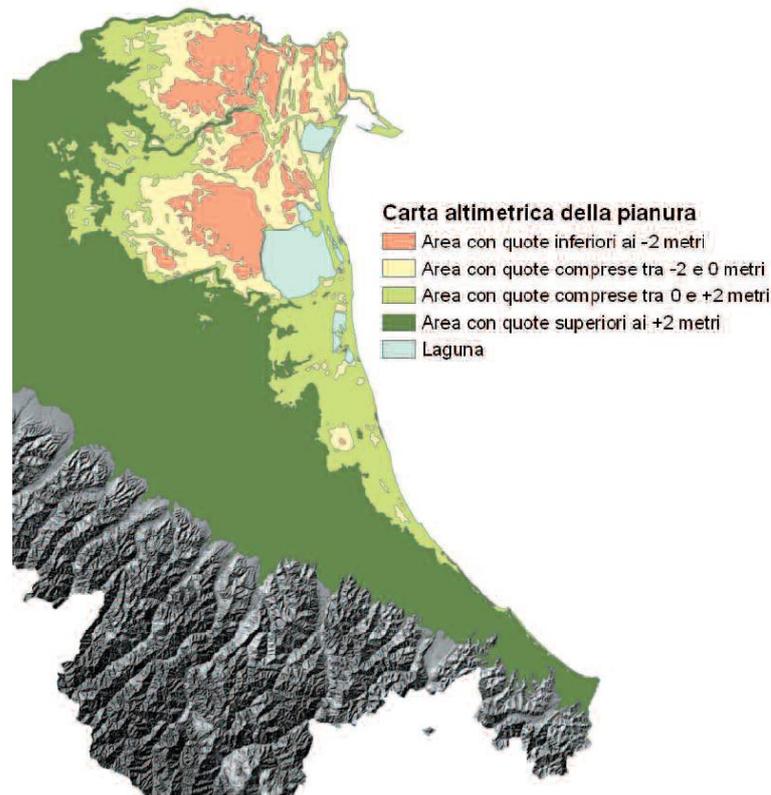


Figura I.2.2-1: mappa dell'assetto altimetrico della piana costiera emiliano-romagnola.

Il territorio ferrarese è quello maggiormente caratterizzato da aree depresse, residui di antiche baie e lagune in gran parte prosciugate dalle attività di bonifica. Nella piana costiera i rilevati morfologici coincidono con gli argini fluviali e con quelli dei canali di bonifica, o con residui di antichi cordoni litorali, che sono via via più recenti verso la costa. Le quote delle dune sono comprese tra +2 e +3 m s.l.m., con alcuni elementi che raggiungono quote superiori ai 5-6 m.

Nel settore meridionale le quote medie sono più elevate rispetto alle aree centrali e settentrionali e sono comprese tra lo 0 e i 4 m, anche se sono praticamente assenti i rilievi morfologici realmente ascrivibili alle dune, che sono state totalmente spianate o ricoperte da elementi antropici. Il retrospiaggia risulta spesso rilevato, con quote superiori ai 3 m. Verso ovest la piana è limitata da un gradino morfologico, che la separa dalla piana alluvionale appenninica. Questo gradino è molto evidente e in alcuni tratti determina dislivelli da 3 m fino a 6 m; esso è interpretato come una scarpata costiera (terrazzo marino) formatasi durante l'ultima risalita del livello del mare post-glaciale e databile intorno ai 6.000 anni fa (*Parea, 1991; Veggiani, 1988*). Altri autori attribuiscono invece questo elemento ad una ripa di erosione di età romana (*Coltorti, 1991; Elmi et alii, 1991*).

### I.2.2.2. Morfologia dei fondali

L'assetto morfo-batimetrico dei fondali è descritto fino alla linea di demarcazione Italia-Croazia, che dista circa 65 km dalla costa, ove si registrano profondità variabili di circa 40-50 metri (Figura I.2.2-2). Fino alla profondità di 35-40 metri, che si raggiunge ad una distanza superiore ai 35 km dalla riva, la pendenza e la morfologia sono molto regolari e la copertura sedimentaria è costituita da sabbie litorali e da argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma, accumulati nella fase di stazionamento alto del livello del mare, negli ultimi 6 mila anni circa (*Trincardi et alii, 1994; Correggiari et alii, 1996; Carta Geologica dei Mari Italiani in scala 1:250.000 Foglio NL 33-10 Ravenna, 2001*). A profondità maggiori si osservano, invece, irregolarità morfologiche legate alla presenza di depositi costieri pelitici e cordoni litorali a componente sabbiosa, depositati durante la fase trasgressiva avvenuta tra 12 mila anni e 6 mila anni fa, privi, o quasi, di copertura sedimentaria recente (*Colantoni et alii, 1979, 1990; Trincardi et al 1994; Correggiari et alii, 1996, Moscon et al. 2015*). Dove questi depositi sono assenti affiorano i sedimenti di piana alluvionale riferibili all'ultimo acme glaciale, ovvero circa 18 mila anni fa (*Trincardi et alii, 1994; Carta Geologica dei Mari Italiani in scala 1:250.000 Foglio NL 33-10 Ravenna, 2001*).

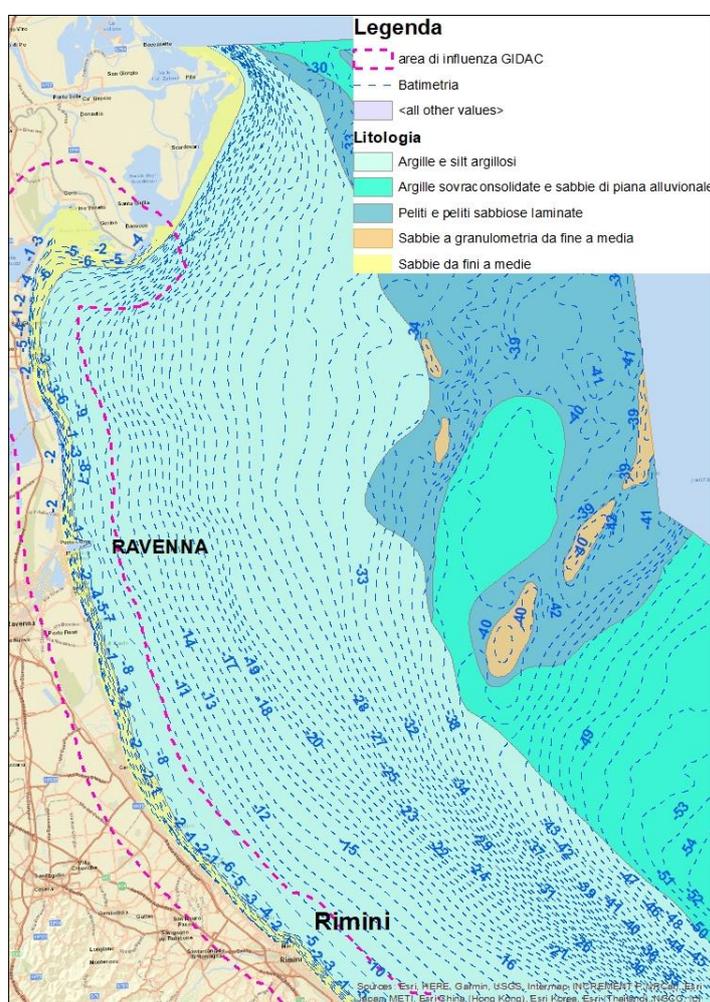


Figura I.2.2-2: carta batimetrica e litologica dei fondali antistanti l'Emilia-Romagna

L'immersione dei fondali è differenziata nei diversi settori della costa: verso sud-est nel ferrarese, verso est nel ravennate e, con passaggio graduale, nord-est nel settore riminese, analogamente all'orientazione della linea di costa. La conformazione delle curve batimetriche della spiaggia sommersa mostra l'esistenza di tre domini distinti caratterizzati da profondità e gradienti differenti. Il primo si sviluppa dalla linea di riva fino a profondità comprese tra -2 e -4 m circa, ed è

caratterizzato dalla presenza diffusa di strutture sedimentarie macroscopiche (barre e truogoli, bassofondi, escavazioni, ecc.). Esso verosimilmente corrisponde alla spiaggia sommersa interna. Il secondo dominio è compreso tra le quote -2/-4 m e i -4,5/-9 m ed è caratterizzato da un fondale più regolare con pendenze più blande e corrisponde alla spiaggia sommersa esterna. Il terzo dominio, che si sviluppa al di sotto dei -4.5/-9 m con pendenze ancora più lievi, appartiene alla zona di transizione alla piattaforma. I passaggi da un dominio all'altro si registrano a profondità maggiori prevalentemente nei settori centrale e meridionale della costa mentre i valori minimi si osservano nel settore ferrarese dove i limiti tra i vari domini tendono progressivamente ad essere meno netti e a scomparire verso nord (Figura I.2.2-3). Osservando l'andamento delle batimetrie risulta piuttosto evidente che tale zona si comporta come un ampio golfo limitato a nord dalla foce del Po di Goro e, a sud, dalla foce del fiume Reno, con fondali di bassa profondità e con pendenze blande.

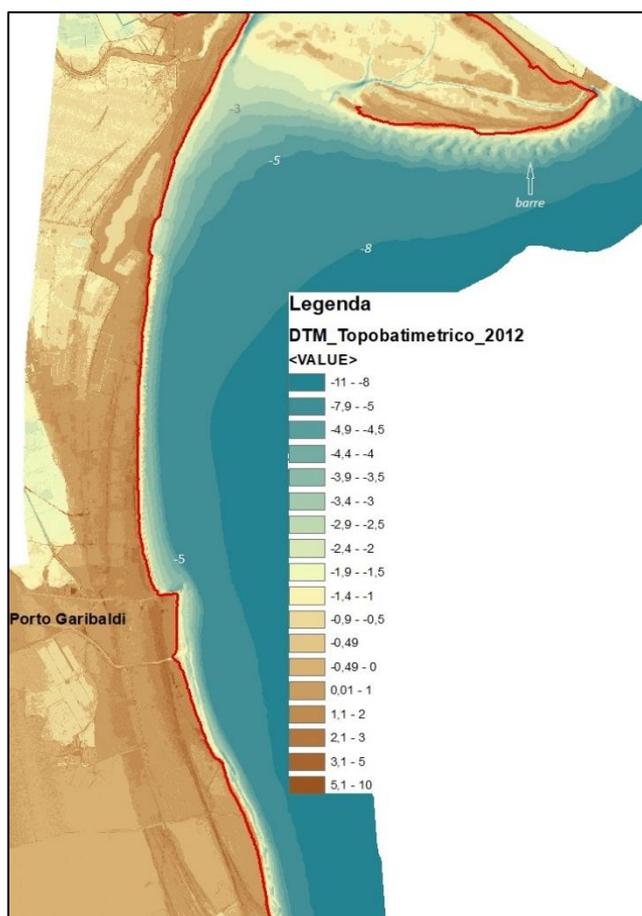


Figura I.2.2-3: batimetria del settore ferrarese

Le morfologie osservate sotto costa, sono collegate ai processi marini e ai flussi sedimentari, dipendenti dalla frangenza delle onde e dalla circolazione delle correnti. La corrente long-shore, in particolare, con direzione prevalente da sud verso nord lungo tutto il litorale emiliano-romagnolo è uno dei principali motori del movimento delle sabbie della spiaggia sommersa interna (*Bondesan et alii, 1978; Idroser S.p.A., 1996*). In questo dominio più prossimo alla linea di riva, a scala locale, l'assetto dei fondali è fortemente influenzato dall'interazione tra moto ondoso, correnti e opere di difesa rigide artificiali. In questo contesto sono frequenti infatti accumuli a tergo delle scogliere e approfondimenti sul lato mare, come in corrispondenza delle opere aderenti (si veda oltre), nonché la scomparsa generale delle barre litorali (*Perini et alii, 2008*). Altra peculiarità delle morfologie

sommerse delle coste protette da scogliera sono le escavazioni dovute al flusso delle correnti lungo i varchi (*Perini et alii, 2008*).

Confrontando i diversi rilievi a disposizione a partire dalla fine del XIX secolo fino alla più recente del 2018, risultano evidenti variazioni significative della spiaggia sommersa e una tendenza generalizzata di abbassamento dei fondali, oltre alla continua influenza delle grandi opere come i porti di Rimini, di Porto Garibaldi e di Ravenna. In corrispondenza delle grandi opere marittime si osserva, infatti, una diminuzione della profondità dei fondali e della loro pendenza, dovuta all'accumulo di sedimento a ridosso delle opere che fungono da trappola, intercettando le correnti long-shore.

### **1.2.2.3. Principali elementi morfologici della costa**

Gli elementi geomorfologici della fascia costiera emiliano-romagnola, mappati attraverso la fotointerpretazione di riprese aeree relative al periodo 1943 - 2005 sono numerosi, raggruppati in sei principali tematismi (*Calabrese et al., 2010*):

- la duna;
- la spiaggia emersa;
- le opere di difesa;
- la spiaggia sommersa
- la foce fluviale;
- la laguna;
- la zona umida

La mappatura della spiaggia emersa e della duna è stata aggiornata anche sulla base dei successivi voli fino al 2019. Nel 2022, si concluderà la revisione completa della cartografia della duna costiera, che contiene nuove classificazioni, quali le quote, la dinamica, il livello e la tipologia di vegetazione. Informazioni necessarie a supportare le analisi di vulnerabilità e rischio e, soprattutto, a individuare i punti dove sarà opportuno intervenire con progetti di ripristino o restauro del cordone dunoso.

#### **1.2.2.3.1. La duna costiera**

I dati relativi alla duna riguardano la sua distribuzione, la sua ampiezza, il grado di maturità, la continuità, la presenza di varchi e l'altimetria. Le dune costiere, attive o stabilizzate, sono presenti lungo circa il 37% della costa e sono concentrate nel litorale ravennate e ferrarese (compreso lo Scanno di Goro) mentre sono praticamente assenti in quello riminese. Il dato, aggiornato sulla base dei dati preliminare della nuova cartografia, potrebbe subire leggere modifiche nella versione finale.

La maggior parte delle dune sono stabilizzate e solo una piccola percentuale risulta attiva (Figura 1.2.2-4). La quota massima della cresta è generalmente compresa tra 4 e 5 m, con punte massime fino a circa 8 metri tra Lido degli Scacchi e Porto Garibaldi, mentre le quote più frequenti sono comprese tra 2 e 3 metri. L'ampiezza varia da 0 a 200 m, ma essa può aumentare notevolmente (fino a oltre 500 m, come nel caso di Foce Bevano) se si considerano i complessi di duna antica con i quali la duna recente è spesso confinante. La continuità della duna massima è stata misurata tra Foce Bevano e foce del Savio e supera il chilometro.

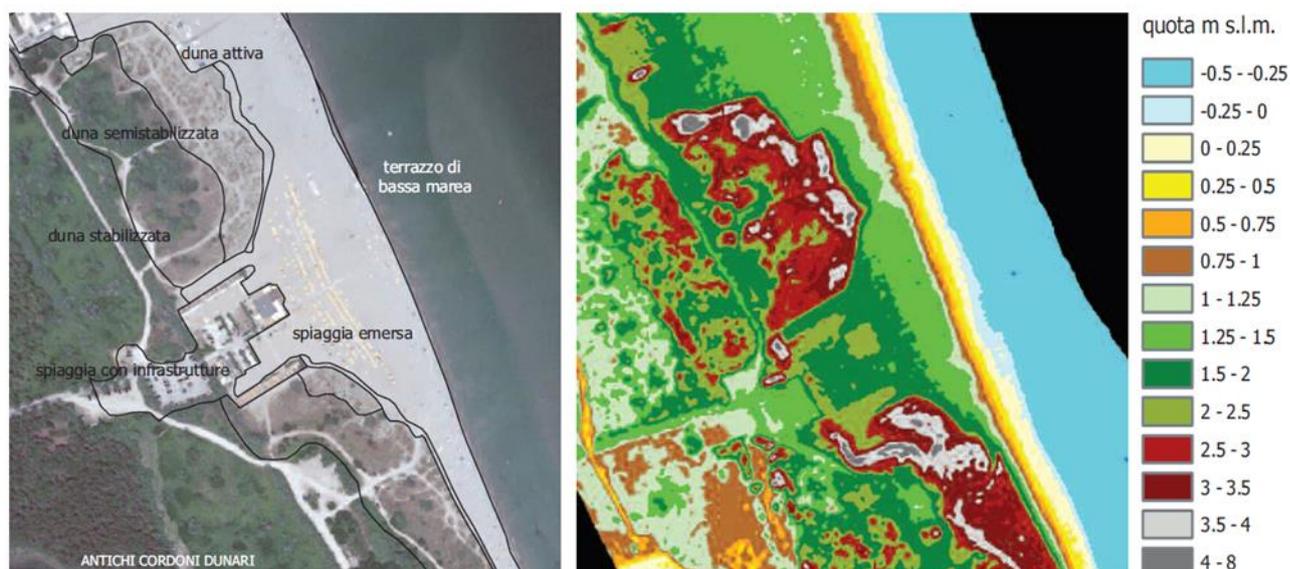


Figura 1.2.2-4: esempio degli elementi morfologici che caratterizzano la porzione emersa: fotointerpretazione (a sinistra) e modello digitale del terreno (a destra).

In occasione della revisione della cartografia della duna costiera al 2018-2019 è stata fatta una prima analisi della dinamica recente, confrontando diversi dataset lidar disponibili (Perini et al., 2019). Dai calcoli risulterebbe che circa il 20 % della duna è attualmente in arretramento. Anche questo è un dato in corso di aggiornamento al 2022.

#### 1.2.2.3.2. La spiaggia emersa

Gli elementi della spiaggia emersa sono:

- la spiaggia emersa libera da infrastrutture;
- la spiaggia emersa con infrastrutture;
- il terrazzo di bassa marea;
- il ventaglio di washover.

La spiaggia con infrastrutture è la porzione di spiaggia emersa occupata da opere antropiche permanenti come ristoranti, strutture balneari, parcheggi, ecc. Trattandosi di un'area in gran parte cementata, essa presenta un comportamento "rigido" nei confronti della dinamica costiera. La spiaggia emersa libera da infrastrutture si estende dal piede della duna o dal limite della spiaggia con infrastrutture alla linea di riva (Figura 1.2.2-5); essa presenta un comportamento "morbido" nei confronti dei processi morfo-dinamici della costa. Nella costa riminese la spiaggia emersa è lateralmente continua e con variazioni di ampiezza poco accentuate; diversamente, nella costa ravennate e ferrarese è lateralmente discontinua e irregolare e si osservano variazioni di ampiezza accentuate. In queste zone sono presenti tratti costieri privi di una vera e propria spiaggia emersa, poiché, a causa del grave arretramento della linea di riva è stato necessario erigere opere di difesa radenti (argini).



Figura I.2.2-5: esempio di spiaggia con infrastrutture e spiaggia libera

Il terrazzo di bassa marea è un elemento discontinuo e variabile compreso tra la linea di alta e quella di bassa marea, con ampiezze tra 30 e 35 metri, ricorrenti negli ortofotomosaici successivi agli anni tra il 1976-78 e tra 50 e 55 metri, riscontrata negli anni 1943-44 e 1954-55. Il ventaglio di washover è un elemento morfo-deposizionale generato durante gli eventi di mareggiata ed è presente diffusamente in due brevi tratti costieri della costa emiliano-romagnola situati, in corrispondenza della foce di Fiumi Uniti e la foce del Reno, dove forma dei campi estesi (Figura I.2.2-6). I ventagli di washover in questi due tratti sono ricorrenti nel tempo ed è possibile attribuire al processo di overwashing la modalità con cui si realizza il rapido arretramento della linea di riva che caratterizza questi paraggi.



*Figura I.2.2-6: Campo di ventagli di washover (Vene di Bellocchio)*

Altre forme associate agli eventi di mareggiata sono le scarpate erosionali e i canali di deflusso. Le scarpate possono formare ripidi gradini di altezza variabile da pochi decimetri fino a oltre un metro (Figura I.2.2-7) mentre i canali di deflusso sono elementi effimeri generati dal flusso di ritorno delle acque marine accumulate sulla spiaggia durante la mareggiata (Figura I.2.2-8); possono essere responsabili di erosione e trasporto cross-shore della sabbia di spiaggia.



*Figura I.2.2-7: abbassamento del piano di spiaggia e creazione di scarpata erosionale (Lido di Savio)*



Figura I.2.2-8: Canale di deflusso (Lido di Savio)

### I.2.2.3.3. La spiaggia sommersa

La spiaggia sommersa interna (o intertidale) è caratterizzata da barre longitudinali, bassi fondali e da depressioni che possono essere truogoli o escavazioni determinate dalle correnti di reflusso. Le barre longitudinali sono generalmente diffuse dove la costa non risulta protetta da difese artificiali. Il numero di barre longitudinali presenti può variare da due a tre (Figura I.2.2-9 e profilo Figura I.2.2-10).

La barra di frangimento interna si presenta a distanze inferiori a 60-100 m e a profondità comprese tra 0,5 e 1 m; la sua forma può essere rettilinea ma più frequentemente è ondulata, simmetricamente o asimmetricamente, e spesso risulta interrotta dai canali e dai depositi di *rip current*. La barra longitudinale esterna è posta ad una distanza che oscilla tra i 100 e i 300 m e a profondità di circa 1,5-3 m; la sua forma è rettilinea o, più raramente, debolmente ondulata. Tra le due si può osservare una barra intermedia. I bassi fondi a barre oltre che dalle barre longitudinali possono essere costituiti anche da sistemi di barre oblique; generalmente questi sistemi sono sviluppati nella fascia fino a 100 m dalla riva.

All'interno della fascia dei 100 m si hanno le evidenze più chiare dei processi della dinamica litorale sotto-costa, come quelli alimentati dalle correnti di ritorno (*rip current*) e dalle correnti lungo costa.



Figura 1.2.2-9: tipologico sistema di barre che caratterizzano la spiaggia sommersa interna. A sinistra evidenze profili barre da foto aerea, a destra ricostruzione degli elementi individuati e loro denominazione

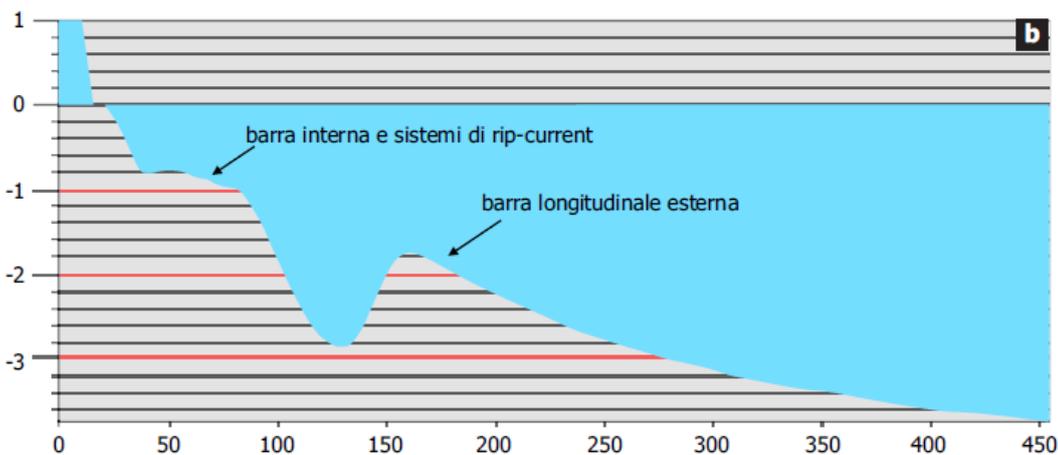


Figura 1.2.2-10: Profilo batimetrico trasversale alla linea di riva (vedi posizione in Figura 1.2.2-9) sono intercettate la 'Barra longitudinale esterna e sistema di barre e canali di rip current (foce Bevano)

Nei tratti di costa protetta, una gran parte dei bassofondi si forma a tergo delle opere di difesa rigide distaccate: i bassofondi associati alle scogliere e quelli generici, la cui profondità è limitata generalmente tra i 0,5 e 1 m, presentano una diffusione areale circa cinque volte superiore rispetto a quella delle barre longitudinali e delle barre oblique.

Le escavazioni possono approfondirsi di parecchi metri (fino a oltre 4 m circa) rispetto al fondale circostante e si osservano in corrispondenza dei sistemi di scogliere, tra Rimini e Cesenatico e tra Porto Garibaldi e Lido delle Nazioni e nei sistemi a celle (misti e soffolti), presso Lido di Dante e Lido Adriano. (Figura 1.2.2-11).

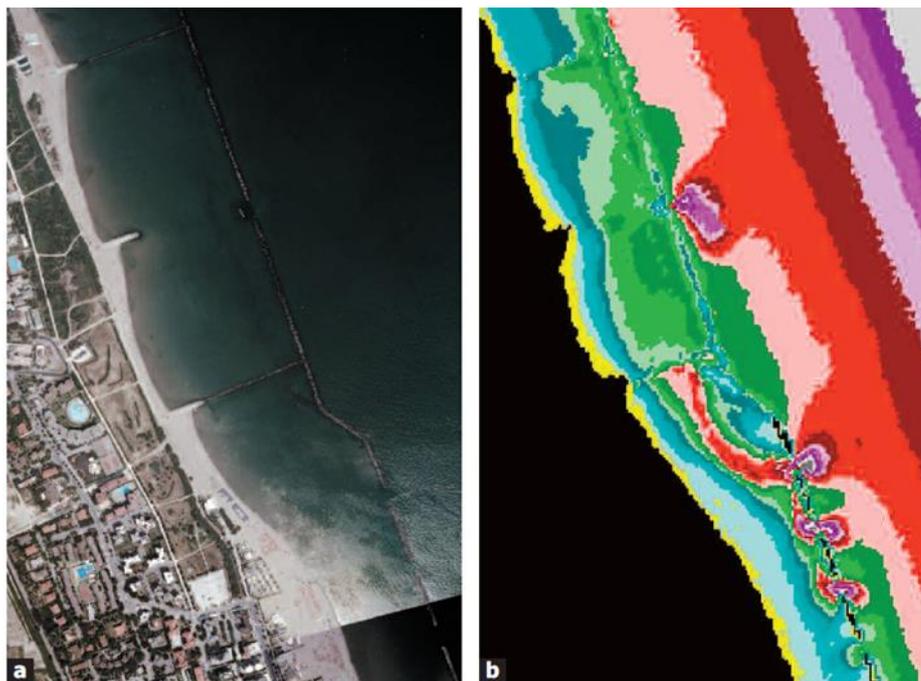


Figura I.2.2-11: sistemi di difesa costiera (a sinistra) e modello digitale del fondale che evidenzia la presenza di escavazioni in corrispondenza dei varchi delle opere (a destra).

Le escavazioni possono essere collegate ai processi cross-shore della costa, ad esempio associati a correnti di ritorno generate da mareggiate e a flussi con sospensioni generati da piene fluviali, che sono in grado di innescare l'erosione e la deposizione dei sedimenti nella spiaggia sommersa e pertanto influire sulla conformazione dei fondali. Di questi processi oggi giorno si sa ancora poco anche se alle evidenze superficiali possiamo associare nuove importanti informazioni provenienti dalle indagini geofisiche di recente acquisizione.

#### I.2.2.3.4. Le foci fluviali

Le foci fluviali sono le zone dove i processi geomorfologici riconducibili alla sedimentazione fluviale si combinano alle correnti litoranee, all'azione del moto ondoso e delle maree. In alcuni casi a tali processi si aggiunge l'intrusione di acque salate lungo l'asta fluviale, caratterizzata da maggiore densità del fluido, che crea un'interfaccia, ovvero un "gradino" che l'acqua dolce deve superare, con conseguente perdita di energia e deposizione anticipata dei sedimenti trasportati dalla corrente.

I fiumi appenninici emiliano-romagnoli hanno tutti ridotto pesantemente il loro apporto sedimentario (si veda anche il capitolo dell'Allegato I - I.3.1.3) e le foci sono principalmente controllate dal moto ondoso in un regime di marea microtidale, anche se non mancano episodi in cui i fiumi riprendono ad essere il *driver* sia idraulico che morfologico. La parte terminale di alcuni corsi d'acqua è migrata verso nord per effetto delle correnti lungo costa in un regime fluviale di bassa energia, che ha originato la formazione di "isole-barriera" (*spit*), scomparse negli ultimi decenni a causa della forte erosione (fiume Reno Figura I.2.2-12 e Torrente Bevano Figura I.2.2-13).



Figura I.2.2-12: evoluzione di foce Reno dal 1982, in cui si osserva la presenza di uso spit esteso circa 3 km, al 2020. La freccia litoranea è completamente scomparsa per effetto dell'erosione



Figura I.2.2-13: evoluzione di foce torrente Bevano dal 1976, in cui si osserva un delta di marea con barre di foce emergenti, che evolve in una foce con freccia litoranea estesa circa 500 m verso nord (anno 2005).

Il fiume Bevano, così come il fiume Savio, nella parte terminale presentava un carattere meandriforme, che rallentava il deflusso in occasione delle piene: per questo sono stati realizzati interventi di rettificazione della foce (Figura I.2.2-14).

Le foci della costa sud sono fortemente antropizzate, come nel caso dei fiumi Marano e Conca, o addirittura regimate con argini che si propendono a mare, come nel caso dei fiumi Savio, Rubicone, Uso e Marecchia.



*Figura I.2.2-14: Stato attuale della foce del Torrente Bevano.*

#### **I.2.2.3.5. Lagune e zone umide**

L'area lagunare, che si estende esclusivamente in corrispondenza della Sacca di Goro e comprende la foce del Po di Volano e la porzione interna dello scanno di Goro (Figura I.2.2-15) è caratterizzata dalla laguna s.s., dal canale di bocca lagunare, dal canale tidale, dal delta tidale, dalla piana tidale e dalla barena.

La piana tidale, attraversata da una rete di sottili canali tidali, si sviluppa nel settore interno dello scanno di Goro e localmente nel margine interno della freccia di Volano. La barena è un dosso sabbioso all'interno dell'area lagunare che emerge dall'acqua con la bassa marea. Si distingue dal bassofondo generico perché presenta una porzione sempre emersa dall'acqua che spesso è ricoperta di vegetazione. Si osserva in corrispondenza della foce del Po di Volano e nel lato lagunare dello scanno di Goro, in prossimità della foce del Po di Goro. Le quote sono comprese generalmente tra +0,5 m e +2 m s.l.m. e quelle più diffuse sono intorno a +1 m s.l.m. Il canale di bocca lagunare principale è situato a ridosso della freccia litorale della foce del Po di Volano, presenta una profondità massima intorno ai -4,5 m, un'ampiezza massima di circa 200 m e una lunghezza di oltre 1.500 metri; una bocca lagunare secondaria separa l'isola-barriera dalla freccia litorale e si è sviluppata da un taglio artificiale dello scanno attuato verso la fine degli anni '80 (*Simeoni et alii, 2000*). I delta di marea maggiori sono associati ai canali di bocca lagunare, dove raggiungono un'estensione complessiva variabile tra 50 e 100 ettari, mentre piccoli ventagli tidali si possono osservare localmente nello Scanno di Goro.

Questo ambiente, nelle porzioni corrispondenti alle frecce litorali, è estremamente dinamico e, fatta eccezione per il canale di bocca lagunare principale e recentemente per quello secondario, gli elementi morfologici sono in continua evoluzione e modificazione, come è evidente osservando le immagini aeree. La zona umida è particolarmente estesa lungo la costa ravennate e soprattutto in quella ferrarese, dove si sviluppa in corrispondenza delle foci dei corsi d'acqua (Bevano, Savio, Fiumi Uniti, Reno - Vene di Bellocchio, Po di Volano) e del sistema di freccia litorale dello Scanno di Goro e lungo la riva della Sacca di Goro. Le zone umide sono aree con quote generalmente inferiori al metro s.l.m. e localmente al di sotto del livello del mare che possono essere inondate anche da mareggiate ordinarie. In alcuni tratti costieri, il rapido arretramento della spiaggia porta all'affioramento nella battigia e nella spiaggia sommersa dei limi e delle argille, tipiche di questi ambienti di retrospiaggia.



Figura I.2.2-15: Sistema lagunare della Sacca di Goro: sono visibili le foci dei due rami Po di Volano e Po di Goro e la freccia litorale (spit) che separa la Sacca omonima dal Mare Adriatico

### 1.2.3. Geologia della piana costiera e dei fondali

Di seguito si fornisce un inquadramento dell'assetto geologico, strutturale, stratigrafico e sedimentologico della piana costiera e dell'area marina antistante: queste informazioni permettono di risalire alle cause della fragilità dell'ambiente costiero e forniscono indicazioni circa le sue dinamiche e i possibili impatti legati ai cambiamenti climatici.

La conoscenza geologica è relativamente recente e, almeno per gli aspetti strutturali e della geologia profonda, legata alle ricerche di risorse energetiche svolte a partire dagli anni '30.

Lo studio della geologia superficiale ha avuto un forte impulso con il progetto CARG: l'elaborazione relativa alla parte emersa è stata a carico della Regione in collaborazione con varie università, mentre per la parte marina è stata elaborata dal CNR-ISMAR, entrambe sotto il coordinamento di ISPRA. Il progetto si è attuato in gran parte tra gli anni '90 e 2000.

A partire dal 2010 l'Area Geologia, suoli e sismica della Regione (AGSS) in collaborazione con CNR-ISMAR, ha raccolto ed elaborato dati innovativi e di dettaglio, nella zona di interfaccia terra-mare, permettendo di aumentare notevolmente la conoscenza sull'assetto e l'evoluzione millenaria di questo ambito territoriale. Tali informazioni sono descritte in un manuale, in pubblicazione, di Calabrese et al. (in prep), dal titolo "La Geologia tra la Terra e il Mare - Esperienze in Emilia-Romagna nello studio delle coste basse sabbiose per l'analisi dei rischi costieri".

#### 1.2.3.1. Geologia strutturale

Il contesto geodinamico in cui si colloca la costa emiliano-romagnola è quello di un margine attivo convergente ove, a seguito del raccorciamento crostale, si formano le falde tettoniche dell'orogene che sovrascorrono sulla zolla in subduzione, relativamente poco deformata. In particolare, la piana costiera si sviluppa al margine del fronte appenninico sepolto e deformato, dove la zolla adriatica si inabissa al disotto della catena. Questo è il settore esterno della cosiddetta "avanfossa", la depressione che si forma al margine di un'area continentale verso la quale è diretta una migrazione orogenica responsabile della formazione delle catene montuose, interessato dalle fasi di deformazione compressiva plio-quadernaria (Ricci Lucchi, 1986). Il fronte appenninico sepolto è orientato circa NW-SE e nella porzione settentrionale della piana costiera si sviluppa nell'entroterra ad una distanza di decine di chilometri dal litorale, mentre verso sud oltrepassa la linea di riva proseguendo direttamente nel sottofondo marino (Figura 1.2.3-1).

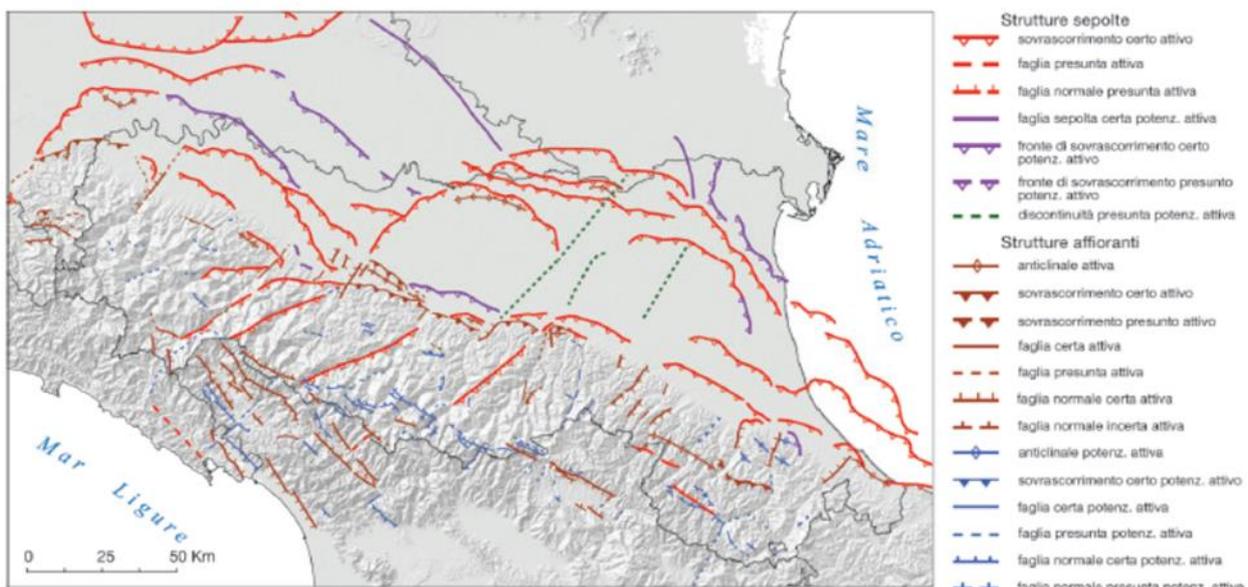


Figura 1.2.3-1: mappa di sintesi delle strutture tettoniche attive e potenzialmente attive in Emilia-Romagna (tratta da Martelli et al., 2017)

Il fronte deformato è caratterizzato da faglie e sovrascorrimenti a cui è associata una sismicità attiva che si manifesta lungo la fascia costiera, in particolare nella porzione meridionale, sovente interessata da terremoti di bassa intensità e, occasionalmente, da terremoti severi, come quello di Rimini del 16 agosto 1916 (Intensità scala Mercalli = 5.9). La distribuzione dei terremoti recenti e passati (Figura I.2.3-2) mostra, infatti, che alcune strutture sepolte sono attive ancora oggi e coinvolgono, in particolare, la costa ravennate e riminese.

In termini di pericolosità sismica, con riferimento alla normativa nazionale vigente in materia antisismica, tali settori risultano soggetti a possibili terremoti di maggiore intensità, fino a magnitudo quasi pari a 6. I valori tendono a diminuire verso nord dove, nel ferrarese, i massimi terremoti di riferimento si attestano intorno ad una magnitudo pari a 5.

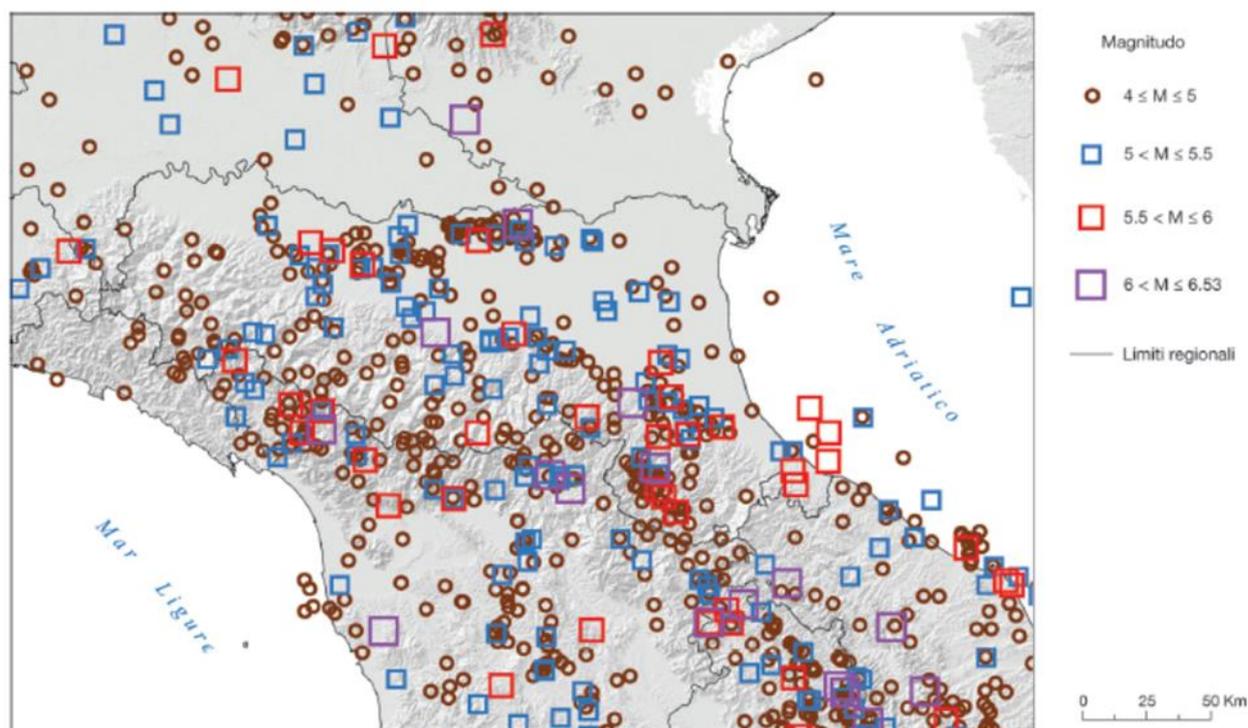


Figura 3.1: epicentri dei principali terremoti ( $M_W > 4$ ) che hanno interessato l'Emilia-Romagna dall'anno 1000 al 2014 (Rovida et al., 2016; ISiDe Working Group, 2015); dimensione e colore del simbolo sono rappresentativi della magnitudo (v. legenda).

Figura I.2.3-2: epicentri dei principali terremoti nel periodo 1000-2014 in Emilia-Romagna e aree limitrofe (Rovida et al 2014).

Nell'area costiera, inoltre, esistono le condizioni sismiche e geotecniche che rendono possibili i fenomeni di liquefazione in occasione di forti terremoti. La Figura I.2.3-3, tratta da Facciorusso e Vannucchi (2009), mostra che è il settore compreso tra Milano Marittima e Riccione quello maggiormente esposto a tale problematica.

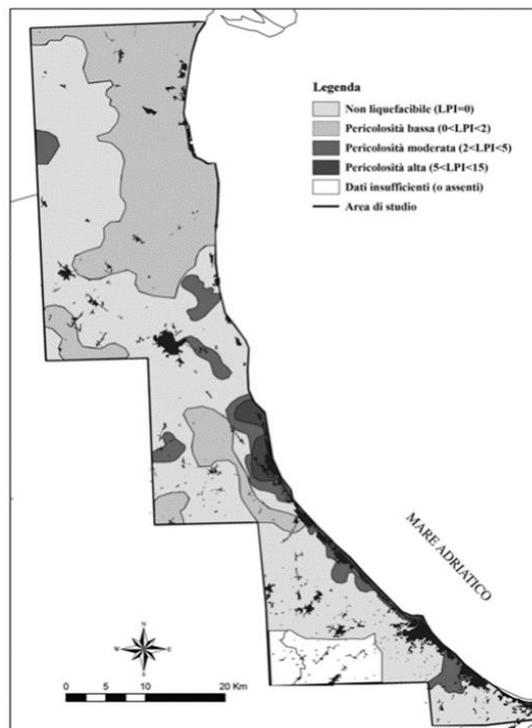


Figura I.2.3-3: Mappa areale di pericolosità alla liquefazione (tratta da Facciorusso e Vannucchi, 2009)

La strutturazione delle falde appenniniche è responsabile anche della subsidenza tettonica, che si manifesta soprattutto in corrispondenza del margine esterno della catena, coinvolgendo i settori costieri. Ai processi geodinamici in atto, in particolare alla deformazione della placca in subduzione, (Figura I.2.3-4) è infatti associata la prima componente naturale della subsidenza, i cui valori massimi sono di circa 1 mm/a.

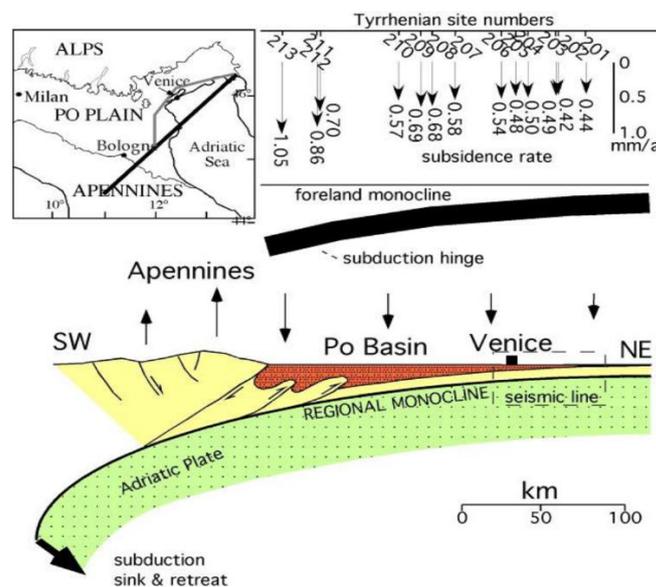


Figura I.2.3-4: In alto sono riportati i tassi di subsidenza determinati in base alla profondità del livello Tirreniano in siti lungo la linea grigia (dati dopo Antonioli et alii, 2009). In basso è riportata una sezione geologica schematica che mostra la subduzione della placca Adriatica al di sotto della catena Appenninica. La distribuzione dei tassi di subsidenza lungo la sezione mostra che i valori sono crescenti da NE a SW ovvero dall'avampaese verso la cerniera del piano di subduzione (figura tratta da Cuffaro et al, 2010).

### 1.2.3.2. Stratigrafia del sottosuolo della piana costiera e dell'area marina

L'avanfossa, che caratterizza la piana costiera dell'Emilia-Romagna, è colmata dai depositi alpini e appenninici erosi e trasportati dai corsi d'acqua sin dalla sua generazione e, durante la sua evoluzione ha continuato a svolgere il ruolo di bacino di raccolta dei sedimenti.

La successione quaternaria presenta qui uno spessore massimo di oltre 2.000 metri, accumulatosi grazie alla forte subsidenza naturale di questo settore. Tale successione registra nel complesso un'evoluzione sedimentaria di tipo regressivo che testimonia il progressivo riempimento del bacino sedimentario, con il passaggio da ambienti marini, prevalenti alla base, a quelli continentali, dominanti verso il tetto. Da un punto di vista litologico si tratta di alternanze metriche di livelli prevalentemente argilloso-limosi e livelli prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi (Figura 1.2.3-5).

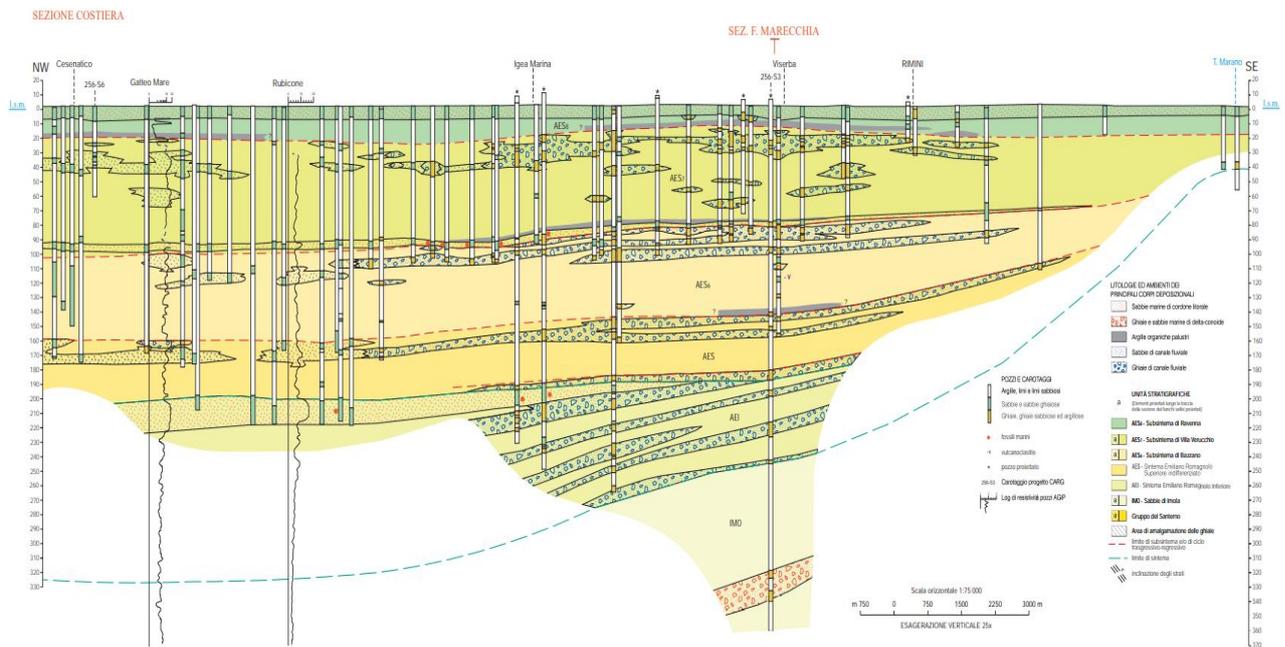


Figura 1.2.3-5: sezione geologica della successione del Quaternario nel settore costiero (tratto dal Foglio CARG 256 "Rimini")

Questo assetto stratigrafico del sottosuolo favorisce un ulteriore abbassamento del terreno, attraverso la compattazione degli intervalli fini, aggiungendo così un secondo importante contributo alla subsidenza naturale. Attraverso approcci modellistici è stato valutato che questo processo di compattazione può produrre un tasso di subsidenza compreso tra 0.5 e 4 mm/anno, con valori massimi concentrati nel settore del delta padano che decrescono radialmente allontanandosi da questo settore (Gambolati e Teatini, 1998; Carminati e Di Donato, 1999). In uno studio recente i tassi di abbassamento osservati nel delta padano nel periodo 1992-2000, compresi tra 3 a oltre 12 mm/a, sono stati attribuiti esclusivamente al processo di consolidamento dei depositi fini deltizi olocenici che risulta ancora lontano dall'essersi esaurito (Teatini et alii, 2011).

La ciclicità sedimentaria del sottosuolo ovvero l'alternanza di intervalli ghiaiosi e sabbioso-limosi con intervalli argilloso-limosi nonché l'alternanza di ambienti marini e continentali riflette la ciclicità delle fluttuazioni glacio-eustatiche del tardo Quaternario.

In particolare, la stratigrafia della successione tardo-pleistocenica e olocenica (Figura 1.2.3-6) testimonia l'ultima glaciazione, quella del "Wurm", e la successiva fase "calda" che, attraversando variazioni minori, stiamo ancora vivendo.

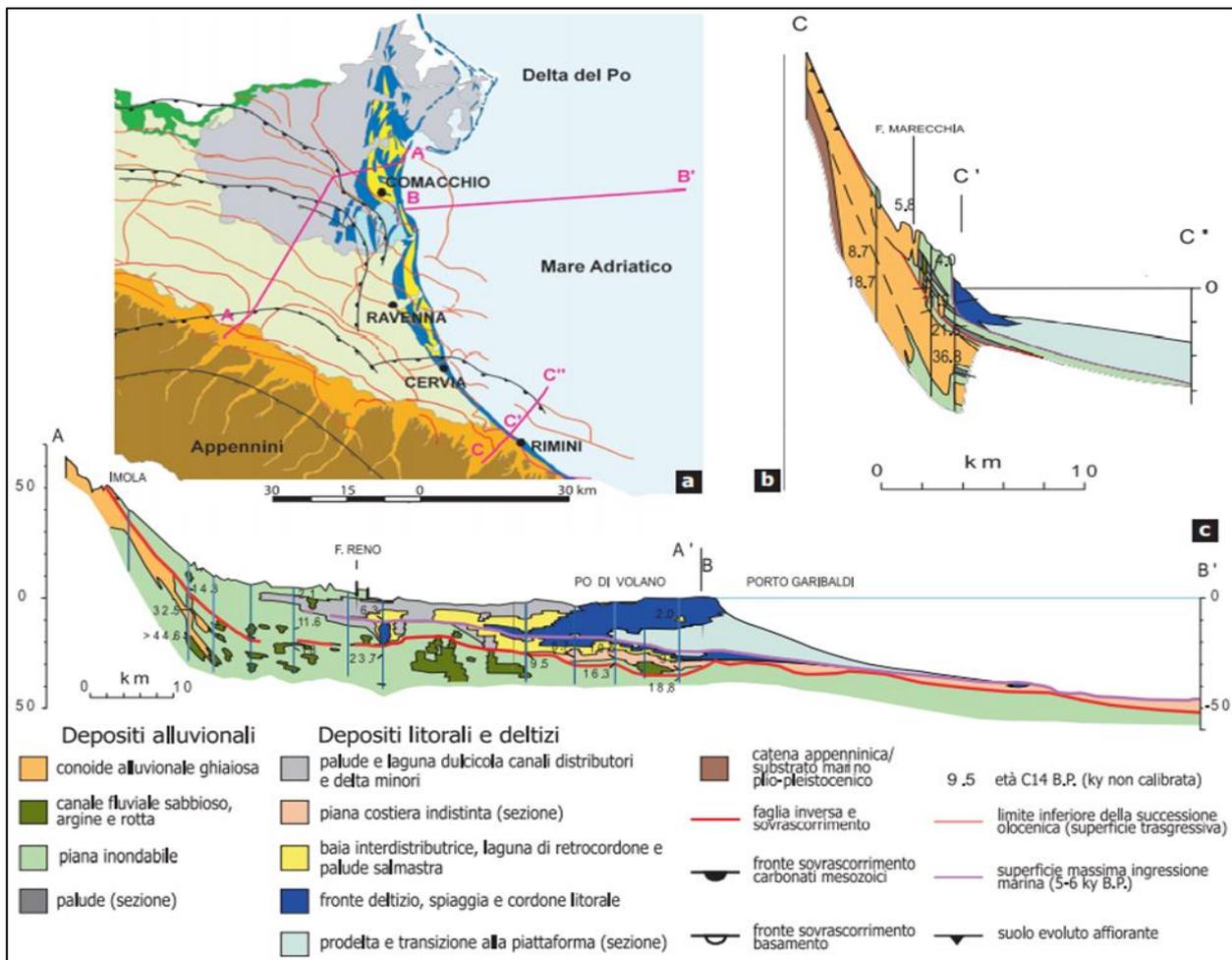


Figura I.2.3-6: sezioni geologiche della successione olocenica in diversi settori della piana alluvionale-costiera emiliano-romagnola (tratto da Calabrese et al 2010).

### I.2.3.2.1. I cicli climatici e sedimentari dell'Olocene

Durante l'epoca glaciale e tardo-glaciale, che ha interessato il nostro territorio e l'intero globo terrestre intorno ai 20.000-18.000 anni fa (Martinson et alii, 1987), la costa si trovava all'altezza del medio Adriatico e tutto il nord Adriatico era occupato da una pianura alluvionale (Figura I.2.3-7). L'attuale territorio litoraneo era solcato da ampi fiumi (l'antico Po e dai fiumi appenninici) caratterizzati da portate idrauliche e da carichi sedimentari ben maggiori di quelli odierni (Veggiani, 1973; Bondesan, 1985; Amorosi et alii, 1999, 2008).



Figura I.2.3-7 Ubicazione della linea di costa durante l'ultimo acme glaciale (in azzurro) e all'acme della trasgressione olocenica (in giallo). La figura è tratta dal libro 'La pianura. Geologia suoli e ambienti in Emilia-Romagna' - Amorosi e Pignone a cura di (2009)

Il brusco miglioramento climatico che seguì nei millenni successivi generò tra 12.000 e 5.500 anni fa, anche nell'Adriatico Settentrionale, una rapida risalita del livello del mare accompagnata da un rapido arretramento della linea di riva per centinaia di chilometri verso terra fino ad assestarsi circa una trentina di km più ad ovest della spiaggia di oggi (Veggiari, 1973; Correggiari et alii, 1996; Amorosi et alii, 2008). Tracce di tale riassetto paleogeografico le troviamo al largo della piattaforma adriatica in cui sono presenti lembi di spiagge relitte affioranti sui fondali (a una profondità compresa fra 30 e 50 m) che testimoniano fasi di relativa permanenza della linea di riva in un generale contesto di rapido arretramento (Colantoni et alii, 1979, 1990; Correggiari et alii, 1996; Carta Geologica dei Mari Italiani in scala 1: 250.000 Foglio NL 33-10 Ravenna, 2001). Questi depositi oggi costituiscono la fonte di primario approvvigionamento per il recupero delle sabbie da utilizzare per il ripascimento delle spiagge; per questo vengono gestiti con massima attenzione dalla regione grazie all'implementazione del 'sistema informativo per la gestione dei depositi di sabbie offshore' (in\_Sand), trattata nel capitolo I.6.1.3.

Da 5.500 anni fa in poi il livello del mare si è relativamente stabilizzato e le foci fluviali hanno ricominciato a fornire sufficiente sedimento alle coste per colmare le aree sommerse e far avanzare il sistema litorale fino alla posizione che conosciamo oggi. L'evoluzione del litorale padano delle ultime migliaia di anni si caratterizza quindi per un progressivo spostamento della linea di riva verso mare grazie all'accrescimento della nuova piana costiera costituita da estesi sistemi deltizi legati all'avanzamento del fiume Po e dei fiumi appenninici (Figura I.2.3-8). A nord di Cervia, l'ampio golfo delineatosi a conclusione della fase trasgressiva precedente, veniva riempito progressivamente da lobi deltizi e cordoni litorali in rapida successione e marcato avanzamento verso mare. Per contro, a sud, la linea di riva ha continuato ad oscillare all'interno di una stretta fascia litorale.

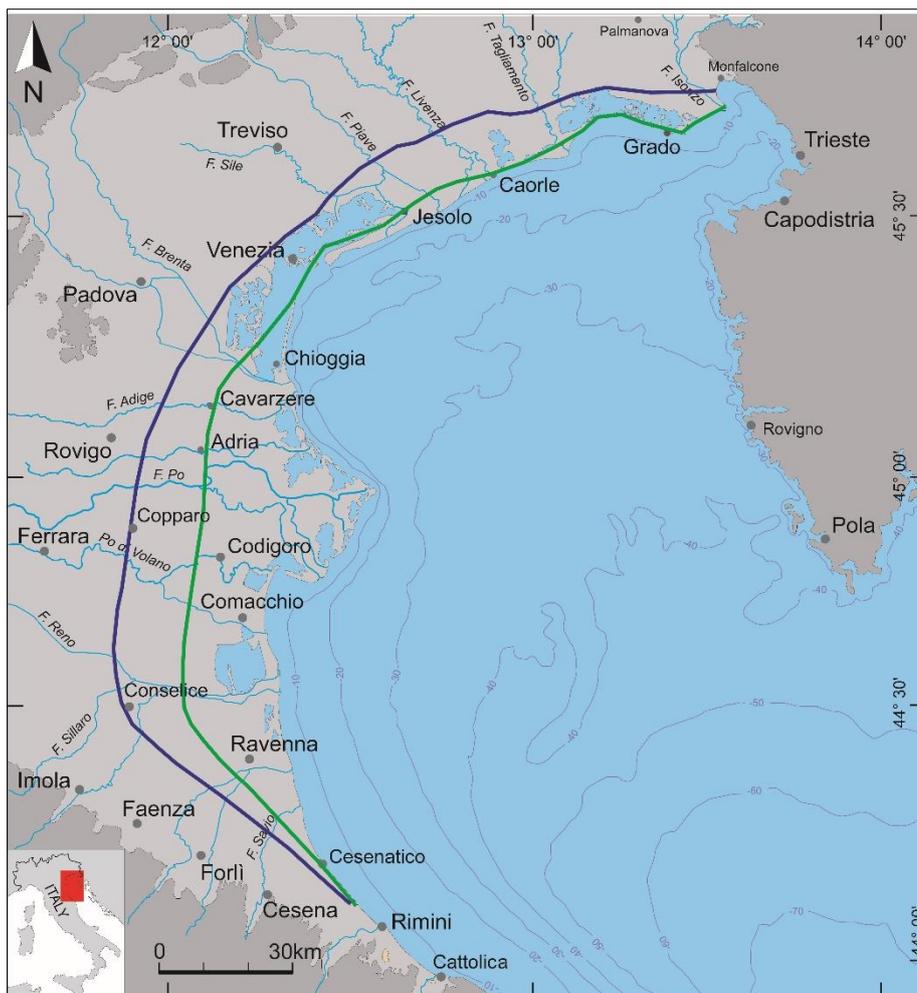


Figura I.2.3-8: posizione delle spiagge (linea verde) e limite delle acque salmastre (linea blu) al momento della massima ingressione marina dell'ultimo ciclo glaciale-interglaciale 6000-5500 anni fa (immagine tratta dal volume *La Pianura*, a cura di Amorosi A. e Pignone R.)

La storia più recente della piana costiera emiliano-romagnola è stata anch'essa influenzata dalle variazioni del clima, e in particolare da cicli ad alta e ad altissima frequenza, che si sono sovrapposti al ciclo interglaciale iniziato circa 10.000 anni fa. Se la tendenza generale durante l'Olocene è stata di miglioramento climatico, accompagnato anche da una rapida risalita del livello marino e da una successiva sua stabilizzazione, all'interno del medesimo periodo si è assistito, infatti, all'alternanza di fasi di deterioramento climatico e fasi di ristabilizzazione di condizioni miti, alla scala delle centinaia e decine di anni, (*Bruckner, 1890; Friis-Christensen & Lassen, 1991*). Lo studio dell'evoluzione delle foci, trattata nel successivo capitolo I.2.4.1, descrive in modo dettagliato l'impatto di questi cicli.

Nel passato recente, ovvero nella storia post-romana, due periodi climatici sono stati particolarmente significativi e ben documentati: l'Ottimo Climatico Medievale (OCM) e la più recente Piccola Età Glaciale (PEG) (*Brazdil et alii, 2005, cum bibl.*). L'OCM è ben documentato nel territorio costiero, dove troviamo evidenze associabili di un periodo caldo con pochi eventi estremi, compreso tra IX secolo e la prima metà del XIII secolo. I massimi sollevamento e ingressione marina sono datati tra il IX e il X secolo d. C. (*Veggiari, 1984*). Numerosi eventi testimoniati un deterioramento climatico, ovvero fenomeni di dissesto idrogeologico (alluvioni, impaludamenti, frane ecc.), sono associabili alla PEG, e sono datati dal XV secolo fino alla prima metà del XIX secolo, con una intensificazione nella prima metà del XVI secolo e in tutto il XVII e il XVIII secolo. Durante tale periodo si assiste alla forte progradazione (avanzamento) del delta padano, che

testimonia un deciso aumento del trasporto solido da parte dei fiumi. Sono documentati anche fenomeni di consistente insabbiamento dei porti della costa emiliano-romagnola nella seconda metà del XVI secolo e alla fine del XVI - inizio del XVII secolo, quando le esondazioni sono state particolarmente frequenti a causa del sovralluvionamento degli alvei fluviali (Veggiari, 1984).

Recenti studi sul delta padano (Correggiari et alii, 2005; Stefani & Vincenzi, 2005; Amorosi et alii, 2008) hanno messo in evidenza l'espansione della successione sedimentaria olocenica negli ultimi 600 anni circa, interpretata concordemente come risposta ad un aumento del trasporto solido che ha causato il forte avanzamento, di circa 25 km, del delta padano nel mare Adriatico.

Le attuali sofferenze del litorale emiliano-romagnolo, ovvero l'erosione della spiaggia e l'ingressione marina, sono state inquadrare nel contesto delle variazioni climatiche alla scala delle centinaia e decine di anni (Marabini & Veggiari, 1993 e Marabini, 2000), come effetto della riduzione dell'apporto solido nel periodo successivo alla PEG, che ha portato allo smantellamento delle cuspidi deltizie e l'arretramento della linea di riva.

Questa dinamica, trattata in dettaglio nel paragrafo I.2.4.1, è chiaramente osservabile attraverso il confronto delle cartografie storiche e recenti e mediante lo studio della geologia dell'interfaccia terra-mare, migliorata negli ultimi anni grazie a indagini innovative nell'ambito della difesa della costa (Calabrese et al. in prep.).

L'incessante arretramento delle cuspidi deltizie dei fiumi Reno, Fiumi Uniti e Savio sono esempi eclatanti di quanto esposto. In Figura I.2.3-9, in particolare, le linee marroni ricalcano la mappa del Pasi, datata al 1570, quindi al culmine della PEG, quando l'apparato di foce del fiume Reno era fortemente avanzato verso est rispetto alla posizione di fine dell'800. Tale evoluzione indica il passaggio dalla fase in cui dominano i processi fluviali, caratterizzati da abbondante apporto sedimentario, alla fase in cui prevalgono le dinamiche marine, che oltre a provocare l'arretramento delle foci, le deviano verso nord, seguendo la direzione delle correnti, dando origine alla formazione delle frecce litoranee (spit). Lo smantellamento dell'apparato di foce, per effetto delle mareggiate, ha fornito il sedimento per l'accrescimento delle spiagge limitrofe che sono avanzate fino alla posizione prossima a quella attuale.

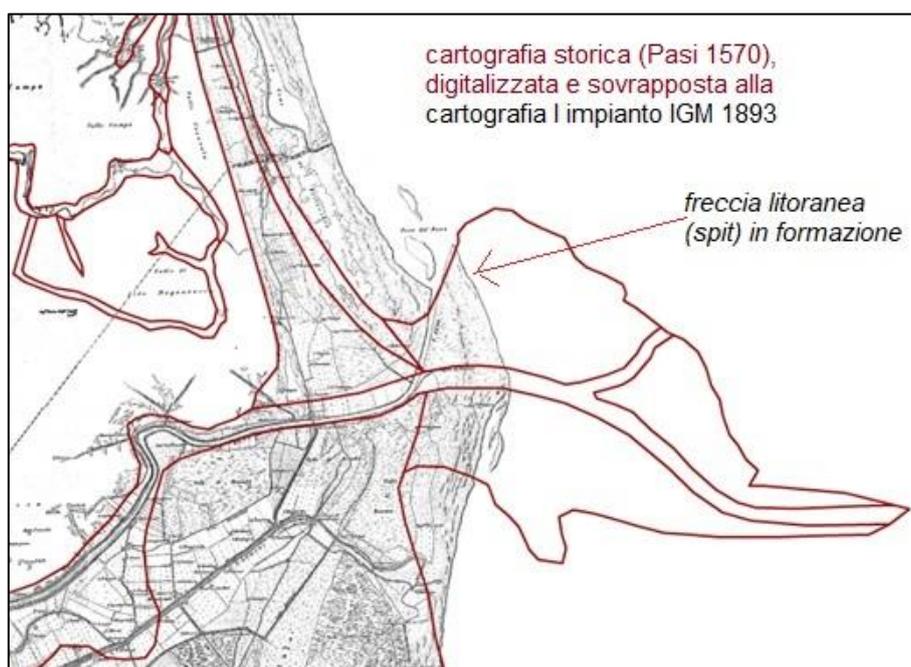


Figura I.2.3-9: Sovrapposizione della mappa di Pasi del 1570 (in marrone) sulla cartografia I impianto IGM del 1893. L'apparato deltizio del Fiume Reno si trovava in una posizione avanzata verso est di circa 8.5 km rispetto alla posizione di fine '800.

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

I depositi più recenti sono stati oggetto di rilievi sismici a mare e di indagini geognostiche, effettuate sia nella porzione emersa che in quella sommersa del settore centro-nord della costa regionale. Essi hanno consentito di indagare le unità tardo oloceniche, ovvero i depositi di stazionamento alto del livello del mare (che va dai 5500 anni fa ad oggi), che si presentano in facies di sedimenti siltoso-argillosi di prodelta e di sabbie di spiaggia sommersa. Il lavoro, realizzato nell'ambito della collaborazione tra l'area geologia, suoli e sismica della regione e il CNR-ISMAR (*Calabrese et al in prep.*), evidenzia che lo spessore delle sabbie attuali è piuttosto esiguo. Solo nella zona di accumulo di Lido degli Estensi, favorita dalla presenza dei moli di Porto Garibaldi, la spiaggia attuale raggiunge uno spessore di 6-7 metri, mentre nei tratti di costa in cui i processi erosivi sono molto evidenti a terra, come a foce Reno o nell'alto ferrarese (Lido Volano), il cuneo di sabbia è molto sottile, con valori massimi di 2-3 metri, che si azzerano ad una distanza variabile dai 500 m a 1500 m dalla linea di riva (Figura I.2.3-10). In queste zone, soprattutto a seguito di eventi di mareggiata, è facile osservare affioramenti di argille attribuibili alle unità geologiche sottostanti.

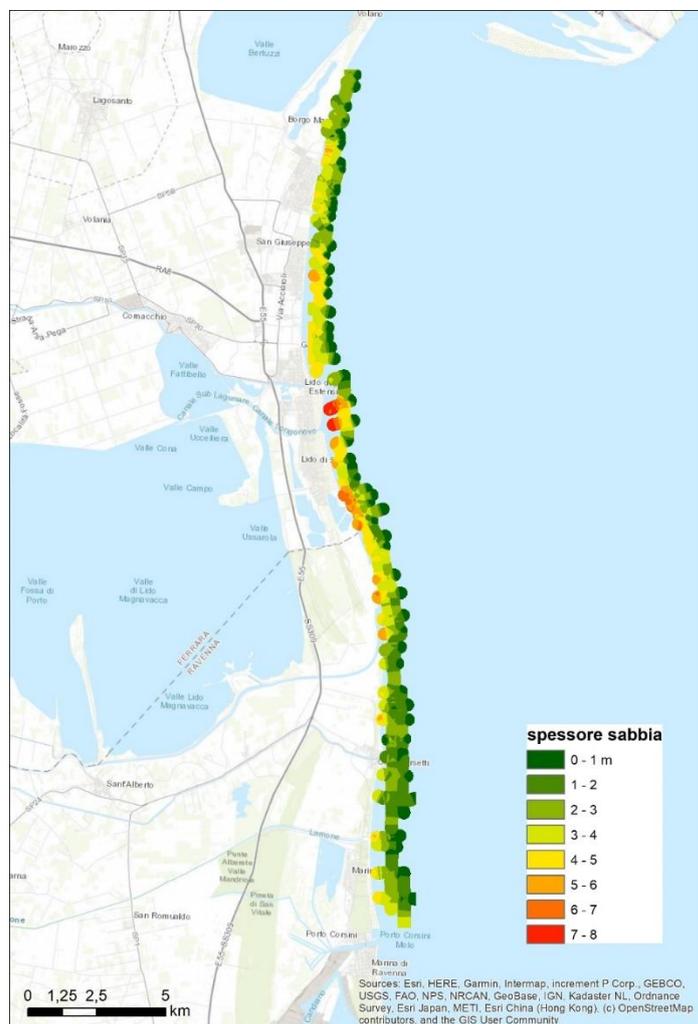


Figura I.2.3-10: spessori del cuneo di spiaggia attivo - tratta dal rapporto RER-CNR 2022

### I.2.3.3. Sedimentologia dei fondali

I primi studi che indagano la sedimentologia delle coste emiliano-romagnole sono riferibili a *Bondesan et al. (1978)* e *Dal Cin et al. (1979)*. Nelle due campagne furono prelevati 330 campioni nell'estate del 1971 (da Volano a Cesenatico; *Bondesan et al., 1978*) e nell'estate del 1972 (da Cesenatico a Cattolica; *Dal Cin et al., 1979*) su sezioni distanziate circa 2 km, in corrispondenza di

duna, spiaggia emersa, a quota zero e a ogni metro di profondità fino a -6 m. Le carte riportate negli studi indicano che negli anni 70 la spiaggia emersa ed i primi fondali erano caratterizzati da sabbie dal diametro medio ovunque maggiore di 0.125 mm (limite inferiore delle sabbie fini) tranne che per il tratto Cervia-Cesenatico. La spiaggia sommersa era caratterizzata principalmente da sabbia molto fine e i fondali diventavano siltosi verso il largo solo localmente (Arpae, 2020).

La mappatura della sedimentologia del fondale marino antistante le coste emiliano-romagnolo prende forma in modo sistematico a partire dagli anni '80, in particolare con la redazione della Carta Sedimentologica dell'Adriatico Settentrionale a cura di Brambati et al., del 1988. In questa carta (Figura I.2.3-11) sono state distinte e mappate cinque classi di sedimenti (da sabbie a peliti) e gli affioramenti rocciosi, sulla base dei dati raccolti dagli Istituti di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bologna e di Trieste e dall'Istituto CNR di Geologia Marina di Bologna. Questa mappa evidenzia che la costa dell'Emilia-Romagna è caratterizzata da una tendenza ad una progressiva riduzione della granulometria dei sedimenti verso mare: le sabbie sono confinate entro 1-2 km dalla linea di riva per passare alle peliti che dominano la restante parte del fondale marino. Sono segnalati anche i depositi sabbiosi presenti al largo.

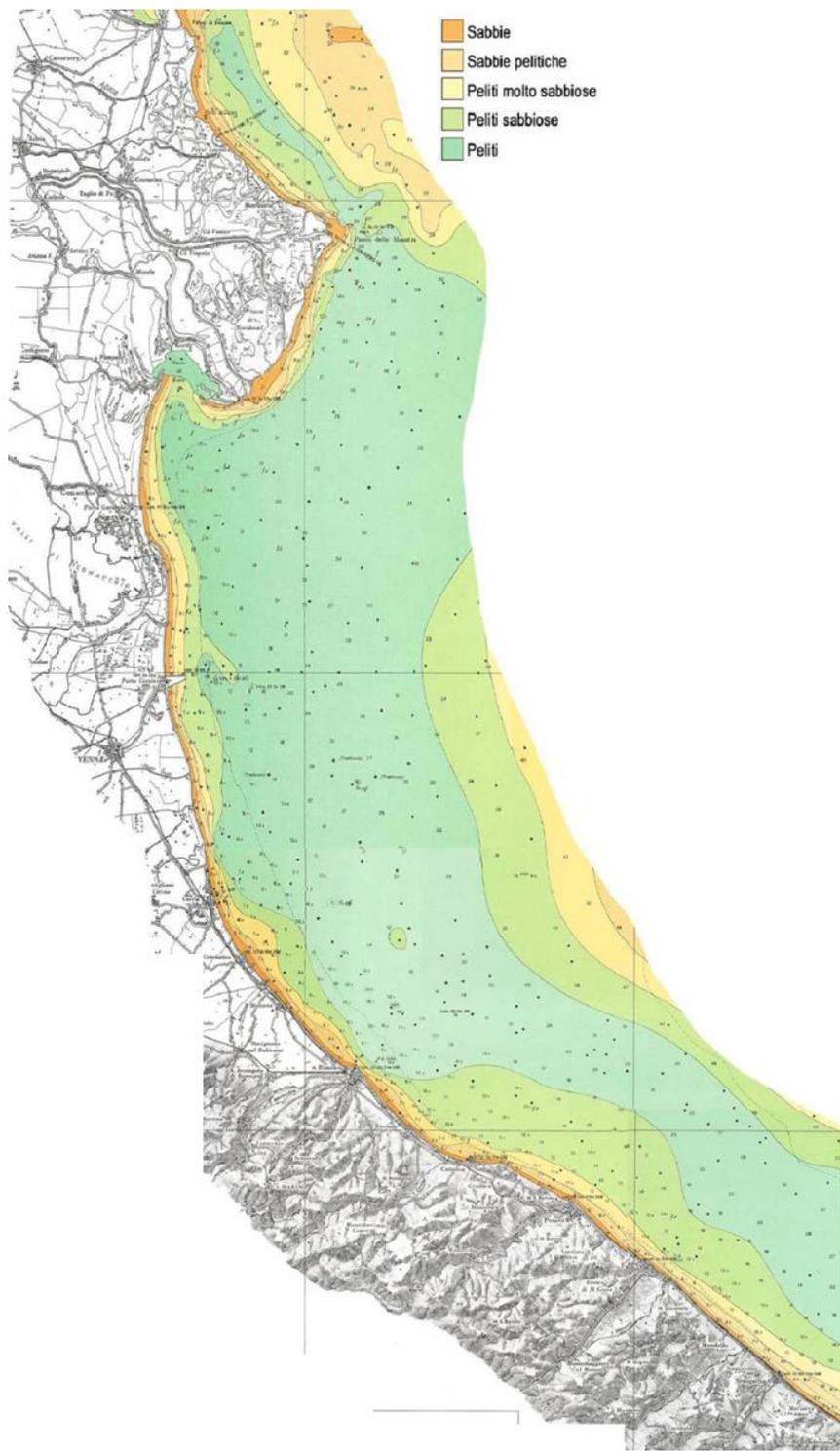


Figura I.2.3-11: stralci della Carta Sedimentologica dell'Adriatico settentrionale (Brambati et al., 1988).

In tempi più recenti, uno studio approfondito della geologia del settore emiliano-romagnolo dell'Adriatico è stato realizzato nell'ambito della produzione del foglio NL 33-10 Ravenna della Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 (Figura I.2.3-12).

Lo studio dei depositi recenti del fondale marino si è fondata sull'integrazione di rilievi morfobatimetrici, sismica a riflessione, campionature del sottofondo ottenute tramite varie tecniche di carotaggio e determinazioni biostratigrafiche e geocronologiche. I nuovi dati raccolti nell'ambito del progetto Cartografia Geologica dei Mari Italiani sono stati acquisiti in tre campagne svolte nel 1991, 1992 e 1995 dall'Istituto di Geologia Marina di Bologna (IGM-CNR).

La carta prodotta riporta due connotazioni dei sedimenti indagati: la prima riguarda la loro classificazione in termini stratigrafici (*system tract* dell'approccio sequenziale), la seconda riporta i loro attributi in termini sedimentologici ovvero sono descritte le facies litologiche e gli ambienti deposizionali originari. Questa analisi evidenzia un quadro più complesso rispetto alla mappa precedente di cui sopra e approfondisce con dettaglio la distribuzione dei depositi sabbiosi nell'off-shore, che sono divenuti oggetto di coltivazione per i ripascimenti delle coste regionali.



Figura I.2.3-12: stralcio del Foglio NL 33-10 Ravenna della Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000. Toni del verde unità stratigrafica HST (verde scuro: sabbie di spiaggia, verde chiaro: peliti di prodelta/piattaforma); toni dell'azzurro unità TST (azzurro: sabbie di barra; celeste chiaro: peliti di piana deltizia/paraliche); giallo: unità LST prevalenti peliti di piana inondabile.

#### I.2.3.3.1. Risultati del monitoraggio sedimentologico della spiaggia emersa e sommersa (Arpae)

Nell'ambito del quadro conoscitivo fornito dalle reti regionali di monitoraggio dell'erosione costiera istituite da Arpae, la costa emiliano-romagnola è stata oggetto negli anni di tre campagne sedimentologiche:

- 1<sup>a</sup> campagna sedimentologica effettuata da Idroser (poi confluito in Arpae) nel 1993, Piano Coste 1996 (Idroser, 1996).
- 2<sup>a</sup> campagna sedimentologica effettuata da Arpae nel 2012, Stato del litorale emiliano - romagnolo al 2012 (Arpae, 2016).
- 3<sup>a</sup> campagna Sedimentologica effettuata da Arpae nel 2018, Stato del litorale emiliano - romagnolo al 2018 (Arpae, 2020).

Le campagne vedono un progressivo raffittimento dei punti di prelievo del sedimento a partire dallo schema di campionamento della campagna effettuata nel 1971-1972 dall'Università di Ferrara (Bondesan et al., 1978; dal Cin et al., 1979), in corrispondenza delle sezioni della Rete regionale topo-batimetrica al fine di poter correlare le informazioni tessiturali nel tempo e con le corrispondenti variazioni morfologiche.

La campagna più recente è stata condotta nel 2018 in occasione della sesta campagna topo-batimetrica della costa regionale. Sono stati raccolti e analizzati 370 campioni, dei quali 300 sono in comune con la precedente campagna del 2012 e i rimanenti 70 campioni sono stati analizzati

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

nello studio a scala locale sugli effetti degli interventi di ripascimento nell'ambito del progetto "Messa in sicurezza di tratti critici del litorale regionale mediante ripascimento con sabbie sottomarine - Progettone 3" (Arpae, 2020).

Lo studio, condotto secondo le metodologie di Folk e Ward (1957), evidenzia la netta prevalenza delle sabbie nella spiaggia emersa (le ghiaie sono state individuate solo in due campioni a Misano Valverde) e la presenza di due fasce nella spiaggia sommersa dalle caratteristiche tessiturali distinte. La prima fascia, tra le isobate -1 m e -3 m s.l.m., si caratterizza per una tessitura prevalentemente sabbiosa; nella seconda, tra le isobate -3 m e -7 m s.l.m., la componente fangosa diviene importante (sabbia fangosa) (Figura I.2.3-13).

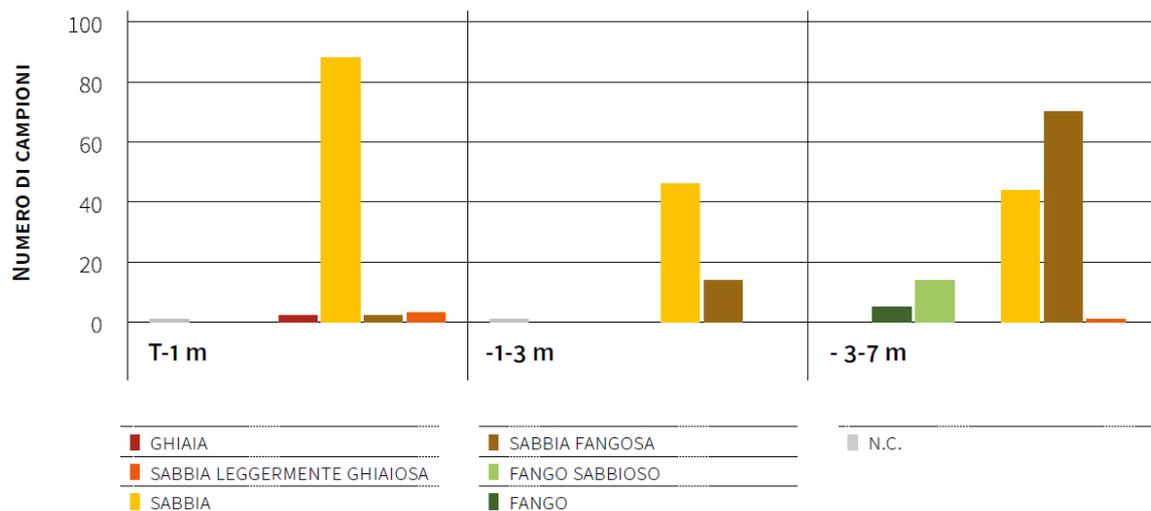


Figura I.2.3-13 Classificazione granulometrica dei sedimenti in relazione alla quota di prelievo

L'analisi del Diametro medio (Dm) indica la prevalenza complessiva delle sabbie fini (45%) e secondariamente delle sabbie molto fini (28%). Il Dm massimo (escludendo i campioni ghiaiosi) è stato rinvenuto a Foce Fiumi Uniti (-1 m s.l.m.), il Dm minimo a Lido delle Nazioni (-6 m s.l.m.) e Goro (-4.5/-5 m s.l.m.)

L'analisi del Dm condotta per le fasce di profondità indicate precedentemente mostra:

- per la spiaggia emersa fino a -1 m, la prevalenza di sabbie fini e secondariamente sabbie medie rinvenute nei pressi delle foci del Reno, Bevano e Fiumi Uniti.
- per la prima spiaggia sommersa, la prevalenza delle sabbie fini (58%) e secondariamente delle sabbie molto fini (22%), delle sabbie medie (10%) anche in questo caso nei pressi delle foci e sulla spiaggia di Lido di Spina, e del silt (8%) nelle località di Lido delle Nazioni e Lido di Volano.
- per la fascia più profonda, la prevalenza delle sabbie molto fini (53%) e del silt (34%), il 13% dei campioni ha Dm compreso nella classe delle sabbie fini (spiagge tra Cattolica e Rimini, Lido Adriano e Lido di Spina).

L'interpolazione spaziale dei dati puntuali ha permesso la ricostruzione della Carta del diametro medio all'anno 2018<sup>28</sup>. Di seguito uno stralcio (Figura I.2.3-14).

<sup>28</sup> <https://www.arpae.it/it/dati-e-report/dati-ambientali/il-portale-cartografico-di-arpae;>  
<https://www.arpae.it/it/documenti/pubblicazioni/slem-arpae-2020-web-leggera.pdf>

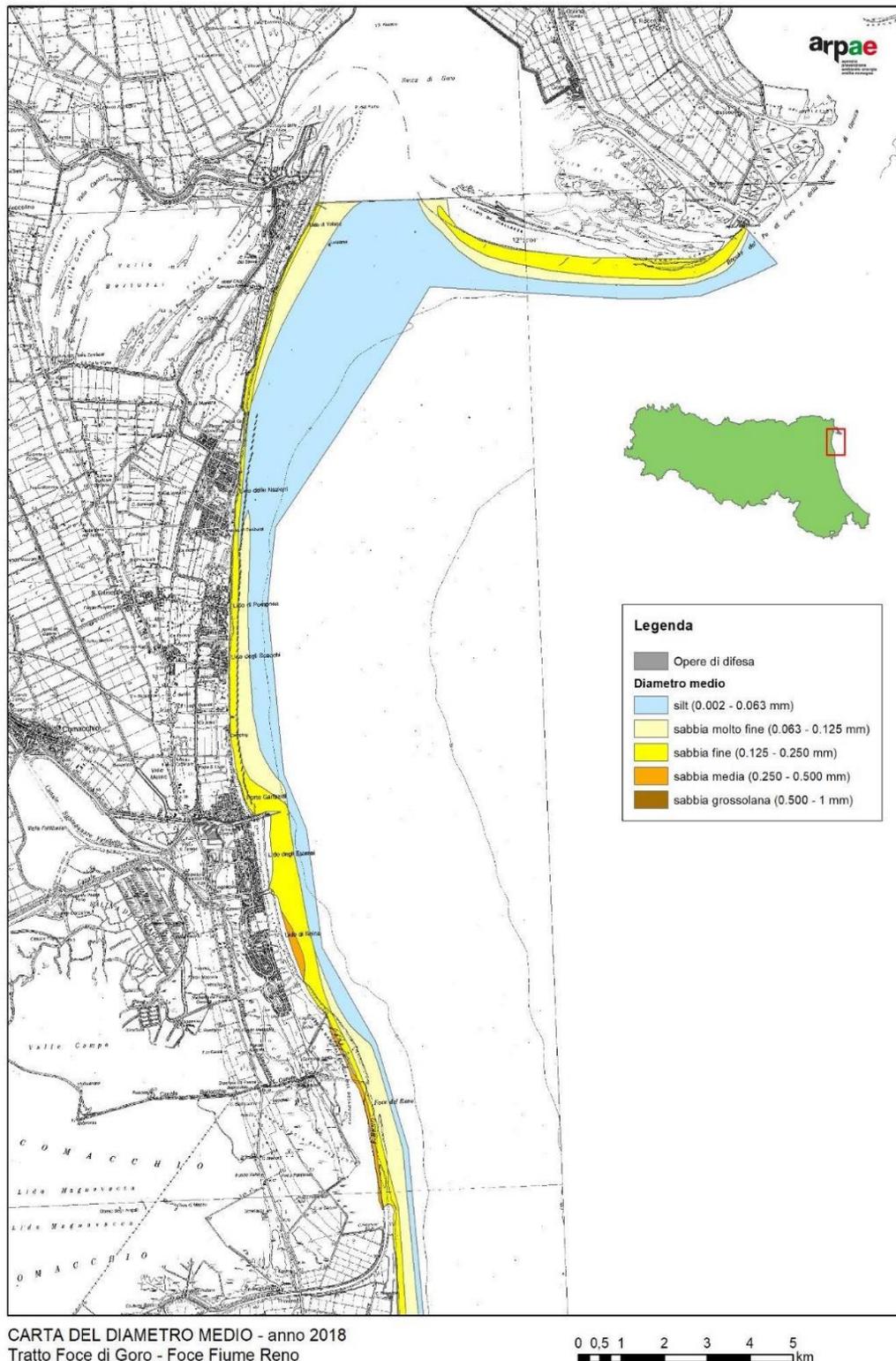


Figura I.2.3-14: Carta del diametro medio anno 2018 Tratto Foce di Goro - Foce Fiume Reno (Aguzzi et al., 2018).

L'analisi delle percentuali di sabbia e peliti (sedimento fangoso avente granulometria minore di 0.063 mm) evidenzia per tutta la costa regionale un passaggio graduale a percentuali di peliti maggiori verso largo (Figura I.2.3-15). Le maggiori differenze si osservano nel tratto più a Nord (tra Lido delle Nazioni e Volano) con le percentuali pelitiche più alte (superiori al 75%) anche in prossimità della riva, mentre tra Cattolica e Rimini anche i campioni alle maggiori profondità

presentano percentuali di peliti ridotte (attorno al 10%), i tratti intermedi mostrano situazione intermedia.

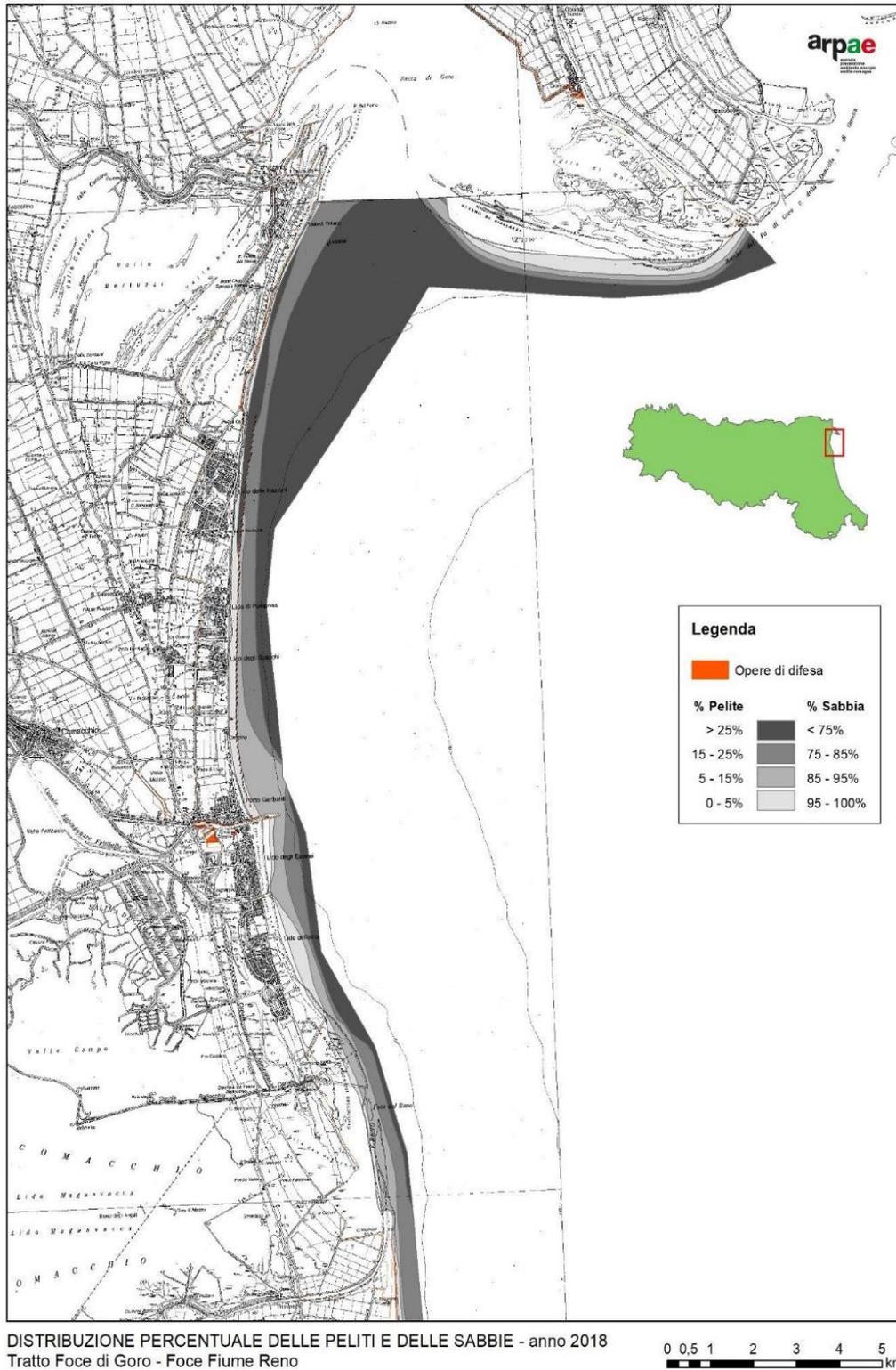


Figura I.2.3-15: Distribuzione percentuale delle peliti e delle sabbie anno 2018 Tratto Foce Goro - Foce Fiume Reno (Aguzzi et al., 2018)

Per quanto riguarda il coefficiente di cernita, ovvero il grado di selezionamento del sedimento, i campioni analizzati nel 2018 sono classificati da moderatamente ben selezionati a moderatamente selezionati (37% e 15% rispettivamente), solo il 6% dei sedimenti è ben selezionato, i restanti presentano una scarsa selezione (Figura I.2.3-16). In particolare, il tratto di costa compreso tra

Cattolica e Riccione presenta coefficienti di cernita sempre inferiori a 1, quindi un sedimento maggiormente selezionato. In tutto il resto della costa i valori sono variabili e tendenzialmente peggiori. In riferimento alle fasce di profondità individuate come in precedenza:

- la spiaggia emersa fino a -1 m mostra un buon grado di selezione con coefficienti tendenzialmente intorno al valore di 0.5 (escluse Viserbella, Punta marina e Scanno di Goro).
- nella prima spiaggia sommersa (tra -1 m e -3 m s.l.m.) si osserva una maggiore variabilità, con campioni con scarsa selezione nelle località di Milano Marittima, Lido delle Nazioni e Lido di Volano.
- nella fascia più profonda (< -3 s.l.m.), aumenta ancora la dispersione e si riconosce un generalizzato aumento dei valori (quindi un peggioramento del selezionamento) da Sud verso Nord.

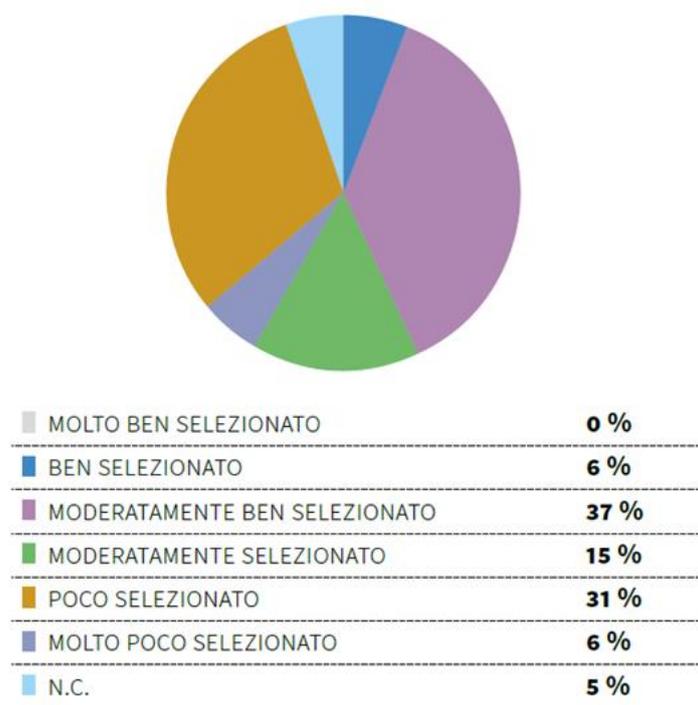


Figura I.2.3-16: Distribuzione percentuale del coefficiente di cernita dei campioni prelevati nel 2018 (Aguzzi et al., 2018)

Il confronto dei dati della 3° campagna sedimentologica con i dati delle precedenti campagne ha evidenziato che tra il 2012 e il 2018 si assiste ad una prevalente diminuzione della granulometria che riguarda localmente la spiaggia emersa e prima spiaggia sommersa e più diffusamente la spiaggia sommersa dalla batimetrica dei 3 m. Rispetto alle tre fasce di profondità si possono individuare i seguenti trend:

- per la spiaggia emersa, diminuzione dei valori di Dm dalla sabbia media verso la sabbia fine.
- per la prima spiaggia sommersa, diminuzione dei valori di Dm dalla sabbia fine verso la sabbia molto fine.
- per la fascia più profonda, diminuzione dei valori di Dm dalla sabbia fine verso la sabbia molto fine/silt.

Sempre tra il 2012 e il 2018 vi è inoltre un incremento della frazione pelitica, in particolare per il settore centro-settentrionale. Tale incremento non riguarda la spiaggia emersa, parzialmente la prima spiaggia sommersa e risulta consistente oltre i -3m di profondità.

## ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

Nel confronto con la prima campagna del 1993 (*Idroser, 1996*) i campioni mostravano solo leggere modificazioni nel campo della sabbia fine, con un trend non univoco e da considerarsi non significative a livello regionale.

Per quanto riguarda le percentuali di sabbie e peliti si riscontra tra il 1993 e il 2012 un attenuato ma generale arricchimento in peliti a tutte le profondità. Tale fenomeno è da correlarsi all'incidenza dei processi fluviali ma anche in parte alle differenze nelle tecniche di campionamento.

Un ultimo accenno d'interesse riguarda il confronto con le campagne del 1971/72 (*Bondesan et al., 1978; dal Cin et al., 1979*) (Figura I.2.3-17).

Negli anni '70 la spiaggia emersa e i primi fondali si caratterizzavano per una fascia continua di sabbie con  $D_m > 0,125$  mm, ad eccezione del tratto Cervia -Cesenatico dove il  $D_m$  risultava minore. Le campagne recenti, 2012 e 2018, evidenziano che la medesima porzione è ora caratterizzata da sabbie molto fini. Sabbie medie si rivengono solo presso le foci fluviali con estensioni discontinue e in diminuzione tra il 2012 e il 2018. La spiaggia sommersa negli anni '70 era composta da sabbia fine che solo localmente diventava siltosa. Nel 2012 e 2018 la porzione siltosa dei fondali diventa progressivamente continua.

La porzione pelitica dei campioni negli anni'70 generalmente risultava inferiore la 30%, fatta eccezione per i fondali di Volano e Pomposa dove le elevate percentuali di peliti (90 %) si mantengono costanti anche nelle campagne successive e sono dovute agli apporti fini del Po. Nel 2012 anche alle foci del Savio e del Lamone si riscontrano simili frazioni di peliti.

Nel tratto meridionale negli anni'70 i fondali fangosi (>25% pelite) erano presenti solo in maniera puntuale mentre nel 2012 si ritrovano diffusamente oltre i -4 m di profondità (*Arpae, 2016*).

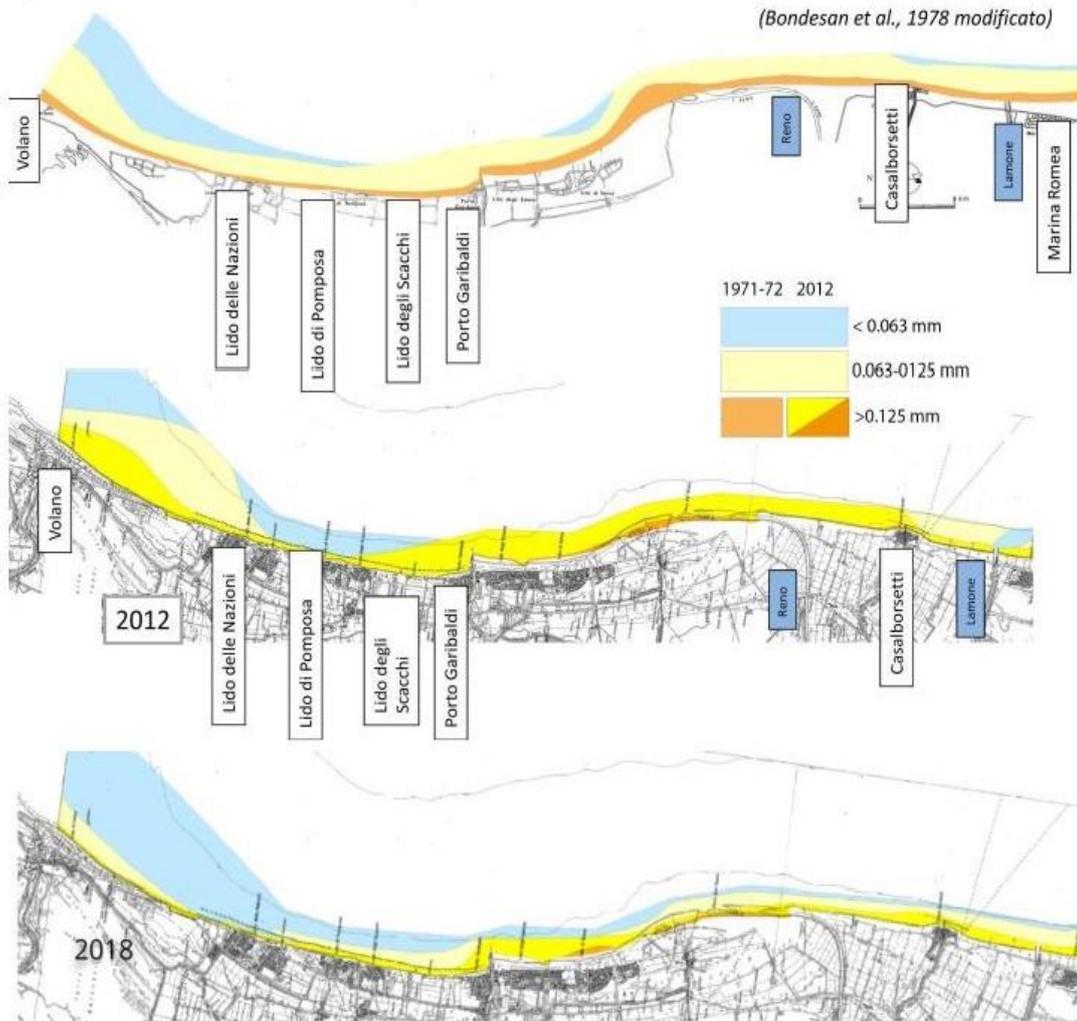


Figura I.2.3-17: in alto: mappa del diametro medio tratta dal lavoro di Bondesan et alii (1978), modificata; in basso: relativa mappa del diametro medio dai dati Arpae 2012-2018 (Aguzzi et al., 2018).

## 1.2.4. Evoluzione della costa alla scala secolare

Se la dinamica millenaria della costa si comprende attraverso lo studio della geologia, ricostruendo l'evoluzione degli ambienti sedimentari e quindi della spiaggia, la ricostruzione delle dinamiche più recenti, relative agli ultimi 200 anni circa, si avvale di cartografie storiche, di foto aeree, di dati tele-rilevati e di misure GPS.

### 1.2.4.1. Dinamica della costa a scala secolare – focus sulle foci fluviali

Come anticipato nel capitolo 1.2.3, a partire da circa 5.500 anni fa la linea di riva dell'Emilia-Romagna è progredita molto verso est (Figura 1.2.4-1) anche se in modo differenziato: a nord (costa del delta del Po), è avanzata di ben 42 km circa (con un tasso medio di circa 7 m/anno), nel settore centrale (costa ravennate e ferrarese) di circa 23 km (tasso medio di circa 4 m/anno) mentre nel settore meridionale (costa riminese-cesenate) di solo 1 km circa (0.17 m/anno).

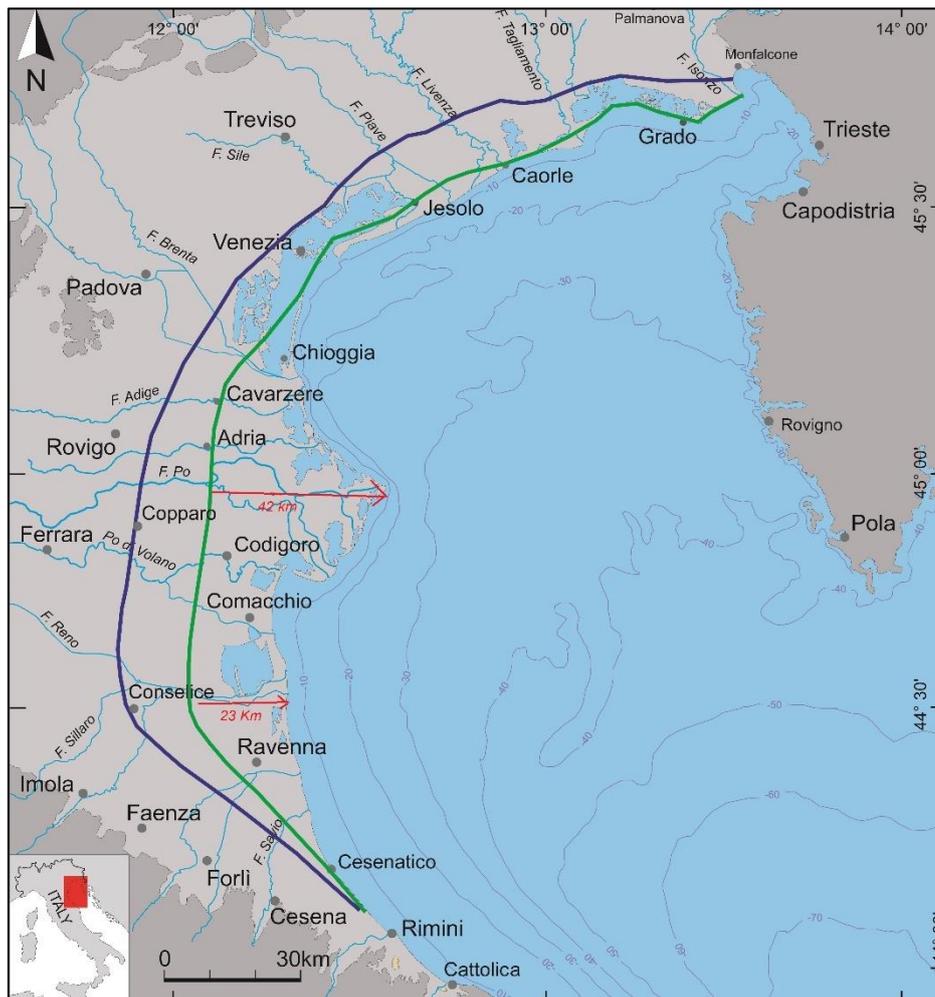


Figura 1.2.4-1: posizione delle spiagge (linea verde) e limite delle acque salmastre (linea blu) al momento della massima ingressione marina dell'ultimo ciclo glaciale-interglaciale 6000-5500 anni fa (immagine tratta dal volume *La Pianura*, a cura di Amorosi A. e Pignone R.)

Questo avanzamento millenario è la conseguenza della forte alimentazione dei sistemi deposizionali fluviali in fase post-glaciale, che hanno colmato lo spazio prima occupato dal mare.

Il periodo storico (a partire dall'età del bronzo) fu caratterizzato prima dalla crescita di un grande delta padano nell'attuale territorio ferrarese-comacchiese e successivamente da quella del delta padano moderno, come lo conosciamo oggi. Accanto a questi due principali avvenimenti avviene anche lo sviluppo e la crescita delle foci dei fiumi appenninici. In rapporto alla piana costiera

dominata dalle foci fluviali, la piana costiera meridionale risulta pressoché stabile. La linea di riva seguì l'attivazione, lo sviluppo, la disattivazione e lo smantellamento dei vari lobi deltizi. Questa complicata evoluzione del periodo storico è oggi testimoniata dalla geomorfologia costiera caratterizzata dai lobi deltizi fossili, dai fasci di cordoni discordanti e delle troncature erosive (Figura I.2.4-2).

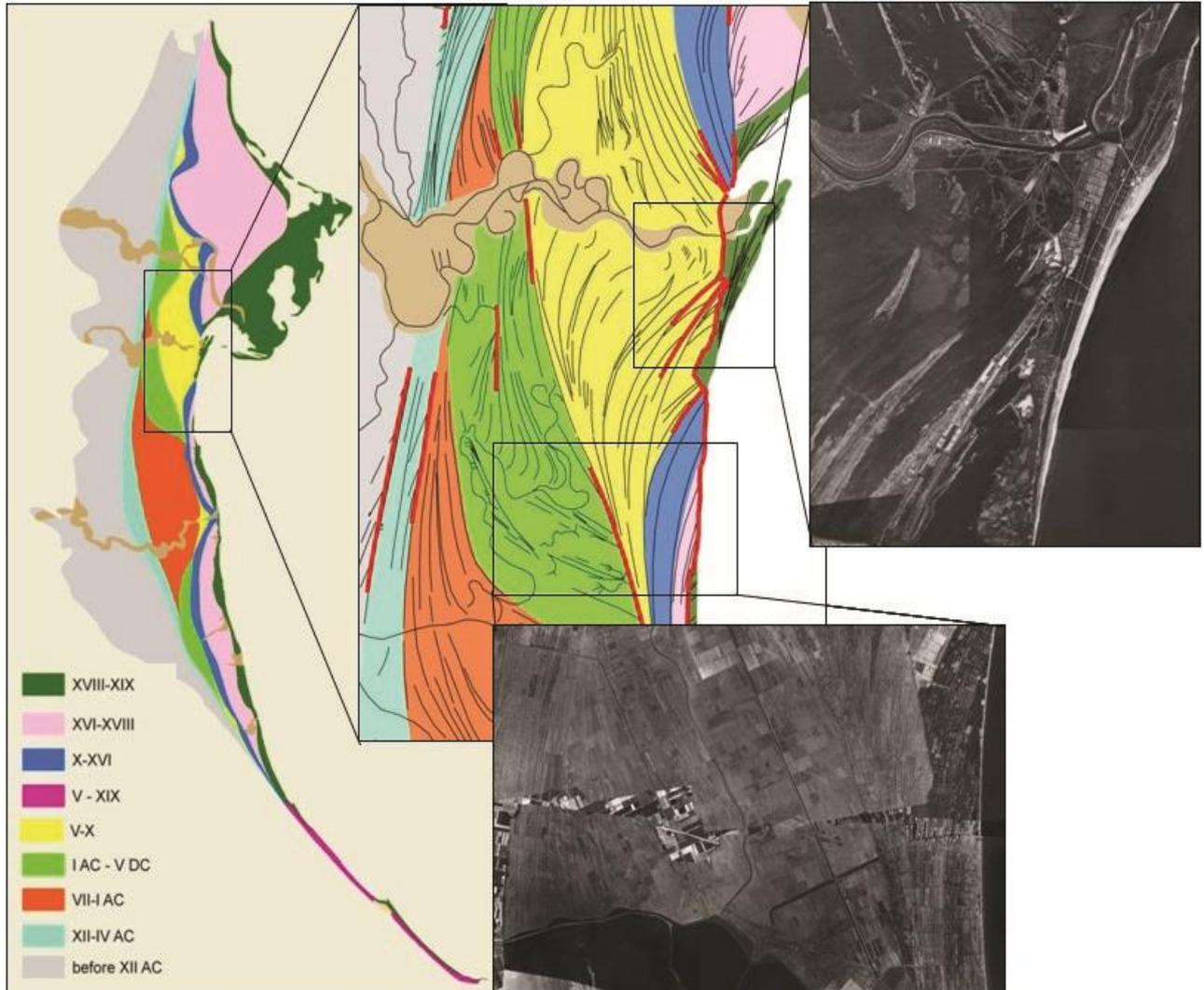


Figura I.2.4-2: Età dei lobi deltizi e cordoni litorali della piana costiera emiliano-romagnola (secoli); dettaglio delle complesse relazioni geometriche tra i lineamenti geomorfologici interpretati ed immagini del volo RAF (1943) (da Calabrese et al. 2010).

Fino al VII sec. AC la costa aveva un andamento circa rettilineo, con accennate cuspidi deltizie all'altezza dell'attuale corso del Po di Goro e diffusi campi di dune.

Dal VII sec. AC fino circa al I sec. AC si sviluppa, in apparente continuità, il delta del Po di Spina, fortemente proteso verso mare. Nei secoli successivi il lobo è ancora progradante ma è chiaro un rallentamento della crescita e una redistribuzione laterale dei sedimenti. Questa tendenza aumenta fino al V sec. DC, conferendo al delta una forma meno aggettante e più smussata, come quella delle altre foci attivatesi in questo stesso periodo (circa lungo i corsi attuali del Po di Volano e del Po di Goro), e termina con importanti troncature erosive dei fronti deltizi e dei cordoni litorali (Figura I.2.4-3). Questa troncatura corrisponde nel sottosuolo ad una superficie di discordanza stratigrafica su cui appoggia l'unità di Modena cartografata a scala regionale nei Fogli geologici alla scala 1:50000 della pianura emiliano-romagnola.

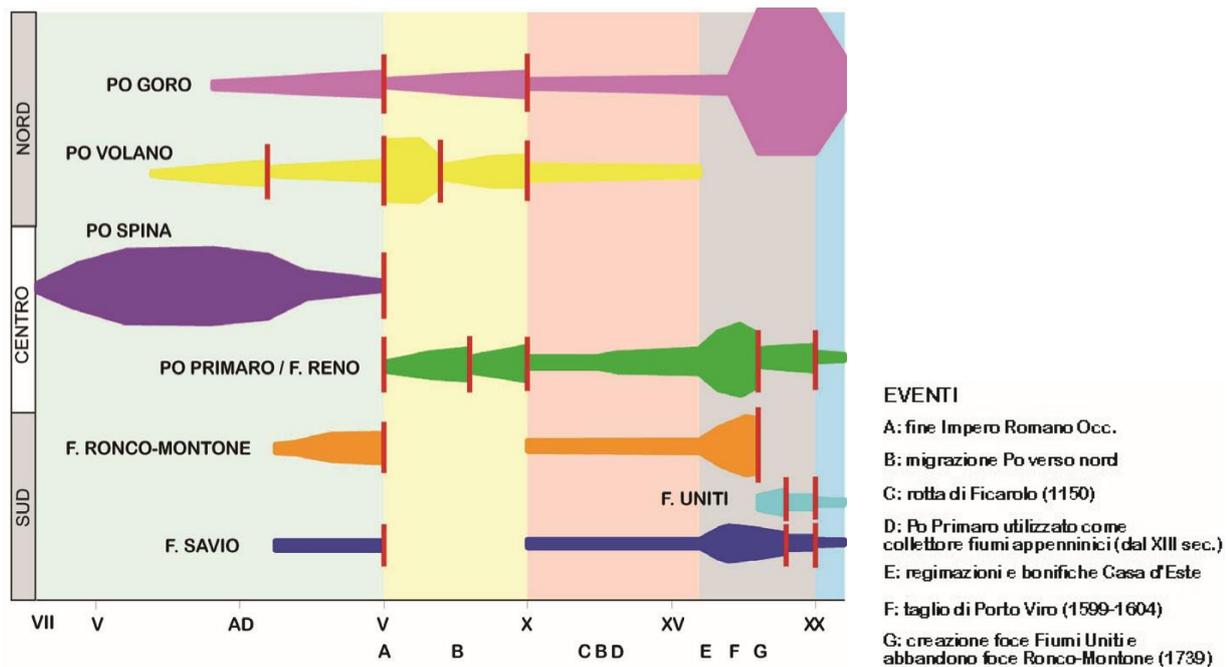


Figura 1.2.4-3 Schema sintetico dell'attività delle foci della costa emiliano-romagnola e principali eventi (da Calabrese et al. 2010).

Dopo il V sec. DC diventano dominanti i lobi del Po di Volano, più a nord, e subordinatamente quelle del Po di Primaro e del Po di Goro a testimonianza di un profondo riassetto del reticolo idraulico. La progradazione avviene attraverso fasi di forte crescita e di parziale smantellamento con troncare sviluppate a scala locale. Una nuova importante fase ha inizio con il X sec. DC in cui tutte le cuspidi deltizie della costa mostrano un limitato sviluppo mentre si osserva la crescita di importanti sistemi di cordoni litorali (sede oggi di estese pinete, es. Pineta di S. Vitale). Questa fase si realizza durante un periodo climatico particolarmente caldo, l' "Optimum Medievale" (circa dal IX al XIV secolo). Prima di assistere ad una nuova ripresa delle foci, che porterà nel settore settentrionale alla formazione del delta moderno e nel settore centrale alla crescita delle cuspidi dei fiumi Reno, Ronco-Montone prima, Fiumi Uniti poi e Savio, bisogna attendere fino al XVI sec. DC (Figura 1.2.4-4); in particolare, tra il XVI e il XIX, in piena Piccola Età Glaciale (PEG, periodo climatico particolarmente freddo, che si estende circa dalla metà del XIV alla metà del XIX secolo), si registra la maggiore progradazione dei fronti deltizi.

Dal XIX secolo, in concomitanza con la fine delle PEG, le foci appenniniche hanno rallentato la crescita e sono osservabili numerose evidenze di smantellamento come troncare erosive, campi di dune trasgressive e campi di ventagli di washover, nonché la forte crescita delle aree intercuspidi.

Il fenomeno principale di questo periodo è la rettificazione della linea di riva a scala regionale. Si ritiene che la causa di questo fenomeno sia il netto calo dell'apporto di sedimento al mare da parte delle foci fluviali come conseguenza della riduzione degli eventi di piena fluviale, diffusi durante la PEG e sempre meno frequenti col miglioramento climatico successivo. Alla riduzione del carico solido dei fiumi, in particolare di sabbia, è succeduto il lento e progressivo smantellamento delle prominenti cuspidi deltizie (con perdita di terraferma fino a 1.200 m presso Foce Reno, e la redistribuzione delle sabbie lungo tutto il litorale, con la crescita delle aree di intercuspidi (con crescita dei cordoni fino a 1.000 m presso Foce Bevano).



Figura I.2.4-4: carta del Ducato di Ferrara (P. Schenk, G. Valk; 1700); si osserva la grande prominenza di Foce Reno e la presenza di barre di foce emerse e ben sviluppate

La crisi sedimentaria delle foci si è manifestata attraverso un'evoluzione geomorfologica comune, in cui le cuspidi deltizie hanno attraversato, anche in momenti diversi, le medesime fasi morfo-sedimentarie, riassunte dalla Figura I.2.4-5.

Le riprese aeree della RAF, acquisite tra il 1943 e il 1944 mostrano chiaramente la posizione della linea di riva nel passato più prossimo, poco prima dello sfruttamento massiccio del territorio costiero. Questa linea è utilizzabile come riferimento di base per valutare le modificazioni avvenute a partire dal dopoguerra fino ai giorni nostri. Il confronto con la linea del 2016, ad esempio, mostra che, considerando la differenza tra posizione della linea di riva finale e quella iniziale, nel 48% (circa 52 km) del litorale compreso tra Cattolica e Volano (circa 110 km) è avvenuto un avanzamento, nel 15% (circa 15.9 km) vi è stata stabilità e nel 37% (circa 40.5 km) arretramento (Perini et al 2019).

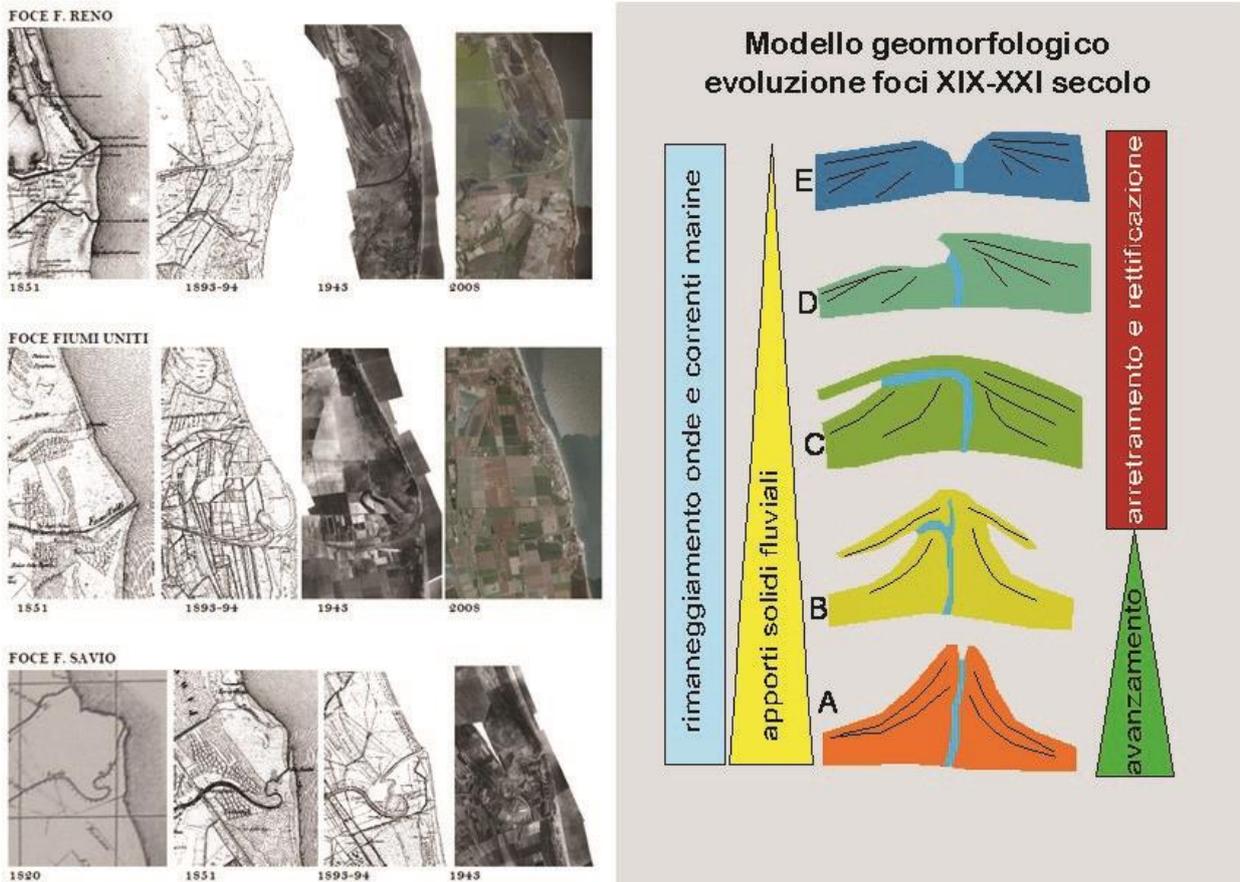


Figura 1.2.4-5: Geometrie delle cuspidi deltizie appenniniche negli ultimi due secoli e modello geomorfologico (da Calabrese et al. 2010).

Dal dopoguerra ad oggi la storia della linea di riva è strettamente connessa alle azioni dell'uomo: i fattori particolarmente impattanti sul territorio costiero sono stati i grandi porti, le opere di difesa, la variazione dell'uso del suolo e lo sfruttamento della spiaggia, la subsidenza antropica e le interferenze sul trasporto solido fluviale. Gli esiti della sovrapposizione della tendenza evolutiva millenaria e centenaria, sopra illustrata, con questi fattori più recenti, a scala regionale, sono:

- le cuspidi deltizie continuano ad arretrare a seguito della riduzione naturale del carico sedimentario dei fiumi, aggravata ulteriormente dalle opere di regimazione dei fiumi e dall'uso del suolo; in alcuni casi tale tendenza è inasprita perché colpite anche da alti tassi di subsidenza (antropica);
- le grandi opere portuali sono state in grado di influenzare a scala regionale il flusso sedimentario e indirizzare l'evoluzione dei settori limitrofi verso una sovra-alimentazione di sabbia piuttosto che ad una sotto-alimentazione.

Alla scala locale, la variazione della linea di riva è fortemente dipendente dalla morfo-dinamica litorale influenzata dalle opere difese costiere rigide, dai ripascimenti, e dagli altri interventi attuati sul territorio, e la sua valutazione necessita di studi di dettaglio. In alcuni casi, in particolare nei tratti non protetti e con una dinamica naturale molto attiva, è possibile elaborare previsioni su come evolverà la linea di riva.

A questo proposito, in uno studio che interessa la costa ferrarese meridionale (illustrato nel paragrafo 1.3.3.2) sono stati valutati i tassi di riferimento per calcolare la posizione futura della linea di riva (Calabrese et al., 2010). In accordo con il processo di rettificazione della linea di riva sopra descritto, i possibili scenari futuri hanno mostrato la perdita di ampie aree nel settore del delta del F. Reno e un avanzamento della linea di riva a sud del molo di Porto Garibaldi (Figura 1.2.4-6). A

distanza di anni da questo studio, si osserva un'ottima corrispondenza tra i risultati della simulazione e la posizione della linea di riva rilevata al 2015, avvallando il fatto che i tassi calcolati con riferimento ad un periodo sufficientemente lungo (1943-2011) e rappresentativi delle variazioni ad una scala temporale da decennale a secolare, sono quelli più adatti a descrivere la tendenza della linea di riva in questo settore.

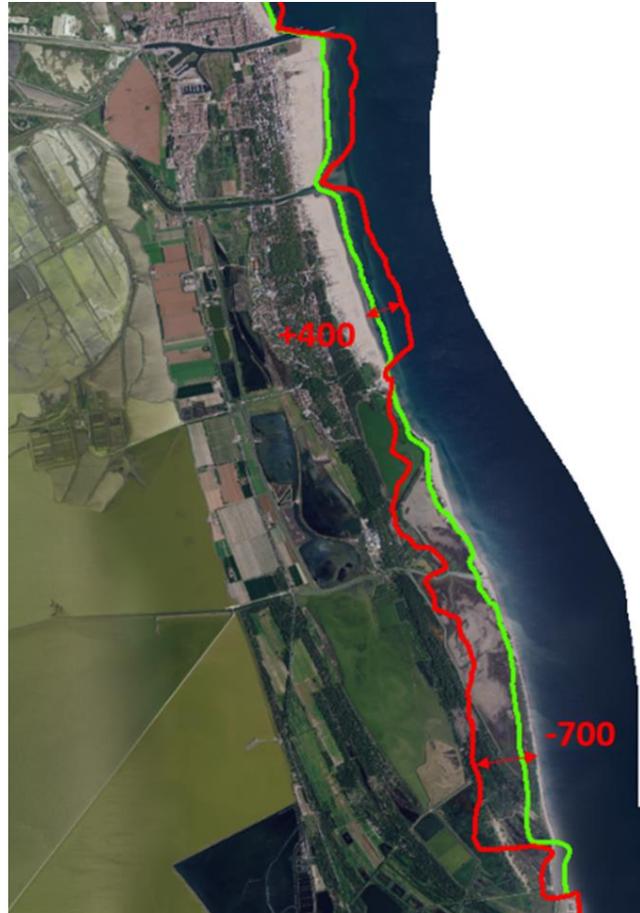


Figura I.2.4-6: previsione della posizione di riva tra Foce Reno e Lido degli Estensi (FE) all'anno 2030 (linea verde) e al 2090 (linea rossa) (tassi LRR da DSAS).

#### I.2.4.1.1. Gli effetti combinati delle modificazioni dell'uso del suolo e della migrazione della linea di riva

Dalla seconda metà del XX secolo le variazioni della posizione della linea di riva sono avvenute contestualmente a profonde modificazioni dell'uso del suolo del territorio costiero, trattate nel capitolo I.2.1.6. La somma di questi processi ha spesso innescato e accelerato la crisi ambientale di alcuni tratti, in particolare laddove insieme all'arretramento della linea di riva si è assistito al deterioramento e alla scomparsa degli ambienti naturali di duna e di spiaggia.

Negli anni intorno alla Seconda guerra mondiale le aree urbane si concentravano soprattutto a ridosso dei principali centri abitati e portuali (Rimini, Riccione, Ravenna, Porto Garibaldi ecc.) e non superavano il 7% del territorio (Lorito et al, 2010). L'uso del suolo prevalente (50%) era di tipo agricolo e le aree deltizie e lagunari venivano via via bonificate per ricavare nuovi terreni coltivabili. Anche le zone naturali abbondavano, le aree umide interne erano più estese di quelle attuali e le pinete erano libere dall'urbanizzazione.

Le aree costiere erano caratterizzate da estesi cordoni dunari che ricoprivano circa 1500 ettari pari all' 8% della fascia costiera esaminata. Le spiagge erano moderatamente sfruttate e gli stabilimenti

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

balneari si ritrovavano solamente in prossimità dei principali centri turistici e delle numerose colonie realizzate negli anni '30-'40.

La situazione muta radicalmente a partire dagli anni '60-'70, quando si osservano tracce sempre più evidenti della presenza umana. Nel 1982, ad esempio la situazione è la seguente: le aree urbane sono notevolmente aumentate (27%), numerose le opere di difesa rigide che vengono costruite in questi anni a protezione delle spiagge, la maggior parte dei porti viene ampliata e i moli allungati verso mare (Perini et alii, 2008). Questo comporta una inevitabile riduzione delle aree coltivate, dal 50% del 1943 al 36% del 1982, ma anche del sistema duna-spiaggia, le dune diminuiscono drasticamente di circa il 5,7%, spianate per realizzare stabilimenti balneari, hotel o abitazioni private.

I grafici di Figura I.2.4-7 mettono in luce l'entità di questi cambiamenti, calcolati considerando una fascia costiera ampia 1,5 km dal mare. Si evince come, nei 60 anni presi in esame, le aree urbane siano passate dall'occupare il 7% del territorio al 33%, corrispondente ad un aumento di quasi il 500% (Lorito et al., 2010).

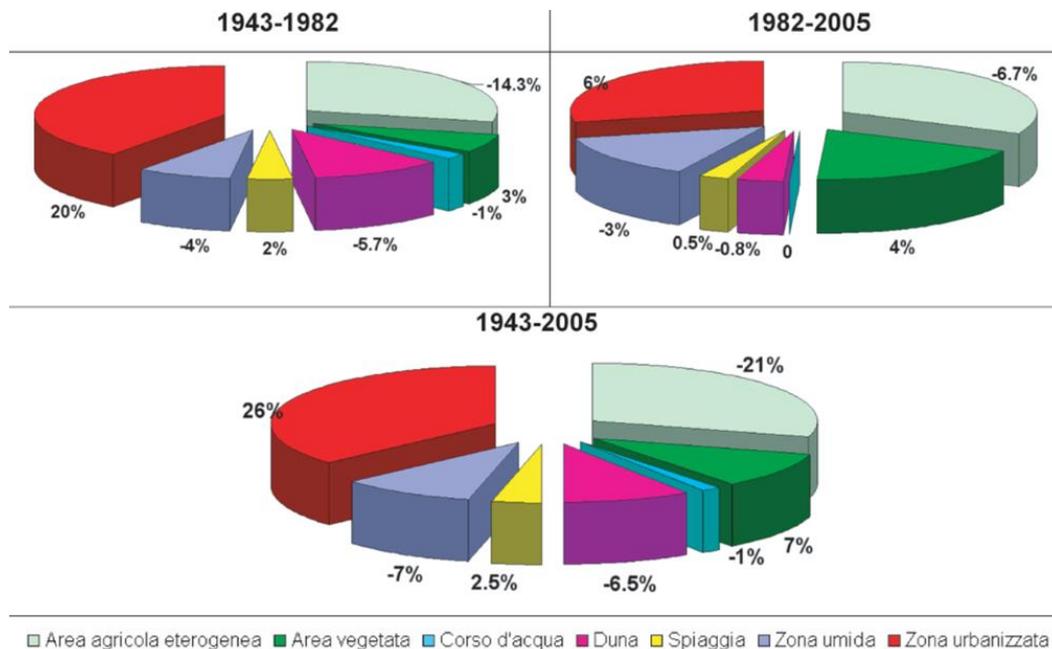


Figura I.2.4-7: Variazione delle principali classi di Uso del Suolo della fascia costiera nei tre intervalli temporali: 1943-1982; 1982-2005; 1943-2005.

Gli incrementi più importanti si registrano nelle province di Forlì-Cesena e Rimini dove il confronto tra la fotointerpretazione relativa al 1982 e quella del 1943 evidenzia che in 40 anni sono scomparse circa il 63% delle dune, mentre nel ventennio 1982-2005 si assiste ad un'ulteriore riduzione del 33% delle dune (Figura I.2.4-8

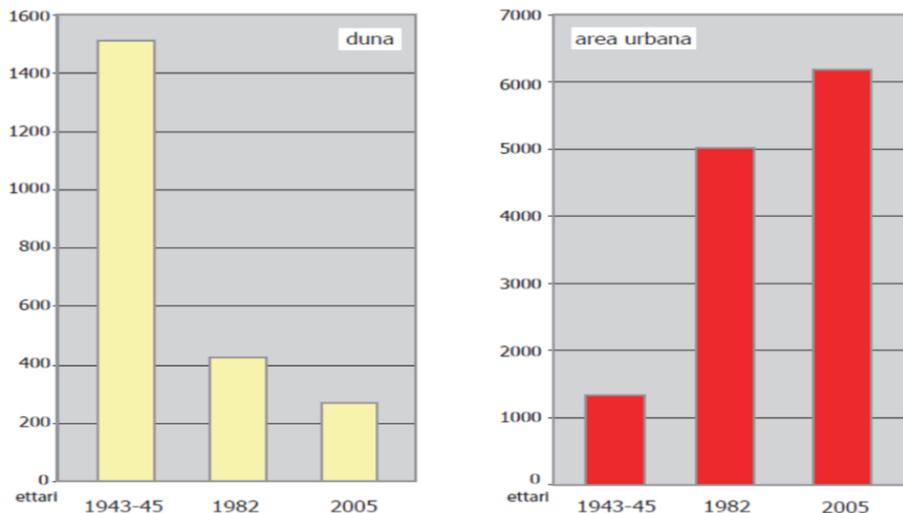


Figura 1.2.4-8: Confronto tra l'evoluzione della superficie occupata dalla duna e dall'urbano.

Molte delle situazioni critiche della costa emiliano-romagnola sono la conseguenza delle modificazioni del territorio illustrate sopra accoppiate alla tendenza all'arretramento della linea di costa. Tra i vari esempi si possono citare due casi esemplificativi: Gatteo Mare (Forlì-Cesena) e Lido di Dante (Ravenna).

Il paraggio di Gatteo Mare (Figura 1.2.4-9) nel 1943 si presentava scarsamente urbanizzato con terreni agricoli che si spingevano al limite della spiaggia; il litorale era caratterizzato da una spiaggia naturale di circa 120-150 m delimitata da una duna attiva, continua e ben sviluppata (ampia oltre 100 m). Nel 1982 si registra una marcata estensione delle aree urbanizzate a scapito delle aree agricole e della duna, quasi completamente spianata per far spazio agli stabilimenti balneari.

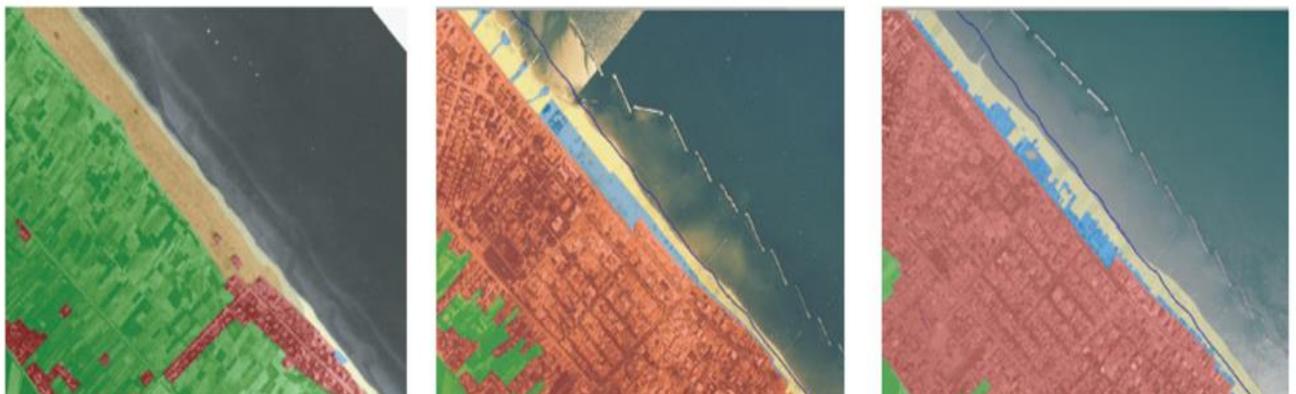


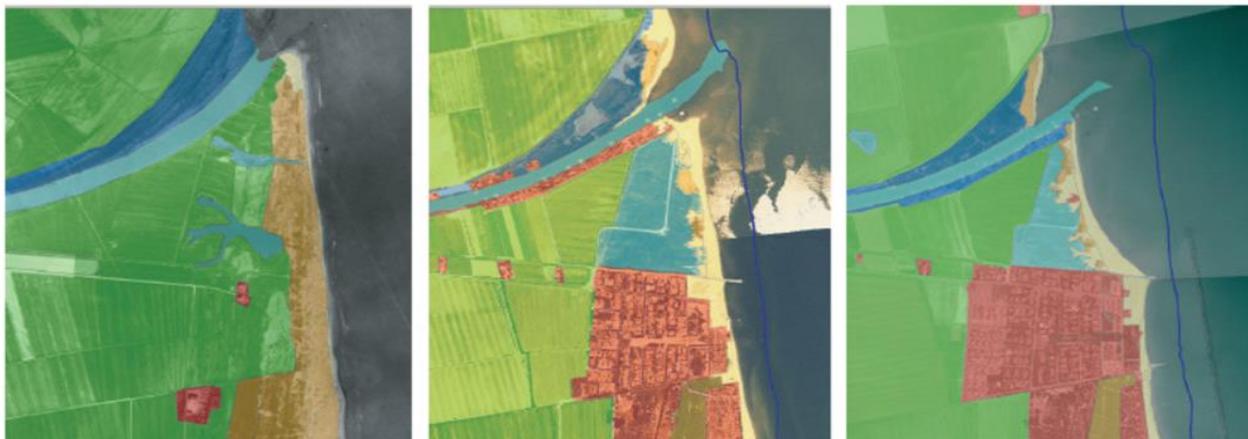
Figura 1.2.4-9: Evoluzione dell'uso del suolo presso Gatteo Mare 1943, 1982, 2005; verde: aree agricole eterogenee, rosso: aree urbanizzate, azzurro: spiaggia con infrastrutture, ocra: duna attiva, giallo: spiaggia emersa. La linea blu identifica la linea di riva al 1943.

La spiaggia libera da infrastrutture è poco estesa con un'ampiezza variabile tra 80 e 20 m e si assiste ad un arretramento (massimo di 70 m) della linea di riva nel settore settentrionale; compaiono le prime difese rigide (longitudinali distaccate emerse) a difesa della spiaggia. Nel 2005 la situazione si mantiene all'incirca costante con una riduzione ulteriore delle aree agricole, la totale scomparsa della duna mentre si assiste ad un leggero avanzamento (circa 30 m) della linea di riva nel settore meridionale.

Questo esempio, rappresentativo di buona parte del settore meridionale della costa emiliano-romagnola, mostra come lo sviluppo urbano lungo costa si sia spinto sempre più a ridosso della linea di riva, anche dove questa arretrava, inglobando aree naturali del litorale quali la duna e la

spiaggia, diminuendo drasticamente lo spazio necessario per l'attenuazione dei processi marini che da sempre agiscono sulle aree costiere.

Il caso di Lido di Dante (Figura I.2.4-10) rappresenta invece il tipico ambiente di cuspidi deltizie del settore settentrionale della costa emiliano-romagnola, ambiente naturalmente critico dove si è manifestato ed è ancora in corso il processo di rettificazione della linea di riva.



*Figura I.2.4-10: Evoluzione dell'uso del suolo presso Lido di Dante anni 1943, 1982 e 2005; verde: aree agricole, rosso: aree urbanizzate, blu: argine e golena, azzurro: corsi d'acqua e zone umide, arancio: duna, giallo: spiaggia. La linea blu è la linea di riva del 1943.*

Nel 1943 apparivano già evidenti i segni di una attiva erosione costiera: cordoni litorali troncati dalla linea di riva, spiaggia emersa sottile (inferiore anche a 10 m), diffusi vantagli di washover; l'area era adibita, con saggezza, alla sola agricoltura e i centri abitati sorgevano a non meno di 250 m dalla linea di riva. Dal dopoguerra ad oggi si assiste allo sviluppo incontrollato del nucleo urbano di Lido di Dante che dista ora solo poche decine di metri dalla riva e deve continuamente difendersi dai naturali fenomeni di erosione della sottile spiaggia (tra i 20 e i 60 m) e di ingressione marina, attraverso un sistema di difesa costiera artificiale. Dal 1943 la linea di riva è arretrata tra i 100 e i 200 m come si può osservare a nord di Lido di Dante nei fotogrammi di (Figura I.2.4-10) dove continuano a manifestarsi le tendenze naturali del paraggio, a cui si sono aggiunte le cause legate ai forti tassi di subsidenza che ancora si registrano in questo punto (*Teatini et alii, 2005; ARPA Emilia-Romagna, 2007, 2020*).

#### **I.2.4.1.2. Gli hot-spot erosivi e rettificazione della linea di riva**

A scala regionale, i tratti che hanno mostrato costantemente problemi di arretramento della linea di riva si giustificano considerando la storia pluridecennale e centenaria del sistema costiero, sopra brevemente illustrata. Il processo di rettificazione della linea di riva identifica le maggiori cuspidi deltizie come sede dei processi di erosione costiera più severi. Nel decennio 1943-54, quando l'impatto antropico sul territorio era ancora limitato, le foci del f. Reno di Fiumi Uniti e del Savio hanno subito gli arretramenti più marcati come da Figura I.2.4-11. Nella stessa figura si apprezza come i grandi moli portuali di Rimini e Porto Garibaldi, a cui si aggiunge quello di Cattolica il cui effetto è rafforzato dal promontorio di Gabicce, abbiano influenzato l'evoluzione della linea di riva nei settori posti a nord costituendo una barriera per i principali flussi sedimentari sotto costa, diretti da sud verso nord.

Negli anni seguenti la tendenza presso le foci, seppur con variazioni locali dovute principalmente agli interventi di protezione adottati, non cambia: la foce del f. Reno e quella di Fiumi Uniti, anche per gli effetti delle attività antropiche impattanti come l'estrazione di fluidi del sottosuolo, risultano ancora in arretramento (Figura I.2.4-12).



Figura I.2.4-11: variazioni della linea di riva 1943-1954 (in metri, valori positivi avanzamento (blu), valori negativi arretramento (rosso)).

La foce del f. Reno, in particolare, è il tratto costiero dove si assiste al più rapido e costante arretramento della linea di riva a scala regionale (Figura I.2.4-13).

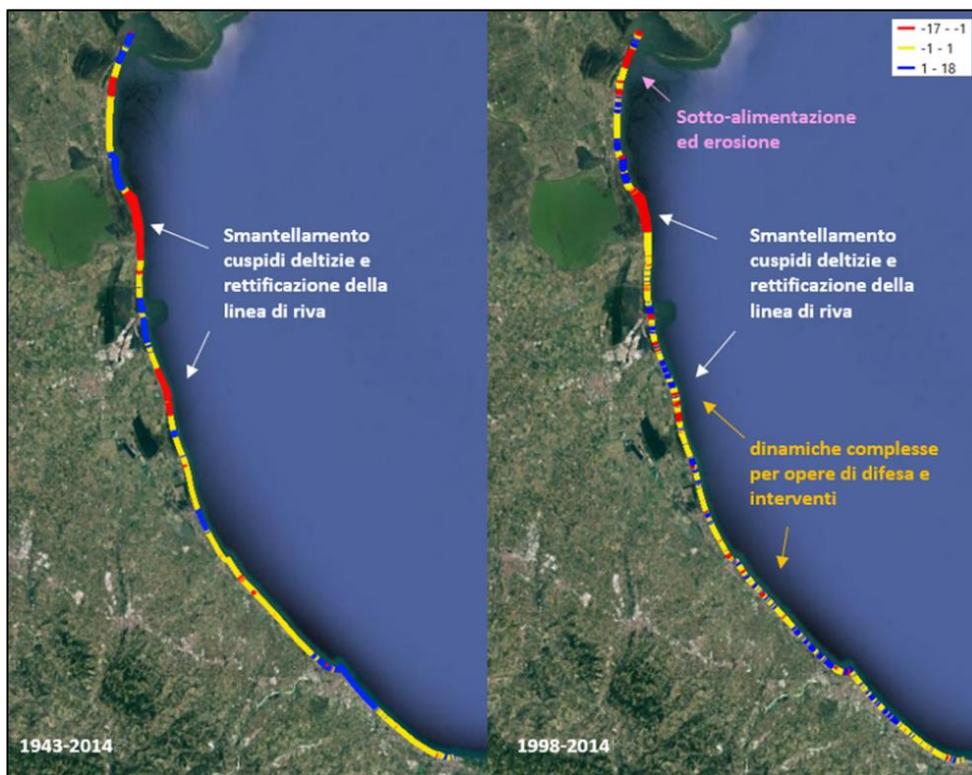


Figura I.2.4-12: variazioni della linea di riva in metri all'anno (tassi): valori positivi (in blu) avanzamento, valori negativi (in rosso) arretramento.



Figura I.2.4-13: linee di riva presso il settore nord della foce del Reno (Vene di Bellocchio) nel periodo 2000-2019; a sin è riportata una foto dell'ambiente costiero in questione: si tratta di una sottile spiaggia, costituita da una stretta battigia e da ampi ventagli di washover, che borda un'estesa zona umida.

La foce del fiume Savio mostra tassi di arretramento minori: questo grazie alle opere di difesa erette e perché le attività antropiche invasive sono state di minore entità rispetto alle altre due foci. Va però considerato che il sistema fisico dell'area si trova ad uno stadio evolutivo più avanzato in termini di processi di smantellamento.

Negli ultimi decenni si assiste ad un peggioramento del tratto costiero di Lido di Volano, con un aumento dei paraggi in arretramento, imputato all'impoverimento dell'apporto sedimentario da sud che costituisce la principale, probabilmente l'unica, fonte di alimentazione di questo settore.

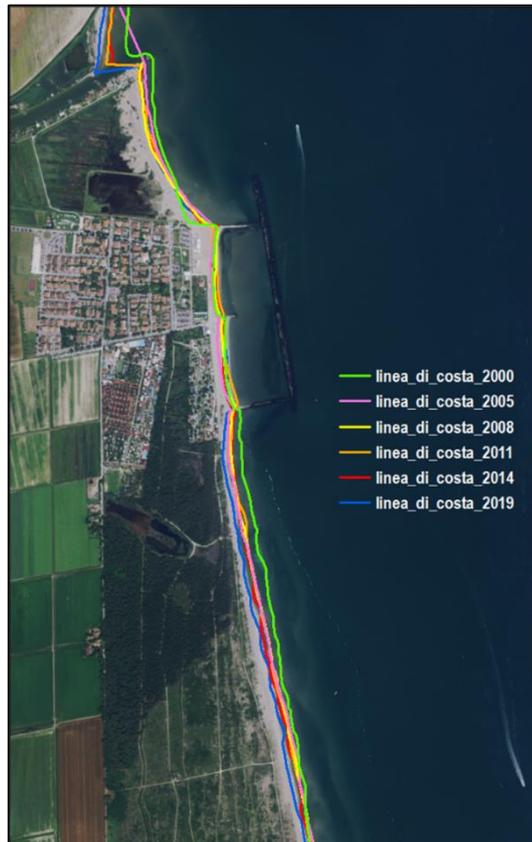
A scala locale la situazione può essere molto complessa, l'evoluzione della linea di riva risulta influenzata, oltre che dai processi di lungo periodo, dalle opere di difesa e dagli interventi di ripascimento, che possono mitigare la tendenza all'arretramento o, di contro, possono innescare la formazione di "hot spot" erosionali nelle zone marginali ai sistemi di scogliere e di pennelli e agli argini.

Di seguito sono riportati alcuni dei casi più eclatanti di problemi di erosione con arretramento progressivo della linea di riva alla scala locale.

Nel caso di Lido di Dante (Figura I.2.4-14), il sistema di opere rigide erette a protezione dell'abitato, ha mantenuto abbastanza stabile la linea di riva nel periodo 2000-2019. Nei tratti di costa a nord e, soprattutto, a sud si è manifestato invece un continuo e severo arretramento della spiaggia (con punte di -60, -70 m) e della duna, il cui fronte è retrocesso di circa 40 metri rispetto alla posizione dell'anno 2000. In queste porzioni ha continuato ad agire il processo di rettificazione della costa, inasprito anche dalle interferenze dovute alla presenza delle opere, che hanno favorito la formazione di flussi erosivi e hanno ostacolato la circolazione dei sedimenti.

Un esempio di "hot spot" erosionale legato alla presenza delle difese rigide è presente presso Punta Marina (Figura I.2.4-15): in questo caso, al termine del sistema di difesa misto posto a difesa

dell'abitato, che rende la linea di riva è più o meno stabile nel periodo 2000-2019, anche grazie ad interventi di ripascimento, si osserva l'arretramento della linea di riva nel lato sottoflutto degli ultimi due pennelli del sistema. La linea del 2000, inoltre, precedente alla costruzione del pennello più settentrionale, evidenzia la profonda modificazione della spiaggia passando da un andamento rettilineo ad uno a "dente di sega" con una concavità piuttosto accentuata che arriva a lambire la duna costiera.



*Figura I.2.4-14: linee di riva nel periodo 2000-2019 presso Lido di Dante*

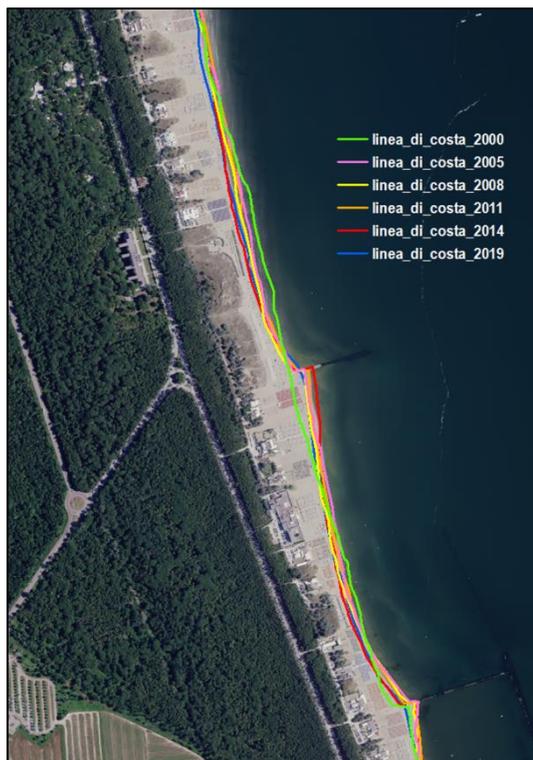


Figura I.2.4-15: linee di riva nel periodo 2000-2019 presso Punta Marina

Un problema di sotto-alimentazione potrebbe essere alla base dell'arretramento della linea di riva nel settore a sud di Lido di Volano (Figura I.2.4-16), nel periodo 2000-2019; in alcuni tratti, inoltre, la sottile spiaggia è stata consumata e la duna è stata intaccata. Questo settore fa parte della porzione più antica della freccia litorale di Volano ormai divenuta zona di transito mentre la freccia litorale attiva, più piccola, si evolve più a settentrione.

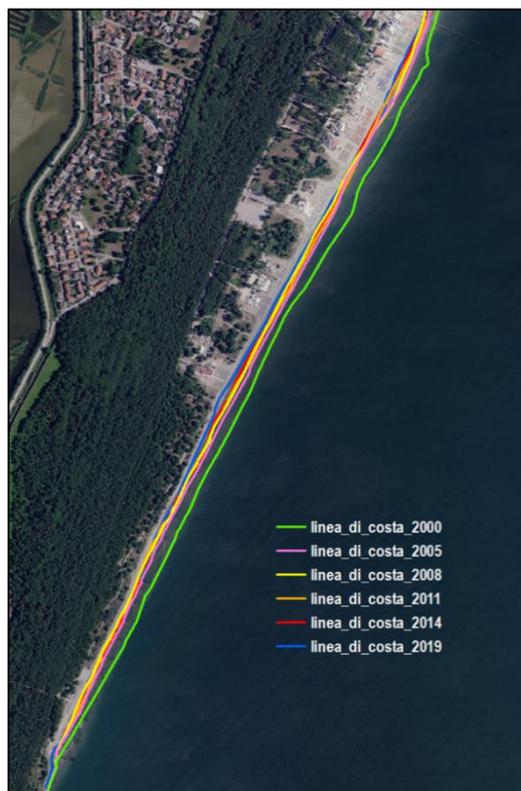


Figura I.2.4-16: linee di riva nel periodo 2000-2019 presso Lido di Volano

## **I.2.5. Corpi idrici marino – costieri e acquiferi**

La gestione della costa e delle sue morfologie non può prescindere dalla conoscenza degli aspetti idrologici e idrogeologici che caratterizzano questa porzione di territorio: fiumi, torrenti, canali, acque di transizione e mare interagiscono tra loro e con le acque sotterranee in un delicato equilibrio, contribuendo a modellare il paesaggio litoraneo. Le acque rappresentano una risorsa imprescindibile per la sopravvivenza delle comunità e degli importanti ecosistemi costieri.

Lo sviluppo e l'applicazione delle politiche regionali relative all'acqua coinvolgono differenti strutture: l'Area Tutela e Gestione Acqua, che garantisce la gestione e la pianificazione delle risorse idriche, Arpae che effettua i monitoraggi sistematici della qualità e della quantità della risorsa, e l'Area Geologia, Suoli e Sismica, che studia le caratteristiche geologiche dei diversi acquiferi.

Il Piano di Gestione del Distretto idrografico è lo strumento operativo, previsto dalla Direttiva Acque 2000/60 CE (DQA) per attuare una politica coerente e sostenibile della tutela delle acque comunitarie, attraverso un approccio integrato dei diversi aspetti gestionali ed ecologici alla scala di distretto idrografico. Il 27 gennaio 2022 è stato adottato il Piano di gestione del Distretto idrografico del Fiume Po in cui rientra gran parte del territorio della regione Emilia-Romagna e tutta l'area costiera<sup>29</sup>.

Sulla base dei criteri previsti dalla Direttiva e dal successivo D.lgs. 172/15 si è proceduto, per tutte le tipologie di acque superficiali e sotterranee della regione, alla tipizzazione, caratterizzazione ed individuazione dei "corpi idrici", cioè degli elementi di acqua con caratteri omogenei.

### **I.2.5.1. Le acque superficiali e di transizione**

Il sistema delle acque superficiali presenti lungo il litorale emiliano romagnolo è costituito da corsi d'acqua naturali (fiumi e torrenti), da corsi d'acqua artificiali e da lagune costiere. Procedendo da Nord verso Sud, i fiumi che sfociano in Adriatico sono: Po, Po di Volano, Reno; Lamone; Fiumi Uniti (Montone-Rabbi e Ronco-Bidente); Savio; Rubicone; Uso; Marecchia; Conca; Tavollo.

I corsi d'acqua artificiali costituiscono un reticolo idrografico fittissimo, composto da canali, cavi, collettori, condotte, ecc. con funzione di bonifica ed irrigazione al servizio dell'agricoltura. Tra essi si distingue per estensione ed importanza il Canale Emiliano-Romagnolo (evidenziato in Figura I.2.5-1).

Le lagune costiere, sette in totale (Valle Cantone, Valle Nuova, Valli di Comacchio, Pialassa Piombone, Pialassa Baiona, Sacca di Goro e Lago delle Nazioni, quest'ultima artificiale), sono illustrate al paragrafo I.2.5.1.1.

Al di là del presente paragrafo, che ha solo finalità di inquadramento geografico, il tema delle acque superficiali in Emilia-Romagna è diffusamente trattato al link<sup>30</sup>.

---

<sup>29</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/acque/temi/piani%20di%20gestione>

<sup>30</sup> <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/acqua/report-bollettini/acque-superficiali>

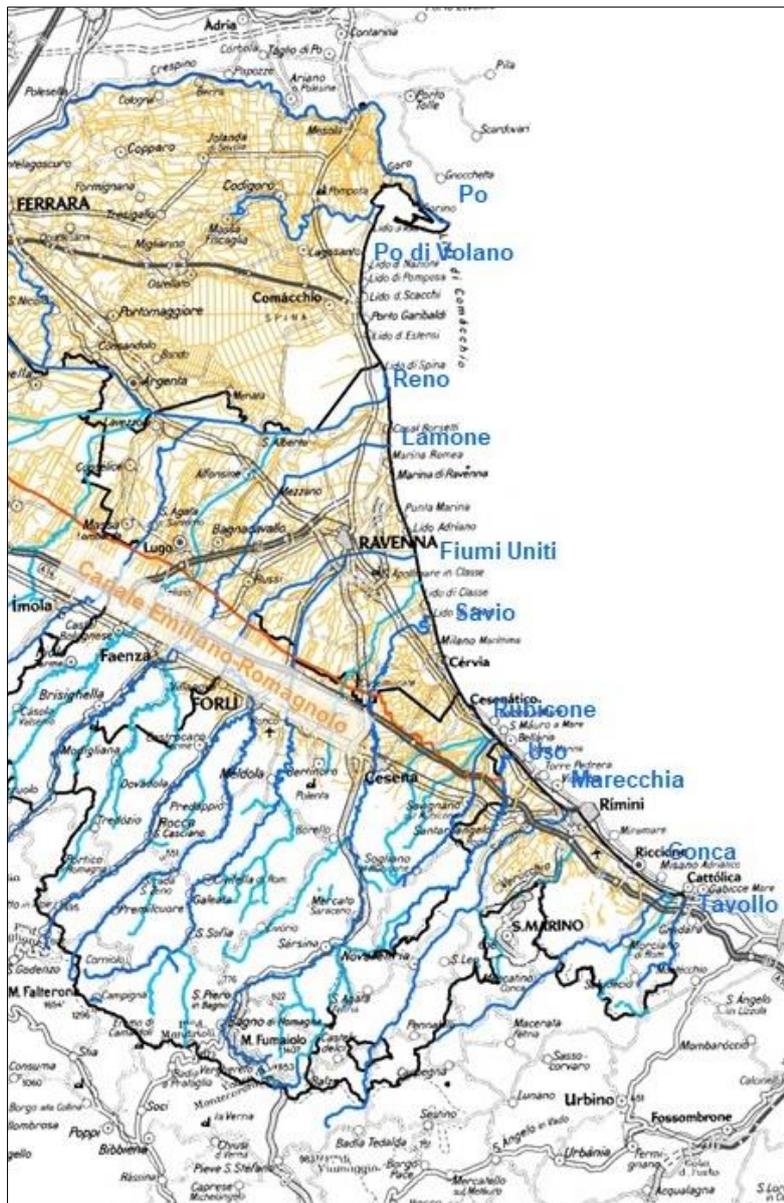


Figura I.2.5-1: Reticolo idrografico naturale (fiumi in blu, torrenti in azzurro) ed artificiale (arancio)

### 1.2.5.1.1. Acque di transizione

L'art. 2 della DQA definisce le acque di transizione come “i corpi idrici superficiali in prossimità della foce di un fiume, che sono parzialmente di natura salina a causa della loro vicinanza alle acque costiere, ma sostanzialmente influenzati dai flussi di acqua dolce”. Seguendo la definizione più applicativa di acque di transizione, i criteri per la tipizzazione contenuti nel DM 131/08, e le condizioni di riferimento definite nel DM 260/10, per la Regione Emilia-Romagna si sono individuati 8 corpi idrici, di cui:

- 7 lagune costiere regionali (Valle Cantone, Valle Nuova, Valli di Comacchio, Pialassa Piombone, Pialassa Baiona, Sacca di Goro e Lago delle Nazioni, quest'ultima artificiale)
- 1 delta interregionale (Po di Goro).

Le acque di transizione sono tutte ricadenti nel territorio delle province di Ferrara e Ravenna: sono distribuite lungo la fascia costiera come “isole”, senza essere comunicanti tra loro, e si trovano confinate rispetto alla loro naturale evoluzione morfologica ed ecologica poiché circondate da aree agricole, insediamenti urbani e infrastrutture. In pratica, ad oggi tutte le zone umide della Regione sono soggette a regimi idrici artificiali, finalizzati a diversi scopi: l'agricoltura (oggi la principale

attività produttiva praticata nelle aree circostanti le acque di transizione), l'acquacoltura, la pesca e, a seguire, le attività industriali e il turismo.

Nonostante ciò, queste aree di connessione tra terra e mare, tra acque dolci e salate, ricoprono un importantissimo ruolo ambientale ed hanno un elevato contenuto di resilienza e di sostenibilità, oltre a possedere un intrinseco valore ecologico. Per questo motivo, tutte le acque di transizione individuate ricadono non solo all'interno del Parco Regionale Delta del Po, ma sono:

- I. Siti di Importanza Comunitaria (SIC) ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat", successivamente diventati Zone Speciali di Conservazione (ZSC);
- II. Zone di Protezione Speciale (ZPS) per l'avifauna, previste dalla Direttiva 2009/147/CE "Uccelli";
- III. Zone Umide di interesse internazionale istituite dalla Convenzione di Ramsar, facendo particolare riferimento agli habitat degli uccelli acquatici.

Per quanto riguarda la classificazione ai sensi della DQA, basandosi sui risultati del monitoraggio nel sessennio 2014-2019 i corpi idrici di transizione risultano avere tutti uno stato ambientale non buono. Le pressioni significative che insistono sulle acque di transizione si possono sintetizzare come segue:

- eccessivi apporti di nutrienti (in particolare carichi di azoto), che alterano lo stato ecologico innescando condizioni di carenza (ipossia) o assenza (anossia) di ossigeno disciolto;
- apporti di metalli pesanti (in particolare cadmio) e sostanze inquinanti, che tendono ad accumularsi nei sedimenti, compromettendo lo stato chimico;
- forte subsidenza sia di origine antropica che naturale, che determina la perdita di porzioni di territorio;
- scarsa disponibilità di risorse di acqua dolce a seguito dei prelievi irrigui effettuati sui fiumi afferenti;
- scarsa manutenzione idraulica, con conseguenti problemi di ridotta circolazione delle acque.

#### **I.2.5.1.2. Le acque marino - costiere**

Secondo la metodologia per la tipizzazione dei corpi idrici marino costieri definita dal DM 131/08, associando i criteri geomorfologici (morfologia dell'area sommersa e natura del substrato) con quelli idrologici (stabilità verticale della colonna d'acqua, elaborata dai dati di temperatura e salinità) risulta che l'intera fascia costiera dell'Emilia-Romagna appartiene alla tipologia "E1 - pianura alluvionale ad alta stabilità".

Tuttavia, la presenza delle dighe foranee del Porto Canale di Ravenna, che si estendono fino a 2,6 km verso il largo in direzione perpendicolare alla costa, costituisce una barriera fisica che separa le acque costiere dell'Emilia-Romagna in due zone. Queste zone vengono individuate una a nord e l'altra a sud dell'abitato di Ravenna e si differenziano nei parametri idrici, tra i quali: l'apporto e la quantificazione dei fattori di produttività diretta (elementi nutritivi), lo stato di qualità (stato trofico ed il suo andamento spazio-temporale, frequenza ed estensione delle condizioni anossiche ed ipossiche delle acque bentoniche, circolazione delle masse d'acqua.

Per questo motivo, per le acque marino-costiere della regione Emilia-Romagna si individuano 2 corpi idrici:

- il primo corpo idrico (CD1) si estende da Goro (delta Po) a Ravenna con una superficie di circa 96 km<sup>2</sup> ed è influenzato dagli apporti sversati dal bacino padano e da quello del fiume Reno;

- il secondo corpo idrico (CD2) si estende da Ravenna a Cattolica con una superficie pari a 202 km<sup>2</sup> e riceve il contributo dei bacini idrografici dei Fiumi Uniti, Savio e del Conca e Marecchia.

Per quanto riguarda la classificazione ai sensi della DQA, basandosi sui risultati del monitoraggio nel sessennio 2014-2019, i corpi idrici marino costieri risultano entrambi in stato ambientale non buono.

Le pressioni significative che insistono sui corpi idrici marino-costieri sono rappresentate dai carichi dei fiumi e dagli scarichi in mare, che alterano lo stato dei corpi idrici agendo sulla concentrazione di metalli pesanti, sugli apporti di nutrienti (in particolare azoto e fosforo) e sull'ossigeno disciolto. La fascia costiera è infatti interessata da condizioni di carenza (ipossia) o assenza (anossia) di ossigeno disciolto nelle acque di fondo.

Inoltre, il fenomeno dell'eutrofizzazione rappresenta, a tutt'oggi, il principale problema ambientale dell'Adriatico centro nord-occidentale: l'intera fascia costiera della Regione Emilia-Romagna, infatti, è dichiarata area sensibile (art. 91, d.lgs. 152/2006) in quanto soggetta a fenomeni di eutrofizzazione. Le manifestazioni spazio-temporali degli eventi eutrofici sono molto diversificate lungo la costa regionale: in generale la zona di mare che va da Ravenna a Cattolica presenta condizioni di stato ambientale che tendono ad uniformarsi per quanto riguarda gli indicatori di stato trofico con valori più bassi rispetto alla zona settentrionale. Tuttavia, le fioriture macroalgali e i conseguenti eventi distrofici sono comunque un fenomeno presente e da tenere monitorato.

### 1.2.5.2. Geologia di sottosuolo e acquiferi della costa emiliano romagnola

Le oscillazioni climatiche e glacio-eustatiche delle ultime centinaia di migliaia di anni hanno influenzato in modo deciso la formazione della successione stratigrafica presente nel sottosuolo della piana costiera emiliano romagnola (Figura 1.2.5-2).

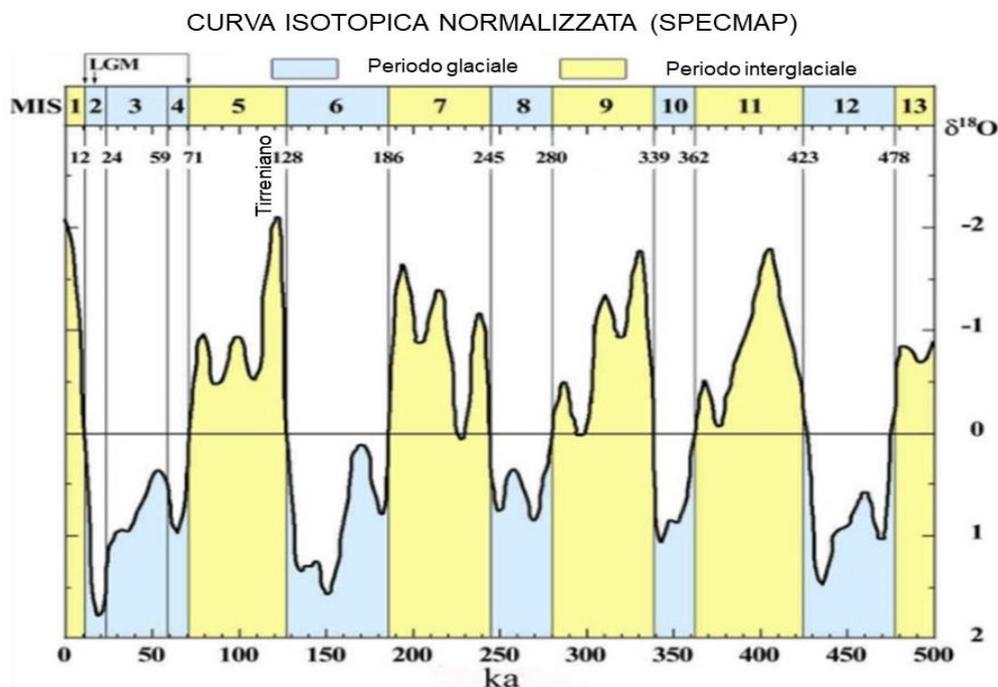


Figura 1.2.5-2: Valore isotopico dell'Ossigeno negli oceani, indicativo delle temperature globali negli ultimi 500.000 anni. MIS: Marine Isotope Stages, LGM: Last glacial maximum (Curva SPECMAP, Pisias et al. 1984, modificata).

Durante i periodi freddi (glaciazioni) le calotte polari ed i ghiacciai erano molto più estesi di oggi e contenevano anche parte delle acque che attualmente costituiscono i mari e gli oceani.

Conseguentemente il livello del mare era più basso dell'attuale e le linee di costa erano più spostate verso mare.

Nei periodi caldi (interglaciali) la temperatura globale non era particolarmente diversa da quella odierna: il periodo attuale rappresenta infatti un periodo caldo (MIS1 in Figura I.2.5-2); quindi durante gli interglaciali le linee di costa erano grossomodo nella loro posizione attuale.

L'attuale periodo interglaciale è iniziato circa 12.000 anni fa ed ha fatto seguito all'ultima glaciazione iniziata circa 70.000 anni, che ha avuto l'acme circa 20.000 anni fa (LGM in Figura I.2.5-2). Durante l'LGM la geografia dell'alto Adriatico era molto diversa dalla attuale, la linea di costa si trovava a sud del Monte Conero poco a nord di Pescara, e l'attuale area costiera e marina antistante l'Emilia-Romagna era una pianura alluvionale in cui scorreva il Po ed i suoi affluenti, che erano un numero molto maggiore dell'attuale (Figura I.2.5-3).

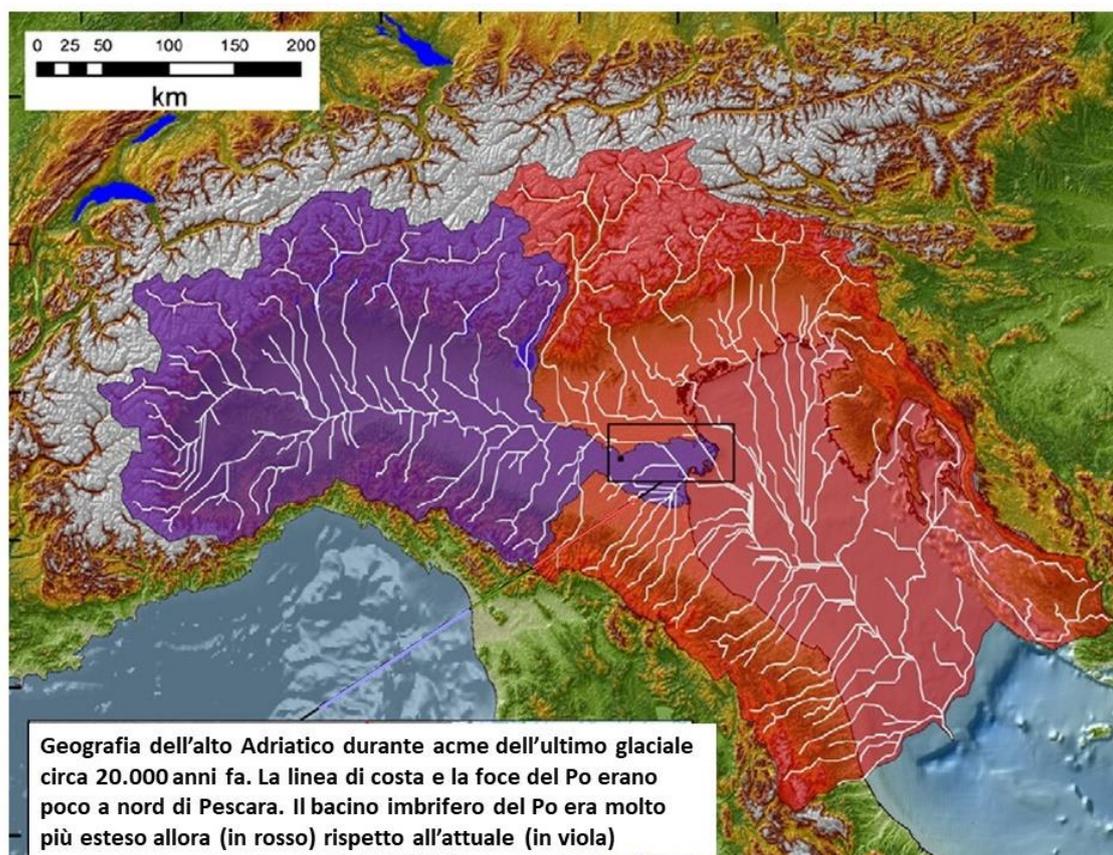


Figura I.2.5-3: Alto Adriatico durante l'LGM. Spiegazione in didascalia. (M. Peresani et. Al. 2021)

La ciclicità climatica ha determinato nel sottosuolo della costa emiliano romagnola la formazione di alternanze cicliche di sedimenti marino marginali depositati durante i periodi caldi, quando la linea di costa era posizionata sostanzialmente dove si trova oggi, e di sedimenti alluvionali e deltizi, depositati durante i periodi freddi, quando la linea di costa era molto spostata verso sud.

Le sabbie delle spiagge emiliano-romagnole proseguono nel sottosuolo per uno spessore variabile tra 20 e 5 metri, procedendo da nord verso sud, al di sotto di esse sono presenti sedimenti alluvionali e deltizi per uno spessore di un centinaio di metri circa. Inferiormente si trovano ancora delle sabbie di spiaggia, sedimentate durante il periodo caldo precedente l'attuale, circa 130.000 anni fa (*Tirreniano*, Figura I.2.5-2). Queste spiagge, analogamente alle attuali, hanno uno spessore massimo di una ventina di metri; al di sotto riprende la sedimentazione alluvionale e deltizia di clima freddo per uno spessore dell'ordine di un centinaio di metri. Inferiormente si ripetono in

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

modo ciclico le alternanze di sedimenti di spiaggia ed alluvionali con spessori analoghi a quelli sopra menzionati.

L'insieme di ogni intervallo stratigrafico costituito da sedimenti costieri alla base e dai sovrastanti sedimenti alluvionali o deltizi costituisce un ciclo sedimentario. Ad ognuno di questi cicli è stata assegnata una sigla: A1 per il ciclo che va dall'intervallo caldo "tirreniano" alla fine dell'ultima glaciazione, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e B4 a ciascuno dei cicli sottostanti. L'intervallo più alto, formato dai sedimenti costieri sovrastanti i depositi dell'ultima glaciazione corrisponde alla sigla A0. Si tratta di un ciclo incompleto, formato solamente da depositi di spiaggia di clima caldo (Figura I.2.5-4).

Nella nomenclatura stratigrafica dei corpi idrici utilizzata in Emilia-Romagna nella pianificazione della risorsa idrica, i depositi del ciclo A1 ed A2 appartengono ai "corpi idrici superiori", tutti i sottostanti ai "corpi idrici inferiori"; lungo la costa i corpi idrici inferiori e superiori sono costituiti sempre acquiferi confinati tranne che nella zona più a sud della regione. I depositi del ciclo A0 appartengono al "corpo idrico freatico di pianura" (Figura I.2.5-4).

La configurazione stratigrafica illustrata guida la distribuzione dei sedimenti presenti nel sottosuolo della costa emiliano romagnola, e, conseguentemente, la tipologia e la geometria degli acquiferi sotterranei.

All'inizio dei periodi freddi la sedimentazione alluvionale e deltizia è prevalentemente fine ed i corpi grossolani sono per lo più sottili e discontinui lateralmente. Successivamente la temperatura continua a diminuire e contemporaneamente aumenta la presenza di sedimenti grossolani, che diventano prevalenti nella parte terminale del periodo freddo. In questo intervallo stratigrafico si trovano gli acquiferi più importanti, che nella parte settentrionale della costa (ferrarese e ravennate) sono costituiti da sabbie deltizie del Po, e nella parte meridionale (riminese) da ghiaie della conoide alluvionale del fiume Marecchia e Conca. Questi acquiferi hanno grande continuità laterale e spessore fino a diverse decine di metri.

Nei periodi caldi si sedimentano sabbie di spiaggia a volte intercalate da argille organiche lagunari o palustri.

Complessivamente, a causa dall'andamento climatico e della forma del bacino sedimentario padano adriatico, nel sottosuolo della zona costiera lo spessore dei depositi alluvionali e deltizi è decisamente superiore rispetto a quello dei costieri (Figura I.2.5-4).

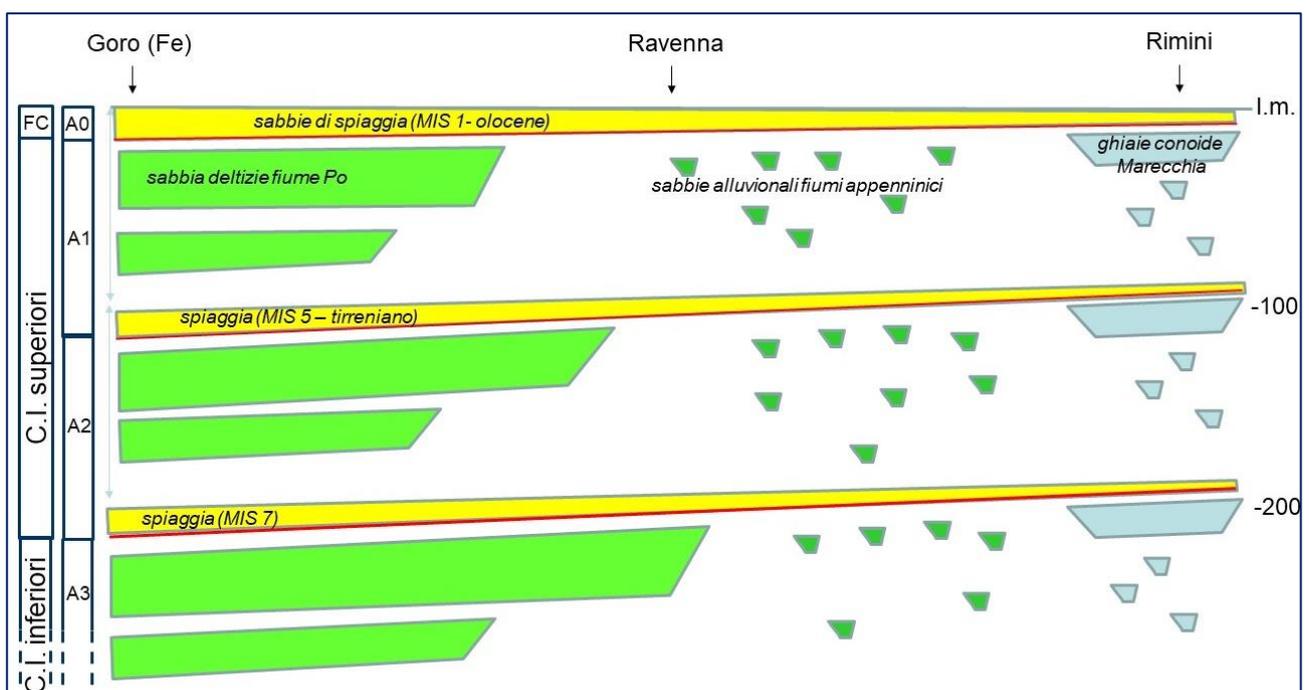


Figura I.2.5-4: schema geologico - stratigrafico della costa dell'E-R. Le quote sono indicative. Le sabbie deltizie padane si estendono maggiormente verso sud nelle parti più antiche della successione

Queste sabbie costituiscono degli acquiferi molto continui lateralmente e spessi una decina di metri circa, ma per loro natura sono spesso interessati da ingressione di acque salate connate di origine marina.

Anche i depositi alluvionali e deltizi possono essere interessati da ingressione di acque salate: essi, infatti, proseguono verso est oltre la linea di riva al di sotto dell'Adriatico e possono pertanto entrare in contatto con le acque del mare.

Inoltre, tutti questi acquiferi possono essere interessati da ingressione marina anche per motivi antropici; il prelievo di acque sotterranee da pozzi può infatti indurre l'abbassamento del livello piezometrico favorendo il richiamo di acque salate dal mare.

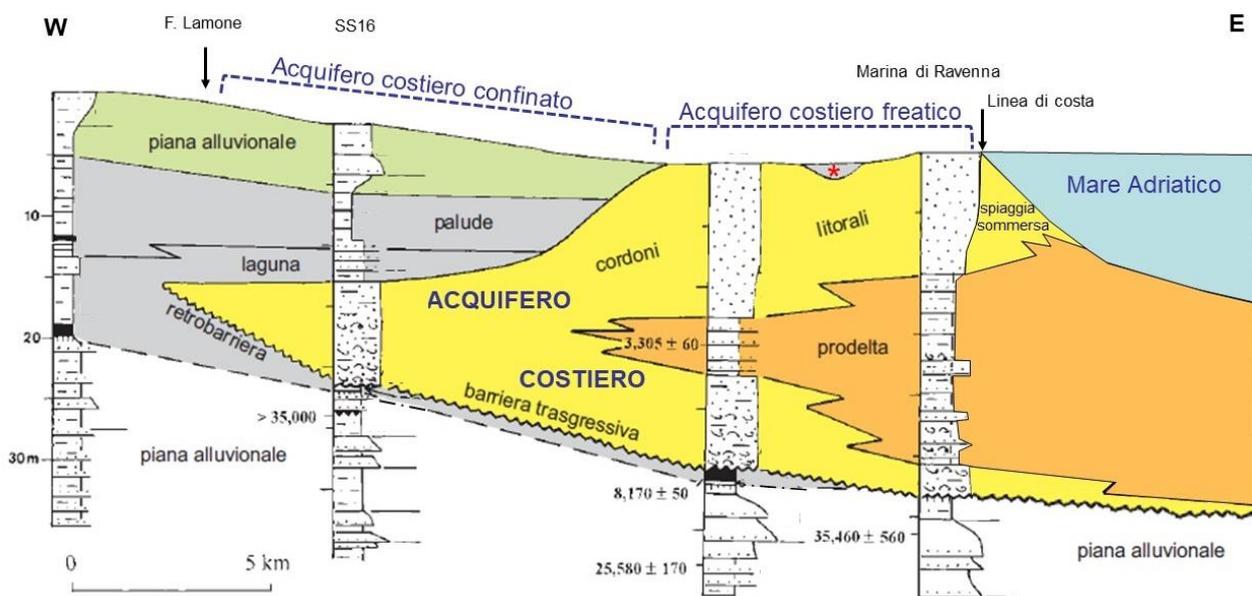
### I.2.5.3. L'acquifero freatico costiero

Circa 12.000 anni fa, alla fine dell'ultima glaciazione, il livello del mare ha iniziato a risalire velocemente ed è tornato ad occupare un'ampia porzione che era precedentemente emersa (Figura I.2.5-2 e Figura I.2.5-3 in "Geologia di sottosuolo e acquiferi della costa emiliano romagnola").

Il massimo dell'ingressione marina è avvenuto circa 6.000 anni fa e successivamente la linea di costa ha iniziato ad avanzare, sino ad arrivare alla sua posizione attuale.

In termini geologici si parla di trasgressione durante la risalita del livello del mare ed il conseguente spostamento verso terra della linea di riva, e di regressione durante lo spostamento verso mare della linea di riva.

Questo spostamento della linea di costa prima verso terra (trasgressione) e poi verso mare (regressione) ha prodotto un cuneo di sedimenti costieri formato principalmente da sabbie, limi ed argille. La porzione sabbiosa del cuneo costiero, formata dalla barriera trasgressiva e dai cordoni litorali (in giallo in Figura I.2.5-5), costituisce un acquifero che, dove le sabbie sono affioranti, è freatico, dove le sabbie sono sepolte da depositi lagunari, palustri o alluvionali è confinato o semiconfinato. A tratti, anche nella zona dove le sabbie sono affioranti sono presenti dei sottili livelli fini di area retro dunare (area con asterisco rosso) che però, a scala regionale, non modificano particolarmente le condizioni idrauliche dell'acquifero.



## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

Figura I.2.5-5: Sezione geologica schematica del cuneo trasgressivo regressivo nella costa ravennate, con indicazione dei depositi dell'acquifero costiero (in giallo), e delle datazioni radiometriche 14C. L'asterisco rosso indica la presenza di depositi argillosi retro dunari. (ISPRA, 2002 modificato)

I depositi sabbiosi delle spiagge emiliano-romagnole costituiscono pertanto l'acquifero freatico costiero che si estende per circa 120 km, da Goro (FE) a nord, sino a Gabicce (RN) a Sud. La sua larghezza si mantiene attorno ai 10 chilometri nella zona ferrarese e ravennate, per poi ridursi abbastanza bruscamente poco a nord di Cervia, e portarsi a circa un chilometro da Cesenatico fino al confine regionale con le Marche. La porzione dove l'acquifero costiero è in condizioni confinate o semiconfinate prosegue per diversi chilometri verso terra nella zona ferrarese e ravennate (Figura I.2.5-6 a sinistra).

Lo spessore dell'acquifero freatico va da pochi metri fino a circa 30 metri (Figura I.2.5-6 a destra). Gli spessori massimi, a ovest di Comacchio e tra Ravenna e Cervia, si hanno dove c'è l'amalgamazione tra le sabbie di barriera trasgressiva e le sabbie dei cordoni litorali.

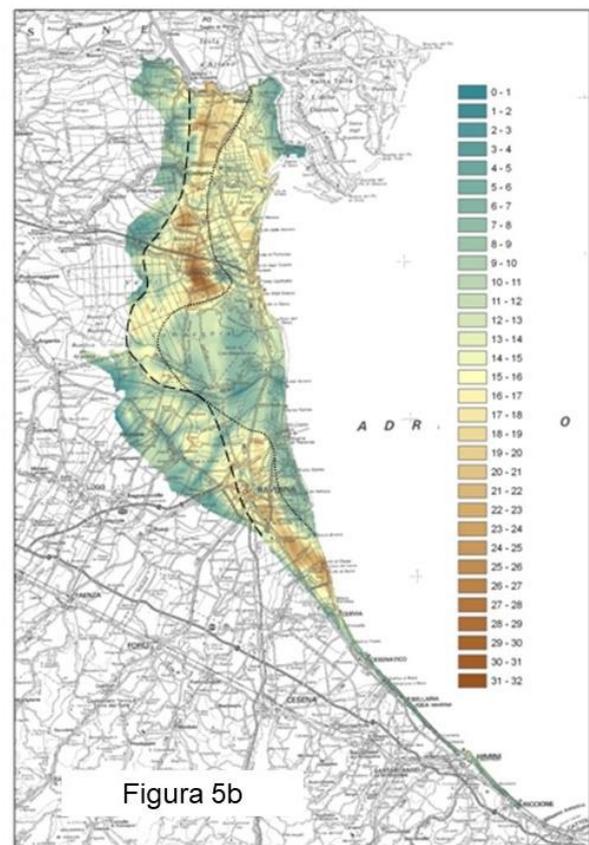
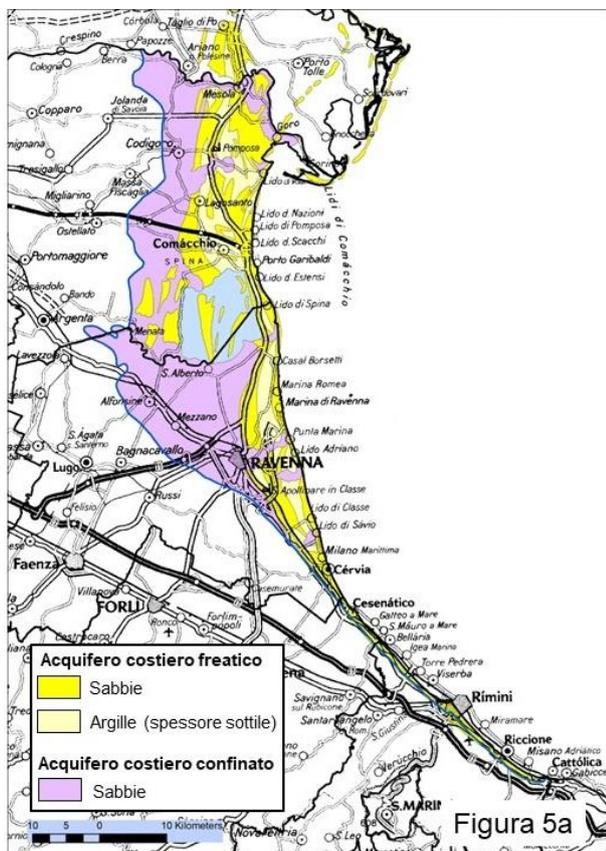


Figura I.2.5-6: Distribuzione areale dell'acquifero costiero freatico e confinato lungo la costa emiliano-romagnola (5a); spessore in metri dell'acquifero costiero (5b).

La ricarica di questo acquifero avviene verticalmente tramite le precipitazioni, la dispersione da corpi idrici superficiali (fiume e canali), e l'irrigazione; lateralmente dalle falde freatiche della pianura alluvionale e deltizia e dall'ingresso di acque marine dall'Adriatico (Figura I.2.5-7).

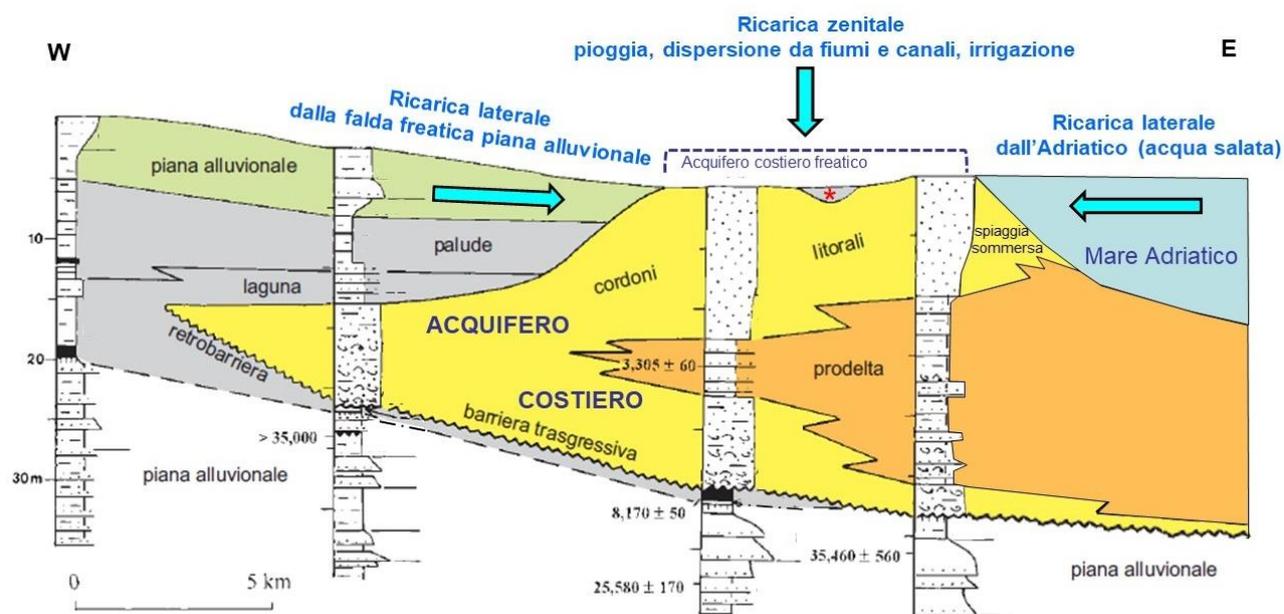


Figura I.2.5-7: Termini principali della ricarica dell'acquifero freatico costiero

Questo acquifero prosegue verso est ed entra direttamente a contatto con le acque del sovrastante Mare Adriatico. Conseguentemente le acque marine, salate e dunque più pesanti delle acque dolci, tendono ad entrare naturalmente verso terra costituendo un cuneo di acque salate al di sotto delle acque dolci sovrastanti (un esempio in Figura I.2.5-10). La presenza di acque salate o salmastre nell'acquifero causa un deterioramento delle acque e ne diminuisce in modo deciso la possibilità di utilizzo.

L'acquifero costiero viene captato da pozzi domestici per irrigazione di giardini e piccoli orti e da pozzi produttivi di aziende agricole o strutture turistiche: intercetta inoltre le radici delle piante (pinete, colture agricole) le acque superficiali di fiumi, canali di bonifica e irrigazione e le numerose zone umide presenti nella zona settentrionale della costa. Laddove le acque risultino salate o salmastre gli usi e le funzioni dell'acquifero sono pertanto messe a repentaglio. Il processo definito "ingressione del cuneo salino" necessita pertanto di un costante monitoraggio, perché può danneggiare le colture, oltre che i delicati ecosistemi che rendono il territorio costiero regionale una riserva di biodiversità.

Per questo motivo dall'estate del 2009 è stata attivata dall'Area geologia della Regione Emilia-Romagna una rete di monitoraggio regionale specifica per questo acquifero, che si estende lungo tutta la costa.

### I.2.5.3.1. Monitoraggio dell'acquifero costiero e risultati recenti

La rete di monitoraggio dell'acquifero costiero è costituita da piezometri la gran parte dei quali perforati appositamente a cura dei tecnici regionali. Il numero dei punti di controllo si è modificato nel tempo: dai 30 iniziali si è giunti sino ad un massimo di 37 punti. Dall'estate del 2018 la rete è costituita da 24 punti per i quali si hanno generalmente misure continuative dal 2009 ad oggi, fatta eccezione per il periodo 2015 - 2017 durante il quale il numero di pozzi monitorato è stato inferiore (Figura I.2.5-8). Alcuni punti di questa rete sono entrati a far parte della rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee gestita da ARPAE per conto della Regione Emilia-Romagna.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/acqua/dati-acque/acque-sotterranee/rete-di-monitoraggio-acque-sotterranee>

## ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

Su ciascun punto di controllo viene rilevato il livello della falda freatica e, a partire da questo, per ogni metro di profondità, vengono misurate la conducibilità elettrica specifica (funzione diretta della salinità, d'ora in poi CE) e la temperatura (d'ora in poi T).

Le misurazioni di livello, CE e T effettuate nei punti di controllo hanno una valenza regionale, e non sono idonee per valutazioni di sito che di certo necessiterebbero di approfondimenti specifici.

I dati rilevati nell'acquifero costiero sono disponibili sotto forma di schede (37 in totale, in formato .pdf)<sup>32</sup> scegliendo dal menu a destra "livelli cartografici" la voce "freatico costiero", e visualizzando scale maggiori di 1:600.000.

Ogni scheda è composta da due pagine, la prima riporta l'ubicazione a diverse scale dei punti di monitoraggio, e le informazioni tecniche relative ai piezometri. La seconda mostra i grafici della CE, della T e del livello della falda (Figura I.2.5-9). Nel grafico della CE sono anche indicati alcuni valori di riferimento: 2.5 mS/cm (valore soglia indicato nel decreto legislativo 31/2001 per le acque potabili); 10 mS/cm; 56 mS/cm (valore indicativo della salinità dell'acqua del mare). Il livello di falda viene indicato il valore riferito al piano campagna, con evidenziato il minimo e il massimo raggiunti.

I dati aggiornati in formato numerico sono disponibili su richiesta all'Area Geologia della Regione Emilia-Romagna.

Alla stessa pagina sono disponibili alcune sezioni geologiche che riportano gli ambienti deposizionali e la distribuzione della salinità nel sottosuolo in periodo estivo ed invernale (Figura I.2.5-10)<sup>33</sup>

---

<sup>32</sup> [https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp?service=costa](https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=costa)

<sup>33</sup> [https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp?service=costa](https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=costa)

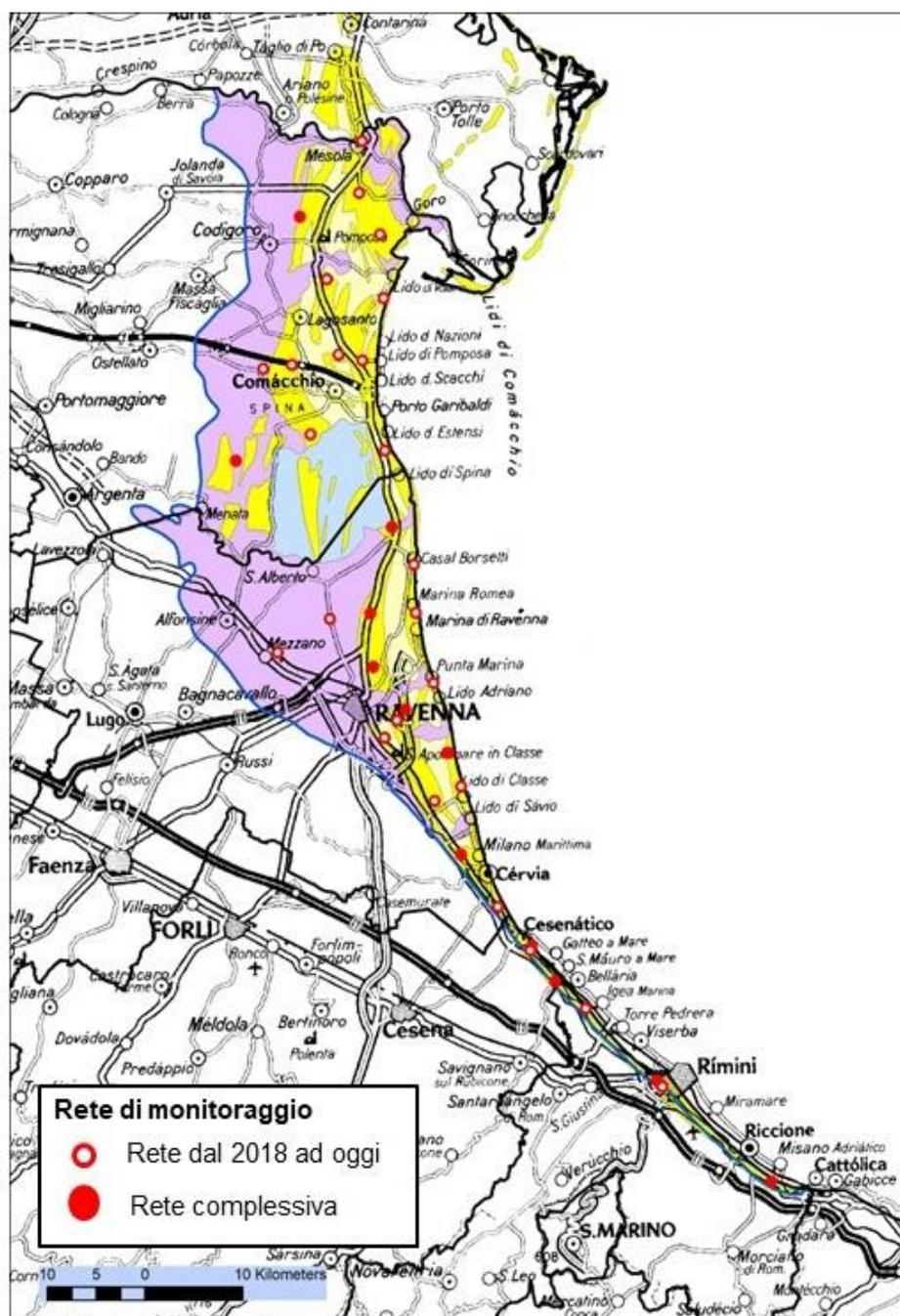


Figura I.2.5-8: Rete di monitoraggio dell'acquifero costiero. Legenda dei colori in figura 5a.

Inoltre, nell'ambito del progetto europeo TACTIC<sup>34</sup> è stato elaborato un modello tridimensionale della geologia e della variabilità della CE nell'acquifero freatico costiero presso Ravenna<sup>35</sup>.

L'elaborazione effettuata si basa sui dati misurati in 10 piezometri della rete della Regione Emilia-Romagna in quattro campagne di monitoraggio: ottobre 2009, marzo 2010, settembre 2013 e ottobre 2019. I risultati mostrano una situazione piuttosto stabile con una debole variazione che riguarda la porzione di acqua dolce, il cui volume risulta essere influenzato dalla piovosità<sup>36</sup>.

<sup>34</sup> <https://geoera.eu/projects/tactic9/>

<sup>35</sup> <https://view.seequent.com/embed/sid0dgia8ba5gnltgy8l/default/wm1o29klqce212x668dc>

<sup>36</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/notizie/notizie-2020/nuovo-modello-3d-acquifero-freatico-costiero-ravenna>

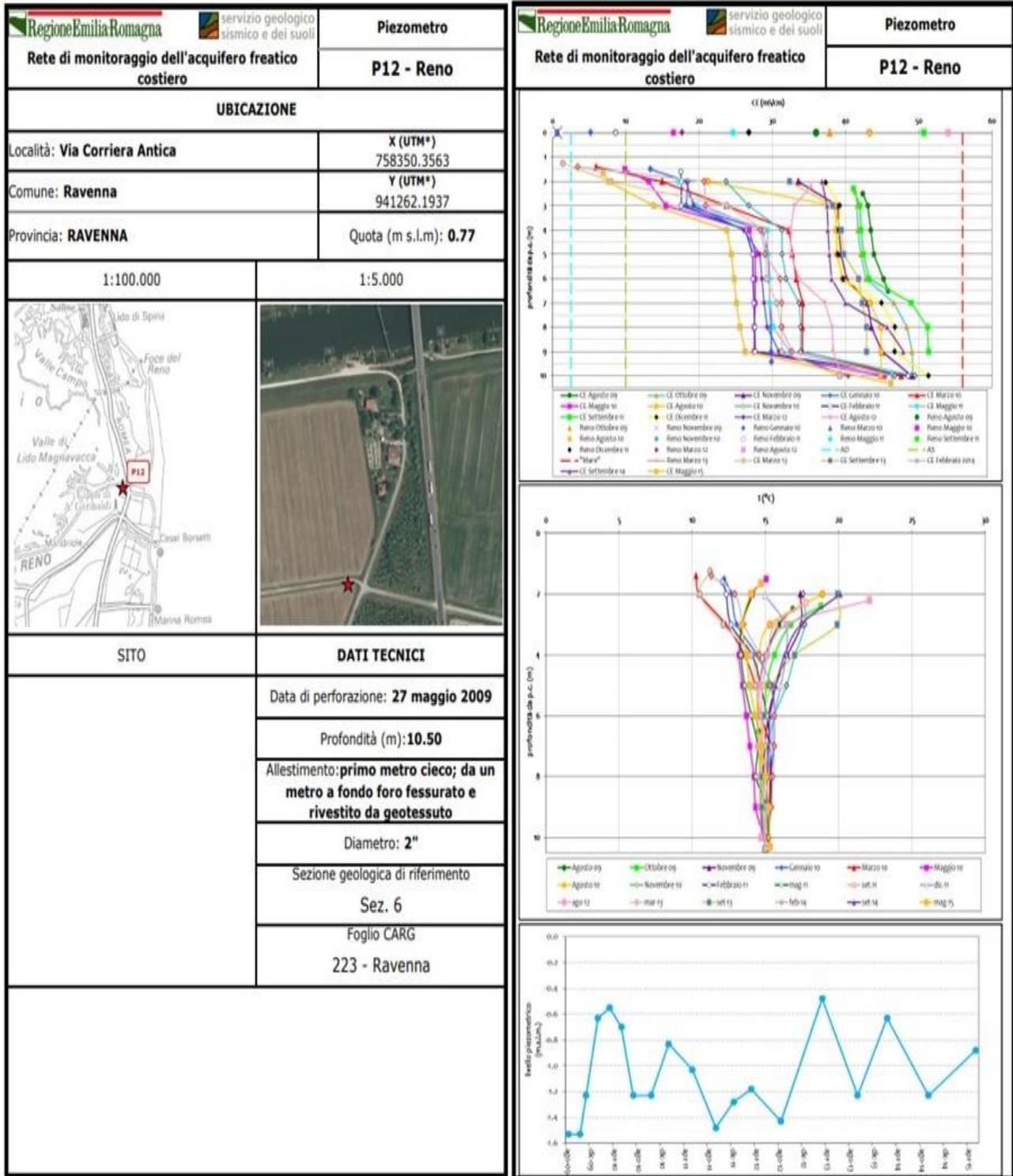


Figura I.2.5-9: Esempio di scheda dei punti di controllo dell'acquifero costiero

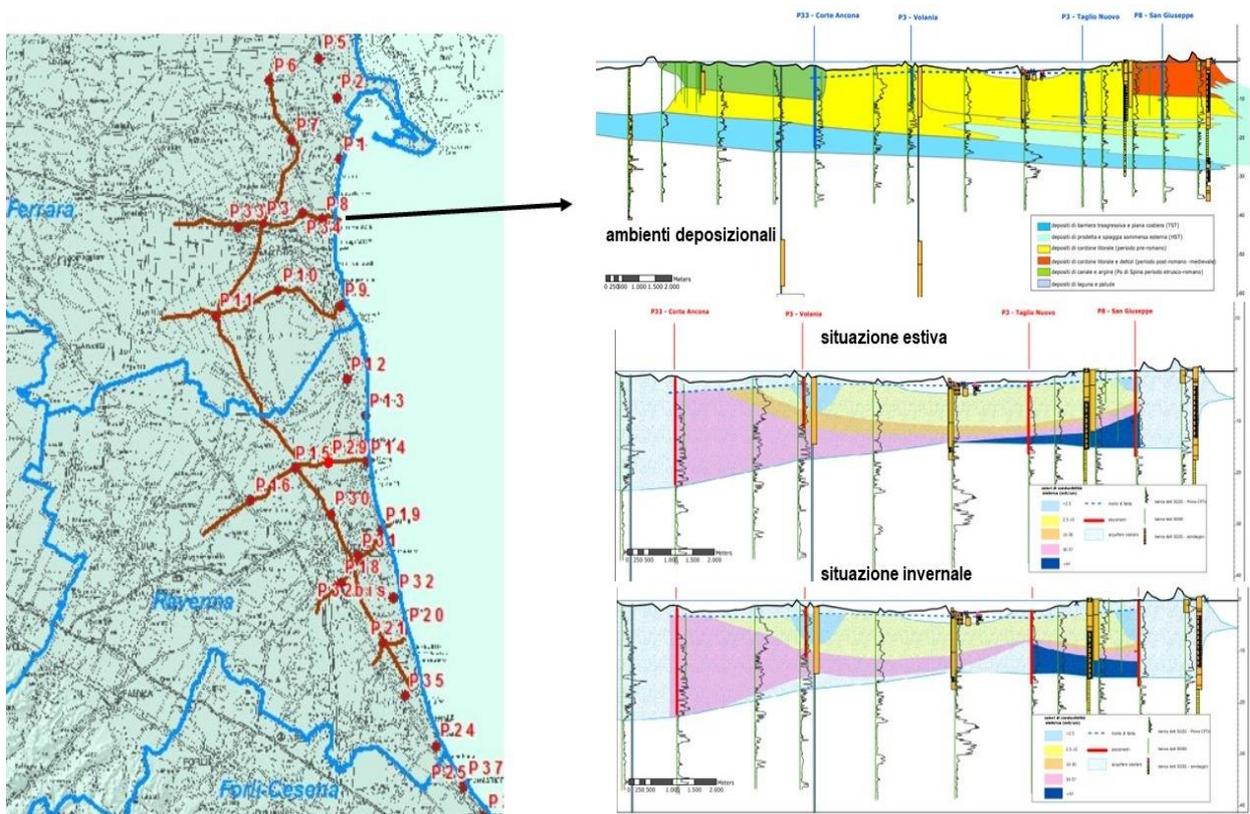


Figura 1.2.5-10: Esempio di sezioni geologiche con indicazione della distribuzione della salinità estiva ed invernale

Grazie ad alcune elaborazioni statistiche è stato possibile sui punti di controllo a tutt'oggi misurati (Tabella 1.2.5-1):

- definire lo spessore di acqua dolce (in percentuale sul totale dello spessore dell'acquifero ed in metri) e le sue eventuali variazioni;
- in base valore medio di tutte le misure della CE (per ogni profondità e ogni data), attribuire ogni punto a uno dei sei raggruppamenti individuati (gruppo 1 valore CE inferiore, gruppo 6 valore CE maggiore);
- la presenza di andamenti temporali della CE nell'intervallo di tempo 2009 - 2021.

Nella colonna "prof. piezo (mt)" è riportata la profondità del piezometro in metri, che rappresenta lo spessore dell'acquifero in quel punto.

Nella colonna "% H2O dolce" i valori rappresentano la percentuale di acqua dolce rispetto alla profondità del piezometro, ovvero allo spessore dell'acquifero.

Nella colonna "spessore H2O dolce" i valori rappresentano il valore in metri dello spessore di acqua con  $CE \leq 2.5$  mS/cm, ovvero lo spessore di acqua dolce.

Nella Colonna "variaz. Spess. dolce", *nessuna* indica che non ci sono state variazioni nello spessore di acqua dolce, i valori numerici indicano lo spessore di acqua dolce iniziale.

Nella colonna "gruppo CE" i numeri da 1 a 6 indicano i raggruppamenti individuati seconda una cluster analisi dei valori di CE simili (1 indica distribuzioni maggiormente schiacciate verso valori di CE più bassi, il 6 verso valori di CE più alti).

Nella colonna "trend CE" viene indicato se la CE è stata stabile (no variazione), o se è diminuita o aumentata nel tempo.

I valori riportati in tabella nelle colonne da "%H2O dolce" verso destra, sono stati calcolati sulla base di specifici test statistici.

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

In particolare:

- “Spessore H2O dolce (mt)”, calcolato come ultimo valore in metri a cui si rileva una CE  $\leq$  2.5 mS/cm
- “variaz. Spess. Dolce”, calcolato attraverso trend test Mann-Kendall ed applicando il Pettit test per identificare il punto di flesso, ovvero il momento in cui si verifica un cambio della media nel trend.
- “Gruppo CE”, identificato tramite “cluster analysis” di tipo gerarchico.
- “trend CE”, identificati attraverso il Mann-Kendall Trend Test, ovvero il test Non-parametrico più utilizzato per identificare trend all’interno di serie temporali di dati ambientali, climatici o idrologici.

piezometro	nome piezometro	prof. piezo (mt)	% H2O dolce	spessore H2O dolce (mt)	variaz. spess. H2O dolce	gruppo CE	trend CE
P1	Spiaggia Romea	12	17	2	nessuna	4	no variazione
P2	Elciola	17	12	2	nessuna	3	diminuisce
P3	Volania	10	80	8	nessuna	2	diminuisce
P4	Mesola	15	60	9	nessuna	1	aumenta
P5	Bosco Mesola	14	57	8	nessuna	2	diminuisce
P7	Vaccolino	12	75	9	nessuna	2	diminuisce
P8	San Giuseppe	16	38	6	2	6	diminuisce
P9	Lido di Spina	9	22	2	8	1	aumenta
P10	Collettore Pega	15	20	3	nessuna	5	diminuisce
P13	Casal Borsetti	9	22	2	nessuna	5	aumenta
P14	Porto Corsini	10	20	2	nessuna	3	aumenta
P15	San Romualdo	14	57	8	2	3	diminuisce
P16	Mezzano	18	44	8	7	2	diminuisce
P17	Porto fuori	15	53	8	7	2	diminuisce
P18	Classe	18	44	8	7	2	diminuisce
P19	Punta Marina	8	12	1	nessuna	4	no variazione
P20	Lido di classe	10	10	1	nessuna	4	aumenta
P21	Savio	21	10	2	nessuna	3	diminuisce
P23	Igea Marina	10	90	9	nessuna	1	no variazione
P24	Pinarella	11	73	8	nessuna	1	no variazione
P25	Cesenatico	9	78	7	nessuna	1	no variazione
P27	Rimini Stazione	10	80	8	nessuna	1	aumenta
P28	Rimini Scuola m	10	90	9	nessuna	1	no variazione
P33	CorteAncona	22	9	2	nessuna	4	no variazione
P34	TaglioNuovo	14	7	1	nessuna	6	aumenta

Tabella I.2.5-1: parametri significativi della condizione di salinità dell'acquifero costiero.

La presenza di acqua dolce nell'acquifero ( $CE \leq 2.5$  mS/cm), espressa come percentuale sul totale dello spessore dell'acquifero (Figura I.2.5-11 a sinistra) o in metri (Figura I.2.5-11 a destra), è massima a ovest della linea nera tratteggiata, ovvero nella zona settentrionale, influenzata dal Po, e nella zona meridionale, dove il maggiore gradiente topografico permette una maggiore ricarica di acqua dolce dalla falda freatica della pianura alluvionale.

I raggruppamenti in base agli andamenti delle distribuzioni dei dati della CE indicano distribuzioni simili al precedente parametro, per le medesime motivazioni (Figura I.2.5-12).

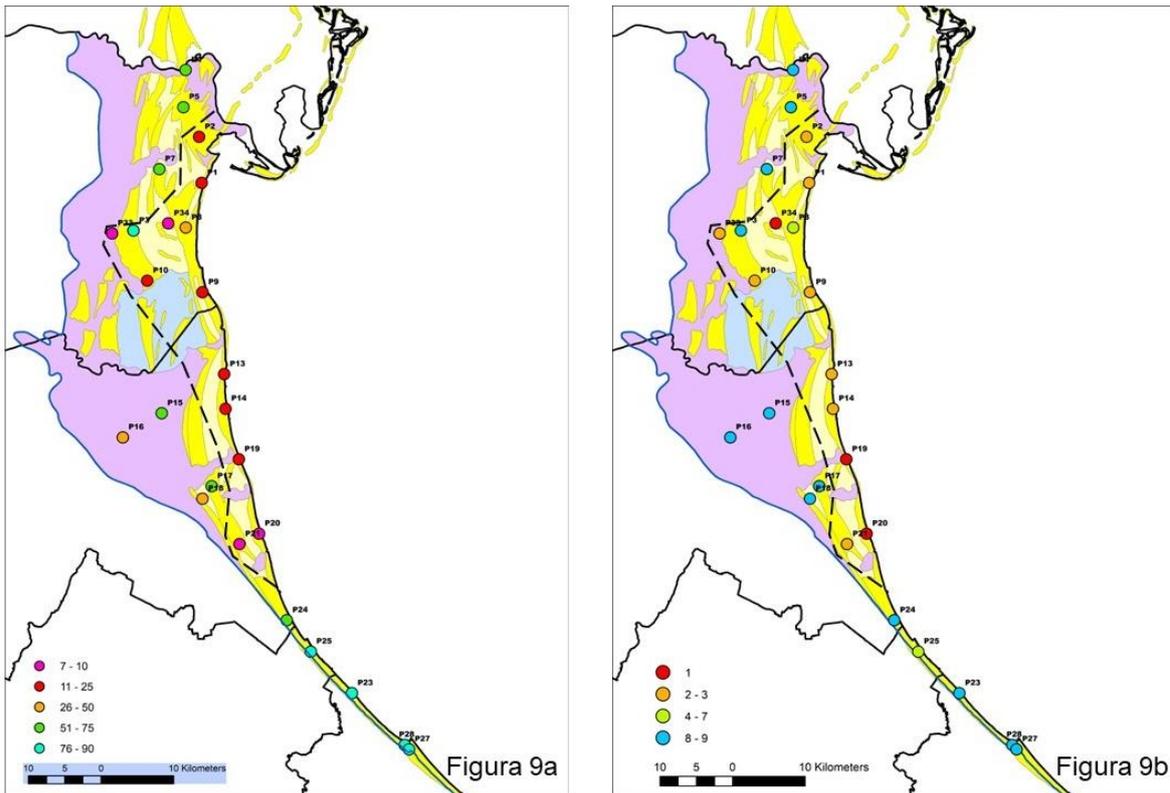


Figura I.2.5-11: % dell'acquifero saturo in acqua dolce (Figura 9a), spessore dell'acqua dolce in metri (Figura 9b)

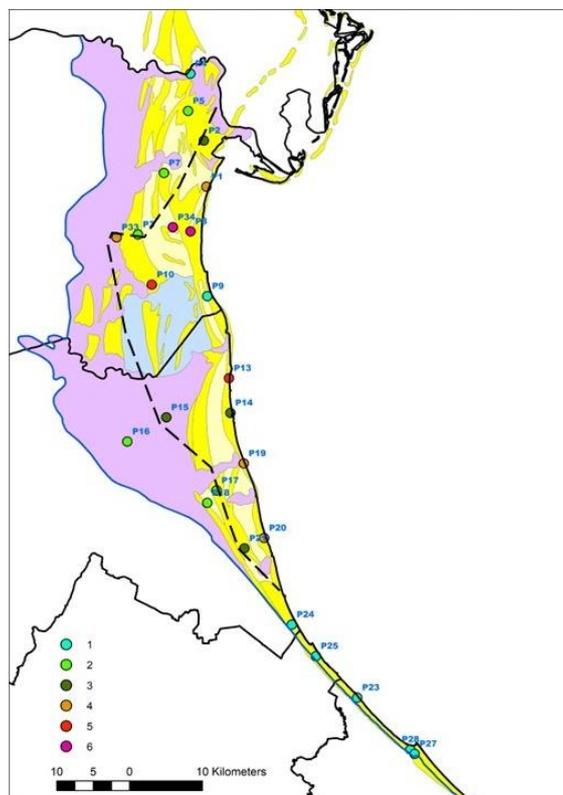


Figura I.2.5-12: raggruppamenti in base agli andamenti delle distribuzioni dei dati della CE disponibili

L'andamento nel tempo della CE indica che nei punti vicini alla costa nei settori centrale e settentrionale della Regione si è avuto un aumento della CE: l'area in cui si osserva un aumento nel tempo della salinità (tra la costa e la linea nera tratteggiata in Figura I.2.5-13 a sin) è la zona da

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

sottoporre a massima attenzione, per scongiurare un ulteriore aumento del fenomeno dell'ingressione del cuneo salino negli acquiferi.

Questo aumento della salinizzazione vicino alla costa potrebbe indicare un aumento della ricarica dell'acquifero dal mare, per diminuzione degli altri termini della ricarica indicati in Figura I.2.5-7. Il punto con aumento della CE nei pressi del Po (Mesola) potrebbe indicare un aumento nel tempo dell'ingressione del cuneo salino nel Fiume.

I punti in cui la CE diminuisce sono soprattutto in aree agricole, in questo caso la diminuzione della CE potrebbe essere dovuta alla maggiore irrigazione dovuta alle temperature più alte e alla minore piovosità degli ultimi anni (area ad ovest della linea nera tratteggiata in Figura I.2.5-13 a sin).

La variazione del valore medio della CE nel tempo è espressa in percentuale in Figura I.2.5-13 a destra; il punto con aumento più significativo della CE è il P9 (Lida di Spina), segue il P14 (Porto Corsini).

La parte meridionale dell'acquifero non risulta essere soggetta a variazioni di CE, in questa zona quindi non si sono individuate variazioni nell'ingressione del cuneo salino nella falda costiera. Si tenga presente che questa è la zona con la maggior disponibilità di acqua dolce nell'acquifero costiero (Figura I.2.5-11 e Figura I.2.5-12).

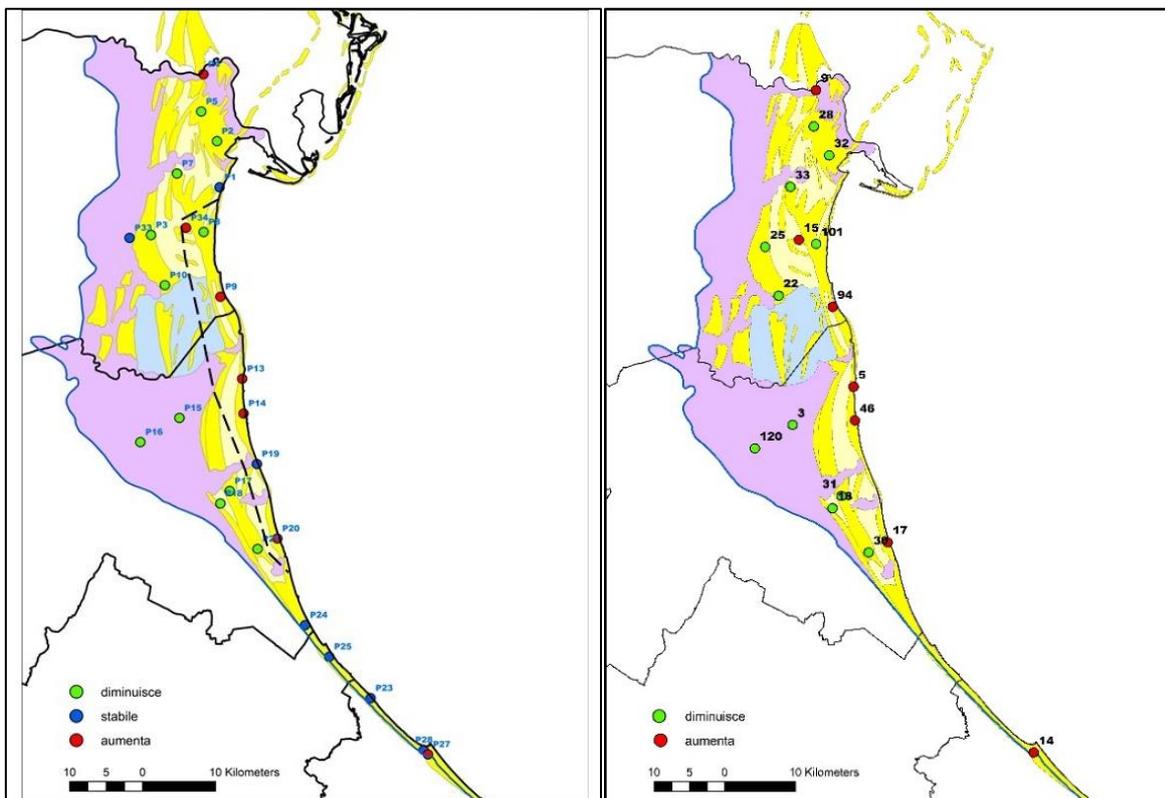


Figura I.2.5-13: Figura 12a (sinistra): andamento nel tempo della CE. L'area tra la costa e la linea nera tratteggiata è dove nel tempo è aumentata l'ingressione del cuneo salino nell'acquifero costiero. Figura 12b (destra): valore in percentuale dell'aumento o della diminuzione della CE

Come anticipato, durante i rilievi viene misurata anche la temperatura (T) delle acque sotterranee ad ogni metro di profondità. In questi contesti, la temperatura delle acque di falda dipende dalla temperatura dell'acquifero, ovvero del terreno che contiene le acque sotterranee.

Le T variano stagionalmente nei primi metri di profondità, per poi omogenizzarsi ai di sotto dei 5 - 6 metri di profondità su valori di 14 - 16 °C. I punti P8, P10, P33 e P34, tutti posizionati nella parte sud della provincia di Ferrara, presentano variazioni stagionali anche a profondità maggiori (Figura I.2.5-14).

I piezometri nel ferrarese e nella parte settentrionale della provincia di Ravenna mostrano un trend crescente della T in tutto lo spessore dell'acquifero, i punti più a sud sono invece stabili.

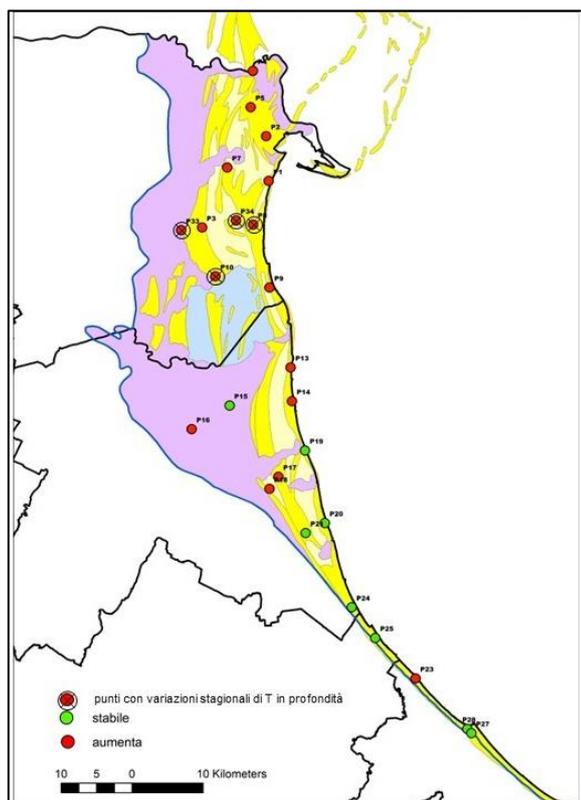


Figura I.2.5-14: andamento nel tempo della T e punti con variazioni stagionali della T anche in profondità

In conclusione, le misurazioni di livello, CE e T effettuate nel periodo 2009 - 2021 nella rete regionale dell'acquifero freatico costiero indicano che nella zona ferrarese e nella parte nord di quella ravennate si sono registrate delle variazioni della CE che potrebbero essere messi in relazione al cambiamento del clima.

In questo stesso areale si sono registrati degli aumenti della T che sono verosimilmente da mettere in relazione con il cambiamento del clima.

Nella zona meridionale queste variazioni della CE e della T non sono altrettanto evidenti.

### 1.3. Rischi costieri e scenari futuri

Nel presente capitolo vengono trattati i seguenti temi legati al sistema costiero:

- analisi e monitoraggio dei processi che influenzano l'erosione dei litorali e i fenomeni di inondazione marina, quali: gli eventi meteomarinari energetici, la carenza di apporto sedimentario dai fiumi, l'interruzione del trasporto solido lungo costa, la subsidenza e l'innalzamento del livello del mare;
- gli indicatori di vulnerabilità e rischio, strumenti fondamentali per comprendere in maniera scientifica e valutare le dinamiche ed i processi in atto nel settore costiero, nonché per indagare l'efficacia e la sostenibilità di misure e politiche messe in atto in regione;
- gli impatti dei cambiamenti climatici sul sistema litoraneo;
- individuazione e la caratterizzazione dei tratti critici del litorale regionale, con individuazione di opportune azioni prioritarie.

#### 1.3.1. Le mareggiate e gli impatti sulla costa

La vulnerabilità dei territori costieri alle mareggiate, correlate ai fenomeni di erosione e inondazione marina, è andata aumentando negli ultimi decenni soprattutto a causa della crescente antropizzazione e dell'intensità degli eventi meteo-marini, in particolare quelli caratterizzati da 'surge' (acqua alta). Nonostante in alto Adriatico non si osservi una chiara tendenza all'incremento dell'energia del moto ondoso (Ciavola et al 2007; Ciavola & Jimenez 2013; Valentini, 2016), emerge un aumento degli episodi di 'surge', che sono i responsabili principali dei fenomeni di inondazione marina e di tracimazione fluviale alla foce. L'innalzamento del livello del mare ostacola, infatti, il naturale deflusso di fiumi e canali verso mare.

L'analisi delle mareggiate nel periodo 1946-2010, elaborata nell'ambito del progetto EU MIcore (Perini et al., 2011), ha permesso di chiarire le caratteristiche degli eventi, la genesi e la combinazione delle diverse forzanti, ottenendo così informazioni chiave sulle mareggiate che producono impatti sulla costa e di elaborare le 'soglie di riferimento' per il sistema di allertamento regionale per i fenomeni di mareggiata.

La Regione Emilia-Romagna nel 2017 (DGR 556/2017) ha infatti inserito tra i fenomeni oggetto di allertamento anche la criticità costiera da mareggiata (moto ondoso e acque alte), adempiendo a quanto previsto dalla Direttiva Alluvioni (recepita dal D.lgs. n. 49/2010). Essa prevede una verifica quotidiana dei fenomeni, con conseguente analisi dei possibili impatti sia morfologici che alle infrastrutture generati dalla propagazione dell'onda sulla costa. Tale valutazione viene fatta dai collaboratori dell'Area Geologia, Suoli e Sismica che, per queste valutazioni, si avvalgono degli esiti del modello morfo-dinamico gestito da Arpa e delle informazioni sullo stato del litorale contenute nel database delle mareggiate (in\_Storm) sviluppato nel 2011-2012, avendo come riferimento la struttura del catalogo delle mareggiate storiche sopra citato. Una descrizione della banca dati e dell'interfaccia web è consultabile alla pagina<sup>37</sup>.

È importante sottolineare che le informazioni recenti, a partire dagli anni '90, sono molto più accurate di quelle storiche, soprattutto perché sono divenuti via via più numerosi i report tecnici, di gran lunga più affidabili rispetto alle segnalazioni ricavate da altre fonti, per esempio dalla cronaca.

---

<sup>37</sup> [http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/in\\_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/in_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate)

### I.3.1.1. Le mareggiate in alto Adriatico e i fenomeni che generano impatto

La mareggiata è un evento meteo-marino complesso, caratterizzato da moto ondoso e vento forte, responsabile della traslazione di masse d'acqua sulla costa (Figura I.3.1-1) e della mobilitazione di grandi quantità di sedimento. Il moto ondoso è il principale responsabile dei processi di erosione costiera, mentre il sopralzo della superficie del mare (legato alla combinazione di diverse componenti mareali e del set-up da onda) è la causa principale dei fenomeni di inondazione marina.

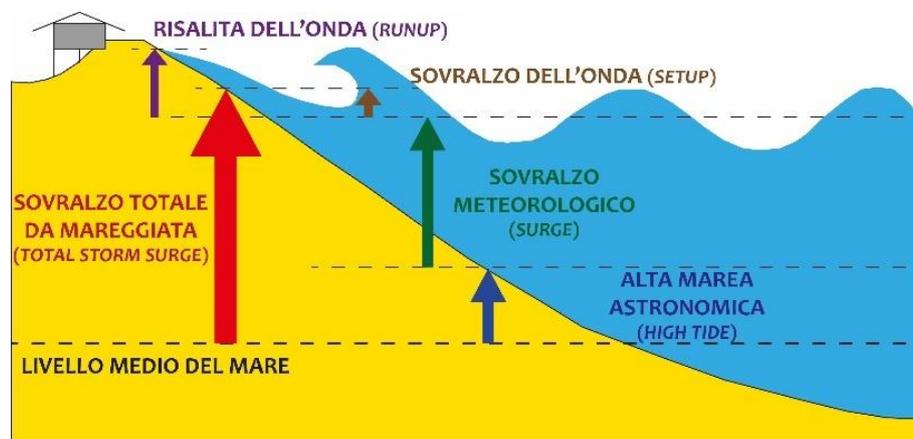


Figura I.3.1-1: Schema dei principali fattori che caratterizzano le mareggiate. In prossimità della riva le onde producono un innalzamento della superficie del mare (set-up) e, frangendo, risalgono lungo la spiaggia o le opere di difesa (run-up). La mareggiata è spesso accompagnata da un'ulteriore sopraelevazione della superficie del mare (surge), nota come acqua alta, dovuta alla combinazione della marea astronomica p.p., all'azione tangenziale del vento e ai gradienti di pressione atmosferica. Questi parametri possono essere molto variabili lungo la fascia costiera e si modificano nel corso di una mareggiata.

L'area marina antistante le coste regionali, così come tutto l'alto Adriatico, è caratterizzata da un clima d'onda di bassa energia; il 60% delle mareggiate ha un'onda significativa ( $H_s$ ) < 1 m (Idroser, 1996 e Ciavola et al., 2007) con direzione prevalente tra i 60°-120° (SE - venti di Scirocco), mentre le più energetiche interessano il quadrante E-NE (venti di Bora) (Idroser, 1996).

Moto ondoso	T1		T10		T100	
Direzione	$H_s$ (m)	T (s)	$H_s$ (m)	T (s)	$H_s$ (m)	T (s)
30°	3,3	7,2	4,7	8,2	5,8	9,0
60°	3,6	7,4	4,9	8,3	6,2	9,2
90°	3,5	8,4	4,9	9,6	6,2	10,7
120°	2,8	7,8	4,2	9,4	5,5	10,8
Valori medi	3,3	7,7	4,7	8,9	5,9	9,9

Tabella I.3.1-1: Altezze d'onda significativa per tempi di ritorno di 1, 10 e 100 anni (da Idroser, 1996)

Le analisi più recenti condotte da Arpa sui dati della Boa ondometrica Nausicaa hanno evidenziato che, nell'intervallo 2007-2019, si sono registrate 232 mareggiate con  $H_s > 1.5$ , caratterizzate da una durata media di 18 ore e massima di 141 ore (Rapporto Idrometeo Clima Arpa, 2019). La direzione prevalente è orientale (ENE), con un'altezza media dell'onda di 1,82 m (Figura I.3.1-2). L'altezza massima assoluta delle onde misurate alla boa di Cesenatico in questo decennio è stata di 4.66 m, registrato il 6 febbraio 2015.

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

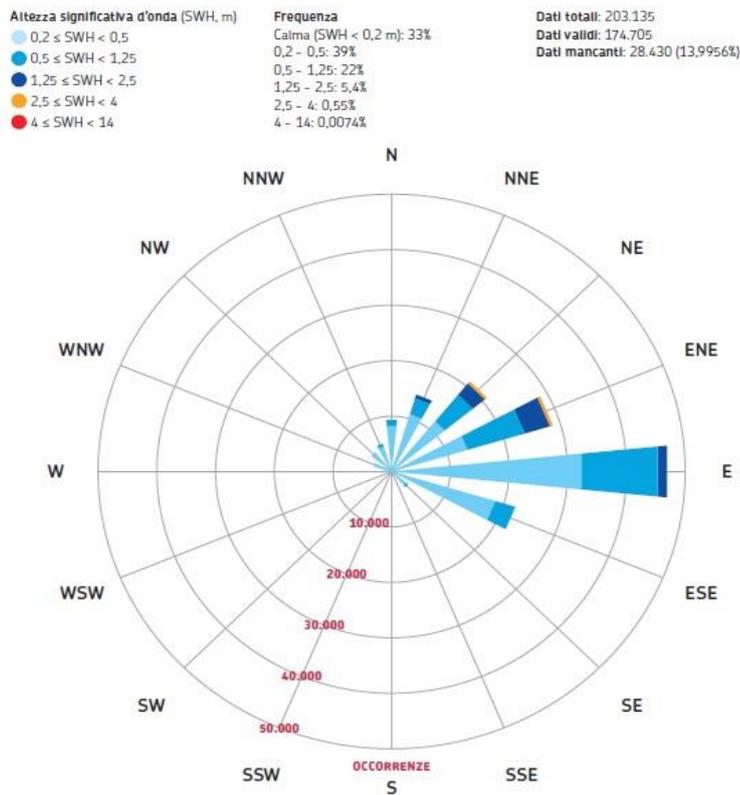


Figura I.3.1-2: Onde registrate dalla boa Cesenatico nel periodo 2007-2019 (rapporto IdroMeteoClima 2019).

Per quel che riguarda le maree, il regime è micro-tidale, con escursioni tra 80-90 cm in periodi di sigizie e tra 30-40 cm in periodi di quadratura. Una caratteristica dell'alto Adriatico sono i fenomeni di 'storm-surge' che determinano l'innalzamento del livello totale dell'acqua, la cosiddetta 'acqua alta' che colpisce fortemente Venezia e, in regione, il settore ferrarese.

I fenomeni più intensi sono generati da venti di sud-est che, quando combinati a bassa pressione atmosferica, favoriscono l'impilamento dell'acqua nel nord dell'Adriatico (Masina e Ciavola, 2011) causando le inondazioni marine. Gli eventi di 'storm surge' sono spesso accompagnati dalle sesse, oscillazioni libere che in un bacino semichiuso come quello adriatico possono persistere anche per diversi giorni dopo la cessazione dei fattori perturbativi che le hanno innescate. L'oscillazione fondamentale longitudinale ha un periodo di circa 21-22 ore (Raicich et al.,1999; Vilibić, 2006; Masina e Ciavola 2011), molto simile a quello dell'onda mareale. Quest'ultima componente può influenzare significativamente i fenomeni di acqua alta: accade infatti abbastanza spesso che nei giorni successivi ad uno "storm surge", grazie allo sfasamento di solo 1- 2 ore tra la periodicità della marea astronomica (circa 24 ore) e la sessa (circa 22 ore), l'oscillazione possa trovarsi in fase con il massimo di marea astronomica e provocare acqua alta.

Ciò sembra essersi verificato in occasione in due eventi recenti di mareggiata con impatto, accaduti a novembre 2019 e della prima decade di dicembre 2020.

	T2	T10	T100
surge	0.85 m	1.05	1.28

Tabella I.3.1-2: Tempi di ritorno del sopralzo della superficie del mare per la sola componente mareale, è escluso il fenomeno di set-up, cioè il sopralzo indotto dall'onda (da Masina e Ciavola 2011).

### I.3.1.2. Le mareggiate con impatto

Il succitato lavoro 'Le Mareggiate e gli Impatti sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946-2010' ha permesso di definire le caratteristiche degli eventi che generano i principali impatti sulla costa ed è stato utilizzato per stabilire le soglie meteomarine (Tabella I.3.1-3) oltre le quali normalmente si generano danni sia nelle zone naturali che in quelle antropizzate (Armaroli et al., 2012).

Per questo le informazioni storiche sugli impatti sono state combinate con rilievi di campo acquisite in occasione degli eventi meteomarini che si sono abbattuti sulle coste regionali nel periodo 2008-2010. Si tratta di rilievi morfologici molto dettagliati della spiaggia e delle dune effettuati nelle fasi di pre e post evento.

Tipo di spiaggia	Tipo di impatto	Parametro	Soglie	Criterio utilizzato per la definizione
Naturale con dune	Evoluzione morfologica (erosione e/o distruzione della duna)	Altezza d'onda ( $H_s$ )	T1 wave height = 3.3 m	DSF (Dune Stability Factor)
		Livello del mare (surge + tide)	T1 WL = 0.85 m above MSL	
Antropizzata	Inondazione e/o danneggiamento delle infrastrutture	Altezza d'onda ( $H_s$ )	$H_s = 2.00$ m	Confronto tra dati dell'evento (run-up + surge + tide) massima elevazione topografica
		Livello del mare (surge + tide)	WL = 0.7 m above MSL	

Tabella I.3.1-3: soglie di impatto definite nell'ambito del progetto EU Micore (2008-2011).

Nell'ambito del progetto Micore è emerso inoltre che, con acque alte superiori a 0.8 m, anche in condizioni di mare poco mosso si possono registrare allagamenti e danni significativi. Per questo motivo, ai fini di protezione civile, si è semplificata la tabella delle soglie di criticità adottando i parametri della Tabella I.3.1-4.

	onda	acqua alta	onda+acqua alta
$H_s$ altezza significativa dell'onda	> 3 m l.m.m		> 2 m l.m.m
$L_m$ Livello del mare		>0,8 m l.m.m	> 0,7 m l.m.m

Tabella I.3.1-4: Soglie di impatto utilizzate per le allerte di Protezione Civile.

Altro fattore determinante è la frequenza con cui gli eventi si susseguono: infatti, quando una mareggiata si verifica a breve distanza da una precedente, essa può generare impatti anche se i parametri che la caratterizzano sono sotto ai valori soglia.

Questa osservazione evidenzia quindi l'importanza di disporre di uno strumento di registrazione degli impatti da mareggiata che consente di avere un quadro aggiornato sugli eventi e sul livello di vulnerabilità del sistema fisico (morfologie costiere e difese), adattando così le misure di protezione civile in modo adeguato.

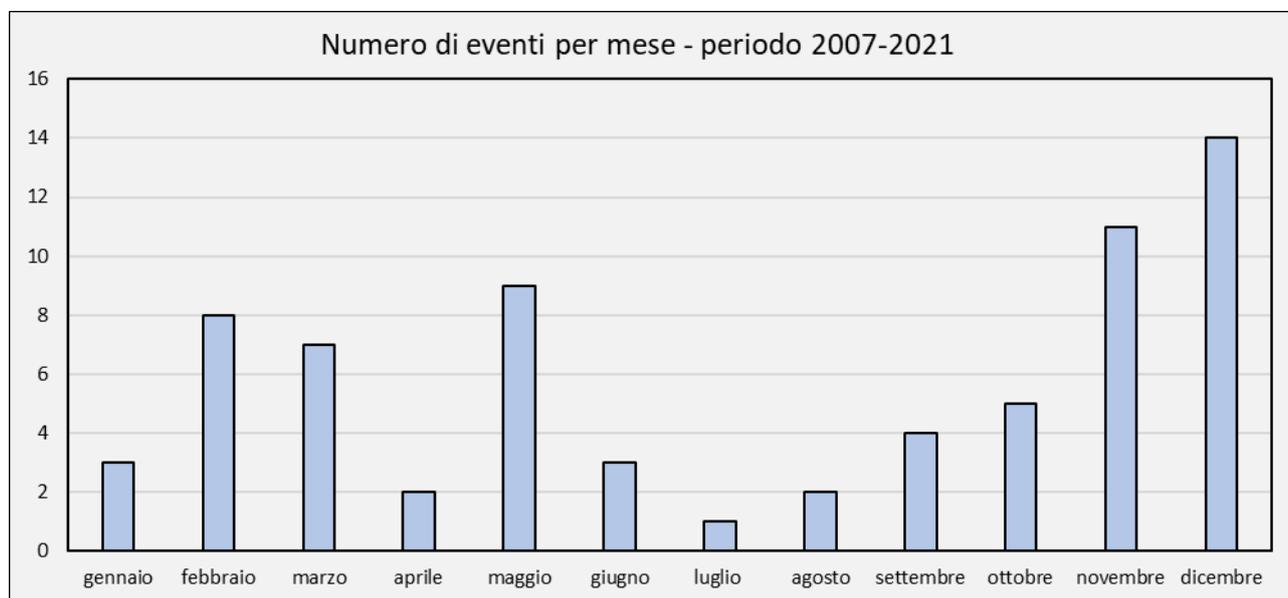
L'analisi delle mareggiate storiche ha evidenziato che gli eventi che generano più frequentemente impatti sulla costa sono quelle associate alla combinazione di venti del primo quadrante (da N e NE) e fenomeni di acqua alta, anche se quest'ultimo fenomeno, come si è visto in precedenza, è

spesso innescato da un precedente vento da scirocco. Queste combinazioni provocano, oltre all'erosione della spiaggia, fenomeni di ingressione marina con interessamento delle strutture balneari e, più raramente, dei centri urbani. Quando l'intensità del fenomeno è rilevante l'onda marina trasferisce verso il retrospiaggia importanti volumi di sabbia (fenomeno di overwash), causando ulteriori gravi perdite di sedimento al litorale.

### **I.3.1.3. Mareggiate con impatto nel periodo 2007-2021**

L'area Geologia Suoli e Sismica della regione annualmente elabora un rapporto sugli impatti degli eventi meteo-marini e ogni 2 o 3 anni aggiorna anche i dati storici: tali rapporti sono pubblicati nel sito web<sup>38</sup>.

Il più recente Rapporto Tecnico interno Mareggiate, aggiornato al 2021, indica che a partire dal 2007, da quando è attiva la boa ondometrica Nausicaa installata a largo di Cesenatico, il numero totale delle mareggiate che hanno provocato qualche forma di impatto sulla costa sono state in totale 69, distribuite prevalentemente nei mesi di dicembre, novembre, maggio, febbraio e marzo (Figura I.3.1-3).



*Figura I.3.1-3: Distribuzione mensile delle mareggiate con impatto - periodo 2007-2021.*

L'analisi della frequenza degli impatti si avvale di un indicatore, denominato NIM, che esprime il Numero totale degli Impatti da Mareggiata registrati nelle località costiere maggiormente critiche monitorate nel periodo 2007-2021 (Figura I.3.1-4), descritto anche nel capitolo 0. Esso rappresenta la somma totale delle diverse tipologie di impatto rilevate durante un evento ed afferenti alle seguenti categorie di impatto:

- Erosione dei litorali e/o della duna;
- Inondazione marina;
- Tracimazione di Fiumi e Canali;
- Danneggiamento Opere di difesa (anche temporanee);
- Danneggiamento delle strutture balneari.

<sup>38</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/notizie/notizie-2022/mareggiate-e-impatti-nuovo-report-sui-dati-registrati-nel-2021>

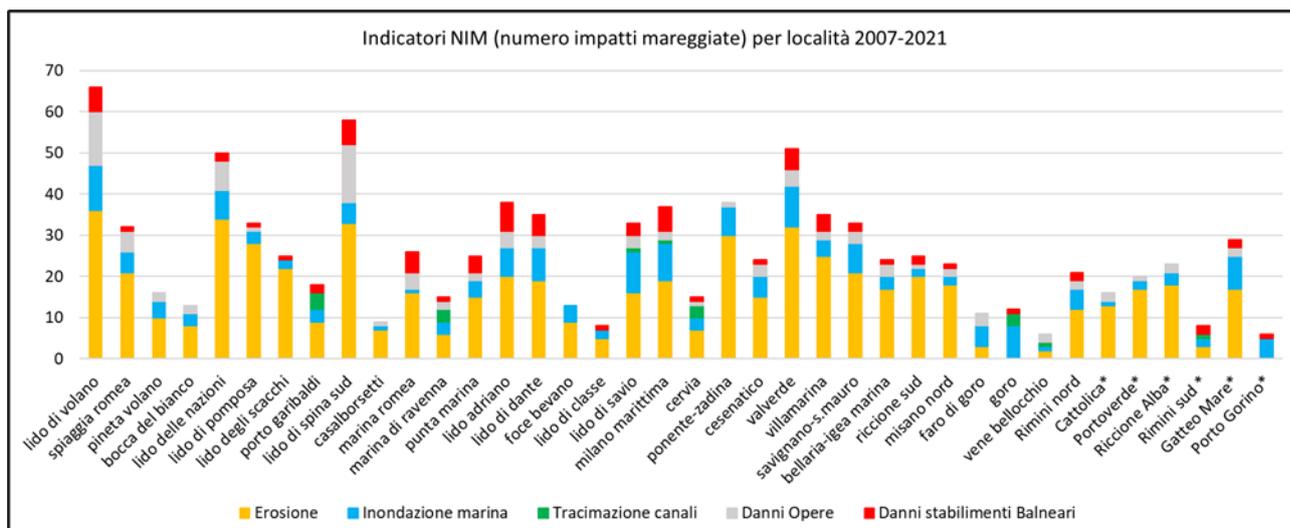


Figura I.3.1-4: Distribuzione dell'indicatore NIM per località - periodo 2007-2021

Le località che hanno registrato il maggior numero di impatti nel periodo 2007-2021 sono nell'ordine: Lido di Volano (con 66 segnalazioni), Lido di Spina sud (58) e Valverde (51). In tutte le località prevale il fenomeno erosivo, che, come si osserva in Figura I.3.1-5, rappresenta il 62% degli impatti totali. Il fenomeno dell'inondazione marina rappresenta il 18% delle tipologie di impatto seguono gli impatti alle opere di difesa e alle infrastrutture balneari, rispettivamente con il 10 e l'8% del totale dei danni. Gli impatti legati alle tracimazioni di fiumi e canali in occorrenza di fenomeni di storm surges, per loro natura sono confinati a poche località della costa e il numero degli impatti rappresenta il 2% del totale.

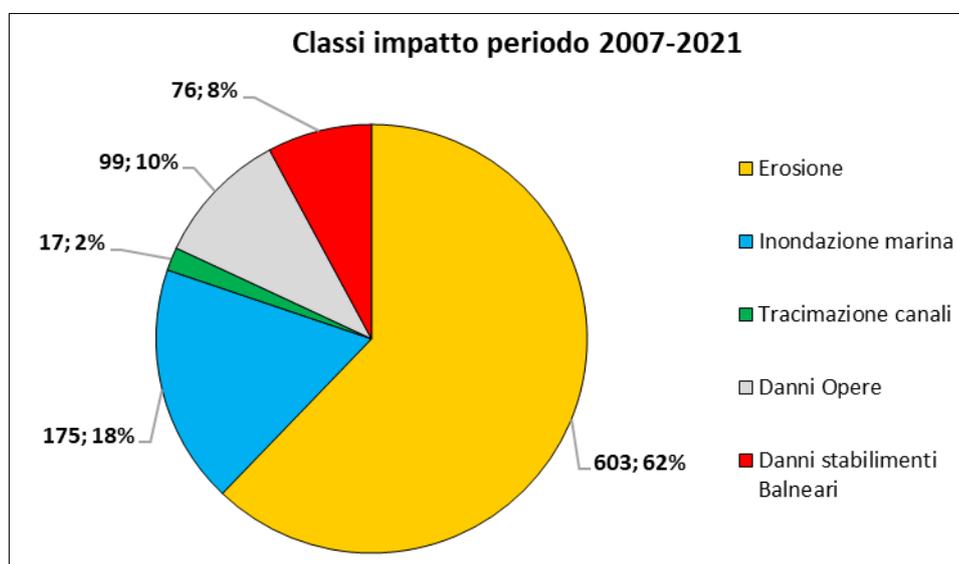


Figura I.3.1-5: Ricorrenza in valore assoluto e percentuale delle varie classi di impatto nel periodo 2007-2021.

### I.3.2. Rischi costieri e fattori influenti

L'erosione dei litorali e i fenomeni di inondazione marina sono i principali fattori di rischio per le attività che si svolgono lungo la fascia marino-costiera e, più in generale, per la vita delle comunità rivierasche. Entrambi i fenomeni potranno subire in futuro recrudescenze legate ai cambiamenti climatici in atto, in assenza di adeguate misure di mitigazione. L'evoluzione di questi fenomeni è strettamente correlata ad altri fattori quali: gli eventi meteomarinari energetici, la carenza di apporto sedimentario dai fiumi, l'interruzione del trasporto solido lungo costa, la subsidenza e

l'innalzamento del livello del mare. Le interazioni sono molteplici, spesso difficili da definire, anche perché i diversi processi agiscono in periodi di tempo diversi tra loro. La comprensione dei meccanismi e il monitoraggio di tali processi costituiscono pertanto un supporto imprescindibile per la gestione dei rischi costieri e della loro mitigazione.

Come descritto nel capitolo I.1.1, la Regione dispone di diverse reti di monitoraggio delle dinamiche costiere, molte gestite da Arpa e dalla struttura tecnica regionale - Area geologia, suoli e sismica, che cura anche lo sviluppo e il mantenimento delle banche dati e delle cartografie regionali. I dati prodotti permettono anche di elaborare indicatori di vulnerabilità e rischio, discussi nel capitolo I.3.2, che sono indispensabili per analizzare l'evoluzione dei fenomeni nel tempo e per comprendere l'efficacia delle misure introdotte.

### **I.3.2.1. L'erosione costiera**

Il fenomeno dell'erosione dei litorali è diffuso lungo tutta la costa regionale. Le principali evidenze sono:

- abbassamenti della superficie della spiaggia con spianamento delle morfologie;
- formazione di gradini e scarpate, che possono variare tra pochi decimetri a qualche metro (Figura I.3.2-1);
- asportazione della duna a diversi stadi (al piede, del fronte, totale - Figura I.3.2-2);
- formazione di canali di deflusso sulla spiaggia temporaneamente allagata;
- escavazioni del fondale dovute a correnti di ritorno.



*Figura I.3.2-1: Esempi di erosione costiera nei lidi ferraresi*



Figura I.3.2-2: Esempi di erosione del fronte dunale

L'erosione è conseguenza dell'insieme di dinamiche naturali e antropiche; la causa scatenante è l'elevata energia del mare che, durante le mareggiate, asporta la sabbia dalla parte superiore della spiaggia (emersa e intertidale) per depositarla nella porzione di spiaggia sommersa o addirittura nella zona di transizione verso la piattaforma, in caso di eventi meteomarinari particolarmente intensi. Nei sistemi litoranei in equilibrio, il ripascimento naturale dei litorali è garantito dal continuo apporto di sedimento dai fiumi e dall'opera delle correnti costiere, che ridistribuiscono la sabbia accumulata nella spiaggia sommersa e alle foci. In Emilia-Romagna, purtroppo, tale equilibrio è venuto meno a causa di fattori antropici quali:

- la riduzione del trasporto solido da parte dei fiumi;
- lo spianamento delle dune costiere (naturale serbatoio di sedimento che alimenta le spiagge);
- l'effetto barriera provocato dalla presenza delle opere rigide trasversali alla costa (moli portuali e pennelli)
- la subsidenza che, insieme al sollevamento del livello del mare produce nuovo spazio (in geologia definito 'accomodation') che, se non è compensato dall'accumulo di nuovi sedimenti, viene occupato dal mare.

Le variazioni della linea di riva a scala regionale (approfondita nel capitolo I.2.4) mostrano che l'arretramento della costa ha assunto una dimensione rilevante a partire dai primi decenni del '900, raggiungendo i tassi più elevati nella seconda metà del secolo. In questo periodo, anche a causa dell'interferenza con le crescenti attività antropiche, sono aumentati i rischi per la popolazione e per i beni esposti. La conseguenza è stata una rapida crescita delle opere di difesa rigide, che non sempre sono state efficaci (vedi cap. I.4.1.1), e la ricerca di soluzioni innovative per mitigare gli effetti e ridurre la severità dei processi di arretramento del litorale.

Alcune aree sono soggette ad un'erosione cronica praticamente irreversibile (Figura I.3.2-3): si tratta delle aree di foce e di alcuni settori sottoflutto al trasporto long-shore in corrispondenza dei principali moli portuali.

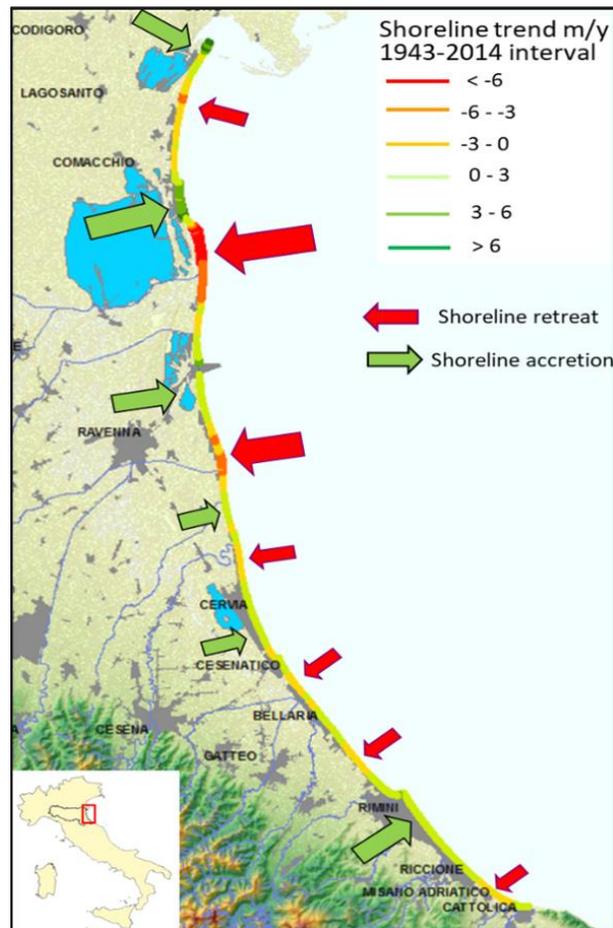


Figura I.3.2-3: Trend evolutivo della linea di diva dal 1943 e indicazione dei punti di erosione cronica

Il processo di smantellamento delle foci fluviali è la conseguenza della forte riduzione dell’apporto sedimentario da parte dei fiumi, avvenuta al termine della cosiddetta piccola età glaciale (1300-1860 circa) a seguito delle mutate condizioni climatiche (vedi capitoli I.2.3 e I.2.4). I fiumi non sono stati più in grado di compensare l’‘accommodation’, ovvero lo spazio creato dalla subsidenza, e si è passati da una fase di costruzione delle cuspidi deltizie, in cui l’abbondanza di materiale determinava l’avanzamento delle foci, a una fase di smantellamento e cannibalizzazione dei precedenti edifici deltizi, in cui dominano le dinamiche meteomarine che controllano la mobilizzazione delle sabbie costiere.

Per questi motivi la Regione Emilia-Romagna, a partire dal primo Piano Costa del 1981, ha avviato il monitoraggio del fenomeno dell’erosione costiera, prima attraverso Idroser s.p.a e successivamente con Arpa, istituendo la rete topo-batimetrica per la misura morfologica della spiaggia attiva.

La rete è stata negli anni integrata e migliorata anche grazie all’evoluzione degli strumenti di rilievo topografico e batimetrico (si veda capitolo I. Il sistema delle conoscenze sulla costa). Per maggiori dettagli su questa rete di misura e sulle metodologie adottate si rimanda anche ai report tematici redatti da Arpa.

L’ultimo monitoraggio dell’erosione costiera lungo la costa emiliano-romagnola è stato condotto da Arpa nel 2018, e si basa sul rilievo di oltre 1.000 km di profili topografici e batimetrici rilevati lungo transetti perpendicolari e longitudinali alla costa che includono la spiaggia emersa e quella sommersa fino alla batimetrica degli 8-10 m. I risultati, descritti in dettaglio nel volume “Stato del Litorale Emiliano-Romagnolo al 2018”, mostrano chiaramente che i tratti di costa attualmente in erosione, ricalcano le situazioni di annoso arretramento della linea di riva e che, alcuni di essi, sono

mantenuti in equilibrio grazie ai costanti interventi di ripascimento delle spiagge. I due indicatori utilizzati per descrivere queste condizioni e per far comprendere il beneficio degli interventi sono:

- l'ASE (Accumulo - Stabile - Erosione), che riflette l'immagine dello stato attuale dei litorali, includendo gli effetti delle azioni di protezione messe in atto, quali i ripascimenti, i prelievi attuati per il dragaggio e lo spostamento di volumi di sedimento. Evidenzia pertanto l'efficacia delle politiche di difesa condotte dalla Regione per la costa;
- l'ASPE (Accumulo - Stabile - equilibrio Precario - Erosione) è calcolato sottraendo ai volumi calcolati l'apporto sedimentario portato al sistema spiaggia in modo artificiale. In questo modo emerge lo stato del litorale emiliano-romagnolo se, nel periodo considerato, non venissero effettuati gli interventi di ripascimento, e/o altri interventi di manutenzione o potenziamento delle opere rigide.

I calcoli sono stati effettuati con riferimento alle celle in cui è stato suddiviso il litorale ai fini gestionali (vedi paragrafo I.1.2.8.). Le celle sono complessivamente 118 e includono 35 celle "vuote" in corrispondenza di foci, porti, darsene e della Sacca di Goro. A loro volta le celle sono aggregate in sette macro-celle, delimitate da lunghi moli portuali o da zone di convergenza o divergenza del trasporto solido litoraneo e pertanto relativamente isolate da un punto di vista sedimentario l'una dall'altra.

Come si evince dall'immagine di sinistra di Figura I.3.2-4, che esprime l'indicatore ASE, i tratti di costa che al 2018 presentavano fenomeni erosivi in atto, erano complessivamente 21,3 km, ovvero il 18% del litorale esaminato. I punti critici sono concentrati nel ravennate, in prossimità della foce di Fiumi Uniti e della foce del Reno e nel settore nord del ferrarese.

Osservando invece la mappa dell'indicatore ASPE (a destra di Figura I.3.2-4), si nota che i tratti in erosione ammonterebbero a circa 30 km (26% della costa) a cui si dovrebbero sommare circa 25 km (21%) di zone in "equilibrio precario", dove sono stati attuati interventi di difesa di vario tipo (ripascimenti, nuove opere o manutenzione di quelle esistenti).

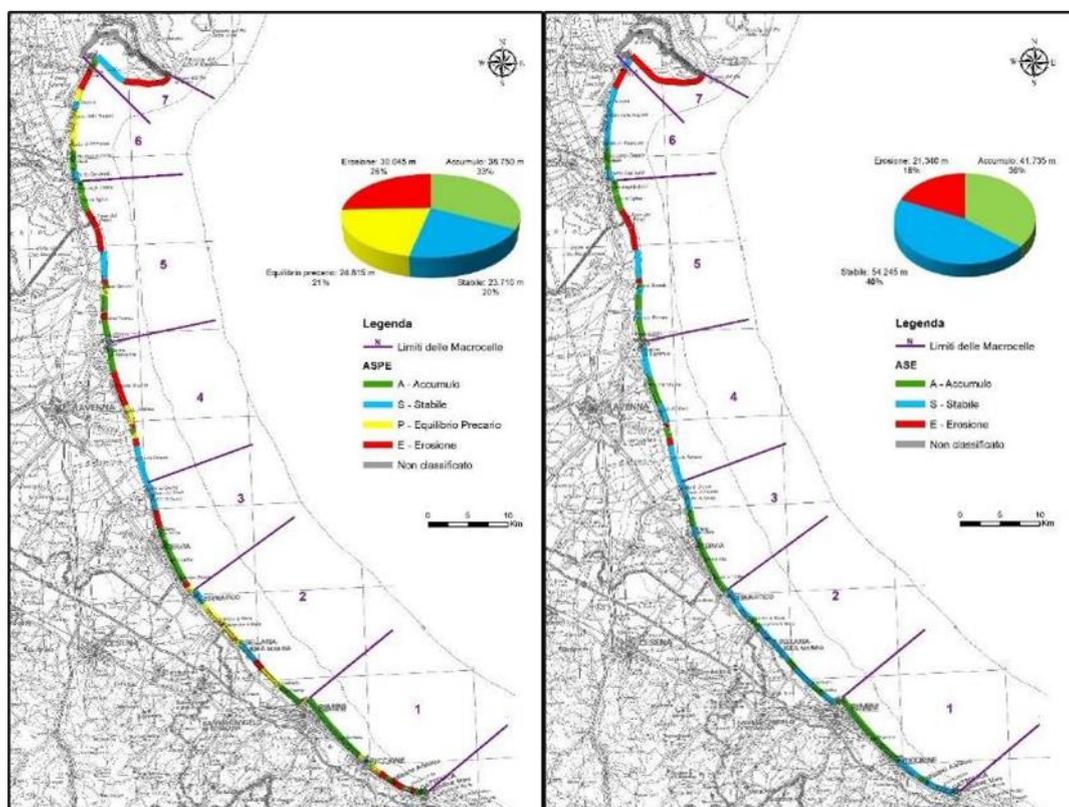


Figura I.3.2-4: Classificazione ASE e ASPE 2012-2018

La buona situazione complessiva illustrata attraverso l'indicatore ASE comprova l'efficacia dell'insieme degli interventi messi in atto dalla Regione, in particolare quelli di ripascimento, per contrastare il fenomeno erosivo nell'intervallo 2012-2018. Il 54% del volume (1,77 Mm<sup>3</sup>) degli interventi di ripascimento sono attuati attraverso la movimentazione del sedimento da zone in accumulo ad altre in deficit, mentre il 46% dell'apporto (1,48 Mm<sup>3</sup>) corrisponde a sedimenti provenienti dall'esterno del sistema, ovvero nuova risorsa introdotta. Il 94% di questa sabbia esterna proviene dai giacimenti sottomarini che sono stati dragati nel 2016 in occasione dell'intervento di messa in sicurezza del litorale regionale noto come "Progettone 3".

L'efficienza nella gestione del fenomeno erosivo risulta evidente anche dal confronto con il periodo di analisi precedente (2012-2006). Infatti, nel 2012, rispetto al 2006, a valle degli interventi di difesa risultavano in erosione 33,5 km di litorale (29%).

### **1.3.2.2. L'inondazione marina**

Per inondazione marina si intende l'allagamento della spiaggia e del retrospiaggia (Figura I.3.2-5) per effetto di un innalzamento temporaneo del livello del mare e per la frangenza delle onde in condizioni di mareggiata. Oltre al trasferimento di acqua salata nell'entroterra, con potenziali danni ai manufatti e agli habitat, si associano processi di "overwash" che causano un ingente trasferimento di sabbia nelle aree inondate, comprese quelle urbane. I depositi sabbiosi che ne derivano possono procurare grandi disagi non solo alle strutture balneari presenti sulla costa, ma anche alla rete stradale, a quella fognaria e alle abitazioni civili.

Le caratteristiche morfologiche e altimetriche della piana costiera emiliano-romagnola, in particolare nel settore centro-nord, sono fattori predisponenti per questo tipo di fenomeno: infatti, le basse quote che caratterizzano la spiaggia, l'abbattimento di ampi tratti di duna e la presenza di varchi tra i rilevati residui, facilitano l'ingresso del mare in occasione di mareggiate intense accompagnate da fenomeni di 'surge' (acqua alta).



*Figura I.3.2-5: esempi di allagamento da mare delle zone urbane (a sinistra Lido di Dante 2015) e della spiaggia e retrospiaggia (a destra 2016)*

Per la valutazione della pericolosità al fenomeno dell'inondazione marina, ottemperando a quanto previsto dal *D.Lgs. 49/2010* (trasposizione nazionale della *Direttiva Alluvioni 2007/60/CE*), è stata prodotta una cartografia delle aree potenzialmente allagabili per effetto di mareggiate frequenti - scenario P3 (Tempo di ritorno  $Tr = 10$  anni), poco frequenti scenario P2 (Tempo di ritorno  $Tr = 100$  anni), e rare, scenario P1 (Tempo di ritorno  $Tr \gg 100$  anni).

Le mappe sono state elaborate la prima volta nel 2013 (I° ciclo di attuazione della direttiva) e aggiornate dall'Autorità di distretto del fiume Po nel 2019 (Figura I.3.2-6).



Figura I.3.2-6: Mappe di pericolosità all'inondazione marina 2019

L'elaborazione si basa su un modello speditivo messo a punto dalla regione Emilia-Romagna, operativo in ambiente GIS. Il modello, denominato in\_Coastflood, utilizza in input i dati altimetrici tridimensionali ad alta risoluzione (DTM-Lidar) e gli scenari di mareggiata che combinano parametri di onda e marea (nelle due componenti astronomica e atmosferica). Esso simula la propagazione dell'onda sulla spiaggia e nel retrospiaggia, tenendo conto di una componente di smorzamento dell'onda e della reale interconnessione morfologica.

Considerando i diversi scenari riportati nelle mappe del 2013 e del 2019, le aree allagabili, suddivise per comune, sono le seguenti (Tabella I.3.2-1):

Comuni	P1 area (ha)		P2 area (ha)		P3 area (ha)	
	2013	2019	2013	2019	2013	2019
Cattolica	35,6	36,52	28,88	28,39	22,71	16,82
Misano Adriatico	53,4	53,32	35,67	34,22	21,03	15,20
Riccione	86,5	84,89	81,60	69,30	44,90	41,02
Rimini	356,9	373,46	236,85	238,95	166,86	168,26
Bellaria Igea Marina	206,9	218,13	88,38	83,23	44,59	37,12
San Mauro Pascoli	21,9	22,36	7,23	8,25	4,36	3,77
Savignano sul Rubicone	12,7	23,63	8,17	8,48	5,00	4,90
Gatteo	42,0	44,39	25,20	24,24	12,78	7,24

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

Comuni	P1 area (ha)		P2 area (ha)		P3 area (ha)	
	2013	2019	2013	2019	2013	2019
Cesenatico	323,3	339,05	222,90	234,34	121,13	117,40
Cervia	493,1	524,38	230,08	209,31	101,18	96,76
Ravenna	3171,6	3083,85	1097,45	1066,70	754,04	502,19
Comacchio	1593,3	1574,65	455,04	440,82	278,49	223,42
Codigoro	332,2	350,41	112,61	95,74	111,60	75,08
Goro (tolto spit)	1146,8	1150,01	507,76	498,05	174,88	202,62
<b>TOTALI</b>	<b>7876,2</b>	<b>7879,05</b>	<b>3137,8</b>	<b>3040,02</b>	<b>1863,6</b>	<b>1511,80</b>

Tabella I.3.2-1: Confronto tra superfici potenzialmente allagabili per comune anno 2013 e 2019 nei tre scenari di inondazione marina frequenti ( $Tr=10$  a P3), poco frequenti ( $Tr=100$  a - P2) e rari ( $Tr \gg 100$  anni - P1)

Le superfici allagabili per eventi rari (P1) sono rimaste invariate tra il 2013 e 2019. Si osserva invece un leggero decremento delle superfici potenzialmente interessate da eventi P2 e P3.

Per una valutazione delle aree maggiormente a rischio è necessario rapportare la superficie allagabile allo sviluppo lineare della costa che sottende queste aree (fronte mare esposto al fenomeno). Per questo motivo è stato elaborato uno specifico indicatore *SArapp* (superficie allagabile/lunghezza costa), descritto in dettaglio all'Allegato 1 - Sistema Fisico costiero, che si basa su 4 classi di rapporto (Tabella I.3.2-2). Maggiore è la classe maggiore è il rischio.

classe SArapp	Superfici allagabili/lunghezza costa		
CL 1	<2		
CL 2	2-4		
CL 3	4-6		
CL 4	>6		
Risultati classificazione comuni ricadenti in fascia costiera			
Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Cattolica, Misano Adriatico, Riccione	Rimini Bellaria e San Mauro Pascoli	Gatteo, Cesenatico, Cervia	Savignano sul Rubicone, Ravenna, Comacchio, Codigoro, Goro

Tabella I.3.2-2: Classi indicatore *Sarapp* = superficie allagabile/lunghezza comune

È interessante notare che questo indicatore mostra come la propensione all'allagamento aumenti da sud verso nord, in accordo con l'assetto altimetrico della piana costiera, che è il fattore dominante per il fenomeno di inondazione da mare. Le classi dell'indicatore *SArapp* sono rimaste invariate dalla prima elaborazione datata 2013, ad eccezione del comune di Savignano sul Rubicone dove l'incremento della superficie allagabile determina un salto di classe (aumento).

### I.3.2.3. Riduzione dell'apporto di sedimenti dai fiumi e interruzione del trasporto litoraneo

I sistemi fluviali rappresentano la rete naturale principale attraverso la quale avviene il trasferimento dei sedimenti dalle zone di produzione sui versanti alle zone di deposito come le pianure alluvionali e, infine ai litorali. La quantità di sedimenti sabbiosi che viene rilasciata alla foce

di un fiume è il risultato di complessi fenomeni idrologici ed idraulici che continuamente interagiscono con la dinamica geomorfologica dal bacino di appartenenza e che sono fortemente influenzati dalle varie attività antropiche dirette o indirette e dal cambiamento climatico.

Il sedimento, una volta raggiunto il litorale, è soggetto ad un'altra fondamentale forzante, il trasporto lungo costa (longshore drift), che spesso è interrotto dalla presenza delle opere marittime.

L'analisi geologica e geomorfologica evidenzia che le trasformazioni dei sistemi deposizionali costieri sono legate principalmente alle variazioni climatiche e alle oscillazioni del livello del mare, che sono in grado di determinare l'entità del trasporto sedimentario fluviale e l'evoluzione dei delta e dei litorali circostanti. In epoca storica, gli interventi di regimazione fluviale sono stati molto invasivi e hanno sortito effetti radicali sul reticolo fluviale e sulle foci, sancendo l'abbandono di apparati deltizi piuttosto che la forte crescita di altri. In epoca più recente, le opere marittime hanno ulteriormente modificato le dinamiche dei flussi sedimentari a mare. Anche se gli effetti di questi impatti sono ben documentati dalle carte topografiche, dalle foto aeree e dalle immagini satellitari, non sono invece disponibili sufficienti dati diretti di monitoraggio dei movimenti dei sedimenti, almeno alla scala regionale.

Le stime teoriche elaborate nell'ambito del primo Piano Costa del 1981, avevano dimostrato che i volumi di sabbia trasferiti a mare dai fiumi negli anni '80 si sarebbero ridotti di 3-4 volte rispetto al periodo 1930-45. In particolare, il fiume Reno insieme ai fiumi romagnoli avrebbe registrato una riduzione di apporto di circa il 75% e il fiume Po di circa il 50% (Tabella I.3.2-3).

Anno di riferimento	Contributo Reno e Fiumi Romagnoli	Contributo PO
1945	2.410.000 m <sup>3</sup> /anno	400.000 m <sup>3</sup> /anno
1972	680.000 m <sup>3</sup> /anno	190.000 m <sup>3</sup> /anno

Tabella I.3.2-3: Dati stimati di trasporto solido elaborate nell'ambito del piano costa 1981.

Tali stime, come quelle elaborate attraverso un approccio analitico-modellistico nel Piano Costa del 1996 per i singoli bacini (Tabella I.3.2-4), forniscono valori di gran lunga superiori rispetto a quelli ottenuti attraverso le indagini degli anni più recenti. Come già dichiarato nel piano del 1981 e poi nelle Linee Guida GIZC 2006, infatti, le stime teoriche risentono della mancanza o dell'insufficienza dei dati di base, in particolare di serie storiche relative a misure di trasporto solido in sospensione e al fondo.

Corso d'acqua	1970	1980	1985	1990	1995	2000	2010
Po (contributo rami meridionali)	380	325	350	380	400	420	490
Reno	190	130	125	135	165	190	250
Lamone	55	35	40	55	75	90	105
Fiumi Uniti	135	80	105	140	180	205	230
Savio	30	20	25	35	40	45	50
Rubicone	30	25	35	45	50	55	60
Uso	11	8	12	16	19	20	22
Marecchia	70	50	60	85	105	115	131
Marano	11	9	12	16	19	21	23

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

Corso d'acqua	1970	1980	1985	1990	1995	2000	2010
Conca	<sup>(1)</sup> 24	2	3	4	4	4	<sup>(2)</sup> 53
Totale (Mm <sup>3</sup> /anno)	0,93	0,68	0,76	0,91	1,05	1,16	1,41

(1) Valore antecedente la costruzione della diga

(2) Valore nell'ipotesi del superamento della diga

Tabella I.3.2-4: Apporto di fondo utile a mare, presunto, in Migliaia di m<sup>3</sup>/anno. Stima effettuata nell'ambito del piano Costa 1996 in assenza di valori misurati di trasporto

Misure dirette del trasporto solido fluviale sono state acquisite per il Fiume Reno negli anni 2000 e nel 2018-2020 per i fiumi romagnoli; entrambi gli studi hanno dimostrato, in modo quantitativo, la carenza e la variabilità degli apporti attuali di sedimento. Lo studio sul Fiume Reno è stato realizzato dall'Università di Ferrara nell'ambito di una convenzione con l'Autorità di Bacino del Fiume Reno nel 2004 ed è stato oggetto di revisione scientifica negli anni recenti (Billi et al 2017). Lo studio sui fiumi romagnoli, condotto nell'ambito di un accordo tra Comune di Ravenna ed Eni da parte delle Università di Bologna e Ferrara, si basa su dati misurati in occasione di diverse piene fluviali e ha restituito le stime per i 3 bacini romagnoli Lamone, Fiumi Uniti e Savio (Tabella I.3.2-5). Un importante osservazione è l'esistenza di una buona correlazione tra la portata liquida e il trasporto solido (Cilli et al. 2021), dato che potrà essere meglio confermato a seguito di nuove campagne di monitoraggio. Per il Fiume Lamone, le informazioni sono relativamente carenti in quanto si dispone di un numero di misure limitato. Inoltre, la stazione idrometrica è molto distante dalla stazione di misura del trasporto di fondo.

Bacini	Portata solida media in m <sup>3</sup> /a	Cumulata periodo 2007-2018
Lamone	273	3277 m <sup>3</sup>
Fiumi Uniti	844	10122 m <sup>3</sup>
Savio	72	864 m <sup>3</sup>

Tabella I.3.2-5: Stime di trasporto solido basate su formule che utilizzano dati misurati nei tre bacini Lamone, Fiumi Uniti e Savio

Il trasporto di sedimenti lungo costa, dovuta principalmente all'azione dalle onde frangenti, rappresenta uno dei fattori più importanti del bilancio sedimentario. Nel Piano Coste 1996 è stata fatta una prima valutazione in corrispondenza di 23 profili della rete batimetrica, suddividendo la spiaggia sommersa in 24 celle.

Lungo la costa da Cattolica a Lido delle Nazioni, il trasporto solido litoraneo assume valori diversi in base alla provenienza delle onde e risulta influenzato dalle diverse orientazioni della linea di costa, dalla presenza di promontori quali cuspidi deltizie e dalle barriere artificiali quali pennelli e moli portuali.

Dallo studio del 1996 è emerso che il trasporto litoraneo prevalente è verso nord, tranne in brevi tratti: dalla foce del Savio al porto di Cervia, dalla foce dei Fiumi Uniti allo sbocco del Bevano e da Foce Reno a Porto Corsini, dove la direzione del trasporto sembrerebbe essere rivolta a sud.

Considerando il fatto che sono trascorsi più di 25 anni da questo studio e che nel tempo sono state erette nuove opere di difesa costiera, sarebbe opportuno effettuare un aggiornamento e un approfondimento sulle dinamiche sedimentarie sotto-costa; ridefinendo le direzioni di flusso e investigando sulle perdite di sedimento che avvengono in occasione delle mareggiate più energetiche sia verso l'entroterra, attraverso i fenomeni di washover, che verso mare, attraverso le correnti di ritorno e di torbida.

### 1.3.2.4. Abbattimento e frammentazione delle dune costiere

Tra i fenomeni che influiscono sulla stabilità dei litorali e sul rischio di ingressione marina è opportuno ricordare le dinamiche, soprattutto antropiche, che hanno portato alla scomparsa di ampi tratti di cordoni dunali.

Le dune costiere sono depositi di origine eolica che si formano sul lato interno delle spiagge sabbiose e sono quindi parte integrante del più ampio e complesso 'ecosistema costiero'. La loro funzione è fondamentale nella protezione dei rischi costieri, esse infatti costituiscono il baluardo naturale all'ingressione del mare e rappresentano gli elementi di "immagazzinamento" del sedimento. Tra la primavera e l'estate, infatti, il sedimento mobilizzato dal vento si accumula nel retrospiaggia accrescendo le dimensioni della duna; nei periodi in cui le mareggiate sono più frequenti e intense (autunno-inverno), viene eroso e traslato nella prima porzione della spiaggia sommersa ad alimentare le forme di fondo subacquee. Un ulteriore ruolo delle dune è quello di serbatoio di acqua dolce che crea una barriera all'ingressione del cuneo salino.

Le dune costiere alla fine dell'Ottocento bordavano quasi tutte le spiagge dell'Emilia-Romagna, ad eccezione dei primi insediamenti urbani ubicati in prossimità di alcune foci della costa sud. Nei primi decenni del '900 e soprattutto dopo la Seconda guerra mondiale, molte dune sono state spianate artificialmente per far posto ad aree coltivate, all'urbanizzazione e alla nascita degli stabilimenti balneari (Figura I.3.2-7). La fase di urbanizzazione è avvenuta, soprattutto, tra il 1943 e il 1982 (vedi par. I.2.1 e I.2.4), quando la lunghezza di costa bordata da duna è passata dai 90,8 km (64% della costa) a 50,8 km (35%) (Perini e Calabrese, 2010).

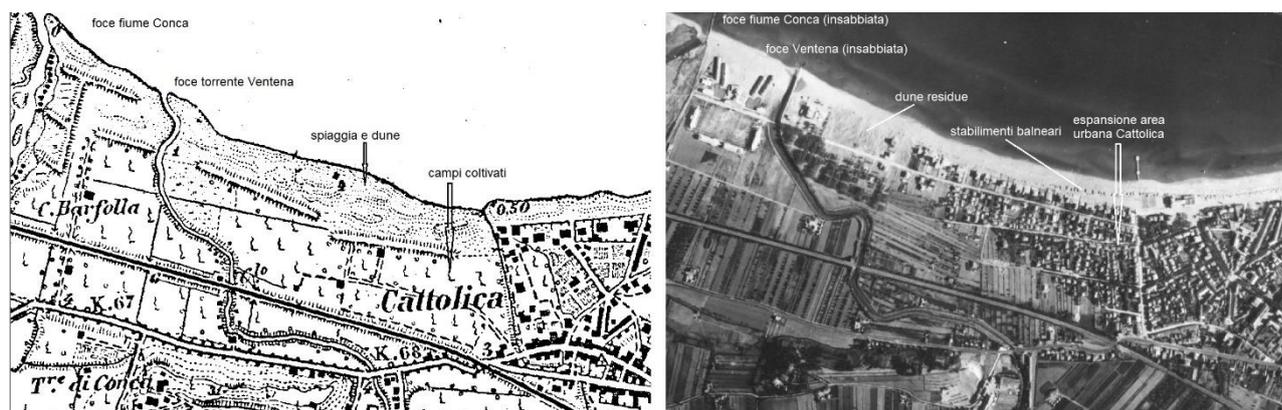


Figura I.3.2-7: litorale di Cattolica, confronto tra cartografia IGM (redatta tra il 1877 e il 1895) e le foto aeree RAF 1943. Si osserva la quasi totale scomparsa delle dune costiere che hanno lasciato il posto a edifici e a infrastrutture balneari

In altri casi le dune sono state artificialmente rimboscate per proteggere i terreni retrostanti, contribuendo all'irrigidimento della costa. Negli anni Quaranta e nell'immediato dopoguerra, inoltre, le dune sono state localmente sfruttate anche come cave di sabbia per l'edilizia. Dalle foto aeree RAF 1943, infatti, si osservano avvallamenti che fanno propendere per tale uso (Figura I.3.2-8).



Figura 1.3.2-8: litorale di Rimini nord; la cartografia IGM (redatta tra il 1877 e il 1895) mostra la presenza continua di dune costiere; l'immagine aerea del volo RAF 1943, nella zona dove attualmente è presente l'abitato sud di Igea Marina, evidenziano la presenza di avvallamenti nella zona delle dune che fanno ipotizzare un loro utilizzo come cave di sabbia.

### 1.3.2.5. Il fenomeno della subsidenza

La subsidenza è un fenomeno di abbassamento del suolo che dipende sia da cause naturali, legate a processi geologici, che da cause artificiali, legate alle azioni dell'uomo. Essa diviene un vero e proprio fattore di rischio quando l'abbassamento del terreno è particolarmente intensa o quando la topografia è già depressa o al di sotto del livello del mare, come in vaste aree della piana costiera regionale.

La componente naturale è associata a processi geodinamici, in particolare alla deformazione della placca adriatica in subduzione sotto la catena appenninica e alla compattazione della successione sedimentaria, molto spessa lungo la fascia costiera. Il valore complessivo sarebbe variabile da 0.5 a 4 mm/anno (Figura 1.3.2-9), anche se sono stati individuati valori fino a 12 mm/a nella zona del delta del Po (Teatini et al. 2011), attribuibili alla compattazione dei depositi più recenti.

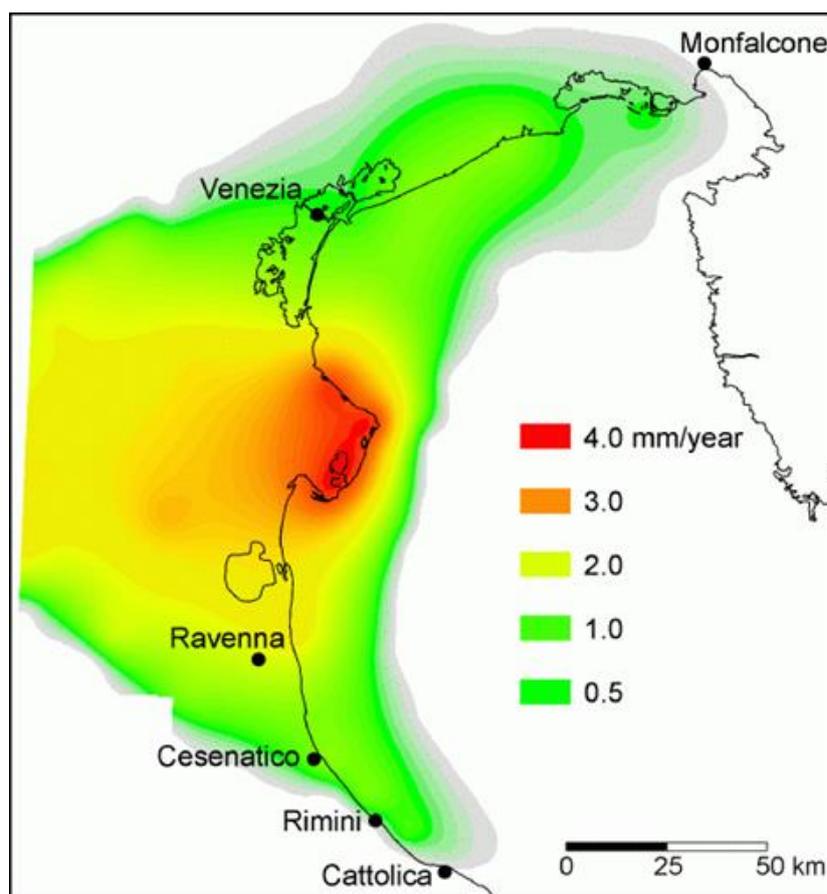


Figura I.3.2-9: Tassi di subsidenza naturale (da Gambolati e Teatini 1998)

I tassi più elevati di subsidenza complessiva si riscontrano dove al fenomeno è associata una componente antropica, come l'estrazione di fluidi, acqua e idrocarburi, dal sottosuolo. Queste pratiche, ora drasticamente ridotte, hanno comportato abbassamenti del suolo superiori di un ordine di grandezza rispetto alla subsidenza naturale.

L'area costiera che ha risentito maggiormente del fenomeno è il delta del Po, dove, per effetto dello sfruttamento delle acque metanifere negli anni '40-'60, si sono registrati tassi di subsidenza fino a 8 cm/anno (Caputo et al., 1970), con abbassamenti del suolo complessivi fino a -3/-4 metri e drammatici effetti sul sistema idraulico e sugli ecosistemi (Corbau et al., 2019). L'area industriale di Ravenna e alcuni settori di Cesenatico hanno subito sprofondamenti fino a -1/-2 metri, per effetto dell'estrazione delle acque sotterranee, con tassi fino a 5 cm/anno. Proprio queste dinamiche hanno portato alla emanazione della Legge n. 845 del 1980 - Legge speciale per Ravenna, che ha imposto la drastica riduzione dei prelievi di acque dal sottosuolo.

Negli ultimi decenni i valori di subsidenza più elevati sono stati osservati in corrispondenza delle due aree deltizie del fiume Reno dei Fiumi Uniti, dove insistono i due dei giacimenti di gas maggiormente sfruttati lungo la costa emiliano-romagnola, rispettivamente il giacimento Dosso degli Angeli e ACE27 A (noto come Angela-Angelina). In entrambi i casi i valori massimi di subsidenza, intorno ai 20-25 mm/anno, sono stati registrati in concomitanza o successivamente ai picchi di produzione che, per Dosso degli Angeli risale alla fine degli anni '80 mentre per Angela-Angelina al 1999.

Il più recente monitoraggio condotto dalla Regione nel periodo 2011-2016, evidenzia un miglioramento del fenomeno in tutta la pianura e anche lungo la fascia costiera, tendenza già manifesta nel precedente rilievo del 2006-2011.

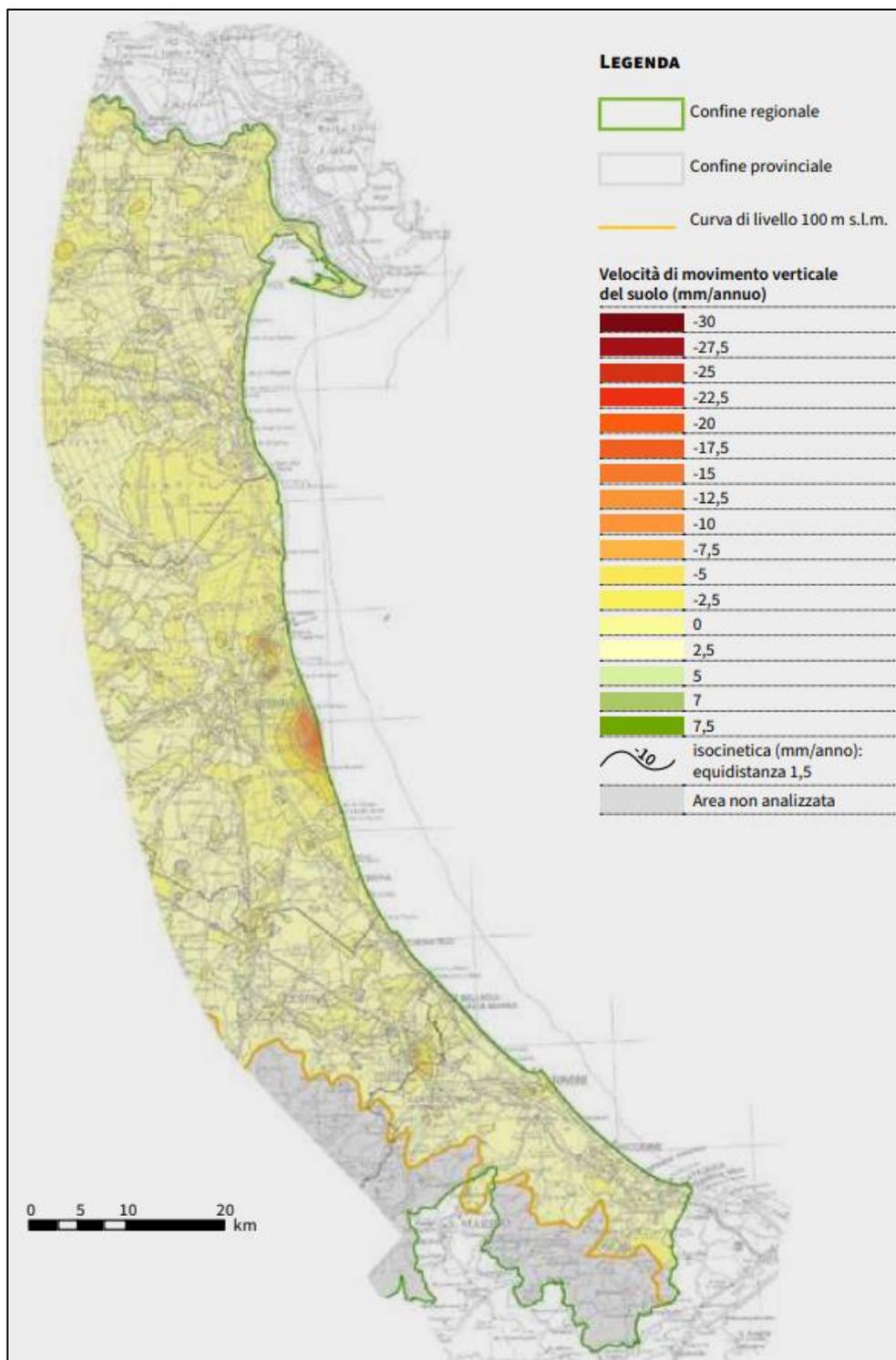


Figura I.3.2-10: Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2011-2016 lungo il litorale emiliano-romagnolo (Arpae, 2018)

Nella mappa delle isocinetiche di Figura I.3.2-10, si osservano abbassamenti di pochi mm/anno in tutto il litorale ferrarese; il litorale ravennate presenta tassi fino a circa 5 mm/anno, fatta eccezione per il paraggio costiero da Lido Adriano fino alla Bocca del T. Bevano dove si registrano i valori massimi, di circa 15 mm/anno, in corrispondenza della foce di Fiumi Uniti inclusa nella propaggine del campo gas Angela-Angelina. Più a sud, gli abbassamenti si riducono a circa 2-3 mm/anno lungo tutto il litorale fino a Cattolica. Il litorale, nella sua interezza, considerando la fascia di 5 km verso l'entroterra, presenta una riduzione della subsidenza media, attestandosi in circa 3 mm/anno.

### I.3.3. Indicatori di vulnerabilità e rischio

Gli indicatori sono strumenti fondamentali per comprendere, comunicare e valutare le dinamiche e i processi nonché per misurare l'efficacia delle misure e delle politiche adottate: essi possono essere costituiti da un'unica 'informazione chiave' (es. "tassi di subsidenza") oppure da informazioni multi-parametriche che devono essere combinate attraverso analisi complesse (es. "susceptibilità all'erosione costiera").

Lo scopo è quello di assumere decisioni consapevoli, basate su dati scientifici, nonché misurare la 'sostenibilità' delle azioni.

Circa 30 anni fa la comunità scientifica internazionale ha proposto i primi indicatori per il calcolo della vulnerabilità costiera (CVI=*coastal vulnerability indicators*) alle mareggiate (Gornitz et al., 1991), basati su 6-7 variabili chiave (quali altimetria, dinamica della linea di riva, pendenze, altezza d'onda significativa, ecc.), elaborate con un approccio quantitativo e un'analisi multicriteri (MCDA). Nel tempo sono stati introdotti nuovi indicatori, per determinare le conseguenze dei cambiamenti climatici, altri per valutare l'applicazione del protocollo GIZC (Marti et al., 2007), o ancora per misurare la sostenibilità dello sviluppo delle zone costiere.

In Regione Emilia-Romagna sono state condotte le prime analisi degli indicatori CVI nella costa ferrarese (Calabrese et al. 2008), ripresi e integrati con nuovi indicatori in un lavoro alla scala regionale, concluso nel 2019, che ha definito due indicatori complessi, la Suscettibilità della Costa ai fenomeni dell'erosione costiera (SI\_e) e all'inondazione marina (SI\_i), nonché una serie di indicatori morfologici, delle dinamiche evolutive, di pressione antropica e di protezione della costa (Perini et al. 2019).

Inoltre, Arpa, che gestisce il monitoraggio regionale del fenomeno dell'erosione costiera (vedi capitolo I.1.2), ha sviluppato 2 indicatori gestionali (ASPE ed ASE) che fotografano lo stato di criticità della costa, con cadenza sessennale (Aguzzi et al 2012).

#### I.3.3.1. Gli indicatori selezionati ai fini della strategia GIDAC

Nell'ambito della Strategia GIDAC, si è deciso di selezionare un set di indicatori, tra quelli contenuti nei lavori sopra citati, che permettano di avere un quadro sufficiente e significativo dello stato della costa, delle pressioni e degli impatti anche derivanti dai cambiamenti climatici.

Gli indicatori selezionati sono stati classificati secondo il modello DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatto e risposte) utilizzato dall'Agenzia Europea per l'ambiente e dalla rete ISPRA/ARPA (Tabella I.3.3-1)

Gran parte di essi dispone di almeno 2 anni di osservazione; quelli evidenziati con il colore marrone sono pubblicati anche sul portale dei dati ambientali di ARPAE<sup>39</sup>.

INDICATORI DI RISCHIO COSTIERO			
Tipo Indicatore	Tipo informazione	Nome indicatore	Ultimo riferimento anno
Indicatori di pressione	tendenza	Subsidenza (MVS)	2016
	qualitativo	Opere Interferenti	2020

<sup>39</sup> <https://webbook.arpae.it/>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Indicatori di stato	tendenza	ASE	2018
	tendenza	ASPE	2018
	morfologico	Ampiezza SLI (Spiaggia libera da Infrastrutture)	2019
	morfologico	Quota spiaggia (SLI)	2019
	morfologico	Dosso costiero	2019
	modellistico	Superficie allagabile SA	2019
Indicatori di impatto	osservazione	Numero impatti da mareggiate (NIM)	2020
	modellistico	Inondazione/lunghezza (SaRapp)	2019
	tendenza	Dinamica fondali	2018
Indicatori di risposte	osservazione	% di costa protetta e tipologia di opera	2020
	osservazione	Volumi di sabbia portati a ripascimento	2018
	osservazione	Apporti di sabbia dell'esterno	2020

*Tabella I.3.3-1: Indicatori di rischio costiero selezionati per la strategia GIDAC*

### I.3.3.1.1. Indicatori di Pressione

Esprimono i fenomeni/processi sia naturali che antropici che influiscono sui fenomeni di erosione dei litorali e inondazione marina. Sono stati individuati quali indicatori di pressione:

- Movimenti verticali del suolo – Subsidenza
- Opere trasversali lungo la costa

#### *SUBSIDENZA - MOVIMENTI VERTICALI DEL SUOLO - INTERVALLO 2011-2016*

La subsidenza è un fenomeno di abbassamento della superficie terrestre che può essere determinato da cause sia naturali (evoluzione della crosta terrestre, costipamento dei sedimenti), sia antropiche. La pianura emiliano-romagnola è caratterizzata da un fenomeno di subsidenza naturale, al quale si sovrappone, in diverse aree, un abbassamento del suolo di origine antropica, legato principalmente a eccessivi emungimenti di acque sotterranee e, in misura minore e arealmente più limitata, all'estrazione di fluidi da formazioni geologiche profonde. L'entità degli abbassamenti dovuti a cause naturali è dell'ordine di alcuni millimetri/anno, mentre la subsidenza antropica può presentare velocità di abbassamento del suolo molto più elevate, variando considerevolmente a seconda delle zone.

Nella fascia costiera continua la tendenza ad una diminuzione della subsidenza, già manifestatasi nel precedente periodo di monitoraggio. Si osservano abbassamenti di pochi mm/anno su tutto il litorale ferrarese (Figura I.3.3-1).

Il litorale ravennate presenta abbassamenti generalmente fino a circa 5 mm/anno, fatta eccezione per un'area di depressione che interessa il paraggio costiero da Lido Adriano fino alla Bocca del T. Bevano, con un massimo di oltre 15 mm/anno in corrispondenza della foce dei Fiumi Uniti ed un'estensione massima verso l'entroterra di circa 5 km: anche quest'area, storicamente subsidente, presenta una tendenza alla riduzione del fenomeno.

Più a sud, gli abbassamenti si riducono a circa 2-3 mm/anno lungo tutto il litorale fino a Cattolica. Il litorale, nella sua interezza, considerando la fascia di 5 km verso l'entroterra, presenta una riduzione della subsidenza media, attestandosi a circa 3 mm/anno.

Ultimo monitoraggio	2011-2016
Precedenti elaborazioni	1992-2000, 2002-2006, 2006-2011
Metodi di elaborazione dati	Elaborazione interferometrica di dati satellitari tramite tecnica SqueeSAR™, con calibrazione dei risultati tramite i dati di movimento verticale di stazioni permanenti GPS-GNSS. L'incertezza complessiva dell'intera analisi di velocità verticale è quantificata in circa $\pm 2$ mm/anno. L'elaborazione finale è stata effettuata considerando 1.912.781 punti utilizzati per l'interpolazione spaziale che ha generato un grigliato regolare (100x100 m) delle velocità di movimento verticale sull'intero territorio di pianura dell'Emilia-Romagna, attraverso il quale è stata generata la carta dei movimenti verticali del suolo a curve isocinetiche relativa al periodo 2011-2016.
Url web-book ARPAE	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Movimenti-verticali-del-suolo-Subsidenza-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Movimenti-verticali-del-suolo-Subsidenza-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

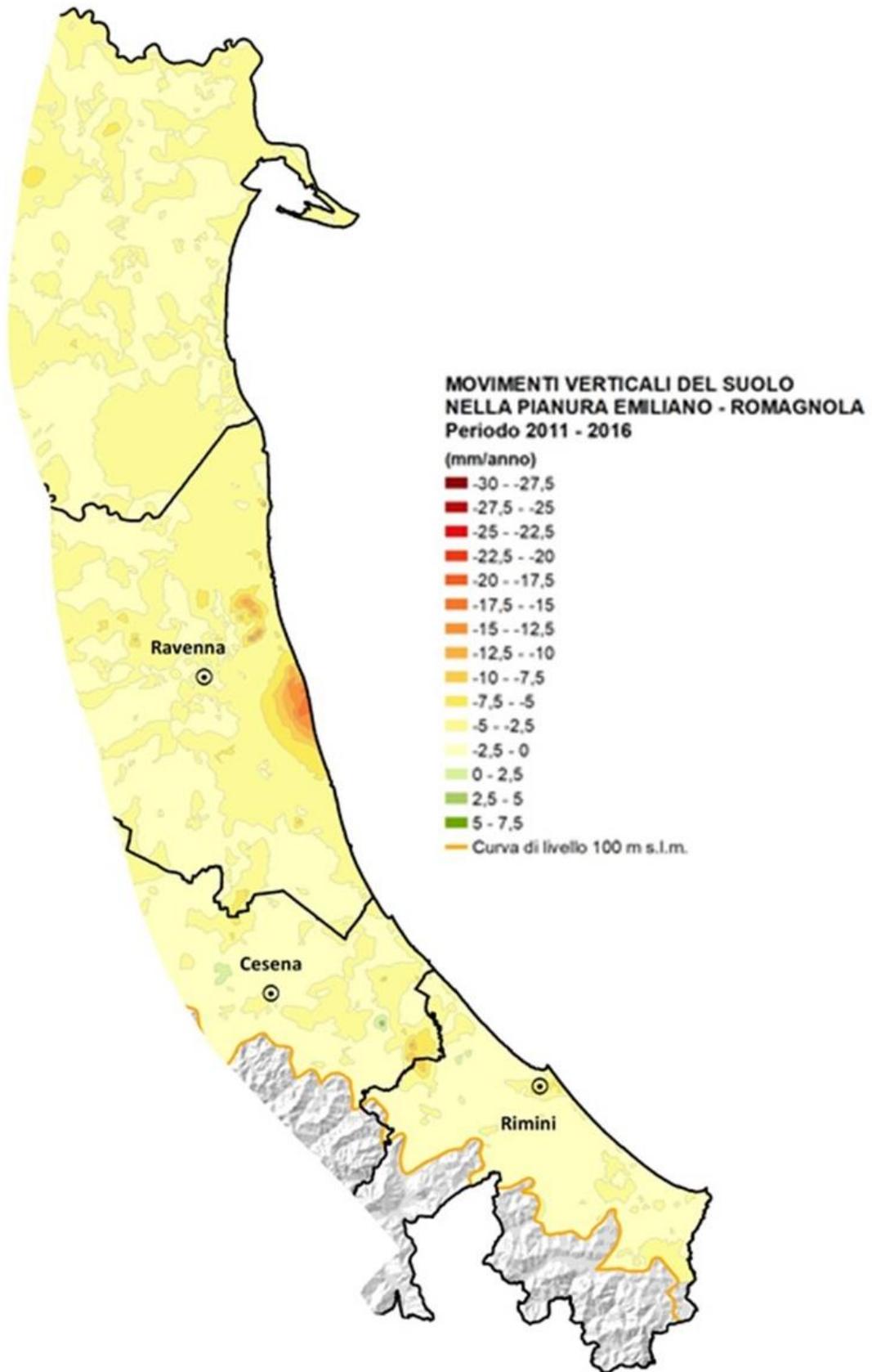


Figura I.3.3-1: Carta della velocità di movimento verticale del suolo a livello della fascia costiera (2011-2016)

*OPERE INTERFERENTI: TRASVERSALI ALLA COSTA, CHE INTERFERISCONO CON LA DINAMICA LITORANEA - AGGIORNAMENTO 2020*

L'indicatore fornisce una panoramica delle opere portuali e delle strutture trasversali alla costa, presenti lungo il litorale regionale che interferiscono con la dinamica litoranea (Figura I.3.3-2). Queste strutture producono effetti generali sul trasporto delle sabbie lungo costa ostacolando il flusso e impatti localizzati rappresentati da avanzamenti accentuati della linea di riva, nelle zone in favore di corrente, e arretramenti, per sottoalimentazione ed erosione, in quelle sottoflutto. Tra le strutture riportate nella presente relazione si distinguono quelle che producono significative modificazioni del trasporto solido litoraneo, rispetto ad altre che interferiscono meno con le dinamiche costiere.

La realizzazione dei moli a difesa delle foci dei porti canali ha determinato un forte impatto sulla dinamica costiera, causando forti squilibri tra le zone sopraflutto, in accumulo, e quelle sottoflutto, in erosione (Figura I.3.3-3). Lungo il litorale emiliano-romagnolo, nel maggior numero dei casi, il molo sud è più proteso in mare rispetto a quello nord, in virtù della prevalenza del trasporto solido litoraneo diretto da sud verso nord. Alla funzione dei moli spesso si associa quella degli interventi di dragaggio di sedimenti, per liberare le foci e ripristinare la sezione libera necessaria per la navigazione in sicurezza e l'adeguato flusso e deflusso dell'acqua. Nei 110 km di costa tra Cattolica (foce del Tavollo) e la foce di Volano, sono presenti 28 foci di corsi naturali o artificiali, quasi tutte protette con moli in calcestruzzo o con armature di vario genere (scogliere, pali in legno, palancole e argini protetti).

Tra questi si distinguono strutture caratterizzate da diversi gradi di interazione con il trasporto solido litoraneo:

- i moli del porto di Ravenna, che si protendono a mare per circa 2,5 km fino a raggiungere i fondali di 9-10 m, e i moli di Rimini, Cesenatico e Porto Garibaldi;
- una serie di moli confinati all'interno della linea delle scogliere parallele, o che si protendono poco oltre, che non determinano effetti rilevanti sulle spiagge in quanto il trasporto solido litoraneo è già fortemente condizionato dalla presenza delle opere di difesa rigida, come nei casi del porto di Cattolica, del porto canale di Bellaria, della foce del Rubicone e di quella del Savio;
- i moli e/o le foci che non determinano importanti sfalsamenti tra le spiagge limitrofe, ma intercettano il trasporto solido litoraneo e necessitano quindi di periodici interventi di dragaggio all'imboccatura. Casi di questo tipo sono rappresentati dai moli di Riccione, di Cervia, della foce del canale Gobbino e della foce del canale Logonovo;
- una serie di foci, perlopiù armate, che hanno un effetto limitato, se non trascurabile, sulle dinamiche del trasporto longitudinale; tra queste sono ascrivibili le foci del Rio Marano, del Bevano e del Lamone.

Nella parte nord del litorale regionale, costituito dal sistema della laguna e dello Scanno di Goro, sono presenti la foce del Po di Goro, difesa in sponda destra con un pennello in roccia e in quella sinistra da un pennello in pali di legno, e, a 500 m a ovest della foce del Po di Goro, un'apertura di collegamento laguna-mare, difesa su entrambe le sponde con pennelli in pali di legno. Va segnalato anche il Porto lagunare di Goro. Questa struttura non si affaccia in mare aperto, ma è ad esso collegata da un canale sottomarino d'accesso, profondo 3 m e lungo 5 km, che agisce da trappola dei sedimenti che si spostano dallo Scanno di Goro verso la spiaggia di Volano.

Ultimo monitoraggio	2020
Precedenti elaborazioni	Da 1943 (diverse frequenze)

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Metodi di elaborazione dati	Osservazione di foto aeree, sopralluoghi, conoscenza del territorio
Url web-book ARPAE	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Opere-trasversali-lungo-la-costa-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Opere-trasversali-lungo-la-costa-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>



*Figura I.3.3-2: Distribuzione delle opere trasversali che interferiscono con la dinamica costiera lungo il litorale emiliano-romagnolo (2020)*

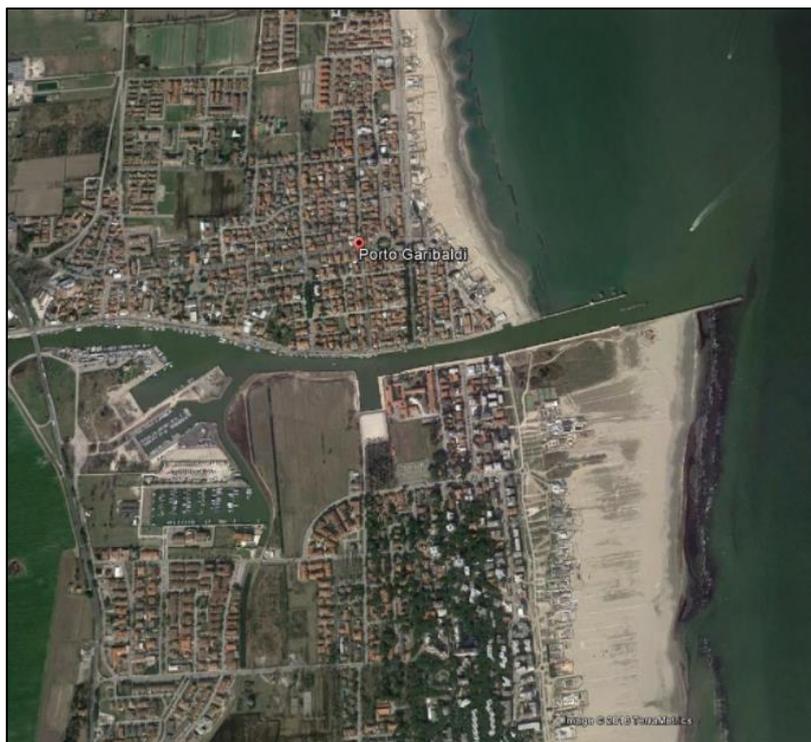


Figura I.3.3-3: Esempi di fenomeni di divaricazione della linea di riva in corrispondenza del porto di Porto Garibaldi

#### I.3.3.1.2. Indicatori di Stato

Con gli indicatori di stato si vogliono definire qualità e caratteri dell'ambiente e delle risorse ambientali che possono essere messi in discussione dalle pressioni, oppure le qualità considerate come valori occorre tutelare e difendere. Sono stati individuati quali indicatori di stato:

- ASPE (Accumulo, Stabile, equilibrio Precario, Erosione);
- ASE (Accumulo, Stabile, Erosione);
- A SLI (Ampiezza spiaggia emersa libera da infrastrutture);
- Quota SLI (Qm quota media, Qc quota di chiusura);
- D (Dosso Costiero);
- Superficie allagabile SA

#### *ASPE (ACCUMULO, STABILE, EQUILIBRIO PRECARIO, EROSIONE) - INTERVALLO 2012-2018*

La classificazione ASPE descrive in maniera sintetica lo stato del litorale emiliano-romagnolo, così come si presenterebbe se, in un determinato periodo, non venissero effettuati gli interventi di ripascimento, tenendo conto, ove presenti, anche delle condizioni delle opere rigide. L'indicatore ASPE porta a sintesi e integra i dati per l'analisi dell'evoluzione morfologica della spiaggia emersa e sommersa, che Arpae acquisisce tramite i rilievi delle reti di monitoraggio del litorale regionale: la rete topo-batimetrica, quella della linea di riva e quella della subsidenza. Il monitoraggio topo-batimetrico è stato realizzato la prima volta nel 1984 e, a partire dal 2000, ha una cadenza sessennale.

L'ASPE è un metodo di analisi dello stato di criticità della costa complementare alla classica ricostruzione della tendenza evolutiva della linea di riva, da sempre parametro di riferimento per lo studio della costa, ma che da solo non rappresenta la reale dinamica della spiaggia, che è fortemente dipendente dai continui interventi antropici: ripascimenti, prelievi, manutenzione della spiaggia, riassetto delle opere di difesa, ecc.

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

A tale scopo l'ASPE si basa sull'analisi integrata di molteplici informazioni e descrive lo stato del litorale in termini di tendenza delle spiagge all'erosione, all'accumulo o all'equilibrio con riferimento a un determinato periodo, corrispondente al tempo intercorso tra due campagne di rilievo della rete topo-batimetrica regionale. Gli aspetti che vengono considerati da questa analisi integrata sono i seguenti:

1. variazioni del volume di sabbia a carico di spiaggia emersa e sommersa:
  - perdite/accumuli risultanti dal confronto tra i rilievi topo-batimetrici;
  - perdite legate alla subsidenza;
  - accumuli dovuti ai ripascimenti;
  - perdite causate dai prelievi di sabbia destinata al ripascimento di spiagge in erosione;
2. variazioni della linea di riva:
  - avanzamenti/arretramenti legati a dinamiche marine o a interventi antropici;
3. situazione degli interventi di difesa:
  - presenza o meno di opere rigide di protezione;
  - costruzione di nuove opere nel periodo in esame;
  - manutenzione delle opere nel periodo in esame;
  - realizzazione di ripascimenti nel periodo in esame.

L'analisi integrata di tutti questi elementi è fondamentale, perché considerare singolarmente o escludere dall'analisi anche una sola di queste informazioni può essere fuorviante. Ad esempio, una perdita di volume può essere legata a fenomeni erosivi, ma anche al prelievo artificiale di sabbia oppure ad abbassamenti del suolo dovuti alla subsidenza. Analogamente, un accumulo può essere determinato da processi naturali, ma può rappresentare anche l'effetto di un ripascimento. La presenza di opere di difesa rigida modifica profondamente le caratteristiche dinamiche e morfologiche della spiaggia; inoltre, le condizioni in cui esse versano e il loro stato di manutenzione sono informazioni necessarie per una corretta analisi del sistema costiero soggetto a intensa gestione. Infine, variazioni di volume possono interessare anche solo la porzione di spiaggia sommersa e non avere nessuna manifestazione sulla spiaggia emersa, dove la linea di riva può apparire stabile. I dati riportati nel presente lavoro si riferiscono allo stesso periodo 2012-2018, anni in cui sono state effettuate le ultime due campagne di monitoraggio della rete topo-batimetrica regionale. L'analisi del litorale è stata effettuata per tratti litoranei elementari di riferimento: le "Celle gestionali", mentre per una visione complessiva del dato è stata adottata la suddivisione per Macrocella (capitolo I.1.2.8).

La classificazione ASPE prevede la distinzione di quattro tipi di tratti costieri riportati di seguito.

Classe	Definizione
Accumulo	Tratto di litorale che evidenzia accumuli di sabbia significativi* nel periodo in esame
Stabile	Tratto di litorale che non evidenzia perdite o accumuli di sabbia significativi* e che non è stato oggetto di interventi di difesa dall'erosione (ripascimenti o opere) nel periodo in esame

Equilibrio precario	Tratto di litorale che non evidenzia perdite o accumuli di sabbia significativi* e che è stato oggetto di interventi di difesa dall'erosione (ripascimenti o opere) nel periodo in esame
Erosione	Tratto di litorale che evidenzia perdite di sabbia significative* nel periodo in esame

*Nota: Sono considerati significativi accumuli o perdite maggiori di 30 m<sup>3</sup>/m*

*Tabella I.3.3-2: Le quattro classi previste dall'indicatore ASPE*

Dall'analisi dei dati derivanti dall'indicatore ASPE risulta che, nel periodo 2012-2018, 38,75 km (33%) delle spiagge è in accumulo, quindi in ottimo stato, 23,71 km (20%) è in condizioni di stabilità senza necessità di alcun aiuto, mentre 54,855 km (47%) del litorale presenta delle criticità (Figura I.3.3-4).

Tra i tratti critici, 24,815 km (21%) di spiaggia è in "equilibrio precario", 30,045 km (26%) è in erosione. Le prime si presentano stabili, ma sono state oggetto di interventi di difesa di vario tipo (ripascimenti, nuove opere o manutenzione di quelle esistenti), le seconde, invece, manifestano perdite di sabbia superiori ai 30 m<sup>3</sup>/m.

Nelle varie macrocelle l'andamento si presenta eterogeneo: nelle macrocelle M1, M3 e M5 prevalgono i tratti in buone condizioni (accumulo o stabili), mentre nelle macrocelle M2, M6 e M7 prevalgono i tratti in condizioni critiche (erosione ed equilibrio precario).

Ultimo monitoraggio	2012-2018
Precedenti elaborazioni	2006-2012
Metodi di elaborazione dati	Calcolo dei volumi di sabbia accumulata ed erosa (m <sup>3</sup> /m) ottenuto dal confronto di rilievi topo-batimetrici, tenendo conto degli interventi di ripascimento, dei prelievi (m <sup>3</sup> /m), delle perdite dovute alla subsidenza (m <sup>3</sup> /m), della presenza di opere di difesa e dello stato di manutenzione delle stesse.
Url web-book ARPAE	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/ASPE-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/ASPE-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

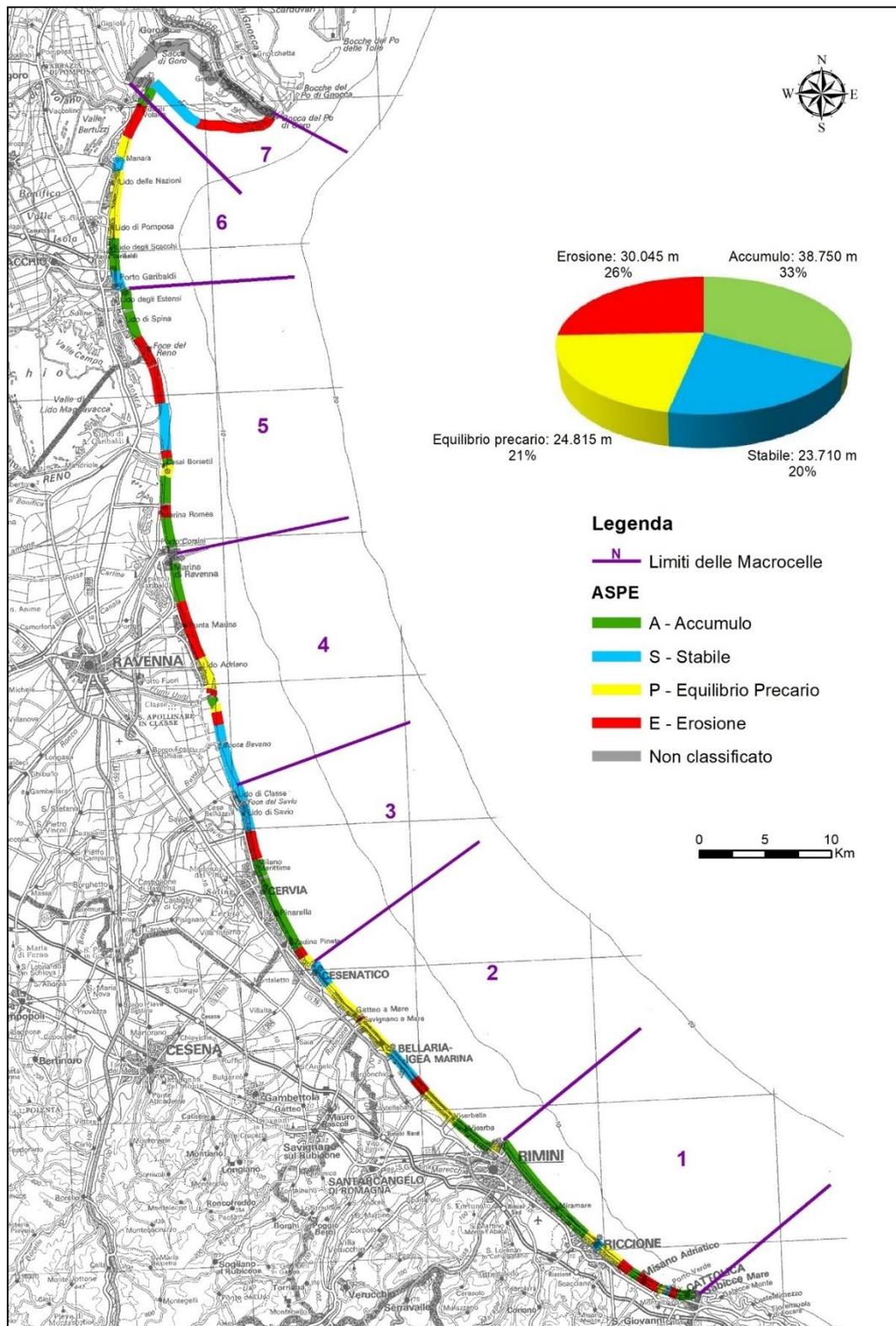


Figura I.3.3-4: Stato delle spiagge emiliano-romagnole in ognuna delle macrocelle secondo l'indicatore ASPE (2018)

**ASE ACCUMULO, STABILE, EROSIONE) - INTERVALLO 2012-2018**

L'ASE (Accumulo, Stabile, Erosione) è un indicatore che fornisce indicazioni sullo stato del litorale così come si presenta, in seguito alle dinamiche naturali (trasporto solido lungo costa e subsidenza) e antropiche (ripascimento, prelievi, subsidenza, riassetto del sistema di difesa rigido). L'ASE ha come riferimento principale la variazione di volume, includendo nell'analisi le modificazioni a carico

sia della spiaggia emersa, che di quella sommersa, fino alla linea delle scogliere parallele emerse o della batimetrica dei 2,5-3 m.

L'ASE descrive la costa in termini di tendenza delle spiagge all'erosione, all'equilibrio o all'accumulo nel periodo di confronto 2012-2018 (Tabella I.3.3-3).

Classe	Definizione
Accumulo	Tratto di litorale che evidenzia accumuli di sabbia significativi nel periodo in esame
Stabile	Tratto di litorale che non evidenzia perdite o accumuli di sabbia significativi nel periodo in esame
Erosione	Tratto di litorale che evidenzia perdite di sabbia significative nel periodo in esame

Nota: Sono considerati significativi accumuli o perdite maggiori di 30 m<sup>3</sup>/m

Tabella I.3.3-3: Le 3 classi previste dall'indicatore ASE.

Lo stato del litorale emiliano-romagnolo al 2018, rispetto al 2012, a valle degli interventi di difesa realizzati dalla Regione e dagli Enti Locali nel periodo 2012-2018, risulta, in base all'indicatore ASE, per 41,735 km (36%) in accumulo di sedimento, per 54,245 km (46%) stabile e per 21,34 km (18%) in erosione (Figura I.3.3-5). Questa buona situazione complessiva è dovuta a una adeguata gestione del litorale, e in particolare a una serie di interventi di ripascimento realizzati dalla Regione e dagli Enti Locali, con i quali sono stati apportati sulle spiagge in erosione oltre 3,25 milioni di m<sup>3</sup> di sabbia. Di questi, 1,77 milioni di m<sup>3</sup> (54%) proveniente da zone litoranee in accumulo, quindi da paleggiamenti interni al sistema costiero, per la maggior parte realizzati all'interno della stessa macrocella, e 1,48 milioni di m<sup>3</sup> (46%) derivante da apporti di sedimenti provenienti da fonti esterne al sistema litoraneo. Dei sedimenti derivanti dall'esterno, circa 1,4 milioni di m<sup>3</sup> (94%) proviene da un giacimento sottomarino di sabbia al largo di Ravenna, apportato nel 2016 nell'ambito del Progettone 3, e la restante parte da cave a terra (circa 50.000 m<sup>3</sup>) o da scavi edili (poco più di 30.000 m<sup>3</sup>). In questo periodo non risultano prelievi da costruzioni di nuove darsene.

Dall'analisi dell'evoluzione del fenomeno erosivo, nel periodo marzo 2012-dicembre 2018, nell'intero litorale emiliano-romagnolo si identificano tre macroaree. La prima, costituita dalle macrocelle dalla M1 alla M4 (dai moli di Cattolica al molo di levante del Porto di Ravenna), tutte caratterizzate da un bilancio positivo che, complessivamente, supera i 1,7 milioni m<sup>3</sup> di sedimento. L'accumulo è dovuto prevalentemente a un apporto di sedimento dall'esterno del sistema litoraneo pari a 1,5 milioni di m<sup>3</sup>. La seconda macroarea, che comprende le macrocelle M5 e M6 (dal molo di ponente del Porto di Ravenna alla foce del Po di Volano), entrambe caratterizzate, complessivamente, da una perdita di sedimento, anche se in misura differente. Nella macrocella 5 (dal molo di ponente del Porto di Ravenna a Porto Garibaldi) si è avuta una perdita complessiva di oltre 700.000 m<sup>3</sup> di sedimento; essa è caratterizzata da una zona centrale, che va dalla Foce del Reno al Lido di Spina Sud, in forte erosione, mentre la zona a sud, prossima al molo del porto di Ravenna, e quella a nord, prossima al molo di Porto Garibaldi, sono in accumulo. Nella macrocella 6 (da Porto Garibaldi alla foce del Po di Volano) si è avuta una perdita di poco più di 140.000 m<sup>3</sup>, le spiagge sono rimaste sostanzialmente stabili, a esclusione delle celle 108 e 109 del litorale di Volano, che sono in erosione. L'ultima macroarea, corrispondente allo Scanno di Goro e alla bocca della omonima sacca (M7), ha subito una perdita di sedimento dal litorale di oltre 700.000 m<sup>3</sup>. Va evidenziato che dall'estremità ovest dello Scanno Goro sono stati dragati 366.000 m<sup>3</sup> di sedimento, di cui 160.000 m<sup>3</sup> sono stati portati a ripascimento della spiaggia di Volano (M6) e 206.000 m<sup>3</sup> sono stati depositati nelle concessioni di molluschicoltura della Sacca di Goro.

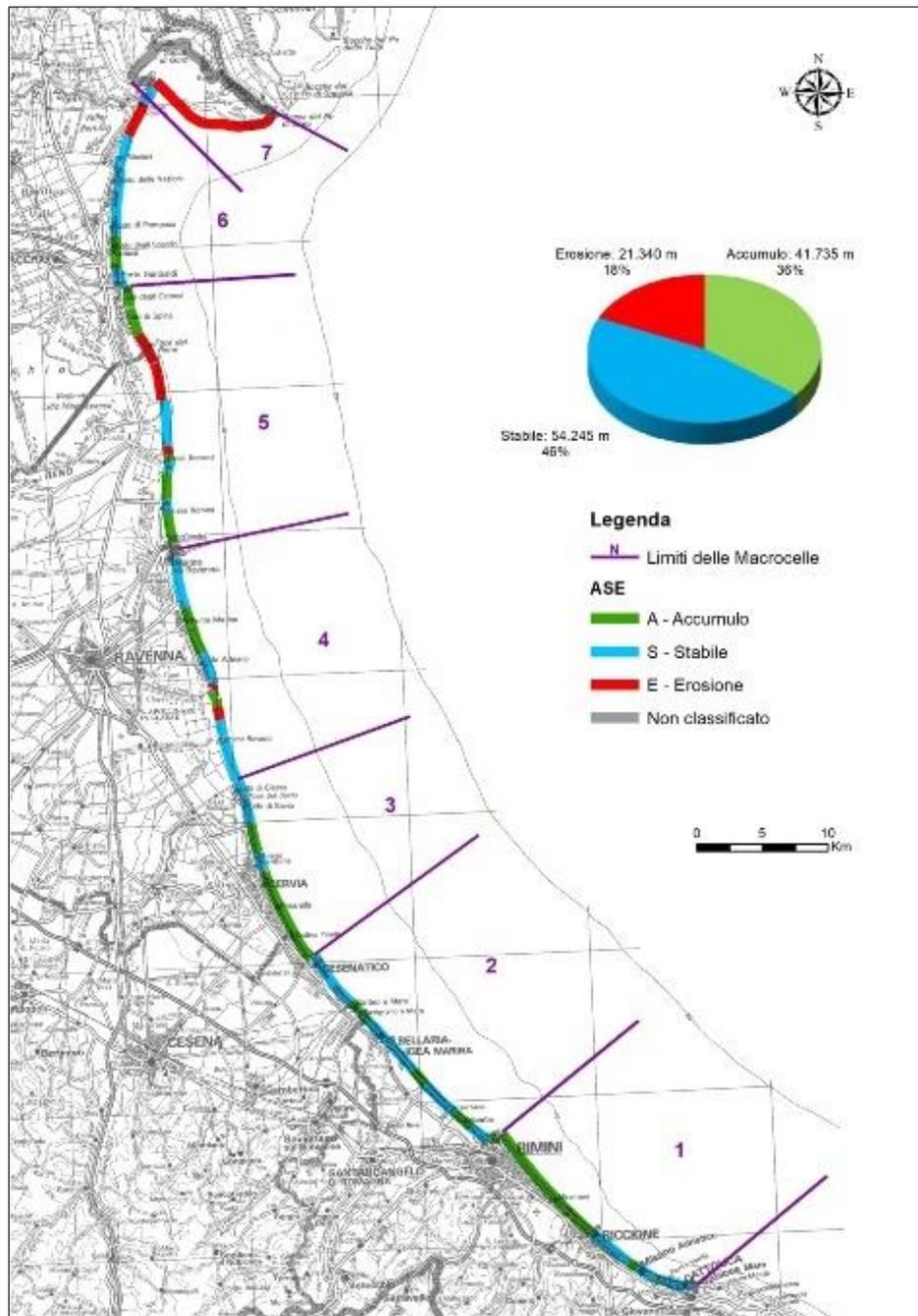


Figura I.3.3-5: Stato del litorale emiliano-romagnolo così come si presenta nel 2018 a valle degli interventi di difesa effettuati da Regione ed Enti locali nel periodo 2012-2018 (analisi tramite indicatore ASE)

Ultimo monitoraggio	2012-2018
Precedenti elaborazioni	2006-2012
Metodi di elaborazione dati	Calcolo dei volumi di sabbia accumulata ed erosa (m <sup>3</sup> /m) ottenuto dal confronto di rilievi topo-batimetrici, tenendo dei prelievi (m <sup>3</sup> /m), delle perdite dovute alla subsidenza (m <sup>3</sup> /m)
Url web-book ARPAE	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/ASE-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/ASE-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

**AMPIEZZA LSI (AMPIEZZA SPIAGGIA EMERSA LIBERA DA INFRASTRUTTURE PERMANENTI-A) - AGGIORNAMENTO 2019**

L'indicatore A descrive in modo sintetico l' "Ampiezza della Spiaggia Emersa Libera da Infrastrutture Permanenti", ovvero il settore dinamico dei litorali, in costante evoluzione per effetto dei fenomeni meteomarini e a causa dell'azione antropica.

Tale settore si estende dalla linea di riva fino alle prime opere permanenti presenti sulla spiaggia, siano esse installazioni balneari oppure altre infrastrutture (opere, strade, ecc.): si tratta quindi di un parametro fondamentale nella gestione dei rischi da mareggiata, perché esprime l'estensione della spiaggia su cui può avvenire lo smorzamento del moto ondoso prima di interessare i manufatti.

L'indicatore è stato classificato in 5 classi, così costituite:

CL 1	$A > 100$ m	molto ampia
CL 2	$70 < A < 100$ m	ampia
CL 3	$50 < A < 70$ m	media
CL 4	$30 < A < 50$ m	stretta
CL 5	$30 < A$	molto stretta

L'indicatore "Ampiezza spiaggia emersa libera da infrastrutture permanenti" (A) è calcolato in corrispondenza dei tratti di litorale presenti lungo i 114,9 km di costa compresi tra il limite meridionale della regione (torrente Tavollo) e la freccia di Volano. L'indicatore è influenzato dalle variazioni d'uso della spiaggia (es. nuove costruzioni), che possono far avanzare o arretrare il limite a terra, e dalla variazione della linea di riva che rappresenta il limite verso mare.

Dall'analisi dell'indicatore (grafico in Figura I.3.3-6 e mappa in Figura I.3.3-7) risultata circa il 36% delle spiagge (41,21 km) ricade nelle classi 4 e 5 (spiagge strette e molto strette), mentre il 35% (41 km) presenta ampiezze superiori ai 70 m (classe 2 - spiagge ampie e classe 1 - molto ampie). Il 17 % (19, 63 km) è nella fascia di ampiezza tra 50 e 70 m (classe 3 - spiaggia media). Il restante 11% del litorale regionale è privo di spiaggia, ovvero caratterizzato dalla presenza di opere di difesa radenti ("costa protetta") o di foci fluviali/aree portuali ("costa fittizia").

CLASSI DI AMPIEZZA SPIAGGIA 2019 (%)

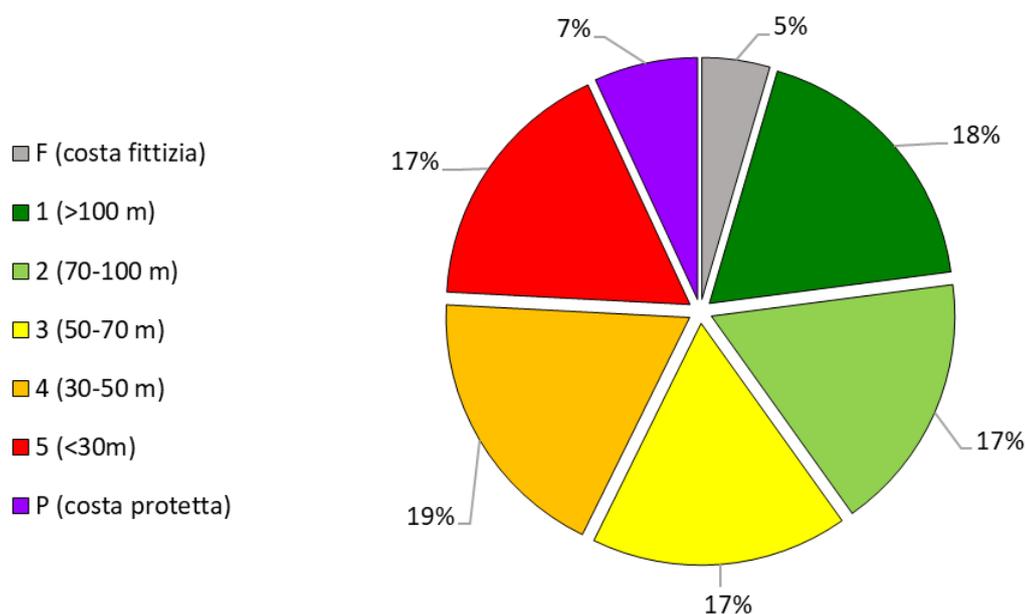


Figura I.3.3-6: percentuali a scala regionale delle classi di A



Figura I.3.3-7: classificazione della linea di costa regionale in base alle classi di A

Come si evince dalla Tabella I.3.3-4, che riporta i dati a livello provinciale, le spiagge del Ferrarese sono quelle con una percentuale più elevata (25%) di tratti in classe 5 ( $A < 30$  m), mentre il settore

Ravennate presenta la maggiore estensione della stessa classe, 10.3 km, pari al 22% del litorale. Entrambe le province presentano estesi tratti di costa dove le spiagge è sostituita da opere di difesa radente (classe P).

CLASSE _A	FERRARA		RAVENNA		FORLÌ-CESENA		RIMINI	
	lunghezza (km)	lunghezza %	lunghezza (km)	lunghezza %	lunghezza (km)	lunghezza %	lunghezza (km)	lunghezza %
2019								
F	0.5	2	2.5	5	0.5	6	1.6	5
1	4.4	19	7.1	15	0.6	6	9.1	26
2	2.2	9	6.6	14	2.0	21	9.1	26
3	2.9	12	6.5	14	2.5	26	7.7	22
4	4.9	21	9.2	19	2.8	30	4.5	13
5	5.8	25	10.3	22	1.0	11	2.8	8
P	2.7	12	5.2	11	0.0	0	0.0	0

Tratti senza spiaggia emersa = CLASSE P (PROTETTA), tratti con foci fluviali e porti = CLASSE F (FITTIZIA)

Tabella I.3.3-4: lunghezza espressa in km e percentuale delle classi di A per provincia

Ultimo monitoraggio	2019
Precedenti elaborazioni	2014
Metodi di elaborazione dati	L'indicatore è calcolato in ambiente GIS, attraverso la realizzazione di transetti perpendicolari alla linea di riva e spazati tra loro 10 metri, costruiti all'interno del poligono 'Spiaggia Emersa Libera da Infrastrutture Permanenti' precedentemente elaborato sulla base della fotointerpretazione. L'indicatore A è rappresentato dalla lunghezza del transetto.
Url web-book ARPAE	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Ampiezza-spiaggia-emersa-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Ampiezza-spiaggia-emersa-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

**QUOTA SLI (QUOTA SPIAGGIA EMERSA LIBERA DA INFRASTRUTTURE PERMANENTI, MEDIA (QM) E DI CHIUSURA (QC) - AGGIORNAMENTO 2019**

L'indicatore, espresso come "quota media" e "quota di chiusura" della spiaggia emersa libera da infrastrutture permanenti, viene calcolato lungo transetti perpendicolari alla linea di riva, spazati tra loro 10 metri e costruiti all'interno del poligono di "Spiaggia Emersa Libera da Infrastrutture Permanenti". Essa costituisce il settore dinamico dei litorali, in costante evoluzione per effetto dei fenomeni meteomarinari e per l'azione antropica.

L'elaborazione dei due parametri è effettuata lungo ciascun transetto estraendo un set di punti quotati equidistanti 1 metro dal DTM\_Lidar\_2019 (rilievo eseguito dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po) e calcolando la media aritmetica dei valori (Qm) e la quota verso terra (Qc).

I due indicatori di quota sono rappresentati in 4 classi così distribuite:

Classe	Quota media	Quota di chiusura	Valutazione qualitativa
CL 1	Qm > 2 m	Qc > 2.5 m	alta

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

CL 2	$1.5 < Q_m < 2 \text{ m}$	$2 < Q_c < 2.5 \text{ m}$	media
CL 3	$1.0 < Q_m < 1.5 \text{ m}$	$1.5 < Q_c < 2 \text{ m}$	bassa
CL 4	$Q_m < 1$	$Q_c < 1.5$	molto bassa

I parametri  $Q_m$  e  $Q_c$ , descrittori della quota della spiaggia emersa libera da infrastrutture permanenti, mettono in evidenza la criticità altimetrica della spiaggia lungo i 114,9 km di costa regionale, dal limite meridionale (torrente Tavollo) alla freccia di Volano.

La lunghezza complessiva del litorale sul quale sono stati effettuati i calcoli è pari a 101,5 km: i tratti esclusi sono quelli costituiti da costa fittizia (F), da costa protetta con opere di difesa radenti (P) e un tratto di litorale a Portoverde (RN) costituito da spiaggia sospesa, ovvero in cui la spiaggia è collocata alle spalle di una barriera radente; quindi, non soggetta a dinamica naturale e dove le quote non sarebbero significative.

In Figura I.3.3-8 e Figura I.3.3-9 si riportano le mappe descrittive dell'andamento di  $Q_m$  e  $Q_c$  lungo il litorale regionale, mentre i grafici in Figura I.3.3-10 e Figura I.3.3-11 evidenziano i valori percentuali delle classi dei due parametri.



Figura I.3.3-8: classificazione della linea di costa regionale in base alle classi di  $Q_m$



Figura I.3.3-9: classificazione della linea di costa regionale in base alle classi di Qc

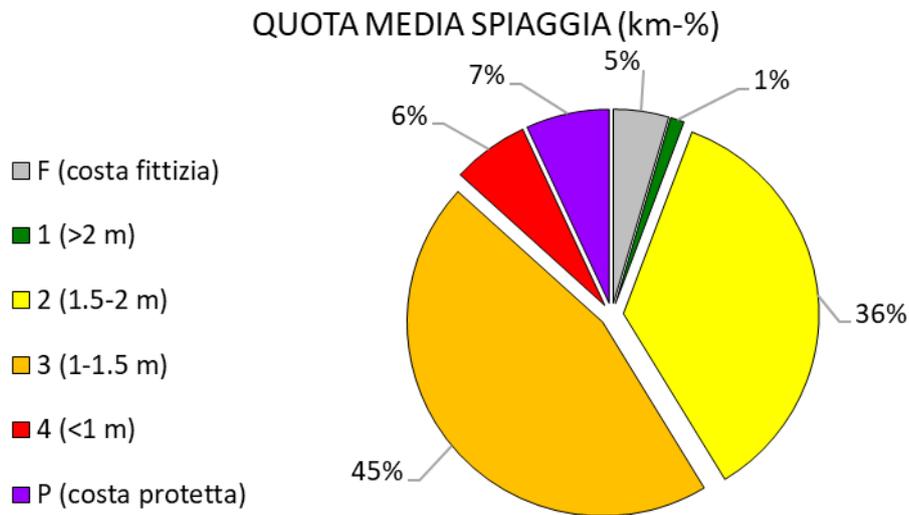


Figura I.3.3-10: distribuzione percentuale a scala regionale delle classi di Qm

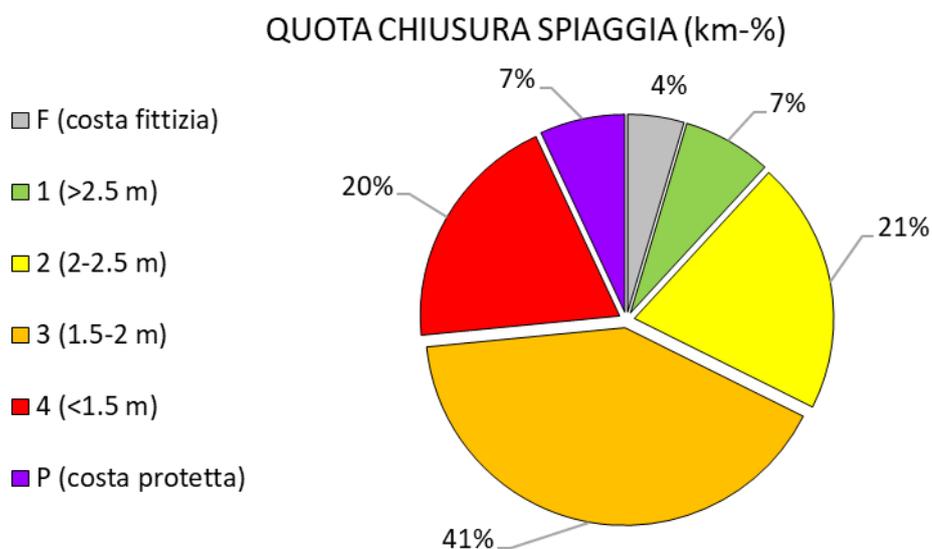


Figura I.3.3-11: distribuzione percentuale a scala regionale delle classi di Qc

I dati sintetici ricavati a livello provinciale sono invece riportati in tabella 1 e 2. Questi dati sono espressione di diverse problematiche dei litorali che presentano:

- una scarsa capacità di contrastare gli impatti delle mareggiate;
- ampi settori retrostanti la 'Spiaggia Emersa Libera da Infrastrutture' suscettibili all'allagamento: infatti, la quota di 1.5 m, che rappresenta il limite tra le classi 3 e 4 per Qc, è anche la soglia di riferimento per lo scenario di mareggiate frequenti (P3) ai sensi del DLgs 49/2010;
- un elevato rischio di perdita di territorio per effetto dell'innalzamento del livello del mare, soprattutto dove ad una Qm bassa sia associata una ridotta ampiezza della spiaggia.

Come si evince dalla Tabella I.3.3-5, le spiagge delle province di Ravenna e Ferrara sono quelle caratterizzate da una maggior estensione dei tratti critici per quota media dei litorali, dove la classe 4 (Qm < 1 m) rappresenta rispettivamente il 14% e l'8%. La provincia di Forlì-Cesena invece è quella dove quasi l'80% delle spiagge ricade in classe 3, anche se, vista la ridotta estensione dei litorali di questa provincia, il dato corrisponde a soli 7,1 km. La provincia di Rimini presenta la maggior estensione e percentuale di spiagge nella classe 2, mentre quella di Ferrara mostra la maggiore percentuale e lunghezza in classe 1. Come si evince dalla Tabella I.3.3-6, il tratto di costa più critico per il potenziale allagamento del retrospiaggia è quello della provincia di FC, dove il 51% delle spiagge ha una quota di chiusura in classe 4 (Qc < 1,5 m). A seguire sono in condizioni di elevata criticità le province di Ravenna, Rimini e infine Ferrara.

Quella di Rimini è la provincia a maggior percentuale di spiagge comprese in classe 3 per Qc.

CLASSE_Qm	FERRARA		RAVENNA		FORLÌ-CESENA		RIMINI	
	lung. (km)	lung. %	lung. (km)	lung. %	lung. (km)	lung. %	lung. (km)	lung. %
2019								
F	0,6	2	2,4	5	0,5	6	1,6	5
1	0,6	3	0,2	1	0,0	0	0,3	1
2	7,5	32	13,9	29	1,6	17	17,8	52
3	9,0	38	21,6	46	7,1	77	14,5	42

CLASSE_Qm	FERRARA		RAVENNA		FORLÌ-CESENA		RIMINI	
4	3,2	14	3,9	8	0,0	0	0,2	0
P	2,7	11	5,2	11	0,0	0	0,0	0

Tratti senza spiaggia emersa = CLASSE P (PROTETTA), tratti con foci fluviali e porti = CLASSE F (FITTIZIA)

Tabella I.3.3-5: lunghezza espressa in km e percentuale delle classi di Qm per provincia

CLASSE_Qc	FERRARA		RAVENNA		FORLÌ-CESENA		RIMINI	
2019	lungh. (km)	lungh. %	lungh. (km)	lungh. %	lungh. (km)	lungh. %	lungh. (km)	lungh. %
F	0,6	3	2,4	5	0,5	5	1,8	5
1	3,0	13	3,7	8	0,08	1	1,27	4
2	4,4	18	10,4	22	0,4	5	8,5	25
3	9,9	42	16,2	34	3,5	38	17,6	51
4	3,0	13	9,4	20	4,8	51	5,4	15
P	2,7	11	5,2	11	0,0	0	0,0	0

Tratti senza spiaggia emersa = CLASSE P (PROTETTA), tratti con foci fluviali e porti = CLASSE F (FITTIZIA)

Tabella I.3.3-6: lunghezza espressa in km e delle classi di Qc per provincia

Ultimo monitoraggio	2019
Precedenti elaborazioni	2014
Metodi di elaborazione dati	L'indicatore è calcolato, in ambiente GIS, attraverso la realizzazione di transetti perpendicolari alla linea di riva e spazati tra loro 10 metri, costruiti all'interno del poligono 'Spiaggia Emersa Libera da Infrastrutture Permanenti' precedentemente elaborato sulla base della fotointerpretazione. A questo è sovrapposto il DTM-LIDAR 2019 (rilievo eseguito dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po), tramite il quale vengono estratti, lungo ciascun transetto, un set di punti quotati equidistanti 1 metro utilizzati per il calcolo della media aritmetica dei valori (Qm) e della quota verso terra (Qc)
Url web-book ARPAE	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Ampiezza-spiaggia-emersa-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Ampiezza-spiaggia-emersa-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

#### DOSSO COSTIERO (D) - AGGIORNAMENTO 2019

L'indicatore Dosso costiero (D) descrive le caratteristiche (presenza, elevazione e ampiezza) del primo rilevato retrostante la battigia con quote superiori ai 2 metri, sia esso naturale o artificiale. Il dosso include il 'beach ridge', le dune e/o cordoni litorali, le opere di difesa artificiali e altre infrastrutture morfologicamente elevate. Essendo in gran parte costituito da morfologie costiere è soggetto ad evoluzione nel tempo e può essere monitorato attraverso i rilievi altimetrici ad elevata risoluzione come i rilievi Lidar.

Sono state individuate 5 classi per l'indicatore:

CL 1	stato ottimo
CL 2	stato buono
CL 3	stato medio
CL 4	stato scadente
CL 5	dosso costiero assente

La quinta classe, di massima vulnerabilità, è stata introdotta per caratterizzare i tratti dove è totalmente assente il dosso costiero, escludendo preliminarmente quelli a linea di costa fittizia o protetta.

È importante sottolineare che l'indicatore Dosso costiero (D) per l'anno 2019 include anche la duna artificiale invernale poiché il rilievo è stato eseguito a febbraio e quindi all'interno dell'intervallo temporale in cui è presente la struttura.

Il dosso costiero rappresenta una difesa contro l'impatto delle mareggiate, il sollevamento del mare e nel caso della duna, può costituire una riserva preziosa di sabbia. Il deterioramento di questo elemento morfologico, le caratteristiche scadenti di ampiezza e quota, o addirittura la sua assenza, costituiscono una condizione crescente di vulnerabilità. In particolare, questo indicatore evidenzia come ampi settori di retrospiaggia, anche urbanizzati, siano suscettibili all'allagamento: dove il dosso è assente o in condizioni precarie non esiste infatti alcuna protezione alla propagazione delle acque marine nell'entroterra.

L'analisi dell'indicatore 'Dosso Costiero' effettuata a livello regionale, che per l'anno 2019 include la 'duna artificiale invernale', è esposta nel grafico in Figura I.3.3-12 e nella mappa di Figura I.3.3-13.

CLASSI DOSSO COSTIERO (%)

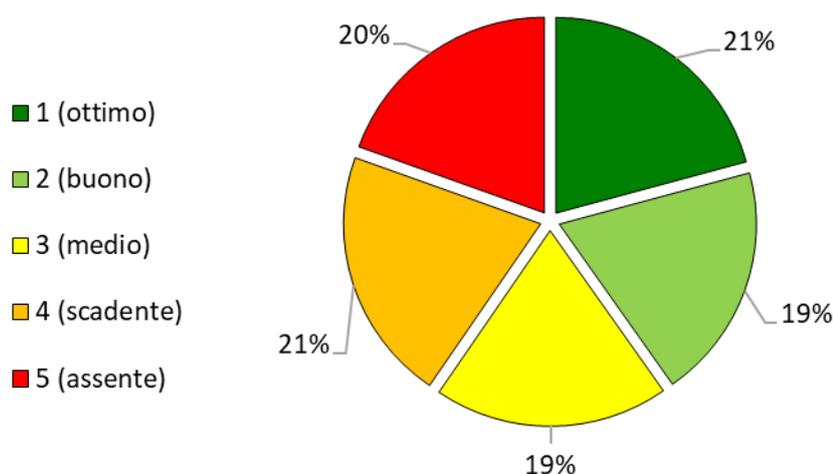


Figura I.3.3-12: classificazione della linea di costa regionale in base all'indicatore D

A livello provinciale (Tabella I.3.3-7), è emerso come sia la provincia di Ferrara a presentare la percentuale più elevata, pari al 12%, di costa priva di dosso (classe 5), seguita da quella di Ravenna con 10%. È importante però sottolineare che la provincia di Forlì-Cesena, dove la costa priva di dosso rappresenta l'8%, è quella più problematica: infatti, il dosso in classe 4 (scadente) rappresenta il 68% della costa ed è in gran parte rappresentato dalla 'duna invernale'. Questo

elemento morfologico, oltre ad essere assente nel periodo tardo primaverile fino ad ottobre, è molto fragile e, in caso di mareggiate intense, può essere facilmente abbattuto.



Figura I.3.3-13: classificazione della linea di costa regionale in base alle classi di D

DOSSO COSTIERO	FERRARA	RAVENNA	FORLÌ-CESENA	RIMINI
----------------	---------	---------	--------------	--------

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

2019	lungh. (km)	lungh. %						
1	1.5	6	0.5	1	0.0	0	0.7	2
2	8.5	37	11.3	25	0.2	2	10.6	32
3	9.0	39	19.0	42	2.3	26	19.5	59
4	1.3	6	10.1	22	5.6	64	1.6	5
5	2.7	12	4.4	10	0.7	8	0.7	2

Tabella I.3.3-7: valori di qualità del dosso costiero D per provincia

Ultimo monitoraggio	2019
Precedenti elaborazioni	2012
Metodi di elaborazione dati	<p>L'indicatore è calcolato, in ambiente GIS, attraverso la realizzazione di transetti perpendicolari alla linea di riva e spazati tra loro 10 metri. Per ciascuno di essi vengono calcolati i parametri A, Qm, Qmax, con i parametri altimetrici estratti dal DTM_ Lida_r_2019 (rilievo eseguito dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po).</p> <p>Ciascuno dei tre parametri morfologici viene classificato in un range da 1 (minor criticità) a 4 (maggior criticità): sommando i risultati ottenuti e normalizzandoli, si ricava una scala con valori compresi tra 1 e 4, dove la classe 1 è indice di caratteristiche migliori per quota e ampiezza del dosso e la 4 delle peggiori.</p>
Url web-book ARPAE	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Dosso-Costiero-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Dosso-Costiero-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

**SUPERFICI ALLAGABILI (SA) - AGGIORNAMENTO 2019**

L'indicatore SA rappresenta l'area costiera potenzialmente allagabile in occasione di eventi di mareggiata, ricavata dalle mappe di pericolosità del secondo ciclo della Direttiva Alluvioni (D.Lgs. 49/2010), elaborate nel 2019 dall'Autorità di Distretto del Po in collaborazione con la regione Emilia-Romagna. Le aree si riferiscono ai tre diversi scenari di pericolosità, corrispondenti a tre diverse condizioni meteo-marine e di conseguente sovrizzo del livello del mare. I tre scenari corrispondono ai tempi di ritorno di 10, 100 e superiore ai 100 anni.

La Tabella I.3.3-8 mostra l'estensione in ettari delle superfici allagate per ciascun comune costiero della Regione Emilia-Romagna. La superficie P3 è quella associata alle mareggiate frequenti, la superficie P2 a quelle poco frequenti, la superficie P1 è legata alle mareggiate rare. Il valore riportato per P2 rappresenta l'incremento di area rispetto allo scenario P3, così come quello di P1 rappresenta l'incremento d'area interessata rispetto allo scenario P2. La superficie totale è quella potenzialmente allagabile, a prescindere dallo scenario considerato.

Comune	Incrementale P1 (ha)	Incrementale P2 area (ha)	P3 area (ha)	Totale (scenario P1)
Cattolica	8.13	11.57	16.82	36.52
Misano Adriatico	19.10	19.02	15.20	53.32
Riccione	15.59	28.29	41.02	84.89
Rimini	134.51	70.68	168.26	373.46

Comune	Incrementale P1 (ha)	Incrementale P2 area (ha)	P3 area (ha)	Totale (scenario P1)
Bellaria-Igea marina	134.90	46.11	37.12	218.13
San Mauro Pascoli	14.11	4.47	3.77	22.36
Savignano sul Rubicone	15.15	3.58	4.90	23.63
Gatteo	20.15	17.00	7.24	44.39
Cesenatico	104.71	116.94	117.40	339.05
Cervia	315.07	112.55	96.76	524.38
Ravenna	2017.14	564.51	502.19	3083.85
Comacchio	1133.83	217.40	223.42	1574.65
Codigoro	254.67	20.66	75.08	350.41
Goro	651.96	295.44	202.62	1150.01

Tabella I.3.3-8: Estensione in ettari delle superfici allagate per ciascun comune costiero per i tre scenari di pericolosità P1, P2 e P3 al 2019. I valori sono incrementali per scenario; che di fatto colonna a destra sono riposarti i totali che, di fatto, corrispondono allo scenario P1

Considerando le superfici totali allagabili in valore assoluto, per ciascuno dei comuni costieri, può essere utilizzato il seguente indicatore SA:

<b>classe 1</b>	<100 he
<b>classe 2</b>	100-500 he
<b>classe 3</b>	>500 he

L'area allagabile costituisce una visualizzazione diretta del potenziale pericolo da inondazione marina dovuta a mareggiate. L'estensione delle aree fornisce una quantificazione diretta del territorio coinvolto.

Nel seguito i risultati dell'attribuzione delle classi SA per ciascun comune costiero.

Comune	Totale	Classe SA
Cattolica	36.52	1
Misano Adriatico	53.32	1
Riccione	84.89	1
Rimini	373.46	2
Bellaria-Igea marina	218.13	2
San Mauro Pascoli	22.36	1
Savignano sul Rubicone	23.63	1
Gatteo	44.39	1
Cesenatico	339.05	2
Cervia	524.38	3
Ravenna	3083.85	3

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

Comacchio	1574.65	3
Codigoro	350.41	2
Goro	1150.01	3

Tabella I.3.3-9: Classificazione comuni costieri sulla base dell'indicatore Superfici Allagabili (SA).

Da un punto di vista dell'area coinvolta (SA) si può osservare che i comuni di Gatteo, Savignano sul Rubicone, San Mauro in Pascoli, Riccione, Misano Adriatico e Cattolica si trovano in classe 1 (le aree potenzialmente allagabili sono limitate), i comuni di Codigoro, Cesenatico, Bellaria e Rimini in classe 2 e i comuni di Cervia, Goro, Comacchio e Ravenna in classe 3 (le aree potenzialmente allagabili sono estese).

<b>Ultimo monitoraggio</b>	2019
<b>Precedenti elaborazioni</b>	2014
<b>Metodi di elaborazione dati</b>	L'indicatore è ricavato in ambiente GIS dividendo le aree relative alle superfici allagabili secondo gli scenari di pericolosità P1, P2, P3 (rif. mappe di pericolosità elaborate ai sensi della Direttiva Alluvioni D.lgs. 49/2010) in base ai confini dei comuni costieri
<b>Url web-book ARPAE</b>	-

### I.3.3.1.3. Indicatori di Impatto

Con gli indicatori di impatto vengono identificati i cambiamenti significativi dello stato dell'ambiente che si manifestano come alterazioni negli ecosistemi, nella loro capacità di sostenere la vita, la salute umana, le performance sociali ed economiche.

L'indicatore di impatto denominato "Numero impatti da mareggiata" ha lo scopo di evidenziare le località più critiche della costa in occasione delle mareggiate.

#### NUMERO IMPATTI DA MAREGGIATA - NIM - AGGIORNAMENTO 2020

L'indicatore NIM, calcolato relativamente al periodo 2007-2020, esprime il numero totale degli impatti da mareggiata che sono stati registrati nelle località costiere maggiormente critiche della regione, 38 in totale. Tale indicatore rappresenta la somma di tutti gli impatti rilevati, che possono essere in numero da 1 a 5 nell'ambito di uno stesso evento di mareggiata, facendo riferimento alle seguenti categorie:

- erosione dei litorali e/o della duna;
- inondazione marina;
- tracimazione di fiumi e canali;
- danneggiamento opere di difesa (anche temporanee);
- danneggiamento delle strutture balneari.

L'indicatore NIM 2007-2020 evidenzia che alcune località del litorale emiliano-romagnolo sono particolarmente colpite in occasione di mareggiata: tra esse spiccano Lido di Volano, Lido di Spina e Valverde di Cesenatico. Il confronto dell'indicatore NIM 2007-2020 con il numero degli eventi di mareggiata registrati nello stesso intervallo di tempo (NEv) (Figura I.3.3-14), evidenzia che nell'ambito di uno stesso evento meteomarinico gli impatti possono essere molteplici: lido di Volano, per esempio, ha registrato 59 impatti a fronte di 36 mareggiate. Qui oltre al fenomeno erosivo si osservano spesso fenomeni di inondazione del retrospiaggia e danni alle opere di difesa.

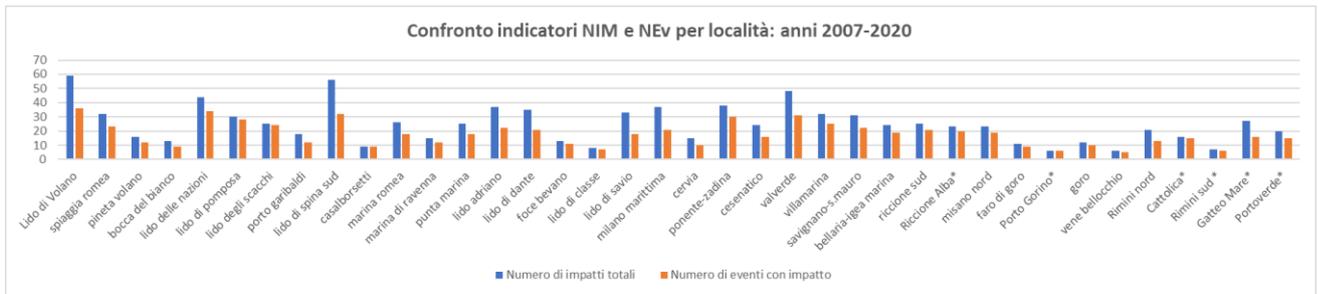


Figura I.3.3-14: Confronto tra il Numero degli impatti totali da mareggiate (NIM) e il numero degli eventi che hanno generato impatto (NEV)- periodo 2007-2020

In Figura I.3.3-15, l'indicatore NIM è classificato in base alle diverse tipologie di impatto rilevate: come si evince chiaramente dal grafico l'erosione dei litorali è dominante in tutti i siti.

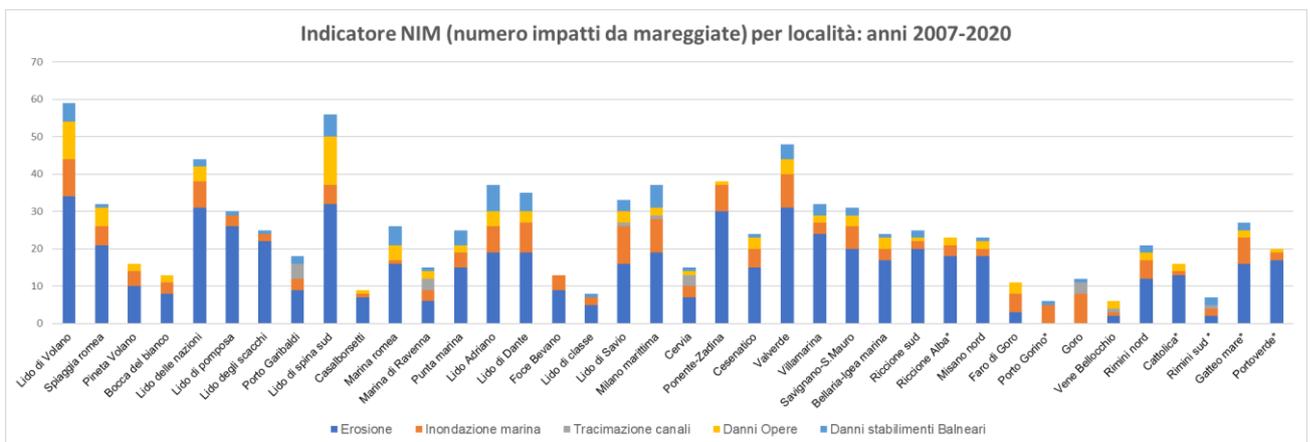


Figura I.3.3-15: indicatore NIM classificato in base alle diverse tipologie di impatto rilevate

Nella Figura I.3.3-16 è invece riportato un grafico che illustra le percentuali di ciascuna categoria alla scala regionale: si osserva che l'erosione dei litorali rappresenta il 62% degli impatti, seguita da episodi di inondazione marina (18%) che spesso interessa i beni esposti. Seguono gli impatti alle opere di difesa e alle infrastrutture balneari, rispettivamente con il 10 e l'8% del totale. Gli impatti legati alle tracimazioni di fiumi e canali in occorrenza di fenomeni di 'storm surges', per loro natura sono confinati a poche località della costa e il numero degli impatti rappresenta il 2% del totale.

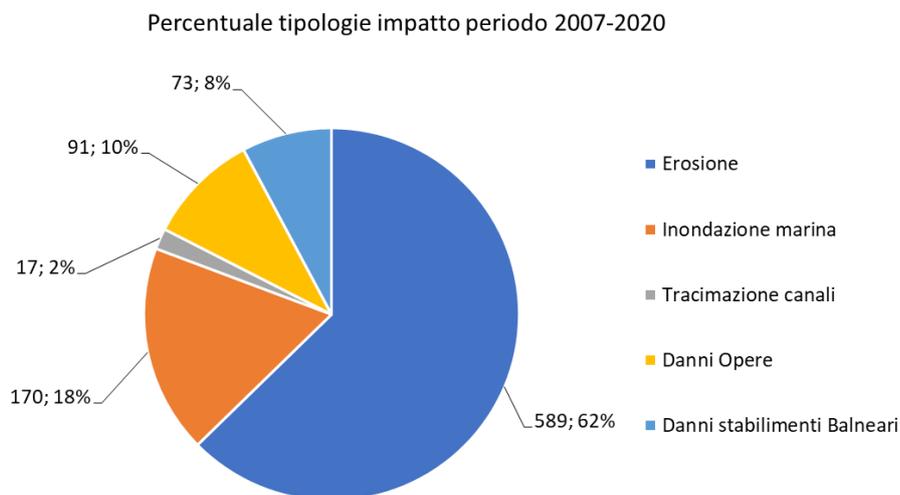


Figura I.3.3-16: percentuale delle diverse tipologie di impatto alla scala regionale

*GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo*

<b>Ultimo monitoraggio</b>	2020
<b>Precedenti elaborazioni</b>	Dall'anno 2007
<b>Metodi di elaborazione dati</b>	L'analisi è elaborata integrando i dati del "Catalogo delle mareggiate storiche", oggetto della pubblicazione Perini et al. 2011, e i nuovi dati raccolti nella banca dati regionale a partire dal 2011. In essa sono archiviate le informazioni relative agli impatti da mareggiata nelle 38 località costiere prese a riferimento. Le tipologie di impatto registrate sono relative alle seguenti classi: erosione dei litorali, inondazioni marine, danno alle opere e agli stabilimenti balneari, tracimazione di canali. Le informazioni provengono da: segnalazioni di protezione civile; comuni e altre amministrazioni; stampa e rilevamenti svolti appositamente
<b>Url web-book ARPAE</b>	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Numero-impatti-da-mareggiata-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Numero-impatti-da-mareggiata-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

*PERICOLOSITÀ ALL'INONDAZIONE MARINA/LUNGHEZZA LITORALE (SARAPP) - AGGIORNAMENTO 2019*

L'indicatore SARapp rappresenta il rapporto tra superficie allagabile per inondazione marina e lo sviluppo lineare della costa, nell'ambito di ciascun comune (Figura I.3.3-17). Mentre la superficie allagabile costituisce una visualizzazione diretta del potenziale pericolo da inondazione marina, fornendo l'estensione dei territori coinvolti per i tre scenari di pericolosità definiti nella Direttiva Alluvioni (D.lgs. 49/2010), l'indicatore SARapp esprime l'entità del potenziale evento a livello comunale.

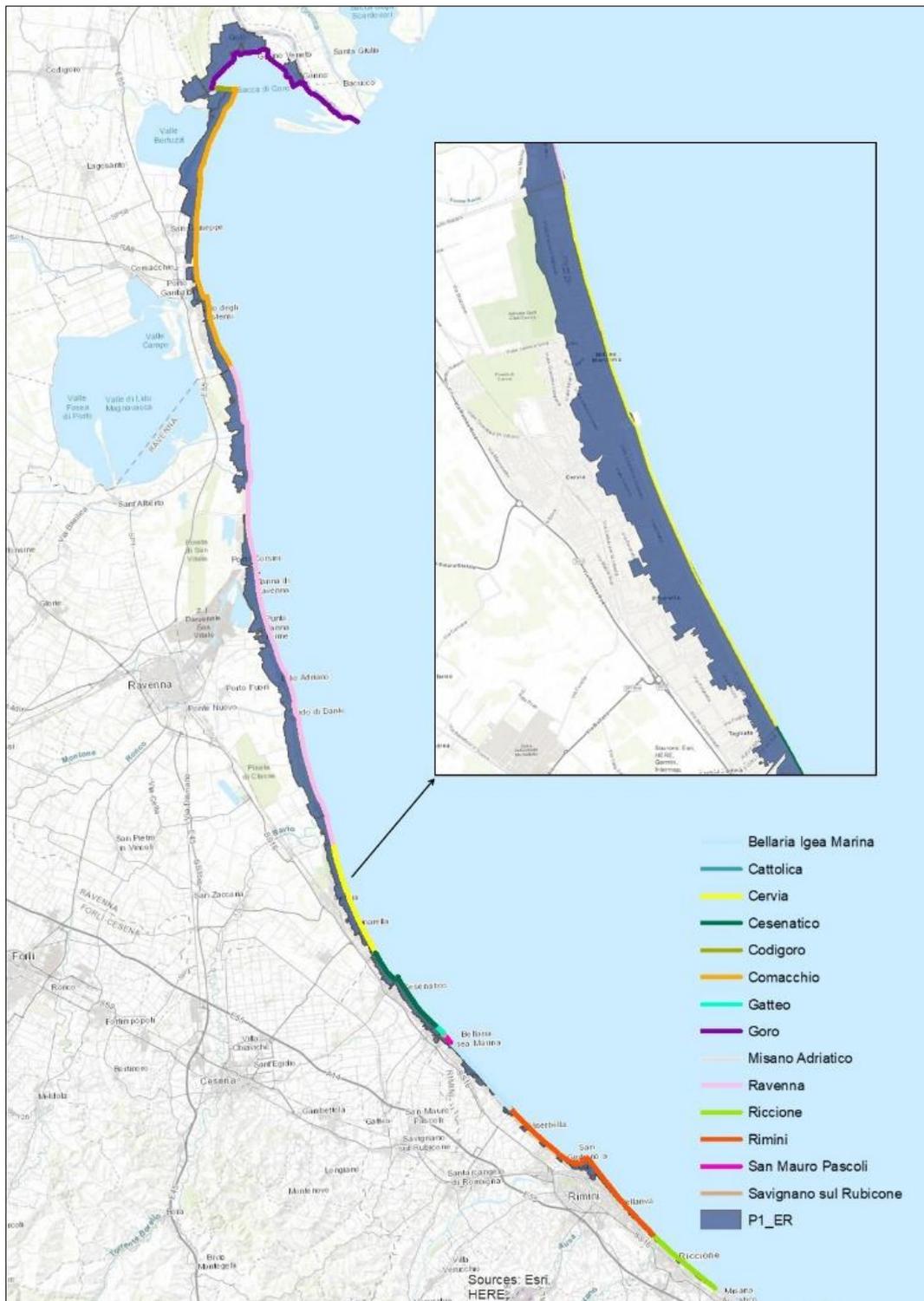


Figura I.3.3-17: Superfici allagabili per scenario di pericolosità da inondazione marina P1 ( $Tr \gg 100$  a) e individuazione tratti di costa dei 14 comuni - dettaglio sul comune di Cervia - mappe 2019

L'indicatore SARapp viene classificato in 4 classi, così costituite:

classe SARapp	Superfici allagabili (scenario P1) / lunghezza
CL 1	<2
CL 2	2-4
CL 3	4-6

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

CL 4	>6
------	----

I comuni costieri maggiormente suscettibili a fenomeni di inondazione marina sono quelli del settore centro-nord, dove sono più vaste le aree con quote prossime o inferiori al livello del mare.

I comuni costieri con indicatore SARapp in classe 4 (riportati in Tabella I.3.3-10) sono infatti: Savignano sul Rubicone, Ravenna, Comacchio, Codigoro e Goro.

Comune	P1 (ha)	Lunghezza costa (hm)	SArapp	Classe SARapp
Cattolica	36.52	24.50	1.49	1
Misano Adriatico	53.32	32.02	1.67	1
Riccione	84.89	61.98	1.37	1
Rimini	373.46	151.02	2.47	2
Bellaria-Igea Marina	218.13	66.92	3.26	2
San Mauro Pascoli	22.36	6.96	3.21	2
Savignano sul Rubicone	23.63	2.32	10.19	4
Gatteo	44.39	7.92	5.61	3
Cesenatico	339.05	71.78	4.72	3
Cervia	524.38	89.94	5.83	3
Ravenna	3083.85	372.22	8.29	4
Comacchio	1574.65	229.07	6.87	4
Codigoro	350.41	13.15	26.64	4
Goro	1150.01	160.49	7.17	4

Tabella I.3.3-10: andamento dell'indicatore SARapp per i comuni costieri regionali

<b>Ultimo monitoraggio</b>	2019
<b>Precedenti elaborazioni</b>	2014
<b>Metodi di elaborazione dati</b>	L'indicatore è ricavato, per ciascun comune costiero, dividendo la superficie allagabile associata allo scenario di pericolosità P1 (rif. mappe di pericolosità elaborate ai sensi della Direttiva Alluvioni D.Lgs. 49/2010 - Tr > 100 a) con le lunghezze della linea di costa all'anno 2019.
<b>Url web-book ARPAE</b>	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Pericolosit-allinondazione-marina-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Pericolosit-allinondazione-marina-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

*DINAMICA DEI FONDALI (DF) - INTERVALLO 2012-2018*

L'indicatore "Dinamica dei fondali" (DF) è calcolato in tutta l'estensione della spiaggia sommersa, dalla linea di riva fino alle batimetriche -8-9 m, nel tratto di mare compreso tra il limite sud della regione (torrente Tavollo) e la freccia di Volano (114,9 km), escludendo i tratti cosiddetti a "costa fittizia" interessati dalla presenza di porti o foci fiumi/canali, pari a circa 5,3 km.

Al fine di valutare la dinamica dei fondali della spiaggia sommersa è stata messa a punto una metodologia che utilizza i punti realmente acquisiti lungo i 251 transetti appartenenti alla rete regionale - Arpae 2006-2012-2018. Lungo ciascun transetto, in corrispondenza dei punti di intersezione delle Isobate del 2006, sono stati estratti i valori batimetrici acquisiti con strumentazione 'multibeam' nel 2012 e nel 2018. L'analisi qui illustrata riguarda le differenze tra i dati 2012 e 2018.

Per ciascuno dei punti è stata calcolata la differenza dei valori batimetrici 2018 rispetto al 2012: tali valori sono stati analizzati dal punto di vista statistico per determinare il valore minimo, medio e massimo lungo ciascun transetto. Il valore medio delle differenze batimetriche (DF) viene quindi attribuito al transetto, ottenendo così una mappa delle classi di abbassamento/innalzamento. Per la dinamica dei fondali sono state individuate 5 classi basate sulle differenze medie di profondità tra il 2012 e il 2018 così suddivise:

<b>CL 1</b>	DF > +0,3 m	innalzamento
<b>CL 2</b>	+0,1 < DF < +0,3 m	lieve innalzamento
<b>CL 3</b>	- 0,1 < DF < +0,1 m	stabilità
<b>CL 4</b>	- 0,3 < DF < - 0,1 m	lieve abbassamento
<b>CL 5</b>	DF < -0,3 m	abbassamento

Va sottolineato che questo indicatore si differenzia sostanzialmente dagli indicatori ASE e ASPE, che sono invece calcolati su base volumetrica e non sulla differenza di quota. Essi sono valutati considerando come unità di base la cella litoranea, che comprende la spiaggia emersa a partire dal primo manufatto o dal piede della duna e la spiaggia sommersa fino alla batimetrica dei 2.5-3 m, o sino alla linea delle scogliere parallele (dove presenti). L'indicatore DF, invece, è calcolato su sezioni ortogonali la costa estese dalla linea di riva fino alla batimetrica dei 6-10 m.

Dall'analisi dell'indicatore (grafico in Figura I.3.3-18 e mappa in Figura I.3.3-19) risultata circa il 53% delle spiagge sommerse si trova in una situazione di stabilità (classe 3 = 60,5 km), il 28% (32,8 km) presenta un lieve innalzamento (classe 2). I tratti restanti sono soggetti ad una dinamica di lieve abbassamento del fondale (12 km, 10% della lunghezza totale della costa), abbassamento (3.3 km, 3% della lunghezza totale della costa) o innalzamento (1 km, 1% della lunghezza totale della costa).

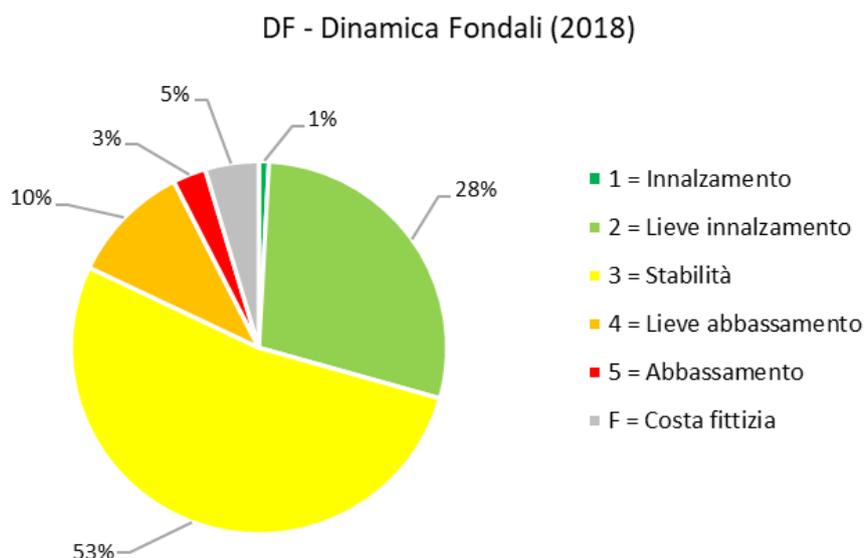


Figura I.3.3-18: classificazione della linea di costa regionale in base all'indicatore DF

Il dato è piuttosto confortante soprattutto nel settore meridionale della regione. Da un confronto con i dati precedenti, qui non presentati, si è osservato un netto miglioramento che è probabilmente da imputare all'effetto positivo del Progettone 3 realizzato nell'anno 2016. È possibile, inoltre, che in alcune porzioni di costa classificate in erosione in base alla classificazione ASPE, si registri invece un accumulo del sedimento a mare, considerato che parte del rilievo è condotto in condizioni di profilo invernale.

Come si evince anche dalla Tabella I.3.3-11, che riporta i dati a livello provinciale, i fondali antistanti la costa regionale sono sostanzialmente stabili o in lieve innalzamento.

I tratti in abbassamento sono quelli dei territori delle vene di Bellocchio, a nord della Foce Reno, compresi tra le province di Ravenna e Ferrara, e quello all'estremo nord dell'area indagata della Foce Volano.

CLASSE_D F	FERRARA		RAVENNA		FORLÌ-CESENA		RIMINI	
	lung. (km)	lungh. %	lungh. (km)	lungh. %	lungh. (km)	lungh. %	lungh. (km)	lungh. %
2018								
1	0	0	1.0	2	0	0	0	0
2	9.2	40	10.2	23	5.6	64	7.8	24
3	8.3	36	23.9	53	3.2	36	25.2	76
4	3.9	17	8.1	18	0	0	0	0
5	1.6	7	1.7	4	0	0	0	0

Tabella I.3.3-11: lunghezza espressa in km e percentuale delle classi di DF per provincia

Ultimo monitoraggio	2018
Precedenti elaborazioni	2012
Metodi di elaborazione dati	L'indicatore è calcolato in ambiente GIS, utilizzando i 252 transetti appartenenti alla rete regionale Arpa. Per ciascuno dei transetti viene calcolata la differenza dei valori batimetrici sui punti di

	intersezione Isobate 2006 -2012 - valori batimetrici 2018, viene ricavato il valore medio su ciascun transetto, riportando il dato sulla linea di costa per una visualizzazione a scala regionale.
Url web-book ARPAE	-

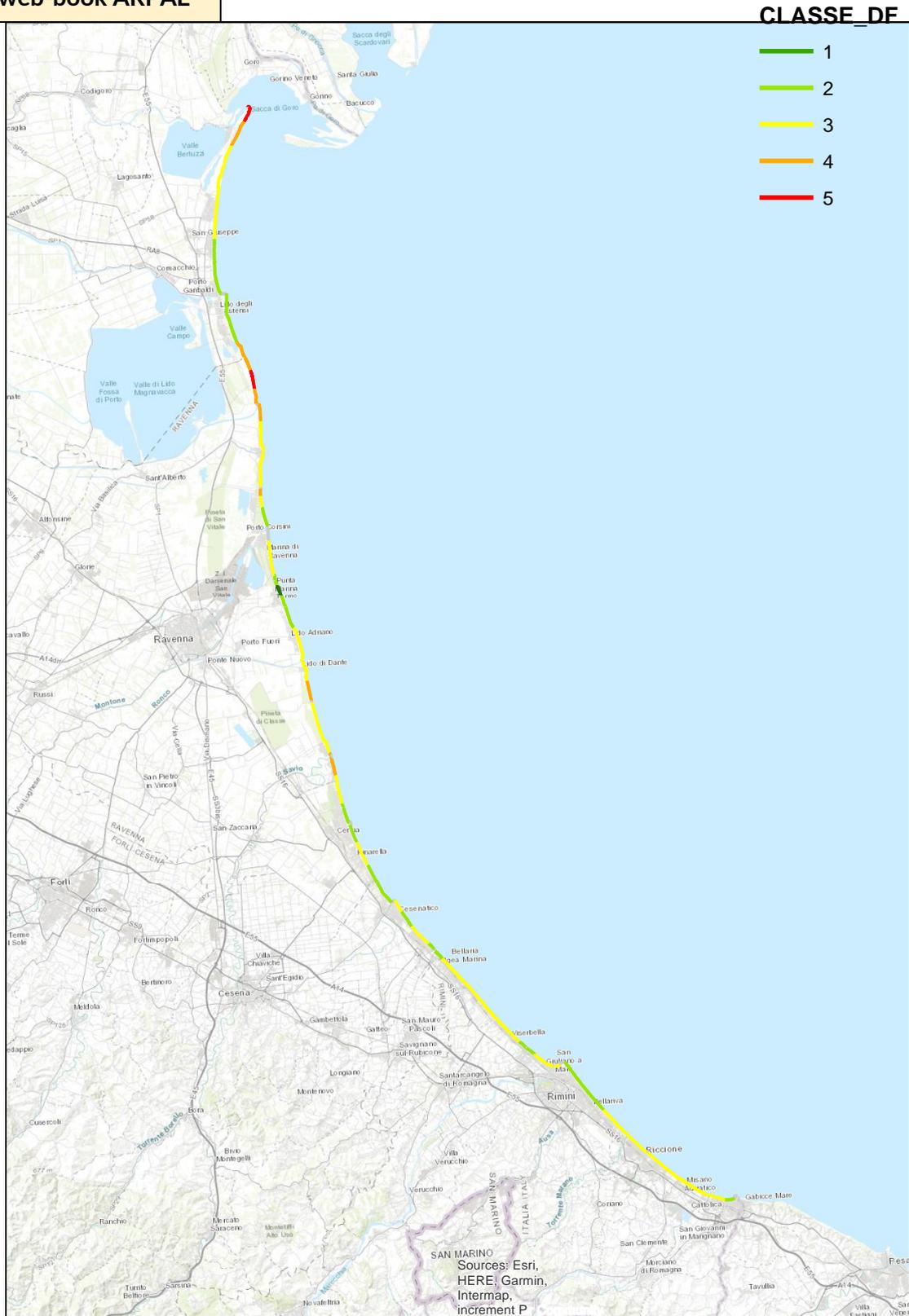


Figura I.3.3-19: classificazione della linea di costa regionale in base alle classi di DF

#### **I.3.3.1.4. Indicatori di Risposte**

Gli indicatori di risposte individuati (Percentuale di costa protetta e Volumi di sabbia portati a ripascimento) esprimono le azioni di governo del territorio che vengono messe in atto per fronteggiare le pressioni.

##### *PERCENTUALE DI COSTA PROTETTA E TIPOLOGIE DI OPERE - AGGIORNAMENTO 2019*

L'indicatore CP esprime la percentuale e la lunghezza di costa protetta con opere di difesa costiera, di diversa tipologia, erette per contrastare i fenomeni di erosione dei litorali e di inondazione marina.

L'indicatore è stato calcolato a partire dalla Linea di Riva anno 2019 che è stata classificata sulla base degli attributi proposti da ISPRA, ovvero:

- costa naturale;
- costa protetta (dove sono presenti opere di diversa tipologia);
- costa fittizia (foci fluviali e porti).

Il dato di riferimento è lineare, ed è stato mappato dal SGSS-RER sulla base delle ortofoto acquisite nel 2019 dall'Autorità di distretto del Po contestualmente al rilievo Lidar.

Come riportato in Tabella I.3.3-12 e in Figura I.3.3-20 il 57% della costa emiliano-romagnola, pari a 79,87 km, è protetta con opere di difese a mare o radenti. Il calcolo è effettuato sull'intera lunghezza della costa regionale all'anno 2019, includendo la Sacca di Goro fino alla foce e lo 'scanno' omonimo, ovvero il cordone litoraneo (spit) che separa la laguna dal mare aperto. La lunghezza complessiva di questa linea è di 140,4 km ed include i tratti di foce e quelli portuali, senza considerare lo sviluppo delle opere aggettanti. Di seguito si riportano le lunghezze dei tratti di litorale Emiliano-Romagnolo interessati dalla presenza di opere di difesa rigide, così suddivise:

- difesa longitudinale distaccata emersa;
- difesa longitudinale distaccata soffolta;
- difesa longitudinale aderente;
- difesa trasversale (trasversale, trasversale soffolta, pennello);
- difesa mista - elementi trasversali e longitudinali associati;
- area portuale/foce fluviale (area portuale, difesa area portuale, foce armata, foce armata soffolta).

Non sono stati conteggiati gli argini nelle aree depresse a retro-costa e muretti/rilevati per il contenimento degli eventi di acqua alta.

Tipo costa	Lunghezza in km	Percentuale
Naturale	51,96	37%
Protetta	79,87 di cui 17,0 interni alla Sacca di Goro	57%
Fittizia	8,73 di cui 3,3 interni alla Sacca di Goro)	6%

*Tabella I.3.3-12: lunghezze costa per tipologia*

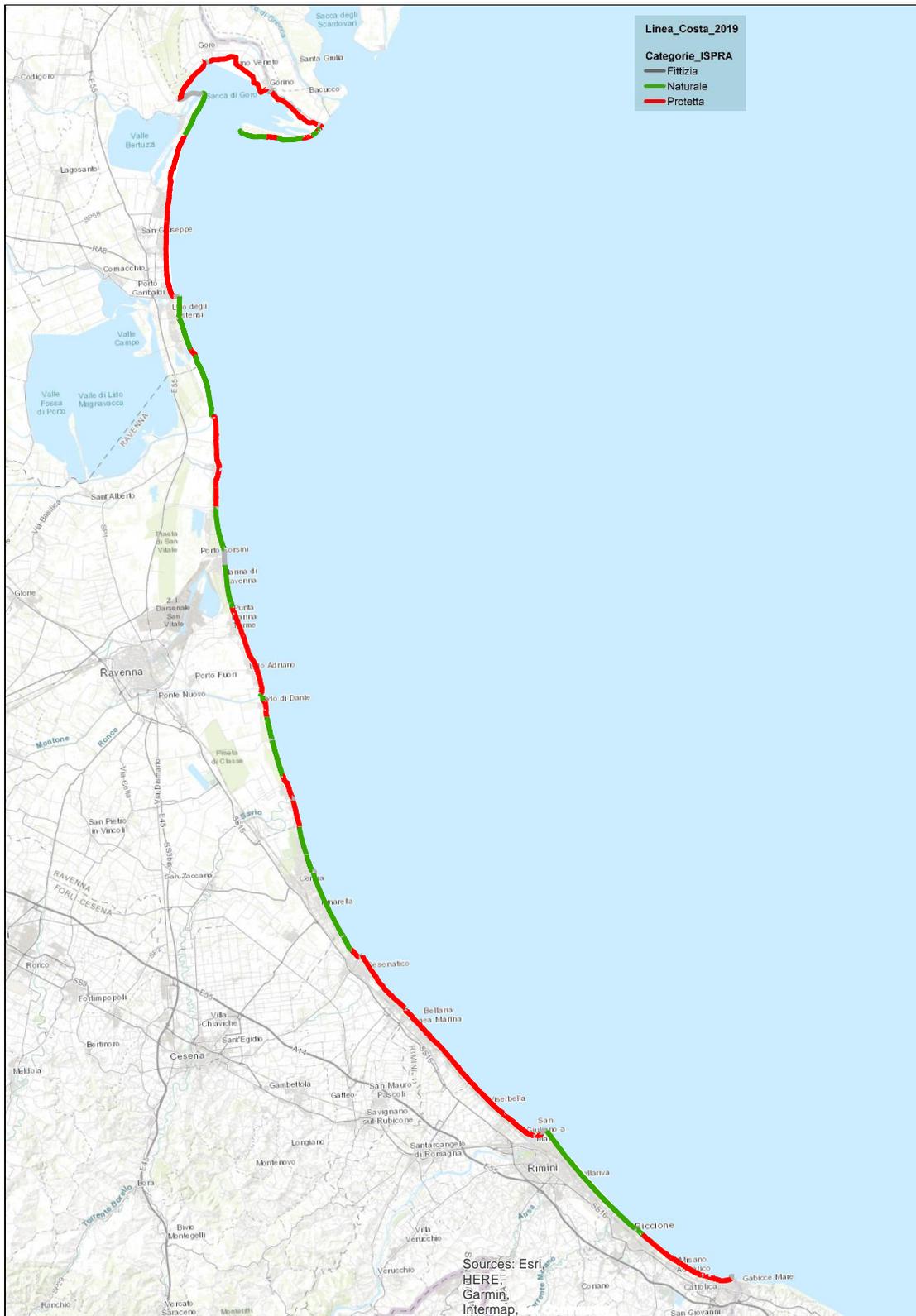


Figura I.3.3-20: classificazione della linea di costa regionale in base ai tipologici ISPRA naturale, protetta, fittizia

Nel seguito si riportano i risultati dell'analisi sulla tipologia di costa effettuata a livello provinciale. Approssimativamente il 37% del litorale regionale allo stato attuale è privo di opere di difesa rigide, nel 43% sono presenti difese longitudinali (distaccate emerse, distaccate soffolte, aderenti), nel 10% opere miste longitudinali e trasversali, nel 6% del settore costiero sono presenti opere inerenti

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

aree portuali/foci fluviali, nel 3% argini fluviali, mentre l'1% della lunghezza litoranea regionale è occupata da opere di difesa rigida trasversali.

Categoria	Tipologia di opera	Lunghezza (km)
0	Litorali privi di difese rigide	52.0
1	Difese longitudinali distaccate emerse	40.4
2	Difese longitudinali distaccate soffolte	1.4
3	Difese longitudinali aderenti	17.8
4	Difese trasversali	1.9
5	Difesa mista (elementi trasversali e longitudinali associati)	13.7
6	Area portuale/foce fluviale	8.5
7	Argine fluviale	4.7
8	Argini interni	66

Tabella I.3.3-13: Classificazione della costa regionale sulla base della tipologia opere di difesa presenti (2019)

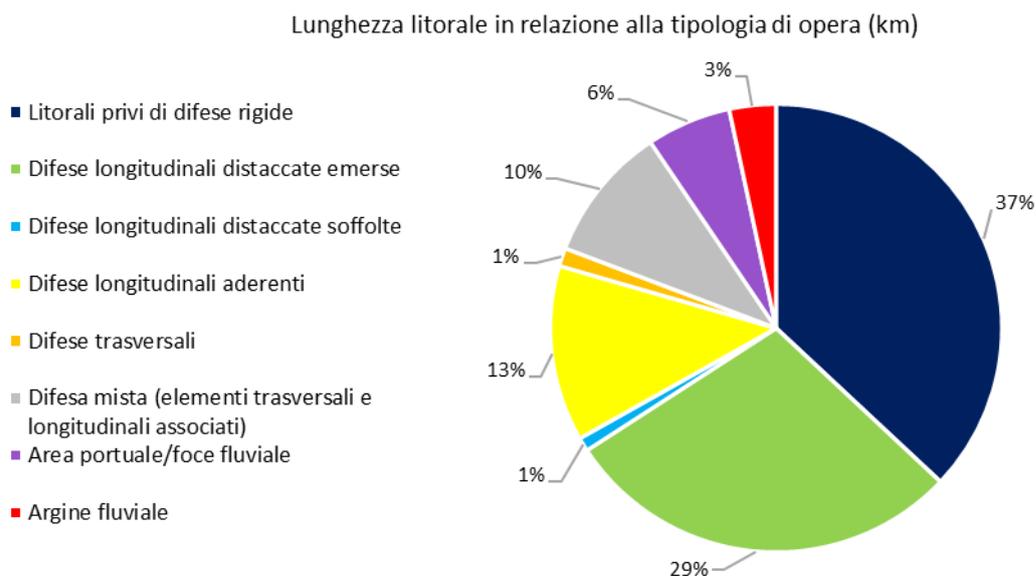


Figura I.3.3-21: Ripartizione percentuale della costa regionale sulla base della tipologia opere di difesa presenti (2019)

Le tipologie di opere più utilizzate per la difesa del litorale regionale sono le scogliere parallele emerse e, in misura minore, le scogliere a cresta bassa, le scogliere radenti, i pennelli in roccia o pali di legno e le barriere sommerse in sacchi. Alcuni tratti di spiaggia presentano un sistema di difesa dall'erosione costituito da due o più tipologie di opere (Figura I.3.3-22).



Figura I.3.3-22: Lido di Spina Sud (Ferrara): pennelli in pali di legno e in roccia (2016)

Nel periodo 2012-2018 sono stati realizzati diversi interventi di modifica o riassetto delle opere di difesa esistenti. Tra queste citiamo l'abbassamento della quota di berma di sette scogliere parallele emerse a Viserba, per il miglioramento ambientale del paraggio e l'incremento della circolazione idrica nelle acque di balneazione, il salpamento di metà della prima scogliera di Cattolica e di un tratto del "pennellone" in roccia di Cesenatico Ponente. Come nuove opere, sono stati realizzati solo tre pennelli in pali di legno lungo lo Scanno di Goro, per rallentare il trasporto solido litoraneo diretto est-ovest, e un pennello, sempre in pali di legno, a Lido di Spina Sud. Inoltre, davanti alla spiaggia di Riccione sono stati realizzati due interventi di natura sperimentale con la posa di una serie di moduli Reefball e Wmesh in calcestruzzo. Anche nel periodo 2012-2018 si è confermata la tendenza, degli ultimi decenni, a una riduzione al ricorso di opere rigide di difesa dall'erosione e dall'ingressione marina, così come indicato nel Piano Costa 1981, nel Progetto di piano per la difesa dal mare del 1996 e nelle linee guida della Gestione Integrata delle Zone Costiere del 2005.

Ultimo monitoraggio	2019
Precedenti elaborazioni	2014
Metodi di elaborazione dati	L'indicatore è calcolato in ambiente GIS attraverso la suddivisione della linea di costa all'anno 2019 in tratti omogenei per tipologia (costa naturale, protetta, fittizia)
Url web-book ARPAE	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Percentuale-di-Costa-Protetta-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Percentuale-di-Costa-Protetta-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

*VOLUMI DI SABBIA PORTATI A RIPASCIMENTO - AGGIORNAMENTO 2018*

L'indicatore definisce l'entità degli interventi di ripascimento eseguiti lungo il litorale emiliano-romagnolo in termini di volumi di sabbia apportati alle spiagge in erosione, per aumentare l'ampiezza e la quota, al fine di garantire la difesa del territorio e lo spazio necessario per l'attività turistica.

I volumi includono sia i sedimenti apportati da fonti esterne al sistema che quelli provenienti da fonti interne, spostati dai tratti di costa in accumulo, o da sbocchi di canali, verso le spiagge in arretramento. I dati sono stati raggruppati per fonte di provenienza e per cella di destinazione per consentire un'analisi di maggior dettaglio rispetto alla scala regionale. La distinzione sulla fonte di provenienza è importante perché solo i sedimenti da fonti esterne rappresentano il reale contributo positivo all'intero sistema litoraneo compensando, in parte, il deficit di apporto dai fiumi e il 'nuovo spazio' creato dalla subsidenza.

Le sabbie che provengono da fonti esterne al sistema costiero sono quelle estratte da cave a terra, da giacimenti sottomarini al largo della costa regionale e quelle recuperate dagli scavi edili, dagli scavi per la costruzione di nuove darsene e dagli scavi all'interno dei moli del Porto di Ravenna. Un'ulteriore casistica di fonte esterna individuata è quella derivata dalla pulizia delle spiagge: si tratta quindi di materiale trattato nei centri di recupero per poi essere riutilizzato.

Le sabbie interne al sistema sono quelle che provengono dalle spiagge in accumulo, dagli scanni di Goro e Volano, dalle bocche portuali che vengono dragate per garantire l'entrata nel porto, dalle foci di canali e fiumi e quelle risultanti dalla pulizia delle spiagge. Nel presente rapporto, tutte queste fonti sono identificate dalle classi "litorali in avanzamento" e "dragaggi".

A partire dal 1983, in seguito anche alle indicazioni del Piano Costa Regionale del 1981, si è sempre più indirizzata la difesa della costa con interventi di ripascimento. Gli interventi, inizialmente, erano realizzati con sabbia prelevata da cave a terra, da scavi edili e per la realizzazione di darsene, dalle zone di accumulo lungo il litorale (spiagge in avanzamento e imboccature di canali e fiumi). Solo a partire dal 2002 sono state impiegate anche sabbie presenti sui fondali marini al largo della costa regionale.

Dal 1972 al 2018 sono stati effettuati interventi di ripascimento per un totale di 12,8 milioni di mc di sedimento (Figura I.3.3-1). Di questi, il 16%, pari a circa 2 milioni di m<sup>3</sup>, deriva da paleggiamenti da zone litoranee in accumulo a quelle in erosione, mentre il 66% (circa 8 milioni di m<sup>3</sup>) proviene da fonti esterne al sistema costiero, contribuendo a incrementare l'apporto solido al sistema litoraneo. Tra le fonti esterne di sedimento vi sono le cave a terra (3,7 milioni di m<sup>3</sup>), i giacimenti sottomarini (3 milioni di m<sup>3</sup>), il materiale proveniente da scavi edili e realizzazioni di nuove darsene (800.000 m<sup>3</sup>) e quello proveniente dalla pulizia delle spiagge (560.000 mc). L'apporto esterno di sedimento, se complessivamente può risultare una quantità elevata, in realtà consiste in poco più di 225.000 m<sup>3</sup> l'anno.

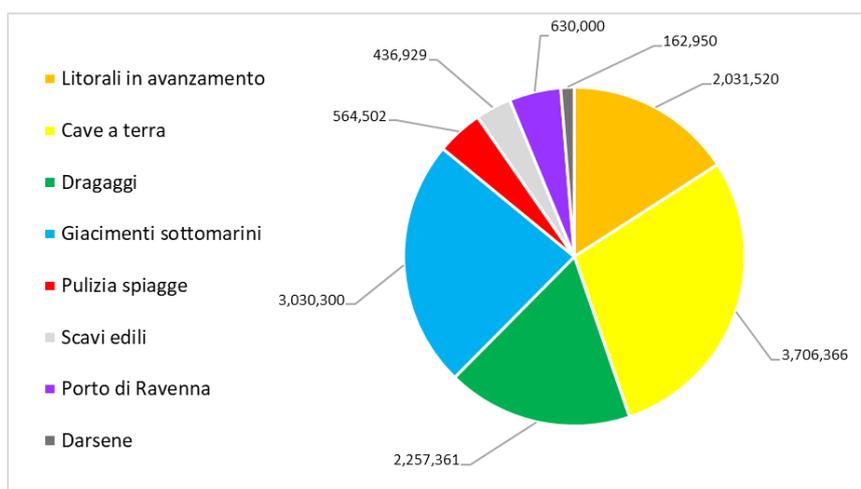


Figura I.3.3-23: Fonti di provenienza periodo 1972-2018 (mc)

In Figura I.3.3-24 si osserva la variazione nel tempo della distribuzione percentuale della fonte dei sedimenti utilizzati per interventi di ripascimento. In particolare, nel periodo 2010-2018 sono stati portati a ripascimento oltre 3 milioni di m3 di sabbia, pari a un apporto medio annuo di circa 450.000 m3.

Il 30,4% (circa 1,2 milioni di m3) del totale del materiale apportato proviene da tratti litoranei in accumulo, il 35,1% (circa 1,4 milioni di m3) è stato apportato mediante l'intervento di ripascimento con sabbie sottomarine, realizzato nel 2016, e solo una piccola parte, 4,5% complessivo, proviene da scavi edili e cave a terra.

Andamento storico tipologia fonti di provenienza

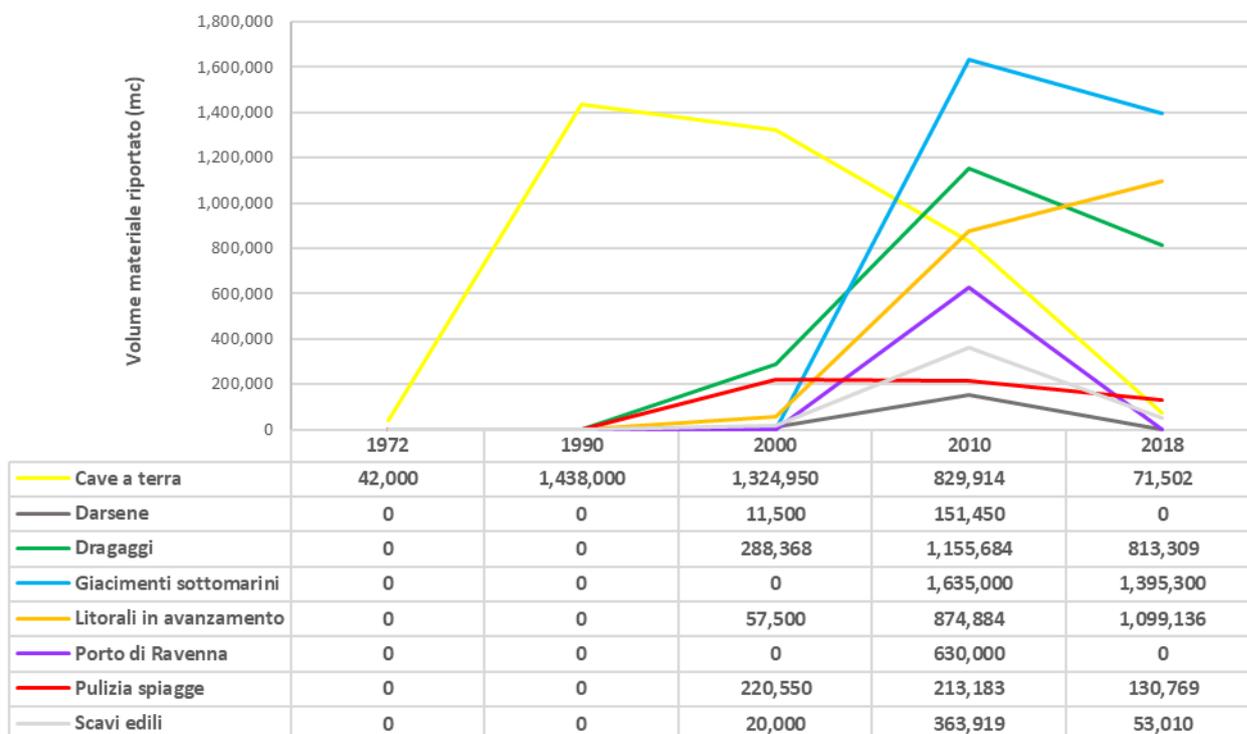


Figura I.3.3-24: Andamento delle fonti di provenienza periodo 1972-2018 (mc)

Si osserva inoltre che lo sfruttamento delle cave a terra si è ridotto molto in favore di altre fonti di sabbia a minor impatto ambientale, passando dall'85,7%, nel periodo 1972-2000, al solo 2,4 %, tra il 2010 e il 2018.

### ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

Infine, si è sviluppato l'utilizzo di fonti litoranee quali spiagge in accumulo e dragaggio di bocche portuali e di foci di canali e fiumi, passando da poco meno dell'8%, del periodo 1972-2000, a circa il 50%, tra il 2010 e il 2018.

Ultimo monitoraggio	2018
Precedenti elaborazioni	Dall'anno 1972
Metodi di elaborazione dati	Quantificazione dei volumi di sabbia portati a ripascimento sulle spiagge

APPORTI DI SABBIA DALL'ESTERNO - REVISIONE 2022

Questo indicatore, anche se incluso anche nel precedente, viene analizzato separatamente perché costituisce uno degli indicatori monitorati dalla regione per la Strategia di Sviluppo Sostenibile (ASVIS).

L'indicatore è calcolato a partire dall'anno 2004. Esso descrive il quantitativo di sabbia (in m<sup>3</sup>/anno), apportato alle spiagge regionali da fonti esterne al sistema.

Ribadiamo che questi sedimenti costituiscono il reale contributo 'efficace' per il mantenimento dei litorali perché compensano, almeno in parte, il mancato apporto dai fiumi e lo spazio creato per effetto della subsidenza.

Le sabbie che provengono da fonti esterne al sistema costiero sono quelle provenienti da cave a terra, da giacimenti sottomarini al largo della costa regionale e dagli scavi edili. Tra questi ultimi si annoverano quelli per la costruzione di nuove darsene, e gli scavi all'interno dei moli del Porto di Ravenna.

Nell'ambito del lavoro di redazione del presente Quadro Conoscitivo è stata effettuata una revisione dei dati relativi ai ripascimenti insieme ad Arpae e consultando Enti e strutture interessate, riscontrando piccole differenze con i volumi dichiarati negli indicatori ASVIS 2018. Il grafico in Figura I.3.3-25, riporta i dati corretti che saranno utilizzati in futuro come riferimento.

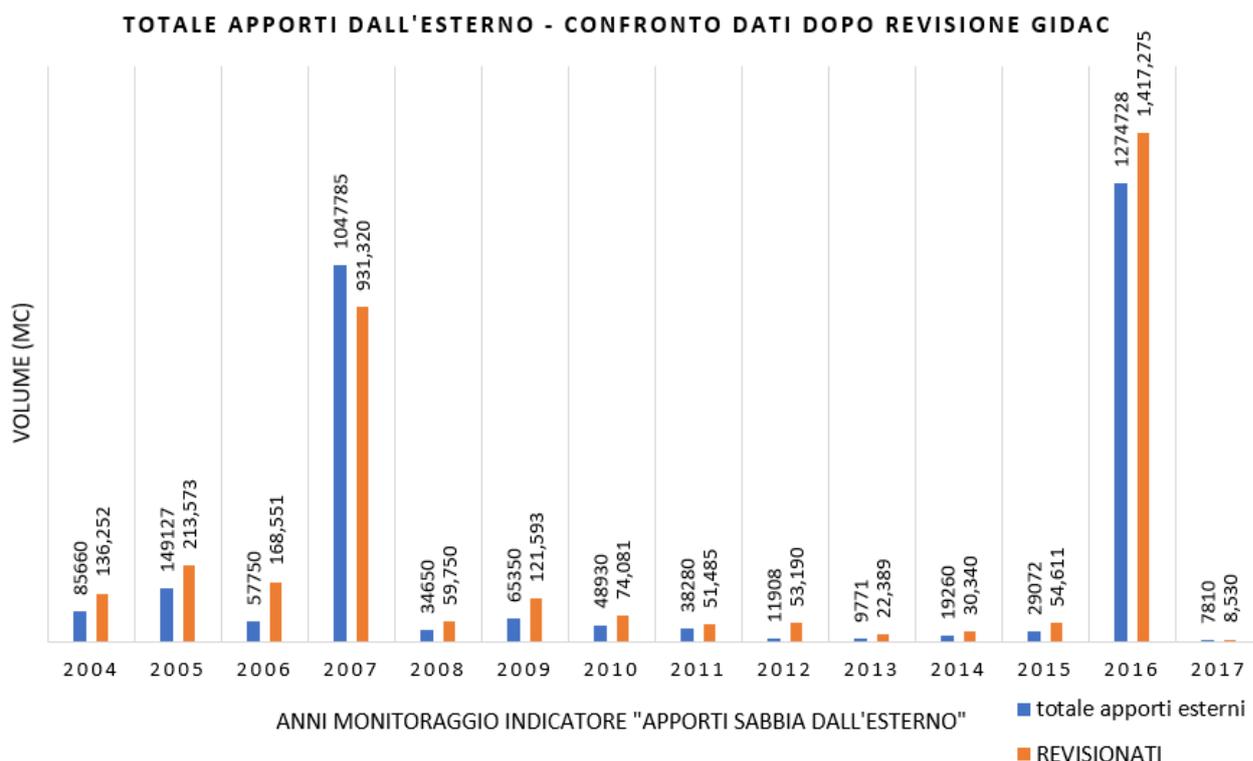


Figura I.3.3-25: Andamento temporale dell'indicatore "apporti di sabbia dall'esterno" - confronto dati pre e post revisione effettuata durante la stesura del QC GIDAC

### 1.3.3.2. Altri Indicatori per la Gestione Integrata della zona costiera GIZC

Allo scopo di supportare la strategia di Gestione Integrata delle Zone Costiere è stata sviluppata un'analisi dei rischi costieri da mareggiate, che si basa su indicatori che descrivono la maggiore o minore propensione dei litorali ai fenomeni di erosione costiera e di inondazione marina.

L'approccio utilizzato è quello multi-criteriale, sviluppato a livello internazionale fin dagli anni '90, e proposto a livello nazionale nei lavori di Fontolan et al 2005 e 2011. Una prima elaborazione era stata effettuata a scala provinciale nel 2008 (Calabrese et al. 2008) limitatamente al rischio per erosione, successivamente nel 2018 è stata invece elaborata un'analisi a scala regionale che riguarda la 'Susceptibilità' della costa ai fenomeni di erosione (Si\_e), di inondazione marina (Si\_i) e combinata (Si\_tot).

Ciascun indicatore è analizzato tenendo conto di molteplici variabili che descrivono:

- lo stato morfologico e di protezione della costa;
- le dinamiche evolutive;
- l'antropizzazione della fascia litorale ampia 300 m dalla linea di riva.

La metodologia di calcolo, sviluppata dall'Area Geologia, Suoli e Sismica della regione, si basa sull'uso di molteplici indicatori, alcuni dei quali già descritti nel paragrafo precedente perché selezionati quali indicatori di riferimento per la GIDAC. Per la descrizione completa della metodologia e dei diversi indicatori si rimanda al rapporto *Perini et al., 2019*<sup>40</sup>.

#### 1.3.3.2.1. Suscettibilità all'erosione della costa SI\_e - Aggiornamento 2014

La Suscettibilità della costa al fenomeno dell'erosione (SI\_e) - è stata calcolato analizzando e incrociando attraverso un'analisi spaziale pesata tre categorie di variabili della costa:

1. Variabili Morfologiche: Ampiezza della spiaggia emersa libera dalle infrastrutture permanenti (2014); quota media della spiaggia emersa (2014); pendenza della spiaggia sommersa (2012)
2. Variabili Evolutive: Evoluzione della Linea di Riva sul lungo periodo (circa 70 anni), che identificano i punti caratterizzati da criticità cronica; Evoluzione della Linea di Riva sul breve periodo (3 anni); Abbassamento dei fondali (2006-2012); Subsidenza recente (2011-2016);
3. Variabili di pressione antropica; espresso attraverso la Percentuale di antropizzazione della costa.

Nell'analisi finale dell'indicatore di suscettibilità all'erosione (SI\_e), si è applicata la formula:

$$SI_e = \text{Variabili Morfologiche (50\%)} + \text{Variabili Evolutive (40\%)} + \text{Pressione Antropica (10\%)}$$

I valori attribuiti ai singoli parametri, nel calcolo della categoria di appartenenza, sono:

PARAMETRI MORFOLOGICI		PARAMETRI EVOLUTIVI	
Ampiezza spiaggia libera	40%	Tassi di evoluzione delle Linea di riva storiche	40%
Quota media spiaggia	40%	Evoluzione recente	30%
Pendenza spiaggia sommersa	20%	Dinamica spiaggia sommersa	20%
PRESSIONE ANTROPICA		Tassi subsidenza	10%
Percentuale di antropizzazione della costa	10%		

<sup>40</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/notizie/attualita/2019/dicembre/rapporto-supporto-mitigazione-rischi-costieri>

Tabella I.3.3-14: peso attribuito a ciascuno dei parametri analizzati nel caso di 'Variabili morfologiche e Variabili evolutive' e di 'Pressione Antropica'.

Il livello informativo finale è stato a sua volta rappresentato in 5 classi di suscettibilità all'erosione (Figura I.3.3-26).

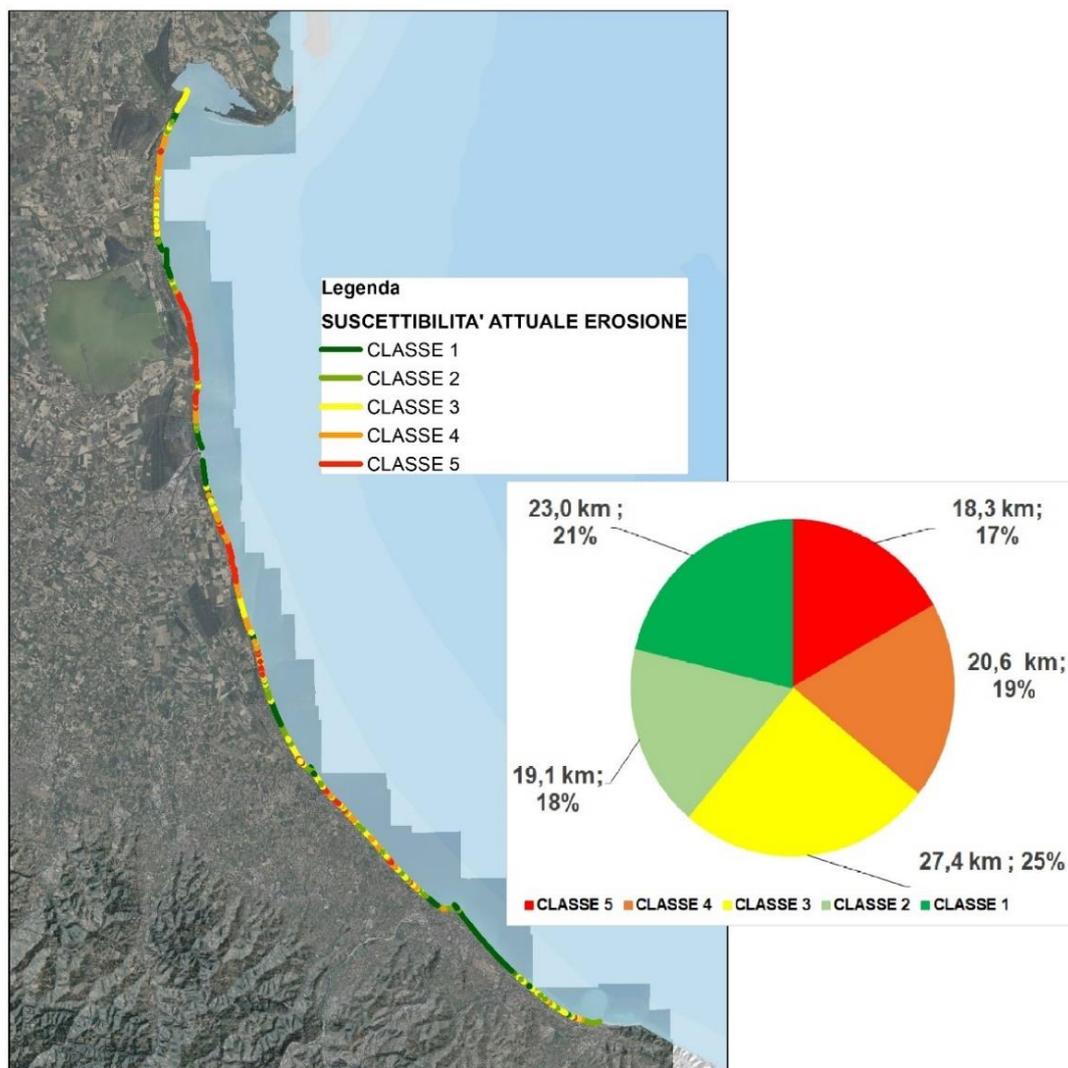


Figura I.3.3-26: Indicatore di 'suscettibilità all'erosione' della costa (SI\_e)

Come si evince dalla figura e dal grafico associato, il 36% della costa regionale presenta una elevata suscettibilità all'erosione della costa (classi 5 e 4). Tali zone sono particolarmente diffuse nel Ravennate, dove risultano ricadere nelle due classi oltre il 50% delle spiagge. Nel ferrarese e nella provincia di Forlì-Cesena sono in queste categorie circa il 36% della costa, mentre la situazione più incoraggiante è nella provincia di Rimini dove solo il 12.6% delle spiagge è in situazione critica.

SUSCETTIBILITA' EROSIONE PER PROVINCE								
	FERRARA		RAVENNA		FORLI'-CESENA		RIMINI	
classe	lunghezza in km	%						
CLASSE 5	1,3	5,8	14,4	32,2	1,5	17,2	1,1	3,5
CLASSE 4	6,8	30,2	9,2	20,5	1,7	19,2	3,0	9,1
CLASSE 3	7,1	31,6	6,8	15,4	3,9	44,5	9,6	29,4
CLASSE 2	2,4	10,7	6,9	15,4	1,2	13,3	8,7	26,7
CLASSE 1	4,9	21,8	7,4	16,5	0,5	5,8	10,2	31,2
	22,5	100,0	44,6	100,0	8,7	100,0	32,6	100,0

Tabella I.3.3-15: classi di  $SI_e$  e 'susceptibilità all'erosione' per provincia

### I.3.3.2.2. Suscettibilità all'inondazione marina $SI_i$ - Aggiornamento 2014

L'indicatore di Suscettibilità della costa al fenomeno dell'inondazione marina ( $SI_i$ ) - è stato anch'esso calcolato analizzando e incrociando attraverso un'analisi spaziale pesata, tre categorie di variabili della costa: morfologiche, evolutive e antropiche, alcune delle quali coincidono con quelle utilizzate per l'erosione.

- Variabili Morfologiche: ampiezza della spiaggia emersa libera dalle infrastrutture permanenti (2014); quota di chiusura verso terra della spiaggia emersa (2014); presenza di ventagli di washover; caratteristiche morfologiche del dosso costiero\* al 2012-2014
- Variabili Evolutive: subsidenza recente (2011-2016);
- Variabili di pressione antropica; espresso attraverso la Percentuale di antropizzazione della costa

Anche in questo caso il calcolo dell'indicatore è stato effettuato nel settore costiero regionale compreso tra Cattolica e Lido di Volano, è stata esclusa la Sacca di Goro, perché totalmente protetta con opere di difesa radenti e lo scanno di Goro perché non sono presenti aree antropizzate retrostanti.

Nell'analisi finale della suscettibilità all'inondazione ( $SI_i$ ), si è utilizzata la formula:

$$SI_i = \text{Variabili Morfologiche (80\%)} + \text{Variabili Evolutive (10\%)} + \text{Pressione Antropica (10\%)}$$

Il livello informativo finale  $SI_i$  è stato a sua volta rappresentato in 5 classi di criticità.

VARIABILI MORFOLOGICHE		VARIABILI EVOLUTIVE	
Ampiezza spiaggia libera	20%	Tassi subsidenza	10%
Quota chiusura spiaggia	30%		
Caratteristiche del dosso costiero	40%	PRESSIONE ANTROPICA	
Presenza di ventagli washover	10%	Percentuale di antropizzazione della costa	10%

Tabella I.3.3-16: Pesi attribuiti alle singole variabili utilizzate per il calcolo dell'indicatore  $SI_i$

Come si evince dalla mappa e dal grafico, oltre il 37% della costa presenta un'elevata propensione all'inondazione marina. Poiché, come vediamo dalla formula, i parametri morfologici sono quelli che hanno maggior peso nella valutazione, va posta particolare attenzione all'ampiezza della spiaggia, alla quota di chiusura verso terra della spiaggia e alle caratteristiche del cosiddetto 'dosso costiero'.

La distribuzione delle lunghezze e delle percentuali delle classi di suscettibilità per provincia evidenzia che quella più critica in percentuale è Forlì-Cesena, con il 45% di costa nella classe più elevata, che però corrisponde ad una lunghezza complessiva di 4 km. In termini di lunghezza assoluta di costa nelle classi di elevata criticità è invece Ravenna.

SUSCETTIBILITA' INONDAZIONE PER PROVINCE								
classe	FERRARA		RAVENNA		FORLI'-CESENA		RIMINI	
	lunghezza in km	%						
CLASSE 5	2,7	12,0	8,8	19,7	4,0	45,9	0,8	2,3
CLASSE 4	4,3	19,1	12,5	28,1	3,5	40,7	1,0	3,1
CLASSE 3	4,4	19,6	13,4	30,1	1,0	11,9	16,0	49,1
CLASSE 2	6,1	27,1	8,0	18,0	0,1	1,5	8,7	26,8
CLASSE 1	5	22,2	1,9	4,2	0,0	0,0	6,1	18,7

Tabella I.3.3-17: classi di 'suscettibilità all'inondazione marina' per provincia

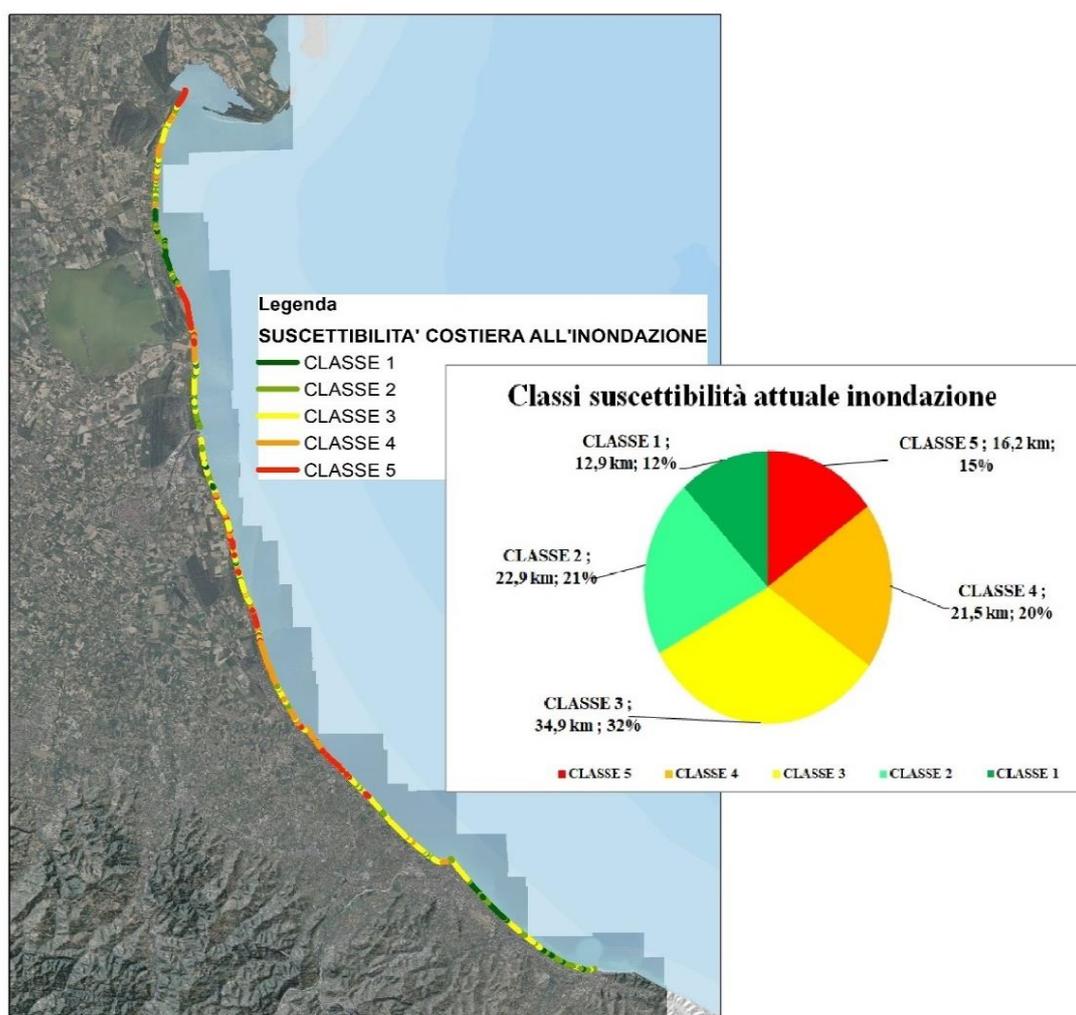


Figura I.3.3-27: Indicatore di 'suscettibilità all'inondazione' della costa (SI<sub>i</sub>)

**I.3.3.2.3. Suscettibilità combinata ai fenomeni di erosione e inondazione SI\_tot - Aggiornamento 2014**

L'analisi della suscettibilità combinata (o totale) è stata prodotta al fine di evidenziare le aree critiche per la somma dei due fattori, erosione costiera e inondazione marina. L'elaborazione di **SI\_tot** deriva dalla somma aritmetica delle classi dei due fenomeni, normalizzata in 5 classi totali.

Si tratta, quindi, di una classificazione relativa che non deve essere messa a confronto con le due mappe precedenti, specifiche di ciascun fenomeno, se non per capire quale dei due fenomeni influisce maggiormente sulla propensione al rischio di un'area.

Per la lettura di questa mappa si deve tener presente, infatti, che ci sono tratti della costa che, per condizioni morfologiche, quote molto basse e assenza di dosso, presentano una elevata criticità al fenomeno di inondazione marina, al contrario potrebbero presentare una spiaggia ampia e una dinamica evolutiva non critica e per questo risultano avere una bassa suscettibilità all'erosione; un esempio in questo senso è il tratto di costa immediatamente a sud dei moli del porto di Rimini. In questo caso la classe di suscettibilità totale risulta infatti inferiore rispetto alla classe di suscettibilità alla sola inondazione.

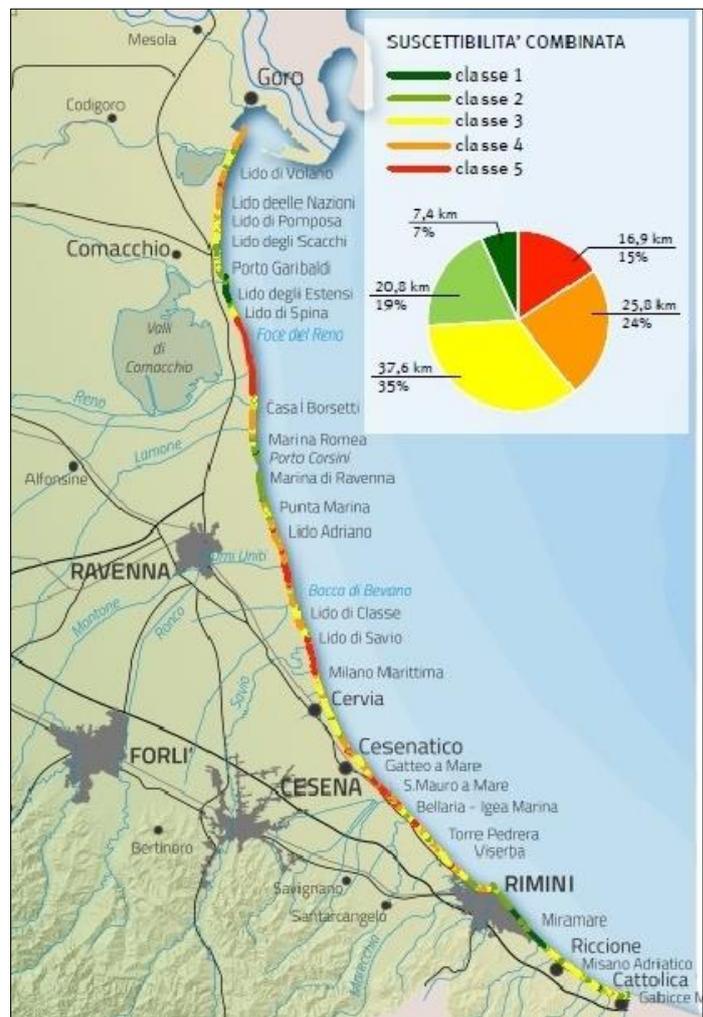


Figura I.3.3-28: Indicatore di 'suscettibilità combinata' della costa (SI\_tot)

Come si evince dalla sottostante Tabella I.3.3-18, comunque, analogamente alla suscettibilità all'inondazione marina, anche per quanto attiene la 'Suscettibilità combinata il settore costiero più critico risulta essere quello centrale della costa regionale. In particolare, la provincia di Forlì

Cesena, è quella con la più elevata percentuale di costa nella classe 5 (33%) e a seguire la provincia di Ravenna (27%).

SUSCETTIBILITA' ATTUALE TOTALE								
classe	FERRARA		RAVENNA		FORLI'-CESENA		RIMINI	
	lunghezza in km	%						
CLASSE 5	1,1	4,9	12,3	27,7	2,9	33,3	0,7	2,1
CLASSE 4	7,1	31,4	12,1	27,1	3,6	41,6	3,0	9,2
CLASSE 3	8,5	37,9	12,1	27,0	2,2	24,9	14,7	45,2
CLASSE 2	3,1	13,9	8,0	17,9			9,6	29,5
CLASSE 1	2,7	12,1	0,1	0,3			4,6	14,0

Tabella I.3.3-18: Classi di suscettibilità combinata ai fenomeni di erosione costiera e inondazione marina suddivisa per provincia

#### I.3.3.2.4. Altri indicatori per la definizione dello stato del mare

Di seguito si riportano altri indicatori utili alla descrizione dello stato del mare non utilizzati nell'ambito della strategia GIDAC:

- Mareggiate
- Moto ondoso

#### MAREGGIATE - AGGIORNAMENTO 2020

Sono state identificate e definite come "mareggiate" tutti gli eventi marini caratterizzati da un'altezza significativa d'onda superiore alla soglia di 1,5 m (Boccotti, 1997). Due mareggiate consecutive sono state considerate indipendenti se separate da almeno 12 ore con onde sotto la soglia. L'energia totale (E) di ogni mareggiata, che fornisce l'indicazione della potenziale pericolosità che la mareggiata esercita sulla zona costiera, seguendo la metodologia adottata da Mendoza and Jimenez (2004), è stata calcolata integrando l'altezza significativa dell'onda (Significant Wave Height, SWH) per la durata dell'evento (t1, t2). Con l'energia si può poi calcolare la relativa classe di ogni mareggiata secondo la classificazione seguente:

Classe mareggiata	Energia totale (m <sup>2</sup> /h)
I - Debole	$E \leq 54,4$
II - Moderata	$54,4 < E \leq 127,9$
III - Significativa	$127,9 < E \leq 389,7$
IV - Severa	$389,7 < E \leq 706,9$
V - Estrema	$E > 706,9$

In questo modo, oltre al numero di mareggiate totali registrate, ogni anno si effettua anche una caratterizzazione basata sul contenuto energetico totale e sull'energia di mareggiata normalizzata, ottenuta dividendo l'energia totale annuale per il numero totale di mareggiate occorse (Figura I.3.3-29).



Figura I.3.3-29: Distribuzione del numero di eventi (istogramma blu), dell'energia totale (linea arancio) e dell'energia normalizzata (linea verde) nel periodo giugno 2007 - dicembre 2020

Considerando il periodo giugno 2007 - dicembre 2020, sono state osservate in totale 250 mareggiate, con una durata media di 18 ore ed una massima di 141 ore (febbraio 2018). In questo intervallo temporale il numero di mareggiate annuali è aumentato da 11 a 25 (persistenza di una forte variabilità inter-annuale). Per l'intero periodo i mesi di marzo e novembre risultano quelli con la maggiore frequenza di eventi (Figura I.3.3-30). Durante le mareggiate, la direzione media di provenienza delle onde è risultata E-NE, con un'altezza media dell'onda pari a 1,82 m. Nello stesso periodo, l'altezza massima assoluta è stata di 4,66 m registrata il 2 febbraio 2015.

Dall'analisi dell'intero periodo 2007-2020 si potrebbe ipotizzare una leggera tendenza all'aumento dei parametri di durata totale ed energia totale degli eventi. Tuttavia, l'intervallo temporale analizzato non è statisticamente significativo all'individuazione di un trend.

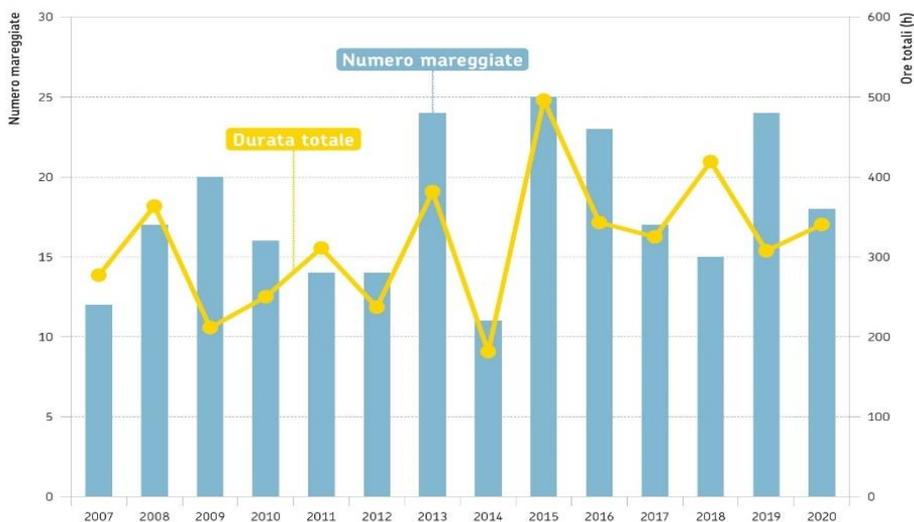


Figura I.3.3-30: Distribuzione annuale del numero di eventi (istogramma blu) e delle ore totali di mareggiata (linea arancio) nel periodo giugno 2007 - dicembre 2020.

Per quanto riguarda i valori massimi di altezza significativa dell'onda, non si evidenzia una tendenza ben definita di periodo, mentre si potrebbe ipotizzare un leggero trend di innalzamento per i livelli del mare massimi durante le mareggiate. Questa tendenza è indice di una maggiore pericolosità per le coste dell'Emilia-Romagna, affette dall'azione combinata di onde e livelli.

I valori medi, sia per l'altezza significativa dell'onda che per i livelli, evidenziano un andamento sostanzialmente stabile per l'intero periodo giugno 2007 - dicembre 2020 (Figura I.3.3-31).

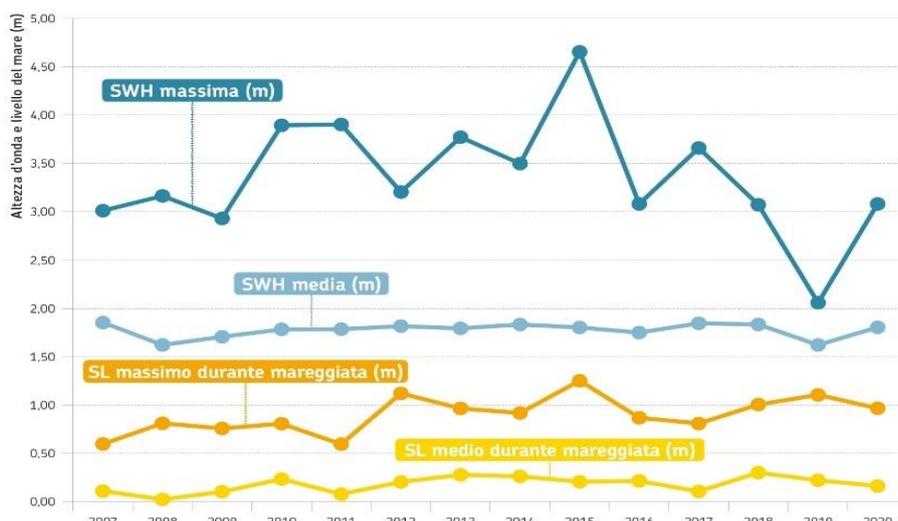


Figura I.3.3-31: Andamento dei valori medi di altezza significativa d'onda, massimi (blu scuro) e medi (blu chiaro), e del livello del mare, massimo (in rosso) e medio (in arancio), durante le mareggiate, nel periodo 2007-2020

Il dettaglio sull'anno 2020 mostra una distribuzione mensile degli eventi in linea con gli anni precedenti. I mesi che registrano il maggior numero di mareggiate (quindi maggiormente energetici) sono quelli da ottobre a marzo: in particolare, si conta il maggior numero di mareggiate nei mesi di marzo e dicembre (rispettivamente 5 e 4 mareggiate mensili). Gennaio e febbraio, solitamente mesi abbastanza energetici, nel 2020 hanno registrato un numero molto basso di eventi (1 al mese).

Il mese di dicembre 2020, a scala di bacino Adriatico, è stato caratterizzato da alcune mareggiate di Scirocco, mentre la boa ha rilevato direzioni d'onda sempre provenienti dai settori orientali (misura boa Cesenatico influenzata dalla profondità del fondale sulla quale è ormeggiata).

Nell'anno 2020 sono state individuate 18 mareggiate, di cui 10 di classe debole, 6 di classe moderata e 2 di classe significativa. I mesi di marzo e novembre 2020 sono stati caratterizzati dalle mareggiate con maggiore durata e intensità, con 2 mareggiate di classe significativa (classe 3). Il 2020 risulta in linea con gli anni precedenti per quanto riguarda l'altezza d'onda media, con un'altezza massima in linea con la media del periodo 2007-2019. I valori di livello del mare medi si mantengono all'interno della variabilità della serie storica.

<b>Ultimo monitoraggio</b>	2020
<b>Precedenti elaborazioni</b>	Da anno 2007
<b>Metodi di elaborazione dati</b>	Il moto ondoso è qui descritto attraverso l'evoluzione nel tempo dell'altezza significativa, periodo e direzione delle onde. L'altezza significativa dell'onda (in inglese SWH - <i>Significant Wave height</i> ), espressa in metri (m), è definita (tra le molteplici definizioni che le si possono attribuire) come l'altezza media del terzo più alto di un gruppo di onde, registrate in un certo punto e ordinate per altezza crescente. L'altezza dell'onda è definita come la differenza tra il massimo livello raggiunto dall'onda (cresta) e il suo livello minimo (cavo). Il periodo medio delle onde, in secondi (s), è la semplice media dei periodi di tutte le onde considerate in un'area di superficie del mare, dove per periodo si

	<p>intende l'intervallo di tempo necessario affinché in uno stesso punto si alternino due creste d'onda successive. La rosa delle onde è il diagramma polare che rappresenta la distribuzione dell'altezza delle onde e la loro direzione in un dato arco temporale, considerando come direzione delle onde la direzione di provenienza. Le "mareggiate" sono definite come eventi marini caratterizzati da un'altezza significativa d'onda superiore alla soglia di 1,5 m (Boccotti, 1997). Due mareggiate consecutive sono state considerate indipendenti, se separate da almeno 12 ore con onde sotto la soglia. L'energia totale (E) di ogni mareggiata, che fornisce l'indicazione della potenziale pericolosità che la mareggiata esercita sulla zona costiera, seguendo la metodologia adottata da Mendoza and Jimenez (2004), è stata calcolata integrando l'altezza significativa dell'onda (<i>Significant Wave Height, SWH</i>) per la durata dell'evento (t1, t2).</p> <p>Con l'energia si può poi calcolare la relativa classe di ogni mareggiata secondo la classificazione della tabella sottostante. In questo modo, oltre al numero di mareggiate totali registrate, ogni anno si effettua anche una caratterizzazione basata sul contenuto energetico totale e sull'energia di mareggiata normalizzata, ottenuta dividendo l'energia totale annuale per il numero totale di mareggiate occorse (Figura I.3.3-29). Per completezza di informazione, infine, oltre alle misure osservate dalla boa ondometrica, sono state integrate quelle del livello del mare fornite dai due mareografi installati in Emilia-Romagna (Porto Garibaldi FE dal 2009 e Porto Corsini RA per il periodo precedente). Per ogni mareggiata sono stati aggiunti il livello medio e massimo del mare registrati durante l'evento.</p>
<p><b>Url web-book ARPAE</b></p>	<p><a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Mareggiate-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Mareggiate-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a></p>

REGIME DEL MOTO ONDOSO - AGGIORNAMENTO 2020

L'indicatore descrive il regime del moto ondoso in un dato arco temporale, attraverso la rappresentazione dell'altezza delle onde e della loro direzione (utilizzo della "rosa delle onde").

I dati di altezza e direzione delle onde sono acquisiti dalla boa ondometrica *Nausicaa* di Arpa Emilia-Romagna, installata il 23 maggio 2007 e collocata al largo di Cesenatico (FC) su un fondale di 10 m di profondità, in zona interdetta alla navigazione, all'attracco e alla pesca.

Il moto ondoso è descritto attraverso l'evoluzione nel tempo dei seguenti parametri:

- altezza significativa dell'onda (in inglese *Significant Wave Height* - SWH), espressa in metri (m) e definita come l'altezza media del terzo più alto di un gruppo di onde registrate in un certo punto e ordinate per altezza crescente
- altezza dell'onda, definita come la differenza tra il massimo livello raggiunto dall'onda (cresta) e il suo livello minimo (cavo)

periodo medio delle onde, in secondi (s), è la semplice media dei periodi di tutte le onde considerate in un'area di superficie del mare, dove per periodo si intende l'intervallo di tempo necessario affinché in uno stesso punto si alternino due creste d'onda successive.

L'analisi del moto ondoso nel 2020 (Figura I.3.3-32) mostra che le onde prevalenti (ovvero quelle con maggior frequenza) provengono dalle direzioni orientali (ENE-E-ESE) con forte predominanza della direzione da est, mentre le onde dominanti (quelle di maggiore intensità) provengono dalle direzioni nord-orientali (NE-ENE), associate ai forti venti di Bora, che sono quelli a cui la costa emiliano-romagnola è maggiormente esposta e vulnerabile. Nel 2020, la distribuzione delle onde appare in linea con quella del periodo precedente, confermando sostanzialmente l'andamento del clima del periodo 2007-2019. Nel 2020 non sono state registrate variazioni sostanziali nelle direzioni del moto ondoso rispetto al periodo 2007-2019.

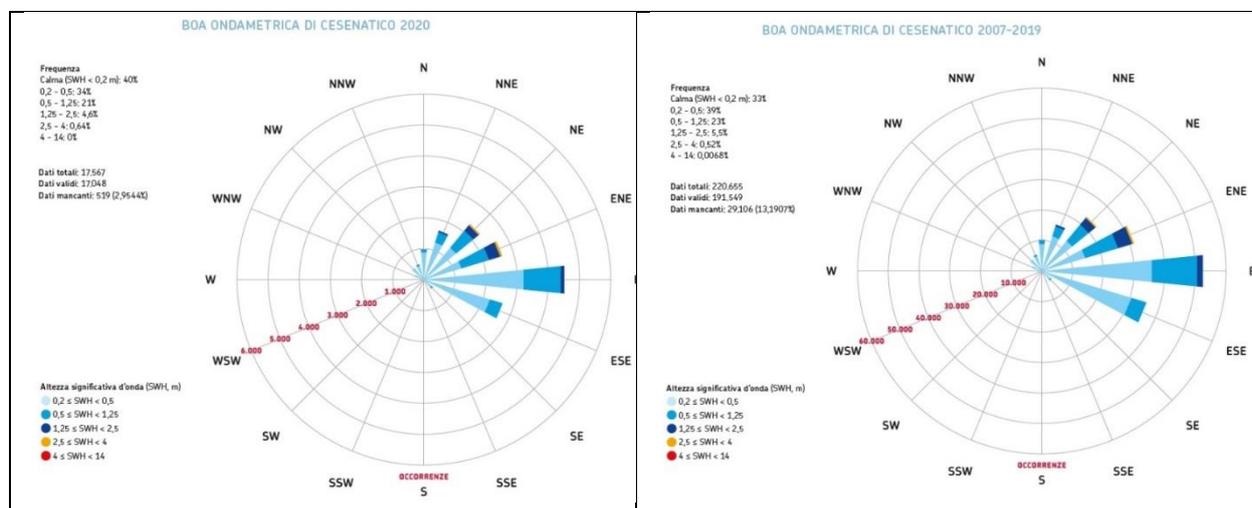


Figura I.3.3-32: A sinistra rosa delle onde registrate dalla boa ondometrica di Cesenatico nell'anno 2020. A destra rosa delle onde registrate dalla boa ondometrica di Cesenatico nel periodo 2007-2019

<b>Ultimo monitoraggio</b>	2020
<b>Precedenti elaborazioni</b>	Dall'anno 2007
<b>Metodi di elaborazione dati</b>	Il moto ondoso viene rappresentato attraverso l'evoluzione nel tempo dell'altezza significativa, del periodo e della direzione delle onde.
<b>Url web-book ARPAE</b>	<a href="https://webbook.arpae.it/indicatore/Moto-ondoso-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33">https://webbook.arpae.it/indicatore/Moto-ondoso-00001/?id=3b81b85c-599b-11e8-94be-11c9866a0f33</a>

### 1.3.4. Impatti dei cambiamenti climatici sul sistema litoraneo

I delta fluviali e le pianure costiere di recente formazione (Olocene) sono, in tutto il mondo, territori ad elevato rischio di perdita di terre emerse e di ecosistemi, per effetto del riscaldamento globale e del conseguente innalzamento del livello del mare (Nicholls R.J. e Wong P.P., 2007). Tra i delta a elevato rischio è incluso anche il delta del Po (Syvitsky et al., 2009), dove la compattazione dei sedimenti poco consolidati è stata accelerata dai prelievi di fluidi dal sottosuolo e, in misura minore, dalle estensive attività di bonifica hanno già causato una perdita di barene e paludi fino all'85% della loro estensione negli ultimi 100 anni (Corbau et al., 2019).

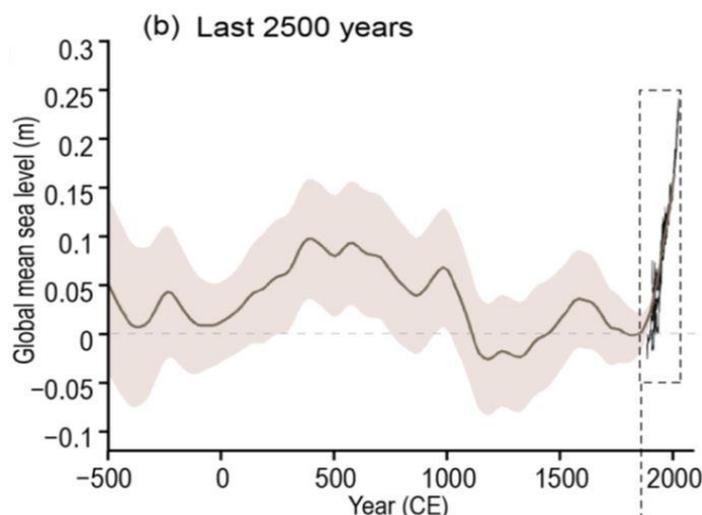
Oltre al delta attuale, tutto il settore centro settentrionale della piana costiera regionale è caratterizzato da aree depresse, residui di antiche lagune e paludi, spesso bonificate, immediatamente retrostanti all'attuale ambiente litoraneo. In queste aree l'unico baluardo morfologico all'avanzamento del mare è rappresentato da dune attuali e dai cordoni litoranei molto frammentati e spianati dall'urbanizzazione degli ultimi decenni (par. 1.3.1), oppure dagli argini artificiali eretti per contrastare gli allagamenti da mare.

Per questi motivi l'attenzione della comunità scientifica mondiale su queste tematiche è molto alta, ed è continuo l'aggiornamento dei dati di monitoraggio e l'analisi degli scenari futuri. Il riferimento internazionale è l' "Intergovernmental Panel on Climate Change" (IPCC) che, nel 2019, ha elaborato il nuovo rapporto 'AR6' al quale si fa riferimento in questa trattazione<sup>41</sup>.

Nel Mediterraneo, nel corso del XX secolo, si è registrato un aumento del livello del mare di 1,4 mm/anno e la tendenza è accelerata alla fine del secolo. A livello globale, dove i valori di aumento della superficie del mare riferiti allo stesso secolo, oscillano tra + 0.15 e +0.25 m, si è riscontrato che tra il 1993 e il 2018 il tasso di crescita è stato di circa 2,8 mm/anno, mentre nell'intervallo 2006-2018 è salito ad 3.7 mm/a (Figura 1.3.4-1).

Il rapporto specifica che il principale motore di tale cambiamento, almeno dal 1970, è da riferire all'attività umana, cosiddetta "Anthropogenic forcing".

L'attesa è che il livello del mare continui ad aumentare con un tasso simile, anche se il taglio alle emissioni di CO<sub>2</sub> fosse messo in atto in forma drastica (IPCC - Focal Point Italy<sup>42</sup>).



<sup>41</sup> <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

<sup>42</sup> <https://ipccitalia.cmcc.it/il-rapporto-ipcc-spiegato-dagli-esperti-italiani-con-i-contenuti-principali-su-europa-mediterraneo-e-italia/#>

Figura I.3.4-1: Impatti dei cambiamenti climatici sul livello del mare a livello globale negli ultimi 2500 anni (da IPCC AR6\_WGI\_full\_report, Fig. 2.28b).

L'innalzamento del livello del mare ha già provocato impatti documentati sugli ecosistemi marini, su quelli terrestri e su quelli di acqua dolce. Lungo le coste del Mediterraneo, dove vivono oltre 500 milioni di persone sfruttando le economie del mare, è previsto un aumento dei rischi costieri quali: inondazione marina, erosione dei litorali, salinizzazione delle acque, oltre a quelli legati alle temperature, siccità e all'aumento dell'aridità dei suoli. Ad essi saranno associati anche una serie di rischi 'ritardati', che impatteranno sulle infrastrutture e sui beni culturali.

Nell'ultimo report (AR6), sono stati analizzati diversi scenari di futuro innalzamento del livello del mare che dipenderanno, sostanzialmente, dal livello delle emissioni di gas climalteranti (CO<sub>2</sub>, metano e altri gas), le quali provocano aumento delle temperature, delle precipitazioni atmosferiche, della salinità degli oceani, con tutte le conseguenze associate.

Va ricordato, a tal proposito, che le emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera sono le più alte degli ultimi 2.000.000 di anni e che sono aumentate del 47% dal 1750, quelle del metano superano il + 150%. Nel rapporto sono stati considerati diversi scenari emissivi, da quello più ottimistico e improbabile, che prevede un aumento di temperatura al 2100 di 1.5°C (caso di uno sviluppo socioeconomico ambizioso l'SSP 1), a quello più pessimistico, che prevede un aumento della temperatura superiore ai 4.5°C (caso di uno sviluppo basato completamente sulle energie fossili).

Nel report dedicato ai 'policymaker' viene riportato il grafico del possibile innalzamento del livello del mare al 2050 e al 2100 (Figura I.3.4-2) nel quale si osserva che, l'aumento del livello del mare previsto al 2050 è abbastanza simile nei 2 scenari estremi, mentre spostandosi verso il 2100 il range diventa progressivamente più ampio. Nel report IPCC, hanno effettuato un approfondimento per il bacino Mediterraneo in cui riportano i seguenti dati:

- innalzamento al 2050: da 0.15 m a 0.33 m;
- innalzamento al 2100, sarà compreso tra valori di 0.3-0.6 m, per scenari ottimistici o buoni, fino a 0.7 m-1.1 m nel caso di scenari più catastrofici.

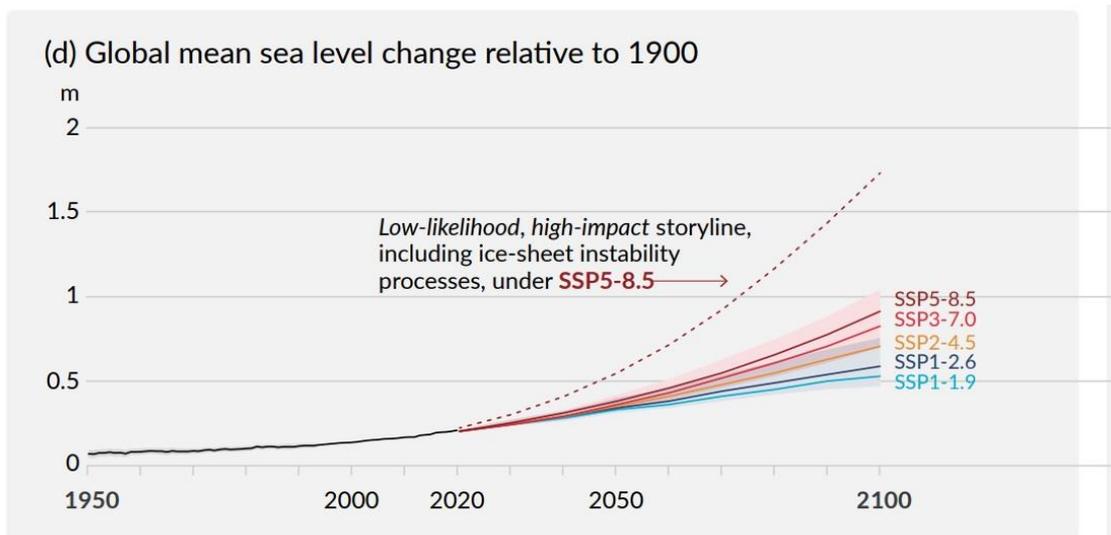


Figura I.3.4-2: proiezioni del livello del mare al 2050 e 2100 (da IPCC AR6\_policymaker\_report, Fig. SPM.8 (d))

L'IPCC ha anche pubblicato un WEB-Gis dedicato (IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information Advanced), nel quale è possibile visualizzare geograficamente i dati modellistici

elaborati per i diversi periodi di riferimento. Per l’Adriatico, tuttavia, ancora non esiste un modello di *downscaling*.

### 1.3.4.1. Valutazione dell’impatto dell’innalzamento del livello del mare al 2100

Al fine di comprendere quale potrebbe essere l’impatto dell’innalzamento del livello del mare lungo le coste dell’Emilia-Romagna, l’ex Servizio Geologico Regionale (ora AGSS), in collaborazione con l’Università di Urbino e l’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), nel 2017 ha elaborato un’analisi per quantificare la possibile perdita di terre emerse all’anno 2100 e l’aumento delle aree a rischio di inondazione in caso di mareggiate severe, considerando scenari combinati di innalzamento del livello del mare e di subsidenza (Perini et al 2017).

Per il lavoro sono stati considerati gli scenari di innalzamento del livello del mare derivanti dal quinto rapporto IPCC (AR5) del 2014, l’ultimo disponibile alla data del lavoro. In esso è stato valutato il possibile innalzamento del livello del mare al 2081-2100, rispetto all’intervallo 1986-2005, per diversi scenari di emissione, ovvero quelli che vengono definiti i “Percorsi Rappresentativi di Concentrazione” (*Representative Concentration Pathways, RCP*). Essi indicano un andamento rappresentativo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol per un determinato obiettivo climatico (Figura I.3.4-3).

I dati per l’alto Adriatico sono stati estratti dal modello messo a disposizione dall’*Integrated Climate Data Center* (ICDC), che mostra i valori di innalzamento attesi per l’Adriatico sistematicamente inferiori a quelli globali e del Mediterraneo. I valori estratti in corrispondenza del punto griglia antistante le coste dell’Emilia-Romagna, in particolare, sono inferiori anche a quelli medi dell’Alto Adriatico. Va inoltre specificato che i valori di innalzamento non includono la componente legata alla GIA (*glacial isostatic adjustment*), che in Adriatico è valutata intorno a  $-0.022 \pm 0.005$  m al 2081-2100, rispetto all’intervallo 1986-2005.

RCP	E-R coast (m)	Adriatic (m)	Mediterranean (m)	Global (m)
2.6	$0.30 \pm 0.07$	$0.31 \pm 0.01$	$0.36 \pm 0.02$	$0.38 \pm 0.15$
4.5	$0.34 \pm 0.09$	$0.37 \pm 0.01$	$0.42 \pm 0.03$	$0.45 \pm 0.16$
6.0	$0.33 \pm 0.08$	$0.36 \pm 0.02$	$0.42 \pm 0.03$	$0.47 \pm 0.16$
8.5	$0.45 \pm 0.12$	$0.48 \pm 0.02$	$0.57 \pm 0.03$	$0.60 \pm 0.19$

Figura I.3.4-3: Livello del mare previsto per l’intervallo 2081-2100 rispetto al 1986-2005, sulla base dei quattro scenari RCP AR5 dell’IPCC. I valori dell’Adriatico e del Mediterraneo sono valori medi in questi mari. Queste proiezioni non includono la componente GIA del cambiamento del livello del mare (Perini et al., 2017).

L’analisi dei dati storici dei mareografi distribuiti in Adriatico evidenzia un tasso regionale di innalzamento del livello del mare di  $1.25 \pm 0.04$  mm/yr<sup>-1</sup> per il secolo scorso (Galassi e Spada, 2014b), che è leggermente inferiore alla media secolare globale (Spada e Spada Galassi, 2012). Inoltre, sono state osservate variazioni cicliche significative con un periodo di 20 anni, associate alle oscillazioni multi-decennali atlantiche (AMO) (Galassi e Spada, 2014b).

Gli studi sul mareografo di Porto Corsini (Cerenzia et al., 2016), che fornisce dati dal 1880, hanno invece mostrato oscillazioni marcate, pari a 8-9 mm/a, imputabili in gran parte e con buona confidenza, agli effetti della subsidenza antropica, molto elevata in alcune zone della costa regionale.

Oltre all’innalzamento del livello del mare, l’altro parametro proiettato al 2100 è stato, infatti, l’abbassamento del terreno prodotto dal fenomeno della subsidenza. All’epoca del lavoro i dati di

monitoraggio disponibili riguardavano il monitoraggio regionale con tecnica PS - InSAR 2006-2011 (Bissoli et al., 2012), sulla base dei quali è stato elaborato, tramite interpolazione, il modello di velocità di abbassamento (DVMM) con una maglia a 5x 5 m.

#### I.3.4.1.1. Perdita di aree emerse

La prima simulazione ha riguardato la possibile perdita di territorio con quota sopra il livello del mare al 2100.

La metodologia semplificata adottata si è basata sulla elaborazione di un modello digitale del terreno all'anno 2100 (DTM 2100) tenendo conto di subsidenza e innalzamento del livello del mare. In particolare:

- si è calcolata la variazione di quota topografica, al 2100, dovuta alla sola subsidenza ( $S_{sub}$ ) moltiplicando il modello di velocità di abbassamento per gli 88 anni che mancavano al 2100:  

$$S_{sub} = DVMM \times \Delta t \text{ (88 anni)}$$
- si sono definiti i due scenari di innalzamento del livello del mare da applicare:
  - uno scenario ottimista  $S_{best} = RCP 2.6 + GIA = 0.21 + -0.022 \pm 0.005 \text{ m}$
  - uno scenario pessimista  $S_{worst} = RCP 8.5 + GIA = 0.55 + -0.022 \pm 0.005 \text{ m}$
- si è calcolata la superficie del terreno al 2100 ( $S_{2100}$ ) per i due scenari  $S_{best}$  e  $S_{worst}$ , sommando al DTM2012-RER (maglia di 5x5 m) le superfici:
  - $S_{2100 \text{ best}} = DTM2012-RER + S_{sub} + S_{best}$
  - $S_{2100 \text{ worst}} = DTM2012-RER + S_{sub} + S_{worst}$

I risultati della simulazione sono sintetizzati in tabella Tabella I.3.4-1 e illustrati in Figura I.3.4-4, dove in giallo sono evidenziate le aree attualmente sotto il livello del mare e in rosso quelle che si aggiungeranno, al 2100, nello scenario peggiore.

Anno	Area sopra m.s.l. in km <sup>2</sup>	Area sotto m.s.l. in km <sup>2</sup>	Aumento aree sotto il m.s.l.
2012	8083.8	1216.8	
2100 best (RCP 2.6)	7982.5	1318.3	101
2100 worst (RCP 8.5)	7737.6	1563.2	346

Tabella I.3.4-1: risultati delle simulazioni relative alla perdita di territorio con quota sopra il livello del mare (Perini et al., 2017), calcolati combinando l'innalzamento del livello del mare nei 2 scenari di concentrazione 2.6 e 8.5, con tassi di subsidenza costanti, stimati sulla base del monitoraggio 2006-2011.

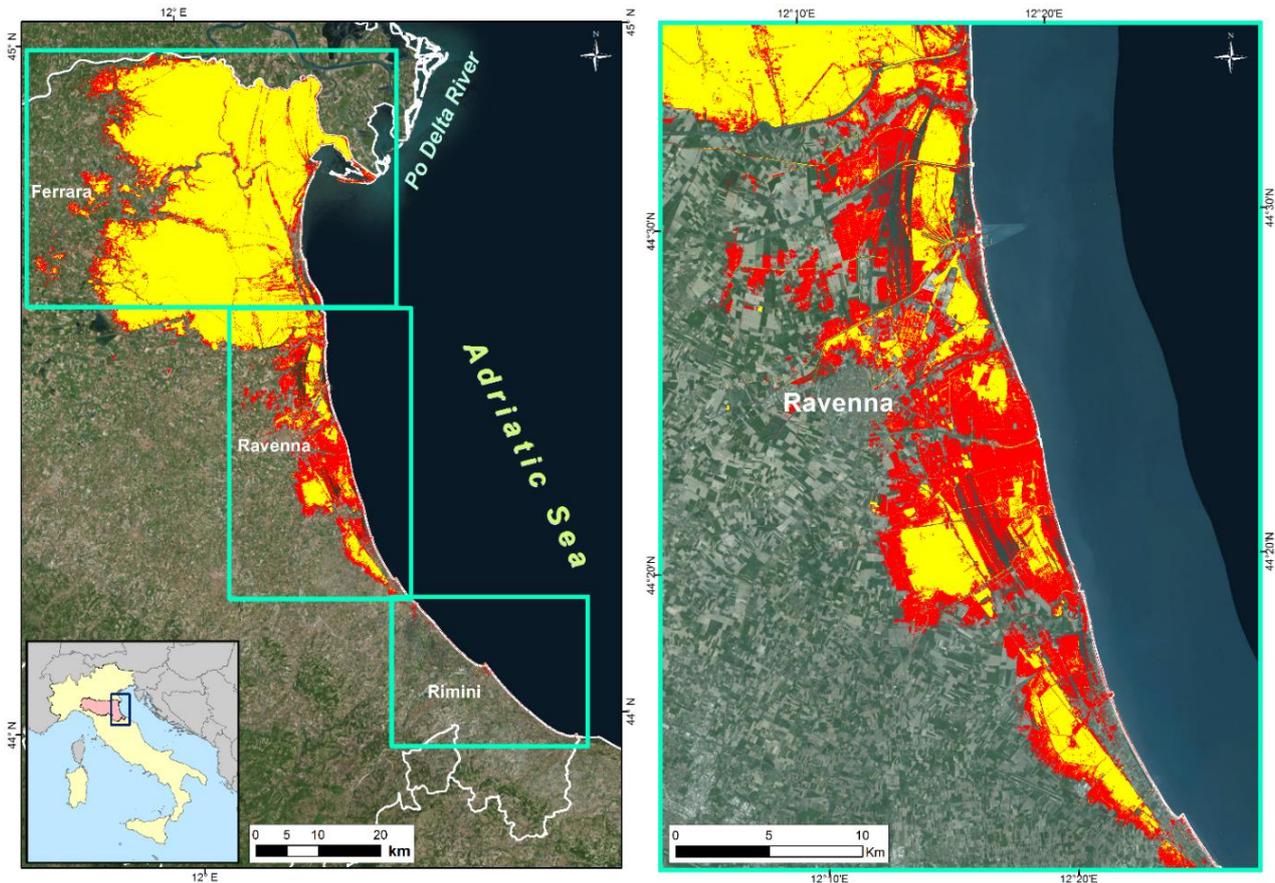


Figura 1.3.4-4: risultati delle simulazioni per la pianura costiera E-R e zoom sull'area di Ravenna). In giallo sono evidenziate le porzioni di territorio attualmente sotto lo 0 altimetrico. In rosso le nuove aree che potrebbero aggiungersi nello scenario peggiore di subsidenza costante e innalzamento del livello del mare di 55 cm (Perini et al., 2017).

Sulla base dei calcoli effettuati, la perdita di aree con quota superiore allo zero corrisponderebbe a circa 100 Km<sup>2</sup> per il solo effetto della subsidenza. Se ad essa si associa l'innalzamento del livello del mare, di circa 55 cm nello scenario più catastrofico, la riduzione delle terre con quota sopra il livello del mare sarebbe di circa 345 km<sup>2</sup>. Va sottolineato però che non tutte le aree risulteranno sommerse dal mare perché una buona parte di esse si trova nell'entroterra e comunque localmente difesa dai cordoni litoranei e da altri dossi costieri

Come si evince dalla mappa di destra della stessa Figura 1.3.4-4, l'area ravennate è particolarmente afflitta da questo tipo di problema nella parte più vicino alla costa: ciò a causa dei tassi di subsidenza antropica puntualmente elevati e della vastità delle aree prossime alla quota zero. L'aumento calcolato in questo settore è di circa 152 km<sup>2</sup>.

L'incremento maggiore, tuttavia, è nel ferrarese (circa 188 km<sup>2</sup>), anche se molte aree sono a grande distanza dall'attuale linea di riva e risultano difese da argini costieri.

#### 1.3.4.1.2. Aumento delle aree allagabili

Per il calcolo delle superfici allagabili in occasione di mareggiate severe (2100), si è utilizzata la procedura cartografica messa a punto dal Servizio Geologico regionale in occasione il I ciclo della direttiva alluvioni (Perini et al., 2012). La metodologia utilizza un modello di propagazione, sviluppato in ambiente GIS e denominato in\_Coastflood, che simula l'avanzamento dell'onda di mareggiata nell'entroterra, tenendo conto di un fattore di smorzamento che è funzione della distanza dalla linea di riva.

Lo scenario di allagamento simulato è quello denominato 'poco frequente' che corrisponde ad un tempo di ritorno di circa 100 anni. La sopraelevazione della superficie del mare stimata per quel tipo di scenario è di +1.81 m (WLtr100anni).

Per la definizione delle superfici allagabili al 2100 (Perini et al., 2017), in caso di mareggiate con tempo di ritorno centennale, sono state quindi utilizzate le formule:

- $S_{2100 \text{ best}} = \text{DTM}_{2012\text{-RER}} + S_{\text{sub}} + S_{\text{best}} + \text{WL tr}100$
- $S_{2100 \text{ worst}} = \text{DTM}_{2012\text{-RER}} + S_{\text{sub}} + S_{\text{worst}} + \text{WL tr}100$

I risultati della simulazione alla scala regionale, illustrati in Tabella I.3.4-2, evidenziano ancora una volta l'importanza del fenomeno della subsidenza, che, se non si riducesse nel tempo, da solo comporterebbe un possibile incremento delle aree inondabili del 95%. L'aumento complessivo delle aree allagabili per eventi di mareggiata con tempi di ritorno centennali, nel caso più catastrofico in cui alla subsidenza fosse associato un innalzamento del livello del mare di 55 cm, risulterebbe essere invece di + 236%.

Scenario considerato	Aree allagabili in km <sup>2</sup>	Incremento %
Attuale (al 2012)	29	
Al 2100 - solo effetto subsidenza	59	95
Al 2100 -subsidenza + slr best	72	133
Al 2100 -subsidenza + slr worst	105	236

Tabella I.3.4-2: risultati delle simulazioni alla scala regionale (Perini et al., 2017). L'incremento è riferito alla simulazione delle aree allagabili effettuata sulla base del modello digitale del terreno 2012 (DTM-RER 2012)

Il settore più critico è quello compreso tra Casal Borsetti e Cesenatico, a causa dei tassi di subsidenza più elevati e dell'assenza o dell'elevata discontinuità di rilevati lungo la costa, siano esse dune o opere artificiali. Un'altra zona critica risultava essere la città di Rimini, in particolare la zona a sud dei moli Tale rischio è stato però mitigato grazie alla realizzazione del "Parco del Mare" (capitolo I.5.1.2.1).

È infine indispensabile sottolineare i limiti delle simulazioni descritte; esse rappresentano infatti uno scenario statico, pessimistico e non gestito. Oltre alla subsidenza non sono stati considerati altri fattori evolutivi quali la morfodinamica costiera, il trasporto solido e gli interventi antropici che, indubbiamente, concorrono a rimodellare il territorio al 2100 e che potrebbero in molti casi contribuire a ridurre il fenomeno dell'ingressione marina.

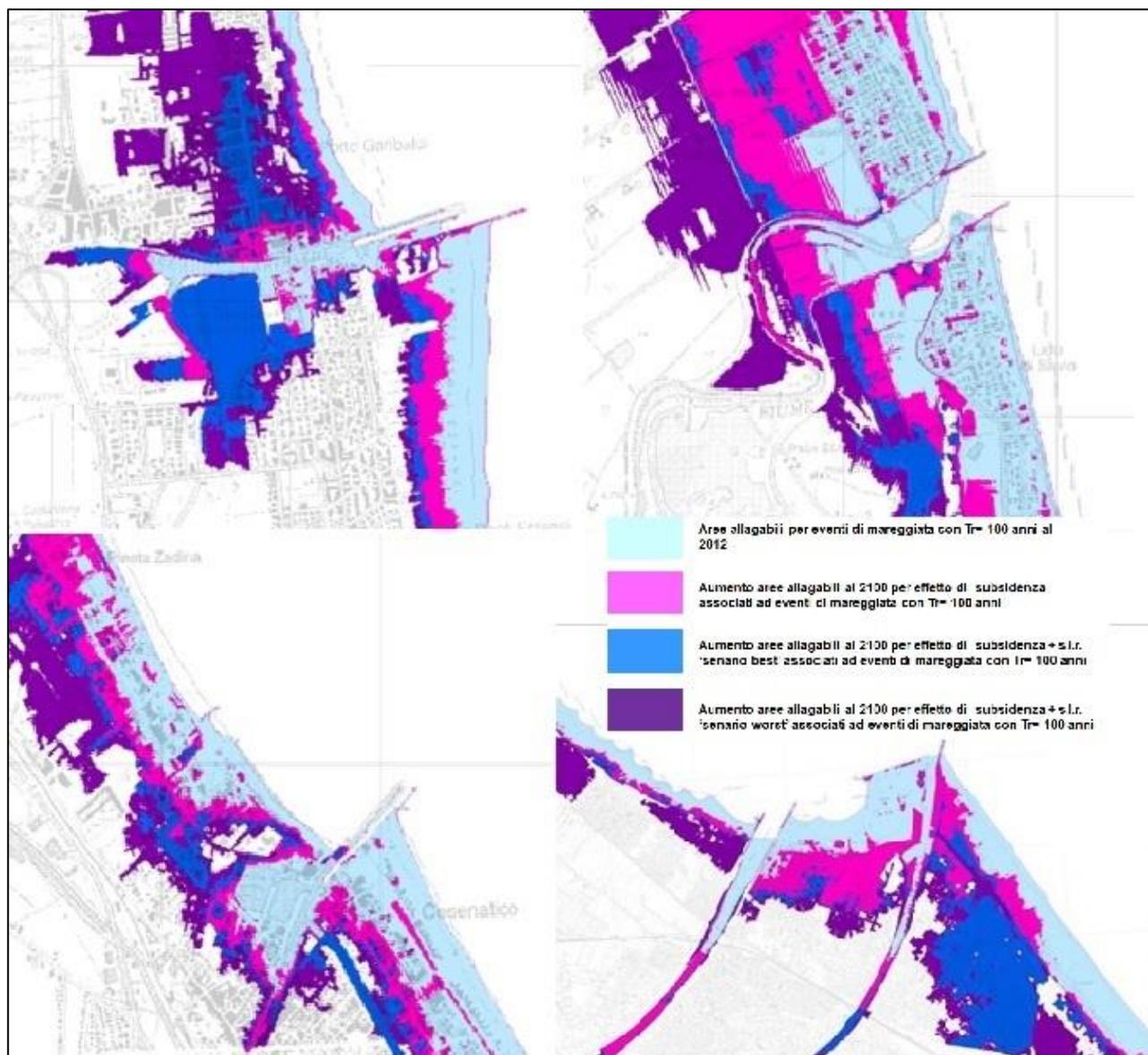


Figura 1.3.4-5: risultati delle simulazioni in alcune località della Costa Regionale. In alto a sinistra Porto Garibaldi, a destra Lido di Savio. In basso Cesenatico, sulla sinistra e Rimini a destra.

### 1.3.4.2. Arretramento della linea di riva

Un'analisi importante è la valutazione della dinamica di avanzamento/arretramento della linea di riva nei prossimi decenni, basata sulle previsioni di innalzamento del livello del mare.

In uno studio recente (*Calabrese et al. 2010*), che riguarda il settore costiero compreso tra Volano e Foce Reno, è stata elaborata una simulazione della posizione della linea di riva al 2015, 2030 e al 2090 (Figura 1.3.4-6), basata sui tassi di variazione calcolati nell'intervallo 1943-2005.

Il lavoro evidenzia anche le superfici di costa perse e guadagnate nei diversi scenari. In particolare, con riferimento alla situazione del 2005, si stima che le perdite siano di 13,5 ettari al 2015, di 338,7 ettari al 2030 e di 1153 ettari al 2090.

Il tratto più critico risulta essere quello antistante le Vene di Bellocchio, in cui al 2090 è prevista la quasi totale perdita dell'area umida e di parte delle aree boschive e dei cordoni litorali, con arretramenti massimi di 500 m. La zona di massimo accrescimento è quella a sud del molo sud di Porto Garibaldi, dove l'avanzamento è valutato in circa 300 m. Altri punti critici sono davanti a Lido

delle Nazioni e a nord di lido di Volano. La massima incertezza sulla possibile evoluzione riguarda le aree con difese costiere rigide come il tratto tra Porto Garibaldi e Lido delle Nazioni.

Certamente anche questo lavoro, come nel caso precedente, si basa su una condizione "statica" senza tener conto dell'introduzione di eventuali nuove strategie di difesa.



Figura I.3.4-6: proiezioni delle linee di riva al 2015-2030 e 2090, basate sui tassi di arretramento/avanzamento della costa nell'intervallo 1943-2005. L'immagine a destra è lo zoom sulla zona di porto Garibaldi-Foce Reno

Oggi, inoltre, si è in grado di valutare l'attendibilità del primo degli scenari elaborati, quello al 2015. Come si evince dalle figure sottostanti (Figura I.3.4-7), la linea di riva prevista per l'anno 2015 è stata sovrapposta al volo 2014. Ad eccezione del punto evidenziato con la stella rossa, dove l'arretramento è stato ben superiore al previsto, in generale la linea è perfettamente corrispondente.

Osservando l'immagine sottostante (Figura I.3.4-8), dove le stesse proiezioni sono state sovrapposte all'immagine del volo Agea 2020, si intuisce che l'arretramento sta progredendo con maggiore velocità in alcuni punti evidenziati con le stelle in verde. In quei casi, infatti, la linea di riva prevista al 2030 è già quella attuale. Ciò sta a significare che i tassi registrati dell'intervallo 1943-2005 hanno subito un aumento in quei punti.

Questo aumento dei tassi può essere collegato al contributo dell'innalzamento del livello del mare che in questo ultimo decennio può aver subito una accelerazione o a cause legate alla dinamica sedimentaria litorale che ha fornito sempre meno sabbia in questo paraggio (di contro non si osservano aumenti significativi della subsidenza). Nell'ambito del progetto *Adriaclim* sono in elaborazione nuovi scenari che consentiranno l'aggiornamento delle stime attuali.

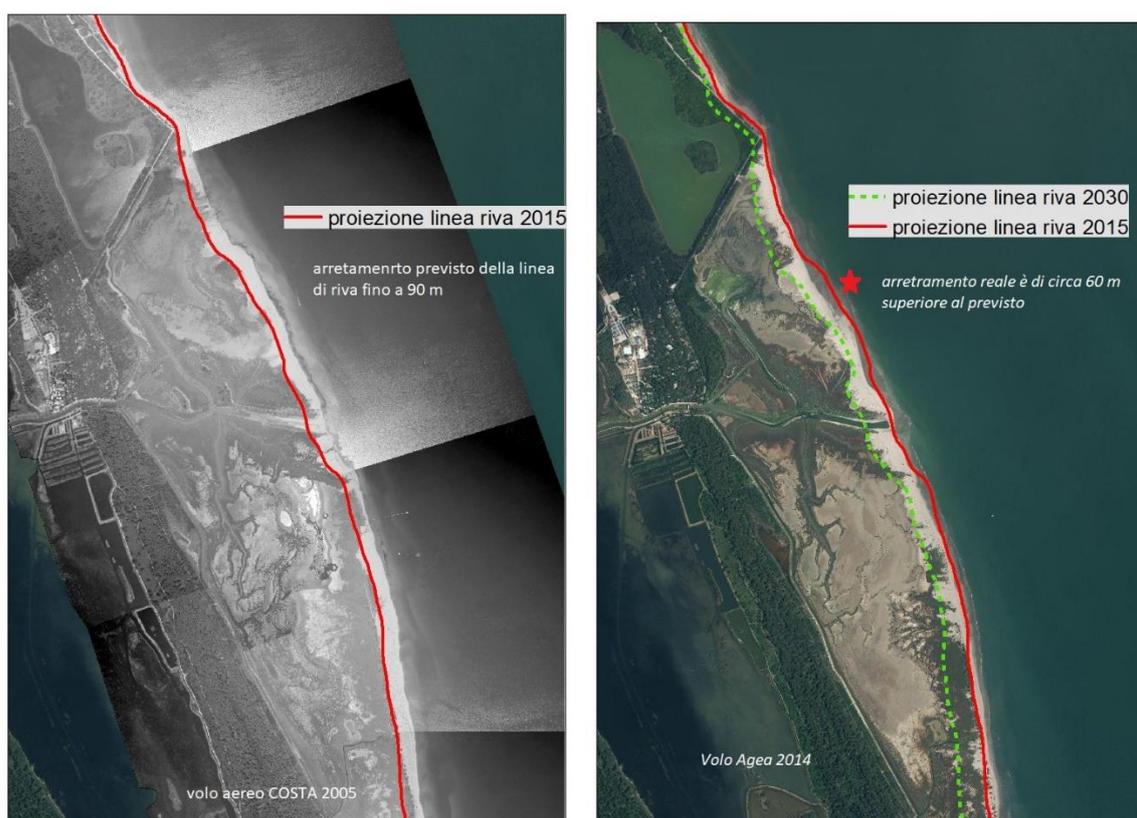


Figura I.3.4-7: L'immagine a sinistra rappresenta la proiezione della linea di riva al 2015 sovrapposta al volo aereo Costa 2005. Nell'immagine a fianco la stessa linea e la proiezione al 2030 sono proiettate sull'immagine del Volo Agea 2014.



Figura I.3.4-8: L'immagine a sinistra rappresenta la proiezione della linea di riva al 2015 sovrapposta al volo aereo Costa 2005. Nell'immagine a fianco la stessa linea e la proiezione al 2030 sono proiettate sull'immagine del Volo Agea 2014.

### I.3.5. I tratti critici della costa emiliano-romagnola

Uno dei principali obiettivi del quadro conoscitivo è l'individuazione e la caratterizzazione dei tratti critici del litorale. In tali zone sarà necessario realizzare approfondimenti conoscitivi, progettare interventi di difesa più efficaci o stabilire modalità di gestione dei litorali volte a ridurre la vulnerabilità ai fenomeni di erosione costiera e inondazione marina.

Lo studio realizzato ha permesso di attribuire ai tratti critici diversi livelli di fragilità e di individuare alcune azioni prioritarie.

#### I.3.5.1. Metodologia

La metodologia adottata si basa sulla raccolta, l'analisi e la combinazione di diverse fonti informative, di seguito elencate. I risultati preliminari, derivati da una prima elaborazione in ambiente GIS e interpretati da tecnici specializzati, sono stati sottoposti alla revisione di tutto il gruppo di lavoro degli esperti regionali che operano in ambito costiero, in modo da arrivare ad una valutazione finale condivisa.

1. classificazione della costa in base alla **"Susceptibilità totale ai fenomeni di erosione e inondazione marina (SI\_TOT)"** elaborata con dati aggiornati al 2014. L'elaborazione di questo indicatore si basa sulla combinazione di diversi fattori relativi a:
  - a. morfologia (ampiezza e quota della spiaggia e valutazioni sul dosso costiero);
  - b. evoluzione (dinamica della linea di riva nel breve e nel lungo periodo);
  - c. pressione antropica, calcolata sulla base delle infrastrutture presenti nei primi 300 m dalla linea di riva.

I risultati consentono di valutare la propensione del litorale all'erosione e all'inondazione sul lungo periodo. Non fotografa, invece, lo stato attuale in cui versano le spiagge.

La metodologia è descritta, in dettaglio, nel rapporto tecnico, disponibile online<sup>43</sup> (*Perini et al 2019*).

La suscettibilità ai fenomeni di erosione e inondazione è stata analizzata separatamente, attraverso un'analisi spaziale pesata, e successivamente è stata elaborata la sommatoria delle due. La classificazione originale si basa su 5 classi di suscettibilità (da SI\_TOT=1, meno suscettibile a SI\_TOT=5 più suscettibile), mentre ai fini del presente lavoro abbiamo sintetizzato la valutazione definendo 3 classi di SI\_TOT:

- ALTA (classi 4 e 5);
- MEDIA (classe 3);
- BASSA (classi 1 e 2).

Tale classificazione, quindi, è stata applicata alle celle del sistema SICELL (si veda paragrafo I.1.2.8.). Alle celle dove ricadono più classi di suscettibilità è stata attribuita un'unica classe sulla base delle condizioni attuali del litorale.

2. classificazione delle celle del sistema SICELL rispetto al fenomeno dell'erosione (**classificazione ASPE**). Essa deriva dai monitoraggi topo-batimetrici delle spiagge emerse e sommerse, condotti da Arpae ogni 6 anni (vedi paragrafo I.2.2.2), e fornisce una classificazione delle celle che si trovano in erosione (**E**), in avanzamento (**A**), stabilizzate grazie al costante apporto di sedimento proveniente da fonti esterne al sistema o da altri tratti di costa (**P**), o stabili (**S**). Il lavoro di riferimento è *Lo stato del Litorale al 2018*<sup>44</sup>;
3. gli **scenari attesi per il futuro** derivano dal confronto tra le mappe di pericolosità all'inondazione marina aggiornate nel 2019 e le mappe di pericolosità al 2100. Queste ultime rappresentano la potenziale pericolosità all'allagamento della costa al 2100 per scenari di mareggiata P2 (poco frequenti), tenendo conto degli effetti della subsidenza e dell'innalzamento del livello del mare. Il lavoro di riferimento è la pubblicazione *Perini L.et al., 2017*<sup>45</sup>.

In questo caso alle celle del sistema SICELL sono state attribuiti i seguenti valori:

- Stabile (S);
- Peggioramento lieve (PL);
- Peggioramento sensibile (PS).

Alcune celle sono state attribuite alla classe PS per motivi diversi, in particolare:

- le celle 94-95-96 (Zona sud Bellocchio-Foce Reno Nord), che presentano tassi di arretramento della linea di riva molto elevati (fino a 10 - 15 m/a), saranno oggetto di gravi fenomeni erosivi al 2100 nel caso non si intervenga con azioni di forte contrasto;
- la cella 117, dove manca l'analisi delle aree allagabili e dove le quote basse e il ridotto apporto sedimentario possono determinare l'annegamento della morfologia nel lungo periodo.

4. le criticità osservate direttamente in campo dai servizi di area e sintetizzate nei seguenti gruppi:

Tipo criticità	Problematiche principali	Necessità evidenziate
----------------	--------------------------	-----------------------

<sup>43</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa>

<sup>44</sup> <https://www.arpae.it/it/documenti/pubblicazioni/slem-arpae-2020-web-leggera.pdf>

<sup>45</sup> <https://doi.org/10.5194/nhess-17-2271-2017>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Sistema Fisico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zone in erosione</li> <li>- Zone soggette a inondazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ripristino della spiaggia attraverso ripascimenti</li> <li>- Ricostruzione/ripristino cordoni dunosi</li> <li>- Approfondimenti conoscitivi per progettare interventi conservativi</li> </ul>
Ambientale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chiusura bocche lagunari/porti/canali</li> <li>- Insabbiamenti e tomboli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dragaggi</li> <li>- Manutenzione delle opere per migliorare la qualità delle acque</li> </ul>
Gestionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opere ancora funzionanti per le quali è comunque da programmare una revisione</li> <li>- Zone che possono essere dragate per movimentare la sabbia da una zona all'altra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenzioni opere</li> <li>- Trasferimento sedimenti</li> </ul>
Opere	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opere non più funzionali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ricostruzione /rifacimenti/interventi di manutenzione importanti sulle opere esistenti</li> </ul>
Plurime	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problematiche che possono riguardare la spiaggia, le opere o le infrastrutture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diverse tipologie di necessità</li> </ul>

Le criticità al sistema fisico e delle opere sono quelle che determinano un maggior peso nella classificazione finale dei tratti critici.

Nella mappa di sintesi (Figura A.I.3.5.1-1) dei tratti critici sono state evidenziate con il colore rosso le zone in cui sono prevalenti le celle con valori alti di suscettibilità ( $SI_{tot} = 4-5$ ), dove prevalgono le celle in erosione (E) o in stato precario (P) e dove gli scenari futuri indicano un probabile peggioramento (PS). In queste zone sono segnalate problematiche specifiche alle morfologie costiere e alle opere di difesa. Nei successivi paragrafi si riportano i dati e le considerazioni risultanti dall'analisi, nelle tabelle sono indicate in rosso le località a criticità maggiore, in giallo quelle a criticità media. Per la numerazione e l'estensione delle celle si faccia riferimento al paragrafo I.1.2.8



Figura A.I.3.5.1-1: tratti critici della costa regionale

### I.3.5.2. I tratti critici della provincia di Ferrara

Nel territorio ferrarese sono presenti diversi tratti critici e di difficile gestione: il principale problema è legato all'estrema riduzione di apporto solido di sedimento dai fiumi (descritto nel capitolo I.3.1 - Rischi costieri e fattori influenti). Si segnalano due tratti particolarmente

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

problematici: i Lidi Ferraresi nord e Bellocchio-Reno, che sono da affrontare con priorità rispetto ad altre zone. L'altra zona che merita un approfondimento, anche se ad oggi i parametri non evidenziano un rischio imminente, è la Sacca di Goro, e in particolare la zona di Foce del Po di Goro e il suo Scanno. I restanti tratti di costa richiedono comunque:

- manutenzione ordinaria/straordinaria delle opere o della spiaggia;
- dragaggi per motivi di efficienza e/o ambientali.

TRATTI CRITICI PROVINCIA FERRARA				
Denominazione Macro/celle Lunghezza	Tipologia costa	Problematiche	Priorità	Parametri
SCANNO DI GORO M7, cella 117 (5.000 m)	P-N c.a. 70% della costa a tipologia naturale, 15% opere (pennelli) sperimentali e 15% difese miste trasversali longitudinali non più efficaci	Rischio di annegamento sul lungo periodo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• riduzione dell'apporto sedimentario (riduzione della dimensione dello spit con diminuzione della a funzione di difesa rispetto alla Sacca)</li> <li>• l'innalzamento del livello del mare determinerà episodi frequenti di inondazione/scavalca mento</li> </ul>	Necessarie valutazioni sull'evoluzione di "lungo periodo" e sulle strategie di utilizzo dell'intera Sacca di Goro (aspetti ambientali, turistici, economici, funzione di difesa del territorio del comune di Goro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI_t</li> </ul> tot: ND <ul style="list-style-type: none"> <li>• AS</li> </ul> PE: E <ul style="list-style-type: none"> <li>• SA:</li> </ul> PS (ipotetico)
FARO DI GORO M7, cella 116 (1.000 m)	P-N costa a prevalenza naturale, solo zona limitrofa al faro (c.a. 170 m) protetta da elementi trasversali a mare. Argini/muretti a protezione dagli eventi di inondazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• smantellamento dell'apparato di foce (porzione sommersa)</li> <li>• occlusione della foce del Po di Goro con tendenza a recuperare la direzione di sbocco originaria verso sud</li> <li>• a rischio esistenza del faro</li> <li>• scarsa profondità della spiaggia antistante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• necessità di un'analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale</li> <li>• intervento di riqualificazione dell'area con ridefinizione complessiva della destinazione d'uso (difesa sicurezza navigazione, attività ricettive, nuove opere di difesa sia spondali che verso mare).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI_t</li> </ul> tot: ND <ul style="list-style-type: none"> <li>• AS</li> </ul> PE: E <ul style="list-style-type: none"> <li>• SA:</li> </ul> PS
SACCA DI GORO	P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• assenza argine di difesa</li> </ul>	Considerato l'elevato valore ambientale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI_</li> </ul> TOT: ND

TRATTI CRITICI PROVINCIA FERRARA				
Denominazione Macro/celle Lunghezza	Tipologia costa	Problematiche	Priorità	Parametri
M7, cella 112 (750 m)	Argine in terra non più funzionale per la difesa dall'ingressione marina	<ul style="list-style-type: none"> <li>morfologia di dune e barene non più in grado di ostacolare l'ingressione marina</li> </ul>	dell'area analizzare l'opzione "difesa verde", ovvero la costruzione di un argine da erigere con tecniche di ingegneria naturalistica (duplice funzioni di difesa/viabilità)	<ul style="list-style-type: none"> <li>AS</li> <li>PE: ND</li> <li>SA: PS</li> </ul>
LIDI FERRARESI NORD M6, da cella 104 a cella 109 (10.610 m)	P-N c.a. 50% della costa è protetto da barriere longitudinali distaccate emerse, c.a. 25% da difese radenti. Tratto restante costituito da costa naturale e costa protetta con opere miste trasversali-longitudinali.	<ul style="list-style-type: none"> <li>erosione cronica per assenza di apporti (interrotta dai moli di Porto Garibaldi)</li> <li>scogliere foranee non più efficienti dal punto di vista idraulico</li> <li>tratti di argine in stato critico (106-107-108), zone alta suscettibilità</li> <li>forte riduzione dei pochi tratti discontinui di dune naturali ancora esistenti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>necessità di un'analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale</li> <li>interventi di ripascimento straordinari e ordinari</li> <li>innalzamento quote infrastrutture</li> <li>grandi interventi di ripristino/rifacimento argini</li> <li>opere di ingegneria naturalistiche per salvaguardare i cordoni dunosi naturali ancora esistenti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_</li> <li>TOT: A/M</li> <li>AS</li> <li>PE: E/P</li> <li>SA: PS.</li> </ul>
LIDO SPINA SUD-RENO BELLOCCHI O M5, da cella 98 (parziale) a cella 96 (prosegue a RA fino a cella 92) (4.480 m)	N Criticità inizia nella settore meridionale della cella 98, presenza opere di difesa mista in cella 97 e cella 96 nord. Argini interni di protezione all'ingressione marina cella 96	<ul style="list-style-type: none"> <li>hot-spot erosivo (-12/15 m/a)</li> <li>assenza apporto sedimento</li> <li>elevata pericolosità all'inondazione dell'entroterra retrostante</li> <li>perdita/trasformazione ecosistemi</li> </ul>	Necessarie valutazioni sugli scenari evolutivi di breve e lungo periodo: <ul style="list-style-type: none"> <li>confronto con il mondo scientifico, recupero studi pregressi</li> <li>analisi proiezioni future</li> <li>analisi costi/benefici sulle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_</li> <li>TOT: A</li> <li>AS</li> <li>PE: E</li> <li>SA: PS.</li> </ul>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

TRATTI CRITICI PROVINCIA FERRARA				
Denominazione Macro/celle Lunghezza	Tipologia costa	Problematiche	Priorità	Parametri
		<ul style="list-style-type: none"> <li>cambio assetto intera costa</li> </ul>	scelte di intervento o non intervento	

TIPO COSTA: N = naturale, P = Protetta, F=Fittizia

SI\_TOT, Suscettibilità totale ai fenomeni di erosione e inondazione marina - A = ALTA, M = MEDIA, B = BASSA

ASPE - A = ACCUMULO, S = STABILE, P = EQUILIBRIO PRECARIO, E = EROSIONE

SA, Scenari Attesi - S = STABILE, PL = PEGGIORAMENTO LIEVE, PS = PEGGIORAMENTO SENSIBILE

Di seguito si riportano alcuni dettagli, con immagini, relative a impatti da mareggiata (erosione, allagamenti ecc.) che hanno interessato le località di Lidi ferraresi nord e Lido di Spina Sud-Reno Bellocchio, individuate come quelle a maggior criticità per la provincia di Ferrara.

<p>LIDO DI VOLANO Evento dicembre 2021</p>	
--	--

<p>LIDO DI VOLANO Evento febbraio 2019</p>	
<p>LIDO DI VOLANO Evento novembre 2019</p>	 <p>Lido di Volano</p>
<p>LIDO DELLE NAZIONI Evento febbraio 2015</p>	

<p>LIDO DELLE NAZIONI Evento febbraio 2015</p>	
<p>LIDO DI SPINA Evento febbraio 2019</p>	
<p>LIDO DI SPINA Evento novembre 2019</p>	 <p>Lido di Spina sud - Jamaica</p>

LIDO DI SPINA  
Evento febbraio  
2015



LIDO DI SPINA  
Evento febbraio  
2015



### I.3.5.3. I tratti critici della provincia di Ravenna

Il ravennate presenta criticità differenziate nei diversi settori, in relazione ai fenomeni di dissesto prevalenti (erosione e/o inondazione) e alle caratteristiche morfologiche. Le dune costiere sono presenti in ampi tratti, tuttavia sono spesso frammentate e in condizioni di degrado. Inoltre, le zone retrostanti hanno quote prossime o inferiori al livello del mare. L'area, per queste condizioni predisponenti all'inondazione, è particolarmente vulnerabile agli effetti dell'innalzamento del livello del mare.

Le zone maggiormente critiche sono Reno-Bellocchio e il tratto Lido Adriano-Lido di Dante: per tutte le altre sottoelencate è comunque richiesto nel breve termine un idoneo programma di gestione.

TRATTI CRITICI PROVINCIA RAVENNA				
Denominazione Macro/celle Lunghezza	Tipologia costa	Problematiche	Priorità	Parametri
RENO BELLOCCHIO M5, da cella 95 a cella 93 (proseguimento del tratto FE celle 98-96) (3.020 m)	N costa naturale, presenza di argini interni di protezione all'ingressione marina	Hot-spot erosivo (- 12/15 m/a): • assenza apporto sedimento • elevata pericolosità all'inondazione • perdita/trasf ormazione ecosistemi • cambio assetto intera costa	Necessario valutare rapidamente gli scenari evolutivi di breve e lungo periodo: • confronto con il mondo scientifico, recupero studi pregressi • analisi proiezioni future • analisi costi/benefici sulle scelte di intervento o non intervento	• SI_ tot: A • AS PE: E • SA: PS
POLIGONO MILITARE M5, da cella 90 a cella 92 (3.570 m)	P-N celle 90-91 opere longitudinali aderenti (poco funzionali), c.a. 20% del tratto costituito da naturale (nord foce fiume Reno)	Opere degradate ed elevata pericolosità all'inondazione	• analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale • necessari accordi con le autorità militari per gestire adeguatamente il sistema di difesa	• SI_ tot: A • AS PE: S • SA: PS
PUNTA MARINA M4, celle 78-77 (4.600 m)	P-N c.a. 10% costituito da costa naturale (settore settentrionale), 90% protetto da	Hot-spot erosivo	• analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale	• SI_ tot: M-B • AS PE: E • SA: PS

TRATTI CRITICI PROVINCIA RAVENNA				
Denominazione Macro/celle Lunghezza	Tipologia costa	Problematiche	Priorità	Parametri
	sistema barriere longitudinali emerse con varchi e pennelli		<ul style="list-style-type: none"> <li>nel breve periodo: interventi di ripascimento straordinari e ordinari</li> </ul>	
LIDO ADRIANO-FIUMI UNITI M4, celle 76-75-74 (3.190 m)	P circa 80% protetto da barriere longitudinali distaccate; argine radente (cella 74) o interno alla foce (cella75)	Hot-spot erosivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>smantellamento foce Fiumi Uniti</li> <li>tassi subsidenza elevati</li> </ul>	Necessaria analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale Nel breve periodo: <ul style="list-style-type: none"> <li>interventi di ripascimento straordinari e ordinari</li> <li>possibile arretramento-innalzamento infrastrutture</li> </ul> Nel lungo periodo: <ul style="list-style-type: none"> <li>riduzione tassi subsidenza</li> <li>valutazione su apporti sedimentari da fonti esterne e/o interne da definire</li> <li>ripristino morfologie (dune)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_ tot: A</li> <li>AS PE: E/P</li> <li>SA: PS</li> </ul>
LIDO DI DANTE - FOCE BEVANO M4 celle 73-72-71 (2.210 m)	P c.a. 60% protetto da sistema barriere longitudinali e pennelli (a fronte dell'abitato di Lido di Dante)	Hot-spot erosivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Risente dello smantellamento di foce Fiumi Uniti</li> <li>tassi subsidenza elevati</li> </ul>	Necessaria analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale Nel breve periodo: <ul style="list-style-type: none"> <li>interventi di ripascimento straordinari e ordinari</li> <li>possibile arretramento-innalzamento infrastrutture</li> </ul> Nel lungo periodo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_ tot: A</li> <li>AS PE: E/P/A</li> <li>SA: PS</li> </ul>

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

TRATTI CRITICI PROVINCIA RAVENNA				
Denominazione Macro/celle Lunghezza	Tipologia costa	Problematiche	Priorità	Parametri
			<ul style="list-style-type: none"> <li>nel lungo periodo: riduzione tassi subsidenza; valutazione su apporti sedimentari da fonti esterne e/o interne da definire</li> <li>ripristino morfologie (dune)</li> </ul>	
LIDO DI SAVIO M3, cella 63 (2.070 m)	P totalmente protetto da barriere longitudinali distaccate emerse con soglie sofolte	Quote basse, elevata vulnerabilità alle mareggiate	<ul style="list-style-type: none"> <li>analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale</li> <li>interventi di ripascimento straordinari e ordinari</li> <li>possibile arretramento o innalzamento infrastrutture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_</li> <li>TOT: A</li> <li>AS</li> <li>PE: S</li> <li>SA:</li> <li>PS</li> </ul>
MILANO MARITTIMA NORD M3, celle 60-61 (1.230 m)	N tratto di costa naturale	Quote basse e elevata vulnerabilità alle mareggiate	<ul style="list-style-type: none"> <li>analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale</li> <li>arretramento e/o adeguamento infrastrutture turistiche</li> <li>manutenzione spiaggia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_</li> <li>TOT: A</li> <li>AS</li> <li>PE: E/S</li> <li>SA:</li> <li>PS</li> </ul>

TIPO COSTA: N = naturale, P = Protetta, F=Fittizia

SI\_TOT, Suscettibilità totale ai fenomeni di erosione e inondazione marina - A = ALTA, M = MEDIA, B = BASSA

ASPE - A = ACCUMULO, S = STABILE, P = EQUILIBRIO PRECARIO, E = EROSIONE

SA, Scenari Attesi - S = STABILE, PL = PEGGIORAMENTO LIEVE, PS = PEGGIORAMENTO SENSIBILE

I tratti di costa rimanenti richiedono manutenzione ordinaria delle opere o della spiaggia per garantire la fruibilità di quest'ultima. Da sottolineare l'importanza di adeguare le strutture balneari: alcune infrastrutture sono infatti oggetto di frequente impatto in occasione delle mareggiate (vedi per esempio qualche bagno di Marina di Ravenna o Milano Marittima).

Nel Porto di Cervia si eseguono movimentazioni di sedimento ai fini ambientali e a Foce Lamone sono effettuati saltuari dragaggi con riutilizzo del sedimento ai fini della stabilizzazione della spiaggia sommersa.

Di seguito si riportano alcune immagini relative a impatti da mareggiata (erosione, allagamenti ecc.) che hanno interessato le località di Reno-Bellocchio, Lido Adriano-Fiumi Uniti, Lido di Dante-Foce Bevano, individuate come quelle a maggior criticità per la provincia di Ravenna.

<p>ENE DI BELLOCCHIO Evento febbraio 2015</p>	
<p>ENE DI BELLOCCHIO Evento febbraio 2015</p>	
<p>LIDO ADRIANO Evento febbraio 2015</p>	

<p>LIDO ADRIANO Evento febbraio 2015</p>	
<p>FOCE FIUMI UNITI Evento febbraio 2015</p>	
<p>LIDO DI DANTE- FOCE BEVANO Evento febbraio 2015</p>	

LIDO DI DANTE-  
FOCE BEVANO

Evento febbraio  
2015



LIDO DI DANTE-  
FOCE BEVANO

Evento febbraio  
2015



LIDO DI DANTE-  
FOCE BEVANO

Evento febbraio  
2015



### 1.3.5.4. I tratti critici della provincia di Forlì-Cesena

La costa della provincia di Forlì-Cesena presenta una diffusa criticità morfologica, ovvero quote basse della spiaggia e assenza del cosiddetto 'dosso costiero', elemento che costituisce l'insieme di elementi naturali o di rilevati artificiali con quote superiori ai 2 metri. Ciò conferisce all'area un'elevata pericolosità all'inondazione marina attuale e futura.

Le zone critiche più rilevanti attualmente sono, da nord a sud:

TRATTI CRITICI PROVINCIA FORLÌ-CESENA				
Denominazione Macro/celle Lunghezza	Tipologia costa	Problematiche	Priorità	Parametri
CESENATICO PONENTE (COLONIE) M3, celle 50 - 51 (1.600 m)	P-N c.a. 50% protetto da barriera longitudinale (Cella 50), 50% costa naturale	Hot-spot erosivo: elevata pericolosità all'inondazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>manutenzione ordinaria e straordinaria della spiaggia</li> <li>analisi costi/benefici per il mantenimento dell'assetto attuale o per le ipotesi alternative</li> <li>confronto con il mondo scientifico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_</li> <li>TOT: A</li> <li>AS</li> <li>PE: E</li> <li>SA:</li> <li>PS</li> </ul>
VALVERDE-VILLAMARINA - GATTEO M3, celle 47 - 46 - 45 (3.300 m)	P tratto totalmente protetto da sistema di barriere longitudinali emerse e varchi soglie soffolte	Hot-spot erosivo - elevata pericolosità all'inondazione e a fenomeni di overwash che interessano case e infrastrutture balneari - altre infrastrutture	Per garantire l'uso delle spiagge necessari: <ul style="list-style-type: none"> <li>interventi di ripascimento straordinari e ordinari</li> <li>manutenzione opere</li> <li>da valutare il possibile arretramento o innalzamento delle infrastrutture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_</li> <li>TOT: A</li> <li>AS</li> <li>PE: P</li> <li>SA:</li> <li>PS</li> </ul>
SAVIGNANO SUL RUBICONE E SAN MAURO M2, cella 43 - 42 (855 m)	P Sistema di barriere longitudinali emerse e varchi soglie soffolte	Hot-spot erosivo - elevata pericolosità all'inondazione	Manutenzione opere/soglie e ripascimenti annuali	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI_</li> <li>TOT: A</li> <li>AS</li> <li>PE: E</li> <li>SA:</li> <li>PS</li> </ul>

TIPO COSTA: N = naturale, P = Protetta, F=Fittizia

SI\_TOT, Suscettibilità totale ai fenomeni di erosione e inondazione marina - A = ALTA, M = MEDIA, B = BASSA

ASPE - A = ACCUMULO, S = STABILE, P = EQUILIBRIO PRECARIO, E = EROSIONE

SA, Scenari Attesi - S = STABILE, PL = PEGGIORAMENTO LIEVE, PS = PEGGIORAMENTO SENSIBILE

Altri punti da menzionare sono il porto di Cesenatico e la foce del Rubicone che presentano necessità classificate come 'ambientali', in particolare di dragaggi, che sono complessi e di difficile gestione a causa delle competenze distribuite tra enti diversi.

Anche nella provincia di FC, i tratti di costa rimanenti richiedono, comunque, manutenzione ordinaria delle opere o della spiaggia per garantirne la fruibilità.

Nel dettaglio di seguito si riportano alcune immagini relative a impatti da mareggiata (erosione, allagamenti ecc.) che hanno interessato le località di Cesenatico Ponente (Colonie) e Valverde-Villamarina - Gatteo, individuate come quelle a maggior criticità per la provincia di Forlì-Cesena.

<p>CESENATICO PONENTE COLONIE Evento dicembre 2020</p>	
<p>CESENATICO PONENTE COLONIE Evento febbraio 2015</p>	

<p>CESENATICO PONENTE COLONIE Evento febbraio 2015</p>	 A small, single-story white building with a teal roof and teal doors is situated on a wooden pier extending over the sea. The pier is made of weathered wooden planks. In the background, there are other buildings and a clear blue sky.
<p>VALVERDE Evento dicembre 2020</p>	 A view from the driver's perspective inside a car, looking out at a beach. The car's dashboard and steering wheel are visible in the foreground. In the background, there are buildings along the beach, including one with a sign that says "SPLASH & SUN". The sky is overcast and grey.
<p>VALVERDE Evento novembre 2019</p>	 An aerial view of a flooded beach area. Two buildings with blue roofs are partially submerged in muddy water. The water is turbulent, with white foam from waves crashing against the buildings. The surrounding area is a mix of sand and water.

VALVERDE  
Evento febbraio  
2015



VALVERDE  
Evento febbraio  
2015



VILLAMARINA  
Evento dicembre  
2020



*GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo*

<p>VILLAMARINA Evento febbraio 2015</p>	 An aerial photograph showing a coastal town with various buildings, including a large multi-story white building and several smaller structures. A beach is visible in the foreground, and the sea is to the right.
<p>GATTEO Evento dicembre 2020</p>	 A photograph of a beach with a dark, overcast sky. Buildings are visible in the background on the right side of the frame.
<p>GATTEO Evento febbraio 2015</p>	 A photograph showing a beach cleanup scene. A large pile of debris, including sticks, twigs, and plastic waste, is visible in the foreground. Buildings are visible in the background.

GATTEO  
Evento febbraio  
2015



### 1.3.5.5. I tratti critici della provincia di Rimini

Comparata alle altre province, la costa della provincia di Rimini non presenta un assetto morfologico particolarmente problematico, e la dinamica storica della linea di riva è meno intensa. Le zone critiche per erosione e/o inondazione sono limitate anche grazie agli interventi di manutenzione puntuale condotti negli anni. Quelle attualmente più rilevanti, da nord a sud, sono:

TRATTI CRITICI PROVINCIA RIMINI				
Denominazione Macro/celle Lunghezza	Tipologia costa	Problematiche	Priorità	Parametri
IGEA MARINA M2, celle 38-37 (1.340 m)	P tratto totalmente protetto da sistema di barriere longitudinali emerse e varchi soglie soffolte	Hot-spot erosivo	Il tratto va mantenuto attraverso interventi di ripascimento straordinari e ordinari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI_T</li> <li>OT: A</li> <li>• ASP</li> <li>E: E</li> <li>• SA:</li> <li>S</li> </ul>
MISANO PENNELLI M1, cella 12 (1.680 m)	P tratto totalmente protetto da sistema di barriere e trasversali e longitudinali emerse	Hot-spot erosivo	Il tratto va mantenuto attraverso: <ul style="list-style-type: none"> <li>• interventi di ripascimento straordinari e ordinari</li> <li>• rivalutazione delle opere presenti con analisi costi/benefici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI_T</li> <li>OT: M</li> <li>• ASP</li> <li>E: E</li> <li>• SA:</li> <li>PS</li> </ul>
RICCIONE SUD M1, cella 14 (1.000 m)	P tratto totalmente protetto da sistema di barriere e trasversali e longitudinali emerse	Hot-spot erosivo	Il tratto va mantenuto attraverso <ul style="list-style-type: none"> <li>• interventi di ripascimento straordinari e ordinari</li> <li>• rivalutazione delle opere presenti, in termini di efficacia e di impatto di quelle limitrofe (con analisi costi/benefici i)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI_T</li> <li>OT: M</li> <li>• ASP</li> <li>E: E</li> <li>• SA:P</li> <li>S</li> </ul>

TIPO COSTA: N = naturale, P = Protetta, F=Fittizia

SI\_TOT, Suscettibilità totale ai fenomeni di erosione e inondazione marina - A = ALTA, M = MEDIA, B = BASSA

ASPE - A = ACCUMULO, S = STABILE, P = EQUILIBRIO PRECARIO, E = EROSIONE

SA, Scenari Attesi - S = STABILE, PL = PEGGIORAMENTO LIEVE, PS = PEGGIORAMENTO SENSIBILE

Va comunque sottolineato che per operare una buona gestione delle spiagge tutto il litorale regionale necessita di:

- manutenzione delle opere di difesa e della spiaggia, al fine di garantire la fruibilità delle spiagge stesse alle attività turistiche;

- revisione delle opere (es. abbassamento della cresta) per migliorare la qualità delle acque e/o l'assetto di opere molto vecchie;
- dragaggio dei porti, ove necessario.

Nel dettaglio di seguito si riportano alcune immagini relative a impatti da mareggiata (erosione, allagamenti ecc.) che hanno interessato la località di Igea Marina, individuata come quella a maggior criticità per la provincia di Rimini.

<p>IGEA MARINA Evento dicembre 2020</p>	
<p>IGEA MARINA Evento febbraio 2015</p>	
<p>IGEA MARINA Evento febbraio 2015</p>	

## 1.4. Opere e interventi di difesa della costa

A partire dalla fine del 1800, con la fine della cosiddetta "piccola età glaciale" (datata tra 1300-1860 circa), l'apporto sedimentario dei fiumi si è fortemente ridotto e si sono innescati processi quali lo smantellamento delle foci fluviali e la rettificazione della linea di riva, tuttora in atto. Contestualmente è iniziata la fase di intensa antropizzazione della fascia costiera, ed i fenomeni di erosione dei litorali e di inondazione marina hanno interferito con gli insediamenti e le attività umane.

Nel corso dei successivi decenni, per contrastare tali eventi e proteggere gli abitati, le aree agricole e le spiagge, lo Stato ha finanziato la costruzione massiccia di opere di difesa, sia nell'entroterra che a mare. Queste ultime, nonostante abbiano favorito la stabilizzazione di molte spiagge, hanno comportato molteplici "effetti collaterali" negativi, evidenziati già nel *Piano Costa 1981* quali il peggioramento della qualità dei sedimenti dei fondali e delle acque di balneazione e la traslazione dei fenomeni erosivi ai litorali adiacenti. Monitoraggi e studi intrapresi sulla tematica del trasporto litoraneo dei sedimenti hanno inoltre accertato come l'eccessiva protezione della costa con opere di difesa (o portuali) rigide comporti l'interruzione dei flussi e la conseguente riduzione o addirittura l'azzeramento dell'apporto sedimentario, rendendo quindi vano l'effetto di protezione dai fenomeni meteo-marini.

Per questi motivi già a partire dagli anni '80, quando cominciava ad affermarsi una maggiore consapevolezza dei valori paesaggistico-ambientali, la Regione ha sperimentato nuove tecniche 'morbide' di protezione dei litorali, i ripascimenti, che gradualmente hanno assunto un ruolo decisivo. Questo ruolo è stato consolidato dopo l'approvazione delle *Linee Guida GIZC - D.G.R. 20 gennaio 2005, n. 645*, che hanno attribuito al 'ripascimento' la funzione di protezione da privilegiare per la conservazione delle spiagge dell'Emilia-Romagna. Sono quindi state avviate attività di ricerca delle fonti di sedimento utile, sia a mare con l'analisi dei depositi sedimentari marini relitti off-shore, sia a terra con studi preliminari sul trasporto delle sabbie fluviali.

In generale, negli ultimi anni, è emerso chiaramente come alcuni tratti della costa regionale soffrano di un deficit sedimentario irreversibile per cui, senza un idoneo approvvigionamento di sabbia da fonti esterne, potrebbe risulterne compromesso l'uso antropico. Questo rischio imminente potrebbe essere mitigato da misure di prevenzione, come l'avvio di un processo di arretramento degli abitati associato ad interventi di ripristino o la rinaturalizzazione dei cordoni dunosi lungo tutto la costa regionale, in modo da riportare le spiagge in equilibrio con le dinamiche litorali.

È evidente che i tempi di questa trasformazione potrebbero essere particolarmente lunghi, analogamente a quelli di un possibile ripristino del trasporto solido da parte dei fiumi.

Nei paragrafi seguenti si illustrano tutte le tipologie di intervento sopra-citate.

### **I.4.1. Le opere rigide**

La lunghezza di costa protetta con opere rigide all'anno 2020 è di circa 80 km, ovvero circa il 57% dello sviluppo totale del litorale. Tale lunghezza include gli argini radenti della Sacca di Goro, che nel tratto verso la foce separano direttamente il Po di Goro dall'omonima Sacca.

L'insieme delle opere presenti, tuttavia, ha uno sviluppo ampiamente superiore se si considera che, oltre alle opere a mare (tipo scogliere) e gli argini radenti, che hanno una prevalente funzione di contrasto al fenomeno dell'erosione costiera, nel retrospiaggia o nell'entroterra sono presenti argini eretti per proteggere abitati e zone agricole dai fenomeni di ingressione marina.

A seguito delle indicazioni dettate dal *Piano Costa 1981*, dal *Progetto di piano per la difesa dal mare* del 1996 e soprattutto dalle *Linee guida della Gestione Integrata delle Zone Costiere* del 2005, negli ultimi decenni è diminuito il ricorso alle opere rigide e gli interventi di questa tipologia sono mirati quasi esclusivamente alla modifica o riassetto delle protezioni esistenti.

Le opere di difesa rigide, individuate e mappate lungo il litorale regionale, sono state classificate seguendo le indicazioni dell'*Atlante delle spiagge Italiane* (CNR 1985), salvo lievi modifiche o nuove introduzioni come nel caso dei 'muretti' o 'infrastrutture minori'. Le tipologie riconosciute sono state confrontate/adattate alla nomenclatura riportata nell'*Atlante delle opere di sistemazione costiera* pubblicato da Apat (2007) e consistono in:

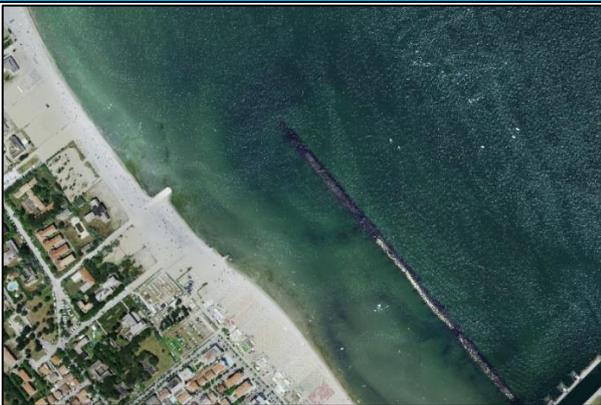
1. Argine interno
2. Infrastrutture minori
3. Muretto
4. Area portuale
5. Difesa area portuale
6. Foce armata
7. Foce armata soffolta
8. Difesa longitudinale aderente
9. Difesa longitudinale distaccata
10. Difesa longitudinale distaccata soffolta
11. Difesa longitudinale aderente soffolta
12. Difesa trasversale
13. Difesa trasversale soffolta
14. Pennello
15. Difesa mista
16. Difesa mista soffolta.

Le immagini seguenti offrono una panoramica delle principali tipologie di opere rigide a protezione della costa regionale.

Difese longitudinali distaccate emerse



Difese longitudinali distaccate soffolte



Difese longitudinali aderenti



Difese trasversali



Difesa mista (elementi trasversali e longitudinali associati)



Area portuale/foce fluviale



Argini interni



#### **I.4.1.1. Distribuzione delle opere rigide all'anno 2020**

La prima cartografia digitale delle opere di difesa rigide della Regione Emilia-Romagna è stata avviata nel 2002-2003, sulla base della fotointerpretazione del volo aereo più recente disponibile, l'IT2000. Lo scopo era quello di disporre di uno strumento conoscitivo e gestionale degli interventi di difesa e di monitorarne l'impatto sulla linea di riva e sui fondali.

Avendo colto l'importanza di ricostruire anche la storia evolutiva di tali elementi antropici (paragrafo I.4.1.3), e la loro influenza sui processi e le dinamiche costiere, contestualmente si è avviata anche la mappatura delle opere sulla base delle foto aeree 'storiche', precedentemente georeferenziate e orto-rettificate, recuperate dall'Area Geologia, Suoli e Sismica in archivi nazionali e regionali (Luciani P. e Perini L. 2010). Successivamente, a partire dal volo costa 2005, è stato realizzato il primo database delle opere, che oltre alla cartografia e alla classificazione della tipologia, contiene altre informazioni recuperate grazie confronto con gli uffici territoriali della regione (ex STB)

La procedura operativa adottata per la mappatura e classificazione delle opere può essere così schematizzata:

- fotointerpretazione e mappatura delle strutture rigide riconoscibili sulle foto aeree;
- classificazione delle opere utilizzando come riferimento le indicazioni fornite "dall'Atlante delle spiagge Italiane" del CNR (1985) e dall'"Atlante delle opere di sistemazione costiera" pubblicato da Apat (2007);
- misura dei parametri geometrici dell'opera (a partire dal 2005), ovvero lunghezza dell'opera, distanza da riva, ampiezza varchi ecc., e attribuzione del dato altimetrico alle opere emerse mediante confronto con il modello di elevazione digitale Lidar;
- raccolta dei dati costruttivi, disponibili presso i Servizi Tecnici Regionali;
- popolamento del geodatabase, sulla base della struttura di seguito descritta;
- verifica e pubblicazione dei cataloghi in WEB.

La stessa procedura viene ripetuta con frequenza dai 2 ai 5 anni, quando sono disponibili nuove immagini aeree della fascia costiera, meglio se accoppiate ai dati Lidar. La corretta fotointerpretazione delle immagini aeree permette il riconoscimento della maggior parte delle difese rigide emerse e soffolte presenti lungo il litorale regionale.

Nel caso delle opere emerse, vengono tracciati i limiti della porzione emersa delle opere pseudo - parallele o trasversali alla linea di riva, visibili al momento dello scatto della foto aerea. Quando le condizioni meteo marine sono ottimali è possibile intravedere anche la porzione sommersa dell'opera. Tuttavia, si è deciso di non mappare tale limite per evitare interpretazioni forzate quando i fotogrammi non sono sufficientemente nitidi.

Nel caso delle opere soffolte, invece, i limiti dell'opera vengono tracciati sulla base della foto aerea, in cui esse vengono individuate in corrispondenza di un'ombra scura geometricamente ben definita, e delle batimetrie che, generalmente, intercettano tali manufatti. Purtroppo, se lo scatto è avvenuto in condizioni di mare mosso, le opere soffolte possono essere confuse con vecchie opere emerse smantellate per erosione. In questi casi, l'attribuzione corretta dell'opera avviene dopo il confronto con i tecnici dei Servizi di area dell'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile. La risoluzione è variabile a seconda del periodo di appartenenza della foto passando dalla fotointerpretazione a scala indicativa 1:35.000 del volo 1943, alla scala 1: 10.000 o di maggior dettaglio per le immagini successive al 2000.

La mappatura in ambiente GIS permette di calcolare in automatico alcuni parametri geometrici, quali le dimensioni delle opere, e di ricavarne altri mediante semplici analisi come la distanza dalla

## ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

linea di riva o l'ampiezza dei varchi fra opere contigue. Un parametro molto importante quale l'altezza delle opere (m s.l.m.) è invece ricavabile dall'analisi dei dati altimetrici Lidar.

La lunghezza della costa regionale attualmente protetta con opere di difesa rigide è stata ricavata proiettando i tratti in cui sono state censite le opere, al 2020, sulla linea di riva più recente (2019), come da Figura I.4.1-1 e Tabella I.4.1-1.

Tale lunghezza è risultata pari a circa 80 km, ovvero il 57% della lunghezza totale, includendo la Sacca di Goro che è completamente protetta dal mare con difese radenti. Questo parametro è utilizzato come "Indicatore di risposte" (Capitolo 0).

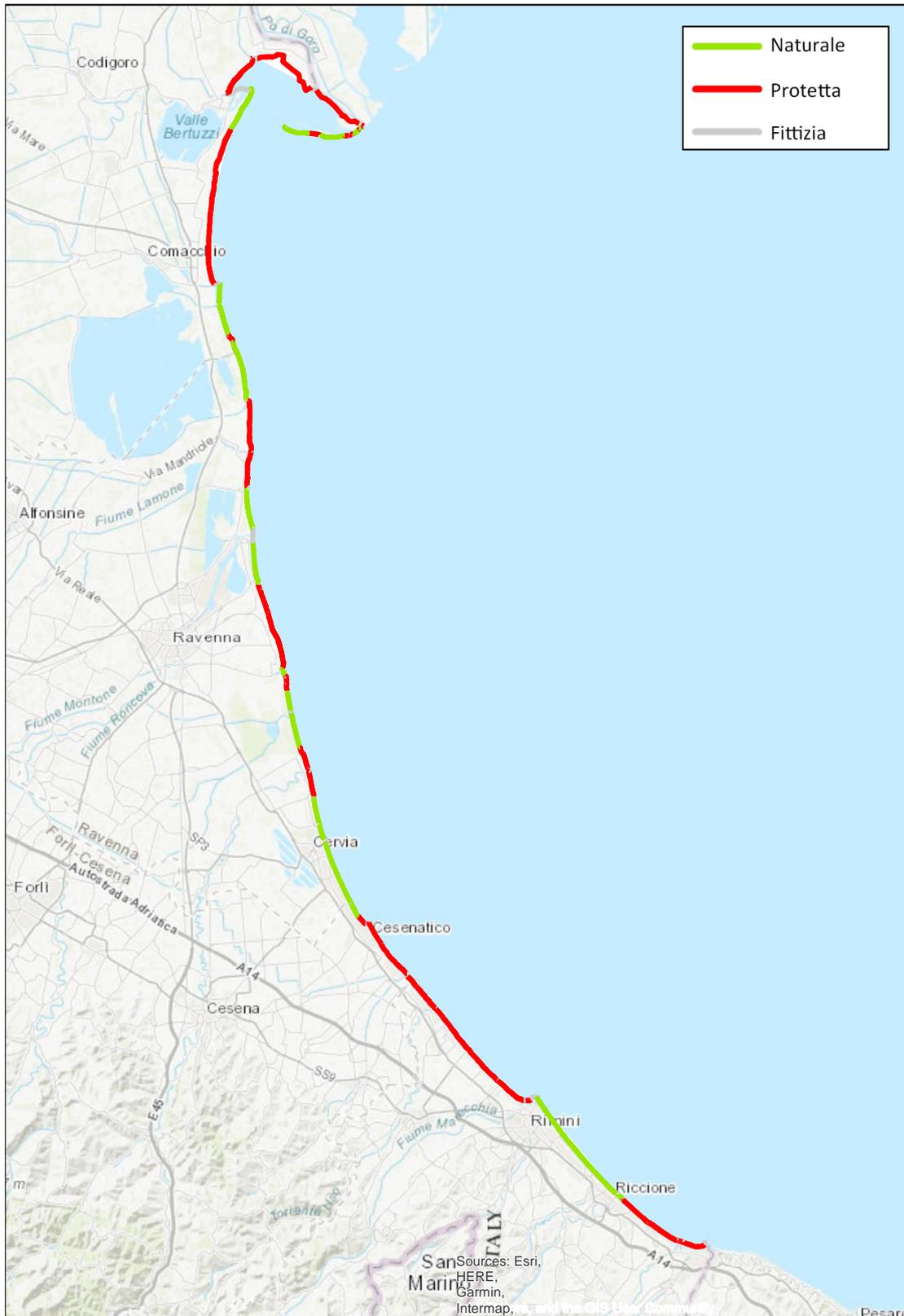


Figura I.4.1-1: Classificazione litorale emiliano-romagnolo al 2020

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Tipo costa	Lunghezza in km	Percentuale
Naturale	51,96	37%
Protetta	79,87 di cui 17,0 interni alla Sacca di Goro	57%
Fittizia	8,73 di cui 3,3 interni alla Sacca di Goro)	6%

*Tabella I.4.1-1: Classificazione della tipologia di costa al 2019*

Le lunghezze così ottenute sono state classificate sulla base della tipologia delle diverse opere, che prevede 8 'tipologici'. In Tabella I.4.1-2 sono riportati i valori delle lunghezze in km, mentre nel grafico di Figura I.4.1-2 sono riportati gli stessi valori in percentuale. I tipologici numerati da 1 a 7 sono quelli che interessano la linea di riva o la spiaggia sommersa e sono principalmente opere di contrasto all'erosione costiera (es: scogliere, pennelli, miste) e opere di difesa dall'ingressione marina (difese longitudinali aderenti), costruite dove la spiaggia è ormai scomparsa e che quindi evitano che l'erosione avanzi nell'entroterra.

La categoria 8 - *Argini interni*, rappresenta invece le difese posizionate nell'entroterra per fronteggiare le inondazioni marine particolarmente severe, poco frequenti o rare ai sensi della Direttiva Alluvioni. Tali opere si sviluppano principalmente nella provincia di Ferrara, per una lunghezza di 56 km: includono l'argine interno della Sacca di Goro, in gran parte parallelo a una difesa radente, l'argine cosiddetto "Acciaioli" (che si erge nell'entroterra tra Porto Garibaldi e Volano ad una distanza variabile da 500 a 1500 m dalla linea di riva) e altre porzioni di argini in terra distribuiti a tergo delle spiagge. Altri 10 km complessivi sono presenti nella provincia di Ravenna. Per i dettagli si rimanda alle schede monografiche per provincia (Parte F della Strategia GIDAC: *Monografie per tratti costieri provinciali*).

Categoria	Tipologia di opera	Lunghezza (km)
0	Litorali privi di difese rigide	52.0
1	Difese longitudinali distaccate emerse	40.4
2	Difese longitudinali distaccate soffolte	1.4
3	Difese longitudinali aderenti	17.8
4	Difese trasversali	1.9
5	Difesa mista (elementi trasversali e longitudinali associati)	13.7
6	Area portuale/foce fluviale	8.5
7	Argine fluviale	4.7
8	Argini interni	66

*Tabella I.4.1-2: classificazione della costa sulla base della presenza/assenza di opere di difesa rigide e della loro tipologia (in km) e lunghezza argini interni (in km) - catalogo opere 2020*

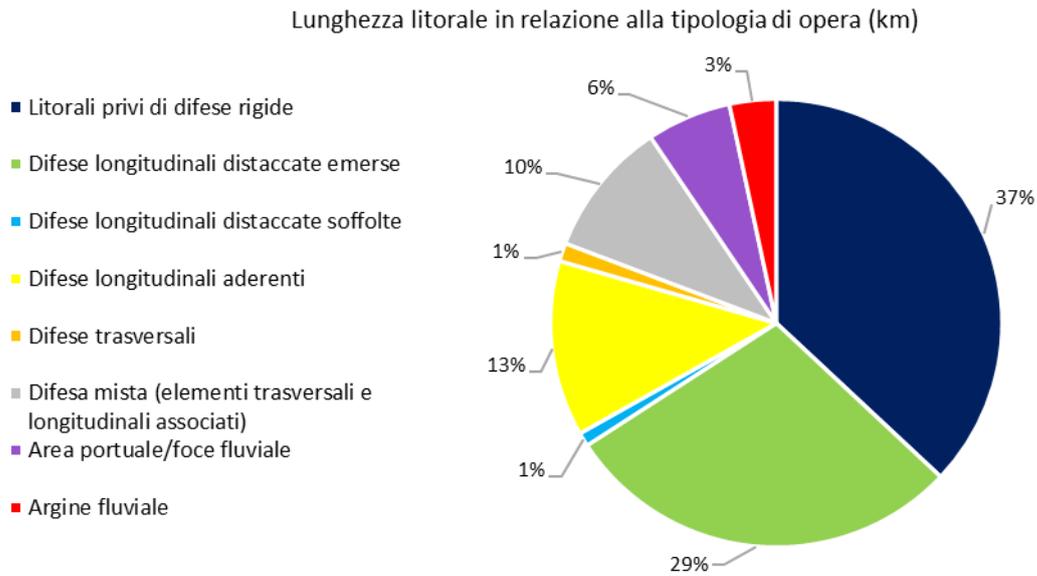


Figura I.4.1-2: classificazione della costa sulla base della presenza/assenza di opere di difesa rigide e della loro tipologia (lunghezza in %) - catalogo opere 2020

Nel calcolo complessivo di costa protetta sopra riportato sono incluse le classi da 1 a 5 più la classe 7.

Le opere maggiormente rappresentate sono quelle longitudinali distaccate emerse (che si estendono per il 29% della costa), a seguire le difese longitudinali aderenti (13%), quindi le opere miste, che associano opere longitudinali e trasversali (10%).

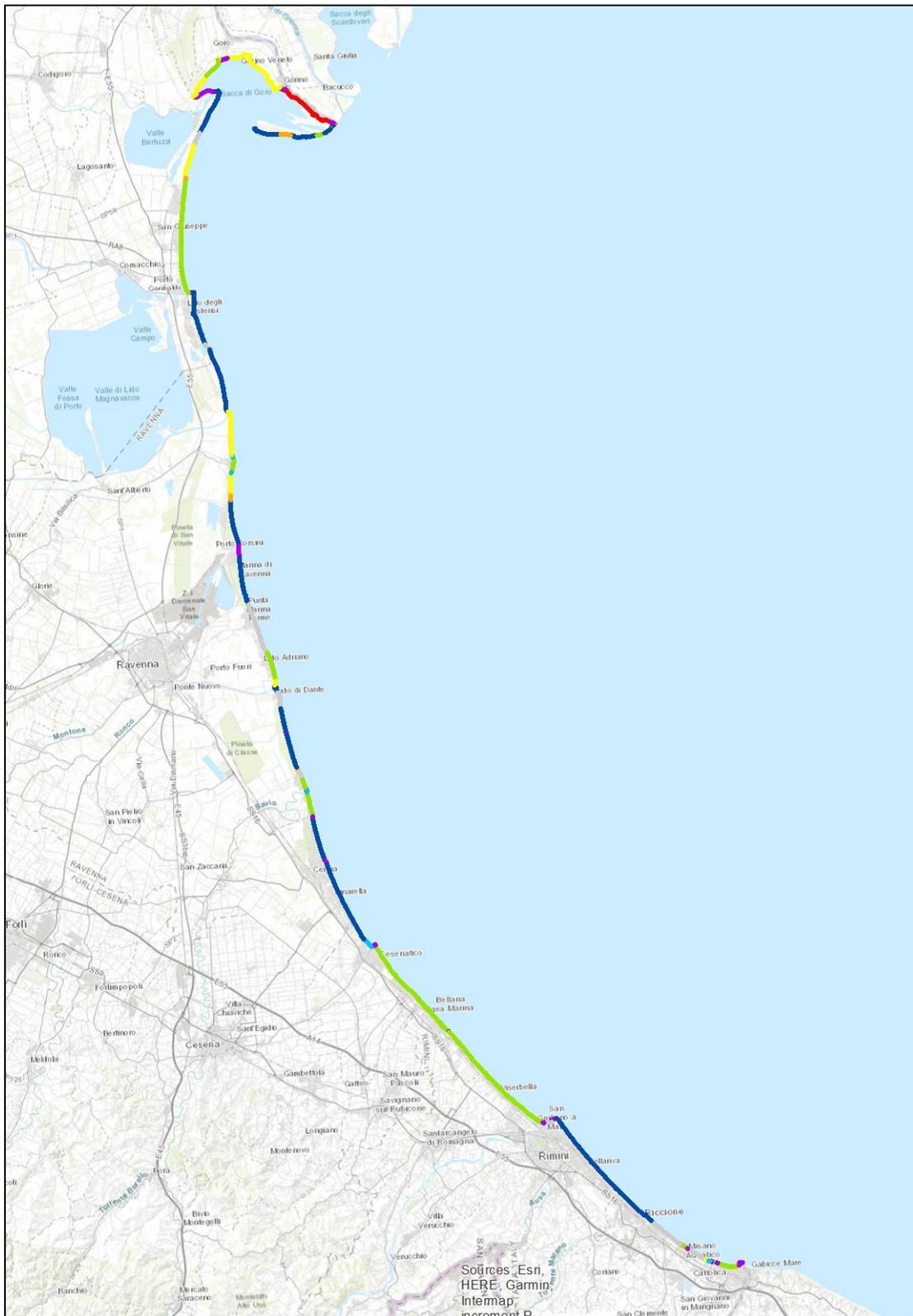


Figura I.4.1-3: Litorale emiliano-romagnolo, tratti protetti da opere di difesa rigide al 2020

### I.4.1.2. Distribuzione delle opere di difesa a scala provinciale

Nella tabella di seguito (Tabella I.4.1-3) è riportato il dettaglio della classificazione del litorale in base alla tipologia di opera presente a scala provinciale.

Il 63 % del litorale appartenente alla provincia di Rimini è occupato da opere di difesa, così come l'77% di quello appartenente alla provincia di Forlì - Cesena, il 42% di quello ravennate e il 51% del litorale ferrarese.

OPERE	PROVINCE	LUNGHEZZA LITORALE (KM)
Litorali privi di difese rigide	Rimini	10.9
	Forlì - Cesena	1.5
	Ravenna	24.9
	Ferrara	14.6
Difese longitudinali distaccate emerse	Rimini	16.1
	Forlì - Cesena	6.3
	Ravenna	6.9
	Ferrara	11.3
Difese longitudinali distaccate soffolte	Rimini	0.1
	Forlì - Cesena	0.9
	Ravenna	0.4
	Ferrara	0.0
Difese longitudinali aderenti	Rimini	0.2
	Forlì - Cesena	0.0
	Ravenna	5.8
	Ferrara	11.2
Difese trasversali	Rimini	0.0
	Forlì - Cesena	0.0
	Ravenna	0.8
	Ferrara	1.1
Difesa mista (elementi trasversali e longitudinali associati)	Rimini	5.3
	Forlì - Cesena	0.0
	Ravenna	6.0
	Ferrara	1.9
Area portuale/foce fluviale	Rimini	2.0
	Forlì - Cesena	0.6
	Ravenna	2.5
	Ferrara	4.4
Argine fluviale	Rimini	0.0
	Forlì - Cesena	0.0
	Ravenna	0.0
	Ferrara	4.7

*Tabella I.4.1-3: Classificazione del litorale in base alla tipologia di opera presente a scala provinciale*

### 1.4.1.3. Evoluzione della costa protetta dal 1943

I primi interventi di protezione rigida della costa emiliano-romagnola sono documentati nella cartografia tecnica 'Primo Impianto IGM del 1893', dove è mappato un argine che separa la Sacca di Goro (o dell'Abate) dalle valli in corso di bonifica e da una porzione del bosco della Mesola, assente nella cartografia antecedente. Le prime difese a mare (scogliere), sono state invece osservate a Porto Garibaldi nelle foto aeree del 1935.

L'evoluzione successiva degli interventi di difesa sulla costa e a mare è stata rapidissima, come evidente dal grafico sottostante Figura I.4.1-4 (Perini et al 2008).

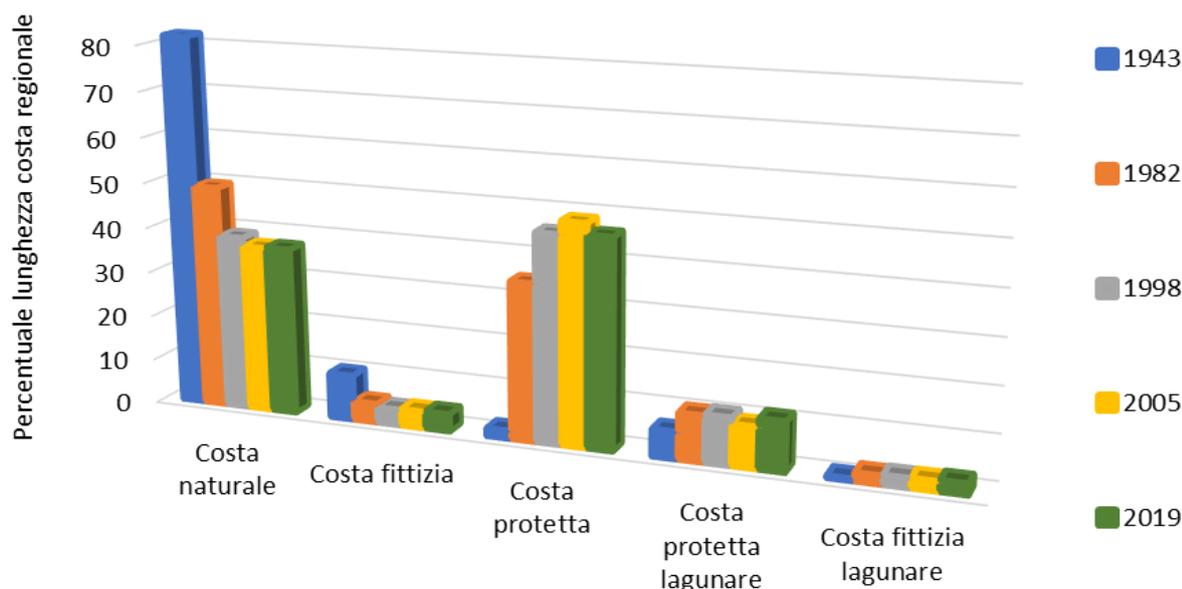


Figura I.4.1-4: Evoluzione della costa naturale, fittizia e protetta a partire dal 1943

Il periodo di sviluppo più intenso è stato il quarantennio dal 1943 al 1982, quando la costa protetta è aumentata dall'8% al 43,9%.

Nel 1943 i circa 9,7 Km di difese rigide erano per lo più rappresentati dagli argini della Sacca di Goro (7,5 km), mentre nel 1982 i circa 63,5 km di costa protetta risultavano costituiti per lo più da 'difese longitudinali distaccate' (scogliere emerse in massi) (49,1 km), e, in subordine, da difese trasversali (pennelli).

Dal 1982 al 1998 sono furono eretti ulteriori 15 km difese rigide, mentre negli ultimi 20 anni la situazione è rimasta sostanzialmente stabile, infatti, a fronte di poche nuove opere, altre sono state rimosse.

### 1.4.1.4. Impatti dovuti alla presenza delle opere rigide

Le opere di difesa rigide hanno generato diverse problematiche sia sulla qualità delle acque e dei fondali che sull'evoluzione morfologica della costa sottesa e di quella sottoflutto: queste strutture, infatti, interferiscono con la naturale dinamica sedimentaria della spiaggia e della duna. Le principali problematiche riscontrate in Emilia-Romagna (Perini et al. 2008) sono descritte nella tabella di seguito:

Tipologie di opere	Processi	Problematiche
Opere trasversali alla costa	- Interruzione del trasporto sedimentario long-shore	- Formazione di hot-spot erosivi nei tratti sottoflutto

Tipologie di opere	Processi	Problematiche
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accumulo/avanzamento tratto sopraflutto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linea di riva da rettilinea a “dente di sega” (Figura I.4.1-5)</li> <li>- Contrasto all’erosione blando e poco duraturo</li> </ul>
<p>Opere longitudinali distaccate (soprattutto scogliere emerse)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riduzione energia del moto ondoso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formazione di hot-spot erosivi nei tratti sottoflutto</li> <li>- Formazione di bassofondi e tomboli (Figura I.4.1-6)</li> <li>- Dislivelli accentuati entro-fuori opera con possibili problemi di stabilità sul lungo periodo (Figura I.4.1-7)</li> <li>- Scomparsa delle morfologie di spiaggia sommersa (Figura I.4.1-8 e Figura I.4.1-9)</li> <li>- Formazione di truogoli profondi in corrispondenza dei varchi (Figura I.4.1-10)</li> <li>- Stagnazione delle acque</li> <li>- Rischi per la balneazione</li> </ul>
<p>Opere longitudinali aderenti</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrasto all’erosione della costa dove la spiaggia è assente o quasi</li> <li>- Riduzione dell’ingressione marina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brusco approfondimento del profilo batimetrico immediatamente al piede della struttura (Figura I.4.1-7)</li> <li>- Escavazioni</li> <li>- Scomparsa morfologie spiaggia sommersa (Figura I.4.1-8 e Figura I.4.1-9)</li> </ul>
<p>Opere di difesa mista tipo “a celle”</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riduzione dell’ingressione marina</li> <li>- Riduzione energia del moto ondoso</li> <li>- Interruzione del trasporto sedimentario long-shore</li> <li>- Accumulo/avanzamento tratto sopraflutto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In prossimità dei varchi di comunicazione tra la cella e il mare aperto si individuano delle escavazioni profonde (4-7 m), dovute a correnti di ritorno a seguito di episodi di mareggiata, amplificate dalla struttura semichiusa della cella (Figura I.4.1-10)</li> </ul>

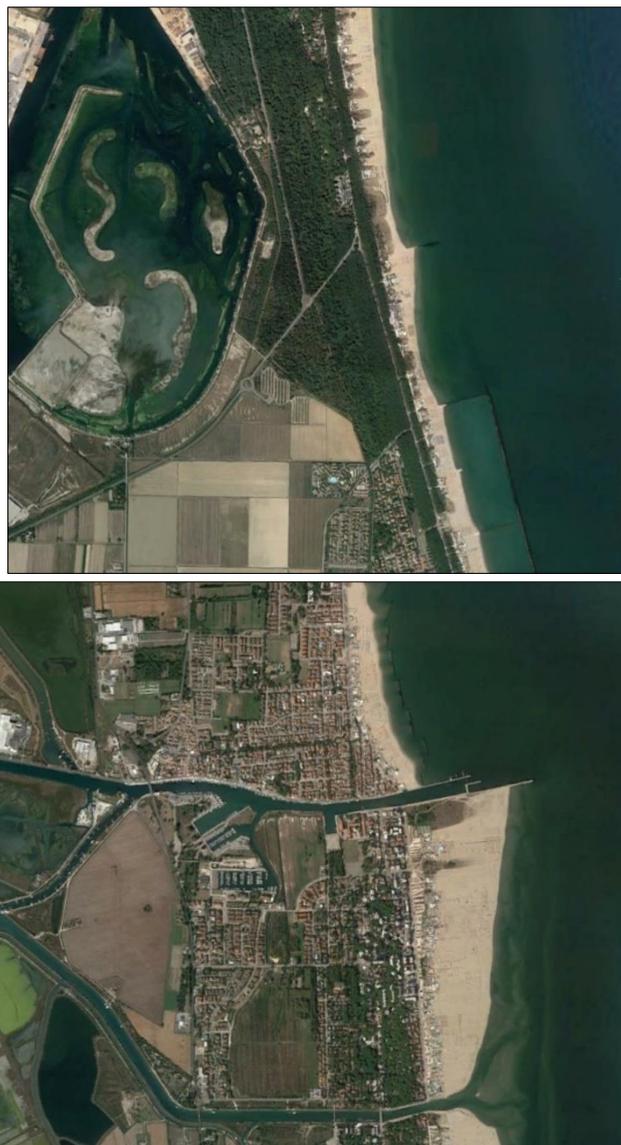


Figura I.4.1-5: Strutture trasversali: forte accrescimento della spiaggia lato sopraflutto dell'opera e sensibile arretramento della parte sottoflutto; a sinistra dettaglio opera a nord di Punta Marina (RA), a destra dettaglio Porto Garibaldi (FE).

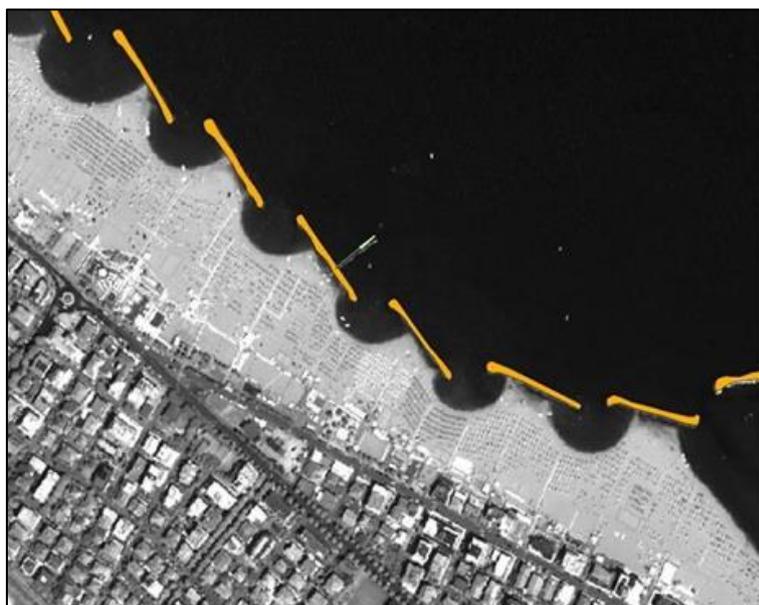


Figura I.4.1-6: Accrescimento della spiaggia e formazione dei tomboli a tergo di opere longitudinali distaccate emerse.

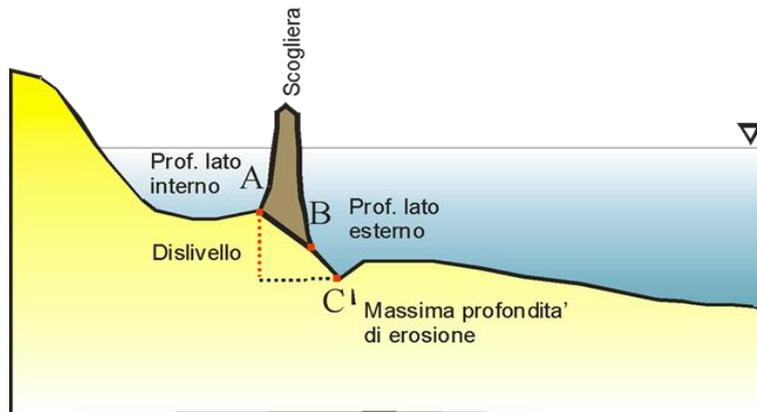


Figura I.4.1-7: Profilo batimetrico in corrispondenza di opere longitudinali distaccate emerse. La geometria è "a gradino" con possibili approfondimenti al piede della struttura (escavazioni)

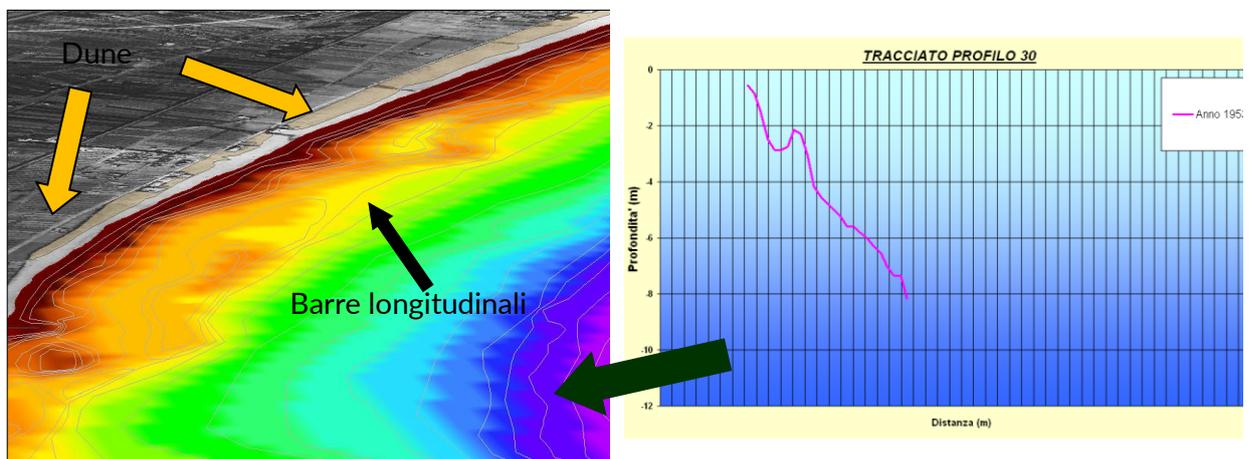


Figura I.4.1-8: A sinistra foto RAF 1943 e modello dei fondali ricostruito sulla base dei dati IIM 1950, a destra tracciato del profilo fondale anno 1953

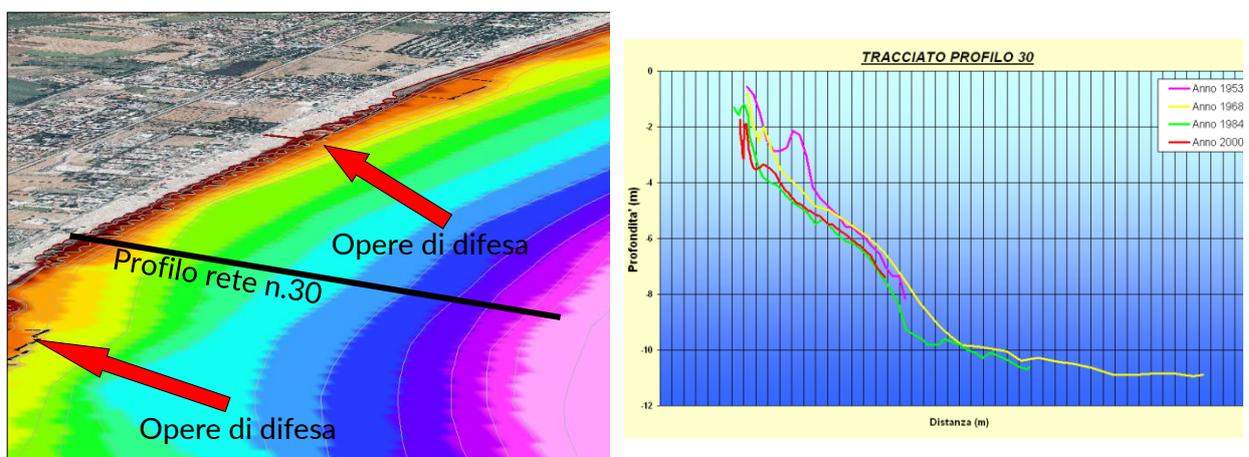


Figura I.4.1-9: A sinistra Foto IT 2000 e Modello dei fondali ricostruito sulla base dei dati RER 2000, a destra il confronto tra i tracciati del profilo fondale effettuati negli anni 1953, 1968, 1984, 2000.

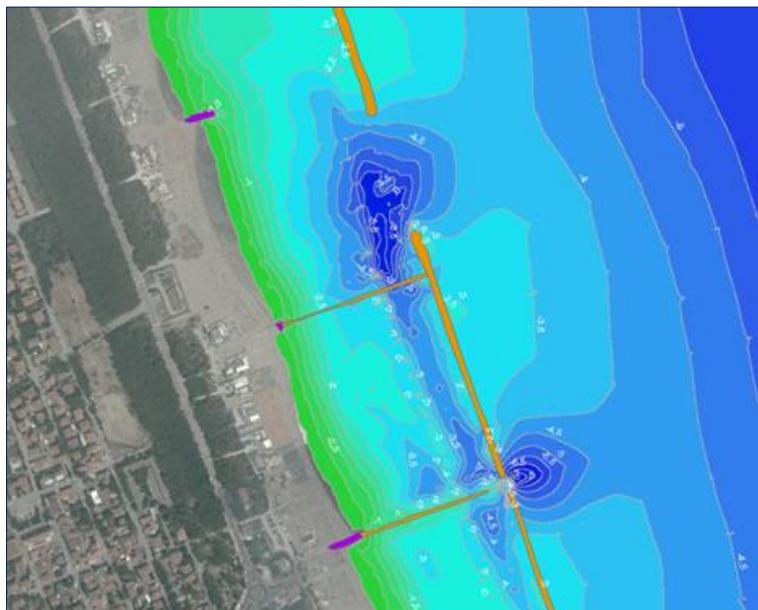


Figura I.4.1-10: Difesa mista "a celle" e truogoli (grigio scuro-nero) del fondale prodotti dalla corrente di reflusso in corrispondenza dei varchi interposti tra due scogliere attigue.

## I.4.2. Ripascimenti

Come anticipato in premessa, fino agli inizi degli anni '80 la difesa dall'erosione e dall'ingressione marina è stata realizzata prevalentemente con opere di difesa rigide quali scogliere, pennelli ed argini.

A partire dal 1983, in seguito alle indicazioni del Piano Costa 1981, si sono avviate le prime sperimentazioni di difesa della costa tramite ripascimento delle spiagge. Con il "*Progetto di piano per la difesa dal mare*" (Piano Costa, 1996) e, soprattutto, con le linee guida per la "*Gestione Integrata delle Zone Costiere*" (Delibera C.R. 20 gennaio 2005, n.645), questa tipologia di intervento è divenuta la nuova strategia di protezione, da privilegiare per i litorali regionali.

Il ripascimento, infatti, si configura come una tipologia di intervento a minor impatto ambientale e si concilia con la strategia di lungo termine basata sul riequilibrio delle spiagge ad opera degli apporti fluviali.

Nel 1983, sono stati apportati circa 600.000 m<sup>3</sup> di sabbia proveniente da cave dell'entroterra sulle spiagge di Riccione, Milano Marittima e Cesenatico Ponente. Nei 10 anni successivi (1984-1993) sono stati portati a ripascimento, in diverse località che presentavano gravi problemi di erosione, altri 2,1 milioni di m<sup>3</sup> di sabbia proveniente sempre da cave presenti nell'entroterra.

A partire dal 1993, e in modo più sistematico dopo la pubblicazione del Piano Coste 1996 e l'approvazione del Decreto Ministeriale del 24 gennaio 1996, relativo alla movimentazione e scarico dei materiali in ambito marino e costiero, si sono cominciate ad utilizzare diverse fonti di sabbia disponibili lungo il litorale, dando avvio a una nuova fase di realizzazione degli interventi di ripascimento in Emilia-Romagna.

L'alto costo del materiale da cava, l'impatto ambientale del trasporto via terra e, soprattutto, l'insufficienza della risorsa rispetto al fabbisogno, hanno spinto la Regione a finanziare il primo intervento di ripascimento con sabbie sottomarine.

Nel 2002 è stato attuato il primo ripascimento sfruttando le sabbie dei giacimenti sottomarini scoperti dal CNR e indagati da Idroser nel corso degli anni '80 (vedi sezione I.6). Nel cosiddetto "Progettone 1" sono stati apportati oltre 800.000 m<sup>3</sup> di sabbia in 8 località. In virtù dell'ottimo risultato di questo primo intervento, nel 2007 e 2016 sono stati effettuati altri due ripascimenti con sabbie offshore apportando rispettivamente 800.000 m<sup>3</sup> e 1,4 milioni di m<sup>3</sup>. Nella primavera del 2022, si è concluso il quarto ripascimento con sedimento proveniente dai giacimenti sottomarini, che ha apportato al sistema spiaggia circa 1,2 milioni di m<sup>3</sup>; è attualmente in corso la programmazione e progettazione dei monitoraggi post-intervento.

#### **I.4.2.1. Interventi straordinari: i ripascimenti con sabbie sottomarine**

I depositi sabbiosi offshore sono stati sfruttati nell'ambito degli interventi di ripascimento straordinari, denominati "Progettoni", condotti negli anni 2002, 2007, 2016 e 2022, apportando alle spiagge regionali circa 4.2 milioni di metri cubi di sabbia. Questi interventi hanno attenuato e sensibilmente compensato le perdite di sedimento dovute i processi erosivi in corso, come descritto nel paragrafo I.3.2.

L'attuazione dei 'Progettoni', complessa ed onerosa, prevede diverse fasi:

- l'individuazione di fondi, anch'essi straordinari;
- la scelta dei siti da alimentare;
- la definizione dei quantitativi di sedimento necessari;
- la programmazione e la realizzazione delle campagne di indagine pre- e post-intervento;
- la complessa procedura amministrativa che comprende anche le valutazioni di impatto ambientale, quando si opera in un sito di nuova istituzione o in area protetta.

Come si evince dai paragrafi seguenti, che sintetizzano i dati salienti delle aree interessate dai 'Progettoni', alcune località sono oggetto di interventi ricorrenti. La scelta di queste aree è determinata dagli alti tassi di erosione, dalla scarsa alimentazione naturale e dal fatto che la sabbia movimentata dalle correnti litoranee va ad alimentare anche i litorali limitrofi, garantendo il loro equilibrio, come evidenziato dai risultati dei monitoraggi realizzati nei 2-3 anni successivi agli interventi.

L'apporto significativo di materiale realizzato con questi interventi straordinari permette di gestire efficacemente per 4-5 anni i tratti più critici del litorale regionale, con semplici interventi di manutenzione ordinaria.



*Figura I.4.2-1: tubazioni posizionate lungo il litorale durante le operazioni di ripascimento per la distribuzione del materiale estratto dai giacimenti sottomarini*

#### I.4.2.1.1. Progettone 1

L'intervento è stato realizzato con una draga a strascico auto-caricante e refluyente (tipologico Figura I.4.2-2), della capacità di 6.000 m<sup>3</sup>, che ha prelevato il sedimento nel corpo sabbioso denominato C1, ubicato a circa 55 km dalle coste di Ravenna; alcuni dettagli sui depositi di prelievo sono riportati nel capitolo I.6. Il trasferimento delle sabbie ai siti designati è avvenuto tramite l'impiego di tubazioni sommerse in acciaio, posate tra la spiaggia e un terminale posto su un pontone al quale veniva ancorata la draga. Il punto di ancoraggio era scelto in modo da garantire un battente d'acqua compatibile con il carico. La miscela di acqua e sabbia refluita sulla spiaggia veniva distribuita con tubazioni parallele alla spiaggia, spostate a seconda delle necessità, e con mezzi che provvedevano poi a dare alla spiaggia il profilo topografico idoneo (Preti, 2002).

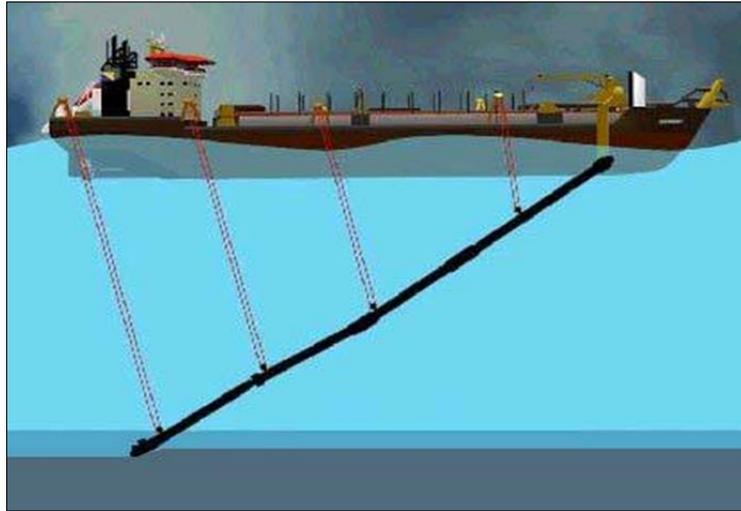


Figura I.4.2-2: Schematizzazione della draga utilizzata per gli interventi di prelievo delle sabbie dai giacimenti sottomarini

L'obiettivo dell'intervento era quello di ampliare la superficie di spiaggia e innalzare la quota, in modo da garantire la sicurezza delle infrastrutture retrostanti. La scelta dei siti è infatti ricaduta sulle località che presentavano un livello di rischio non solo per le infrastrutture turistiche ma, soprattutto, per i centri urbani o le aree di pregio retrostanti la spiaggia.

L'intervento ha interessato 8 località della costa centro-sud (Figura I.4.2-3), da Lido di Classe (RA) a Misano Adriatico (RN) per una lunghezza totale di circa 9 km di litorale. Un ulteriore tratto di costa, lungo circa 0,4 km, tra le località di Valverde e Villamarina, è stato alimentato grazie al trasporto su gomma di una parte di sabbia accumulata a Cesenatico (Zadina).

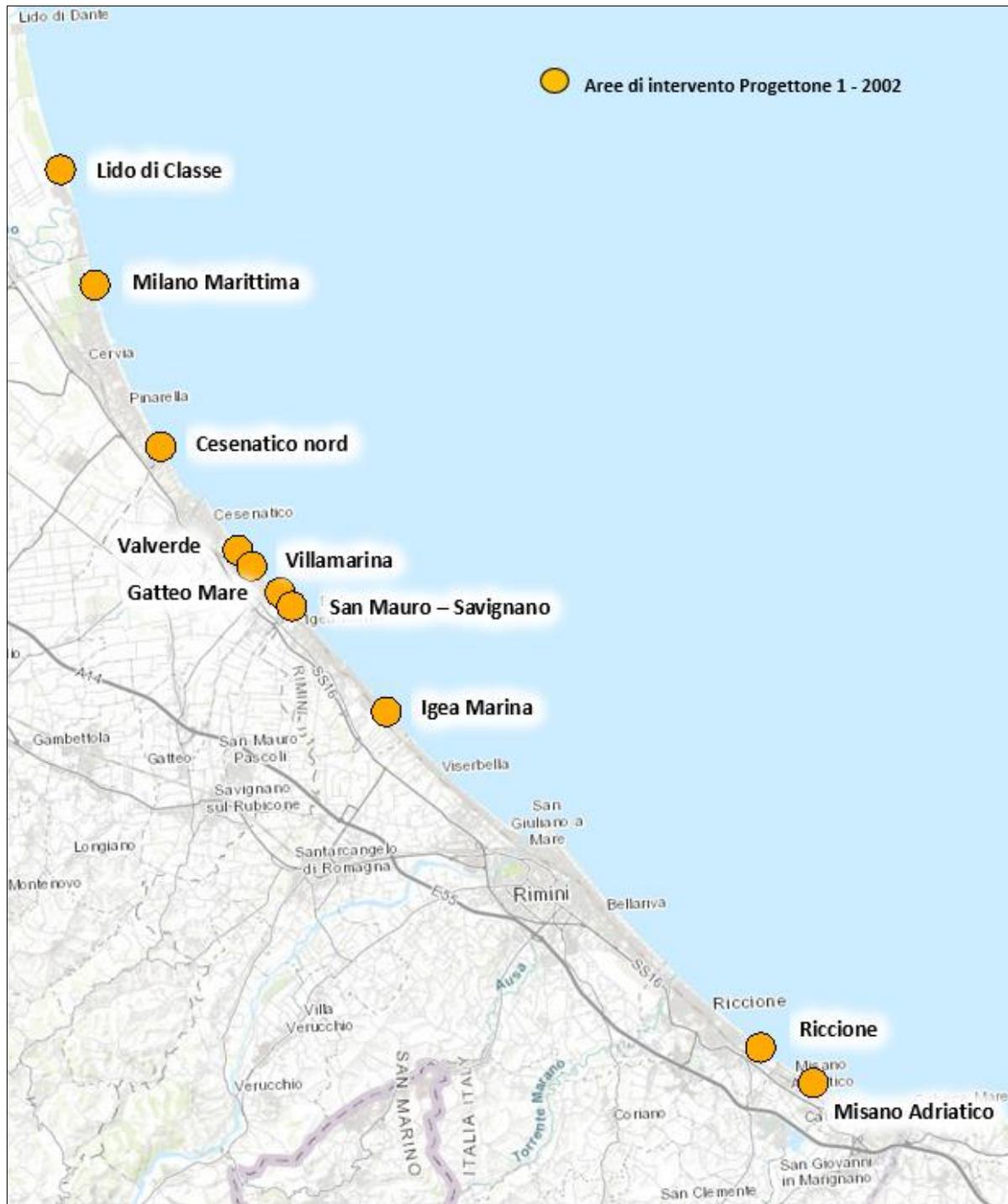


Figura I.4.2-3: Località interessate dalle operazioni di ripascimento con sabbie sottomarine nell'anno 2002



**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**



*Figura I.4.2-4: Alcune operazioni condotte in fase di cantiere Progettone 1 e confronto situazione antecedente e successiva l'intervento a Riccione sud*

2002				
Spiagge alimentate	Lunghezza tratto	Volumi apportati	Volumi apportati	Provenienza
	m	in m3	in m3/m	(giacimento)
Misano	1,600	165,300	103	Giacimento C1
Riccione	2,100	253,700	121	Giacimento C1
Igea Marina	1,130	65,200	58	Giacimento C1
San Mauro e Savignano	450	21,000	47	Giacimento C1
Gatteo a Mare	600	28,100	47	Giacimento C1
Cesenatico - Zadina	700	43,500	62	Giacimento C1
Milano Marittima	1,700	176,100	104	Giacimento C1
Lido di Classe - Bevano	650	41,000	63	Giacimento C1
Valverde	400	10,000	25	via camion da Gatteo
<b>TOT.</b>	<b>9,330</b>	<b>803,900</b>	<b>629</b>	

*Tabella I.4.2-1: località oggetto di ripascimento con sabbie sottomarine - Progettone 2002*

#### I.4.2.1.2. Progetto 2

L'intervento ha interessato 7 località della costa centro-sud, da Punta Marina (RA) a Misano Adriatico (RN) per una lunghezza totale di 8.8 km di litorale. Anche in questa occasione sono stati alimentati ulteriori tratti di costa; uno di circa 700 m tra le località di Valverde e Villamarina, grazie al trasporto su gomma di una parte di sabbia accumulata a Cesenatico (Colonie) e uno di circa 600 m a torre Pedrera, con sabbia proveniente dall'accumulo di Igea-Marina (Figura I.4.2-5).

La metodologia operativa è stata la stessa del Progetto 1, mentre i giacimenti dragati sono stati quello denominato A0, che ha alimentato i due siti più a nord (Punta Marina e Lido di Dante) e il giacimento C1 per gli altri siti.



Figura I.4.2-5: Località interessate dalle operazioni di ripascimento con sabbie sottomarine nell'anno 2007



Figura I.4.2-6: Alcune operazioni condotte in fase di cantiere Progettone 2 a Punta Marina

2007				
Spiagge alimentate	Lunghezza tratto	Volumi apportati	Volumi apportati	Provenienza
	m	in m3	in m3/m	(giacimento)
Misano	1,600.00	149,000	93	Giacimento C1
Riccione	1,200.00	105,000	88	Giacimento C1
Igea Marina	1,700.00	91,000	54	Giacimento C1
Cesenatico Colonie	600.00	74,000	123	Giacimento C1
Milano Marittima	950.00	90,100	95	Giacimento C1
Lido di Dante (con Bevano nord)	1,100.00	107,100	97	Giacimento A0
Punta Marina	1,660.00	189,900	114	Giacimento A0
Torre Pedrera	600.00	15,000	25	proveniente da IGEA
Villamarina	300.00	3,000	10	da Cese colonie
Valverde	400.00	7,000	18	da Cese colonie
<b>TOT.</b>	<b>8,510</b>	<b>831,100</b>	<b>623</b>	

Tabella I.4.2-2: località oggetto di ripascimento con sabbie sottomarine - Progettone 2007

**1.4.2.1.3. Progetto 3**

L'intervento ha interessato 8 località della costa centro-sud, da Punta Marina (RA) a Misano Adriatico (RN) per una lunghezza totale di 9,75 km di litorale. Anche in questa occasione sono stati alimentati due ulteriori tratti di costa, per una lunghezza complessiva di 1,5 km, nelle località di Torre Pedrera e Bellaria. In entrambe i casi la sabbia proveniva dall'accumulo di Igea-Marina (Figura 1.4.2-7).

La metodologia operativa è stata la stessa dei precedenti progetti, e il giacimento di provenienza delle sabbie è stato il C1. L'unica differenza con gli interventi precedenti ha riguardato l'utilizzo contemporaneo di 2 draghe che hanno permesso di accelerare molto l'attività, minimizzando il disagio per gli operatori turistici e per la fauna che nidifica in alcune spiagge.

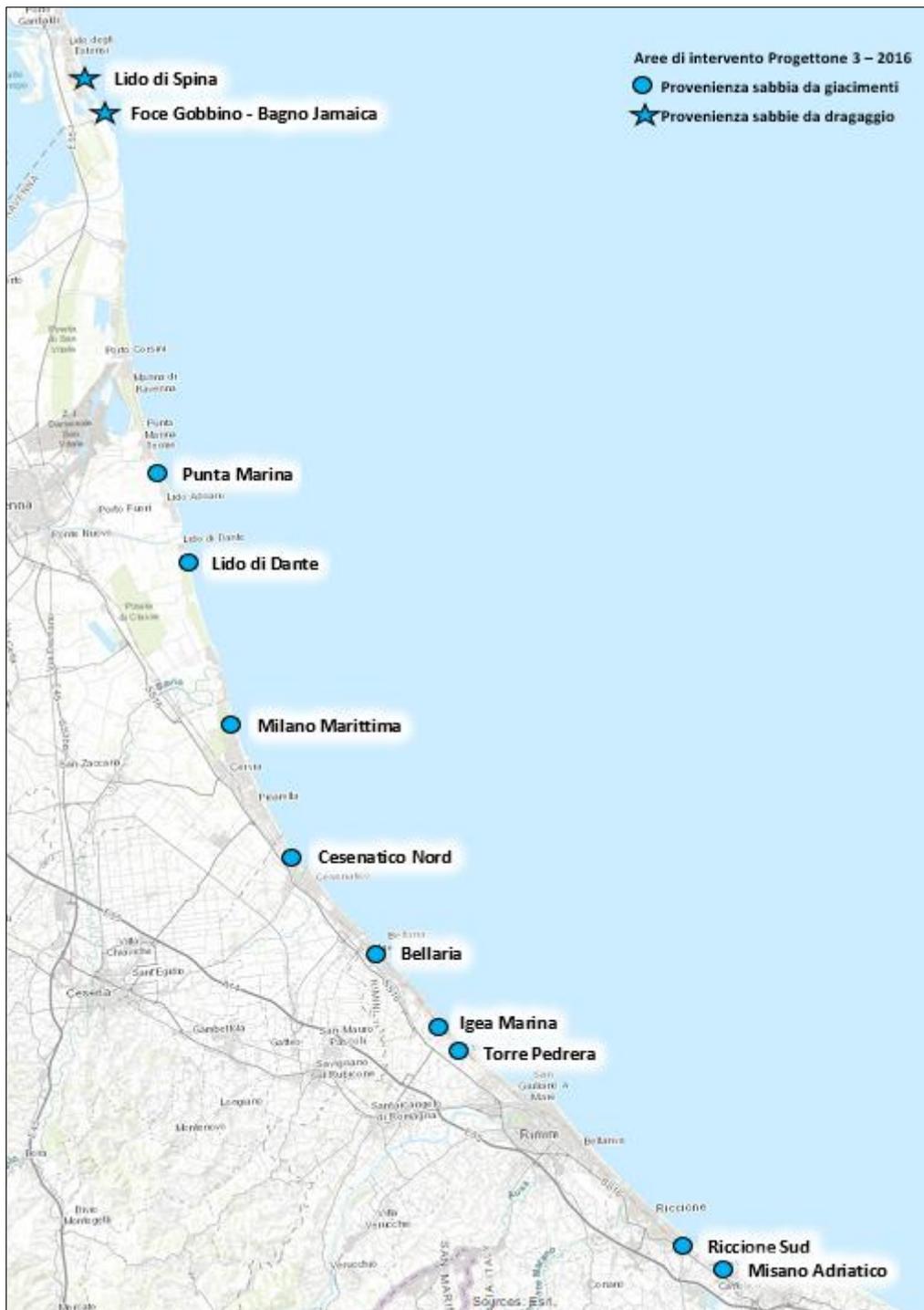


Figura I.4.2-7: Località interessate dalle operazioni di ripascimento con sabbie sottomarine nell'anno 2016





Figura I.4.2-8: alcune operazioni condotte in fase di cantiere Progettone 3 a Lido di Dante

2016				
Spiagge alimentate	Lunghezza tratto	Volumi apportati	Volumi apportati	Provenienza
	m	in m3	in m3/m	
Misano	1,550	221,500	143	Giacimento C1
Riccione (sud e centro)	1,400	212,200	152	Giacimento C1
Cesenatico ponente+ COLONIE	1,000	141,000	141	Giacimento C1
Milano Marittima	1,500	228,500	152	Giacimento C1
Lido di Dante + Bevano Nord	1,200	122,100	102	Giacimento C1
Punta Marina	2,500	249,800	100	Giacimento C1
Torre pedrera	1,000	21,300	21	da Igea
Bellaria	500	8,000	16	da Igea
Igea Marina Sud C37	500	85,400	171	Giacimento C1
Igea Marina Zona Sperimentale C38	800	105,500	132	Giacimento C1
Lido di Spina	800	82,400	103	Dragaggio foce Logonovo
Foce Gobbino - Bagno Jamaica	500	117,250	234.5	Dragaggio foce Logonovo
<b>TOT.</b>	<b>13,250</b>	<b>1,594,950</b>	<b>1,467</b>	

Tabella I.4.2-3: località oggetto di ripascimento con sabbie sottomarine e da interventi di dragaggio - Progettone 2016

#### **I.4.2.1.4. Progettone 4**

A differenza dei progettone precedenti, il più recente è stato suddiviso in due lotti. Il Lotto 1 riguarda 7 spiagge, da Punta Marina (RA) fino a Misano Adriatico (RN), alimentate con sabbie dragate dal giacimento sottomarino C1. Il Lotto 2 sarà realizzato nel 2023 e riguarderà 2 spiagge del ferrarese (Lido delle Nazioni e Lido di Pomposa), che saranno ampliate e innalzate utilizzando i sedimenti in eccesso presenti a Lido degli Estensi. Questa spiaggia, infatti, che si trova a sud dei moli di Porto Garibaldi è soggetta a un forte accrescimento essendo un punto di interruzione della corrente litoranea con direzione sud-nord.

L'intervento con i sedimenti off-shore è stato condotto tra i mesi di febbraio e maggio 2022, ha riguardato una lunghezza complessiva di litorale di circa 11 km di litorale e non ha previsto spostamenti di sedimento su gomma.

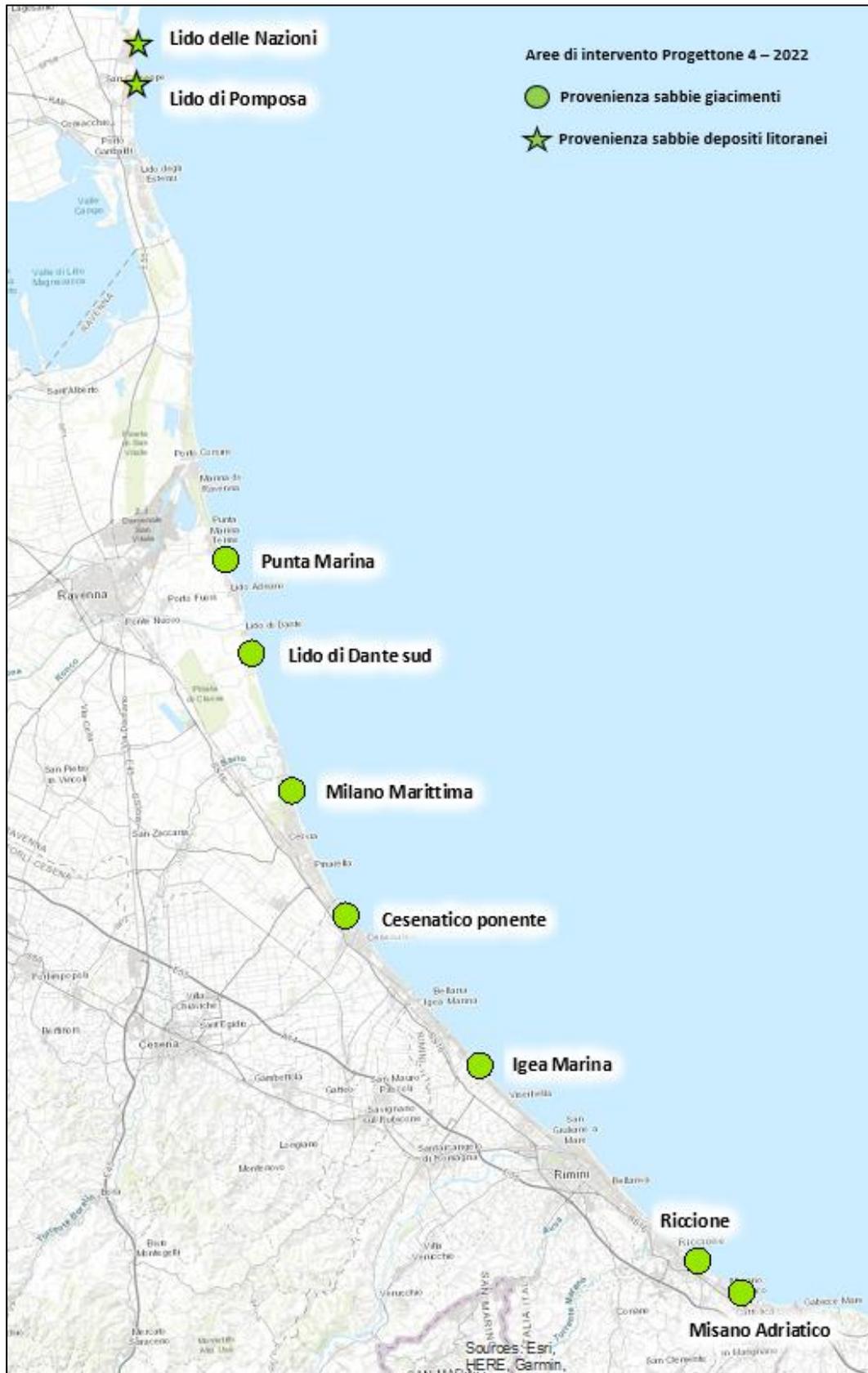


Figura I.4.2-9: Località interessate dalle operazioni di ripascimento con sabbie sottomarine nell'anno 2022



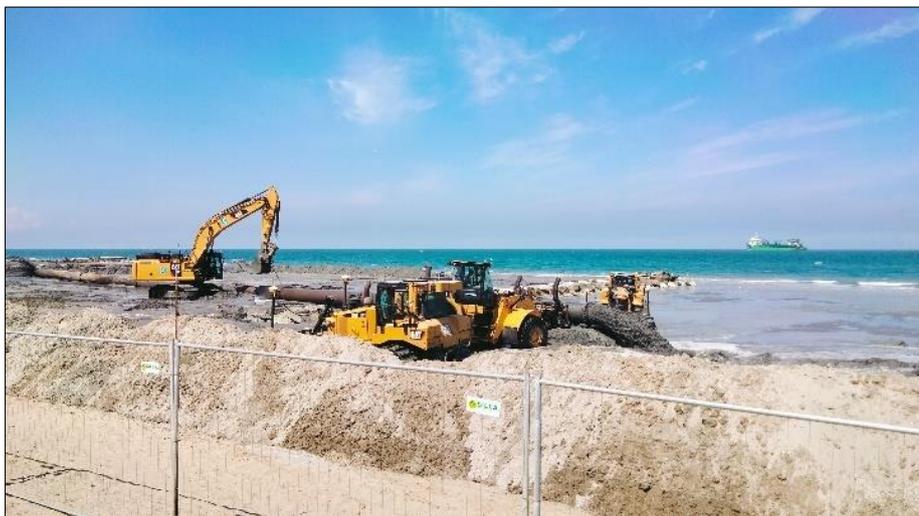


Figura I.4.2-10: Alcune operazioni condotte in fase di cantiere Progettone 4 - Lotto 1 a Misano Adriatico (primavera 2022)

2022-2023					
Spiagge alimentate		Lunghezza tratto	Volumi apportati in esecuzione	Provenienza	Note
	Località	m	m <sup>3</sup>	giacimento	
Lotto 1	Misano	1,680	189,000	RER_ C1	
	Riccione sud e centro	1,500	179,000	RER_ C1	
	Igea Marina	1,500	118,000	RER_ C1	
	Cesenatico Ponente	1,000	109,000	RER_ C1	Circa 10.000 mc trasferiti a Cesenatico levante
	Milano Marittima nord	1,410	174,000	RER_ C1	
	Lido di Dante sud	1,450	145,533	RER_ C1	
	Punta Marina	2,500	204,000	RER_ C1	Circa 30.000 mc trasferiti a Lido Adriano
	<b>Totale Lotto 1</b>	<b>11,400</b>	<b>1,118,533</b>		
Lotto 2	Lido Pomposa - Lido Nazioni	3,500	158,000	Fonte litoranea: esubero spiaggia Lido degli Estensi e dragaggio foce Logonovo	
	<b>Totale Lotto 2</b>	<b>3,500</b>	<b>158,000</b>		
<b>TOTALE</b>		<b>14,900</b>	<b>1,276,533</b>		

Tabella I.4.2-4: Località oggetto di ripascimento - Progettone 4 - 2022. I volumi indicati sono quelli da progetto

### I.4.2.2. Bilancio degli interventi di ripascimento straordinario Progettone 1-2-3.

È stata fatta un'analisi della distribuzione dei sedimenti apportati al sistema spiaggia in occasione dei Progettone 1, 2 e 3, con riferimento alle diverse celle litoranee in cui è suddivisa la costa ai fini gestionali (vedi paragrafo I.1.2.8). Il Progettone 4 non è rientrato nell'analisi perché non sono ancora disponibili i dati del monitoraggio post-intervento.

Come si evince dal grafico di Figura I.4.2-11 le seguenti celle sono state interessate da tutti e tre gli interventi:

- cella 12 - Misano Pennelli;
- cella 14 - Riccione Sud;
- cella 15 - Riccione Centro;
- cella 38 - Igea Marina Zona Sperimentale;
- cella 60 - Milano Marittima Nord;
- cella 61 - Milano Marittima Colonie.

I volumi maggiori di sedimento sono stati sversati nelle seguenti celle:

- cella 12 - Misano Pennelli (totale dei tre interventi 535.800 mc);
- cella 77 - Punta Marina (totale dei due interventi di 439.700 mc);
- cella 14 - Riccione Sud (totale dei tre interventi 351.350 mc);
- cella 60 - Milano Marittima Nord (totale dei tre interventi 350.200 mc);
- cella 15 - Riccione Centro (totale dei tre interventi 219.550 mc).

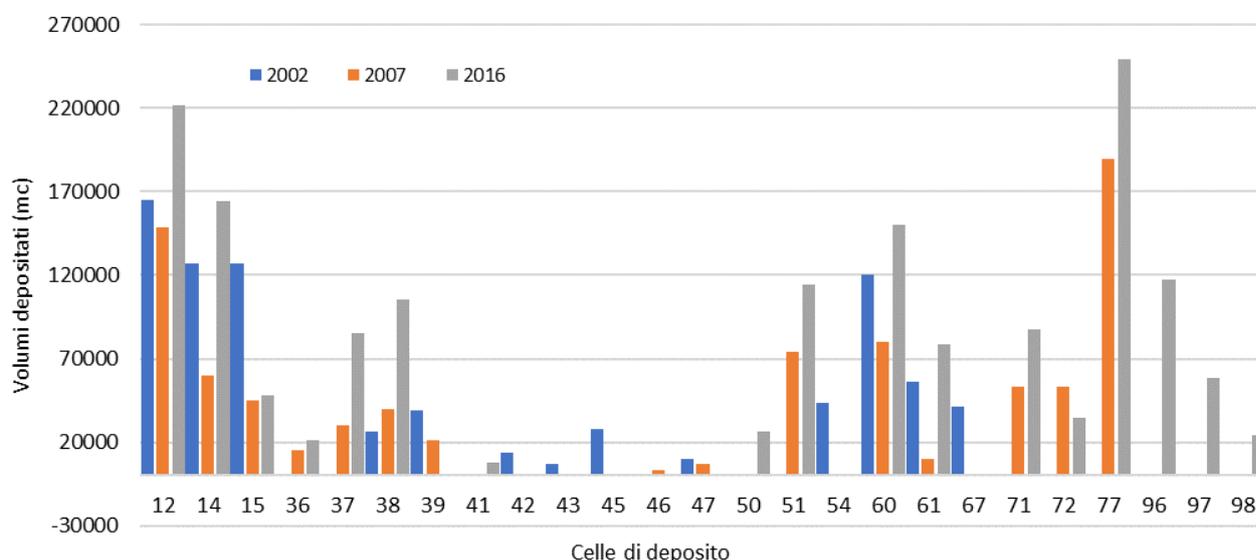


Figura I.4.2-12: rappresentazione dei quantitativi di sedimento apportato nel corso degli interventi di ripascimento straordinari "progettone" in corrispondenza delle varie celle litoranee di interesse.

#### I.4.2.2.1. Il Monitoraggio degli interventi straordinari

Gli interventi di ripascimento con sabbie sottomarine sono oggetto di monitoraggio morfologico e sedimentologico annuale, per i primi due anni successivi all'intervento, e l'analisi dei seguenti parametri:

- evoluzione del profilo di spiaggia emersa e sommersa;
- deriva perpendicolare e longitudinale della sabbia rispetto alla costa;

### ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

- volumi di sabbia che fuoriescono dall'area sottoposta a ripascimento;
- distribuzione del sedimento e in più generale la valutazione dell'efficacia degli interventi stessi.



*Figura I.4.2-13: Imbarcazione attrezzata con sistema multibeam e GPS (sinistra) e gommone per rilievo singlebeam e GPS per il monitoraggio degli interventi di ripascimento*



Figura I.4.2-14: Rilievo con GNSS della spiaggia emersa e prima fascia sommersa



Figura I.4.2-15: Rilevamento topografico di precisione

In generale si osserva:

- una maggiore perdita di sabbia il primo anno rispetto a quelli successivi, dovuto principalmente al fatto che il profilo di spiaggia ottenuto con il ripascimento ha una pendenza maggiore rispetto a quello di equilibrio naturale;
- uno spostamento della sabbia dalla spiaggia emersa a quella sommersa e lungo costa.

Analizzando le singole spiagge oggetto di intervento è stato osservato un comportamento molto variabile, in alcuni casi, infatti, non si registrano perdite ma, addirittura, accumulo di materiale: tali processi sono collegati alle dinamiche di trasporto solido lungo costa e al sistema di difesa (opere e ripascimenti) presenti nell'area di intervento e nelle spiagge adiacenti.

È stata ricercata una correlazione tra buona riuscita dell'intervento e tipologia di opera di difesa presente nell'area, senza però raggiungere risultati soddisfacenti: non è stato infatti possibile identificare un'opera più efficace nella protezione dei volumi di sabbia apportati, e tanto meno valutare se queste garantiscano una migliore protezione rispetto ai tratti di spiaggia privi di opere di difesa rigide. A riprova di ciò, il fatto che anche all'interno di spiagge difese dalla stessa tipologia di opera esistano diversi andamenti.

Il materiale fuoriuscito dall'area di ripascimento non è materiale "perso" ma va ad alimentare le spiagge sottoflutto e rinforzare il profilo della spiaggia sommersa, garantendone l'equilibrio.

#### **1.4.2.3. I ripascimenti di manutenzione ordinaria**

Oltre alle attività di ripascimento straordinario sopra descritte, annualmente la Regione e i Comuni costieri attuano interventi di minore entità, necessari per ripristinare il profilo di spiaggia e funzionali alla mitigazione del rischio oltre che alla fruizione dei litorali.

Tali interventi di ripascimento ordinario vengono realizzati con sabbie provenienti da diverse fonti, interne o esterne al sistema litoraneo:

- spiagge o litorali emersi in accumulo;
- materiale derivato dalla pulizia delle spiagge dopo idonea vagliatura;
- dragaggio delle imboccature portuali/foci fluviali;
- scavi in cantieri edili;
- scavo di nuove darsene;
- accumuli sottomarini.

Le modalità di realizzazione di questi interventi prevedono, abitualmente, l'impiego di escavatori e pale meccaniche per il prelievo delle sabbie, il loro trasporto tramite camion (volume medio 20 mc) e la riprofilatura per mezzo di ruspe cingolate. In alcuni contesti, che presentano condizioni favorevoli, sono stati realizzati impianti sperimentali permanenti (sabbiodotto interrato di Riccione) che consentono la possibilità di procedere con le attività di ripascimento mediante dragaggio e refluento.



*Figura I.4.2-16: Attività di vagliatura della sabbia preliminare alla fase di spargimento in spiaggia*



*Figura I.4.2-17: Attività di prelievo di sabbia dagli accumuli litoranei della spiaggia sommersa e redistribuzione in quella emersa tramite scrapers*

La disponibilità di volumi sufficienti di materiale sabbiosi a basso costo rappresenta il limite principale di un tale sistema di gestione e di difesa della costa a cui si aggiunge quello dei costi derivanti dal trasporto e l'impatto legato all'impiego di mezzi meccanici.

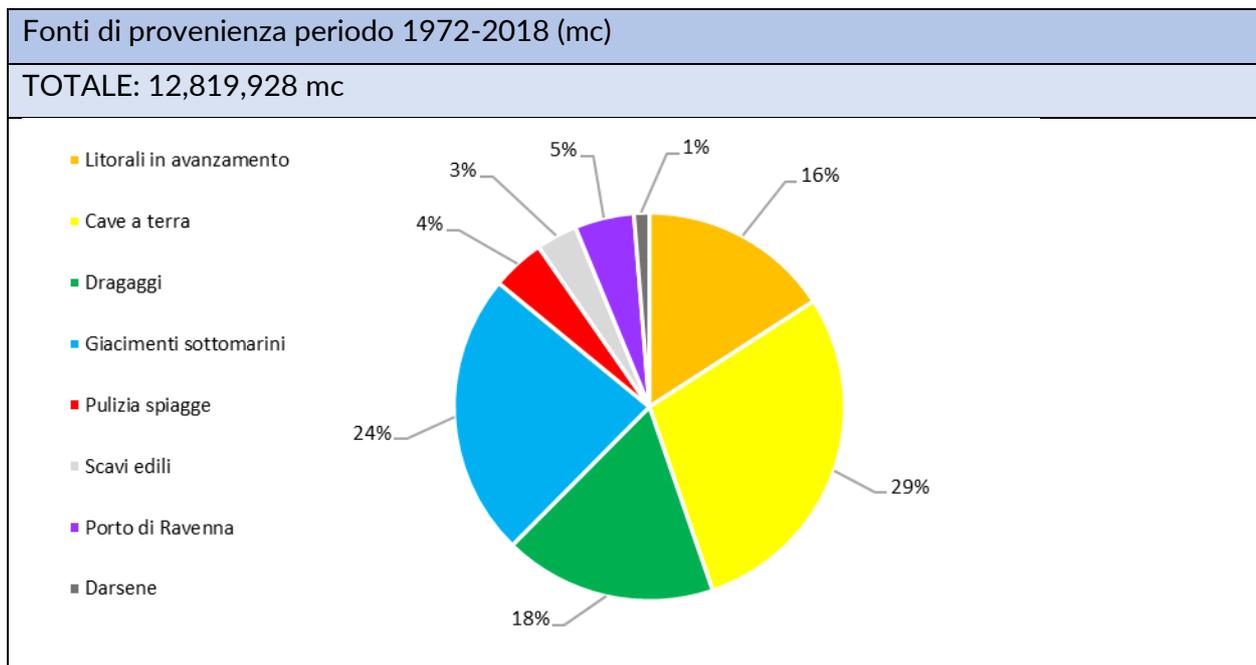
Proprio per tali motivi si è cercato di ridurre al minimo l'impiego delle sabbie provenienti dalle cave terrestri, che presentano un costo complessivo molto elevato, privilegiando per quanto possibile il recupero delle sabbie da svariate fonti disponibili a minore distanza rispetto ai tratti litoranei in erosione.

#### 1.4.2.4. Bilancio degli interventi di ripascimento

I grafici di seguito riportati descrivono i quantitativi e l'andamento delle fonti di provenienza delle sabbie utilizzate per gli interventi di ripascimento in Emilia-Romagna, ordinari e straordinari, nell'intervallo temporale 1972-2018. I dati contenuti nel DB ripascimenti più recenti non sono ancora completamente consolidati, per questo non si utilizzano nell'analisi.

Come si evince dal grafico di Figura I.4.2-18, la frazione maggiore è rappresentata quella della sabbia proveniente da cave a terra (29%), seguita da quella di provenienza dai giacimenti sottomarini (24%). Questo dato cambierà certamente quando includeremo i dati del Progettone 4. Gli altri contributi provengono dal dragaggio per la manutenzione dei porti o per l'apertura dei canali costieri interrati (18%); dalle zone di accumulo litoraneo (16%); dai lavori di ampliamento del Porto di Ravenna (5%); dalla vagliatura del sedimento in occasione della pulizia delle spiagge (4%); da scavi edili realizzati sui cordoni litoranei costieri (3%) e, infine, dalla realizzazione di nuove darsene (1%).

Analizzando la variazione delle fonti di provenienza nel corso degli anni (Figura I.4.2-18 e Figura I.4.2-19), è possibile notare come dal 1972 il ricorso a materiale proveniente da cave a terra sia stato drasticamente ridotto, mentre risulta in forte aumento il ricorso ai sedimenti dei giacimenti a mare e l'utilizzo di sabbie derivanti dagli accumuli litoranei. Questa riduzione è stata possibile anche grazie all'utilizzo di materiale provenienti da scavi edili per la realizzazione di fabbricati, parcheggi sotterranei e darsene, pratica che dovrà essere consolidata con tutti i comuni costieri per evitare che si perda sedimento prezioso e compatibile con quello di spiaggia.



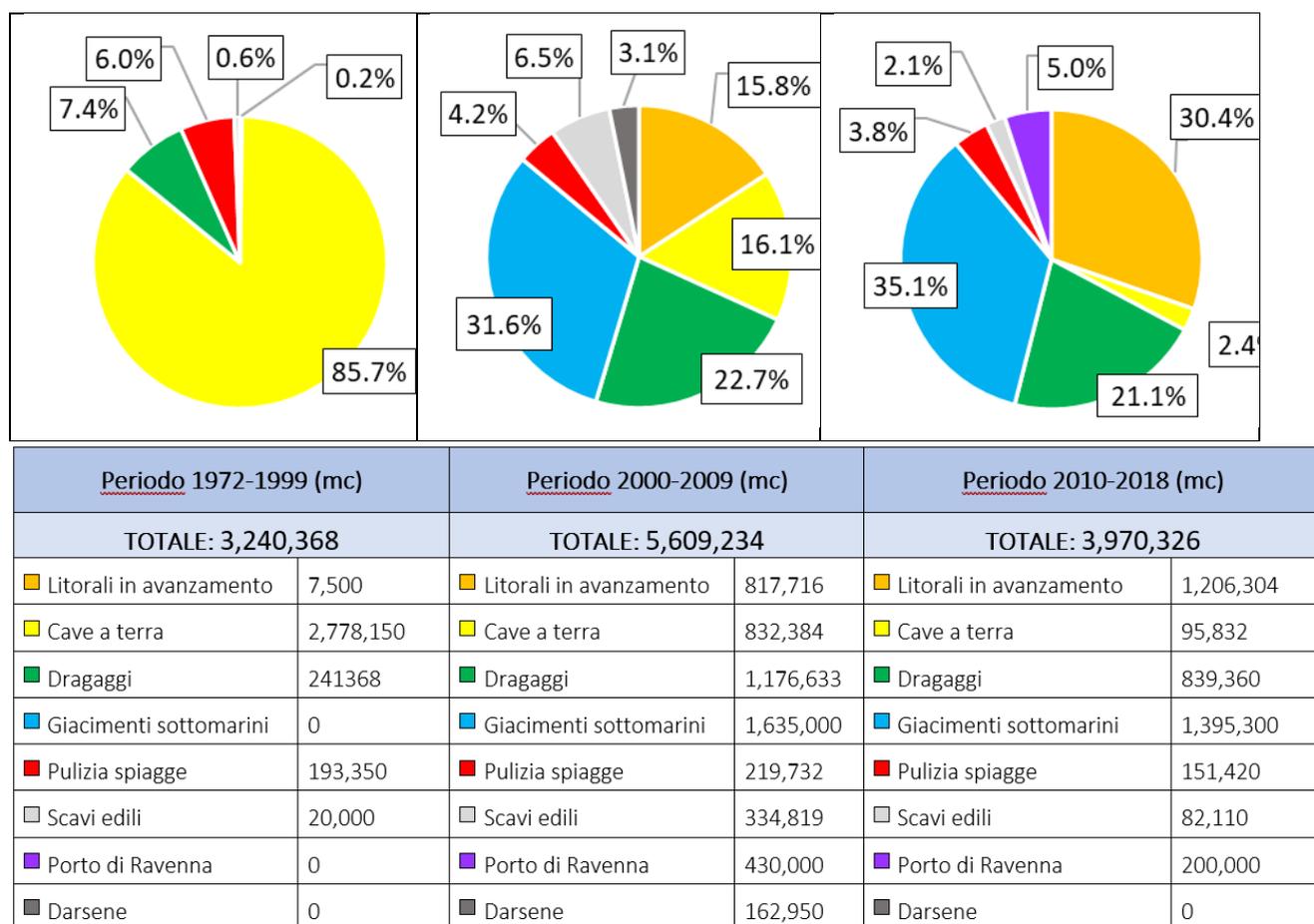


Figura I.4.2-18: variazione dei quantitativi di sedimento utilizzato per gli interventi di ripascimento delle spiagge del litorale regionale

Nell'ultimo decennio, in particolare, solo il 2,4% del materiale portato a ripascimento è stato prelevato da cave a terra (circa 95.000 m<sup>3</sup>), mentre il 30,4% deriva da accumuli litoranei (circa 1.2 milioni di m<sup>3</sup>), il 35,1% da giacimenti sottomarini (1,4 milioni di m<sup>3</sup>), il 21,1% dalla realizzazione di dragaggi (850.000 m<sup>3</sup>), il 3,8% da materiali derivati dalla pulizia delle spiagge, il 5 % dai lavori eseguiti presso il porto di Ravenna, il restante 2,1% da scavi edili.

L'andamento della variazione delle fonti di provenienza delle sabbie utilizzate nel corso degli interventi di ripascimento è meglio descritto dal grafico seguente.

Andamento storico tipologia fonti di provenienza

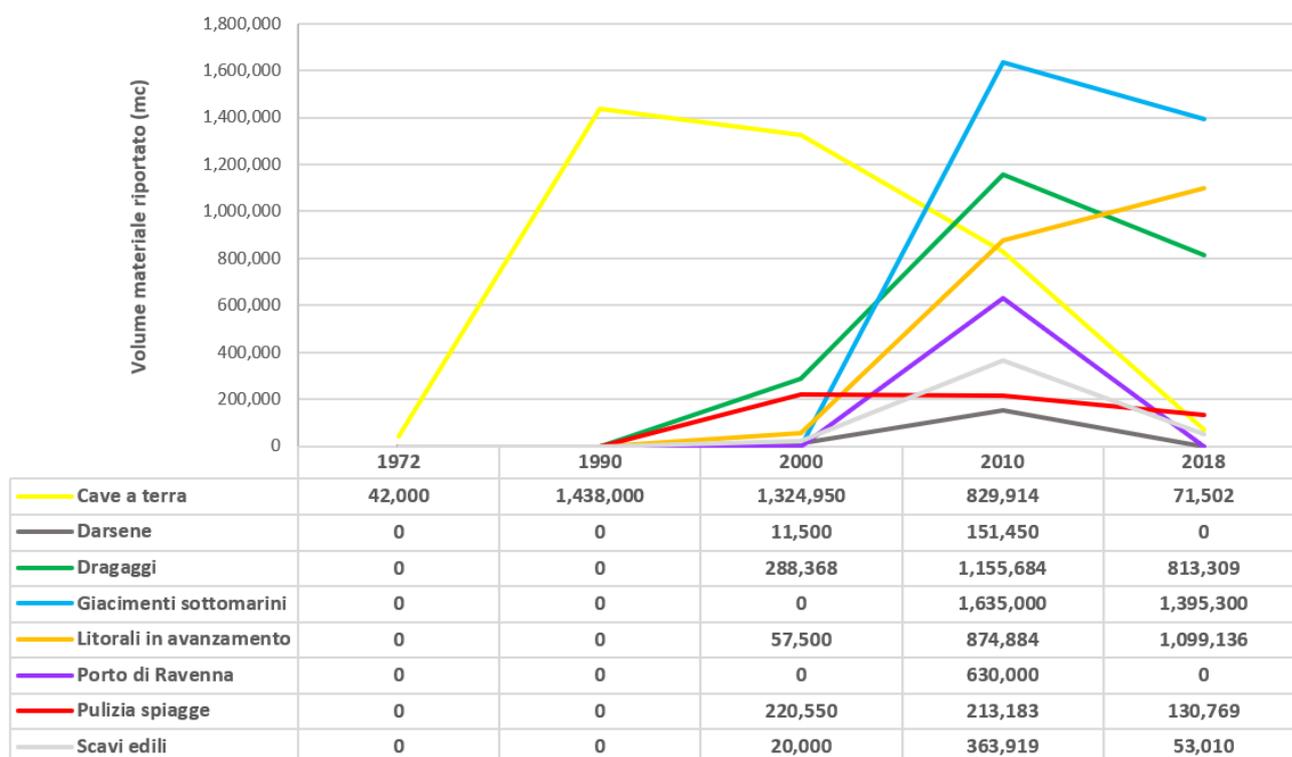


Figura I.4.2-19: schematizzazione dell'andamento nel tempo delle tipologie di fonti di prelievo sedimento utilizzato per i ripascimenti

È evidente come sia imprescindibile supportare tale sistema gestionale mediante una precisa conoscenza delle dinamiche morfologiche e di trasporto dei sedimenti lungo costa che permette la programmazione dell'uso delle risorse, materiali e finanziarie, al fine di garantire la massima efficacia degli interventi.

In tal senso, inoltre, sarebbe particolarmente utile l'individuazione lungo la costa regionale di più aree di stoccaggio di materiale da ripascimento, in modo da poter consentire l'ottimizzazione della gestione della risorsa sabbia nel tempo e nello spazio.

#### I.4.2.4.1. Bilancio a scala provinciale

Dal 1972 al 2018 sono stati effettuati interventi di ripascimento per un **totale di circa 12,8 milioni di mc** di sedimento sabbioso, distribuiti a scala provinciale come illustrato nel grafico di seguito (Figura I.4.2-20).

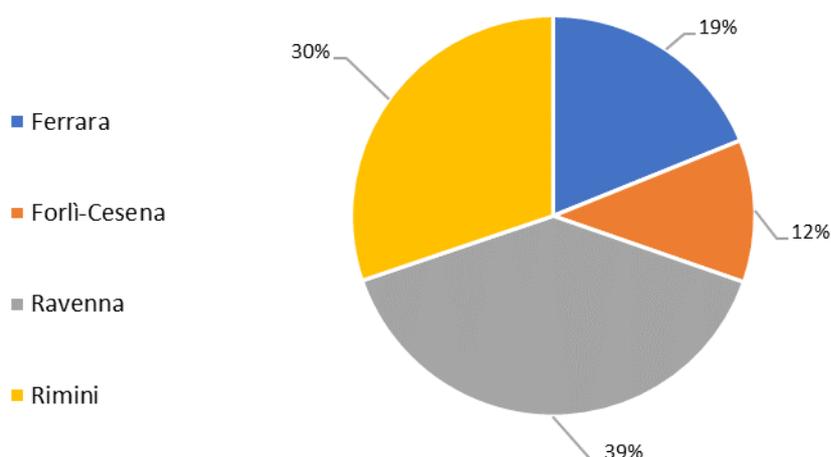
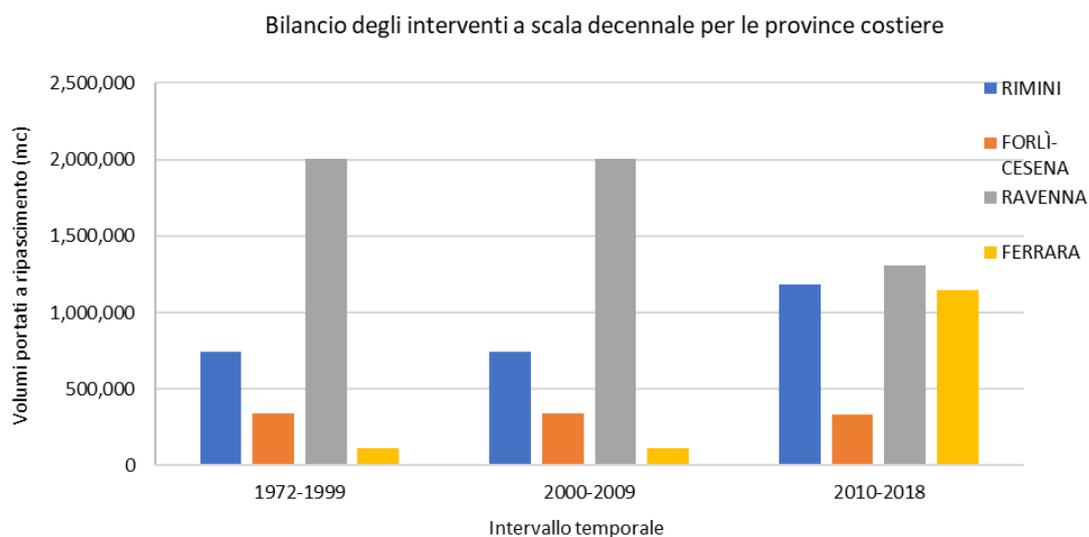


Figura I.4.2-20: Distribuzione volumetrie sabbie utilizzate per gli interventi di ripascimento a scala provinciale nel periodo 1972-2018

Nel dettaglio, a scala decennale, le volumetrie maggiori sono state apportate nel periodo 2000-2009, per un totale di quasi 6 milioni di mc, distribuiti principalmente nelle province di Ferrara e Ravenna.



PERIODO	RIMINI	FORLÌ-CESENA	RAVENNA	FERRARA
1972-1999	742,000	340,368	2,004,000	112,000
2000-2009	742,000	340,368	2,004,000	112,000
2010-2018	1,185,321	331,029	1,309,679	1,144,297

Figura I.4.2-21: Distribuzione volumetrie sabbie utilizzate per gli interventi di ripascimento a scala provinciale per intervalli di tempo decennali

**I.4.2.4.2. Bilancio a scala della macrocella**

Il bilancio degli interventi è stato analizzato anche a scala della macrocella (si veda capitolo I.1.2.8. per le definizioni di macrocella e cella litoranea). Il grafico di seguito (Figura I.4.2-22) illustra gli apporti totali in ciascuna macrocella nel periodo di riferimento 1972-2018.

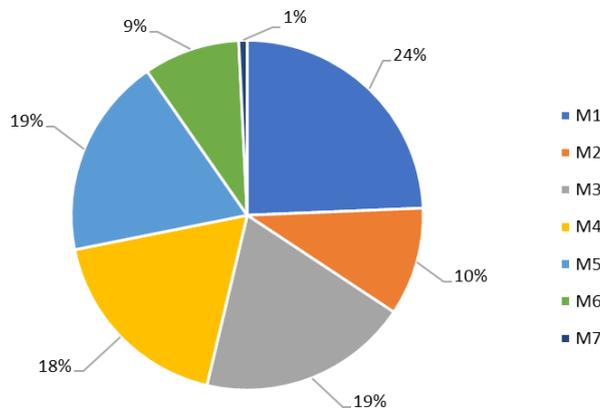


Figura I.4.2-22: distribuzione delle volumetrie di sabbia utilizzate per gli interventi di ripascimento a scala della macrocella nel periodo 1972-2018

Nel seguito si riporta, per ciascuna delle celle 118 litoranee individuate, suddivise nei grafici in base alla macro-cella di appartenenza, il confronto tra quantitativo di materiale prelevato e quantitativo apportato proveniente da altra cella litoranea e quindi interno al sistema costiero (sabbia accumulata lungo costa o dragata dalle foci fluviali/canali/porti) o quantitativi apportati provenienti dalle fonti esterne al sistema litoraneo:

- Pulizia spiagge;
- Cave a terra;
- Giacimenti sottomarini;
- Scavi edili;
- Darsene;
- Cantiere Porto di Ravenna.

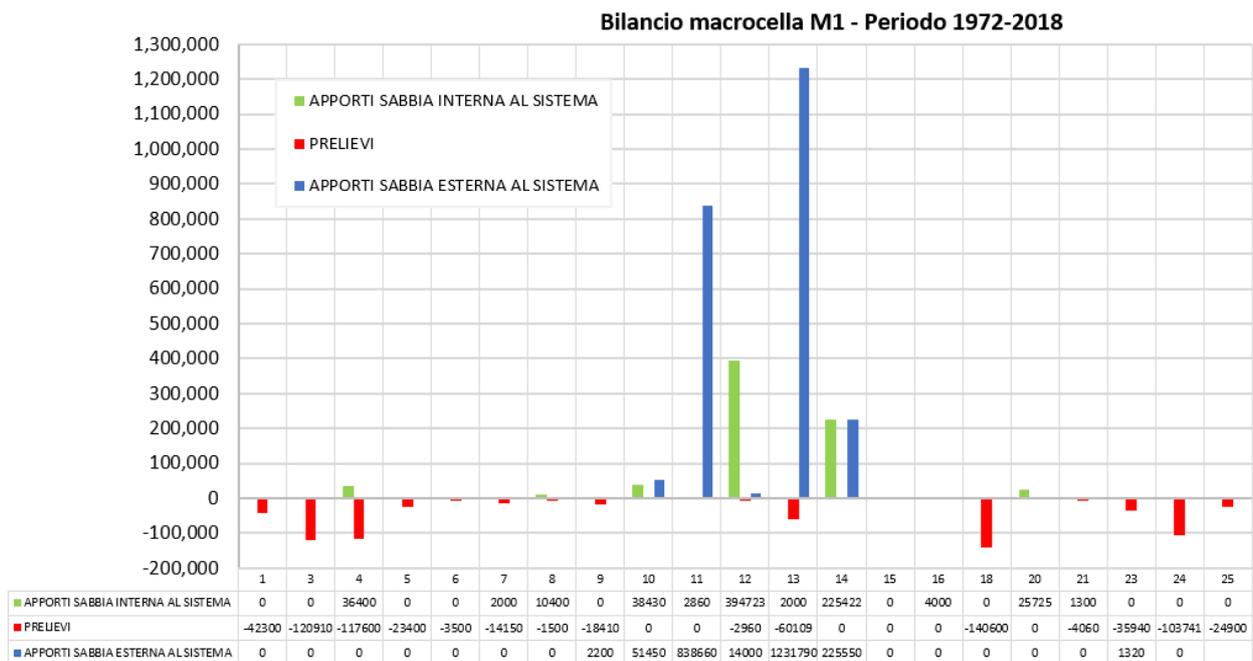


Figura I.4.2-23: bilancio dei ripascimenti nella macrocella M1 periodo di attività 1972-2018

All'interno della Macrocella M1, la più meridionale (da bocca torrente Tavollo a Rimini centro), i volumi maggiormente movimentati di sedimento sabbioso sono quelli in ingresso al sistema e dovuti a fonti esterne.

Le celle particolarmente interessate da questo tipo di interventi sono la 11 - Porto Verde Scogliera Radente e la 13 - Misano Scogliere, per un volume complessivamente coinvolto pari a 2.070.450 mc. Importante anche l'apporto di sabbia da fonti interne al sistema, soprattutto in cella 12 - Misano Pennelli pari a quasi 40.000 mc. Il prelievo maggiore è quello realizzato in cella 18 - Riccione Porto Canale di 140.600 mc.

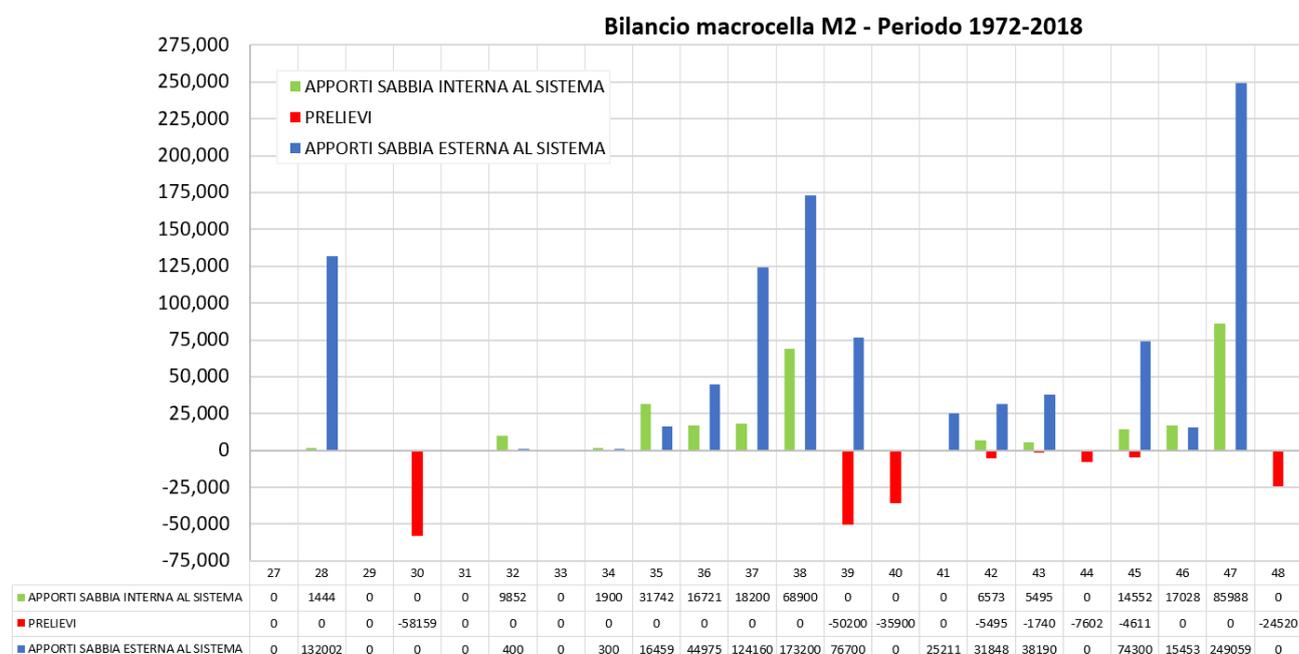


Figura I.4.2-24: bilancio dei ripascimenti nella macrocella M2 periodo di attività 1972-2018

Anche per la Macrocella M2, che comprende il litorale tra Rimini Porto Canale a Cesenatico, i volumi maggiormente movimentati sono quelli in ingresso al sistema dovuti a fonti esterne, con gli apporti maggiori in cella 47 - Valverde. A seguire 38 - Igea Marina Zona Sperimentale (tratto difeso dalla scogliera semisommersa delimitato da due pennelli in roccia), 28 - San Giuliano e 37 - Igea Marina Sud.

I quantitativi di materiale in uscita dal sistema, circa 145.000 mc complessivi, provengono prevalentemente dalla cella 30 - Rivabella, dalla 39 - Igea Marina e dalla 40 - Foce Uso.

Bilancio macrocella M3 - Periodo 1972-2018

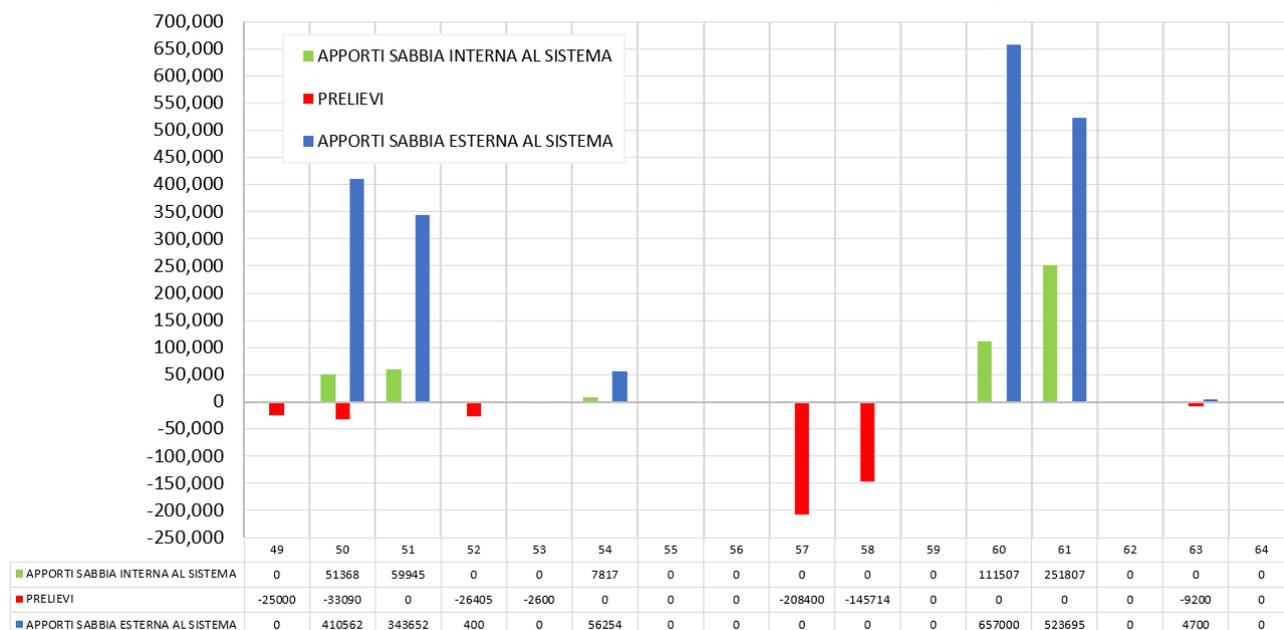


Figura I.4.2-25: bilancio dei ripascimenti nella macrocella M3 periodo di attività 1972-2018

Anche per la Macrocella M3 da Porto Canale Cesenatico a Lido di Savio, i volumi maggiormente movimentati sono quelli in ingresso al sistema dovuti a fonti esterne (celle 50-51 Cesenatico Ponente/colonie e 60-61 Milano Marittima Nord/colonie). Importanti i prelievi dal sistema, circa 350.000 mc, effettuati in corrispondenza della cella 57 - Porto Canale di Cervia e 58 - Milano Marittima.

Bilancio macrocella M4 - Periodo 1972-2018

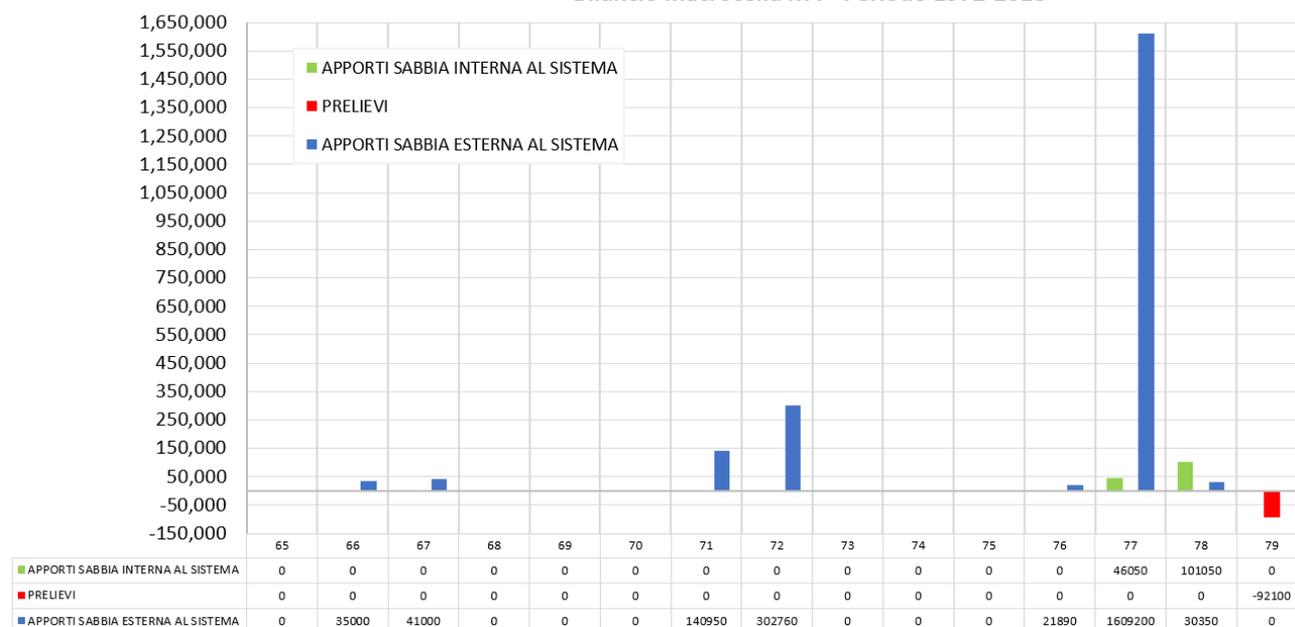


Figura I.4.2-26: bilancio dei ripascimenti nella macrocella M4 periodo di attività 1972-2018

La Macrocella M4, tratto da Lido di Classe a Marina di Ravenna, è sostanzialmente caratterizzata da volumi in ingresso al sistema dovuti a fonti esterne, con l'apporto maggiore pari a 1.609.200 mc alla cella 77 - Punta Marina. Unica cella interessata da prelievi è la 79 - Marina di Ravenna.

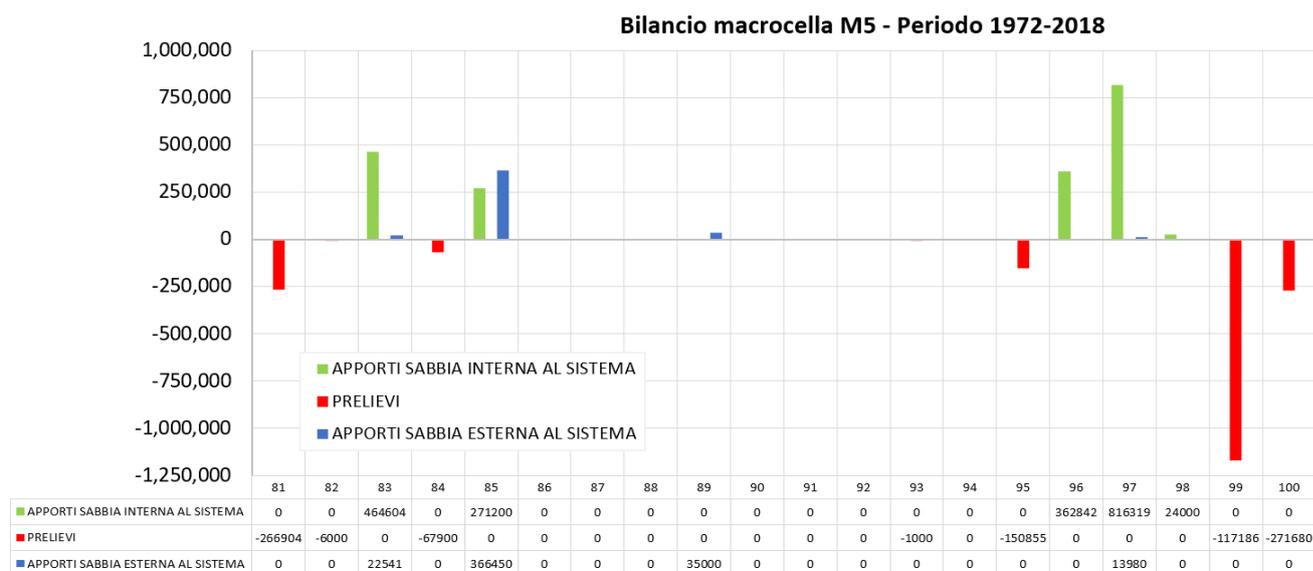


Figura I.4.2-27: bilancio dei ripascimenti nella macrocella M5 periodo di attività 1972-2018

La Macrocella M5, da Porto Corsini a Lido degli Estensi, è invece soggetta prevalentemente a prelievi, che ammontano complessivamente a circa 880.000 mc. La quota maggiore di questo materiale viene dragata dalla Foce Logonovo (cella 99). Gli apporti al sistema provengono in questo caso prevalentemente da fonti interne al sistema litoraneo, soprattutto in corrispondenza delle celle 97 - Lido di Spina sud e 83 - Marina Romea Nord.

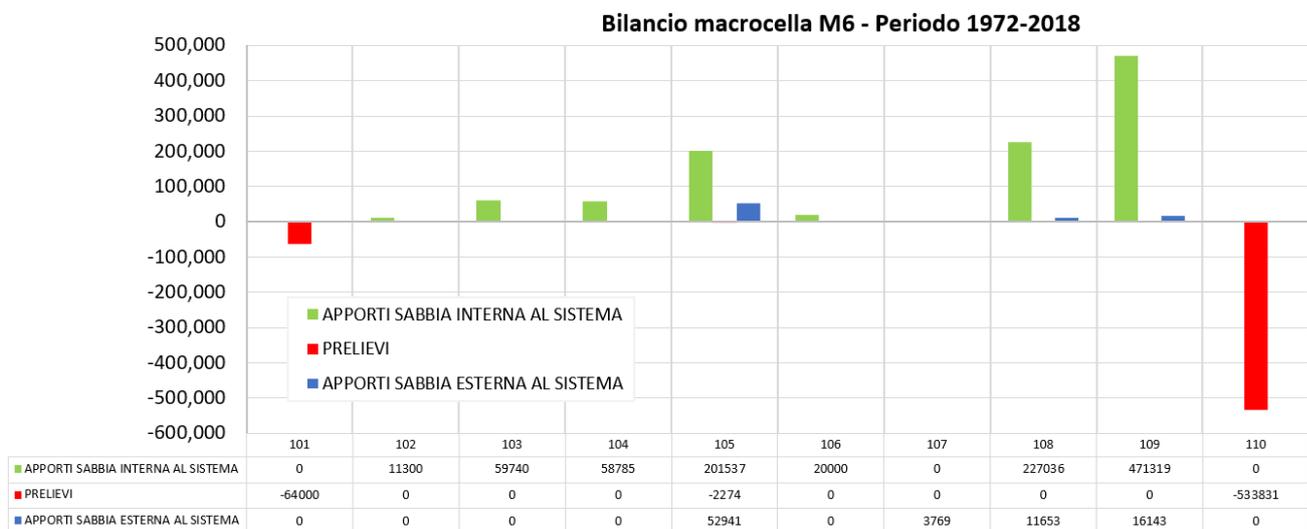


Figura I.4.2-28: bilancio dei ripascimenti nella macrocella M6 periodo di attività 1972-2018

Presso la Macrocella M6, da Bocca Porto Garibaldi a Scannone Volano, gli interventi principali eseguiti sono l'apporto di sabbia proveniente da altre celle litoranee (apporti soprattutto in cella 109 - Lido di Volano) e il dragaggio dello scannone di Volano (cella 110).

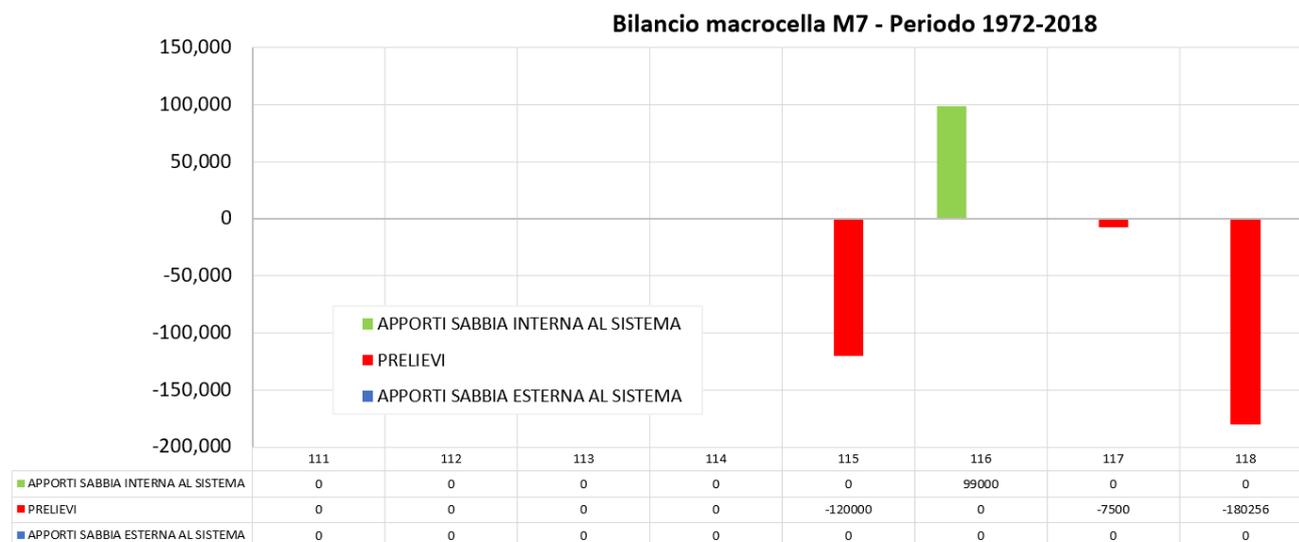


Figura I.4.2-29: bilancio dei ripascimenti nella macrocella M7 periodo di attività 1972-2018

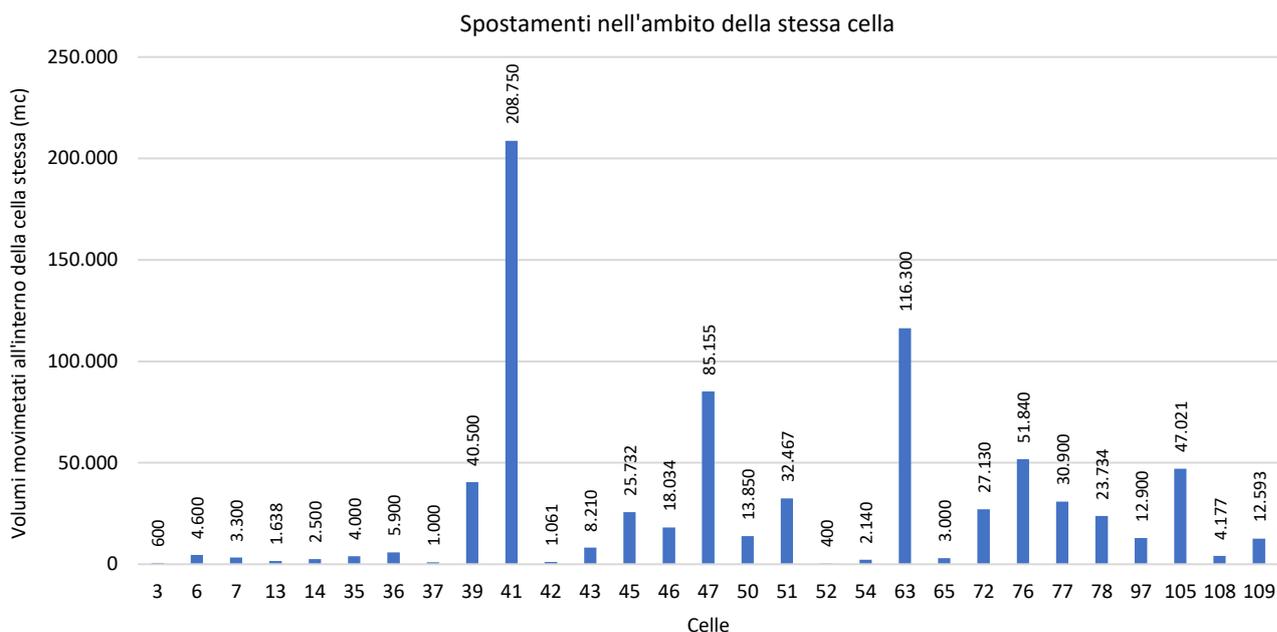
Infine, all'interno della Macrocella M7 (Foce Po di Volano a Bocca Laguna Goro) prevalgono le operazioni di prelievo materiale dalla Foce del Po di Goro e dallo Bocca della Laguna di Goro.

#### **I.4.2.5. Interventi di movimentazione materiale all'interno della stessa cella litoranea**

In alcuni casi le attività periodiche di manutenzione del litorale prevedono la semplice movimentazione della sabbia all'interno della stessa cella, portando il materiale dalle aree in accumulo verso quelle in deficit. Questo tipo di intervento non si configura certamente come un ripascimento ma come una ri-modellazione della spiaggia per renderla maggiormente fruibile per attività turistica e più efficace in termini di protezione dall'ingressione marina.

Le modalità di realizzazione di questi interventi prevedono l'impiego di escavatori e pale meccaniche per il prelievo delle sabbie, il loro trasporto tramite camion e la riprofilatura per mezzo di ruspe cingolate.

Il grafico seguente fornisce un'idea dei volumi movimentati nel corso di questa attività (periodo di rilevamento 2000-2018). Si evidenzia che sono riportati unicamente i volumi di materiale movimentati e collocati nella spiaggia emersa.



### I.4.3. Criticità del sistema di difesa

Nell'ambito della strategia GIDAC è stata elaborata una nuova classificazione dello stato delle opere di difesa rigide di contrasto all'erosione, basata sia su dati quantitativi relativi al manufatto (quote opere, profondità dei fondali circostanti) che su osservazioni qualitative (irregolarità della cresta e dei fianchi, ecc.). L'analisi fornisce pertanto una panoramica delle condizioni in cui versano le opere di difesa a mare e i fondali circostanti con aggiornamenti al giugno 2021.

Il lavoro è stato suddiviso per province e la parte descrittiva è stata prodotta dai rispettivi servizi di area dell'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile.

Si sottolinea che valutazione non illustra l'efficacia delle opere nel contrasto all'erosione e all'inondazione marina, che viene diversamente elaborata attraverso il monitoraggio dello stato della costa e gli indicatori ASE-ASPE.

È stata inoltre elaborata una valutazione dello stato delle opere di difesa dall'ingressione marina posizionate all'interfaccia terra-mare o nell'immediato entroterra, sostanzialmente basata sulla quota delle opere e sull'eventuale presenza di varchi.

#### I.4.3.1. Stato delle opere a mare di contrasto all'erosione costiera

La metodologia di valutazione dello stato di criticità delle opere di difesa rigide a mare si basa sull'analisi di due fattori:

1. la criticità dei fondali marini su cui le opere insistono;
2. lo stato di conservazione, espressa attraverso l'analisi delle problematiche della cresta e dei fianchi delle stesse

Per ciascuno di essi sono stati identificati i parametri quantitativi o qualitativi da analizzare, i dati di riferimento, nonché le classi di criticità da utilizzare nel calcolo (vedi tabella D.3.1).

Elementi considerati	Parametri valutazione criticità opere difesa e dato di riferimento	Classi di criticità
Criticità fondali (attributo <b>crit_fond</b> )	- approfondimento interno/esterno (da DTM batimetrico) - pendenza (da DTM batimetrico)	- 0 = profilo graduale - 1 = dislivello >1 m tra entro e fuori l'opera

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

		- 2= dislivello >2 m tra entro e fuori l'opera
<p>stato di conservazione delle opere: problematiche cresta-fianchi (attributo <b>crit_cresF</b>)</p>	<p>- Quote medie e dislivelli massimi (DTM Lidar 2019) - Valutazione qualitativa (attraverso sopralluogo)</p>	<p>- 0 = opere non classificate - 1 = buono stato - 2 = irregolarità limitate - 3 = irregolarità gravi - 4= opere non più funzionali</p>

Tabella I.4.3-1: Parametri utilizzati nell'analisi sulla criticità delle opere e classi di criticità

I criteri di classificazione delle problematiche cresta-fianchi sono così articolati:

- 0 = opere non oggetto di valutazione
- 1 = berma sufficientemente omogenea e regolare;
- 2= berma con irregolarità non particolarmente significative, recuperabili con leggeri interventi di manutenzione (pochi scogli per ciascuna opera);
- 3 = berma con irregolarità marcate e significative, scogliera “disordinata” e non ben assestata;
- 4 =opere non più funzionali, che potrebbero essere oggetto di salpamento ed eventuale nuovo posizionamento/riallineamento. Queste opere il più delle volte si trovano in condizioni di tipo “3”, ma allo stato attuale non hanno una funzione anti-erosiva perché risultano insabbiate (es. Cattolica sud, Misano, San Giuliano, che nel periodo di elaborazione del presente documento è stata completamente salpata- e Rivabella).

Nella valutazione finale dello stato delle opere di difesa rigida presenti sul territorio regionale sono state escluse le opere non più funzionali (classe 4 del parametro “Problematiche cresta-fianchi”) e quelle in classe “0 = opere non classificate”, perché rientrano nelle seguenti casistiche:

- Argine interno
- Muretto
- Area portuale
- Difesa area portuale
- Foce armata
- Foce armata soffolta
- Opere in aree naturali per la maggior parte coperte dalla vegetazione.

Il valore di “**Criticità totale**” corrisponde alla somma di “Criticità del fondale” e “Problematiche cresta-fianchi”, in una scala da 1 a 5, che è stata normalizzata in 3 classi (Tabella I.4.3-2):

Classe di Criticità totale	criticità fondale + problematiche cresta/fianchi
1 = criticità bassa	Classi 1 e 2
2 = criticità media	Classe 3
3 = criticità alta	Classi 4 e 5

Tabella I.4.3-2: Classificazione definita per la valutazione della criticità totale delle opere di difesa costiera

Sono state riconosciute in totale 698 opere non classificate e 52 opere non più funzionali. Di seguito il dettaglio dello stato delle opere aggiornato a inizio 2022:

Classe di Criticità totale	Numero opere
1	293
2	204
3	99

■ N° opere a bassa criticità

■ N° opere a media criticità

■ N° opere ad alta criticità

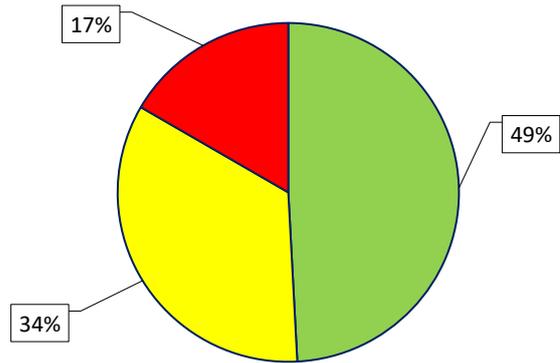
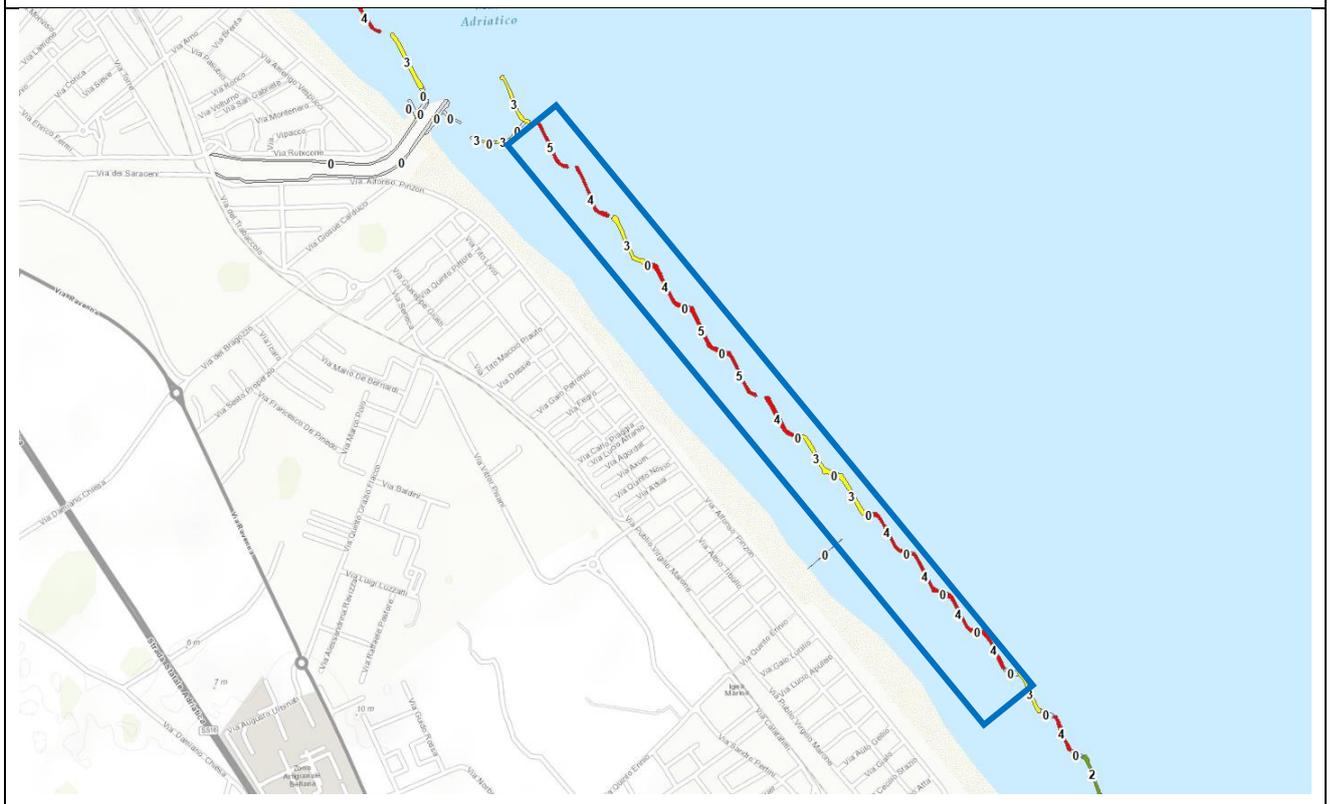


Figura I.4.3-1: Stato di criticità totale delle opere presenti in Regione

I successivi esempi mostrano alcune aree dove si sono riscontrati i valori più elevati di criticità delle opere di difesa rigida lungo il litorale regionale. Va precisato, tuttavia, che alcune delle protezioni segnalate sono già state oggetto di manutenzione, come nel caso di Punta Marina, dove almeno lo stato di criticità dell'opera risulta superato. Eventuali altre

Igea Marina - barriere longitudinali distaccate emerse

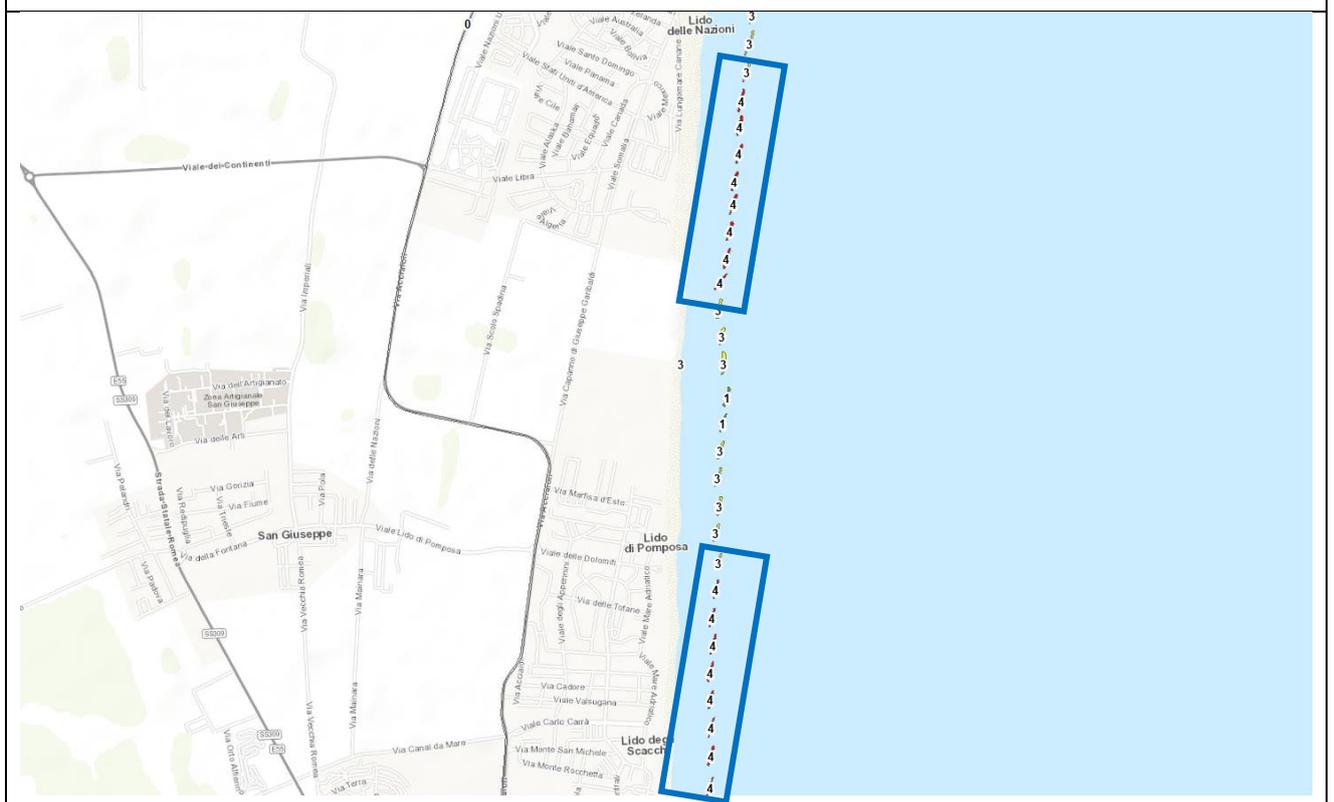


San Mauro Mare- Gatteo Mare





Lido Nazioni, Lido Scacchi-barriere longitudinali distaccate emerse



Per una statistica a scala regionale, i 140 km di costa sono stati classificati sulla base delle classi di criticità totale delle opere, previa esclusione dei tratti non coperti da opere di difesa rigide e di quelli dove le opere non sono classificate, in totale circa 74 km.

I 66 km di costa classificati sulla base del parametro *criticità totale* delle opere di difesa, risultano così ripartiti: il 20% è interessato dalla presenza di strutture che versano in condizione di criticità alta, il 35% a criticità media ed il restante 45% è in buono stato.

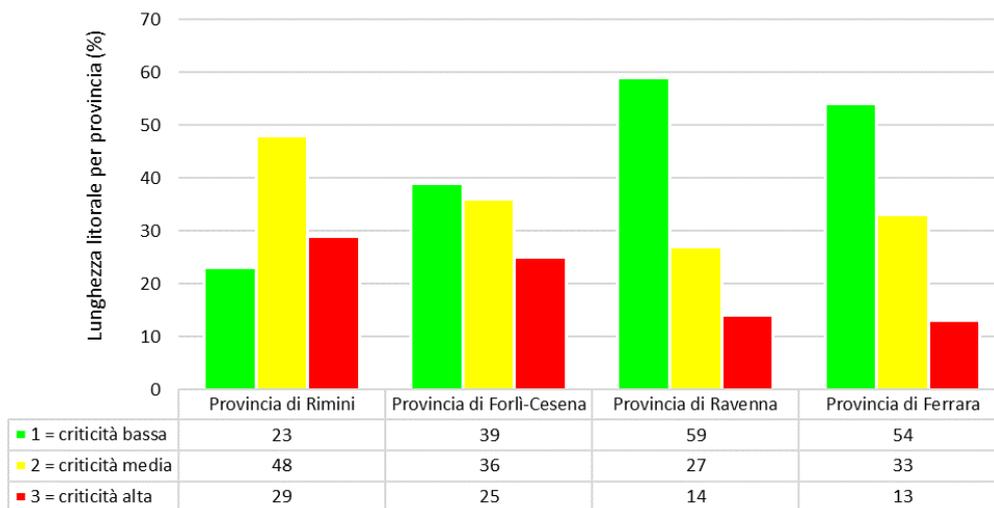
Di seguito si riportano le lunghezze ottenute sommando i vari tratti di costa regionale sulla base delle 3 classi:

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Classe di Criticità totale	Lunghezza litorale classificato CrTOT (km)	% (con riferimento ai 66 km)
1 = criticità bassa	30	45
2 = criticità media	23	35
3 = criticità alta	13	20

*Tabella I.4.3-3: Lunghezza tratti di litorale definiti sulle classi di criticità delle opere (in km)*

Il grafico sottostante mostra la distribuzione dei dati per provincia (lunghezza espressa in %)



*Figura I.4.3-2: Stato delle opere di difesa, definizione della criticità totale a livello provinciale*

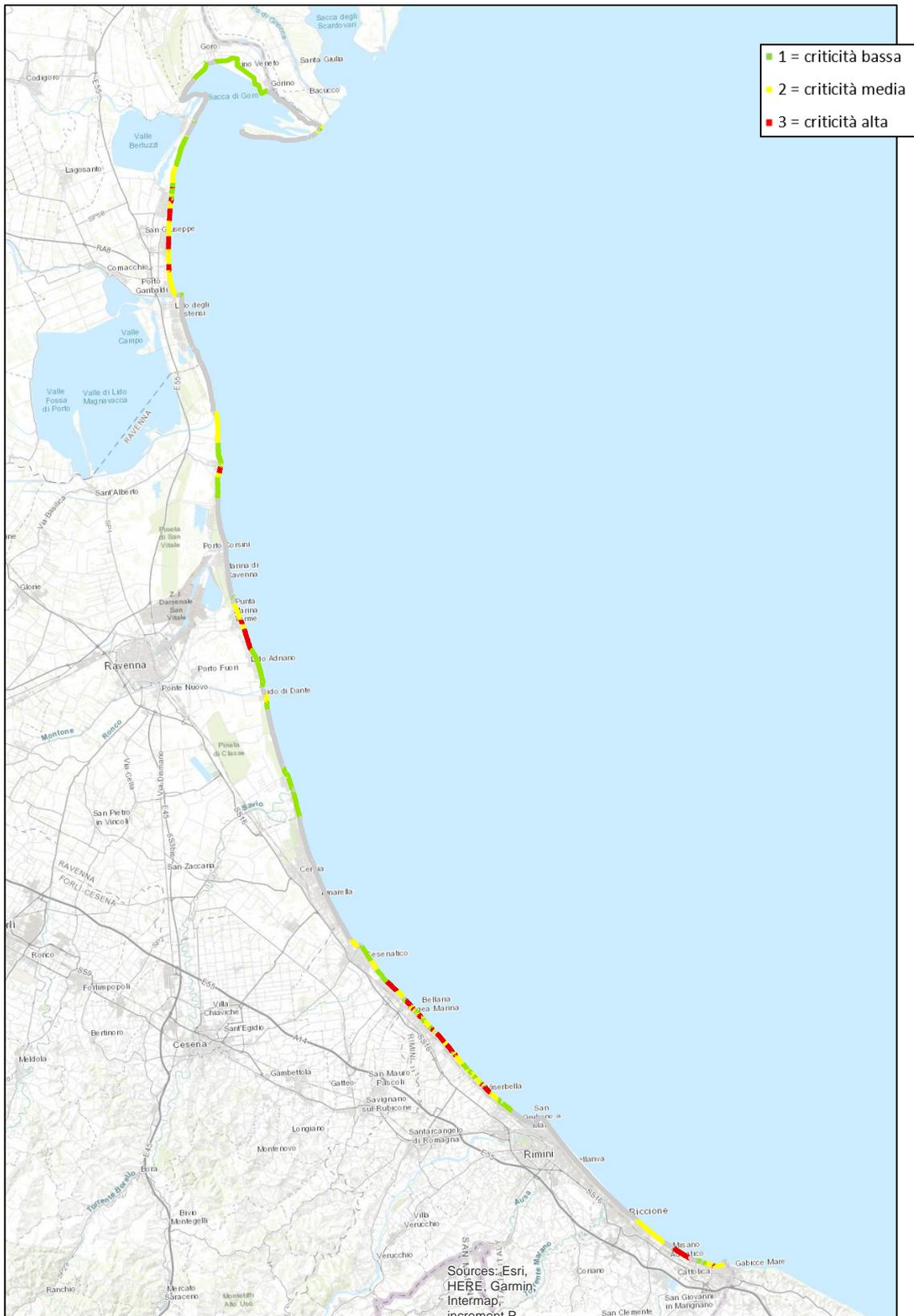


Figura I.4.3-3: Distribuzione classi di criticità delle opere di difesa a mare lungo il litorale regionale al 2022

### I.4.3.2. Stato delle opere radenti di contrasto all'ingressione marina

Ai fini di questa analisi sono state esaminate le opere rigide presenti all'interfaccia terra mare, ovvero:

- Difese longitudinali aderenti

## GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo

- Argini interni prossimi alla linea di riva
- Difese area portuale
- Foci armate
- Muretti

L'analisi dei punti critici si basa esclusivamente sul valore di 'quota' e sullo stato generale valutato in campo. La 'quota' è stata estratta dal modello digitale del terreno ottenuto con sistema Lidar installato su aeromobile, nel febbraio 2019. Si tratta di un DTM ad altissima risoluzione: la densità media dei punti acquisiti è infatti di 6.41 al m<sup>2</sup>.

La classificazione si basa sul confronto con le quote di riferimento utilizzate per le mappe di pericolosità all'ingressione marina elaborate ai sensi della direttiva alluvioni d.lgs. 49/2010.

classe	Quota opera
0	Q > 2.5 m
1	1.8 < Q < 2.5 m
2	1.5 < Q < 1.8 m
3	Q < 1.5 m

Per la classificazione delle quote dei muretti sono stati utilizzati, invece, i valori di progetto trasmessi dai Comuni. Tali opere sono infatti molto strette e il rilevamento tramite lidar aereo può essere impreciso o discontinuo.

I punti/tratti critici così classificati sono stati successivamente valutati dai servizi di area dell'Agenzia di protezione civile che, in molti casi, hanno confermato la valutazione fornendo anche informazioni di campo, altre volte hanno accertato il superamento della criticità grazie ad interventi realizzati successivamente al febbraio 2019.

In totale sono stati censiti 37 punti/tratti nelle classi da 1 a 3, così differenziati:

classe	Numero punti/tratti
1	23
2	9
3	3

Le località interessate sono:

- Goro porto e Bosco della Mesola: 7 punti
- Litorale di Lido di Volano: 14 punti
- Lido delle Nazioni - Lago Nazioni: 3
- Porto Garibaldi: 1
- Lido degli Estensi: 1
- Lido di Spina sud: 1
- Settore foce Reno: 8
- Lido Adriano: 1
- Fiumi Uniti: 1
- Lido di Dante sud: 1
- Misano Adriatico: 1

Nel seguito alcuni esempi significativi.

--	--

<p><b>Punti_critici_opere_ingressione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> 0</li> <li><span style="border: 1px solid yellow; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> 1</li> <li><span style="border: 1px solid orange; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> 2</li> <li><span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> 3</li> </ul>	<p><b>DTM_Lidar_opere2019</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f08080; margin-right: 5px;"></span> -0.8 - 1.4</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffcc99; margin-right: 5px;"></span> 1.5 - 1.7</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff99; margin-right: 5px;"></span> 1.8 - 2.4</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90ee90; margin-right: 5px;"></span> 2.5 - 6.3</li> </ul>
--	---

**CLASSE 3**

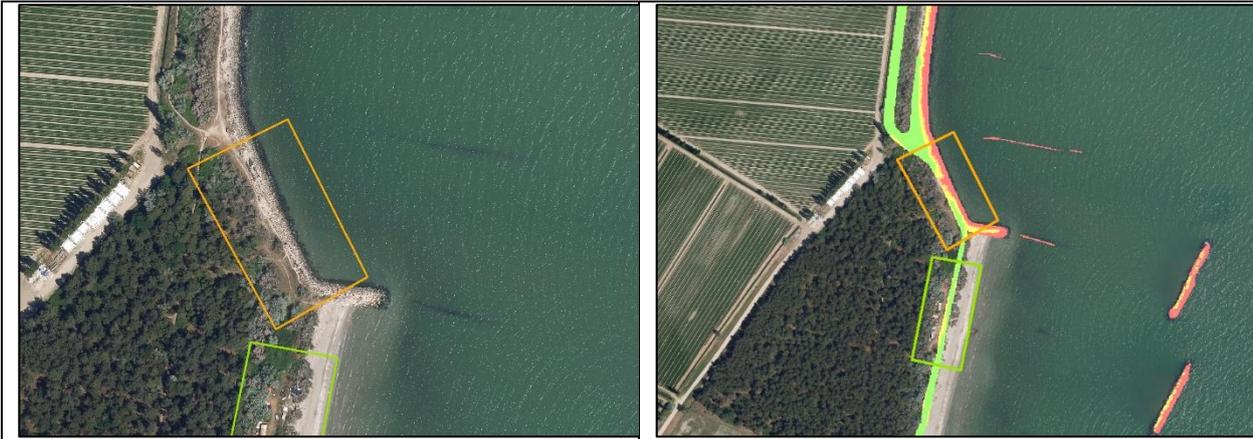


Misano



Foce Reno poligono militare

**CLASSE 2**



Lido delle Nazioni nord



Porto Goro

**CLASSE 1**



Lago di Spina

La maggior parte dei punti critici si trova presso discontinuità arginali o in corrispondenza di stradelli per l'accesso alla spiaggia/ai porti.

## I.5. Interventi di protezione e di riqualificazione

La progressiva urbanizzazione della fascia litoranea e lo sviluppo delle infrastrutture turistiche hanno indotto profonde modificazioni territoriali e determinato la quasi totale scomparsa dei sistemi dunosi costieri, aumentando il livello di rischio delle località turistiche e dei centri urbani sempre più esposti a fenomeni di dissesto idrogeologico e alle inondazioni marine.

Per ridurre la vulnerabilità di queste aree la Regione sta promuovendo sia interventi naturalistici, a protezione/ripristino degli elementi geomorfologici costieri, che interventi di riqualificazione sostenibile del lungomare (waterfront), finalizzati a coniugare la riqualificazione urbana e la sostenibilità ambientale.

Nella mappa generale in

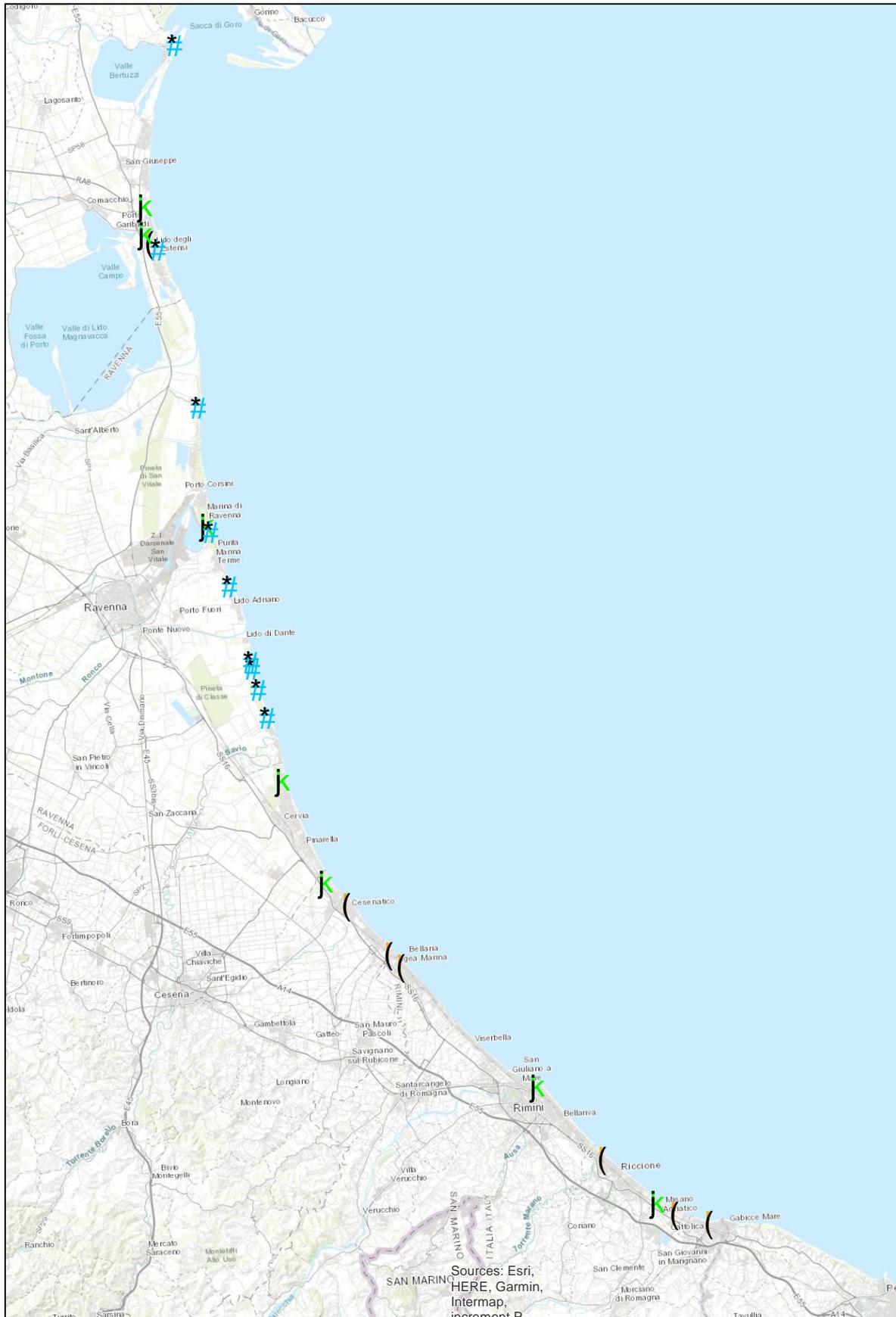


Figura I.4.3-1 sono riportati i progetti realizzati negli ultimi anni o in corso di esecuzione, distinguendoli in base alle seguenti categorie:

- **interventi di protezione delle morfologie costiere.** Pur essendo ancora piuttosto limitati, negli ultimi anni è stato osservato un incremento nella realizzazione di progetti rivolti soprattutto alla salvaguardia e al recupero/ricostruzione delle dune costiere. In particolare, sono stati portati a termine, o sono in corso di completamento, alcuni importanti interventi nel ravennate e nel ferrarese.

Come si evince dalla descrizione sintetica riportata in Tabella I.4.3-1 i tratti di litorale coinvolto sono per lo più dell'ordine di alcune centinaia di metri lineari e gli interventi mirano alla protezione della duna dal calpestio e alla riduzione delle perdite di sedimento per azione del vento (piantumazioni, fascinate, viminate ecc.);

- **interventi di restyling e riqualificazione sostenibile del lungomare (waterfront).** In questo caso si tratta di opere finalizzate a coniugare la rifunzionalizzazione turistico-balneare con la riqualificazione urbana e la sostenibilità ambientale. Non coinvolgono pertanto misure per la difesa delle morfologie costiere o il contrasto agli eventi di mareggiata. Numerosi sono stati gli interventi di questo tipo realizzati soprattutto grazie alla L.R. 20/2018 (Tabella I.4.3-3);
- **interventi misti.** Alcuni dei progetti di riqualificazione urbanistica attuati o in corso di realizzazione lungo il litorale regionale includono componenti finalizzate all'aumento del livello di protezione della costa (Tabella I.4.3-2). Si tratta, in generale, della sopraelevazione della quota topografica necessaria a ridurre l'ingressione marina nel retrospiaggia durante gli eventi di mareggiata, anche tramite la ricostruzione del cordone dunoso retrostante gli stabilimenti balneari.

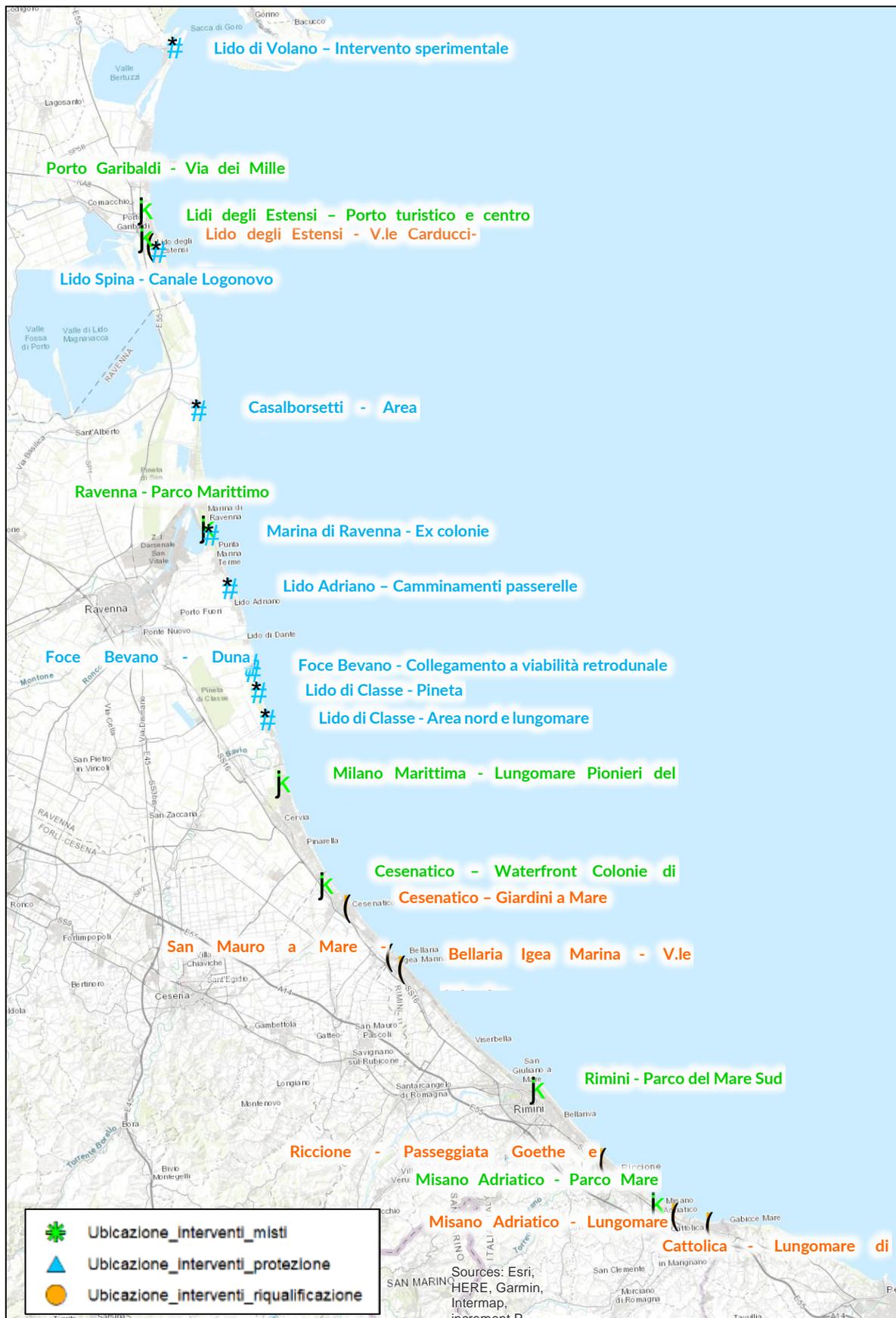


Figura I.4.3-1: Ubicazione degli interventi di protezione, misti e di riqualificazione dei litorali emiliano-romagnoli

Intervento	Provincia	Tipologia	Titolo/dettagli intervento	Estensione lineare area di intervento (m)	Precisione estensione intervento
Marina di Ravenna - Ex colonie	RA	Protezione	Progetto sperimentale di salvaguardia Duna Costiera a Marina di Ravenna (RA) - Ex-Colonia - concluso nel 2016	450	Esatta
Lido Spina - Canale Logonovo	FE	Protezione	Tutela di un tratto di duna costiera (progetto Co-Evolve 2019)	65	Esatta
Casalborsetti - Area sud	RA	Protezione	Tutela della duna costiera (Comune_RA-eni 2019)	350	Esatta
Lido di Classe - Area nord e lungomare	RA	Protezione	Difesa dall'ingressione marina (Comune-Ra 2019-20)	180	Esatta
Foce Bevano - Duna artificiale	RA	Protezione	Impianto di vegetalizzazione sito pilota Foce Bevano (2007)	550	Esatta
Foce Bevano - Collegamento viabilità retrodunale	RA	Protezione	Tutela della duna costiera (2019)	600	Esatta
Lido di Classe - Pineta	RA	Protezione	Intervento sperimentale a sud foce Torrente Bevano (Riged-Ra 2013-16)	210	Esatta
Lido Adriano - Parco Marittimo: Camminamenti e Passerelle	RA	Protezione	Parco Marittimo di Ravenna - tutela della duna costiera (2020-21)	1.000	Esatta
Lido di Volano	FE	Protezione	Progetto "H2020 776848-2 Open-air laboratories for nature-based solutions to manage hydrometeo-risks - OPERANDUM" ripristino duna costiera a Lido di Volano (FE)	50	Esatta

Tabella I.4.3-1: Dettaglio ubicazione ed estensione interventi di protezione delle morfologie costiere

*GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo*

Intervento	Prov.	Tipologia	Titolo/dettagli intervento	Estensione lineare area di intervento (m)	Precisione estensione intervento
Rimini - Parco del Mare Sud	RN	Misti	Attuazione Parco del Mare: Lungomare Sud - Interventi di riqualificazione e rigenerazione urbana: completamento tratto 1, tratto 2 e tratto 3. Riqualificazione urbanistica e ricostruzione cordone dunoso	1.900	Indicativa
Misano Adriatico - Parco Mare Nord	RN	Misti	Riqualificazione urbanistica e ricostruzione cordone dunoso	1.700	Indicativa
Ravenna - Parco Marittimo	RA	Misti	Riqualificazione accessibilità e aree retrostanti agli stabilimenti balneari dei Lidi del comune di Ravenna - Parco marittimo - Primo stralcio (Marina di Ravenna-Punta Marina). Riqualificazione urbanistica e ricostruzione cordone dunoso	5.000	Indicativa
Cesenatico - Waterfront Colonie di Ponente	FC	Misti	Riqualificazione del waterfront della Città delle Colonie di Ponente. Riqualificazione urbanistica e dei moli Canale Tagliata	1.500	Esatta
Milano Marittima - Lungomare Pionieri del turismo	RA	Misti	Riqualificazione e rigenerazione urbana del waterfront di Milano Marittima, lungomare Pionieri del turismo -Tratto dal canalino Immissario alla 19^ traversa. Riqualificazione urbanistica e difese dall'ingressione marina	1.800	Esatta
Porto Garibaldi - Via dei Mille n.62	FE	Misti	Progetto speciale partnership pubblico-privato per la rigenerazione turistica e ambientale della costa - Via dei Mille n.62 e arenile antistante. Arretramento delle strutture presenti sull'arenile e ricostruzione cordone dunoso, piantumazioni	650	Esatta
Lido degli Estensi - Porto	FE	Misti	Riqualificazione urbana e sostenibile dei servizi nautici e turistici. Realizzazione del Porto	1600	Esatta

Intervento	Prov.	Tipologia	Titolo/dettagli intervento	Estensione lineare area di intervento (m)	Precisione estensione intervento
turistico e centro abitato			turistico e completamento funzionale del centro abitato di Lido degli Estensi. Messa in sicurezza idraulica		

Tabella I.4.3-2: Dettaglio ubicazione ed estensione progetti che uniscono la protezione delle morfologie costiere alla riqualificazione urbana

**GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

Intervento	Prov.	Tipologia	Titolo/dettagli intervento	Estensione lineare area di intervento (m)	Precisione estensione intervento
Cattolica - Lungomare di levante	RN	Riqualificazione urbanistica	Riqualificazione e rifunzionalizzazione turistico-balneare del lungomare di levante - Raisi-Spinelli	850	Esatta
Riccione - Passeggiata Goethe e Shakespeare	RN	Riqualificazione urbanistica	Restyling passeggiata Goethe e Shakespeare, da P.le Azzarita al Rio Marano I° stralcio - II° lotto	700	Indicativa
Bellaria Igea Marina - V.le Colombo	RN	Riqualificazione urbanistica	Nuovo asse pedonale in prosecuzione di viale Colombo - Realizzazione di lungomare in località Bellaria Centro - Bellaria Nord	1.400	Indicativa
San Mauro Mare - Lungomare	FC	Riqualificazione urbanistica	Riqualificazione e rigenerazione urbana di cui all'art. 1 della legge regionale 20 dicembre 2018, n. 20 - Progetto Waterfront	610	Esatta
Misano Adriatico - Lungomare sud	RN	Riqualificazione urbanistica	Riqualificazione urbana del lungomare sud, da Via d'Azeglio a Piazza Colombo	700	Esatta
Lido degli Estensi - V.le Carducci-Querce	FE	Riqualificazione urbanistica	Riqualificazione di Viale Carducci-Querce e zone limitrofe - Lido Estensi	730	Esatta
Cesenatico - Giardini al Mare	FC	Riqualificazione urbanistica	Riqualificazione del waterfront della Città delle Colonie di Ponente	800	Indicativa

*Tabella I.4.3-3: Dettaglio ubicazione ed estensione progetti di riqualificazione urbana*

Nei paragrafi di seguito sono dettagliati i sopracitati progetti, distinguendo quelli finanziati dalla Legge Regionale 20/2018.

## **I.5.1. Gli interventi realizzati in ambito costiero**

Nei paragrafi successivi sono riportati alcuni dettagli degli interventi di riqualificazione urbanistica e/o ambientale condotti dai Comuni Costieri, dalla Regione Emilia-Romagna e da altri enti.

Il dettaglio di quelli realizzati tramite la legge regionale 20/2018 “Promozione dell'innovazione del prodotto turistico e della riqualificazione urbana nel Distretto Turistico Balneare della Costa emiliano-romagnola” è riportato al paragrafo I.5.2.

### **I.5.1.1. Interventi di protezione delle morfologie costiere**

Sono stati censiti 9 interventi realizzati in Regione Emilia-Romagna con finalità di protezione territoriale e salvaguardia e/o ripristino delle morfologie costiere (Tabella I.4.3-1).

#### **I.5.1.1.1. Marina di Ravenna (area Ex-Colonia)**

Il più rilevante è il progetto sperimentale di salvaguardia di una porzione di Duna Costiera a Marina di Ravenna (RA) – area Ex-Colonia, realizzato nell'ambito del Protocollo di intesa tra la Regione Emilia-Romagna, il Comune e la Provincia di Ravenna ed Eni S.p.A. ed approvato con Delibera del comune di Ravenna del 3/9/2014.

L'intervento, concluso nel 2016 e ubicato tra gli stabilimenti balneari “Tamerici” e “Ruvido” antistanti la Ex colonia, era finalizzato a proteggere e stabilizzare i corpi dunosi e a favorirne l'accrescimento della morfologia facilitando la colonizzazione delle specie vegetali pioniere e della vegetazione di tipo arbustivo ed arboreo. Il corpo dunoso, infatti, a causa delle sue caratteristiche morfologiche, era soggetto a fenomeni di erosione diffusa e di degrado della vegetazione erbacea, causati dal passaggio di accesso alla spiaggia. La dimensione della zona protetta è poco superiore ai 500 m, per una superficie di circa 47 mila mq.

Sono stati attuati i seguenti interventi:

- percorso strutturato con passerelle pedonali in legno ortogonali alla linea di riva;
- percorso strutturato con passerelle longitudinali alla linea di riva;
- recinzione del fronte duna;
- interventi di piantumazione di essenze erbacee e arbustive;
- cartellonistica di informazione;
- interventi di ripristino della recinzione e delle delimitazioni presenti.



Figura I.5.1-1: Ubicazione e dettagli intervento di protezione "Marina di Ravenna - Ex colonie"

#### I.5.1.1.2. Lido di Spina nord - Canale Logonovo

L'intervento più a nord è quello previsto nell'ambito del progetto Co-Evolve (Programma Interreg MED) a Lido di Spina, in destra del canale Logonovo, comune di Comacchio (FE).

È stata messa in opera una riqualificazione del sistema duna-spiaggia tramite la realizzazione dei seguenti elementi:

- costruzione di una passerella per l'accesso facilitato alla spiaggia con quota minima verso mare + 1,80m;
- posa di trappole eoliche di sedimenti per favorire l'accrescimento del rilievo dunoso;
- riprofilatura e innalzamento della quota media della spiaggia nell'area d'intervento a partire da +1,80 m slm.

L'intervento di Lido di Spina, co-progettato dai tecnici regionali in partecipazione con i tecnici del Comune di Comacchio, è stato completato il 31 ottobre 2019, con lo scopo di recuperare l'area dell'ex Bagno Polizia di Stato a seguito dell'intervento effettuato, da parte del Comune nel febbraio 2017, di demolizione delle vecchie strutture e bonifica del sito.



*Figura I.5.1-2: Ubicazione e dettagli intervento di protezione "Lido di Spina-Canale Logonovo"*

### I.5.1.1.3. Casalborgsetti - Area sud

Nel settore meridionale della frazione di Casalborgsetti in comune di Ravenna (RA), è stato realizzato un sistema di tre passerelle collegate da un percorso a raso con parapetti in legno per l'accesso alla spiaggia.

L'intervento, che coinvolge un'area pari a circa 16 mila mq, è finalizzato alla tutela della duna costiera ivi presente, fondamentale presidio all'ingressione marina. Le lavorazioni sono state svolte avendo cura di preservare dal calpestio particolari piante e arbusti.

L'intervento è stato realizzato con il contributo da parte di Eni di 350 mila euro.



Figura I.5.1-3: Ubicazione e dettagli intervento di protezione "Casal Borsetti - Area sud"

#### I.5.1.1.4. Lido di Classe - Area nord e lungomare

Tramite un accordo pubblico-privato con Eni, è stato realizzato un intervento di difesa dall'ingressione marina nel tratto di costa compreso tra la Foce del Torrente Bevano e la Foce Fiume Savio, nello specifico a protezione dell'abitato di Lido di Classe, Comune di Ravenna.

Sono state realizzate le seguenti infrastrutture e lavorazioni:

- muretti a protezione del lido dotati di varchi per consentire l'accessibilità alla spiaggia. I varchi sono stati progettati per poter essere chiusi con appositi cancelli a tenuta idraulica in caso di eventi di ingressione marina. I muretti sono stati tinteggiati con apposite resine colorate per una migliore integrazione con il paesaggio;
- passerelle in legno per una migliore accessibilità;
- rimodellamento dell'argine in sabbia retrostante gli stabilimenti balneari e realizzazione di dune artificiali in continuità con le porzioni relitte esistenti.



Figura I.5.1-4: Ubicazione e dettagli intervento di protezione "Lido di Classe"

**I.5.1.1.5. Foce Bevano - Progetto Beachmed**

Nell'ambito del progetto BEACHMED-e, Operazione Quadro Regionale finanziata nell'ambito del Programma INTERREG III C con capofila la Regione Lazio, nella quale la Regione Emilia-Romagna partecipa come partner insieme ad altre regioni italiane, francesi, greche e spagnole, ed in particolare della Componente 3, Misura 3.4 - Sottoprogetto POSIDUNE, è stata eseguita la valutazione su basi vegetazionali della qualità dei sistemi dunosi regionali e realizzato un impianto di vegetalizzazione sulla nuova duna del sito pilota di Foce Bevano (Università di Bologna, DiSTA).

Nell'ambito dei lavori di sistemazione svolti nel 2006 dalla Regione Emilia-Romagna presso la foce del torrente Bevano, finalizzati alla modifica della posizione della foce per la mitigazione del rischio da inondazione, si sono affiancati all'opera idraulica vera e propria anche alcuni interventi volti a riqualificare il sito dal punto di vista ambientale, favorendo la formazione di una nuova duna, all'incirca in continuazione in direzione Sud della duna naturale già esistente.

A termine dei lavori, in corrispondenza della zona in cui si prevedeva la creazione della nuova duna, è stata messa in posto una barriera frangivento realizzata con rami di pioppo e salice intrecciati ed effettuata la piantumazione di *Agropyron junceum* e *Ammophila littoralis*, due specie proprie rispettivamente delle dune embrionali e delle dune mobili, a cura di UniBo Dip Scienze e Tecnologie Agroambientali (DiSTA).

Dopo un anno dalla piantumazione, la superficie interessata è stata in grado di svolgere una significativa attività di intrappolamento della sabbia in occasione di eventi ventosi, come dimostrato dalle micromorfologie di accumulo.

La combinazione di queste condizioni ha consentito di disporre nell'ambiente della duna in formazione di piante che, alla primavera successiva all'impianto (primavera 2007), alla ripresa dell'attività vegetativa, erano già acclimatate e perfettamente in grado di accrescersi, pronte a produrre nuovi ricacci, affermandosi stabilmente nel sito, secondo i ritmi stagionali loro propri.

La biomassa subaerea e gli apparati radicali sviluppati nel corso della stagione vegetativa 2007, hanno ben presto cominciato a funzionare sia per l'intercettazione e l'accumulo, che per la stabilizzazione della sabbia.



Figura I.5.1-5: Ubicazione e dettagli intervento di protezione "Foce Bevano - Beachmed"

#### **I.5.1.1.6. Foce Bevano - Collegamento a viabilità retrodunale**

Nell'areale della riserva naturale della Foce Bevano, lungo un tratto di litorale a circa 600 m nord la foce stessa, sono stati realizzati nel 2019 i primi interventi dell'accordo pubblico-privato "Duna costiera ravennate e foce del torrente Bevano", di importo totale pari a 2,5 milioni di euro, tra Eni e Comune, Regione, Ente di gestione per i parchi e la biodiversità Delta del Po e Università di Bologna, in collaborazione con i Carabinieri per la tutela della biodiversità e parchi - ufficio territoriale di Punta Marina.

Le lavorazioni sono consistite nella realizzazione di una staccionata di circa un km lungo lo stradello retrodunale e di due passerelle in legno che, essendo sopraelevate rispetto alle dune, collegano il mare alla retrostante viabilità carraia di Viale Paolo e Francesca, evitando il calpestio della duna in erosione.

Gli stralci successivi riguarderanno l'individuazione di percorsi obbligati finalizzati all'attraversamento del Bevano, la delimitazione di aree ritenute vietate e l'installazione di cartellonistica <sup>46</sup>.



<sup>46</sup> <https://www.ilrestodelcarlino.it/ravenna/cronaca/passerella-dune-1.4521342>

*Figura I.5.1-6: Ubicazione e dettagli intervento di protezione "Foce Bevano - Collegamento a viabilità retrodunale"*

#### **I.5.1.1.7. Lido di Classe - Pineta**

Nell'ambito del progetto di monitoraggio, studio e ripristino delle morfologie costiere denominato "Riged-Ra" a sud della foce del Torrente Bevano, è stato realizzato un intervento sperimentale. I finanziamenti sono stati a carico di Eni nell'ambito del VI Accordo di Collaborazione con il comune di Ravenna e realizzato dall'a fondazione Flaminia in collaborazione con l'istituto universitario BIGEA.

Il progetto RIGED-Ra è frutto di una convenzione di ricerca tra Eni Divisione E. & P., Fondazione Flaminia, Comune di Ravenna e laboratorio IGRG (*Integrated Geoscience Research Group*) dell'Università di Bologna, Campus di Ravenna<sup>47</sup>. L'intervento è stato realizzato tra il 2013 ed il 2016 e ha riguardato l'installazione di staccionate in legno frangivento parallele alla linea di riva, per una lunghezza di circa 400 m, e di una serie di staccionate perpendicolari e distanziate circa 8 metri. Non è stata fatta piantumazione in quanto l'area era interessata dalla presenza di specie native tipiche delle morfologie.

---

<sup>47</sup> <https://focebevano.jimdofree.com/italiano/il-progetto-riged-ra-2013-2016/>

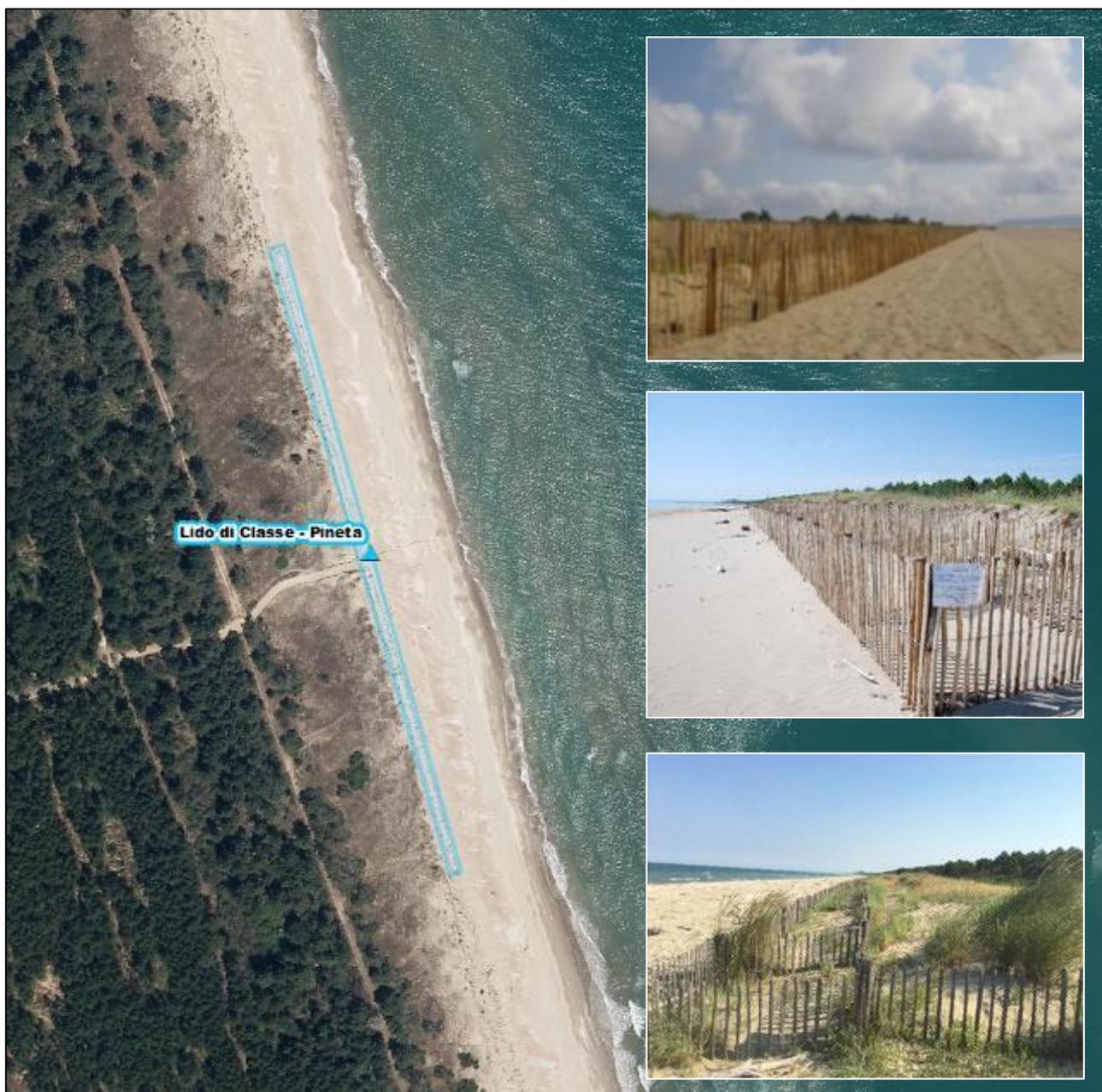


Figura I.5.1-7: Ubicazione e dettagli intervento di protezione "Lido di Classe pineta - Rigid -Ra"

**I.5.1.1.8. Lido Adriano - porzione del progetto 'Parco Marittimo - RA': camminamenti e passerelle**

A partire dal 2019, il Comune di Ravenna ha avviato un imponente progetto di riqualificazione ambientale e paesaggistica di un'ampia porzione di territorio costiero, denominato Parco Marittimo (vedi anche par. I.5.2.1.2), finalizzato a migliorare la fruizione turistica dei litorali nel rispetto dell'ambiente. Il progetto è realizzato per stralci e si articola nella seguente tipologia di interventi: Opere di ricomposizione e rinaturazione dei cordoni dunali; interventi di gestione straordinaria aree boscate e pinete; viabilità di accesso carrabile all'arenile; impianti per lo smaltimento acque meteoriche; opere illuminazione pubblica; opere a verde urbano, aree esterne allestite, percorsi in legno e in inerti naturali, strutture in legno e acciaio, pontili arredi urbani. I progetti del primo stralcio, che riguardano le località di Punta Marina e Marina di Ravenna, sono già stati avviati nel 2021, ma gli interventi riguarderanno anche Casalborgosetti, Lido Adriano, Lido di Dante, Lido di Classe, Lido di Savio; il terzo di Marina Romea e Porto Corsini.

Gli interventi che riguardano le dune sono finalizzati a creare una "ricucitura" di alcune dune con la pineta, riportando le quote della duna all'altezza del ciglio della pineta esistente, ripristinando così il rapporto originario di protezione tra questi due sistemi. Tali azioni mirano a garantire la continuità fra arenile, cordone dunoso, corridoio ecologico boscoso, rafforzando il sistema di protezione della pineta. La stabilizzazione e il consolidamento del nuovo assetto morfologico avvengono attraverso la rinaturazione vegetazionale in particolare con formazioni di tipo arbustivo.

Uno di questi interventi, realizzato tra il 2020 e il 2021 nella zona di Lido Adriano, ha previsto la costruzione di alcune passerelle pedonali in legno di collegamento tra la spiaggia e la viabilità retrodunale, una recinzione del fronte duna lungo diversi tratti, piantumazioni di essenze erbacee e arbustive, cartellonistica di informazione, estensione tratto di litorale interessato dagli interventi è stata di circa 900 m (Figura I.5.1-8).



Figura I.5.1-8: Ubicazione e dettagli intervento di protezione a Lido Adriano

#### I.5.1.1.9. Lido di Volano - Progetto Operandum

Nell'ambito del progetto H2020 776848-2 "Open-air laboratories for nature-based solutions to manage hydro-meteo-risks - OPERANDUM" (CUP J53I18000030006) è stato realizzato un intervento di manutenzione e ripristino di una duna lungo il litorale ferrarese a Lido di Volano mediante soluzioni di ingegneria naturalistica.

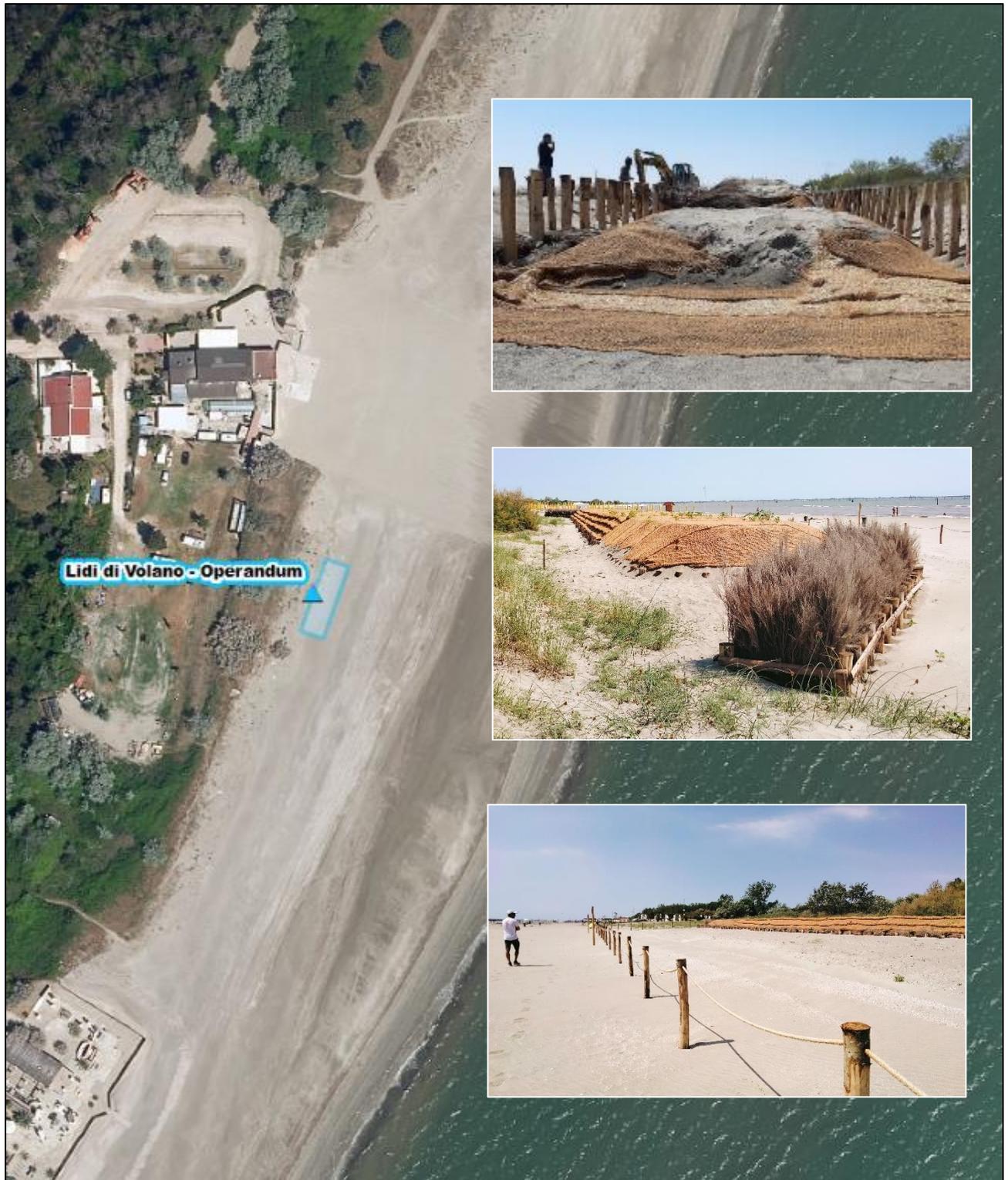


Figura I.5.1-9: Ubicazione e dettagli intervento di protezione "Lido di Volano Operandum".

### **I.5.1.2. Interventi misti di protezione e riqualificazione urbanistica**

Di seguito si descrivono gli interventi realizzati in Regione Emilia-Romagna con lo scopo prevalente di riqualificazione e ammodernamento urbano ma che includono anche opere di protezione territoriale e salvaguardia e/o ripristino delle morfologie costiere (Tabella I.4.3-2).

#### **I.5.1.2.1. Parco del Mare di Rimini**

Da alcuni anni è in realizzazione il Parco del mare di Rimini, approvato con Deliberazione di G.C. n. 206/2019: il progetto prevede una serie di interventi finalizzati alla rigenerazione del Lungomare Sud e Nord, per una lunghezza totale di litorale interessata pari a 16 km, da attuarsi principalmente attraverso opere di rinaturalizzazione dei luoghi, il miglioramento del comfort urbano e la liberazione del waterfront dalla presenza della viabilità carrabile.

L'idea generale prevede la creazione di un parco urbano che si sviluppa su un'unica superficie che connette, sia a livello planimetrico che altimetrico, l'edificato all'arenile, generando così continuità tra lo spazio pubblico dell'attuale lungomare e le aree pubblico/private limitrofe. L'obiettivo è quello di proporre un concetto di "benessere" alla presenza del mare, unitamente all'offerta di nuovi servizi, funzionali alla creazione a migliorare il prodotto turistico, fondato sulla qualità della vita, e fruibile tutto l'anno.

Oltre alla finalità di riqualificazione urbana, l'intervento mira anche al miglioramento e salvaguardia di elementi paesaggistico-ambientali, con la ricostruzione dei cordoni dunali e la messa a dimora di vegetazione costiera autoctona.

Si distinguono:

- Parco del mare nord - lungomari da Torre Pedrera a Rivabella;
- Parco del mare sud, suddiviso in 9 tratti:
  - Tratto 1 Lungomare Fellini – Kennedy
  - Tratto 2 Lungomare Kennedy – Tripoli
  - Tratto 3 Lungomare Tripoli – Pascoli
  - Tratto 4 Lungomare Pascoli – Firenze
  - Tratto 5 Lungomare Firenze – Gondar
  - Tratto 6 Lungomare Murri
  - Tratto 7 Lungomare Marebello – Rivazzurra
  - Tratto 8 Lungomare Spadazzi
  - Tratto 9 Lungomare Spadazzi – Bolognese.

È già stato realizzato il restyling dei due estremi del tratto interessato dall'intervento, ovvero la zona del belvedere a Marina Centro e il lungomare Spadazzi a Miramare, mentre nell'agosto 2021 è stato inaugurato il nuovo waterfront della zona nord, da Torre Pedrera e Rivabella.

Per quanto riguarda invece i tratti 2 e 3 si rimanda al paragrafo I.5.2.1.1.

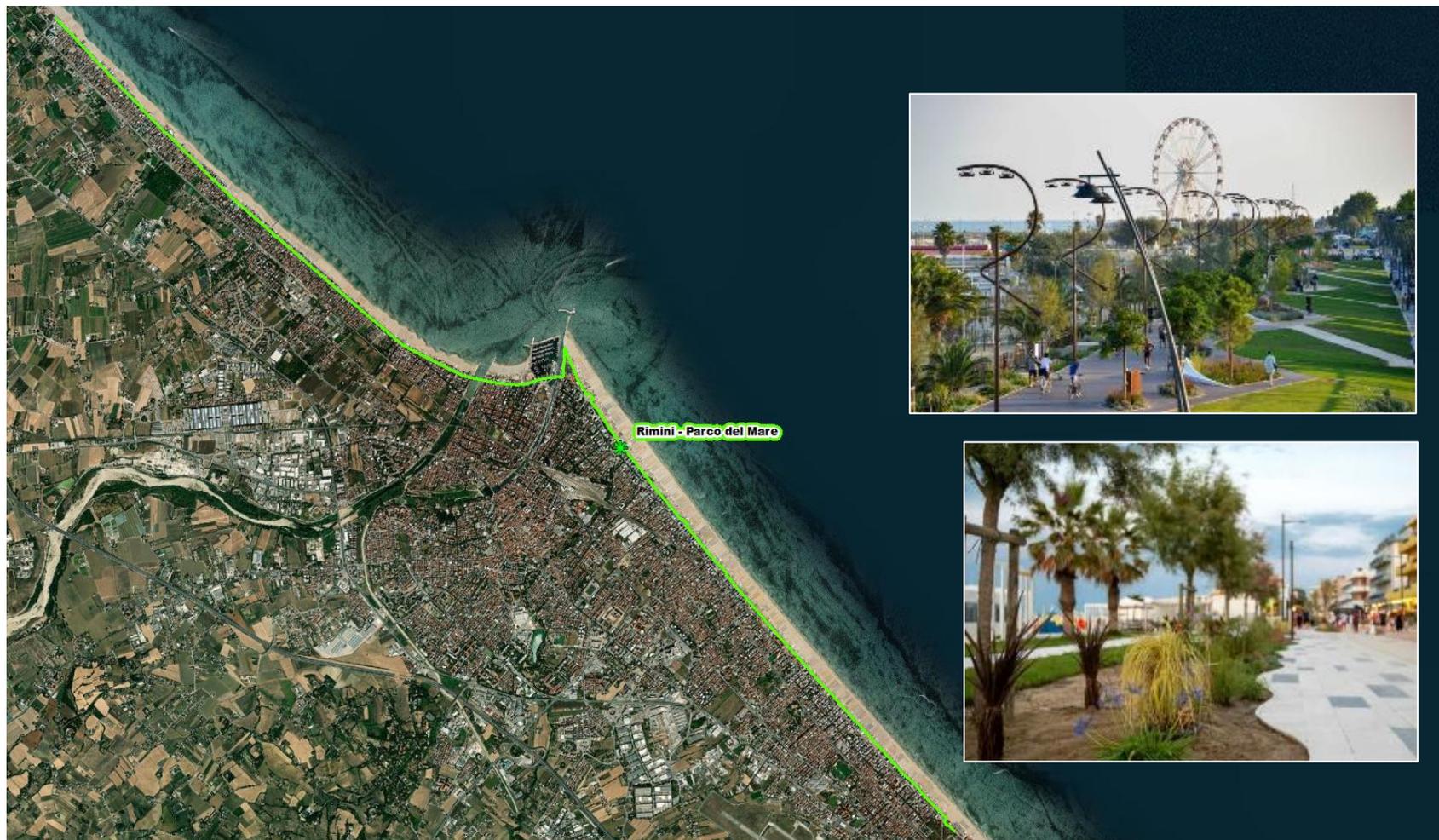


Figura I.5.1-10: Ubicazione e dettagli intervento misto del "Parco del Mare di Rimini"

#### **I.5.1.2.2. Parco del Mare Nord di Misano**

Il programma di “Riqualificazione ambientale della fascia demaniale e ricostruzione del cordone dunoso” ha previsto la delocalizzazione dell’attuale sede della strada carrabile che congiunge Misano Brasile con Misano Centro, in un ambito più prossimo alla ferrovia, in modo da allontanare il traffico dal lungomare. Il progetto prevede inoltre l’estensione dell’arenile a monte del lungomare, delimitato attraverso un “cordone” dunoso da ricostituire.

Tale intervento di rinaturalizzazione prevede la definizione di due grandi spazi destinati agli eventi: da un lato l’arenile destinato ad ospitare manifestazioni sportive e dall’altro il verde per eventi ricreativi.

Sono poi state introdotte opere infrastrutturali di supporto come il verde attrezzato e il prolungamento dell’intervento di arredo urbano del lungomare fino a Piazza Venezia, luogo principale dell’intervento.

La realizzazione del progetto ha previsto un investimento totale di 1.250.000 euro, di cui un milione finanziato con fondi Fesr<sup>48</sup>.

---

48

<https://fesr.regione.emilia-romagna.it/por-fesr/programmazione-precedente/risultati/progetti/patrimonio-culturale-ambientale/rimini/misano-parco-del-mare>



Figura I.5.1-11: Ubicazione e dettagli intervento misto del "Parco del Mare Nord di Misano"

### 1.5.1.3. Interventi di riqualificazione urbanistica

Di seguito si descrivono gli interventi realizzati in Regione Emilia-Romagna con finalità di riqualificazione e ammodernamento dell'urbanizzato (Tabella I.4.3-3).

#### 1.5.1.3.1. Giardini al Mare di Cesenatico

Costruiti nei primi anni 2000, si estendono per circa 2 km a sud dei moli, interposti tra la spiaggia e viale Carducci in rilevato rispetto al territorio circostante con quote tra 1,5 e 2 m sul livello del mare<sup>49</sup>.

Nel maggio 2020 sono terminati i lavori di restyling del tratto di Giardini al mare che va da via Montello, zona Diamanti, fino a piazza A. Costa, con interventi di sistemazione sia degli arredi che del verde<sup>50</sup>. Nel dettaglio sono stati eliminati gli elementi di degrado, realizzati percorsi principali uniformati a quelli esistenti in graniglia ed effettuate piantumazioni.

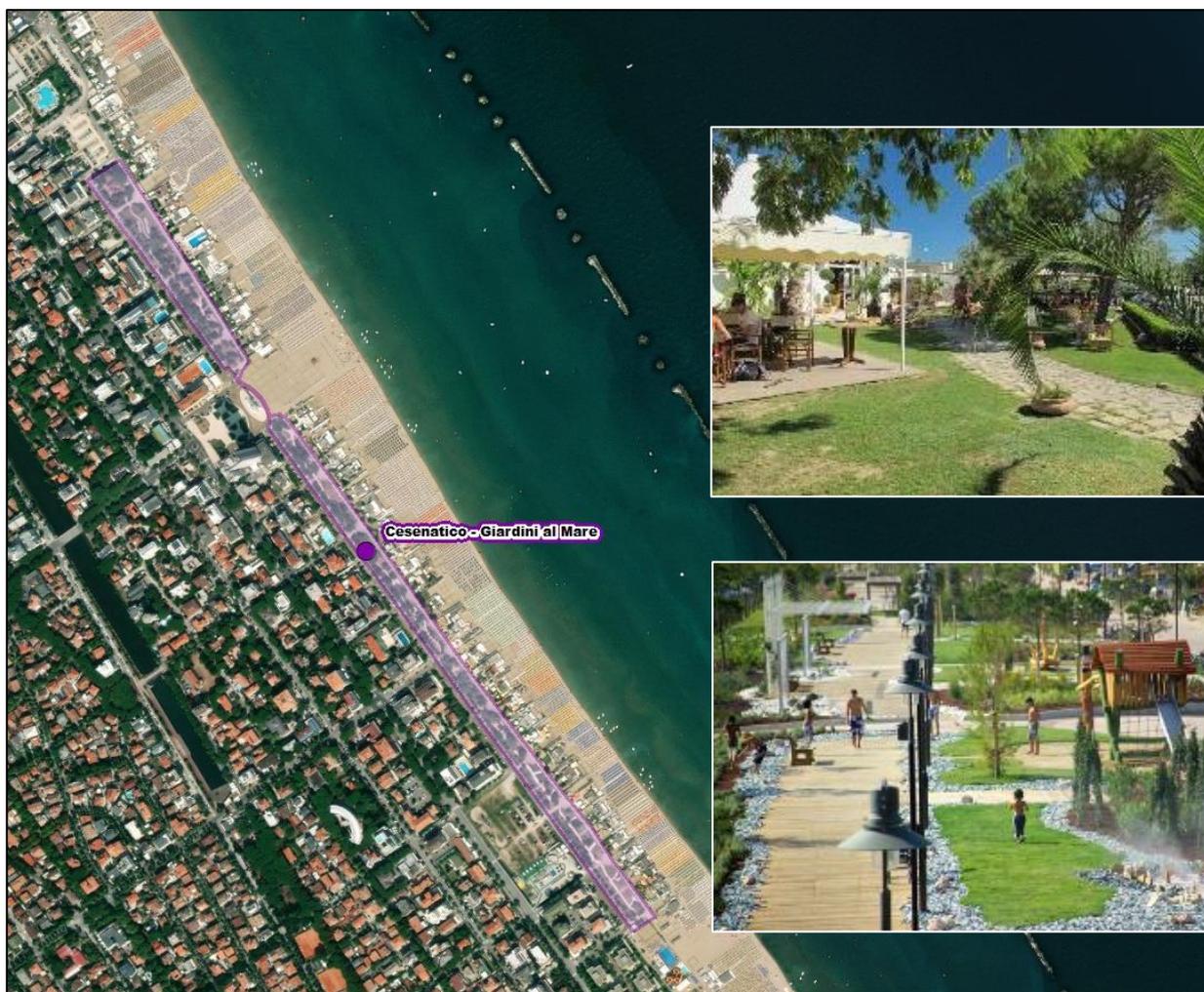


Figura 1.5.1-12: Ubicazione e dettagli intervento di riqualificazione urbanistica "Giardini al Mare di Cesenatico"

### 1.5.2. Interventi finanziati dalla L.R. 20/2018

Tramite la legge regionale 20 dicembre 2018, n. 20: "Promozione dell'innovazione del prodotto turistico e della riqualificazione urbana nel Distretto Turistico Balneare della Costa emiliano-

<sup>49</sup> <https://visitcesenatico.it/pointofinterests/giardini-al-mare/>

<sup>50</sup> [https://www.comune.cesenatico.fc.it/servizi/notizie/notizie\\_fase02.aspx?ID=20740](https://www.comune.cesenatico.fc.it/servizi/notizie/notizie_fase02.aspx?ID=20740)

romagnola”, sono stati finanziati 10 progetti dei Comuni costieri, per interventi di riqualificazione e rigenerazione urbana ed ambientale delle zone costiere della regione.

Gli interventi di seguito descritti sono risultati coerenti con le politiche nazionali e regionali di tutela ed uso del territorio. Si evidenzia, in particolare, la rispondenza rispetto al Progetto regionale di Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC), teso al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del sistema costiero, mitigando i principali impatti negativi sulle risorse idriche, energetiche, suolo, rifiuti, aria, rumore;
- incentivare la riqualificazione edilizia e urbanistica degli insediamenti di ricettività collettiva puntando sulla qualificazione territoriale degli insediamenti turistici intesi come sistema integrato;
- ridurre la congestione a favore di una mobilità sostenibile ed efficiente, attraverso politiche mirate sui sistemi di trasporto pubblico ferroviario, su gomma e ciclabile e la realizzazione della metropolitana leggera di superficie;
- recuperare la continuità tra l'entroterra e il mare attraverso la riduzione di aree occupate, la valorizzazione delle aree libere, la diversificazione degli usi e delle funzioni, la realizzazione di servizi necessari alle funzioni insediate, la realizzazione di spazi e percorsi pedonali in continuità tra l'arenile e l'entroterra.

Dei 10 interventi attualmente approvati tramite la L.R. 20/2018, quelli che interessano i comuni di Rimini, Ravenna, Cesenatico, Cattolica e Cervia, oltre che la riqualificazione urbanistica, riguardano anche attività di protezione del litorale.

### **I.5.2.1. Interventi misti di protezione e riqualificazione urbanistica**

Di seguito si descrivono gli interventi realizzati in Regione Emilia-Romagna tramite i finanziamenti da L.R. 20/2018 con lo scopo prevalente di restyling e riqualificazione sostenibile dell'ambito urbano, ma che includono anche opere di protezione territoriale e salvaguardia e/o ripristino delle morfologie costiere (Tabella I.4.3-2).

#### **I.5.2.1.1. Rimini**

Denominazione progetto: “Attuazione Parco del Mare: Lungomare Sud - Interventi di riqualificazione e rigenerazione urbana: completamento tratto 1, tratto 2 e tratto 3”.

In progetto candidato al presente bando riguarda, in particolare, le opere degli stralci funzionali relativi al completamento del tratto 1 e agli arredi, attrezzature, impianti e soluzioni tecnologiche dei tratti 2 e 3, mentre gli stralci funzionali finanziati a valere sul Fondo Sviluppo e Coesione - Ministero dell'Ambiente 2014-2020 - “2^ Addendum Ambiente” riguardano le opere relative alla sistemazione strutturale dei tratti 2 e 3, per la riduzione del rischio da ingressione marina e le relative finiture superficiali.

Tra gli obiettivi dell'intervento ci sono la messa in sicurezza idraulica del lungomare, la pedonalizzazione e il miglioramento di confort e microclima del lungomare inserendo aree verdi, l'incremento della permeabilità delle aree mediante la previsione di “aree verdi” e l'utilizzo di materiali drenanti per le pavimentazioni.

Il completamento del Tratto 1 - Lungomare Fellini - Kennedy, prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- percorsi pedonali;
- percorsi ciclabili in calcestruzzo drenante;

## ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

- creazione di aree multifunzionali (aree verdi con piantumazione di essenze tipiche della vegetazione costiera autoctona, aree per l'attività fisica, per l'attività culturali, aree gioco, aree per la sosta);
- elementi di arredo per la pubblica illuminazione;
- reti di sottoservizi.

Per il tratto 2, Lungomare Kennedy - Tripoli ed il tratto 3, Lungomare Tripoli - Pascoli, le opere per le quali si richiede finanziamento riguardano l'acquisto e l'installazione di attrezzature, soluzioni tecnologiche, impianti e arredi (lavori relativi a pubblica illuminazione, videosorveglianza, accessi Wi-Fi, fornitura di attrezzature per zone giochi per bambini, fornitura di palestre cardio-fitness a cielo aperto, fornitura di pergolati per ombreggio).



*Figura I.5.2-1: Alcuni dettagli del Parco del Mare di Rimini*

### **I.5.2.1.2. Ravenna**

Denominazione progetto: “Riqualificazione accessibilità e aree retrostanti agli stabilimenti balneari dei Lidi del comune di Ravenna - Parco marittimo - Primo stralcio (Marina di Ravenna-Punta Marina)”.

Come anticipato nel paragrafo I.5.1.1, il primo stralcio del progetto riguarda la riqualificazione ambientale e paesaggistica di un’ampia porzione di territorio ravennate e abbraccia il sistema delle

pinete litoranee di Marina di Ravenna e Punta Marina, il sistema delle dune costiere, e tutta la fascia retrostante gli stabilimenti balneari, per una lunghezza complessiva di circa 5km.

Gli interventi principali sono di seguito sinteticamente elencati:

1. opere di ricomposizione e rinaturazione dei cordoni dunali:
  - ricomposizione di duna «artificiale» con sabbia proveniente dalla pulizia dell'arenile,
  - rinaturazione vegetale delle zone dunose attraverso la fornitura e messa dimora di essenze erbacee ed arbustive
2. interventi di gestione straordinaria aree boscate e pinete:
  - interventi di gestione delle pinete: diradamenti selettivi, sottopiantagioni e rinfoltimenti, decespugliamento per il contenimento del rovo, realizzazione di aree dimostrative permanenti.
  - qualificazione del margine della pineta retrodunale attraverso l'integrazione con il sistema dunoso esistente e di progetto, integrazione della vegetazione arborea ed arbustiva, per rafforzare la protezione ai venti salsi durante le mareggiate stagionali.
3. viabilità di accesso carrabile all'arenile: riqualificazioni accessi esistenti con interventi di stabilizzazione di inerti naturali, con leganti trasparenti ed ecologici (percorsi esistenti in stabilizzato e in asfalto)
4. impianti per lo smaltimento acque meteoriche: realizzazione di rete di drenaggio attraverso un sistema drenante sottosuperficiale (trincee drenanti e zone di assorbimento)
5. opere illuminazione pubblica: pubblica illuminazione, con predisposizione di cavidotto per ulteriori servizi (fm, telecamere e wifi, imp. speciali)
6. opere a verde urbano, aree esterne allestite, percorsi in legno e in inerti naturali.
  - interventi di qualificazione e riorganizzazione funzionale nelle aree libere di ingresso agli stabilimenti balneari
  - fornitura e posa di nuove passerelle in legno per la realizzazione di percorsi ciclabili e pedonali di attraversamento di aree dunali e zone naturali
  - realizzazione di percorsi in inerti naturali stabilizzati e terra battuta per la realizzazione della continuità ciclabile e pedonali, delle zone retrodunali e in ambiti naturalistici e boscati in genere
7. strutture in legno e acciaio, pontili arredi urbani: arredi, belvedere sulla duna e totem informativi in legno.



*Figura I.5.2-2: Alcuni dettagli del Parco marittimo di Ravenna*

### **I.5.2.1.3. Cesenatico**

Denominazione progetto: "Riqualificazione del waterfront della Città delle Colonie di Ponente"

## ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

Obiettivo delle attività è la riqualificazione e rigenerazione per valorizzazione a fini turistici del tratto di costa a nord del territorio di Cesenatico, la cosiddetta "Città delle Colonie di Ponente": in questo settore è ricompresa la porzione di territorio che si sviluppa da V.le Cavour al Canale Tagliata e dall'asse ferroviario alla costa, attraversata dal Viale Magellano, principale accesso al mare.

Il progetto è stato sviluppato per stralci funzionali. Oggetto della richiesta di finanziamento è il primo stralcio funzionale, per il quale sono previsti i seguenti interventi:

- la riqualificazione ambientale e protezione strutturale dei moli della foce del Canale Tagliata;
- la rigenerazione e rifunzionalizzazione dei cosiddetti stradelli di accesso al mare che si dipanano da Viale Colombo e che costituiscono, nel loro insieme, un'area ad altissimo potenziale turistico, compreso anche il grande varco di Viale Magellano;
- la riqualificazione della Via Colombo, fronte urbano del lungomare, previa realizzazione della rete di fognatura bianca (che interessa anche parte di Viale Magellano ed un tratto su Via Mazzini).



*Figura I.5.2-3: Alcuni dettagli del Parco del Mare di Rimini*

### **I.5.2.1.4. Cattolica**

Denominazione progetto: "Riqualificazione e rifunzionalizzazione turistico-balneare del lungomare di levante - Rasi-Spinelli"

Il progetto prevede la riqualificazione e la rifunzionalizzazione turistico-balneare del lungomare di levante (Rasi-Spinelli) che richiede un significativo intervento di rigenerazione strutturale, urbana e di arredo per garantire una nuova immagine turistica per la città. Le attività in oggetto riguardano i settori di seguito descritti, suddivisi per tratti:

1. primo tratto, comprendente l'area dei giardini De Amicis, in cui si prevede un intervento preliminare ad opera di HERA e successivi ripristini di aiuole, fornitura e posa di un arredo urbano idoneo, e l'aera fronte mare (a sx dell'Hotel Kursal) nella quale verrà eseguito un adeguamento funzionale finalizzato alla migliore fruibilità per lo svolgimento di eventi. Sempre in area fronte mare sono previsti inserimenti di attrezzature per il Fitness;
2. secondo tratto, relativo al Lungomare Rasi-Spinelli - dal Kursal a via Verdi:
  - a. rinaturalizzazione dell'accesso alla spiaggia mediante l'ampliamento delle zone a verde e la previsione di un declivio verso la spiaggia perseguendo gli obiettivi di riduzione degli interventi sostitutivi inserendo specie robuste e perenni, minimizzare le manutenzioni attraverso l'utilizzo di specie rustiche, praticare la massima sostenibilità ambientale con l'utilizzo di specie a basse esigenze idriche,

- mantenere per quanto possibile il patrimonio vegetale presente e completarlo con specie compatibili;
- b. creazione di aree di riposo ed aggregazione;
  - c. previsione di una corsia carrabile di piccole dimensioni per uno scorrimento lento con corsia dedicata alla ciclabile e possibilità di accesso ai mezzi di soccorso;
  - d. previsione di spazi di sosta nelle intersezioni dei viali perpendicolari al lungomare da destinare prevalentemente a cicli, motocicli e simili nel periodo estivo di massima affluenza e a parcheggio di auto nei periodi dell'anno meno affollati;
  - e. connaturazione del luogo come naturale completamento dell'insieme dei servizi sportivi offerti dalla città;
  - f. inserimento di innovazioni tecnologiche per incrementare il livello di smart cities;
  - g. previsione di un complesso di illuminazione e di arredo urbano omogenei con gli interventi proposti in tutto il perimetro del progetto.
3. terzo tratto relativo al Lungo mare Rasi Spinelli - da Via Verdi al porto. La strategia d'intervento prevede la modifica parziale della struttura sopraelevata posta tra le mura Majani e la spiaggia tramite l'alleggerimento delle balaustre del manufatto esistente. Verrà inoltre creato un percorso libero a quota spiaggia e le mura Majani saranno opportunamente illuminate ed allestite.

Gli interventi proposti sono in generale tesi a migliorare la mobilità dolce e la realizzazione di percorsi studiati per l'eliminazione delle barriere architettoniche.



*Figura I.5.2-4: Alcuni dettagli del Parco del Mare di Rimini*

#### **I.5.2.1.5. Cervia**

Denominazione progetto: "Riquilificazione e rigenerazione urbana del waterfront di Milano Marittima, lungomare Pionieri del turismo -Tratto dal canalino Immissario alla 19^ traversa"

L'area oggetto dell'intervento riguarda la località costiera di Milano Marittima nel tratto compreso fra la 1^ Traversa Pineta e la 19^ traversa Pineta e coinvolge la fascia di lungomare compresa tra gli stabilimenti balneari e le strutture alberghiere. Il tratto è delimitato a sud dal Canalino Immissario delle Saline di Cervia e a nord dall'area SIC IT4070008 Pineta di Cervia/ex Colonia Varese, per un'estensione lineare di 1.550 m circa.

L'intervento consiste di:

- a. realizzazione del percorso ciclo-pedonale e riorganizzazione di quelli carrabili: il tratto sarà di lunghezza pari a 1.550 ml circa, avrà una larghezza complessiva di 4,00 ml. Sul lato mare del percorso verrà realizzato un muretto in pietra a secco. In caso di forti mareggiate i varchi per l'accesso ai bagni potranno essere chiusi in maniera stagna utilizzando un sistema di paratoie mobili. Lungo il tratto verranno realizzate isole ecologiche contornate da siepi verdi;
- b. realizzazione di aree verdi poste a mitigazione e collegamento tra le aree e gli arredi a servizio della collettività. Sono previste inoltre delle dune naturali nelle quali verranno piantumate essenze autoctone tipo macchia mediterranea. Le essenze arboree esistenti valutate di maggior pregio saranno conservate e integrate;
- c. aree a valenza polifunzionale che si affiancheranno al percorso ciclabile lungo tutto il suo sviluppo e saranno dotate di servizi all'utente come sedute, e punti per la ricarica dei dispositivi elettronici e altro;
- d. la realizzazione dei sottoservizi impiantistici indispensabili e rete tecnologica (impianto di pubblica illuminazione, impianto di irrigazione delle aree verdi, rete di fognatura delle acque bianche e nere e realizzazione di un sistema di videosorveglianza
- e. valorizzazione delle emergenze ambientali e storico-culturali dell'area come la duna, l'Ex Colonia Varese ed i residui bellici quali ad esempio "denti di drago" e bunker, attraverso lo sviluppo di un percorso storico-didattico composto da pannelli informativi e soluzioni ICT.



*Figura I.5.2-5: Alcuni dettagli della riquilificazione del lungomare di Milano Marittima*

### **I.5.2.2. Interventi di riqualificazione urbanistica**

Di seguito si descrivono gli interventi realizzati in Regione Emilia-Romagna tramite i finanziamenti da L.R. 20/2018 per il restyling e la riqualificazione sostenibile dell'ambito urbano (Tabella I.4.3-3).

#### **I.5.2.2.1. Riccione**

Denominazione progetto: "Restyling passeggiata Goethe e Shakespeare, da P.le Azzarita al Rio Marano I° stralcio da P.le Azzarita a P.le Aldo Moro - II° lotto"

L'area di intervento è un collegamento pedonale fra il Piazzale Azzarita ed il ponte sul Rio Marano, che si sviluppa per una lunghezza di circa 1300 mt con una larghezza media di ml. 3,50., con grosse potenzialità di impatto sul turismo, in quanto è ubicata fra le strutture alberghiere di prima linea e gli stabilimenti balneari.

L'intervento sarà suddiviso in due stralci: il primo da Piazzale Azzarita a Piazzale Aldo Moro ed il secondo da Piazzale Aldo Moro al ponte sul Rio Marano. L'intervento di cui alla presente richiesta di contributo, è il primo stralcio e secondo lotto, compreso fra il P.le Azzarita e P.le Aldo Moro, mentre il primo stralcio e primo lotto inerenti i lavori del P.le Azzarita sono già stati realizzati e conclusi il 20 aprile 2019.

Il progetto di restyling ha l'obiettivo di riqualificare quindi l'intero percorso, caratterizzandolo con nuovi spazi dedicati alla passeggiata ed alla socializzazione sottraendoli agli attuali parcheggi, valorizzando gli ingressi degli stabilimenti balneari e potenziando l'illuminazione garantendone un livello efficace e sicuro. Verranno a crearsi nuovi spazi verdi, nuove sedute, nuovi arredi (anche ombreggianti) e nuova pavimentazione.

L'intero progetto vede anche il rifacimento di alcuni sottoservizi, quali tratti di fognatura bianca, illuminazione pubblica, rete gas, reti di servizi generali. Saranno inoltre realizzate le necessarie opere di predisposizione per impianto di videosorveglianza e wi-fi (dati).



Figura I.5.2-6: Alcuni dettagli del Parco del Mare di Rimini

#### I.5.2.2.2. Bellaria Igea Marina

Denominazione progetto: “Nuovo asse pedonale in prosecuzione di viale Colombo - Realizzazione di lungomare in località Bellaria Centro - Bellaria Nord”

L'ambito di intervento è costituito dalla porzione di arenile che si estende dal Piazzale Kennedy, nel cuore di Bellaria centro, al confine nord del territorio comunale di Bellaria Igea Marina, per un'estensione lineare di circa 1,5 km di arenile.

Il progetto consiste nella realizzazione di un nuovo asse ciclo-pedonale (progettato in maniera tale da garantire la transitabilità carrabile a mezzi di servizio e di soccorso) in zona Bellaria Centro - Cagnona (Comune di Bellaria Igea Marina) e si articola con una serie di interventi finalizzati a valorizzare le valenze paesaggistiche della costa ed al contempo migliorare la fruibilità turistica della spiaggia in termini di servizi mirati ad aumentare il livello degli standard esistenti, indirizzandone l'immagine urbana verso una connotazione di “distretto del wellness”.

Il percorso completa la passeggiata di lungomare fino ai Bagni 2 per poi collegarsi all'asse viario interno, ricucendo un anello ideale della mobilità dolce, in corrispondenza della via Abbazia, ultima via a pettine in territorio di Bellaria Igea Marina, nelle immediate vicinanze del confine comunale nord.

Il suo tracciato è lineare, sviluppato parallelamente alla linea di costa, con una profondità costante di 5 metri ripartiti in una corsia pavimentata di 3,5 metri ed una “fascia filtro” posta a confine con il costruito, in cui trovano collocazione elementi di arredo urbano e di servizio a cittadini e turisti. In particolare, tale fascia filtro, oltre a garantire l'accessibilità completa dell'arenile a tutte le

tipologie di utenza, sarà dotata di sedute, vegetazione ed elementi percorso vita. Il percorso sarà inoltre alberato e servito da isole ecologiche adeguatamente schermate.

Sotto il profilo della dotazione impiantistica, si prevede la realizzazione di una nuova linea fognaria di acque nere, una nuova rete di pubblica illuminazione con tecnologia a LED, banda larga per la connessione privata, estensione delle fibre ottiche comunali per il servizio di videosorveglianza, predisposizione del servizio di diffusione sonora e di una nuova linea della rete acquedottistica urbana.



*Figura I.5.2-7: Alcuni dettagli del Parco del Mare di Rimini*

### **I.5.2.2.3. San Mauro Pascoli**

Denominazione progetto: "Riqualificazione e rigenerazione urbana di cui all'art. 1 della legge regionale 20 dicembre 2018, n. 20 - Progetto Waterfront"

Il progetto riguarda i seguenti due ambiti di intervento:

1. riqualificazione dell'intera area pubblica del lungomare comprendente strade e piazza;
2. demolizione e ricostruzione edificio "Ex Arena Arcobaleno" sito in Viale della Libertà 6/8.

L'intervento in corrispondenza del lungomare interessa il tratto antistante San Mauro Mare, in particolare le vie Pascoli, Vincenzi, Marina, Pineta e piazza Battisti. Il programma funzionale prevede la riqualificazione dell'intera area pubblica attraverso un diverso assetto funzionale della sezione stradale e con una riqualificazione di piazza Battisti (rimozione degli elementi incongrui, inserimento di nuove piantumazioni e più ampie aree verdi, rimozione barriere architettoniche).

Per quanto riguarda invece l'edificio "ex Arena Arcobaleno" il progetto prevede la demolizione del fabbricato in Via della Libertà limitrofo all'intervento di riqualificazione di cui sopra per via Pineta e la conseguente realizzazione di un edificio per il turismo composto da due piani e da un terrazzo

praticabile sul sedime dell'edificato esistente. Il nuovo edificio si colloca all'interno di un piano di riqualificazione del cinema all'aperto totalmente a carico del comune.



*Figura I.5.2-8: Alcuni dettagli del Parco del Mare di Rimini*

#### **I.5.2.2.4. Misano Adriatico**

Denominazione progetto: "Riqualificazione urbana del lungomare sud, da Via d'Azeglio a Piazza Colombo"

L'intervento ha per oggetto il prolungamento verso Sud della riqualificazione urbana della Via Litoranea, già realizzata nel Centro di Misano, partendo da Via D'Azeglio e sino alla frazione di Portoverde in Piazza Cristoforo Colombo.

Si è deciso di prolungare la passeggiata attuale fino alla località Portoverde, per un tratto lungo circa 750 m: si tratta dell'ultimo tassello di riqualificazione urbana del Lungomare di Misano eseguita per stralci funzionali, iniziata nel 2004 con la "zona centrale", poi proseguita nel 2011 verso Nord collegando la frazione di Misano Brasile, ed ora verso Sud collegando la frazione di Portoverde.

Il progetto prevede i seguenti interventi:

- A.1 - Lungomare Via D'Azeglio -Piazza Colombo
  - realizzazione di zone pedonali e ciclabili;
  - bitumatura della sede stradale e nuova pavimentazione;
  - sistemazione e adeguamento dei sottoservizi;
  - installazione di nuova segnaletica stradale;
  - rifacimento arredo urbano e realizzazione della bitumatura della nuova sede stradale;
  - interventi sul verde e contestuali piantumazioni;
  - rifacimento dell'impianto di illuminazione pubblica e realizzazione impianto di filodiffusione;
- A.2 - sistemazione Giardini Piazza Colombo con nuovi percorsi e arredi;
- A.3 - realizzazione di una rotatoria nell'incrocio fra la via Litoranea Sud e Via del Giglio;
- A.4 - Riqualificazione area a verde pubblico attrezzato in via del Giglio.



*Figura I.5.2-9: Alcuni dettagli del Parco del Mare di Rimini*

#### **I.5.2.2.5. Comacchio**

Denominazione progetto: “Riqualificazione di Viale Carducci-Querce e zone limitrofe - Lido Estensi”

Oggetto dell’intervento di riqualificazione sono i Viali Carducci e Querce, presso il Lido degli Estensi, località balneare del Comune di Comacchio.

Il progetto definitivo è sviluppato sulla base di un progetto di fattibilità tecnico ed economica redatta da ACER nel dicembre del 2018: in particolare, il presente progetto definitivo si riferisce al primo stralcio attuativo, il tratto dei Viali compreso tra Viale Giacomo Leopardi e Via dei Frassini.

Gli interventi riguardano:

- rimozione di panchine, obelischi, gazebo (il progetto vede la rimozione di tutti gli elementi di arredo urbano esistenti);
- rifacimento della pavimentazione, con posa di autobloccante, lastre in cemento vibrocompresso o conglomerato bituminoso;
- realizzazione di due fontane a sfioro e di alcune aree adibite ad aiuole;
- inserimento di nuovo arredo urbano;
- è previsto l’abbattimento di 51 alberi e la contestuale piantumazione di 139 nuovi alberi e 42 arbusti;
- affiancamento alla strada carrabile di una pista ciclabile a doppio senso con larghezza 250 cm;
- realizzazione di 45 parcheggi;
- sostituzione ed integrazione della segnaletica stradale;
- rifacimento dell’impianto di pubblica illuminazione, modifica impianto di smaltimento acque reflue e rifacimento della rete fognaria.



*Figura I.5.2-10: Alcuni dettagli del Parco del Mare di Rimini*

**I.5.2.3. Stato dei lavori finanziati dalla L.R. 20/2018**

Località	Titolo	Stato dei lavori
Rimini	Attuazione Parco del Mare: Lungomare Sud - Interventi di riqualificazione e rigenerazione urbana: completamento tratto 1, tratto 2 e tratto 3	Tratto 1 termine 2021 Tratti 2-3 aggiudicazione dei lavori primavera 2021
Ravenna	Riqualificazione accessibilità e aree retrostanti agli stabilimenti balneari dei Lidi del comune di Ravenna - Parco marittimo - Primo stralcio (Marina di Ravenna-Punta Marina)	Aggiudicazione dei lavori marzo 2021, inizio previsto 2022
Cesenatico	Riqualificazione del waterfront della Città delle Colonie di Ponente	Avviata realizzazione sistema fognario
Cattolica	Riqualificazione e rifunzionalizzazione turistico-balneare del lungomare di levante - Raisi-Spinelli	Aperta procedura affidamento lavori agosto 2021
Riccione	Restyling passeggiata Goethe e Shakespeare, da P.le Azzarita al Rio Marano I° stralcio - II° lotto	Inaugurato giugno 2021
Cervia	Riqualificazione e rigenerazione urbana del waterfront di Milano Marittima, lungomare Pionieri del turismo -Tratto dal canalino Immissario alla 19^ traversa	Inizio lavori ottobre 2021
Bellaria Marina	Igea Nuovo asse pedonale in prosecuzione di viale Colombo - Realizzazione di lungomare in località Bellaria Centro - Bellaria Nord	Inaugurato giugno 2021
San Mauro Pascoli	Riqualificazione e rigenerazione urbana di cui all'art. 1 della legge regionale 20 dicembre 2018, n. 20 - Progetto Waterfront	Terminato primo stralcio maggio 2022
Misano Adriatico	Riqualificazione urbana del lungomare sud, da Via d'Azeglio a Piazza Colombo	Inizio lavori previsto per autunno 2021
Comacchio, Lido degli Estensi	Riqualificazione di Viale Carducci-Querce e zone limitrofe - Lido Estensi	Aperta procedura affidamento lavori luglio 2021

**I.5.2.4. Prospetto economico Interventi di riqualificazione urbana finanziati dalla L.R. 20/2018**

LOCALITÀ	TIPOLOGIA INTERVENTO	TITOLO	LUNGHEZZA	Spesa ammessa	Contributo regionale	Altre risorse	Provenienza altre risorse	Importo TOT
Rimini	Parco del Mare: riqualificazione lungomare e protezione	Attuazione Parco del Mare: Lungomare Sud - Interventi di riqualificazione e rigenerazione urbana: completamento tratto 1, tratto 2 e tratto 3	1800 m	10,000,000.00	8,000,000.00	8,320,400.00	2° Addendum Ambiente	18,320,400.00
Ravenna	Riqualificazione aree retrostanti gli stabilimenti balneari e protezione	Riqualificazione accessibilità e aree retrostanti agli stabilimenti balneari dei Lidi del comune di Ravenna - Parco marittimo - Primo stralcio (Marina di Ravenna-Punta Marina)	5000 m	6,110,565.76	4,888,452.61	1,222,113.15		
Cesenatico	Riqualificazione lungomare e protezione	Riqualificazione del waterfront della Città delle Colonie di Ponente		5,404,268.84	4,053,201.63	1,000,000.00	Risorse proprie	5,404,268.84
Cattolica	Riqualificazione lungomare - strutture ricreative	Riqualificazione e rifunzionalizzazione turistico-balneare del lungomare di levante - Raisi-Spinelli	850 m	4,500,626.00	3,375,469.50	900,125.20	Risorse proprie	4,500,626.00

Riccione	Riqualificazione lungomare	Restyling passeggiata Goethe e Shakespeare, da P.le Azzarita al Rio Marano I° stralcio - II° lotto	1300 m	2,200,000.00	1,100,000.00	1,100,000.00	Risorse proprie	2,200,000.00
Cervia	Riqualificazione lungomare e protezione	Riqualificazione e rigenerazione urbana del waterfront di Milano Marittima, lungomare Pionieri del turismo -Tratto dal canalino Immissario alla 19^ traversa	1550 m lungh, 4m largh	3,500,000.00	2,625,000.00			3,500,000.00
Bellaria Igea Marina	Riqualificazione lungomare	Nuovo asse pedonale in prosecuzione di viale Colombo - Realizzazione di lungomare in località Bellaria Centro - Bellaria Nord	1500 m	3,500,000.00	2,150,000.00	1,350,000.00	Risorse proprie e privati	3,500,000.00
San Mauro Pascoli	Riqualificazione lungomare	Riqualificazione e rigenerazione urbana di cui all'art. 1 della legge regionale 20 dicembre 2018, n. 20 - Progetto Waterfront	Stralcio A 900 m, p.zza Battisti 700mq, Stralcio B 1.800 mq	2,597,400.01	1,818,180.01	259,740.00	Risorse propri	2,597,400.01
Misano Adriatico	Riqualificazione lungomare	Riqualificazione urbana del lungomare sud, da Via d'Azeglio a Piazza Colombo	A1 circa 1.000m A2 circa 6.000 mq	2,500,000.00	1,750,000.00	500,000.00	Risorse proprie	2,500,000.00

*GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo*

			A4 circa 3.300 mq					
Comacchio, Lido degli Estensi	Riqualificazione lungomare	Riqualificazione di Viale Carducci-Querce e zone limitrofe - Lido Estensi	860 m	4,000,000.00	2,800,000.00	2,026,983.90	CADF	4,826,983.90

## I.6. Fonti di sedimento

Il Piano Costa del 1981, realizzato dalla società Idroser per conto della Regione Emilia-Romagna, ha reso evidente che il proseguimento delle strategie di intervento adottate fino a quel momento, basate unicamente sull'utilizzo di sistemi di difesa rigidi, avrebbero portato nel giro di qualche decennio ad un irrigidimento eccessivo della costa, con una perdita irreversibile della spiaggia fruibile ai fini turistici. Per superare tale criticità, il Piano Costa proponeva di sviluppare una strategia articolata, basata sulla rimozione delle cause dell'erosione (riduzione dell'apporto solido dai fiumi, subsidenza e opere rigide a mare) e sull'avvio delle attività di ripascimento delle spiagge con sabbie provenienti da fonti esterne al sistema costiero e con caratteristiche compatibili con quelle dei litorali oggetto di intervento. La nuova strategia fu suggellata, definitivamente, con le Linee Guida per la "Gestione Integrata delle Zone Costiere" (Delibera C.R. 20 gennaio 2005, n.645). Infatti, anche i monitoraggi eseguiti negli anni successivi al piano avevano confermato che, nonostante le opere rigide contribuissero a smorzare l'energia del moto ondoso e, in alcuni casi, ad intrappolare il sedimento mobilizzato dalle correnti lungo costa, esse non permettevano di arginare le perdite di sedimento legate ai flussi cross-shore, al vento, al degrado antropico o all'abbassamento topografico del terreno legato al fenomeno della subsidenza. Al contrario, tali opere accentuavano i fenomeni erosivi dei tratti di costa posti sottoflutto (vedi paragrafo I.4.1.4).

A partire dai primi anni '80 Stato e Regione hanno perciò deciso di attuare interventi di ripascimento in 15 dei 18 chilometri di costa ritenuti più critici. Il primo intervento di ripascimento di dimensioni apprezzabili, anche alla scala nazionale, risale al 1983 e interessò 4 spiagge, per una lunghezza complessiva di intervento pari a circa 5.6 km. Il volume di sabbia apportato fu di circa mezzo milione di metri cubi, proveniente da cave a terra. Nei 10 anni successivi furono effettuati altri interventi, portando a ripascimento 2,1 milioni di metri cubi di sabbia distribuiti lungo ulteriori 14 km di litorale. Tali interventi, pur inferiori al fabbisogno stimato, hanno comunque permesso di interrompere la reazione a catena erosione-scogliera-erosione che aveva dominato l'evoluzione del litorale nei 50 anni precedenti.

Dal 1996, con l'aggiornamento del Piano Coste e con l'approvazione del D.M. 24 gennaio 1996, relativo alla movimentazione e scarico dei materiali in ambito marino e costiero, si potenziò anche l'utilizzo delle sabbie litoranee che vengono spostate dalle zone di accumulo verso i tratti più critici. Va sottolineato che questa è una buona pratica gestionale atta a migliorare l'assetto e quindi la fruizione delle spiagge, ma non può essere finalizzata al riequilibrio del bilancio sedimentario.

Contestualmente, nel mondo scientifico stava avanzando l'ipotesi di poter sfruttare, ai fini del ripascimento dei litorali, anche i depositi sabbiosi che si stavano scoprendo sui fondali marini di piattaforma continentale, ascrivibili ad antichi sistemi di spiaggia annegati durante la fase di risalita del livello del mare al termine dell'ultima glaciazione. Essi, oltre ad essere corpi sedimentari del tutto analoghi alle spiagge attuali, rispondevano all'esigenza di fonti di approvvigionamento esterne al sistema.

La Regione Emilia-Romagna ha colto questa opportunità, e a partire dagli anni '80 ha finanziato alcune ricerche, attuate da Idroser (poi Arpa) in collaborazione con il CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), che hanno portato all'individuazione di 7 corpi sedimentari utili per il dragaggio delle sabbie (vedi paragrafo I.6.1.2). Per garantire una gestione oculata e sostenibile di queste risorse tutte le informazioni sono state organizzate in un apposito strumento informatico (denominato in\_Sand), descritto nel manuale tecnico "Sistema informativo per l'utilizzo della risorsa sabbia offshore".

### 1.6.1. I depositi di Sabbie sottomarine Relitte (SR)

I giacimenti di sabbie offshore che attualmente utilizziamo per gli interventi “straordinari” di ripascimento delle spiagge in erosione, sono ubicati una distanza di circa 20-35 miglia (40-65 km) al largo della costa regionale, dove la profondità del fondale è compresa tra i 30 e i 50 m circa. Ad oggi sono stati individuati 7 giacimenti denominati: A0, A1, B, C1, C2, C3 e H0. Quest’ultimo costituisce però un esteso corpo siltoso-sabbioso, utile, eventualmente, per alimentare la porzione sommersa delle spiagge (Figura I.6.1-1)

Si tratta di depositi sedimentari marini relitti (DSMR) che si sono formati in un ambiente deposizionale e in condizioni di livello del mare molto diversi rispetto a quelli attuali, per questo vengono definiti ‘relitti’. Essi corrispondono a sedimenti di antiche spiagge che si sono formate tra gli 11.000 e gli 8.000 anni fa, durante le fasi di innalzamento del livello del mare successive all’ultima glaciazione. Generalmente, la conservazione di questi depositi durante la trasgressione marina dipende strettamente dalle loro geometrie iniziali, dalla dinamica costiera, dal basso gradiente della piattaforma, e dalle modalità di risalita del mare (*Belknap e Kraft, 1981*).

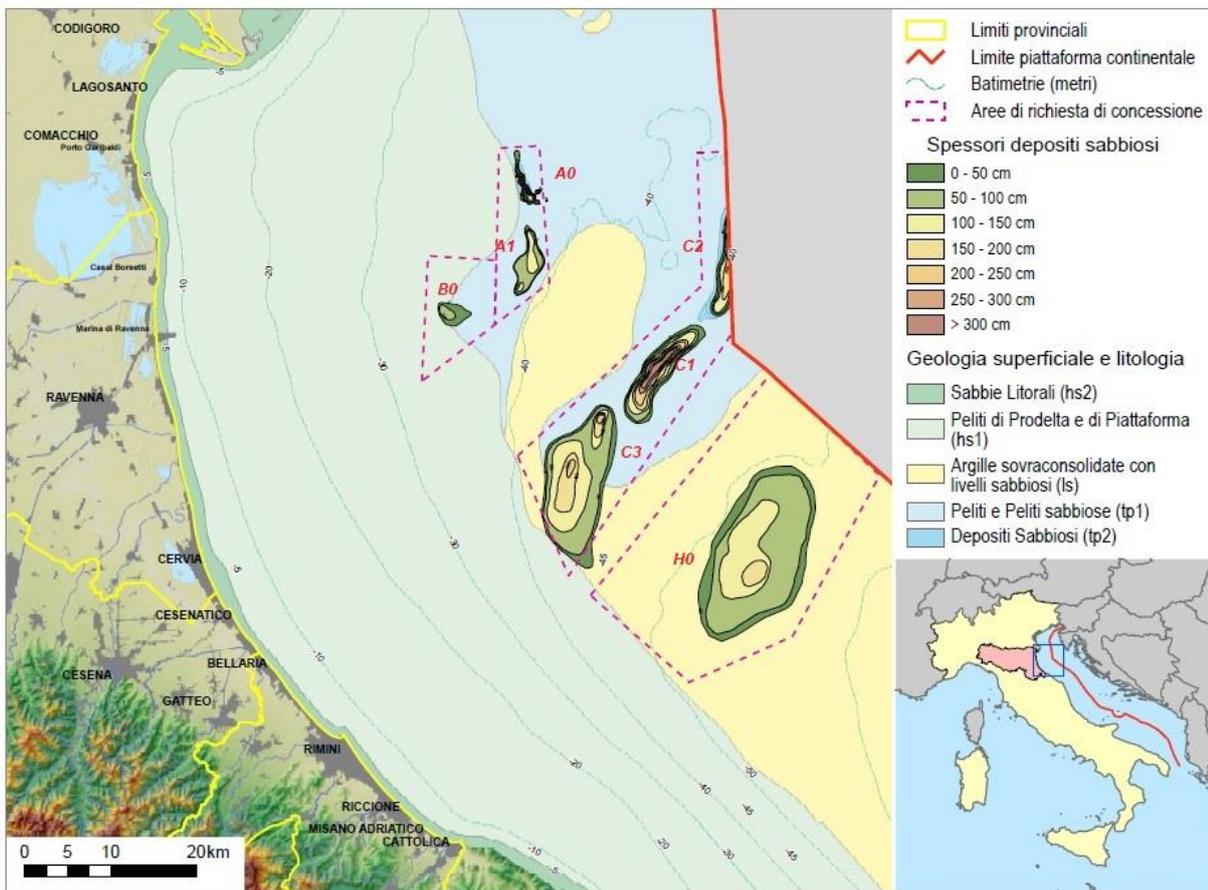


Figura I.6.1-1: Ubicazione dei depositi sedimentari marini relitti (DSMR)

I DSMR costituiscono un’importante risorsa per il ripascimento dei litorali perché la loro composizione è simile a quella delle spiagge attuali; per questo, dopo la scoperta avvenuta negli anni ’70 (*Colantoni et al., 1979*), sono stati oggetto di approfondite indagini sia in ambito scientifico che applicativo. Al largo delle coste regionali, le campagne di ricerca finalizzate alla caratterizzazione dei depositi sabbiosi sono state condotte attraverso collaborazioni tra il CNR e Idroser/Arpae (*Idroser SpA, 1985; 1990; Correggiari et al., 2011; Preti M. (ed.) 2011, Aguzzi et al 2001*) con finanziamenti regionali.

### I.6.1.1. Caratteristiche morfologiche e litologiche dei depositi SR

I corpi sedimentari relitti sono riconoscibili, inizialmente, sulla base della batimetria dei fondali perché morfologicamente corrispondono a rilievi allungati (dossi), estesi in media 8 chilometri ciascuno. Sono caratterizzati da un'unità tabulare con base erosiva, costituita da sabbie bioclastiche, al di sotto delle quali sono presenti sabbie fini ben classate di spiaggia sommersa (Trincardi et al., 1994; Correggiari et al., 1996 a, b).

La caratterizzazione morfologica e litologica avviene attraverso esplorazioni geofisiche (prove indirette) e le indagini geognostiche (prove dirette).

I rilievi batimetrici ad alta risoluzione consentono di mappare in dettaglio le morfologie presenti sui fondali. Da più di 20 anni si utilizzano ecoscandagli di tipo 'multibeam' che emettono un fascio di onde acustiche a forma di ventaglio (in un angolo massimo di 150°), che permettono la scansione di strisce di fondale con ampiezza variabile in funzione della profondità. I grigliati di indagine sono progettati in modo da rilevare il fondale delle zone di interesse con copertura totale.

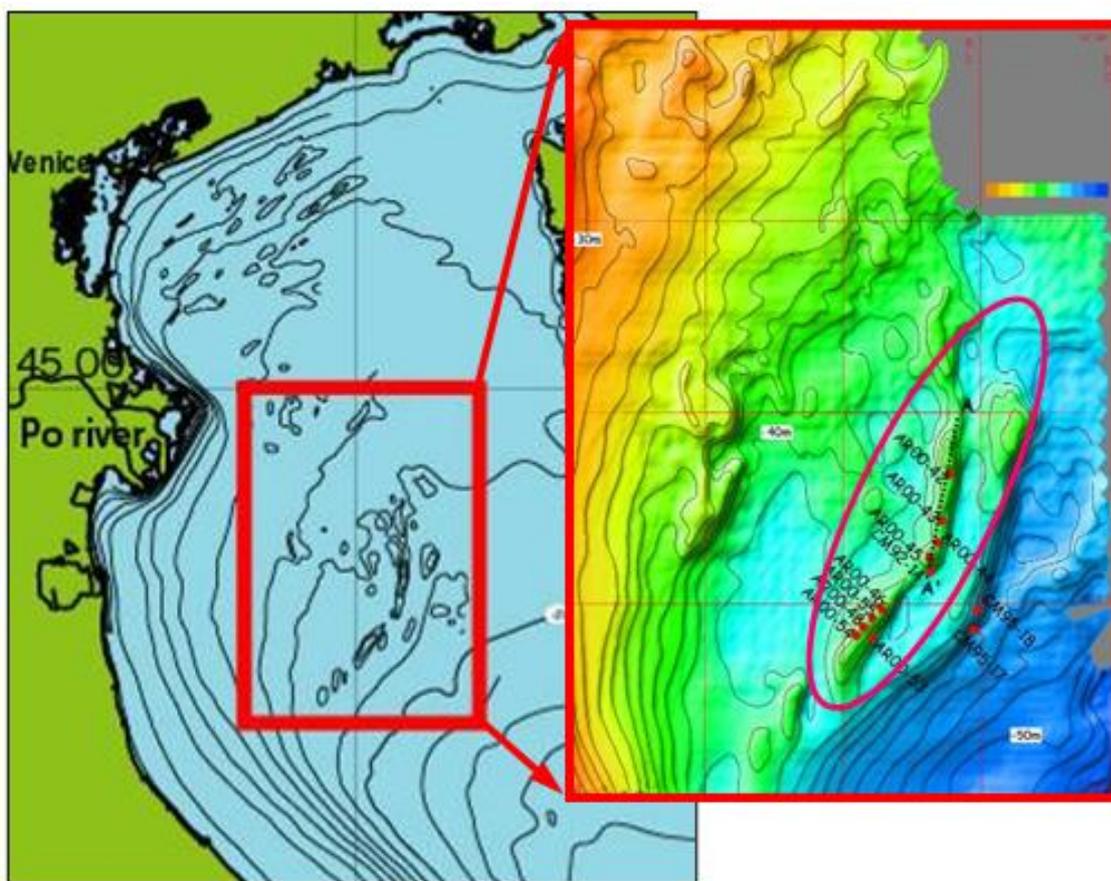


Figura I.6.1-2: Batimetria dell'alto Adriatico e zoom sui giacimenti C1-C2 e C3

I rilievi sismo-acustici si eseguono con sub-bottom profiler di tipo tradizionale e con Chirp Sonar. Il secondo è un sistema che opera a bassa frequenza e trasmette impulsi di lunga durata, con una larghezza di banda molto ampia che fornisce una risoluzione nettamente maggiore rispetto ai sistemi tradizionali; essendo essa proporzionale alla banda dell'impulso trasmesso (Correggiari et al 2011). Per questo motivo tale tecnologia è stata applicata in tutti i rilievi dell'ultima decina di anni.

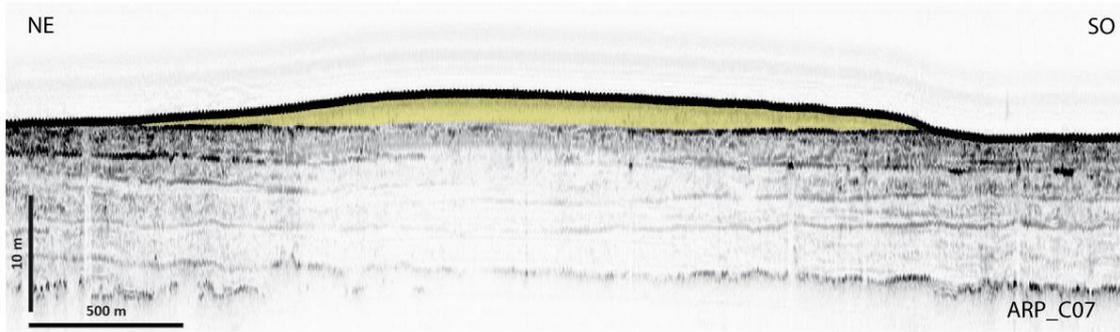


Figura 1.6.1-3: Esempio di profilo Chirp Sonar; in giallo è evidenziato il deposito sabbioso delimitato alla base da un riflettore molto marcato e riconducibile a un livello torboso (da Correggiari et al 2016)

Una volta mappate le morfologie e interpretata la presenza e lo spessore delle unità sismo-acustiche potenzialmente interessanti, è necessario condurre le indagini geognostiche e le prove di laboratorio (Figura 1.6.1-4), al fine di caratterizzare gli aspetti litologici e granulometrici:

- i sondaggi sono a carotaggio continuo (vibrocarotaggi), devono raggiungere la base delle unità potenzialmente utili per lo sfruttamento delle sabbie
- in laboratorio, oltre all'apertura e alla descrizione delle carote, si eseguono le granulometrie dei sedimenti e altre analisi più specifiche per definire l'età dei depositi, la provenienza e le caratteristiche chimiche.

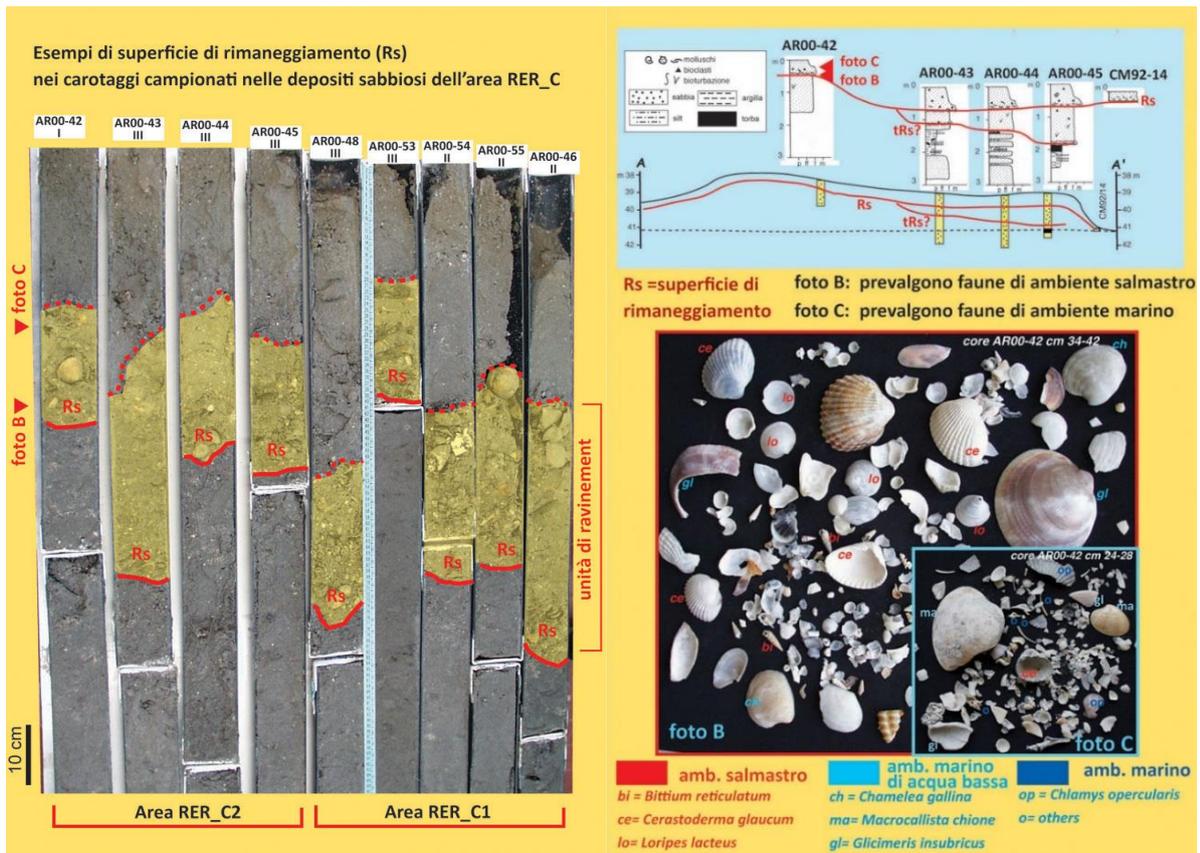


Figura 1.6.1-4: Ricostruzione di una serie di vibrocarotaggi acquisiti nelle aree RER\_C1 e RER\_C2 dove si evidenzia la superficie erosiva di rimaneggiamento marino (RS: Ravinement Surface); si noti il lag conchigliare posto alla base del deposito sabbioso superficiale (a sinistra). Nella parte destra della figura è rappresentata la sezione dell'area RER\_C2 con gli schemi stratigrafici dei vibrocarotaggi e analisi delle macrofaune e dei bioclasti presenti nell'unità di ravinement che vengono utilizzati per comprendere come varia l'ambiente deposizionale durante l'innalzamento del livello del mare in questi depositi trasgressivi (tratta da Correggiari et al 2016).

### I.6.1.2. Volumi potenziali e disponibili

Per essere considerati potenzialmente sfruttabili i DSMR devono rispettare i seguenti requisiti:

- disporre di un volume estraibile superiore a 1 milione di m<sup>3</sup> e una estensione di almeno 1.5 km;
- avere uno spessore superiore a 1 metro;
- avere granulometria e caratteristiche mineralogiche compatibili con le spiagge da ripascere;
- essere privi (o quasi) di copertura pelitica.

I dati elaborati al 2016 e pubblicati nel documento **Linee Guida TNEC 2018**, mostrano che le risorse di sedimento presenti al largo dell'Emilia-Romagna corrispondono a circa 390 Mm<sup>3</sup>: parte di essi non sarebbero sfruttabili a causa della posizione o dello spessore non idonei al dragaggio o per la presenza di una copertura pelitica eccessiva. Risulterebbero invece fruibili circa 220 Mm<sup>2</sup>, già epurati del franco sabbioso di circa 50 cm di spessore che è necessario lasciare sul fondo per il ripopolamento delle specie bentoniche. Di tali volumi, circa 100 Mm<sup>2</sup> corrisponde a silt sabbioso, compatibile solo con la porzione sommersa delle spiagge e 120 Mm<sup>2</sup> a sabbie fini, idonei al ripascimento della spiaggia emersa (Tabella I.6.1-1 tratta dalle Linee Guida TNEC).

Nome Giacimento	Distanza	Profondità (m)		Potenzialità Mm <sup>3</sup>				Litologia
		max	min	teorica	accessibile	presunta	verificata	
RER_A0	43 km	34	34	6,12	6,12	3,57	3,57	sabbia fine
RER_A1	43 km	36	36	12,82	12,82	6,13	6,13	sabbia fine
RER_A2	44 km	35	35	0,26	0,26	-	-	sabbia fine
RER_B	36 km	34	35	2,82	2,82	1,80	1,80	sabbia fine
RER_C1	59 km	39	41	55,10	55,10	39,53	39,53	sabbia fine
RER_C2	66 km	40	39	16,21	16,21	10,56	10,56	sabbia fine
RER_C3	46 km	40	42	104,39	104,39	58,84	58,84	sabbia fine
RER_H	65 km	50	54	195,22	195,22	101,55	101,55	silt sabbioso
TOTALE				392,94	392,94	221,98	221,98	

Tabella I.6.1-1: volumi forniti per Linee Guida TNEC - da pagina 304 LG-TNEC

Se tutto il volume stimato, sulla base delle informazioni disponibili, fosse realmente sfruttabile, avremmo la possibilità di realizzare ancora circa 80-90 interventi di entità analoga a quella dei progettati già portati a termine. Questo purtroppo non è immaginabile, per i seguenti motivi:

- il rapporto tra volume utile e volume dragato (VU/VD) è molto inferiore al 100%. Nei primi 2 interventi, per esempio, sono stati prelevati rispettivamente il 39 e il 22%, del volume di sabbia disponibile nell'area di prelievo. Nel terzo progettone, quando grazie alle informazioni contenute in in\_sand è stato possibile elaborare tali analisi, si è definito un protocollo di scavo finalizzato a migliorare l'efficienza, che ha permesso di ottenere un rapporto VU/VD pari al 61%;
- fino ad ora si sta operando nei dossi più regolari, vicini alla costa e facili da dragare. È possibile che alcuni giacimenti, o alcuni settori debbano essere scartati per difficoltà operative o per costi troppo elevati di recupero.

Stante le conoscenze attuali, potremmo quindi ipotizzare di disporre di sabbie utili a concludere circa 50 Progettati con volumi estratti di 1.5 Mm<sup>3</sup> ciascuno. Questo significherebbe disponibilità di sedimento per i prossimi 250 anni, a meno che nel corso del tempo non si renda necessario un apporto di sabbia maggiore al sistema spiaggia che ridurrebbe i tempi di esaurimento delle risorse.

Va rimarcato, tuttavia, che si tratta solo di una stima che deve essere confermata. Per la gestione ottimale e sostenibile di tale risorsa, che non è rinnovabile, è infatti importante effettuare ulteriori ricerche e rafforzare quelle esistenti. I rilievi geofisici più recenti condotti dal CNR-ISMAR di Bologna tra il 2012 e il 2014, utilizzando le nuove tecnologie Chirp Sonar con risoluzione più elevata rispetto ai dati degli anni '80-'90, hanno infatti evidenziato irregolarità nei corpi sedimentari, che potrebbero incidere negativamente sui volumi stimati. Un dato positivo emerso nell'ambito delle stesse ricerche è, invece, l'esistenza di altre possibili fonti di sabbia in corrispondenza di un paleoalveo sommerso ubicato ad est del giacimento A0.

### **1.6.1.3. Il geo database In\_Sand**

In occasione dei due ripascimenti "straordinari" del 2002 e del 2007 è emersa la necessità di disporre di uno strumento operativo che permettesse la consultazione e l'analisi rapida delle informazioni e che supportasse il processo decisionale e la progettazione degli interventi. Di questo si è fatto carico l'ex Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (SGSS), che, nell'ambito del "Sistema Informativo del Mare e della Costa" aveva già acquisito molte informazioni relative alla geologia dell'area marina antistante le coste regionali.

Nel 2009 è stata stipulata una convenzione con l'Istituto di Scienze Marine del CNR di Bologna (CNR-ISMAR), attraverso la quale è stato sviluppato il geo database (GDB) 'in\_Sand', che doveva rispondere ai seguenti requisiti:

- a) permette l'accesso in modo rapido ed efficace ai dati geofisici, geognostici e ai prodotti cartografici, per la caratterizzazione morfologica e sedimentologica dei depositi di sabbia offshore;
- b) facilitare la consultazione dei dati di monitoraggio degli interventi;
- c) permettere una gestione più efficiente nelle fasi di programmazione e di progettazione degli interventi;
- d) consentire di quantificare i volumi di sedimento disponibile e i residui.

La progettazione di "in\_Sand" ha visto il coinvolgimento delle strutture regionali preposte alla realizzazione degli interventi di difesa, in modo da recepire tutte le indicazioni e le esigenze operative emerse nelle esperienze precedenti. Lo sviluppo di "in\_Sand", avvenuto principalmente tra il 2010 e il 2012, è stato organizzato nelle seguenti fasi:

- Ricerca ed acquisizione dei dati pregressi. Sono stati inseriti anche i dati acquisiti da altri enti (quali Idroser S.p.A e Arpae Emilia-Romagna) o da istituti di ricerca che hanno operato nella stessa area anche allo scopo di effettuare i monitoraggi post-intervento.
- Definizione dell'architettura del geodatabase. Si è focalizzata l'attenzione sulle esigenze tecniche di utilizzo dello strumento, ai fini della progettazione e dell'esecuzione dei dragaggi.
- Sviluppo e popolamento del geodatabase. Questa attività ha richiesto molto tempo perché parte dei dati, soprattutto quelli antecedenti gli anni '90, erano ancora in formato analogico.
- Realizzazione di procedure per l'analisi come, ad esempio, il calcolo degli spessori e dei volumi dei depositi, basate su strumenti GIS

Il GDB in\_Sand è stato sperimentato operativamente, per la prima volta, in occasione del progetto di ripascimento straordinario (denominato "Progettone 3"), condotto nel 2015-2016. In tale occasione è stato possibile verificare la sua efficacia nelle fasi di selezione dei siti di prelievo più idonei, di quantificazione dei volumi disponibili e di programmazione delle campagne di monitoraggio ante e post-operam. Questo strumento ha infatti facilitato e semplificato le valutazioni preliminari, permettendo di ridurre fortemente i tempi di progettazione con un conseguente vantaggio sia per le attività logistiche e amministrative che per l'ottimizzazione delle

risorse economiche disponibili. Analoghi risultati si sono ottenuti in occasione del Progettone 4 (2021-2022)

Un ulteriore strumento che sarebbe opportuno associare ad “in\_Sand” è il geo database dedicato alla gestione dei dati ambientali, che vengono acquisiti in occasione delle campagne di monitoraggio condotte prima, durante e dopo gli interventi di dragaggio. Un primo prototipo è stato realizzato da ISPRA e CNR-ISMAR per conto della Regione Veneto nell’ambito del progetto EU Shape nel 2012. Nel 2014, invece, in occasione del Progetto Bandiera RITMARE, i due enti hanno messo a punto l’architettura finale di tale geodatabase, che è stato denominato env\_Sand (*Grande et al., 2015*).

#### **I.6.1.3.1. Architettura del GDB in\_Sand**

Il geodatabase si compone, di tre ‘feature dataset’: Cartografia di Base; Campioni e Depositi Sabbiosi, ognuno dei quali racchiude una grande mole di dati che vengono via via aggiornati sulla base di nuove indagini o dei monitoraggi effettuati prima e dopo gli interventi di dragaggio (“Progettoni” cap. I.4.2.1).

- la Cartografia di Base contiene: i dati batimetrici, la cartografia geologica superficiale, i dataset linee di navigazione e linee geofisiche, alle quali sono associate le immagini dei profili geofisici attraverso i quali sono stati identificati i giacimenti;
- il feature dataset ‘campioni’, oltre alla posizione geografica dei carotaggi contiene le descrizioni (log litologici), immagini e risultati delle prove di laboratorio;
- il feature dataset ‘Depositi Sabbiosi’ raccoglie tutti i dati interpretati sui depositi, quali perimetri, spessori, base sabbia e tutte le informazioni sugli interventi eseguiti.

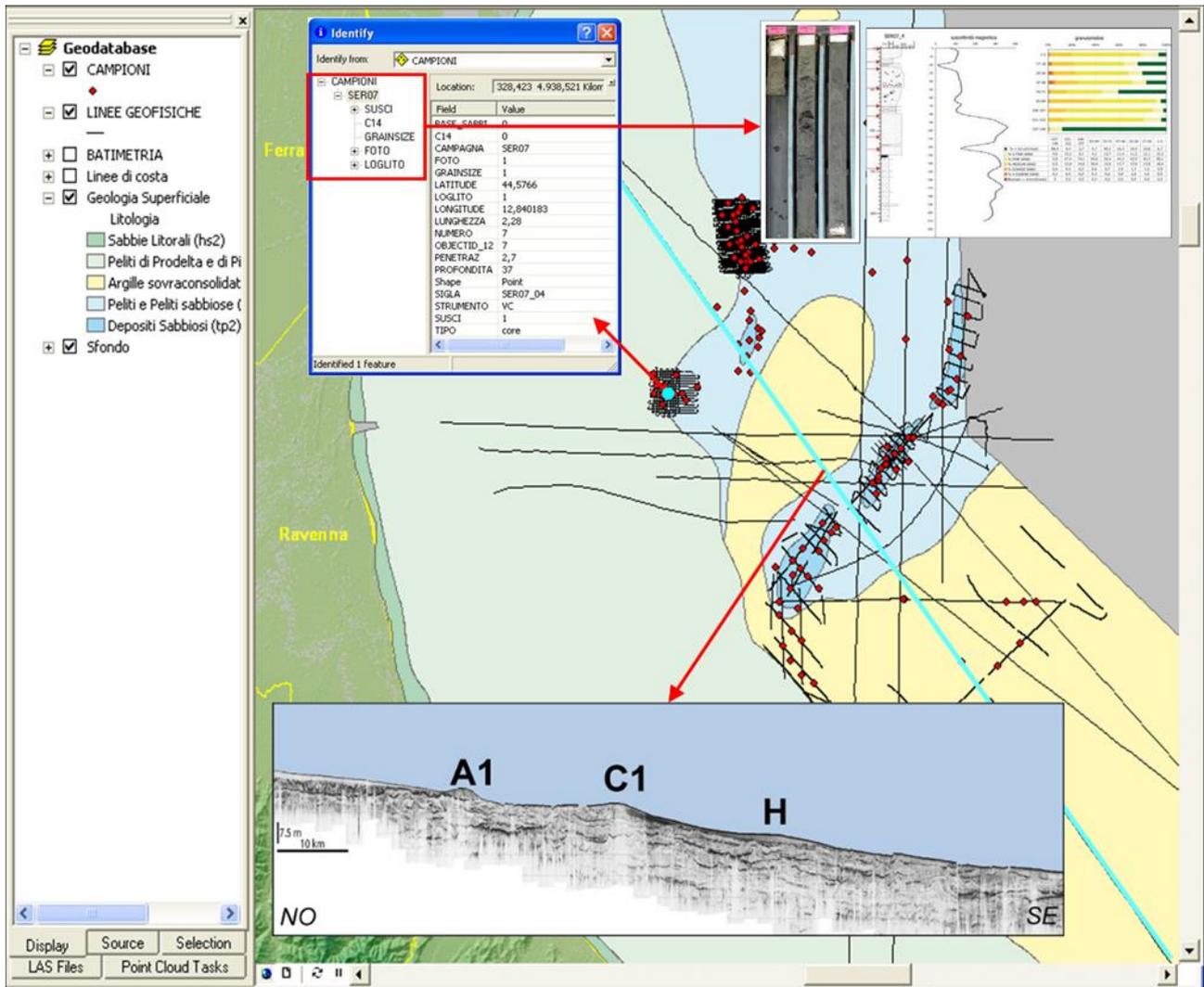


Figura I.6.1-5: Esempio dei dati contenuti nelle presenti nell'architettura del geodatabase (da Correggiari et al 2016)

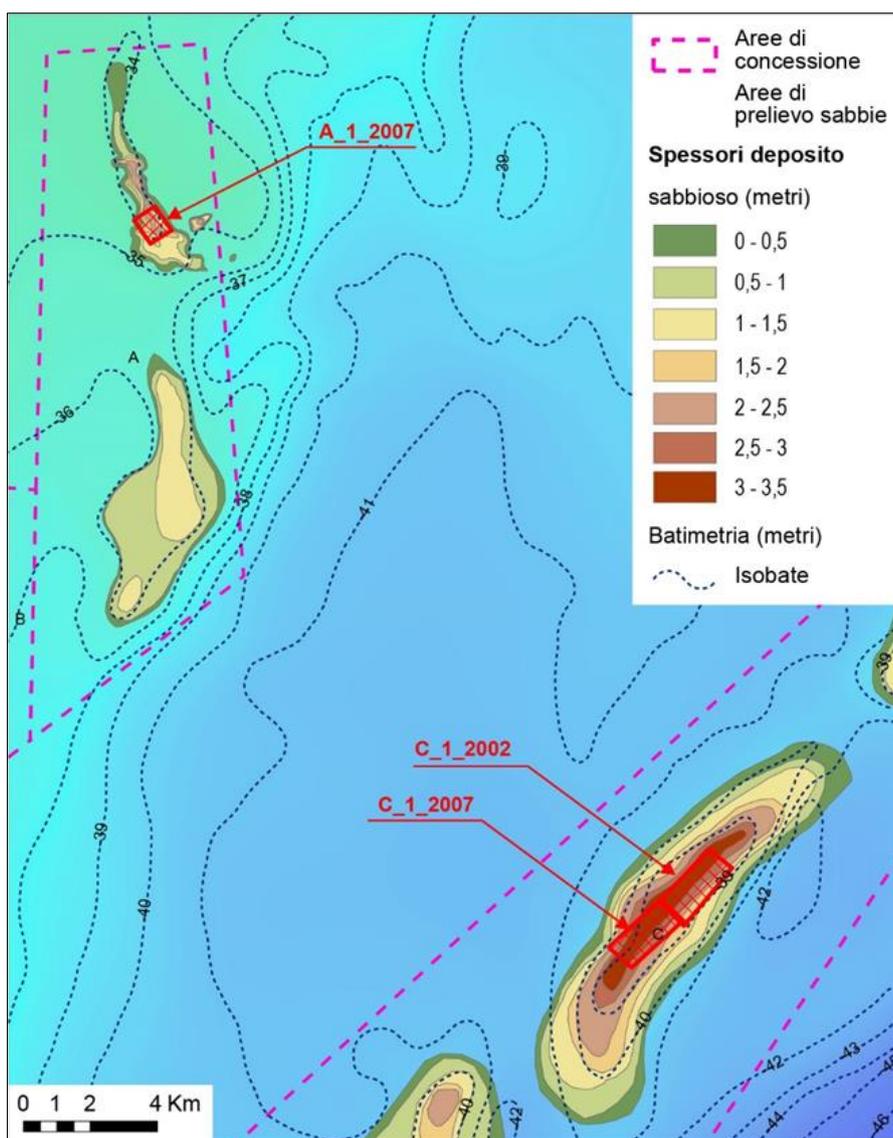


Figura I.6.1-6: Spessori dei depositi C1, A0 e A1, e ubicazione dei siti di dragaggio del 2002 e 2007 (da Correggiari et al 2016).

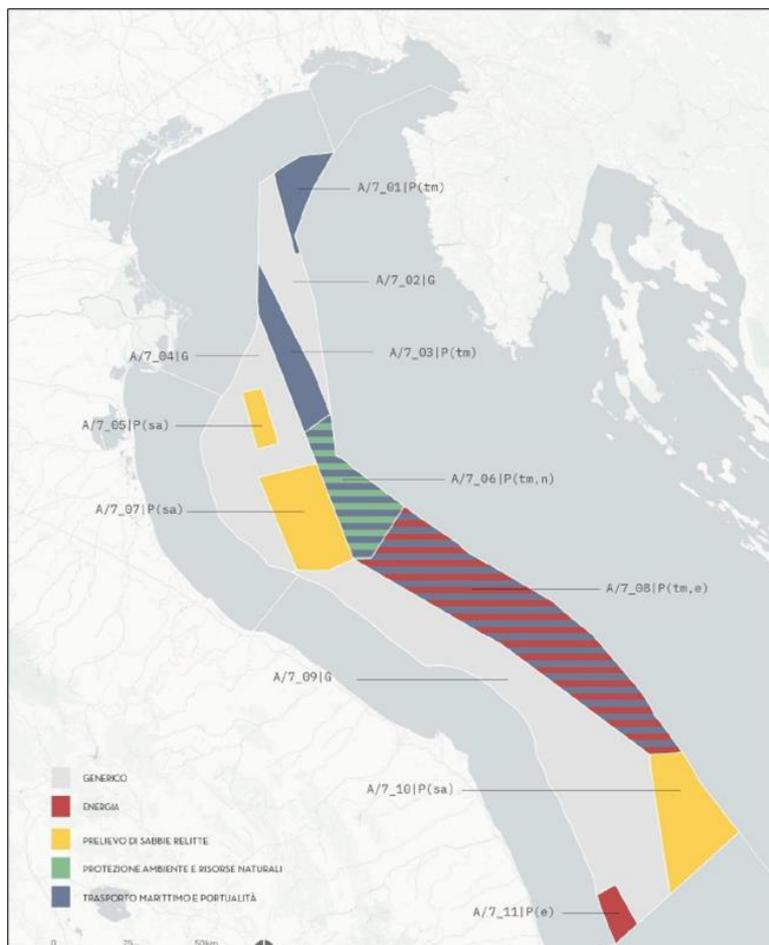
#### I.6.1.4. I DSMR nell'ambito della pianificazione dello spazio marittimo

Al fine di garantire la fruibilità dei depositi, anche dal punto di vista giuridico, oggi e in futuro, nell'ambito della redazione dei Piani di gestione dello Spazio Marittimo, in corso dell'elaborazione ai sensi del d.lgs. 201/2016, la Regione ha anche proposto e ottenuto di delimitare le Unità di Pianificazione (UP) in corrispondenza dei DSMR presenti nell'area marina antistante le coste regionali. L'obiettivo di tale attribuzione è quella di garantire, come priorità d'uso per quella porzione di fondale marino, il dragaggio delle sabbie finalizzato al ripascimento delle spiagge (D.G.R. n. 277 del 1° marzo 2021).

Nell'area marina interessata dai depositi (DSMR), infatti, insistono numerose attività antropiche: trasporto marittimo, pesca, produzione di gas dai giacimenti presenti nel sottosuolo e, in futuro, potrebbero essere chieste autorizzazioni per la costruzione di impianti per le energie rinnovabili (es. aerogeneratori).

Nella figura sottostante (Figura I.6.1-7) sono evidenziate in giallo le 3 Unità di Pianificazione dell'alto Adriatico, in cui l'uso prioritario è il prelievo delle sabbie relitte, due davanti alle coste dell'Emilia-Romagna (A/7\_05, A/7\_07) e nell'off-shore delle coste marchigiane, denominata

A/7\_10. Esse non coprono integralmente la superficie dei DSMR presenti sulla piattaforma perché, in alcune zone, esistevano già altri vincoli di priorità, legati, per esempio, al trasporto marittimo (es: A/7\_03) e A/7\_06).



*Figura I.6.1-7: Mappa delle Unità di pianificazione nell'area del nord Adriatico oltre le 12 miglia nautiche; tratta dai documenti del PIANO DI GESTIONE DELLO SPAZIO MARITTIMO ITALIANO - AREA MARITTIMA ADRIATICO. In giallo sono indicate le UP con priorità d'uso per il prelievo delle sabbie dai depositi DSMR, le due zone A/7\_05 e A/7\_07 nell'immagine sono quelle utilizzate dalla Regione Emilia-Romagna.*

## **I.6.2. I depositi litoranei**

Le zone litoranee in accumulo rappresentano la principale fonte di materiale sabbioso per la realizzazione degli interventi ordinari di ripristino dei litorali: questi interventi non incrementano il volume totale di sedimento disponibile, ma tendono a riequilibrare le zone in erosione con prelievi dai tratti in accumulo.

Le principali fonti litoranee sono le spiagge in accrescimento, i sedimenti dragati per il ripristino dell'efficienza idraulica dei porti canali, dei canali e delle foci fluviali, la sabbia recuperata con la vagliatura dei materiali spiaggiati. Le zone in accumulo sono di solito quelle poste sopraflutto ai moli portuali, ad esempio la spiaggia di Lido degli Estensi ubicata a ridosso dei moli di Porto Garibaldi, o al retro di opere di difesa rigida, come la spiaggia di Cattolica sud e di Rivabella (Rimini), difese da scogliere parallele emerse.

Le modalità di realizzazione di questi interventi prevedono l'impiego di escavatori e pale meccaniche per il prelievo delle sabbie, il loro trasporto tramite camion e la riprofilatura per mezzo di ruspe cingolate. In alcuni contesti sono stati realizzati impianti di sabbiodotti temporanei o

permanenti (sabbiodotto interrato di Riccione) che permettono il refluento diretto da zone in accumulo a quelle in erosione.

Le fonti litoranee permettono di effettuare interventi di manutenzione annuali e stagionali in tempi brevi e con finanziamenti ordinari.

A partire dal 1992 al 2018, sono stati portati prelevati lungo il litorale regionale e portati a ripascimento oltre 4,8 milioni di m<sup>3</sup> di sabbia, di questi circa 2,2 milioni di m<sup>3</sup> da litorali in avanzamento (Lido degli Estensi, Scannone di Volano, Bocca Laguna-Scanno di Goro, Porto Corsini, Marina di Ravenna, Cattolica sud, ecc...), circa 2,1 milioni di m<sup>3</sup> da foci di porto canali, canali e fiumi (Foce Logonovo, Foce Gobbino, Foce Po di Goro, portocanale di Riccione, portocanale Cervia, ecc...), e poco più di 0,55 milioni di m<sup>3</sup> recuperati dalla vagliatura del materiale proveniente dalla pulizia delle spiagge (Tabella I.6.2-1).

Periodo	Litorali in avanzamento	Dragaggi foci porti canali, canali e fiumi	Pulizia spiagge	Totale
1992-2000	77.500	242.368	193.350	513.218
2000-2006	541.285	568.935	130.863	1.241.083
2006-2012	549.263	649.514	124.999	1.323.776
2012-2018	1.035.577	632.165	107.564	1.775.306
Totale	2.203.625	2.092.982	556.776	4.853.383

Tabella I.6.2-1: Volume di sabbia prelevata lungo il litorale e portata a ripascimento per tipologia di provenienza (mc)

Il primo intervento con sabbie litoranee, di cui si ha memoria, è stato il ripascimento della spiaggia di Valverde di Cesenatico, con 38.000 m<sup>3</sup> di sabbia dragata dalla foce del canale Logonovo, realizzato nel 1992.

Negli anni si è ricorso sempre più alle fonti litoranee, passando dai poco più di 500 mila mc del periodo 1992-2000 (pari a 62.500 m<sup>3</sup>/anno) ai quasi 1,8 milioni di m<sup>3</sup> portati nel periodo 2012-2018 (pari a 300.000 mc/anno)

Inoltre, su alcuni litorali vengono effettuati degli spostamenti di sabbia dalla spiaggia sommersa a quella emersa tramite mezzi meccanici, perlopiù per la realizzazione dell'argine invernale (vedere paragrafo I.4.2.3).

### I.6.3. Cave a terra e scavi edili

Altre importanti fonti di sabbia, esterne al sistema spiaggia, sono gli scavi edili in aree litoranee e le cave a terra.

Tipologie di scavi edili utili a tale scopo possono essere quelli per la realizzazione di nuovi edifici o parcheggi sotterranei (es. Riccione), quelli per la realizzazione del bacino di nuove darsene (es. Rimini) e quelli per l'approfondimento o l'estensione del bacino di aree portuali esistenti (es. Ravenna).

## ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

L'utilizzo del materiale recuperato dagli scavi edili è annoverabile come buona pratica in edilizia: ad oggi viene attuato solo da alcuni Comuni, ma sarebbe importante incentivarne la realizzazione in tutti comuni costieri.

La sabbia di cava a terra è stata la prima fonte utilizzata per il ripascimento delle spiagge: il primo documentato è stato realizzato nel 1972 a Gatteo a Mare, con una volumetria movimentata di 42.000 m3.

A causa dell'elevato impatto ambientale nell'utilizzo di questa fonte, determinato soprattutto dal trasporto su gomma, e dell'alto costo della materia, negli anni si è cercato di diminuire lo sfruttamento di questa risorsa a favore di altre meno impattanti e onerose (Tabella I.6.3-1).

Fonti	1983-2000	2000-2006	2006-2012	2012-2018	Totale
Cave a terra	2.736.150	685.255	191.499	51.462	3.706.366
Scavi edili	20.000	162.953	232.906	32.570	448.429
Darsena	0	151.450	0	0	151.450
Porto di Ravenna	0	430.000	200.000	0	630.000

*Tabella I.6.3-1: Volume di sabbia portata a ripascimento proveniente da cave a terra e da scavi edili(mc)*

## I.7. Bibliografia

- Aguzzi M., De Nigris N., Fabi G., Manoukian S., Preti M., Tedeschi R. (2011). Monitoraggio morfologico di aree al largo della costa emiliano-romagnola da cui è stata prelevata la sabbia utilizzata per il ripascimento del litorale regionale. *Studi costieri* 19, pp. 199 - 213.
- Aguzzi, M., De Nigris N., Preti M., Mallegni R., (2012). Nuovi indicatori per lo studio e la gestione della costa emiliano-romagnola. *Studi Costieri* N. 20, p. 95-109.
- Aguzzi M., De Nigris N., Morelli M., Preti M. (2013) Impact on the Beach due to Construction of a Marina. 10th Global Congress on ICM: Lessons Learned to Address New Challenges, EMECS 2013 - MEDCOAST 2013 Joint Conference 30 October - 03 November 2013 Marmaris, Turkey, 2013, 2, pp. 1313-1322.
- Aguzzi M., De Nigris N., Morelli M., Paccagnella T., Unguendoli S., Albertazzi C. (2014) L'erosione costiera, un fenomeno in atto. *Ecoscienza, Rivista di Arpa Emilia-Romagna, Bologna*, N° 6 Dicembre 2014, Anno V, pp. 74-75.
- Aguzzi, M., Bonsignore, F., De Nigris, N., Morelli, M., Paccagnella, T., Romagnoli, C., Unguendoli, S. ARPA ER (2016). Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2012. Erosione e interventi di difesa. I Quaderni ARPAE. ISBN 978-88-87854-41-1.
- Aguzzi M., De Nigris N., Morelli M., Paccagnella T Unguendoli S. (2016) Stato dell'arte del litorale emiliano-romagnolo. *Ecoscienza* Numero 5 Anno 2016.
- Aguzzi M., De Nigris N., Morelli M., Paccagnella T., Unguendoli S. (2016) Il nuovo quaderno di Arpae sull'erosione costiera. *Ecoscienza* Numero 2 Anno 2016.
- Aguzzi M., De Nigris N., Morelli M., Paccagnella T., Unguendoli S. (2017) Il monitoraggio di Arpae sulle spiagge. *Ecoscienza* Numero 3 Anno 2017.
- Aguzzi, M., Costantino R., De Nigris, N., Morelli, M., Romagnoli, C., Unguendoli, Vecchi E. ARPA ER, (2018). Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2018. Erosione e interventi di difesa. I Quaderni ARPAE. ISBN 978-88-87854-48-0.
- Aguzzi M., Albertazzi C., De Nigris N., Gandolfi S., Morelli M., Tavasci L., Unguendoli S., Vecchi E. (2019) Intervento di ripascimento con sabbie sottomarine in Emilia-Romagna: metodi geomatici per il rilievo topografico e batimetrico e risultati del monitoraggio. ASITA 2019, Conferenza nazionale di geomatica e informazione territoriale, 12-14 Novembre 2019 Trieste, pp. 9-16.
- Aguzzi M., Albertazzi C., De Nigris N., Gandolfi S., Morelli M., Tavasci L., Vecchi E. (2020). Third beach nourishment project with submarine sands along Emilia-Romagna's coast: geomatic methods and first monitoring's results. *Rend. Fis. Acc. Lincei* 31, 79-88 (2020).
- Albertazzi C., Preti M., De Nigris N. (2007) Monitoring of the First Complex Nourishment in Emilia-Romagna Region MEDCOAST 07. Editore E.Özhan, 13-17 Novembre 2007, Alexandra, Egypt. 1037-1048.
- Amorosi A., Dinelli E., Rossi V., Vaiani S. C., Sacchetto M. (2008) - Late Quaternary palaeoenvironmental evolution of the Adriatic coastal plain and the onset of Po River Delta. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 268, 80-90.
- Amorosi, A., Colalongo, M., Pasini, G., Preti, D. (1999). Sedimentary response to Late Quaternary sea-level changes in the Romagna coastal plain (northern Italy). *Sedimentology* 46, 99e121.
- Amorosi A. e Pignone R. (2009) a cura di: La pianura. Geologia suoli e ambienti in Emilia-Romagna (ISBN-13:9788883427312)

## ***GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo***

- Antonellini M., Gianbastiani B.M.S., Greggio N., Bonzi L., Calabrese L., Luciani P., Perini L., Severi P. (2019). Processes governing natural land subsidence in the shallow coastal aquifer of the Ravenna coast, Italy. *Catena*, 172, 76-86.
- Antonioli F, Ferranti L, Fontana A, Amorosi AM, Bondesan A, Braitenberg C, Dutton A, Fontolan G, Furlani S, Lambeck K, Mastronuzzi G, Monaco C, Spada G, Stocchi P (2009) Holocene relative sealevel changes and vertical movements along the Italian coastline. *J Quat Int* 231:37-51.
- Armaroli C., Ciavola P., Masina M. & Perini L. (2009). Run-up computation behind emerged breakwaters for marine storm risk assessment. *Journal of Coastal Research*, SI56, Volume II, pp. 1612-1616.
- Armaroli, C., Ciavola, P., Perini, L., Calabrese, L., Lorito, S., Valentini, A., Masina, M. (2012). Critical storm thresholds for significant morphological changes and damage along the Emilia-Romagna coastline, Italy. *GEOMORPHOLOGY*, vol. 143-144, p. 34-51, ISSN: 0169-555X, doi: 10.1016/J.Geomorph.2011.09.006.
- Armaroli, C., Perini, L., Calabrese, I., Ciavola, P., Salerno, G. (2014). Evaluation of coastal vulnerability: comparison of two different methodologies adopted by the Emilia-Romagna Region (Italy). Vol. 16, EGU2014-11299, EGU General Assembly, 27 April-2 May 2014, Vienna, Austria.
- Armaroli, C., Ciavola P, Perini L. (2016). Towards the improvement of the Emilia-Romagna coastal EWS: bridging scientific knowledge with stakeholder's needs and perspectives. *Proceeding of ECSA 56 - Berlin September 2016*.
- Arpa. (2008). Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e piano decennale di gestione. Bologna: I quaderni di Arpa.
- Arpa. (2012). Erosione costiera. *Annuario regionale dei dati ambientali Edizione 2011*.
- ARPAE (2021a) Monitoraggio delle acque di transizione e classificazione dello stato di qualità- Triennio 2017-2019 e Sessennio 2014-2019, 152 pp. Dicembre 2021.
- ARPAE (2021b) Monitoraggio delle acque marino costiere e classificazione dello stato di qualità - Triennio 2017-2019 e Sessennio 2014-2019, 142 pp. Dicembre 2021.
- Barbanti A., Bellacicco S., Bolognini L., Depellegrin D., Farella G., Grati F., Lorito S., Menegon S., Sarretta A., Venier C., Perini L., (2017a). Sviluppo ed analisi di proposte di ICZM-MSP in aree specifiche: costa emiliano-romagnola. Volume 1: Quadro conoscitivo di riferimento e sua analisi ai fini della pianificazione dello spazio marittimo. *Rapporto RITMARE SP3\_LIB\_WP3\_UO1\_D17\_1*. DOI 10.5281/zenodo.1116717.
- Barbanti A., Bellacicco S., Bolognini L., Depellegrin D., Farella G., Grati F., Lorito S., Menegon S., Sarretta A., Venier C., Perini L., (2017b). Sviluppo ed analisi di proposte di ICZM-MSP in aree specifiche: costa emiliano-romagnola. Volume 2: Individuazione ed analisi dei possibili obiettivi gestionali e delle misure per attuarli. *Rapporto RITMARE SP3\_LIB\_WP3\_UO1\_D17\_2*. DOI 10.5281/zenodo.1116740.
- Barbanti A., L. Perini (eds.) (2018). *Fra la terra e il mare: analisi e proposte per la Pianificazione dello Spazio Marittimo in Emilia-Romagna*. ISBN 978-88-941335-0-9. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1184364>
- Belknap D.F., Kraft J.C. (1981). Preservation potential of transgressive coastal lithosomes on the U.S. Atlantic shelf. *Mar. Geol.*, 42: 429-442
- Billi P., Salemi E., Preciso E., Ciavola P., Armaroli C. (2017). Field measurement of bedload in a sand-bed river sup-plying a sediment starving beach. *Zeitschrift für Geomorphologie*.
- Bissoli, R., Pellegrino, I., and Rapino, A.: Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola. *Relazione finale, seconda fase, Tech. rep., Regione Emilia-Romagna, ARPA-RER, Bologna, Italy, 2012.*

- Bondesan M., Calderoni G., Dal Cin R. (1978) - Il litorale delle province di Ferrara e di Ravenna (Alto Adriatico) evoluzione morfologica e distribuzione dei sedimenti. *Boll. Soc. Geol. It.*, 97, 247-287.
- Bondesan M. (1985). Quadro schematico dell'evoluzione geomorfologia Olocenica del territorio compreso fra Adria e Ravenna. In: "Atti della tavola rotonda - Il Delta del Po", 24.11.1982 - Bologna. Accademia delle scienze Istituto di Bologna. 21-36
- Bonzi L., Calabrese L., Severi P., Vincenzi V. (2010). L'acquifero freatico costiero della regione Emilia-Romagna: modello geologico e stato di salinizzazione. *Il Geologo dell'Emilia-Romagna*, 39, 21-34.
- Brazdil R., Pfister C., Wanner H., Storch H., Luterbacher J. (2005) - Historical climatology in Europe - the state of the art. *Climatic Change*, 70, 3, 363-430.
- Brückner E., 1890 - Klimaschwankungen seit 1700 nebest Bemerkungen über die
- Calabrese L., Cibir U., Lorito S., Perini L. (2010). Physical classification of the Emilia-Romagna coast. *Geoacta, Sp. Publ.* 3, 89-102.
- Calabrese L. e Lorito S. (2010) - Geomorfologia costiera. In: il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna. A cura di: Perini L. e Calabrese L., Pendragon, Bologna. 87-107.
- Calabrese L., Perini L., Lorito S., Luciani P., Cibir U. (2010) - Evoluzione della linea di riva ed erosione costiera in Emilia-Romagna. *Atti del Terzo Simposio "Il monitoraggio costiero mediterraneo, problematiche e tecniche di misura"*, 15-16-17 giugno 2010, Livorno, 345-352.
- Calabrese L., Perini L., Luciani P., Lorito S. e Cibir U. (2010). Evoluzione della costa e della linea di riva negli ultimi 50 anni. In: Perini, L. e Calabrese, L. (a cura di) (2011). *Il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna*; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978- 888342847; pp 165-177
- Calabrese L., Lorito S., Perini L., Luciani P. (2012). Lo studio dell'evoluzione della costa emiliano-romagnola attraverso la cartografia da Il mazzo delle carte. L'informatizzazione dell'archivio cartografico e aerofotografico dell'IBC curatori: Di Cocco Ilaria; Pezzoli Stefano. Editrice Compositori ISBN 9788877947635 pp.161/172
- Calabrese L., Perini P., Lorito S., Luciani P., Martini, Severi P., Correggiari A., Remia A. (2016). 3D modelling of the Holocene succession in the southern Po Delta (Italy): from geology to applications. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*
- Calabrese L., Luciani P., Perini L. (2021) A review of subsidence induced by gas exploitation on coastal erosion in Emilia-Romagna, Italy. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, Vol. 62, n.2, June 2021, pp. 279-300
- Calabrese L., Correggiari A., Perini L. e Remia A. (in prep). *La Geologia tra la Terra e il Mare - Esperienze in Emilia-Romagna nello studio delle coste basse sabbiose per l'analisi dei rischi costieri.*
- Caputo M., Pieri L., Ungendoli M. (1970). Geometric investigation of the subsidence in the Po delta, *Boll. Geof. Teor. Appl.*, XIII, 47 pp.
- Carminati, E., and G. Di Donato. 1999. Separating natural and anthropogenic vertical movements in fast subsiding areas: the Po Plain (N. Italy) case. *Geophysical Research Letters* 26, 2291-4.
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 256 Rimini (2005) - APAT - Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- Carta Geologica dei Mari Italiani in scala 1:250.000 Foglio NL 33-10 Ravenna, 2001. Servizio Geologico d'Italia, Istituto di Geologia Marina CNR. Selca - Firenze.

## **GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

- Ciabatti M. (1990). Geomorfologia ed evoluzione del Delta Padano. In: Il mondo della Natura in Emilia-Romagna: La Pianura e la Costa. Federazione Casse di risparmio e Banche del Monte dell'Emilia-Romagna, Milano, pp. 57-76.
- Ciavola P., Armaroli C., Chiggiato J., Valentini A., Deserti M. Perini L. & Luciani P. (2007). Impact of storms along the coastline of Emilia-Romagna: the morphological signature on the Ravenna coastline (Italy). *Journal of Coastal Research*, SI 50, pp. 540-544
- Ciavola, P., Jiménez J. A. (2013). The record of marine storminess along European coastlines. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13: 1999-2002.
- Cibir U., Calabrese L. & Perini L. (2007) - L'evoluzione della costa emiliano-romagnola: un quadro conoscitivo a supporto delle strategie di difesa. In "Ambiente e Territorio" n. 127. Terzo Forum Nazionale. Pianificazione e tutela del territorio costiero: questioni, metodi, esperienze a confronto. A cura di Erminio M. Ferrucci, Maggioli Editore, pp. 89-104.
- Cilli, S., Billi, P., Schippa, L., Grottoli, E., Ciavola, P. (2021). Bedload transport and dune bedforms characteristics in sand-bed rivers supplying a retreating beach of the northern Adriatic Sea (Italy). *Journal of Hydrology: Regional Studies* 37 (2021) 100894
- Cipriani S., Crespellani T., Madiati C., Pierucci D., Vannucchi G., Marcellini A., Martelli L., Frassinetti G. (2000). Carta del rischio di liquefazione in un'area ricca di beni culturali: la costiera romagnola. Convegno "Condizionamenti geologici e geotecnici nella conservazione del patrimonio storico culturale. Torino, Castello di Moncalieri, 8-9 giugno 2000.
- Colantoni P., Galignani P & Lenaz R. (1979). Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic continental shelf. *Marine Geology*, 33:41-50
- Colantoni P., Preti M., Villani B., 1990. Sistema deposizionale e linea di riva olocenica sommersi in Adriatico al largo di Ravenna. *Giornale di Geologia*, 3, 52, 1-18.
- Coltorti M. (1991). Modificazioni morfologiche oloceniche nelle piane alluvionali marchigiane: alcuni esempi nei fiumi Misa, Cesano e Musone. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 14, pp. 73- 86. Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.
- Corbau C., Simeoni U., Zoccarato C., Mantovani G., Teatini P. (2019). Coupling land use evolution and subsidence in the Po Delta, Italy: Revising the past occurrence and prospecting the future management challenges. In: *Science of The Total Environment*, 654: 1196-1208
- Correggiari, A., Roveri M., Trincardi F. (1992). Regressioni "forzate", regressioni "deposizionali" e fenomeni di instabilità in unità progradazionali tardo-quadernarie (Adriatico Centrale). *Giornale di Geologia*, 54: 19-36.
- Correggiari A., Field M.E., Trincardi. F. (1996). Late-Quaternary transgressive large dunes on the sediment-starved Adriatic shelf. In: De Batist & Jacobs (Eds), *Siliciclastic Shelf Seas*. *Geol. Soc. Spec. Pubbl.*, 117: 155-169.
- Correggiari A., Aguzzi M., Remia A. e Preti M. (2011). Caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche dei giacimenti sabbiosi in Mare Adriatico Settentrionale utilizzabili per il ripascimento costiero. *Studi costieri*, 19, pp. 11-31.
- Correggiari A., Perini L., Remia A., Luciani P., Fogliani F., Grande V., Moscon G., Calabrese L., Lorito S. (2016). Sistema Informativo per l'utilizzo della risorsa sabbia offshore nei progetti di protezione costiera: geodatabase in\_Sand. Pubblicazione a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna ISBN 978-88-8186-012-8.
- Crespellani T., Cascone E., Castelli F., Grasso S., Maugeri M., Vannucchi G. (2000) - Liquefaction potential of saturated sand deposits in the urban area of Catania. In E. Faccioli and V. Pessina (Eds.), *The Catania Project: earthquake damage scenarios for high risk area*

- in the Mediterranean, CNR – Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, pp. 46-51, ISBN 88-900449-0-X.
- Crespellani T., Madiati C. (2002) – Liquefaction risk analysis during earthquakes at Nocera Scalo, Italy, Part II: total and effective stress-strain analyses for liquefaction prediction. Italian Geotechnical Journal, n.4, pp. 46-65.
  - Crespellani T., Madiati C., Vannucchi G. (1997a) – Valutazione del potenziale di liquefazione di vaste aree mediante prove CPT. Atti del VIII° Convegno Naz., “L’Ingegneria Sismica in Italia”, vol. III, Taormina.
  - Crespellani T., Madiati C., Vannucchi G. (2003) – CPT-based liquefaction hazard maps for an Italian coastal area. Italian Geotechnical Journal, n. 4, pp. 46-65.
  - Crespellani T., Madiati C., Vannucchi G., Marcellini, A., Martelli L., Frassinetti, G. (1997b) – Analisi del rischio di liquefazione nell’area costiera fra Cesenatico e Bellaria – Igea Marina. Geologia delle Grandi Aree Urbane, Progetto Strategico CNR, Bologna, 4-5 novembre 1997.
  - Cuffaro M., Riguzzi F., Scrocca D., Antonioli F., Carminati E., Livani L., Doglioni C. (2010). On the geodynamics of the northern Adriatic plate. Rend. Fis. Acc. Lincei, 21 (Suppl 1): S253–S279.
  - Dal Cin R., Calderoni G., Simeoni U. (1979). Caratteri sedimentologici del litorale romagnolo - Le spiagge di Romagna: uno spazio da proteggere. C.N.R. Quaderno n° 2, Bologna, 31-36.
  - De Nigris N., Aguzzi M., et alii (2007) Ricerca di sabbia sottomarina in Mar Mediterraneo. Beachmed-e -II Sottoprogetto ReSaMMé - I Quaderno Tecnico di Fase A, 65-74.
  - De Nigris N., Aguzzi M., et alii (2007) Ricerca di sabbia sottomarina in Mar Mediterraneo. Beachmed-e - II Sottoprogetto ReSaMMé - II Quaderno Tecnico di Fase B, 59-68.
  - De Nigris N., Aguzzi M., et alii (2008) Search for submarine sand in the mediterranean sea. Beachmed-e il Sottoprogetto ReSaMMé - III Quaderno Tecnico di Fase C, 61-73.
  - De Nigris N., Preti M., Monti M. (2009) Confronto tra i rilievi topo-batimetrici eseguiti con metodi tradizionali e quello ALB effettuati nel 2006 nel tratto costiero Rimini-Ravenna. Conferenza Nazionale ASITA – Bari 1- 4 dicembre 2009. Pag.1645-1650
  - De Nigris N., Preti M., Morelli M., Aguzzi M., Bonsignore F., Monti M. (2009) Stato del litorale emiliano-romagnolo al 2007 e piano decennale di pianificazione. Geoitalia 9-11 settembre 2009, Rimini,130.
  - De Nigris N., Preti M., Monti M. (2009) Comparison between the ABL system and the Multibeam for the survey of the beach morphology. IX International Conference On The Mediterranean Coastal Environment. Medcoast
  - De Nigris N., Bucci M.R., Zanuttigh B., Martinelli L., Preti M. (2010) Difese a cresta bassa a Punta Marina (RA): evoluzione del litorale e stabilità delle opere. Atti del XXXII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Marittime (IDRA).
  - De Nigris N., Aguzzi M., Manoukian S., Fabi G., Preti M. Tedeschi R. (2011) Morphological Monitoring of Sand Dredging in North Adriatic Sea bed for Beach Nourishment. Atti della 10ª conferenza internazionale sull'ambiente costiero mediterraneo, MEDCOAST 2011.
  - De Nigris N., Preti M, Morelli M. (2011) Il monitoraggio delle spiagge nel periodo 2002-2005. Studi costieri 19, pp. 35 - 87.
  - De Nigris N., Aguzzi M., Preti M. (2012) Coastal erosion analysis: new indicators to support littoral management in the Emilia-Romagna region. Regione Emilia-Romagna - 7th EUREGEO -. Atti del convegno EUropean congress on REgional GEOscientific cartography and Information systems, Bologna, Italy, 2012
  - De Nigris N., Aguzzi M., Preti M. (2012) Monitoring of beach nourishment with submarine sand along the Emilia-Romagna region, Italy: results of 9-years of activity. The 33rd International Conference on Coastal Engineering: ICCE 2012. Santander (Cantabria), Spain

## **GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

- De Nigris N., Aguzzi M., Fabi G., Manoukian S., Preti M. (2012) Monitoraggio geofisico di aree sottomarine in Mare Adriatico. Atti 16<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA - Fiera di Vicenza 6-9 novembre 2012
- De Nigris N., Aguzzi M., Morelli M. (2014) Coastal erosion indicators to analyse the Emilia-Romagna littoral state. Proceeding conference: The 34th International Conference on Coastal Engineering: ICCE 2014. Seoul, Korea
- De Nigris N., Morelli M., Gandolfi S., Vecchi E. (2019) La rete geodetica integrata per la gestione della costa. *Ecoscienza* Numero 6 Anno 2019.
- Elmi C., Gori U. & Nesci O. (1991) - L'evoluzione del rilievo e della costa tra Gabicce e il fiume Foglia: studi per il consolidamento dell'abitato di Fiorenzuola di Focara. Atti Convegno SCAI, Portonovo (AN), 10-12 Maggio 1989, pp. 179-183. (U.O. 2.11).
- Facciorusso J., Giovanni Vannucchi G. 2009: - Esempio di valutazione del potenziale di liquefazione su scala regionale secondo l'approccio deterministico e probabilistico. *RIVISTA ITALIANA DI GEOTECNICA* 2, 34-57.
- Farella, G.; Menegon, S.; Fadini, A.; Depellegrin, D.; Manea, E.; Perini, L.; Barbanti, A. (2020) Incorporating Ecosystem Services conservation into a scenario-based MSP framework: An Adriatic case study. *Ocean Coast Manag.* 2020, 193, 105230.
- Ferreira, Ó., Ciavola, P., Armaroli, C., Balouin, Y., Benavente, J., Del Río, L., Deserti, M., Esteves, L.S., Furmanczyk, K., Haerens, P., Matias, A., Perini, L., Taborda, R., Terefenko, P., Trifonova, E., Trouw, K., Valchev, N., Van Dongeren, A., Van Koningsveld, M., Williams, J.J. (2009). Coastal Storm Risk Assessment in Europe: Examples from 9 study sites. *JOURNAL OF COASTAL RESEARCH*, vol. SI 56, p. 1632-1636, ISSN: 0749-0208
- Folk R.L. and Ward W.C. (1957). Brazos River Bar: a study in the significance of grain parameters. *J. Sediment Petrol.*, 27, 3-26.
- Friis-Christensen, E. and K. Lassen, 1991, Length of the solar cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate, *Science* 254, 698-700
- Gambolati G., Teatini P. (1998) Numerical Analysis of Land Subsidence due to Natural Compaction of the Upper Adriatic Sea Basin. In: Gambolati G. (eds) *CENAS. Water Science and Technology Library*, vol 28. Springer, Dordrecht.
- Harley, M.D., Valentini, A., Armaroli, C., Perini, L., Calabrese, L., Ciavola, P. (2016). Can an early warning system help minimize coastal storm impacts? A case study of the 2012 Halloween storm, northern Italy. *NATURAL HAZARDS AND EARTH SYSTEM SCIENCES*, Volume 16, Issue 1, p. 209-222
- IDROSER Spa (1985). Ricerca di depositi sabbiosi sul fondo del Mare Adriatico da utilizzare per il ripascimento delle spiagge in erosione. A cura di Preti M., Villani B. e Colantoni P. Bologna, ottobre 1985.
- IDROSER Spa (1990). Ricerca di depositi sabbiosi sul fondo del Mare Adriatico da utilizzare per il ripascimento delle spiagge in erosione. 2° Campagna di ricerca. A cura di Preti M., Villani B. e Colantoni P. Bologna, ottobre 1990
- IDROSER Spa (1996). Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della Regione Emilia-Romagna, Relazione geniale, pp.365.
- Lorito S., Calabrese L., Perini L. e Cibin U. (2010) Uso del Suolo della Costa. in: Perini, L. e Calabrese, L. (a cura di): *Il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna*; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978-888342847, pp 109-118
- Luciani P., Perini L. (2010). Ortofotomosaici della costa. In: Perini, L. e Calabrese, L. (a cura di): *Il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna*; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978-888342847, pp 19-27

- Marabini F. & Veggiani A. (1993) – Climatic Variation in the coastal zone – comparison between the Po River Delta (Adriatic Sea, Italy) and the Huanghe River Delta (Bohai Sea, China). *Chin. J. Oceanol. Limnol.*, 11, 3, 193-206.
- Marabini F. (2000). Effetti sull'erosione costiera dei fenomeni climatici recenti: l'esempio del litorale nord adriatico. *Mare e cambiamenti globali*, 119-134, ICRAM.
- Marangoni Barbara (2008). *Paesaggi in trasformazione Atlante dei paesaggi dell'Emilia-Romagna*.
- Marcellini A., Daminelli R., Pagani M., Riva F., Crespellani T., Madiati C., Vannucchi G., Frassinetti G., Martelli L., Palumbo D., Viel G. (1998) – Seismic microzonation of some Municipalities of the Rubicone area (Emilia-Romagna region). *Proc. of the Eleven European Conference on Earthquake Engineering*, Paris, Balkema, pp. 339-350.
- Martelli L., Bonini M., Calabrese L., Corti G., Ercolessi G., Molinari F.C., Piccardi L., Pondrelli S., Federico Sani F., Severi P. (a cura di), 2017 - NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA ED AREE LIMITROFE. Regione Emilia-Romagna, Dream Italia, pp. 94
- Martinelli L., Zanuttigh B., De Nigris N., Preti M. (2011) Sand bag barriers for coastal protection along the Emilia-Romagna littoral, Northern Adriatic Sea, Italy. *Elsevier Geotextiles and Geomembranes* 29 (2011) 370 e 380
- Martinson D.G., Pisias N.G., Hayes J.D., Imbrie J., Moore T.C. & Shackleton N.J., 1987. Age dating and the orbital theory of the ice ages - development of a high-resolution 0 to 300,000 year chronostratigraphy. *Quaternary Research*, 27, 1-29
- Masina, M. & Ciavola, Paolo. (2011). *Analisi dei livelli marini estremi e delle acque alte lungo il litorale ravennate*. *Studi Costieri*. 18. 87-101.
- MATTM-Regioni (2018). *Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici*. Versione 2018 - Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA, 305 pp
- Montanari G., Preti M., Carati M., Costantino R., De Nigris N. (2011) *I mille usi del Mare Adriatico*. ARPA Emilia-Romagna ECOSCIENZA Numero 2 • Anno 2011
- Montanari R., Marasmi C., De Nigris N., Aguzzi M. et. alii (2011) *Nuovi strumenti per la gestione dei litorali in Emilia-Romagna – Sicell il sistema gestionale delle celle litoranee 2011*. Regione Emilia-Romagna
- Montanari R., Marasmi C., De Nigris N., Aguzzi M. et. alii (2012) *Territorial Action Plans for coastal protection and management- Formulation of territorial Action Plans for Coastal protection and management*. Regione Emilia-Romagna - Eu project Coastance Final Report phase C Component 4
- Montanari R., Marasmi C., De Nigris N., Aguzzi M. (2012) *A new tool for littorals management support in Emilia-Romagna – the littoral cells information and management system (Sicell)*.
- Montanari R., Marasmi C. (2014). *Sicell - Il sistema gestionale delle celle litoranee*. Aggiornamento 2006-2012, Regione Emilia-Romagna.
- Nicholls, R.J., P.P. Wong, V.R. Burkett, J.O. Codignotto, J.E. Hay, R.F. McLean, S. Ragoonaden and C.D. Woodroffe, 2007: *Coastalsystems and low-lying areas*. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 315-356

## **GIDAC - Allegato I - Quadro Conoscitivo**

- Nicoletti L., De Nigris N. Aguzzi M., et alii (2007) Condivisione, definizione ed applicazione del protocollo ENV1 alle attività di dragaggio e ripascimento con sabbie relitte ed applicazioni specifiche per lo studio della torbidità. Beachmed-e Il Sottoprogetto EuDREP - I Quaderno Tecnico di Fase A, 77-85.
- Nicoletti L., De Nigris N. Aguzzi M., et alii (2007) Condivisione, definizione ed applicazione del protocollo ENV1 alle attività di dragaggio e ripascimento con sabbie relitte ed applicazioni specifiche per lo studio della torbidità. Beachmed-e Il Sottoprogetto EuDREP - II Quaderno Tecnico di Fase B, 73-80
- Nicoletti L., De Nigris N. Aguzzi M., et alii (2008) European environmental protocol for dredging and beach nourishment. Beachmed-e Il Sottoprogetto EuDREP III Quaderno Tecnico di Fase C, 75-87
- Parea G.C. (1991). I terrazzi marini dell'Emilia-Romagna nella stratigrafia sequenziale del Pleistocene superiore. Memorie descrittive della carta geologica d'Italia, 41, pp.191-206.
- Perini L., Calabrese L., Cibirin U., Lorito S. & Luciani P. (2007). Il Sistema Informativo della Costa e i prodotti cartografici di supporto agli studi e alle strategie di difesa. In "Ambiente e Territorio" n. 127. Terzo Forum Nazionale. Pianificazione e tutela del territorio costiero: questioni, metodi, esperienze a confronto. A cura di Erminio M. Ferrucci, Maggioli Editore, pp. 71-88.
- Perini L., Lorito S., Calabrese L. (2008). Il Catalogo delle opere di difesa costiera della Regione Emilia-Romagna. Studi Costieri 15, pp. 39-56. ISSN1129-8588 Nuova Grafica Fiorentina
- Perini L., Calabrese L. (2010). Le dune costiere dell'Emilia-Romagna: strumenti di analisi, cartografia ed evoluzione. Studi Costieri, 17, 71-84.
- Perini, L. e Calabrese, L. (a cura di) (2010). Il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978-888342847.
- Perini L., Calabrese L., Deserti M., Valentini A., Ciavola P., Armaroli C. (a cura di) (2011). Le Mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna, 1946-2010. I quaderni di Arpa, pp. 141. Arpa Emilia-Romagna, Bologna, ISBN 88-87854-27-5
- Perini L., Calabrese L., Lorito S., Luciani P. (2015). Il Rischio da mareggiata in Emilia-Romagna: l'evento del 5-6 Febbraio 2015. Il Geologo Volume n. 53 p. 8-17
- Perini L., Calabrese L., Lorito S., Luciani P., Salerno G. (2015). Analisi della Pericolosità in Emilia-Romagna. Ecoscienza Volume n. 3 p. 19-21
- Perini, L., Calabrese, L., Salerno, G., Ciavola, P., Armaroli, C. (2016). Evaluation of coastal vulnerability to flooding comparison of two different methodologies adopted by the Emilia-Romagna region (Italy). Natural Hazards and Earth System Sciences, Volume 16, Issue 1, p. 181-194.
- Perini L., Calabrese L., Luciani P., Olivieri M., Galassi G., and Spada G. (2017). Sea-level rise along the Emilia-Romagna coast (Northern Italy) in 2100: scenarios and impacts. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 17, 2271-2287.
- Perini L., Luciani P., Calabrese L. (2019). Indicatori di suscettibilità costiera ai fenomeni di erosione e inondazione marina. Rapporti Tecnici del Servizio Geologico Simico e dei Suoli, pp 43
- Pranzini E., De Nigris N. et alii (2007). Ottimizzazione delle Tecniche Integrate di Monitoraggio Applicate ai Litorali Beachmed-e il Sottoprogetto OpTIMAL. Il Quaderno Tecnico di Fase B, 33-42
- Pranzini E., De Nigris N. et alii (2008). Optimisation of integrated monitoring techniques applied to coastlines. Beachmed-e il Sottoprogetto OpTIMAL - II Quaderno Tecnico di Fase C, 31-45

- Preti M., Bonsignore F., Guerrero M., Martinelli L., Grandi L., De Nigris N. (2002). Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2000. I quaderni di Arpa, 128
- Preti M., 2002. Ripascimento di spiagge con sabbie sottomarine in Emilia-Romagna: Studi Costieri n.5 pp107-134
- Preti M., Monti M., De Nigris N., Morelli M. (2008). Sottoprogetto Optimal. Ottimizzazione delle tecniche integrate di monitoraggio applicate al litorale. Airborne LiDAR Bathymetry (ALB). BEACHMED-e in Emilia-Romagna: I risultati, 16-18. Regione Emilia-Romagna
- Preti M., Monti M., De Nigris N., Morelli M. (2008). Bathymetric survey: a comparison between Airborne LidDAR Batymetry (ALB) and conventional methods of measure. Beach erosion monitoring. Pag.163-185. Enzo Pranzini e Lilian Wetzel - Nuova grafica fiorentina.
- Preti M., Aguzzi M., De Nigris N. (2008). Ricerca di sabbia sottomarina in Mar Mediterraneo. La ricerca di depositi sabbiosi nella piattaforma continentale dell'Adriatico settentrionale. Regione Emilia-Romagna BEACHMED-e in Emilia-Romagna: I risultati, 25-28.
- Preti M., De Nigris N. (2009). One meter of subsidence along Emilia-Romagna coast in the last 55 years: effects and defense strategies. IX International Conference On The Mediterranean Coastal Environment. Medcoast
- Preti M., Zanuttigh B., De Nigris N., Martinelli L., Aguzzi M., Lamberti A. (2010). Integrated beach nourishment at Igea Marina, Italy. Results of ten-years monitoring. ICCE 2010 - The 32nd International Conference on Coastal Engineering
- Preti M., De Nigris N., Morelli M. (2011). Il monitoraggio delle spiagge nel periodo 2002-2005. Volume Speciale a Cura M. Preti. Studi costieri.
- Preti M., Montanari G., Carati M., De Nigris N., Costantino R. (2011). Carta degli usi del Mar Adriatico antistante il litorale della Regione Emilia-Romagna e reti di monitoraggio dello Stato Qualitativo Ambientale. Atti 13a Conferenza Nazionale ASITA
- Preti M., Aguzzi M., Costantino R., De Nigris N., Morelli M. (2011). Monitoraggio delle spiagge nel periodo 2007-2009. Studi costieri 2011 - 19, pp. 137 - 198.
- Preti M., De Nigris N., Morelli M. (2011). Ripascimento delle spiagge con sabbie sottomarine in Emilia-Romagna: monitoraggio 2001-2009. Studi costieri N.19 - 2011
- Raicich, Fabio. (2003). Recent evolution of sea-level extremes at Trieste (Northern Adriatic). Continental Shelf Research - CONT SHELF RES. 23. 225-235. 10.1016/S0278-4343(02)00224-8.
- Regione Emilia-Romagna. (1981). Piano progettuale per la difesa della costa adriatica Emiliano-Romagnola - Relazione Generale
- Regione Emilia-Romagna. (1984). Piano progettuale per la difesa della costa adriatica Emiliano-Romagnola - volume VI. Le opere a mare: caratteristiche ed effetti sul litorale.
- Regione Emilia-Romagna. (1996). Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della Regione Emilia-Romagna. Relazione Generale
- Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli (2016). Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e aree limitrofe.
- Regione Emilia-Romagna. (2016). Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Regione Emilia-Romagna.
- Ricci Lucchi F. (1986). Oligocene to Recent foreland basins of northern Apennines. -In: Allen P.& Homewood P. (eds.): Foreland Basins. -I.A.S. Spec. Pub., 8: 105-139.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), (2016). CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Romagnoli C., Sistilli F., Cantelli L., Aguzzi M., De Nigris N., Morelli M., Gaeta M.G., Archetti R. (2021). Beach Monitoring and morphological response in the presence of coastal defense

- strategies at Riccione (Italy). *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 851. <https://doi.org/10.3390/jmse9080851>
- Sekovski, I., Armaroli, C., Calabrese, L., Mancini, F., Stecchi, F., Perini, L. (2015). Coupling scenarios of urban growth and flood hazard along the Emilia-Romagna coast (Italy). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Volume 15, Issue 10, p. 2331-2346
  - Simeoni U., a cura di (2000). *La Sacca di Goro. Studi Costieri*, 2, 239 pp.
  - Simonini R., De Nigris N. et alii (2007). Recolonization and recovery dynamics of the macrozoobenthos after sand extraction in relict sand bottoms of the Northern Adriatic Sea *Marine Environmental Research*. Editrice Elsevier. 64, 574-589
  - Simonini R., De Nigris N. et alii (2008). Effetti dell'estrazione di sabbie e dello sversamento di dragaggi portuali sul macrozoobenthos di fondi molli: due casi di studio in Adriatico Settentrionale. *Biologia Marina Mediterranea* 15 (1): 134-137
  - Stefani M. & Vincenzi S. (2005). The interplay of eustasy, climate and human activity in the Late Quaternary depositional evolution and sedimentary architecture of Po Delta System. *Marine Geology*, 222-223, 19-48.
  - Syvitski, J., Kettner, A., Overeem, I. et al. (2009). Sinking deltas due to human activities. *Nature Geosci* 2, 681-686.
  - Teatini, P., L. Tosi, Strozzi T. (2011). Quantitative evidence that compaction of Holocene sediments drives the present land subsidence of the Po Delta, Italy. *J. Geophys. Res.*, 116
  - Trincardi, F., Correggiari A., Roveri M. (1994a). Late-Quaternary transgressive erosion and deposition in a modern epicontinental shelf the Adriatic semi-enclosed basin. *Geo-Marine Letters*, 14: 41-51.
  - Trincardi, F., Correggiari A., Asioli A., Roveri M. (1994b). Diachronous low-stand wedges filling the Quaternary Adriatic foreland basin. 15th IAS Regional Meeting, Ischia, Italy; 13-15 Aprile 1994.
  - Trincardi, F., Correggiari A. (1996). Quaternary forced-regression deposits in the Adriatic basin and the record of composite sea-level cycles. *Depositional Response to Forced Regression Geological Society, Special Publication*: submitted.
  - Trincardi, F., Asioli A., Cattaneo A., Correggiari A., Vigliotti L., Accorsi C.A. (1996). Transgressive offshore deposits on the Central Adriatic shelf: architecture complexity and the record of the Younger Dryas short-term event. *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*, 9.
  - Unguendoli S., Zanuttigh B., Margherita A., De Nigris N., Morelli M., Paccagnella T. (2016) Numerical modeling with XBeach to support coastal management of the Emilia-Romagna Region. *Atti del XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche (IDRA)*, 2016
  - Unguendoli S., Zanuttigh B., Aguzzi M., De Nigris N., Morelli M., Paccagnella T. (2017) Utilizzo del modello XBeach come strumento di analisi dell'erosione costiera in seguito a eventi di mareggiata. *Studi costieri* 2017 - 26: 91 - 106
  - Unguendoli S., Zanuttigh B., Paccagnella T. (2017) Propagation of uncertainty across the modeling chain for early warning of coastal storms in the Emilia-Romagna region. *Coastal Dynamic* 2017
  - Valentini A., Deserti M., Ciavola P., Armaroli C., Masina M., Perini L., Calabrese L. (2009). I nuovi studi su mareggiate e fenomeni erosivi, *ARPA Rivista* n°6, pp.16-18
  - Valentini A. (2016). Review of Climate change impacts on sea storm occurrence. Report progetto Life Primes. Azione A1.

- Vecchi, E.; Tavasci, L.; De Nigris, N.; Gandolfi, S. (2021). GNSS and Photogrammetric UAV Derived Data for Coastal Monitoring: A Case of Study in Emilia-Romagna, Italy. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 1194. <https://doi.org/10.3390/jmse9111194>
- VEGGIANI A. (1973). Le trasformazioni dell'ambiente naturale del Ravennate negli ultimi millenni. *Studi Romagnoli*, 24: 3-26
- VEGGIANI A. (1984). Il deterioramento climatico dei secoli XVI-XVIII e i suoi effetti sulla bassa Romagna. *Studi Romagnoli*, 35, 109-124.
- Veggiani A. (1988). La falesia morta e i depositi olocenici antistanti lungo la fascia costiera adriatica fra Cesenatico e Cattolica. In: Guida alle escursioni (a cura di Bondesan et alii), Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia, Riunione annuale: 21 giugno 1988, pp. 71-82.
- Vilibić, Ivica. (2006). Seasonal sea level variations in the Adriatic. *Acta Adriatica*. 47.

### **I.7.1. Normativa**

- L.R. 13 marzo 1979, n. 7: "Interventi della Regione Emilia-Romagna per la difesa della costa adriatica ai fini ambientali, turistici e di protezione degli insediamenti civili e produttivi"
- Legge 10 dicembre 1980, n. 845: "Protezione del territorio del comune di Ravenna dal fenomeno della subsidenza"
- Piano Costa 1981 (adottato dalla Regione nel 1983) - "Piano progettuale per la difesa della costa regionale" Idroser
- D.M. 24 gennaio 1996 - "Direttive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della legge 10 maggio 1976, n. 319, e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché' da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino".
- Delibera di Consiglio Regionale n. 645/2005: "Linee Guida per la Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC)"
- Delibera Giunta Regionale 350 dell'8-02-2010 "Approvazione delle attività della regione Emilia-Romagna riguardanti l'implementazione della DIRETTIVA 2000/60/CE ai fini della redazione ed adozione dei piani di gestione dei distretti idrografici padano, appennino settentrionale e appennino centrale"
- D.L. 17 ottobre 2016, n. 201: "Attuazione della direttiva 2014/89/UE che istituisce un quadro per la pianificazione dello spazio marittimo"
- D.G.R. Emilia-Romagna 1° marzo 2021 n. 277: "Piano dello Spazio Marittimo Adriatico"
- Delibera Conferenza Istituzionale permanente ADB Appennino Settentrionale del 20 dicembre 2021, n. 26: "Secondo ciclo Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) - I aggiornamento. Art. 7 e 14 comma 3 della direttiva 2007/60/CE. Adozione dell'aggiornamento del PGRA ai sensi degli articoli 65 e 66 del d.lgs. 152/2006 e adozione delle relative misure di salvaguardia ai sensi dell'art.65 commi 7 e 8 del medesimo decreto"
- Delibera Giunta Regionale 2293 del 27-12-2021 "DIRETTIVA 2000/60/CE (Direttiva Quadro Acque) Terzo Ciclo di pianificazione 2022-2027: presa d'atto degli elaborati costituenti il contributo della regione Emilia-Romagna ai fini del riesame dei Piani Di Gestione Distrettuali 2021-2027 dei distretti idrografici del fiume Po e dell'Appennino Centrale"

## I.7.2. Sitografia

- Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, *Mareggiate e impatti sulla costa - aggiornamento dei dati al 2021, degli indicatori e analisi delle tendenze*, Regione Emilia-Romagna - Ambiente (2021). Available online at: [https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/pdf/mareggiate\\_impatti\\_analisi\\_anno2021.pdf/view](https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/pdf/mareggiate_impatti_analisi_anno2021.pdf/view), consultato il 03/03/2022.
- Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Banche dati, Regione Emilia-Romagna - Ambiente, aggiornato al 23/11/2018, <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/banche-dati-settore-costiero>, consultato il 03/03/2022.
- Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, La costa, Regione Emilia-Romagna - Ambiente, aggiornato al 09/11/2021, <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa>
- <https://www.portodimare.eu/>, consultato il 03/03/2022.
- Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Cartografia interattiva e banche dati, Regione Emilia-Romagna - Ambiente, aggiornato al 07/12/2021, <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati>, consultato il 03/03/2022.
- Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna, [https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp](https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp)
- Arpae, Mare e costa, Temi ambientali, <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare>
- Arpae, Monitoraggio della costa, un nuovo studio, Notizie, aggiornato al 07/12/2021, <https://www.arpae.it/it/notizie/monitoraggio-della-costa-un-nuovo-studio>, consultato il 03/03/2022.
- Aguzzi, M., Costantino R., De Nigris, N., Morelli, M., Romagnoli, C., Unguendoli, Vecchi E. ARPAE, (2018). *Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2018. Erosione e interventi di difesa*. I Quaderni ARPAE. ISBN 978-88-87854-48-0. Available online at: <https://www.arpae.it/it/documenti/pubblicazioni/slem-arpae-2020-web-leggera.pdf>.
- Perini, L., Calabrese, L., Luciani, P., Olivieri, M., Galassi, G., and Spada, G. (2017): *Sea-level rise along the Emilia-Romagna coast (Northern Italy) in 2100: scenarios and impacts*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 17, 2271–2287, <https://doi.org/10.5194/nhess-17-2271-2017>.

