

Nuovi strumenti per la gestione dei litorali in Emilia-Romagna



SICELL
il sistema gestionale delle celle litoranee

Nuovi strumenti per la gestione dei litorali in Emilia-Romagna

a cura di

Roberto Montanari, Christian Marasmi



Testi, foto, elaborazioni cartografiche e informatiche di

Carlo Albertazzi, Christian Marasmi, Roberto Montanari

Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica

Margherita Aguzzi, Rosalia Costantino, Nunzio De Nigris, Mentino Preti

Arpa Direzione Tecnica

Lorenzo Calabrese, Paolo Luciani, Luisa Perini, Giovanni Salerno

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Maurizio Farina, Christian Morolli

Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano e della Costa

Mauro Ceroni, Mauro Corbelli, Fabia Foschi, Ennio Malavolta, Franco Mastromarco, Sanzio Sammarini

Servizio Tecnico di Bacino Romagna

Progetto grafico

Christian Marasmi

Coordinatore regionale progetto COASTANCE

Roberto Montanari

INDICE

1.INTRODUZIONE

Il progetto COASTANCE e il sistema gestionale celle litoranee (SICELL)	2
<i>Una risposta ai rischi di erosione e ingressione marina</i>	2
<i>Il SICELL come strumento di supporto per la gestione dei sedimenti litoranei</i>	4

2.LE POLITICHE REGIONALI E LA GESTIONE DEI LITORALI

Premessa	8
Le criticità della costa emiliano-romagnola	9
Strategie di difesa dei litorali: dalle opere rigide al ripascimento delle spiagge	12
Le azioni per il ripristino del trasporto solido fluviale	14
Le azioni per la riduzione della subsidenza	16
La gestione integrata delle zone costiere (GIZC) nel quadro Europeo	17
<i>La GIZC in Emilia-Romagna</i>	17
La gestione dei sedimenti di spiaggia	20

3.LA SUDDIVISIONE DELLA COSTA REGIONALE IN CELLE DI GESTIONE

Premessa	26
Il quadro delle Celle litoranee	27

4.LE FONTI DI PROVENIENZA DEI SEDIMENTI UTILI AI FINI DEL RIPASCIMENTO

Premessa	36
Le fonti interne al sistema litoraneo	36
<i>Le spiagge in accrescimento</i>	36
<i>I dragaggi delle bocche portuali</i>	38
<i>I dragaggi di foci e barre di fiumi e canali</i>	40
<i>I tomboli al retro delle scogliere foranee</i>	41
Le fonti esterne al sistema litoraneo	42
<i>I depositi sottomarini</i>	42
<i>I due interventi di ripascimento con sabbie sottomarine</i>	43
<i>Le cave a terra</i>	44
<i>Gli scavi edili</i>	44
<i>Nuove darsene</i>	45
<i>Gli ampliamenti del Porto di Ravenna</i>	47
<i>Il trasporto solido fluviale</i>	48

5.CONTENUTI DEL DATABASE GESTIONALE CELLE LITORANEE

Premessa	52
La scheda monografica della Cella: descrizione dei parametri	52
La scheda monografica letta punto per punto	54

LE SCHEDE MONOGRAFICHE DELLE 118 CELLE

TAVOLE

BIBLIOGRAFIA

La costa dell'Emilia-Romagna è un sistema complesso in cui interagiscono vari fattori e dinamiche naturali ed antropiche. Il prezioso patrimonio naturalistico e storico-testimoniale, la presenza di numerose attività economiche e di un sistema turistico fra i più importanti a livello nazionale ed europeo inseriscono la gestione e la difesa del sistema costiero fra i temi centrali dell'azione di governo della Regione Emilia-Romagna.

Per questa ragione, nel corso degli anni l'Emilia-Romagna ha prodotto numerosi studi e ricerche, sviluppato e affinato politiche e strategie di gestione e di difesa costiera che l'hanno posta all'avanguardia nel panorama italiano ed europeo. Tali attività, in particolare nell'ultimo decennio, hanno potuto beneficiare anche di risorse finanziarie comunitarie attivate attraverso la partecipazione a numerosi progetti europei. Fra quelli recentemente conclusi (CoastView, Cadsealand, Beachmed-e, PlanCoast, Micore) o ancora in fase di attuazione (CoastBest, Maremed, Coastance, Shape), si sono sviluppate sinergie e linee di lavoro inerenti varie tematiche: la valutazione dei rischi, lo studio e il monitoraggio delle dinamiche litoranee, la gestione dei sedimenti, la gestione integrata delle zone costiere (GIZC), la pianificazione spaziale marittima.

Il progetto Coastance, finalizzato alla predisposizione di strumenti per la previsione del rischio di sommersione, la lotta all'erosione e la formulazione di piani di gestione e di difesa costiera, nasce e si sviluppa dalle esperienze e dai risultati dei precedenti progetti europei e si pone in continuità con l'iniziativa "EUROSION", promossa dalla Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea, che ha evidenziato lo stato dei fenomeni di erosione delle aree litoranee in Europa e le azioni necessarie a contrastarne l'evoluzione.

Questa pubblicazione, che ho il piacere di presentare, oltre a fare il punto sullo stato delle conoscenze, delle criticità costiere, delle pratiche di gestione e delle politiche regionali in materia, illustra un nuovo strumento di supporto alla gestione dei litorali e dei sedimenti - denominato SICELL - sviluppato nell'ambito del progetto Coastance e basato sulla suddivisione della costa regionale in 118 celle di gestione.

Frutto di una proficua collaborazione fra le strutture regionali impegnate nella difesa costiera (Servizio Difesa del Suolo della Costa e Bonifica, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano e della Costa, Servizio Tecnico di Bacino Romagna, Arpa Emilia-Romagna - Unità Specialistica Mare-Costa), tale strumento vede l'integrazione delle esperienze e delle più avanzate conoscenze del settore in una banca dati gestionale, su base geografica, condivisa dalle varie strutture coinvolte. Già anticipato in una sua fase avanzata di realizzazione in occasione della conferenza "Coastance", tenutasi a Bologna nel febbraio 2011, il sistema, attualmente completato per il periodo 2000-2010, comprende i dati di dettaglio sulle 118 celle litoranee e sarà oggetto di continuo aggiornamento grazie alla collaborazione specifica avviata fra le strutture regionali.

Congiuntamente alle schede monografiche sulle celle litoranee, ad un'analisi dei dati contenuti che fornisce un quadro sullo stato dei litorali, alla definizione delle risorse di sabbia litoranee e sottomarine disponibili ai fini del ripascimento, la presente pubblicazione illustra anche le modalità di gestione dei sedimenti di spiaggia che la Regione promuove con lo scopo di uniformare, al meglio, le diverse pratiche attualmente in uso presso gli operatori locali nelle diverse zone costiere.

La base dati SICELL fornisce inoltre informazioni utili ai fini della gestione delle attività di movimentazione dei sedimenti, oggetto di uno specifico regolamento che la Regione sta formulando, in base all'art. 109 del Dlgs 152/2006, per riordinare le procedure autorizzative degli interventi di dragaggio e ripascimento.

Il sistema, già in uso presso i Servizi tecnici costieri e i Servizi centrali, si configura quindi come un valido strumento di supporto alle attività di gestione del litorale e rappresenta una base di elementi utili alla predisposizione di piani di gestione dei sedimenti e alla programmazione e progettazione di interventi di difesa costiera.

Il fiorire di studi, monitoraggi, messe a punto di pratiche di gestione, approfondimenti tematici, testimoniano l'importanza che una gestione lungimirante dei litorali, sostenuta da solide basi scientifiche ed esperienziali, riveste per il Governo della Regione Emilia-Romagna. E' proprio in questa chiave che assumono grande rilevanza la sinergia e la collaborazione avviata fra le varie strutture regionali operanti nella conoscenza, difesa e gestione costiera, su questa specifica linea di lavoro. Voglio quindi indirizzare un sentito ringraziamento a tutto il gruppo di lavoro, e in particolare al Servizio Difesa del Suolo della Costa e Bonifica che ne ha promosso e coordinato le attività, per i risultati ottenuti attraverso uno sforzo prezioso e ammirevole di cui le pagine che seguono rappresentano una precisa testimonianza e infine concludere con l'auspicio che questa proficua collaborazione prosegua sulla strada tracciata.

Paola Gazzolo
Assessore alla Sicurezza Territoriale
Difesa Suolo e Costa
Protezione Civile
Regione Emilia-Romagna

INTRODUZIONE

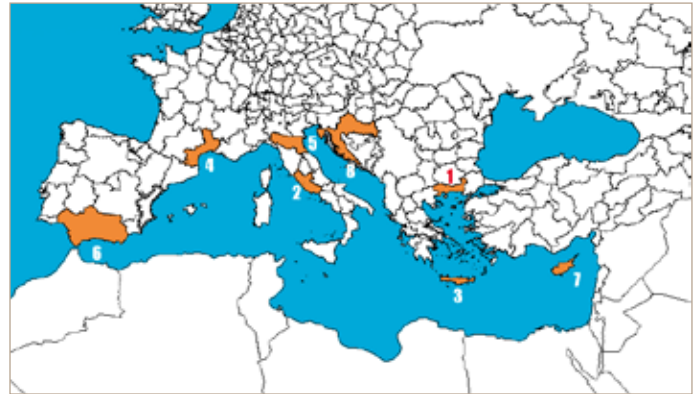


Il progetto COASTANCE e il Sistema gestionale Celle Litoranee (SICELL)

Il progetto europeo COASTANCE (Programma MED), “Strategia regionale per un’azione comune contro l’erosione costiera e gli effetti del cambiamento climatico, per una pianificazione costiera sostenibile nel bacino del Mediterraneo”, nasce e si sviluppa a partire dalle esperienze e dai risultati di precedenti progetti europei che hanno approfondito i temi della gestione e difesa della costa fra cui BEACHMED (INTERREG 3B Medocc) e BEACHMED-e (INTERREG 3C sud) per l’area del Mediterraneo e SAFECOAST (INTERREG 3B North sea) per il Mare del Nord. Il progetto ha come riferimento anche l’iniziativa EU-ROSION (2004), della DG Ambiente della Commissione Europea, che ha evidenziato lo stato, gli impatti e l’evoluzione dell’erosione delle aree costiere in Europa. Il progetto ha un budget di 1.812.775,33 €, per il triennio 2009-2012, ed è finalizzato alla predisposizione di strumenti per la previsione del rischio di sommersione, per la formulazione di piani di gestione e di difesa costiera e di lotta all’erosione.

Nell’ambito del progetto COASTANCE e in collaborazione con le regioni mediterranee partner di progetto, la Regione Emilia-Romagna ha sviluppato un sistema informativo per la gestione e la difesa della costa basato sulla suddivisione del territorio in celle litoranee (SICELL). Tale strumento, finalizzato a ottimizzare anche la gestione dei sedimenti del sistema litoraneo e lo sfruttamento dei depositi di sedimenti esterni al sistema, è stato costruito sulla scorta di precedenti esperienze, studi, piani e proposte gestionali (Piano costa 1981, Proposta di piano 1996, Stato del litorale 2002 e 2008), in condivisione con le strutture regionali che si occupano di ricerca, monitoraggio, gestione, programmazione e realizzazione di interventi di difesa costiera: il Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica, i Servizi Tecnici di Bacino (STB Po di Volano e della Costa, STB Romagna), il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, ARPA Direzione Tecnica – Unità Specialistica Mare e Costa.

La presente pubblicazione riporta i risultati dell’attività di riorganizzazione di dati e informazioni sul sistema fisico costiero finalizzata alla costruzione del SICELL, insieme al quadro attuale delle politiche re-



I 9 partner del progetto COASTANCE: 1. Regione della Macedonia dell’Est e Tracia (GR), Capofila del progetto; 2. Regione Lazio; 3. Regione di Creta (GR); 4. Département de l’Hérault (FR); 5. Regione Emilia-Romagna; 6. Junta de Andalucía (SP); 7. Ministero della comunicazione e dei lavori di Cipro (CY); 8. Dubrovnic Neretva County Development Agency (CR).

gionali in materia, delle strategie di intervento, delle buone pratiche già in uso o da introdurre per una corretta gestione del sistema litoraneo regionale, e ad una prima raccolta di schede monografiche sulle 118 Celle litoranee di gestione.

Una risposta ai rischi di erosione e ingressione marina

Le zone costiere, e in particolare quelle basse e sabbiose, sono naturalmente soggette a fenomeni erosivi generati dall’azione delle onde e dalle variazioni del livello del mare. Questi processi naturali sono amplificati in occasione dalle mareggiate che spesso sono responsabili di eventi di ingressione marina nei territori e centri abitati costieri. Come emerso dall’analisi delle mareggiate degli ultimi 50 anni effettuata nell’ambito del progetto MICORE (VII Programma Quadro), in alto Adriatico si registra un aumento della frequenza degli episodi di “surge” (onde di tempesta che penetrano nell’entroterra), ma non una significativa variazione di frequenza e intensità dei fenomeni di mareggiata (Ciavola et al 2009; Ciavola et al 2011).

Nella costruzione dell’ambiente costiero interagiscono diversi fattori ambientali (mare, vento, clima, trasporto fluviale ecc) che normalmente mantengono

il sistema in equilibrio dinamico. Sempre più spesso questi fattori naturali sono influenzati e modificati dall'attività dell'uomo. Infatti, l'irrigidimento della fascia costiera causato dall'urbanizzazione e dall'uso intensivo a scopo economico del territorio, la costruzione di strutture che bloccano il naturale transito dei sedimenti lungo costa (moli, darsene ecc.), sono fattori che amplificano i fenomeni di erosione localizzata e il rischio di ingressione marina.

Gli interventi di difesa della costa storicamente si sono basati sulla costruzione di opere di difesa rigide (scogliere, pennelli, difese radenti ecc.), che, se da un lato hanno difeso il territorio, dall'altro hanno spostato il problema dell'erosione ai litorali limitrofi alle opere stesse, creando un effetto domino che, ad esempio, in Emilia-Romagna ha portato in 70 anni alla costruzione da parte dello Stato di circa 60 km di opere di difesa rigide.

Negli ultimi anni a questo approccio di tipo "rigido" si è andato lentamente sostituendo un approccio "morbido", con sistemi di difesa a minor impatto ambientale, come ad esempio i ripascimenti con sabbie provenienti da depositi litoranei e da giacimenti sottomarini.

Gli effetti dei cambiamenti climatici (maggiore frequenza degli episodi di 'surge' durante gli eventi di mareggiata, aumento del livello del mare, ecc.) hanno un maggiore impatto sulle coste basse e sabbiose, che, oltre ad essere più esposte agli eventi meteo-marini, spesso corrispondono anche alle zone più intensamente urbanizzate.

Alcuni studi scientifici prevedono inoltre che il riscaldamento globale avrà un impatto a lungo termine sul bacino del Mediterraneo determinando un aumento dell'intensità degli eventi climatici estremi e delle temperature di almeno 1°C entro il 2025. Il bacino del Mediterraneo, infatti, è identificato dall'International Panel on Climate Change (IPCC) come "hot spot", zona a "rischio di ingressione marina, erosione costiera e di deterioramento del territorio" (Comunicazione dalla Commissione al Consiglio dell'europarlamento – Verso una politica marittima integrata per un migliore governo del Mediterraneo – COM (2009) 466 – 11/09/2009).

Appare chiaro quindi che per combattere l'erosione costiera e il rischio da sommersione bisogna avere un approccio ampio in cui, in relazione alle variazioni climatiche attese a medio-lungo termine, si svilup-

pino strategie di difesa costiera in grado di gestire in maniera sostenibile i litorali e i sedimenti, prestando particolare attenzione all'impatto ambientale che l'intervento umano sulla costa può determinare.

Per raggiungere questi obiettivi il progetto COASTANCE si articola in 5 Componenti. La prima di gestione e coordinamento delle attività, la seconda di divulgazione e diffusione dei risultati ottenuti, e di tre specifiche Componenti tecniche:

- **COMPONENTE 3** Rischi costieri: erosione e sommersione (Responsabile: Departement de l'Herault);
- **COMPONENTE 4** Piani di azione territoriale per la gestione e la difesa costiera (Responsabile: Regione Emilia-Romagna);
- **COMPONENTE 5** Linee guida per gli studi di impatto ambientale nell'ambito dei piani e delle opere di difesa costiera (Responsabile: Regione Lazio).

Il progetto si sviluppa secondo due temi principali:

1. **capitalizzazione delle conoscenze e delle risorse già acquisite nell'ambito della difesa costiera:**
 - a. tecnologie sostenibili per lo sfruttamento dei depositi sabbiosi (dietro gli sbarramenti fluviali, sottoflutto ai moli, depositi fossili sottomarini, ecc.) sviluppate nei progetti BEACHMED e nei sottoprogetti GESA e RESAMME di BEACHMED-e;
 - b. tecnologie sostenibili per la protezione e l'adattamento delle coste (monitoraggio del clima meteo-marino, ripascimento delle coste, difese morbide ecc.) basate sui progetti BEACHMED, PLANCOAST, CADSEALAND e sui sottoprogetti NAUSICAA, MEDPLAN e ICZM-MED di BEACHMED-e;
 - c. studi di impatto ambientale delle nuove tecnologie di difesa costiera (attività di dragaggio, interventi di ripascimento, ecc.) e valutazione ambientale strategica dei piani costieri basata su BEACHMED e sui sottoprogetti EUDREP e POSIDUNE di BEACHMED-e
2. **azioni di pianificazione a lungo e medio termine per l'adattamento delle zone costiere agli effetti dei cambiamenti climatici, in linea con la direttiva EU 2007/60/E:**
 - d. sviluppo di piani d'azione territoriale per l'adattamento delle zone costiere ai cambiamenti climatici, per prevenire gli effetti dell'erosione

e i rischi da sommersione: analisi dei fenomeni erosivi e di sommersione, piani di gestione e difesa costiera, linee guida e raccomandazioni per lo sviluppo di piani di gestione della difesa costiera basati sui progetti europei SAFECO-AST, COMRISK e MESSINA.

- e. definizione dei piani di gestione dei sedimenti sia per lo sfruttamento dei depositi litoranei sia per lo sfruttamento di quelli off-shore (ubicazione, caratterizzazione, tecnologie di sfruttamento, trattamenti necessari, ecc.)
- f. appropriati protocolli di valutazione degli impatti ambientali per assicurare le corrette procedure di intervento lungo le zone costiere.
- g. coordinamento con le autorità competenti (GIZC e strumenti di pianificazione)

Il SICELL come strumento di supporto per la gestione dei litorali

Come già ricordato, le strutture di difesa rigide (scogliere, pennelli ecc.) costruite nel passato spesso hanno spostato l'erosione nei tratti di costa adiacenti a quelli che si andavano a proteggere. Nel tempo si sono quindi imposte nuove strategie di difesa, basate su sistemi "morbidi", come il ripascimento artificiale della costa che, anche se è temporaneo e bisognoso di manutenzione con ulteriori apporti di sabbia, appare come lo strumento più idoneo a difendere la costa mantenendo le dinamiche naturali proprie dell'ambiente.

In questo ambito appare indispensabile una nuova strategia di difesa, non più basata su interventi puntuali messi in atto per rimediare a situazioni di sofferenza, ma su una strategia di gestione sostenibile dei litorali e dei sedimenti che si basi su due pilastri fondamentali (fig. 1):

1. **l'alimentazione dei litorali con sedimenti esterni al sistema** (sabbie sottomarine, scavi edili, ecc.) **o interni al sistema** (accumuli litoranei, bocche portuali, ecc.) e il ripristino, ove e per quanto possibile, del trasporto solido fluviale (naturale alimentazione delle spiagge);
2. **la riduzione delle perdite dal sistema**, attraverso buone pratiche di gestione dei sedimenti di spiaggia (pulizia in situ, barriere frangivento, argini invernali di difesa, ecc.) o di azioni per la riduzione della componente antropica della subsidenza (riduzione del prelievo di fluidi dal sottosuolo).

A prescindere dal ripristino del trasporto solido fluviale e dalla riduzione della subsidenza, azioni di grande importanza, ma a lungo termine, che necessitano di politiche territoriali ed economiche ulteriori a quelle già introdotte dalla Regione nei decenni scorsi, appare indispensabile, a più breve termine, l'utilizzo delle possibili fonti di sedimenti, la messa in opera di buone pratiche per il loro sfruttamento sostenibile e la corretta gestione dei sedimenti di spiaggia.

Il Sistema gestionale Celle litoranee (SICELL) è un database creato per supportare la gestione dei tratti costieri di competenza dei Servizi Tecnici costieri e che al contempo permette, attraverso gli aggiornamenti continui, di avere un quadro sugli interventi di difesa effettuati e sullo stato di salute del litorale regionale. Il SICELL è stato sviluppato nell'ambito delle attività della Componente 4 del progetto COASTANCE, integrando e riorganizzando, per gli scopi specifici, i dati di origine utilizzati in altri database regionali (DB ripascimenti, DB opere rigide), le conoscenze disponibili sul sistema fisico costiero (Sistema Informativo del Mare e della Costa, dati IDROSER e ARPA), sulle pratiche di gestione dei sedimenti di spiaggia e degli accumuli litoranei, sul trasporto solido fluviale, sui tassi di subsidenza nelle varie zone costiere, sugli interventi realizzati nei periodi 2000-2006 e 2007-2010. La scelta dei periodi è legata alla cadenza dei rilievi di monitoraggio della subsidenza e delle campagne batimetriche eseguiti da ARPA. La quinta campagna batimetrica e di controllo della subsidenza è attualmente in fase di esecuzione (2011-2012), quindi il secondo periodo preso in considerazione si estenderà a fine 2012, pur essendo già trattati e analizzati, in questo lavoro, i dati aggiornati al 2010.

Il SICELL, già entrato in uso presso i Servizi Tecnici e il Servizio Difesa del Suolo della Costa e Bonifici, si configura come strumento di supporto alla gestione del litorale regionale e fornisce una base di elementi per la predisposizione di piani di gestione dei sedimenti e di interventi finalizzati al contrasto dell'erosione. Il progetto COASTANCE e il sistema SICELL si inseriscono nell'alveo della ormai più che trentennale esperienza regionale in materia di protezione delle zone costiere.

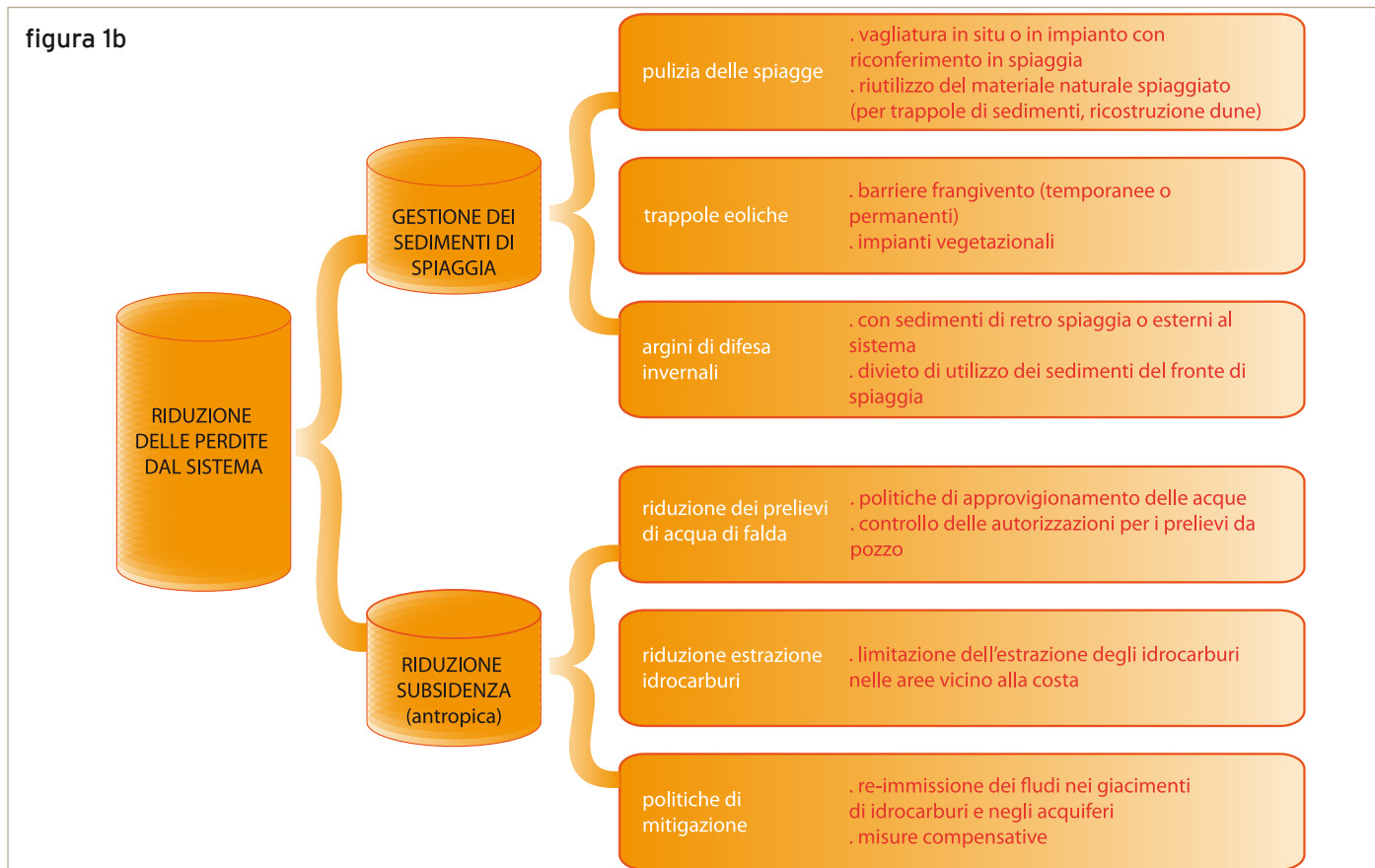
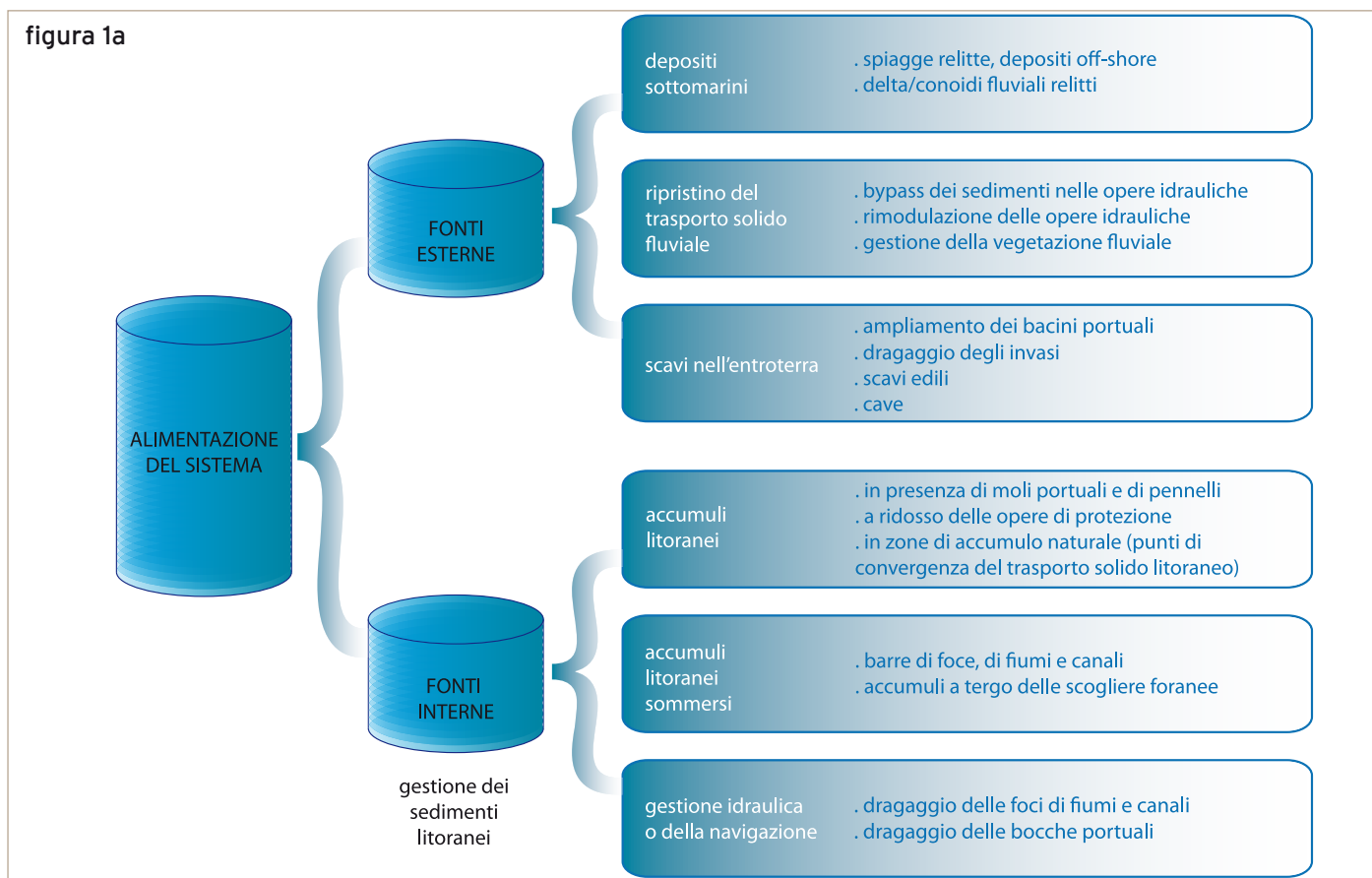


figura 1 La gestione sostenibile dei litorali si basa su due pilastri fondamentali: l'alimentazione delle spiagge con sedimenti interni o esterni al sistema (a) e la riduzione delle perdite (b)

LE POLITICHE REGIONALI E LA GESTIONE DEI LITORALI



Premessa

Nel corso del '900 il sistema fisico costiero emiliano-romagnolo ha subito profonde trasformazioni di origine antropica che hanno portato alla scomparsa di gran parte dei suoi caratteri paesaggistico-ambientali originari. Le dune costiere sono state in gran parte spianate (fig. 2), diverse zone umide (vallive) bonificate, le aree boschive e incolte fortemente ridotte, in funzione di un massiccio sviluppo urbanistico e turistico balneare.



figura 2 La spiaggia a Riccione agli inizi del secolo scorso (foto a sinistra) e nel 1990 (foto a destra). In 100 anni tutte le dune sono state spianate

Se i primi fenomeni di erosione si manifestarono già all'inizio del '900 in corrispondenza di alcune cuspidi fluviali e nelle spiagge a nord dei moli portuali di Rimini e Porto Garibaldi, in seguito al prolungamento degli stessi, è a partire dal secondo dopoguerra che il degrado ambientale (erosione delle spiagge ed eutrofizzazione delle acque costiere) ha assunto dimensioni eclatanti, fino ad arrivare, negli anni '70, ad una situazione tale da mettere in crisi la stessa industria turistico-balneare che, nel frattempo, proprio grazie ad uno sfruttamento insostenibile del "proprio" ambiente di sviluppo, era diventata leader in Europa.

La difesa dall'erosione era stata avviata dallo Stato fin dagli anni '30, con alcuni sporadici interventi come ad esempio la costruzione delle prime scogliere parallele emerse a Porto Garibaldi, ma è ripresa massicciamente e di pari passo con lo sviluppo turistico-balneare nei primi decenni del secondo dopoguerra. È opportuno qui sottolineare che le competenze in materia di

difesa della costa sono state trasferite dallo Stato italiano alle Regioni soltanto nel 2001. La Regione Emilia-Romagna ha iniziato già a partire dagli anni '70, a seguito dell'istituzione delle Regioni, a occuparsi della protezione della costa: dalla prima legge regionale in materia (LR 7/79) ai successivi Piani e studi (di cui si tratta nel successivo paragrafo), fino ad uno dei più recenti pubblicato da ARPA "Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e piano decennale

di gestione" (Preti et al., 2008). In tale studio, come in quelli precedenti, venivano individuati i tratti di litorale regionale in condizioni critiche sui quali era opportuno indirizzare gli interventi di ripascimento nel successivo decennio, al fine di garantirne il miglioramento o almeno l'equilibrio. A partire dagli anni 2000 la Regione ha inoltre realizzato il Sistema Informativo del Mare e della Costa (SIC), sviluppato in ambiente ArcGis e rispondente alle direttive nazionali (RNDT) ed europee (INSPIRE), ora anche in versione consultabile WebGis, sulla base del quale sono state sviluppate ulteriori analisi e prodotte relative pubblicazioni, ultima delle quali "Il Sistema Mare e Costa dell'Emilia-Romagna" (Perini e Calabrese, 2010).

Le criticità della costa dell'Emilia-Romagna

I Tratti considerati critici sono quelli in cui l'erosione o la condizione di precarietà delle spiagge costituiscono una minaccia per i beni e le attività presenti sulla costa e nell'immediato entroterra (abitati, infrastrutture turistiche, territori agricoli, ambienti naturali di pregio). A partire dagli ultimi lavori pubblicati (Preti et al., 2008; Perini e Calabrese, 2010), sulla scorta delle esperienze dirette sul campo da parte dei Servizi Tecnici di Bacino e attraverso la revisione della sud-

Km (16%) in equilibrio precario. E' qui opportuno evidenziare che il totale dei km di tratti in erosione o in equilibrio precario sono stati rapportati allo sviluppo chilometrico del sistema Celle, che ammonta complessivamente a 140 km, mentre lo sviluppo delle Celle con spiaggia (a meno quindi di foci, bocche portuali, fronti darsena e tratti di costa con difese radenti) ammonta a 117 km. Per quanto riguarda i tratti classificati in equilibrio precario (per le modalità di

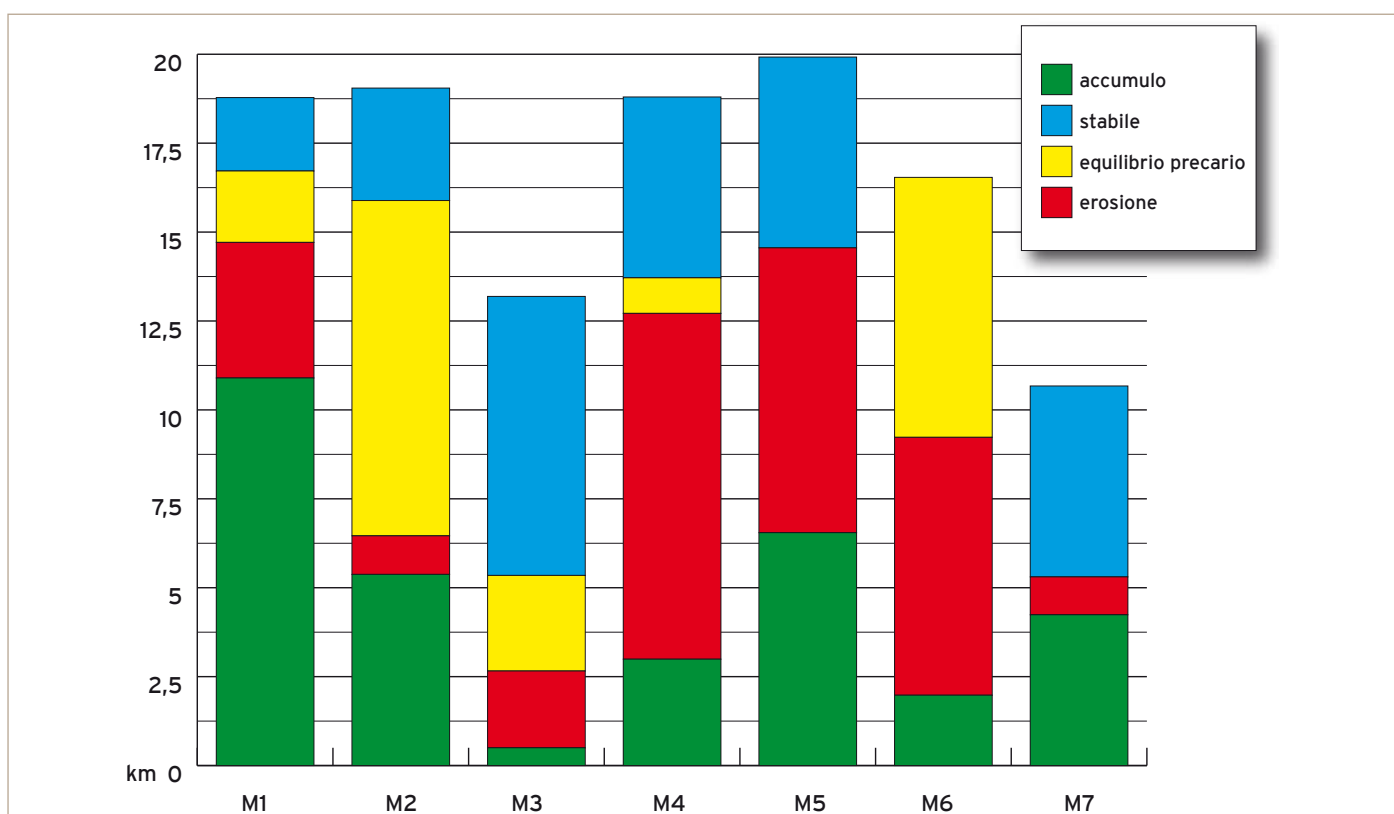


figura 3 Classificazione A.S.P.E. (tratti in accumulo, stabili, in equilibrio precario e in erosione) delle 7 Macrocelle (vedi capitolo 3) in cui è suddiviso il litorale dell'Emilia-Romagna

divisione in celle litoranee già proposta nello studio Preti et alii 2008, si è proceduto ad una revisione e aggiornamento dei tratti critici del litorale regionale (fig.3). Sulla base dei dati SICELL e della classificazione A.S.P.E. (si veda a tal proposito il Capitolo 5), la lunghezza complessiva dei tratti della costa regionale che presenta criticità è di circa 55 Km, di cui 32,9 Km (23,5%) in erosione più o meno accentuata e 22,7

classificazione si veda il Capitolo 5) va considerato che spesso tali tratti sono stati oggetto di intervento (ripascimenti o manutenzione delle opere esistenti), il che denota una loro criticità riconosciuta e il mantenimento di un equilibrio appunto "precario" attraverso la realizzazione di interventi.

Fra i tratti classificati in erosione, ben 26 km sono già protetti da sistemi di difesa rigida, mentre fra i tratti in

equilibrio precario risultano protetti da difese rigide circa 21 km. E' questo un dato che deve far riflettere. Basti pensare infatti che dei circa 3.500.000 m³ di sabbia portati a ripascimento nel periodo 2000 al 2006, su circa 45 km di litorale (33% del totale delle Celle litoranee, 140 km), ben 3.000.000 sono stati portati a ripascimento su tratti di litorale già protetti da opere di difesa rigida (fig. 4).

come punti di ricarica per ripascere i tratti di litorale adiacenti.

Fra i tratti più critici emergono, come già evidenziato anche dallo studio di Preti et alii 2008, quelli di Foce Reno, Foce Fiumi Uniti e Misano Adriatico, ove sarebbe necessario effettuare importanti interventi sulle opere esistenti e compensare la forte erosione con l'apporto di sedimenti.

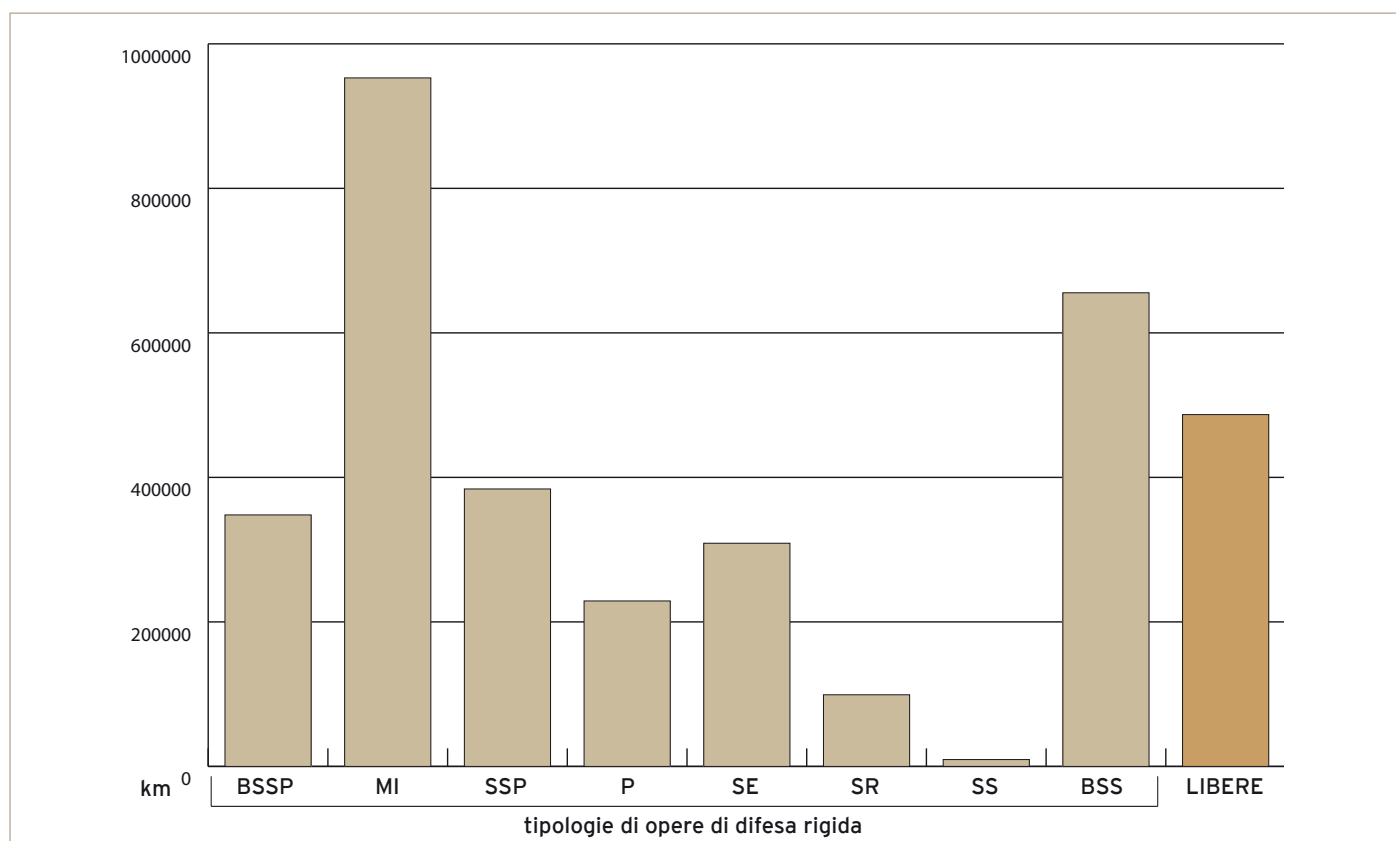


figura 4 Volumi di sabbia portati a ripascimento su spiagge protette da opere di difesa rigida (**BSSP** barriere sommersa in sacchi e pennelli, **MI** miste, **SSP** scogliere semisommerse e pennelli, **P** pennelli, **SE** scogliere emerse, **SR** scogliere radenti, **SS** scogliere semisommerse, **BSS** barriere sommersa in sacchi) e su spiagge libere da opere di difesa (dati per il periodo 2000-2006)

I tratti critici privi di protezione sono in genere spiagge poste sottoflutto a opere rigide, in forte erosione perché sottoalimentate in termini di apporto sabbioso. Questa condizione era già nota dagli studi per il primo Piano costa (1981) e confermata anche negli studi successivi. Nello studio Preti et alii 2008 si mette in evidenza come molti di questi tratti di litorale, protetti da opere rigide, siano strategicamente molto importanti perché possono rappresentare punti di alimentazione di diversi chilometri di spiagge libere sottoflutto. Dall'analisi del Database delle Celle si stima che circa 11 km di litorale possono essere utilizzati

Il processo di arretramento della cuspidi di Foce Reno è intermittente e secolare. Tra il 1982 e il 2006 sono stati persi 75 ettari di territorio e la linea di riva è arretrata di 200 m, in corrispondenza del tratto lungo 5 km compreso tra la foce e i primi bagni di Lido di Spina. La zona a sud della Foce del Reno è stata protetta negli anni '80 con opere radenti. Queste opere, oltre essere soggette a continui danni, vengono spesso sormontate e il mare arriva ad allagare tutto il territorio retrostante appartenente al poligono militare. A nord di foce Reno le uniche opere realizzate sono stati 1800 m di tubi Longard in corrispondenza del cana-

le Gobbino nei primi anni '90 in seguito smantellati dall'azione del mare.

L'area a nord e a sud di **Foce Fiumi Uniti** è entrata in erosione nella prima metà del '900, ma il fenomeno ha iniziato a destare interesse solo negli anni '70 quando a nord e a sud della foce sono sorti gli insediamenti di Lido Adriano e Lido di Dante. A partire da quegli anni è stato costruito un articolato sistema di opere rigide e sono stati effettuati numerosi interventi di ripascimento. La situazione dell'area è in continuo peggioramento perché oltre a mancare l'apporto solido del fiume, l'area è interessata da un forte tasso di subsidenza a causa dell'intenso sfruttamento di un vicino giacimento di metano.

La spiaggia di **Misano Adriatico** richiede alti costi di gestione perché è soggetta a una forte erosione sia della spiaggia emersa che di quella sommersa. Il fiume Conca ormai non porta più sedimenti grossolani al mare a causa della costruzione, avvenuta a metà degli anni '70, di una diga a pochi km di distanza dalla foce. La spiaggia, che nel primo tratto a sud era originariamente ciottolosa, è stata trasformata ed oggi è mantenuta sabbiosa anche per esigenza degli operatori turistici. Negli anni questo tratto è stato difeso con pennelli e con ripascimenti, ma la sabbia apportata tende a migrare nel giro di breve tempo sui fondali, tra le batimetriche dei 3 e 4 m, e verso nord.

Strategie di difesa dei litorali: dalle opere rigide al ripascimento delle spiagge

La prima legge regionale in materia di protezione della costa è stata la L.R. 7/1979. Da questo atto è disceso il primo Piano Costa 1981 (approvato nel 1983), seguito da un secondo progetto di Piano nel 1996, da relazioni sullo stato del litorale riferite agli anni 2000 e 2007 (Preti M., 2002; Preti et al., 2008) e dalla implementazione, già dai primi anni '80, delle tre reti di monitoraggio: topo-batimetrico, della subsidenza e della linea di riva (anni di rilievo della subsidenza 1984, 1987, 1993, 1999 e 2005, anni di rilievo delle batimetrie e della linea di riva (1984, 1993, 2000, 2006 e 2011).

scarsa efficacia, a livello di sistema, nella soluzione del problema dell'erosione e del rischio di ingressione marina.

Nel periodo 1950-1980 lo Stato ha realizzato opere rigide a protezione su circa 54 km di litorale regionale, mentre tra il 1980 e il 2006 ne sono state realizzate solo per altri 12 km di litorale (fig. 5).

Questo cambio di tendenza, dagli anni '80 in poi, avviene in seguito alle indicazioni contenute nel Piano Costa 1981 a seguito del quale, anche se con notevoli difficoltà iniziali, si avvia l'opzione strategica dei ripascimenti per la difesa costiera. Nel 1983-84 la Regione

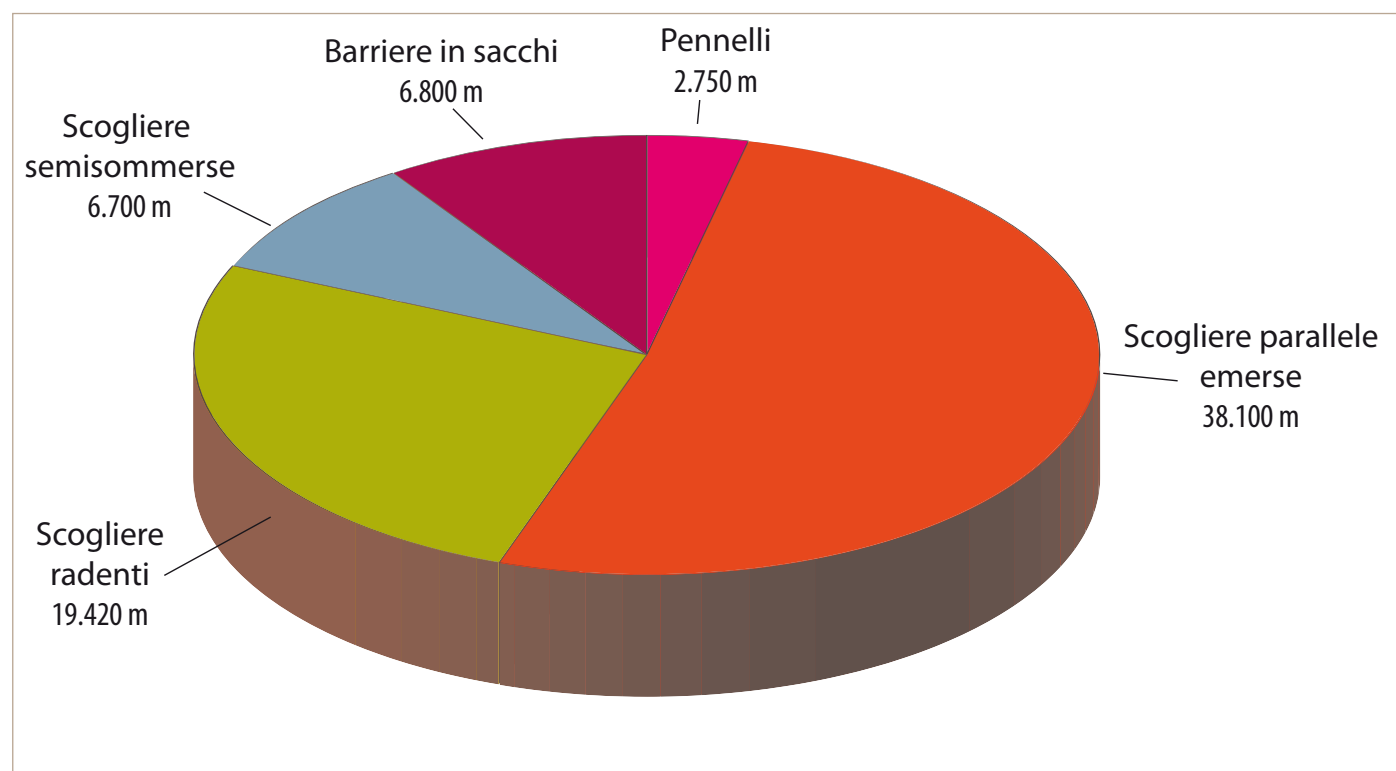


figura 5 Opere di difesa presenti lungo il litorale regionale all'anno 2007 (Preti et al., 2008; ARPA 2009).

Il Piano del 1981 indicava già l'opzione della difesa "morbida", il ripascimento, quale strumento migliore per contrastare i fenomeni di erosione e sommersione, rispetto alla realizzazione di nuove opere di difesa rigide, di cui era ormai evidente il forte impatto sul paesaggio e sulla qualità delle acque a fronte di una

ha realizzò, prima esperienza in Italia, un grande intervento di ripascimento utilizzando prevalentemente sabbie di cava.

Dopo un primo periodo di circa 15 anni in cui gli interventi di ripascimento artificiale venivano realizzati soprattutto con sabbie provenienti da cave a terra,

pratica poco sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico, alla fine degli anni '90 si affermò l'uso di sedimenti provenienti da accumuli litoranei e poi, nei primi anni del decennio 2000, l'utilizzo di depositi sottomarini già individuati al largo della costa nel 1984 (Idroser 1985) e successivamente studiati nel dettaglio da Idroser e CNR con ulteriori campagne di ricerche in mare (1987-88, 1994, 2000, 2007-08). Due interventi di ripascimento con sabbia proveniente dai giacimenti sottomarini sono stati realizzati dalla Regione nel 2002 e nel 2007, per un totale di oltre 1,6 milioni di metri cubi di sabbie prelevate e portate a ripascimento delle spiagge in erosione (fig. 6).

dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dal Presidente della Giunta della Regione Emilia-Romagna in data 3 novembre 2010, la Regione ha avviato un complesso di interventi di messa in sicurezza della costa, che va sotto il nome di "Progetto Unitario di Ripascimento", da realizzare nelle annualità 2011-2012. Nell'ambito di questo programma sono previsti diversi interventi di ripascimento per un totale di circa 648.000 m³ di sabbie provenienti prevalentemente da depositi litoranei per circa 505.000 m³ e, secondariamente, da scavi edili, depositi da pulizia delle spiagge, cave di prestito, per circa 143.000 m³ complessivi. Inoltre, con lo scopo di mettere ordine in materia di

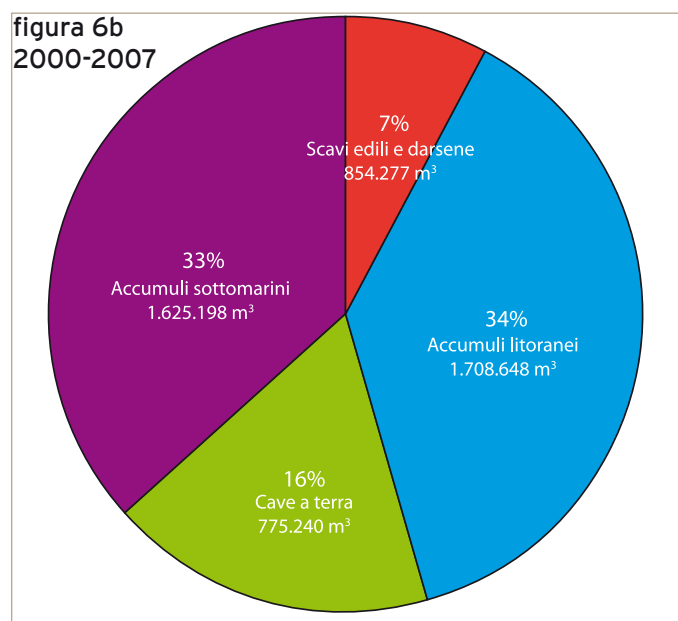
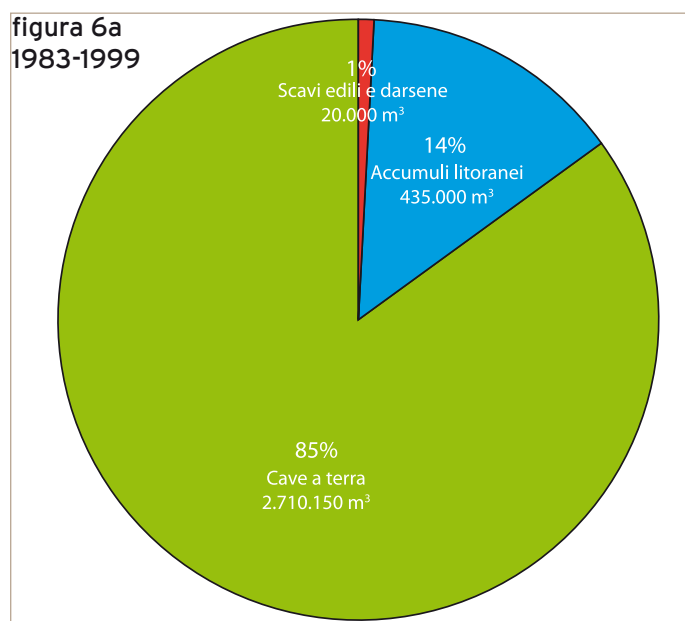


figura 6 Ripascimenti effettuati sul litorale emiliano romagnolo nei periodi 1983-1999 (a) e 2000-2007 (b) e fonti di provenienza delle sabbie (Preti et al., 2008; ARPA 2009).

Secondo i calcoli effettuati nell'ambito della redazione dell'ultimo studio di Preti et alii (2008), il volume totale di materiale sabbioso portato a ripascimento (da diverse fonti di provenienza) sulle spiagge emiliano-romagnole dal 1983 al 2007 è stato di circa 8,1 milioni di metri cubi (fig. 6).

Con l'Accordo di Programma (ex art. 2, comma 240, della Legge 191/2009), sottoscritto dal Ministro

dragaggi e ripascimenti, la Regione ha avviato la formulazione di un regolamento specifico, sulla base dell'art.109 del Dlgs 152/2006, per le attività istruttorie, la verifica di qualità e compatibilità dei sedimenti e il rilascio delle autorizzazioni, ai fini della movimentazione dei sedimenti e degli interventi di ripascimento su spiagge emerse e sommerse del litorale regionale.

Le azioni per il ripristino del trasporto solido fluviale

La riduzione progressiva del trasporto solido fluviale, insieme al procedere della subsidenza, ha rappresentato e rappresenta tuttora la principale causa di erosione delle spiagge della Regione Emilia-Romagna. Lo studio per il Piano Costa 1981 evidenziò che alla fine degli anni '70 si veniva a registrare una diminuzione del trasporto solido di 3-4 volte rispetto a quello riscontrabile negli anni '40, anni in cui si poteva ritenere che i bacini fluviali non avessero ancora subito la pesante antropizzazione dei decenni successivi (azione di regimazione dei corsi d'acqua, controllo dell'erosione dei versanti, mutamenti nell'uso dei suoli, escavazioni in alveo, ecc.).

sposizione del Magistrato per il Po, nel 1990.

Lo studio effettuato successivamente, in occasione della preparazione del Progetto di Piano Costa 1996, ha permesso di registrare la ripresa del trasporto solido a mare da parte di alcuni fiumi, con evidenze sulla spiaggia di Cattolica, a nord della foce del Marecchia e lungo lo Scanno di Goro, e di stimare l'andamento nel tempo del fenomeno (fig.7). Il blocco delle escavazioni in alveo, pulizia e risezionamenti realizzati nel corso degli anni '80 e '90, sono certamente azioni di grande rilievo, la loro efficacia non si è purtroppo ancora manifestata nella misura sperata per il sommarsi di varie cause:

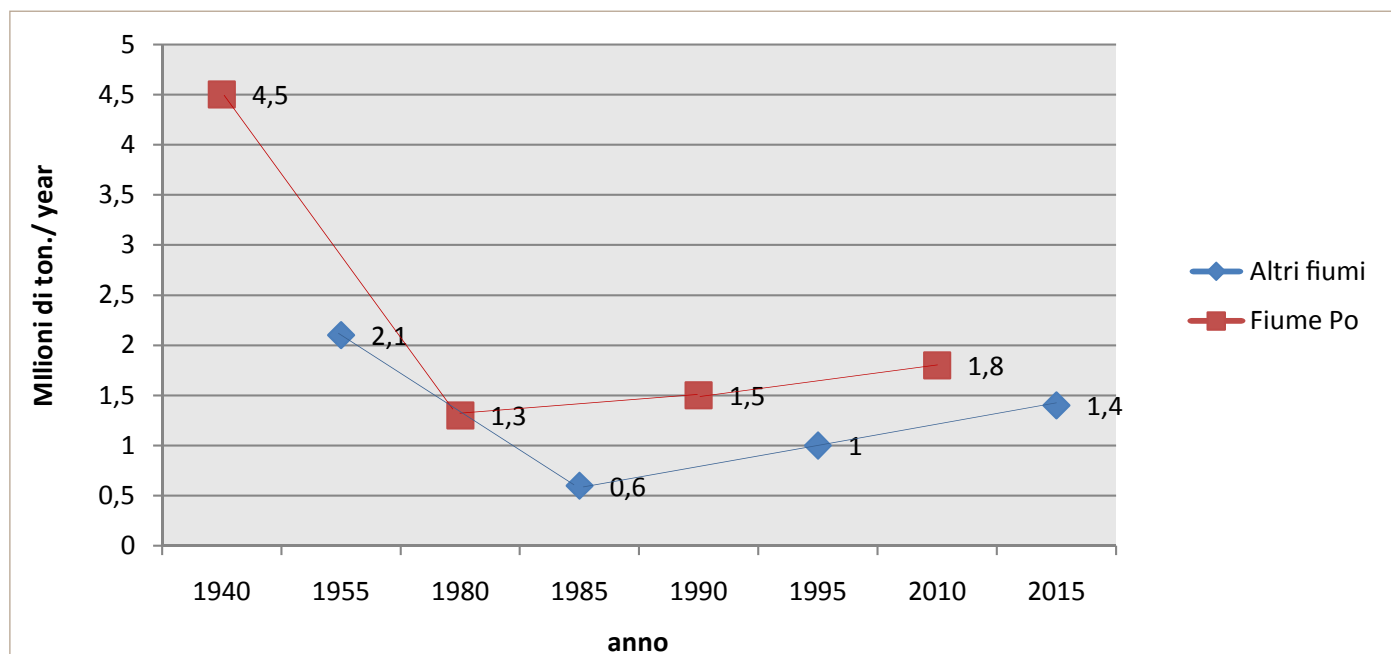


figura 7 stima quali/quantitativa del trasporto solido dei fiumi verso la costa emiliano-romagnola.

Negli anni '80, la Regione Emilia-Romagna bloccò lo scavo di sabbia e ghiaia dai letti dei fiumi (Deliberazione della Giunta Regionale n.1300 del 24 giugno 1982), al fine di migliorare il trasporto solido fluviale utile al ripascimento naturale dei litorali, drasticamente ridotti nei decenni precedenti. Tale disposizione fu gradualmente applicata negli anni successivi ai fiumi regionali, fino al blocco delle escavazioni anche nel bacino nazionale del fiume Po, attraverso specifica di-

- il progressivo espandersi delle superfici incolte e boscate nei versanti montani;
- la formazione di materassi sovralluvionali a monte delle numerose opere di regimazione trasversali, presenti lungo gli alvei;
- la riduzione e il diverso regime delle piogge;
- l'asportazione di inerti autorizzate dagli uffici competenti per ragioni di sicurezza idraulica;
- la compensazione in negativo degli abbassamenti

di quota del terreno nelle zone di pianura dei corsi d'acqua, dovuti alla subsidenza.

Anche se dalle misure sperimentali di trasporto solido fluviale effettuate, purtroppo in modo non sistematico e continuo, risulta un trasporto al fondo prossimo allo zero, i riscontri provenienti dal confronto dei rilievi della rete topo-batimetrica confermano alcuni elementi positivi, seppure modesti, già evidenziati anche nel Rapporto sullo Stato del litorale all'anno 2000 (Preti M., 2002).

Si trattava degli avanzamenti della linea di riva dietro le scogliere di Cattolica, a nord della foce del Marecchia fino a Viserba (settore meridionale della costa regionale) e a nord della foce del Savio (settore centrale). Nessun riscontro si rilevava invece alla foce dei Fiumi Uniti (settore centrale), in quanto piccole riprese degli apporti sabbiosi venivano vanificate dagli alti tassi di

subsidenza della zona, e alla foce del Fiume Lamone (settore centro-settentrionale), dove la spiaggia a sud, in notevole erosione, è stata oggetto negli ultimi anni di due interventi di ripascimento.

In relazione alle cause elencate sopra, non essendo possibile influire sul regime della piovosità dovuta al cambiamento climatico in atto, le vie percorribili sono quelle di politiche volte all'aumento delle superfici seminative (a scapito di quelle attualmente incolte, poco erodibili), alla rimozione delle opere trasversali che hanno ormai raggiunto lo scopo per cui erano state costruite, allo spostamento a valle nello stesso alveo dei materiali scavati per ragioni di sicurezza idraulica (evitando la loro immissione nel mercato degli inerti da costruzione) e alla riduzione della componente antropica della subsidenza che deriva dall'estrazione di fluidi dal sottosuolo.

Le azioni volte alla riduzione della subsidenza

Dal Piano Costa 1981 e dagli studi successivi (1996, 2000, 2007) sono derivate anche le iniziative volte a inquadrare e ad affrontare l'altra causa principale dell'erosione costiera: la subsidenza, ovvero il fenomeno di abbassamento del suolo causato da processi naturali (tettonica, isostasia, compattazione naturale dei sedimenti) e dall'azione dell'uomo (prelievi di fluidi dal sottosuolo, bonifiche ecc., che accelerano e amplificano la compattazione dei sedimenti).

In corrispondenza dell'area costiera emiliano-romagnola, l'entità degli abbassamenti dovuti a cause naturali è dell'ordine di pochi millimetri l'anno, mentre la subsidenza antropica ha raggiunto negli anni 1940-1980 velocità massime di 50 mm/anno. Le cause ac-

la Regione ha introdotto una regolamentazione e limitazione dei prelievi di acque sotterranee e metano nelle zone costiere (Deliberazione del Consiglio Regionale n. 72 del 1983), e ha realizzato negli anni '80-'90 grandi opere acquedottistiche (Diga di Ridracoli e Canale Emiliano Romagnolo) per portare acqua superficiale a scopi potabili e irrigui all'area costiera e limitare l'estrazione di acqua dal sottosuolo.

Attualmente la costa regionale si abbassa in media di circa 10 mm l'anno, con picchi nella velocità di abbassamento dai 15 ai 19 mm/anno in alcune zone del litorale (fig. 8). Si può stimare in circa 100 milioni di m³ il quantitativo di materiale "sottratto" dalla subsidenza lungo tutto il litorale, dal 1950 al 2005, e in

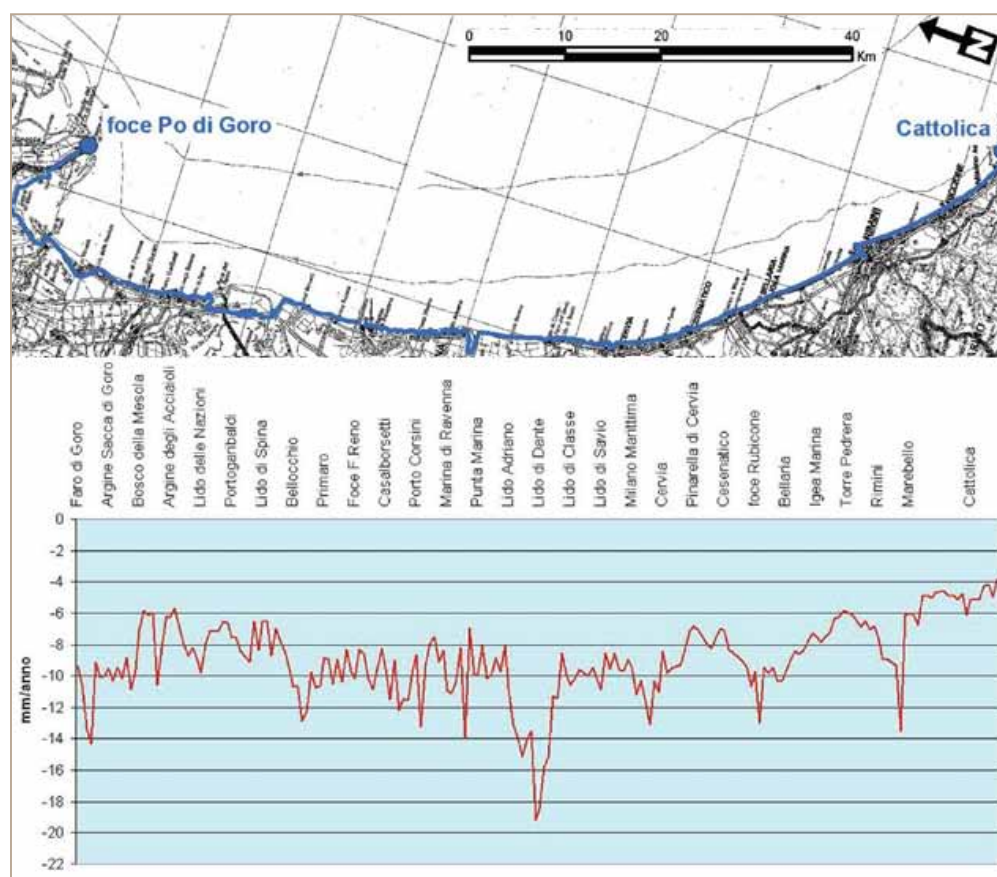


figura 8 Nella mappa in alto, è riportata in blu la rete di misura della subsidenza lungo il litorale emiliano romagnolo. In basso, la velocità di abbassamento nel periodo 1999-2005 per tutte le località costiere comprese tra Cattolica e la Foce del Po di Goro (Prete et al., 2008; ARPA 2009).

certate sono l'estrazione di acqua e di metano dal sottosuolo.

Per ridurre il tasso di subsidenza (velocità di abbassamento del terreno) e quindi la vulnerabilità, delle zone costiere e dell'entroterra all'ingressione marina,

poco meno di 1 milione di m³ la quantità annuale di sedimenti che sarebbe stata necessaria a ripristinare la quota dei litorali abbassatasi a causa della subsidenza nell'ultimo periodo, 1999-2005 (ARPA, 2008).

La gestione integrata delle zone costiere (GIZC) nel quadro Europeo

Il complesso delle strategie regionali per la tutela del territorio costiero, comprese quelle sopradescritte (ripascimento delle spiagge, riduzione della subsidenza, ripristino del trasporto solido fluviale), sono codificate nella Deliberazione del Consiglio Regionale n. 645/2005, di approvazione delle Linee Guida per la Gestione Integrata delle Zone Costiere. Il concetto di base della Gestione integrata delle zone costiere, rappresentato dalla parola “integrata”, è l'importanza di riconoscere a pieno titolo la costa come un sistema unitario, pur nella piena consapevolezza della complesse interazioni fra le specificità territoriali e gli interessi economici e sociali.

Una gestione delle zone costiere incentrata sulla sostenibilità può avere successo solo adottando una serie completa di strumenti giuridici ed economici, accordi, distribuzione di informazioni, soluzioni tecnologiche, ricerca, istruzione e formazione.

Il tema della Gestione Integrata delle Zone Costiere è stato sviluppato concretamente dalla UE da oltre un decennio. Dal 1996 al 1999 la Commissione Europea ha realizzato un Programma Dimostrativo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere, progettato intorno ad una serie di 35 progetti dimostrativi e 6 studi tematici, finalizzato ad identificare e promuovere misure volte al rimedio delle situazioni di degrado e al miglioramento delle condizioni generali delle zone costiere europee. Nel 2000, sulla base delle esperienze e dei risultati del Programma Dimostrativo, la Commissione ha adottato due documenti che costituiscono

no ad oggi i principali riferimenti dell'azione comunitaria in materia: la comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo “Gestione Integrata delle Zone Costiere: una strategia per l'Europa” (COM/00/547 del 17 settembre 2000), e la Proposta per una Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa all'attuazione della gestione integrata delle zone costiere in Europa (adottata il 30 maggio 2002). Più recentemente, un monitoraggio sull'applicazione della GIZC è stato commissionato, ed i risultati pubblicati nel 2006, dall'Unione europea al fine di evidenziare lo stato dell'arte in Europa: Valutazione della gestione integrata delle zone costiere in Europa (18 agosto 2006). Più recentemente nel 2008 a Madrid, è stato siglato il protocollo GIZC per il Mediterraneo, già ratificato dall'Unione Europea e da altri paesi del Mediterraneo (2010/631/UE del 13 settembre 2010)

La GIZC in Emilia-Romagna

Il quadro di riferimento metodologico e di contenuti per l'azione regionale in materia di gestione integrata delle zone costiere per la Regione Emilia-Romagna è rappresentato dal “Piano di Azione Ambientale per un futuro sostenibile”(Deliberazione del Consiglio Regionale n. 250 del 26 settembre 2001), che contiene i riferimenti al contesto programmatico dell'Unione Europea in materia ambientale, e dalla Deliberazione di Giunta Regionale n. 2794 del 10/12/2001 in cui si

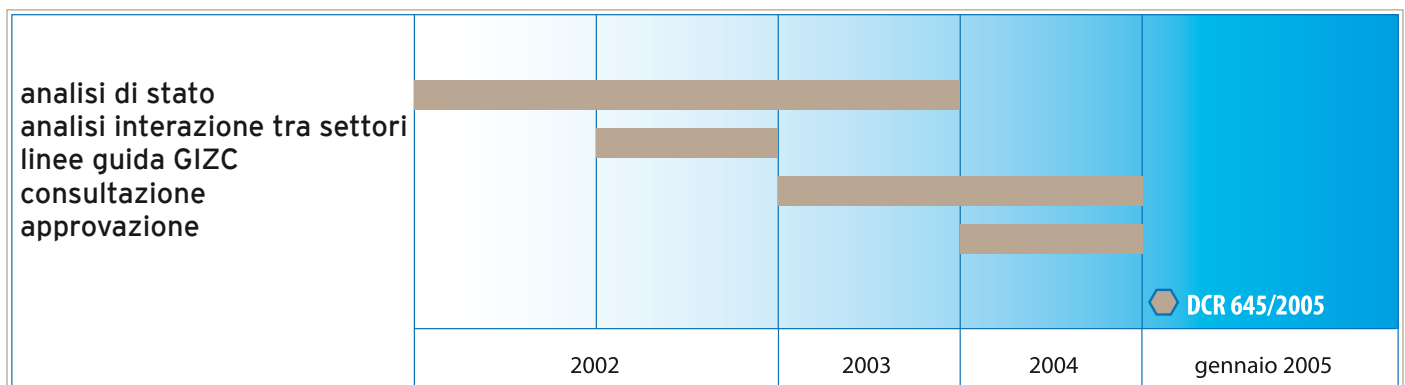


figura 9 fasi di avanzamento della GIZC in Emilia-Romagna.

approvano le linee di indirizzo per un approccio integrato e multisettoriale alla gestione delle zone costiere e si individuano le linee di intervento rivolte a contrastare la forte diminuzione del trasporto solido dei fiumi, a contenere e governare l'antropizzazione e l'urbanizzazione della fascia costiera, a ripristinare le difese naturali favorendo il mantenimento e la ricostruzione degli arenili, così come il mantenimento e il ripristino della continuità delle dune costiere.

La DGR 2794/2001 prevedeva inoltre che la Regione si dotasse di un Piano per la Gestione Integrata della Costa da predisporre con il coinvolgimento degli Enti locali (Comuni e Province) interessati per territorio e dei vari settori regionali che operano nei settori di diretto interesse per la zona costiera.

Questo processo, avviato operativamente nel 2002, si è articolato in diverse fasi come indicato nello schema di figura 9.

Il lavoro è stato focalizzato sui seguenti nove temi settoriali e un tema trasversale, inerente la comunicazione e l'educazione diretta agli amministratori locali e ad un più ampio pubblico:

1. Sistema fisico costiero, fattori di rischio e strategie di difesa
2. Carichi inquinanti, gestione risorse idriche, monitoraggio
3. Portualità, rifiuti da natanti, rischi da trasporto marittimo
4. Valorizzazione habitat, biodiversità, paesaggio
5. Turismo
6. Pesca e acquicoltura
7. Agricoltura
8. Politiche energetiche
9. Sistema insediativi e infrastrutturale (servizi e mobilità)
10. Informazione, educazione, comunicazione

Il processo è stato governato da due Comitati, di indirizzo politico e tecnico, e sviluppato da dieci Gruppi di lavoro specifici:

- *il Comitato istituzionale*, livello politico, comprendente sei Assessorati regionali, i quattro Presidenti delle Province e i quattordici Sindaci dei Comuni costieri);
- *il Comitato intersettoriale*, livello di integrazione, composto dai Direttori Generali dei settori regionali interessati (Ambiente, Suolo, Industria, Turismo, Pianificazione, Agricoltura);
- *i Gruppi di lavoro*, livello operativo, uno per cia-

scuna tematica della GIZC, per un totale di circa 200 esperti, ricercatori, tecnici e portatori di interesse, locali e regionali.

La fase di analisi dello stato dell'arte ha permesso di individuare specifici problemi e criticità legati ai diversi temi attraverso la raccolta e l'aggiornamento dei dati e degli studi effettuati nei vari settori da parte delle amministrazioni regionali, locali, e uffici delle istituzioni di ricerca e università.



figura 10 esempi di progetti finanziati in ambito GIZC. In alto: stazione di monitoraggio nella Valle Fattibello (Ferrara). In basso: riqualificazione di un edificio pubblico a Punta Marina (Ravenna)

La fase di interazione fra i settori è stata volta ad analizzare le influenze e le pressioni tra i diversi settori e ad individuare possibili mitigazioni e politiche di integrazione, al fine di superare i conflitti che possono essere generati da specifiche politiche settoriali nell'area costiera.

La terza fase, conclusa nel 2003, ha visto la prima

formulazione delle Linee Guida, per ogni tema, con l'obiettivo di attivare o rafforzare processi di gestione integrata della zona costiera, con particolare riferimento alla loro sostenibilità nel futuro, insieme alla definizione delle linee di intervento: azioni strutturali, azioni di sostegno (assistenza, istruzione, formazione, divulgazione), azioni di studio e di monitoraggio.

La fase di consultazione, costituita da numerosi incontri pubblici e tecnici durante il 2004, ha guidato la messa a punto delle Linee Guida GIZC nella forma definitivamente approvata dal Consiglio Regionale con la Deliberazione n. 645 del 2005.

Negli anni successivi, le Province (Ravenna, Forlì-Cesena, Rimini, Ferrara) e i 14 comuni costieri hanno adottato le Linee Guida nei loro strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Contestualmente, nel periodo 2006-2009, la Regione ha finanziato un programma per la realizzazione di progetti e azioni in ambito GIZC. Il programma lanciato con un bando dotato di 5 milioni di euro da parte della Regione, ha portato alla realizzazione di 18

progetti, presentati dalle Province e dai Comuni costieri sui diversi temi della GIZC, attivando ulteriori 2,8 milioni di euro di cofinanziamento da parte degli Enti Locali proponenti (fig.10).

Di questi 18 interventi, avviati e completati nel periodo 2006-2010, quattro sono stati realizzati in Provincia di Ferrara, per un costo complessivo di oltre 1,9 milioni di euro (di cui 1,4 milioni finanziati dalla Regione), nove in Provincia di Forlì-Cesena, per un costo totale di 1,8 milioni di euro (di cui 796 mila dalla Regione), tre in Provincia di Ravenna, per una spesa complessiva di 2,2 milioni di euro (di cui oltre 1,5 stanziati dalla Regione) ed infine due interventi in Provincia di Rimini, per un costo complessivo di 1,9 milioni di euro (di cui 1,2 milioni di euro di contributo regionale).

Oggi le Linee Guida GIZC rappresentano lo strumento per affrontare tutte le attività costiere verso la sostenibilità economica, sociale e ambientale, nel rispetto della raccomandazione dell'UE n. 413 del 30 maggio 2002.

La gestione dei sedimenti di spiaggia

Nell'ambito della strategia regionale di difesa dei litorali, la riduzione delle perdite di sedimenti dal sistema costiero rappresenta un fattore molto importante. Al di là delle perdite ingenti causate dalla subsidenza, di cui si è già detto, particolare attenzione viene posta sulle perdite, stimate in circa 120-140.000 m³/anno, conseguenti alle ordinarie operazioni di manutenzione delle spiagge non eseguite correttamente o alla mancanza di accorgimenti nella preparazione alla stagione invernale. Nell'economia dei sedimenti del sistema litoraneo regionale, sempre in difficoltà, la riduzione di tali perdite attraverso una corretta gestione degli arenili è diventata negli anni sempre più un'esigenza. I temi sono: la pulizia delle spiagge, la realizzazione degli argini invernali a protezione degli stabilimenti balneari, la realizzazione di barriere frangivento.

La gestione degli arenili del demanio marittimo in Emilia-Romagna è regolata dalla Legge Regionale 9/2002, recante "Disciplina dell'esercizio delle funzioni amministrative in materia di demanio marittimo e di zone del mare territoriale" e successive modifiche, dalla Deliberazione del Consiglio Regionale n. 468/2003 recante "Direttive per l'esercizio delle funzioni amministrative in materia di demanio marittimo e di zone del mare territoriale ai sensi dell'art. 2 comma 2 della L.R. 9/02" e da un'ordinanza annuale del Servizio regionale al turismo (Servizio Commercio, Turismo e Qualità aree turistiche).

Pulizia delle spiagge

Durante la stagione balneare i Comuni provvedono alla pulizia degli arenili nelle aree di spiaggia libera, mentre nelle spiagge in concessione tali operazioni sono demandate ai gestori degli stabilimenti balneari. Al di fuori della stagione balneare il servizio è gestito dai Comuni anche sulle spiagge in concessione. I Comuni dell'area costiera si avvalgono di convenzioni stipulate con le Società di gestione dei servizi operativi ambientali (AREA, HERA, GESTURIST, ecc). Queste a loro volta gestiscono in proprio o appaltano a terzi i lavori. Il servizio di raccolta, trasporto e trattamento

dei rifiuti prodotti dalle attività di pulizia degli arenili e la frequenza di intervento sono definite nel Disciplinare Tecnico predisposto dall'ATO (Ambito territoriale omogeneo) competente per ambito provinciale, in sede di Convenzione per la gestione del Servizio Rifiuti Urbani stipulata tra l'Agenzia di Ambito ed il Gestore, sulla base di quanto disposto dalla L.R. n. 25/99 e dalla L.R. n. 10/08.



figura 11 esempio di pulizia selettiva: i tronchi vengono abbandonati sulla spiaggia nel periodo invernale a difesa delle mareggiate e come barriere frangivento naturali

E' stato accertato che, in mancanza di particolari accorgimenti, il volume di sabbia asportato dalle operazioni di pulizia dei rifiuti spiaggiati può rappresentare in media circa il 30-50% del volume dei rifiuti asportati. Da ciò risulta evidente che, nella strategia di riduzione delle perdite dal sistema spiaggia, l'introduzione di buone pratiche per il miglioramento della pulizia degli arenili deve rientrare fra le azioni prioritarie. A tal fine la Regione ha intrapreso diverse azioni:

1. accordi diretti con Comuni o Società di gestione per il recupero delle sabbie asportate nelle operazioni di pulizia da riutilizzare negli interventi di ripascimento;
2. pulizia selettiva, ad esempio lasciando i tronchi nel periodo invernale a difesa dalle mareggiate e come barriere frangivento naturali (fig. 11);
3. regolamento regionale per la caratterizzazione dei

sedimenti derivanti dalla pulizia delle spiagge ai fini della compatibilità ambientale e sanitaria al loro riutilizzo in spiaggia.

E' stato anche proposto uno schema di buone pratiche per la riduzione delle perdite dovute alla pulizia delle spiagge che dovrà integrarsi direttamente sul disciplinare tecnico del servizio di gestione dei rifiuti urbani predisposto dalle ATO che contiene i seguenti punti:

1. vagliatura diretta in spiaggia durante la raccolta dei rifiuti, nel periodo autunno - inverno (fig. 12);
2. trasporto in aree di stoccaggio autorizzate, nel periodo primavera - estate (stagione balneare), recupero della sabbia residua e trasporto a ripascimento, in breve tempo, nelle spiagge indicate dai Servizi Tecnici di Bacino della Regione;
3. adozione di metodi di raccolta selettiva e specifiche tecniche sulle macchine di movimentazione per la riduzione del quantitativo di sabbia asportata. Nel periodo fuori stagione balneare è infatti opportuno non asportare i tronchi al fine di costituire difese naturali dalle mareggiate.



figura 12 vagliatura in spiaggia durante la raccolta dei rifiuti

Argini invernali di protezione

Spesso gli argini invernali costruiti per la difesa dalle mareggiate vengono realizzati utilizzando sabbia proveniente dalla battigia (fig.13a). Questa operazione può creare effetti negativi sulla dinamica litoranea, andando ad aumentare la pendenza della spiaggia e diminuendo al contempo la resistenza della stessa alle

mareggiate.

Il procedimento di autorizzazione viene avviato dai concessionari (gestori degli stabilimenti balneari) o dai consorzi di concessionari con una richiesta al Comune che chiede un parere al Servizio Tecnico di Bacino competente e invia la richiesta al Servizio Turismo regionale, il quale autorizza l'intervento (con le eventuali prescrizioni degli STB). Un caso particolare ma comunque abbastanza diffuso è quello delle spiagge private per le quali non viene richiesta nessuna autorizzazione in quanto non ricadenti nel demanio pubblico.

La movimentazione della sabbia dalla battigia verso lo stabilimento balneare comporta la modifica del profilo trasversale di spiaggia con aumento della pendenza e riduzione della larghezza. Successivamente allo scavo il mare riforma il profilo naturale della battigia ma a scapito del fondale antistante che si approfondisce. L'effetto prodotto è una minore capacità di smorzamento dell'energia del moto ondoso in caso di mareggiata anche ordinaria. Il fianco degli argini viene costruito in genere ripido e la quota è poi generalmente sovradimensionata rispetto agli eventi di acqua alta. L'azione dell'onda, che frange o si riflette sul fianco dell'argine, rimuove rapidamente la sabbia non compattata al piede aumentandone la pendenza, che tende alla verticalità. Il processo erosivo viene quindi incrementato e porta rapidamente allo smantellamento parziale o totale dell'argine.

Gli argini invernali vengono più frequentemente realizzati nelle spiagge in erosione di limitata larghezza, più esposte all'azione del mare e, se protette da barriere frangiflutti, solo una piccola parte del materiale mobilizzato dalle mareggiate viene riportato successivamente dal mare a ripascere la spiaggia erosa, mentre l'altra parte del materiale rifluisce lungo i canali scavati dalla risacca fra le barriere e viene disperso davanti alle stesse, su fondali profondi 4-5 metri, e difficilmente può essere recuperato e riportato alla spiaggia. Quando in primavera tali opere vengono smantellate, il materiale viene steso sulla spiaggia e spesso anche in acqua in modo da aumentare la superficie della spiaggia emersa. Anche questa pratica, non corretta, comporta una maggiore mobilizzazione dei sedimenti e quindi una via di perdita ulteriore.

Per migliorare la qualità di queste opere temporanee e ridurre la perdita di sedimenti, dovuta a una non corretta realizzazione e gestione dell'intervento, la Re-

figura 13a



figura 13b



figura 13 A: errata costruzione di un argine di difesa invernale con l'utilizzo di sabbia proveniente dalla battigia. **B:** corretta costruzione di un argine di difesa invernale con sabbia proveniente da fonti esterne alla spiaggia

gione ha emanato nel 2006 una circolare tecnica rivolta ai Comuni nella quale si suggerisce di evitare la costruzione degli argini con sabbia proveniente dalla battigia a favore di un impiego di:

- sabbia proveniente dall'esterno, ad esempio derivante da scavi autorizzati o dal recupero mediante vagliatura della sabbia raccolta con la pulizia delle spiagge (fig. 13b);
- sabbia proveniente dalla spiaggia stessa ma da scavo nella zona di retrospiaggia e riporto in avanti;
- metodi alternativi come la posa in opera di barriere e reti frangivento longitudinali alla spiaggia. Tale metodo risulta efficace anche su spiagge di limitata larghezza (40 m) e porta in breve alla for-

mazione di una duna simmetrica di altezza di 60-70 cm. e larghezza alla base di 4-6 m.

Per le dimensioni e forma dell'argine infine viene indicata un'altezza non superiore a +2,5 m. sul medio mare ed una pendenza del lato mare non inferiore a 1 su 4. L'argine dovrebbe poi essere ubicato in posizione arretrata, possibilmente al disopra della linea delle mareggiate ordinarie.

Barriere frangivento

La perdita di sabbia per azione del vento, dalle spiagge emerse del litorale regionale, è stimata in circa 60.000 m³/anno. Questo oltre che a rappresentare una notevole perdita nel bilancio sedimentario del sistema spiaggia, va a generare un'altra notevole problematica di gestione del territorio. La sabbia asportata dagli arenili infatti si va depositare negli spazi cortilivi e nella viabilità ordinaria (fig. 14a), finendo nella rete fognaria e creando problemi idraulici e aggravati di costi per il suo smaltimento. In assenza di normative che consentano alla pubblica amministrazione di prescrivere l'installazione di barriere frangivento, sempre nella circolare del 2006 la Regione ha proposto ai Comuni una modalità tecnica per la loro realizzazione. La barriera rappresenta una valida alternativa agli argini invernali di protezione degli stabilimenti e un ottimo metodo per limitare la perdita di sabbia dalle spiagge (fig. 14b). Su spiagge basse di ampiezza limitata può essere utile accoppiarle agli argini posizionandole sopra gli stessi. Un'efficace barriera frangivento dovrebbe essere costituita da reti plastiche di altezza di 1-1,5m e maglia 1-2 mm, sostenute da paletti in ferro o telai in legno, ubicata davanti allo stabilimento e il più possibile lontano dalla riva, con elementi orientati sia verso NE che SE, direzione dei venti dominanti. Anche se in alcuni casi per svariati motivi vi è una tendenza a presentarle come tali, non sono da considerarsi barriere frangivento quelle formate da reti elettrosaldate, barriere in cemento o teli plastici, né quelle ubicate fuori dalla spiaggia o dietro gli stabilimenti. Il monitoraggio annuale ha permesso di evidenziare che dal 2006 sono aumentati i casi di posa in opera, al posto degli argini invernali, di reti frangivento, segnale evidente che gli operatori degli stabilimenti balneari, su sollecitazione della Regione, ne hanno verificato i vantaggi: costi di posa in opera molto inferiori agli argini in sabbia, riduzione delle perdite di sabbia dalla



figura 14 A: effetti negativi dovuti all'assenza di barriere frangivento: la sabbia invade la sede stradale. B: la messa in opera di barriere frangivento permette di intrappolare la sabbia e ridurre le perdite.

spiaggia, efficace come opera di difesa dalle mareggiate invernali per effetto della formazione di un deposito sabbioso sottovento. Nonostante questi esempi virtuosi c'è ancora molto scetticismo sulla efficacia delle reti frangivento, quindi è necessario continuare il coinvolgimento-convincimento degli operatori anche con sopralluoghi diretti.

Oltre alle barriere temporanee (invernali) sarebbe

inoltre opportuno incentivare progetti di installazione di barriere frangivento permanenti su spiagge demaniali libere. La sperimentazione effettuata con tre barriere permanenti installate nella spiaggia libera di Porto Garibaldi ha dato ottimi risultati e questo potrebbe essere un esempio per l'estensione di tali interventi, con il coinvolgimento delle Amministrazioni comunali, a tutte le spiagge libere regionali.



**LA SUDDIVISIONE DELLA COSTA REGIONALE
IN CELLE LITORANEE**

Premessa

Seguendo la necessità di definire una base dati condivisa per la gestione degli interventi di difesa costiera e per la futura implementazione dei piani di gestione dei sedimenti, i servizi regionali che si occupano di difesa e gestione della costa (Servizio tecnico di Bacino Po di Volano e della Costa, Servizio tecnico di Bacino Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli) e l'Unità Specialistica Mare-Costa di ARPA Direzione Tecnica, coordinati dal Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica, hanno avviato un processo di revisione della suddivisione del litorale in celle sedimentarie ai fini gestionali presentata nello studio ARPA del 2008.

Durante la prima fase del progetto COASTANCE sono state analizzate e sistematizzate le conoscenze e le esperienze dirette delle diverse strutture regionali acquisite a livello di studi, ricerche, monitoraggi, programmazione, pianificazione e realizzazione interventi. Tali conoscenze, oltre che al bagaglio di esperienze nella realizzazione di interventi e gestione sedimenti, fanno riferimento al Sistema Informativo del Mare e della Costa e ai recenti studi e rapporti pubblicati (Preti et al., 2008; Perini e Calabrese, 2010; ARPA, 2009). La base di partenza è stata quindi la suddivisione in Celle e in Macrocelle definita dallo studio Preti et alii 2008 e la suddivisione in Unità e Sotto-unità geomorfologiche definita dallo studio Perini e Calabrese, 2010 (fig. 15).

Mentre la suddivisione in Unità geomorfologiche, che corrisponde ad un assetto strutturale del territorio costiero e a processi a scala temporale geologica, è stata mantenuta pressoché immutata a parte alcuni aggiustamenti di dettaglio, la suddivisione spaziale della costa ai fini gestionali, che considera anche l'assetto dato dall'azione antropica e i processi naturali attuali della dinamica costiera, è stata sottoposta dal gruppo di lavoro ad un processo di approfondita revisione. Questo processo ha portato dall'iniziale assetto in 7 Macrocelle e 80 Celle (proposta nello studio Preti et al., 2008) all'attuale suddivisione in 118 Celle litoranee, mantenendo invariato il numero e la posizione delle Macrocelle delimitate generalmente da strutture portuali aggettanti.

L'aumento del numero di Celle, dovuto alle ulteriori suddivisioni di quelle precedentemente proposte, all'inserimento di nuove tipologie di Celle come le foci fluviali e dei canali, le bocche portuali e i fronti darsena, risponde all'esperienza diretta sul campo, alle pratiche gestionali già in essere (prelievi da zone specifiche, modalità di movimentazione, zone di conferimento abituali, ecc.) e alle esigenze di gestione dei Servizi Tecnici costieri.

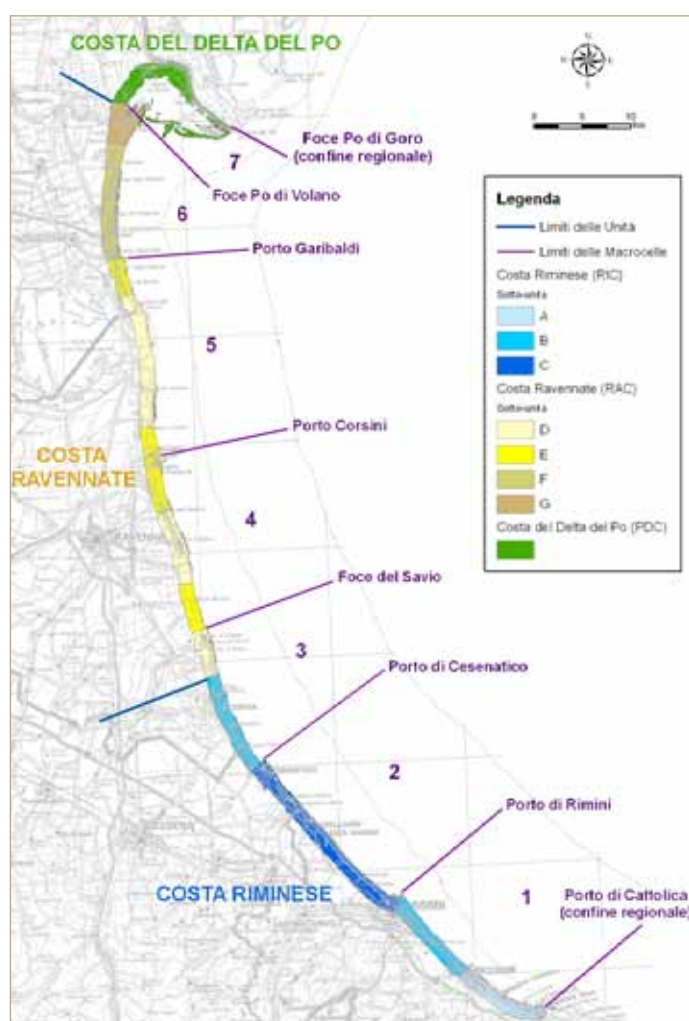


figura 15 Suddivisione del litorale nelle 7 Macrocelle, limitate da lunghi moli portuali o punti di zero del trasporto solido*, e nelle 3 Unità (RIC, RAC e PDC) e 7 Sotto-unità (A, B, C, D, E, F, G) proposte dallo studio SGSS (2009). *In corrispondenza delle foci del Po di Volano e del Savio sono presenti rispettivamente un punto di convergenza e un punto di divergenza del trasporto solido lungo costa.

Il quadro delle celle litoranee

La tabella che segue fornisce il quadro completo delle 118 Celle in cui è stato suddiviso il litorale regionale, insieme al solo pacchetto di informazioni della sezione “generale” del database associato. Nel successivo Capitolo 5 viene illustrato nel dettaglio il contenuto delle altre sezioni del database. Le schede monografiche e le tavole completano la presentazione.

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE
1	Bocca Tavollo	Bocca portuale	Tratto compreso fra il molo sud e la darsena di Cattolica	Cattolica	RN	M1	RIC	A	55	
2	Darsena di Cattolica	Fronte darsena	Tratto corrispondente alla darsena di Cattolica	Cattolica	RN	M1	RIC	A	250	
3	Cattolica Sud	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la darsena di Cattolica e la nona scogliera	Cattolica	RN	M1	RIC	A	1.230	S
4	Cattolica Nord	Cella con spiaggia	Tratto tra la decima scogliera di Cattolica e il molo sud della foce del torrente Ventena	Cattolica	RN	M1	RIC	A	615	A
5	Foce Ventena	Foce fluviale	Tratto compreso tra i moli alla foce del torrente Ventena	Cattolica	RN	M1	RIC	A	40	
6	Colonia Navi	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il molo nord del t. Ventena e il pennello posto a sud della foce del f. Conca	Cattolica	RN	M1	RIC	A	260	P
7	Foce Conca	Foce fluviale	Tratto compreso tra i due pennelli che delimitano la foce del fiume Conca	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	175	A
8	Porto Verde Sud	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il pennello a nord della foce del fiume Conca e il molo sud di Porto Verde	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	65	E
9	Canale Porto Verde	Bocca portuale	Tratto compreso tra i due moli del porto	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	40	
10	Porto Verde Nord	Cella con spiaggia	Tratto delimitato a sud dal molo nord di Porto Verde e a nord da un pennello in roccia	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	165	P
11	Porto Verde Scogliera Radente	Cella con spiaggia	Tratto corrispondente alla scogliera radente di Porto Verde	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	220	E
12	Misano Pennelli	Cella con spiaggia	Tratto in corrispondenza dei 26 pennelli in roccia	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	1.680	E
13	Misano Scogliere	Cella con spiaggia	Tratto difeso dalle 7 scogliere parallele emerse	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	755	A
14	Riccione Sud	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1 km difeso da barriere in sacchi posto a nord delle scogliere di Misano Adriatico	Misano / Riccione	RN	M1	RIC	A	1.000	E
15	Riccione Centro	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1850 m compreso difeso dalla barriera in sacchi	Riccione	RN	M1	RIC	A	1.850	P
16	Riccione Porto	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la fine della barriera in sacchi e la darsena sud di Riccione	Riccione	RN	M1	RIC	A	570	A
17	Darsena di Riccione Sud	Darsena	Tratto corrispondente alla darsena sud di Riccione	Riccione	RN	M1	RIC	A	50	
18	Riccione Porto Canale	Bocca portuale	Tratto compreso tra i moli del porto di Riccione	Riccione	RN	M1	RIC	A - B	25	
19	Darsena di Riccione Nord	Darsena	Tratto corrispondente alla darsena nord di Riccione	Riccione	RN	M1	RIC	B	60	

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE
20	Riccione Alba Sud	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la darsena nord di Riccione e piazzale Azzarita	Riccione	RN	M1	RIC	B	840	E
21	Riccione Alba Nord	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra piazzale Azzarita e la foce del torrente Marano	Riccione	RN	M1	RIC	B	1.250	A
22	Foce Marano	Foce Fluviale	Tratto corrispondente alla foce del torrente Marano	Riccione	RN	M1	RIC	B	45	
23	Fogliano Marina	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la foce del torrente Marano e il confine comunale tra Rimini e Riccione	Riccione	RN	M1	RIC	B	610	S
24	Miramare	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il confine comunale fra Rimini e Riccione e lo scaricatore Ausa	Rimini	RN	M1	RIC	B	6.190	A
25	Rimini Centro	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra lo scaricatore Ausa e il molo sud del porto di Rimini	Rimini	RN	M1	RIC	B	1.350	A
26	Rimini Porto Canale	Bocca portuale	Tratto compreso tra i moli del porto di Rimini	Rimini	RN	M2	RIC	B	70	
27	Darsena di Rimini	Fronte darsena	Tratto corrispondente alla darsena di Rimini	Rimini	RN	M2	RIC	C	425	
28	San Giuliano	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la darsena di Rimini e il molo sud del deviatore del fiume Marecchia	Rimini	RN	M2	RIC	C	450	E
29	Deviatore Marecchia	Foce fluviale	Tratto compreso tra i moli del deviatore del fiume Marecchia	Rimini	RN	M2	RIC	C	150	
30	Rivabella	Cella con spiaggia	Tratto protetto dalle prime 12 scogliere a nord del deviatore del fiume Marecchia	Rimini	RN	M2	RIC	C	1.660	A
31	Viserba Zona Sud Sortie	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la tredicesima e la sedicesima scogliera poste a nord del deviatore del fiume Marecchia	Rimini	RN	M2	RIC	C	630	A
32	Viserba Sud	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la diciassettesima scogliera posta a nord del deviatore del fiume Marecchia il molo sud del canale dei Mulini	Rimini	RN	M2	RIC	C	520	A
33	Canale dei Mulini	Foce canale di scolo	Tratto compreso tra i due moli del canale dei Mulini	Rimini	RN	M2	RIC	C	30	
34	Viserba Nord	Cella con spiaggia	Tratto protetto dalle prime 3 scogliere a nord del canale dei Mulini	Rimini	RN	M2	RIC	C	465	A
35	Viserbella	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la quarta scogliera a nord del canale dei Mulini e Fossa Brancona	Rimini	RN	M2	RIC	C	1.200	S
36	Torre Pedrera	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra Fossa Brancona al confine comunale tra Rimini e Bellaria-Igea Marina	Rimini	RN	M2	RIC	C	1.960	S
37	Igea Marina Sud	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il confine comunale fra Rimini e Bellaria-Igea Marina e il pennello in roccia.	Bellaria Igea Marina	RN	M2	RIC	C	515	E
38	Igea Marina Zona Sperimentale	Cella con spiaggia	Tratto difeso dalla scogliera semisommersa delimitato da due pennelli in roccia	Bellaria Igea Marina	RN	M2	RIC	C	825	E
39	Igea Marina	Cella con spiaggia	Tratto tra il pennello e il molo sud della foce del fiume Uso	Bellaria Igea Marina	RN	M2	RIC	C	2.630	S

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE
40	Foce Uso	Foce fluviale	Tratto compreso tra i moli della foce del fiume Uso	Bellaria Igea Marina	RN	M2	RIC	C	40	
41	Bellaria	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il molo nord e della foce del fiume Uso e il confine comunale tra Bellaria-Igea Marina e San Mauro a Pascoli	Bellaria Igea Marina	RN	M2	RIC	C	2.690	P
42	San Mauro	Cella con spiaggia	Tratto corrispondente al comune di San Mauro a Pascoli	San Mauro Pascoli	FC	M2	RIC	C	700	P
43	Savignano	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il confine comunale fra San Mauro a Pascoli e Savignano sul Rubicone e il molo sud della foce del fiume Rubicone	Savignano	FC	M2	RIC	C	155	P
44	Foce Rubicone	Foce fluviale	Tratto compreso tra i moli della foce del fiume Rubicone	Savignao / Gatteo	FC	M2	RIC	C	160	
45	Gatteo a Mare	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il molo nord della foce del fiume Rubicone e la sesta scogliera a nord	Gatteo a Mare	FC	M2	RIC	C	700	P
46	Villamarina	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la settima scogliera e il primo pennello di Valverde	Cesenatico	FC	M2	RIC	C	880	P
47	Valverde	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il primo pennello di Valverde e i tre pennelli della Colonia AGIP	Cesenatico	FC	M2	RIC	C	1.750	P
48	Cesenatico	Cella con spiaggia	Tratto a nord dei pennelli della Colonia AGIP il molo sud del porto di Cesenatico	Cesenatico	FC	M2	RIC	C	2.015	A
49	Porto Canale Cesenatico	Bocca portuale	Tratto compreso tra i moli del porto di Cesenatico	Cesenatico	FC	M3	RIC	C	55	
50	Cesenatico Ponente	Cella con spiaggia	Tratto difeso dalla scogliera semisommersa compreso tra il molo nord del porto di Cesenatico e il pennello grande	Cesenatico	FC	M3	RIC	B	825	E
51	Cesenatico Colonie	Cella con spiaggia	Tratto lungo circa 800 m a nord del pennello grande	Cesenatico	FC	M3	RIC	B	775	E
52	Cesenatico Campeggio Zadina	Cella con spiaggia	Tratto lungo 500 m posto a sud del canale Tagliata	Cesenatico	FC	M3	RIC	B	500	A
53	Canale Tagliata	Foce canale di scolo	Tratto compreso tra i moli del canale Tagliata	Cesenatico	FC	M3	RIC	B	10	
54	Zadina Tagliata	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1 km posto a nord del canale Tagliata	Cesenatico / Cervia	FC / RA	M3	RIC	B	1.000	P
55	Cervia	Cella con spiaggia	Tratto lungo circa 4400 m posto a sud della darsena di Cervia	Cervia	RA	M3	RIC	B	4.420	S
56	Darsena di Cervia	Fronte darsena	Tratto corrispondente alla darsena di Cervia	Cervia	RA	M3	RIC	B	165	
57	Porto Canale di Cervia	Bocca portuale	Tratto compreso tra i moli del porto di Cervia	Cervia	RA	M3	RIC	B	40	
58	Milano Marittima	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il molo nord del porto di Cervia e il molo sud del Canalino delle Saline	Cervia	RA	M3	RIC	B	1.365	S
59	Canalino delle Saline	Foce canale di scolo	Tratto compreso tra i moli del Canalino delle Saline	Cervia	RA	M3	RIC	B	30	
60	Milano Marittima Nord	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il molo nord del Canalino delle Saline e il primo pennello di pali in legno	Cervia	RA	M3	RAC	D	1.685	P

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE
61	Milano Marittima Colonie	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il primo pennello e il molo sud dello scolo Cupa	Cervia	RA	M3	RAC	D	540	E
62	Canale di Via Cupa	Foce canale di scolo	Tratto compreso tra i moli dello scolo Cupa	Cervia	RA	M3	RAC	D	20	
63	Lido di Savio	Cella con spiaggia	Tratto difeso da 15 scogliere compreso tra il molo nord dello scolo Cupa e il pennello sud della foce del fiume Savio	Ravenna	RA	M3	RAC	D	2.070	S
64	Foce Savio	Foce fluviale	Tratto compreso tra i pennelli della foce del fiume Savio	Ravenna	RA	M3	RAC	D	265	
65	Lido di Classe	Cella con spiaggia	Tratto difeso da 10 scogliere compreso tra il pennello nord della foce del fiume Savio e il primo pennello di Lido di Classe nord	Ravenna	RA	M4	RAC	D	1.220	S
66	Lido di Classe Nord	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il primo e il terzo e ultimo pennello di Lido di Classe Nord	Ravenna	RA	M4	RAC	E	580	S
67	Bevano Sud	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1 km a nord dell'ultimo pennello di Lido di Classe nord	Ravenna	RA	M4	RAC	E	1.000	P
68	Bevano Centro Sud	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1900 m a sud della foce del torrente Bevano	Ravenna	RA	M4	RAC	E	1.900	S
69	Foce Bevano	Foce fluviale	Tratto corrispondente alla foce del torrente Bevano	Ravenna	RA	M4	RAC	E	110	
70	Bevano Centro Nord	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1300 m posto a nord della foce del Bevano	Ravenna	RA	M4	RAC	E	1.300	S
71	Bevano Nord	Cella con spiaggia	Tratto di 1 km posto a sud del primo pennello di Lido di Dante	Ravenna	RA	M4	RAC	D	1.000	E
72	Lido di Dante	Cella con spiaggia	Tratto difeso da una scogliera semisommersa a compreso tra il primo e il terzo e ultimo pennello	Ravenna	RA	M4	RAC	D	605	E
73	Sud Foce Fiumi Uniti	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra l'ultimo pennello di Lido di Dante e la foce dei Fiumi Uniti	Ravenna	RA	M4	RAC	D	600	E
74	Foce Fiumi Uniti	Foce fluviale	Tratto corrispondente alla foce dei Fiumi Uniti	Ravenna	RA	M4	RAC	D	270	
75	Nord Foce Fiumi Uniti	Cella priva di spiaggia	Tratto difeso da una scogliera radente e compreso tra la foce dei Fiumi Uniti e la prima scogliera di Lido Adriano	Ravenna	RA	M4	RAC	D	360	E
76	Lido Adriano	Cella con spiaggia	Tratto difeso da 19 scogliere parallele emerse	Ravenna	RA	M4	RAC	D	2.560	E
77	Punta Marina	Cella con spiaggia	Tratto difeso dalla scogliera semisommersa compreso tra il primo e l'undicesimo pennello	Ravenna	RA	M4	RAC	D	3.730	E
78	Punta Marina Nord	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra l'undicesimo pennello e il pennello del Ruvido	Ravenna	RA	M4	RAC	E	865	S
79	Marina di Ravenna	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il pennello del Ruvido e il molo sud del porto di Ravenna	Ravenna	RA	M4	RAC	E	3.000	A
80	Porto di Ravenna	Bocca portuale	Tratto compreso tra i moli del porto di Ravenna	Ravenna	RA	_	RAC	E	1.230	
81	Porto Corsini	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1 km a nord del molo nord del porto di Ravenna	Ravenna	RA	M5	RAC	E	1.000	A
82	Marina Romea	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il primo km e i 2,3 km a nord del porto di Ravenna	Ravenna	RA	M5	RAC	E	1.300	A

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE
83	Marina Romea Nord	Cella con spiaggia	Tratto lungo circa 950 m a sud del molo della foce del fiume Lamone	Ravenna	RA	M5	RAC	D	945	E
84	Foce Lamone	Foce fluviale	Tratto compreso tra i moli della foce del fiume Lamone	Ravenna	RA	M5	RAC	D	140	
85	Foce Lamone-Casal Borsetti	Cella con spiaggia	Tratto difeso dalla scogliera radente compreso tra il molo nord della foce del fiume Lamone e la prima scogliera di Casalborsetti	Ravenna	RA	M5	RAC	D	2.110	E
86	Casal Borsetti Sud	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la scogliera di Casalborsetti e il molo sud della foce del canale di destra del fiume Reno	Ravenna	RA	M5	RAC	D	835	S
87	Canale Destra Reno	Foce canale di scolo	Tratto compreso tra i moli della foce del canale di destra del fiume Reno	Ravenna	RA	M5	RAC	D	30	
88	Casal Borsetti Nord	Cella con spiaggia	Tratto difeso da 4 scogliere emerse posto a nord del canale di destra del fiume Reno	Ravenna	RA	M5	RAC	D	520	E
89	Casal Borsetti Fio 82	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la quarta scogliera emersa e il secondo pennello di Casalborsetti	Ravenna	RA	M5	RAC	D	630	A
90	Poligono Militare	Cella priva di spiaggia	Tratto lungo 2,5 km posto a nord del secondo pennello di Casalborsetti nord, difeso da scogliera radente	Ravenna	RA	M5	RAC	D	2.500	P
91	Poligono Militare Nord	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1,1 km posto a sud della foce del fiume Reno	Ravenna	RA	M5	RAC	D	1.100	E
92	Foce Reno	Foce Fluviale	Tratto corrispondente alla foce del fiume Reno	Ravenna	RA	M5	RAC	D	235	
93	Nord Foce Reno	Cella con spiaggia	Tratto lungo 2 km posto a nord della foce del fiume Reno	Ravenna	RA	M5	RAC	D	2.000	S
94	Foce Gobbino Sud	Cella con spiaggia	Tratto lungo circa 850 m posto a sud della foce del canale Gobbino	Ravenna	RA	M5	RAC	D	860	E
95	Foce Gobbino	Foce canale di scolo	Tratto corrispondente alla foce del canale Gobbino	Ravenna	RA	M5	RAC	D	100	A
96	Foce Gobbino - Bagno Giamaica	Cella con spiaggia	Tratto corrispondente alla foce del canale Gobbino e il bagno Giamaica	Ravenna / Comacchio	RA / FE	M5	RAC	D	1.575	E
97	Lido di Spina Sud	Cella con spiaggia	Tratto lungo 900 m posto a nord del bagno Giamaica	Comacchio	FE	M5	RAC	D	900	E
98	Lido di Spina Nord	Cella con spiaggia	Tratto lungo circa 2 km posto a sud della foce del canale Logonovo	Comacchio	FE	M5	RAC	E	2.070	A
99	Foce Logonovo	Foce canale di scolo	Tratto corrispondente alla foce del canale Logonovo	Comacchio	FE	M5	RAC	E	200	
100	Lido degli Estensi	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la foce del canale Logonovo e il molo sud di Porto Garibaldi	Comacchio	FE	M5	RAC	E	1.540	A
101	Bocca Porto Garibaldi	Bocca portuale	Tratto compreso tra i moli di Porto Garibaldi	Comacchio	FE	M6	RAC	F	110	
102	Porto Garibaldi	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il molo nord di Porto Garibaldi e la quindicesima scogliera	Comacchio	FE	M6	RAC	F	1.480	P
103	Lido degli Scacchi	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la sedicesima e la trentaquattresima scogliera	Comacchio	FE	M6	RAC	F	2.500	P

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE
104	Lido di Pomposa	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la trentacinquesima e la cinquantaduesima scogliera	Comacchio	FE	M6	RAC	F	2.240	E
105	Lido delle Nazioni	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la cinquantreesima scogliera al pennello di chiusura in roccia posto alla fine delle scogliere	Comacchio	FE	M6	RAC	F	2.910	E
106	Bocche del Bianco	Cella con spiaggia	Tratto protetto dalla scogliera radente, lungo circa 1,1 km posto a nord del pennello	Comacchio	FE	M6	RAC	F	1.130	E
107	Pineta di Volano	Cella priva di spiaggia	Tratto protetto dalla scogliera radente, lungo 1,6 km, posto a sud del primo pennello in pali in legno	Comacchio	FE	M6	RAC	F	1.600	P
108	Volano Zona Pennelli	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra il primo e il sedicesimo e ultimo pennello di pali in legno	Comacchio	FE	M6	RAC	G	990	E
109	Volano	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1750 m a nord dell'ultimo pennello di pali in legno	Comacchio	FE	M6	RAC	G	1.750	P
110	Scannone di Volano	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1950 m a sud della foce del Po di Volano	Comacchio	FE	M7	RAC	G	1.949	A
111	Foce Po di Volano	Foce fluviale	Tratto corrispondente alla foce del Po di Volano	Comacchio / Codigono	FE	M7	RAC	G	1.880	
112	Po di Volano Area Naturale	Sacca	Tratto lungo 750 m a nord della foce del Po di Volano	Codigoro / Goro	FE	M7	PDC		750	
113	Territorio del Comune di Goro	Sacca	Tratto lungo 10 km protetto con argine e scogliera radente	Goro	FE	M7	PDC		10.000	
114	Po di Goro	Sacca	Ultimo tratto dell'asta fluviale del Po di Goro	Goro	FE	M7	PDC		5.260	
115	Foce Po di Goro	Foce Fluviale	Tratto corrispondente alla foce del Po di Goro, delimitata a sud da un pennello in roccia	Goro	FE	M7	PDC		140	
116	Faro di Goro	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1 km posto a sud del pennello della foce del Po di Goro	Goro	FE	M7	PDC		1.000	E
117	Scanno di Goro centro	Cella con spiaggia	Tratto che si estende tra il primo al sesto km a ovest della foce del Po di Goro	Goro	FE	M7	PDC		5.000	S
118	Bocca Laguna	Bocca Laguna	Tratto corrispondente alla bocca della laguna	Goro	FE	M7	PDC		4.625	A

LEGENDA**M:** Macrocella**UG:** Unità geomorfologica**SUG:** sotto-unità geomorfologica**L:** lunghezza (m)**Classificazione ASPE**

accumulo



stabile



equilibrio precario



erosione

LE FONTI DI PROVENIENZA DEI SEDIMENTI UTILI AI FINI DEL RIPASCIMENTO



Premessa

Le fonti di sedimenti utili ai fini del ripascimento delle spiagge possono suddividersi in due principali categorie: le fonti interne al sistema litoraneo e le fonti esterne.

Per fonti interne si intendono tutti quegli accumuli di sedimenti soggetti alle dinamiche interne del sistema litoraneo attuale: spiaggia emersa e sommersa fino alla sua chiusura (comprese le opere di difesa foranee), gli accumuli in corrispondenza delle bocche portuali e delle foci di fiumi e canali.

Per fonti esterne si intendono quegli accumuli, o quei sedimenti in origine esterni alle dinamiche del sistema litoraneo attuale, che possono entrare a farne parte solo a seguito di un loro conferimento, artificiale o naturale (intervento da parte dell'uomo o trasporto dei corsi d'acqua). Fra questi rientrano i depositi sottomarini (spiagge relitte medio adriatiche), le cave di sabbia dell'entroterra, gli scavi di varia natura come quelli associati ad interventi edilizi o infrastrutturali, alla realizzazione di nuove darsene o all'ampliamento di porti esistenti e infine il trasporto solido a mare dei corsi d'acqua appenninici e del Fiume Po, che rappresentano, molto meno ora che in passato, l'alimentazione naturale del sistema costiero emiliano-romagnolo.

Le fonti interne al sistema litoraneo

Le spiagge in accrescimento

Il Piano Costa del 1996 indicava quali tratti costieri in costante avanzamento potevano essere utilizzati come fonte interna di sabbia per il ripascimento.

Nel 2004 infatti il Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano della Regione, competente per l'area di Ferrara, ha attuato un intervento basato sul prelievo di 250.000 m³ di sabbia dalla spiaggia di Lido degli Estensi e il suo trasporto, mediante condotta (sabbiodotto), alle spiagge dei lidi a nord di Porto Garibaldi.

Negli ultimi anni anche la spiaggia di Porto Corsini è stata interessata dal prelievo di sabbia. In questo caso il trasporto è avvenuto a mezzo camion lungo la spiaggia a 2-3 km più a nord, sul litorale nord di Marina Romea.

Un altro punto del litorale regionale dove da almeno 20 anni viene saltuariamente prelevata sabbia è lo scanno di Goro sito nella parte meridionale del delta del Po. Lo scanno è una sottile striscia di sabbia a forma di ala che si sviluppa per 7 km, da est verso ovest, a partire dalla foce del Po di Goro.

È formato dai materiali sabbiosi portati a mare dai rami meridionali del Po e, grazie alla sua lunghezza e disposizione in mare aperto, è l'elemento che ha generato la Sacca di Goro: una laguna marina con un'ampia bocca di comunicazione con il mare aperto.

Lo scanno di Goro (fig. 16) ha subito nel corso degli ultimi 50 anni alterne vicende: quando viene alimentato dai materiali portati a mare dalle piene del Po si espande e si allunga perché la sabbia viene spinta verso ovest dalle mareggiate; quando invece l'alimentazione scarseggia il mare lo "pialla" mantenendo la sua quota sotto il metro e lo erode in alcuni punti aprendo dei varchi.

Nella prima metà degli anni '90 lo Scanno si era allungato fino a raggiungere i 9 km di lunghezza, per cui la sua estremità era arrivata a poco più di 1 km dalla spiaggia di Volano nord.



figura 16 foto dall'alto della foce del Po di Goro e dello Scanno che si allunga verso ovest

Il Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano ha così messo a punto un intervento basato sul prelievo di 30-40.000 m³ di sabbia dall'estremità dello Scanno e il suo trasporto mediante pontone sulla spiaggia a nord

di Lido di Volano. Da qui la sabbia veniva caricata sui camion e trasportata sulle spiagge in erosione più a sud.

A seguito di vari interventi antropici negli anni successivi, lo Scanno è stato interrotto a circa 7 km dalla radice e in pochi anni un varco di 20 m è stato trasformato dal pulsare delle correnti di marea in una apertura di 700 m. In seguito, la parte relitta a ovest, non più alimentata, è stata quasi del tutto erosa, mentre i materiali in arrivo dalle foci si sono accumulati sulla punta ad est del varco. Da qui sono stati prelevati 800.000 m³ nel 2002, e nel 2009 più di 1 milione di m³, di sabbia ridistribuita nella Sacca per migliorare il sedime delle aree in concessione e incrementare la produzione di molluschi (intervento finanziato dalle cooperative concessionarie), per mezzo di draghe che hanno spinto il sedimento attraverso tubazioni verso le zone interne della Sacca.

Quelli illustrati sono alcuni esempi di zone di prelievo e di pratiche di movimentazione già utilizzate da anni in ambito regionale.

M	n	denominazione	prelievi m ³ 2000-2006	prelievi m ³ 2006-2010
1	3	Cattolica Sud	80.050	17.400
1	13	Misano Scogliere	18.450	10.620
1	23	Fogliano Marina	0	0
1	24	Miramare	32.700	19.665
1	25	Rimini Centro	9.650	0
2	30	Rivabella	0	5.000
2	31	Viserba Zona Sud Sortie	0	0
2	34	Viserba Nord	0	0
2	39	Igea Marina	7.000	14.000
2	42	San Mauro	0	1.250
2	48	Cesenatico	15.000	18.980
3	58	Milano Marittima	0	6.000
4	79	Marina di Ravenna	0	0
5	81	Porto Corsini	29.255	112.200
5	100	Lido degli Estensi	246.800	25.000
7	110	Scannone di Volano	123.500	141.295
7	117	Scanno di Goro Centro	0	0
7	118	Bocca laguna	0	0
		volumi totali	562.405	371.410

tabella 1 Celle litoranee con spiagge in accrescimento utilizzate o utilizzabili per il prelievo delle sabbie da destinare al ripascimento delle spiagge in erosione e relativi volumi di sabbia prelevati nel periodo 04/2000-04/2006 e 05/2006-12/2010

L'analisi dei dati relativi ai periodi aprile 2000-aprile 2006 e maggio 2006-dicembre 2010, contenuti nel database delle celle gestionali litoranee, ha portato a selezionare come tratti di litorale potenzialmente utilizzabili per il prelievo delle sabbie, le 18 Celle riportate in tabella 1, delle quali 12 già utilizzate più o meno intensamente per interventi di ripascimento costiero e 6 non ancora utilizzate nel periodo di osservazione. Su 18 Celle, 5 appartengono alla Macrocella 1 (tratto Cattolica-Rimini) e 6 alla Macrocella 2 (tratto Rimini-Cesenatico). I chilometri di spiaggia ritenuti potenzialmente sfruttabili per il prelievo della sabbia ricadenti nella M1 sono circa il doppio rispetto a quelli posti a nord di Rimini, nella M2. Le restanti Celle utilizzabili per lo sfruttamento della sabbia sono distribuite per la maggior parte nel tratto tra Foce Savio e Porto Garibaldi (M5) e nella M7 più settentrionale, relativa all'area del Delta del Po.

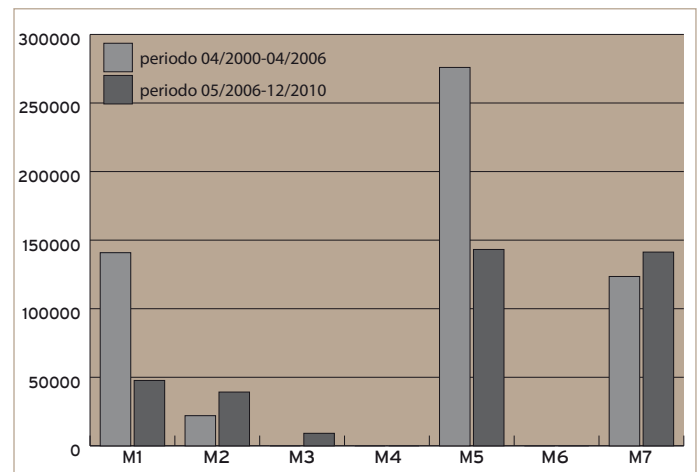


figura 17 Volumi di sabbia prelevati dalle spiagge in accrescimento per Macrocella dal 04/2000 al 12/2010

La maggior parte delle Celle in questione è priva di opere di difesa, soltanto la spiaggia lunga circa 750 m di Misano (Cella 13), il tratto a nord di Rimini, corrispondente a Rivabella e Viserba (Celle 30, 31, 34), e la Cella 48 Cesenatico (M2), sono protetti da scogliere parallele emerse. Per la Cella 118 va specificato che i prelievi ingenti effettuati dalla punta dello Scanno non vengono riportati in tabella 1 in quanto non utilizzati ai fini del ripascimento delle spiagge. Per il 2012 verrà programmato un progetto (finanziato dall'Accordo di programma fra Regione e Ministero dell'Ambiente) che prevede il prelievo e l'utilizzo delle sabbie della Cella (corrispondenti all'accrescimento dello Scanno)

ai fini del ripascimento delle spiagge del Lido di Volano, per un totale previsto di 128.000 m³.

Nel periodo aprile 2000 – aprile 2006, la Macrocella maggiormente sfruttata è stata la M5 (Porto Corsini-Porto Garibaldi): soltanto da Lido degli Estensi sono stati prelevati circa 250.000 m³ di sabbia (fig. 17).

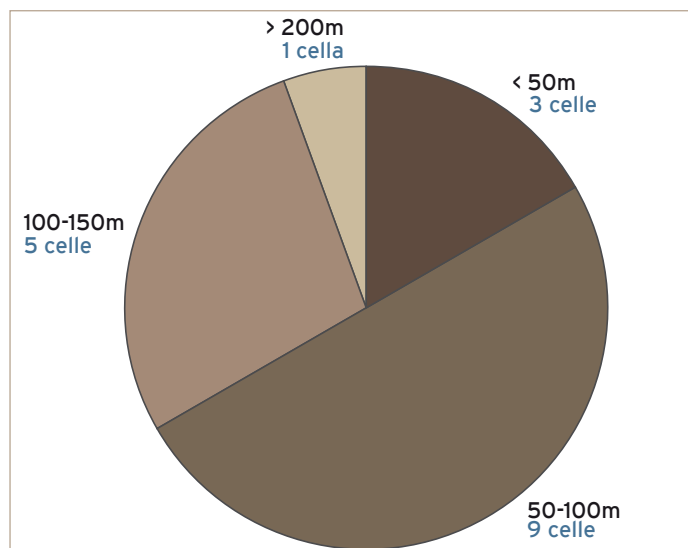


figura 18 Ampiezza media della spiaggia emersa delle 18 celle di tabella 1

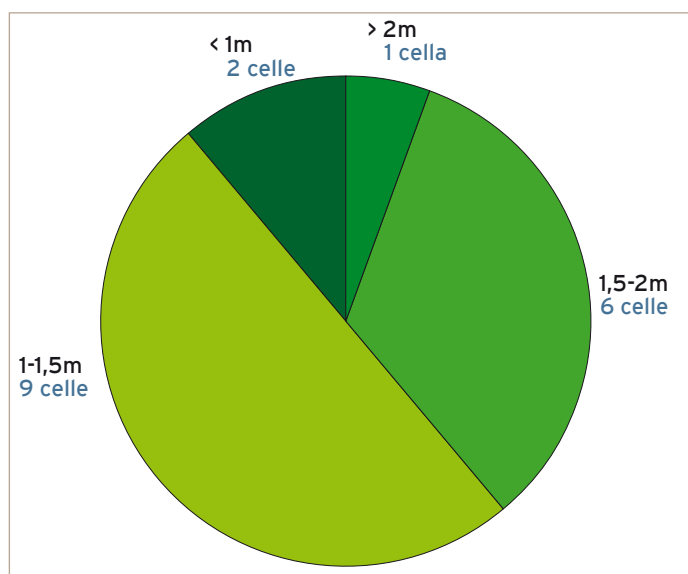


figura 19 Quota media di chiusura a terra della spiaggia delle 18 celle di tabella 1

Nel periodo maggio 2006 – dicembre 2010 i quantitativi prelevati dalle Macrocelle 5 e 7, le più sfruttate, sostanzialmente si equivalgono (circa 137.000 e 141.000 m³ rispettivamente).

La maggior parte delle Celle selezionate ha un'am-

piezza della spiaggia emersa compresa tra 50 e 100 m e una quota di chiusura a terra compresa tra 1 e 2 m (fig. 18 e 19). L'unica Cella provvista di una spiaggia più larga di 200 m è Lido degli Estensi (M5). La quota di chiusura maggiore (circa 2,2 m), invece, è stata misurata a Misano nel tratto protetto dalle scogliere (M1).

Dragaggi portuali

Lungo i 130 km del litorale della Regione Emilia-Romagna sono dislocati numerosi porti che spesso sono stati costruiti o utilizzando le foci fluviali o sezionando con un canale artificiale la spiaggia emersa e sommersa. Per queste ragioni i porti del litorale emiliano-romagnolo sono tutti riconducibili alla categoria dei porti-canale. È evidente quindi che in funzione dell'ubicazione, della lunghezza dei moli e della direzione del trasporto solido litoraneo, tutti i porti-canale sono soggetti all'insabbiamento.

I materiali che si accumulano nei pressi della loro imboccatura sono infatti costituiti in massima parte da sabbie di spiaggia che si spostano lungo costa sospinte dalle correnti litoranee.



figura 20 Porto di Cesenatico

In una costa come quella emiliano-romagnola, l'apertura di un canale sottomarino per favorire l'accesso dei natanti al porto si traduce infatti in una modificazione della morfologia del fondale che inevitabilmente ha breve durata, in quanto il moto ondoso solleva e sposta la sabbia colmando il canale e tendendo a ripristinare così la situazione naturale del fondale.

L'utilizzo migliore di questi sedimenti, qualora non si

sia in presenza di inquinanti, è il ripascimento delle spiagge in erosione poco distanti dall'imboccatura portuale. Fino al 1996, però, le sabbie dragate all'imboccatura dei porti venivano trasportate e scaricate su fondali marini situati alcune miglia al largo, a prescindere dalla loro qualità.

La normativa che regolava l'attività di dragaggio e scarico di materiale in ambito litoraneo è stata aggiornata dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 24 Gennaio 1996, il quale subordina ogni attività di movimentazione a severe procedure tecnico-giuridiche.

Per evitare, da un lato, lo sperpero di risorse e, dall'altro, che ogni Comune o Amministrazione interessata al dragaggio di un porto, procedesse in modo non coordinato, la Regione Emilia-Romagna ritenne opportuno creare un unico quadro conoscitivo riguardante tutti i porti interessati (ARPA, 1997) con lo scopo di promuovere la valorizzazione, ai fini di ripascimento, dei materiali dragati nei porti di seguito elencati:

- Cella n.1 porto di Cattolica;
- Cella n.9 Porto Verde (privato) a Misano A.;
- Cella n.18 porto di Riccione;
- Cella n.26 porto di Rimini;
- Cella n.49 porto di Cesenatico (fig.20);
- Cella n.57 porto di Cervia;
- Cella n.101 porto di Porto Garibaldi

Riccione è stato il primo Comune a fare propria questa linea di valorizzazione promossa dalla Regione. Una volta verificato che la sabbia dragata dall'imboccatura del porto canale poteva essere utilizzata per il ripascimento, data la frequenza con cui era necessario fare tali operazioni per mantenerne la navigabilità, il Comune acquistò una piccola draga che viene tuttora attivata ogni qual volta risulta necessario, in condizioni di mare calmo e al di fuori della stagione turistica.

I sedimenti dragati vengono depositati sulla spiaggia all'interno di una vasca temporanea quindi ripresi dopo qualche tempo per essere trasportati lungo la spiaggia in forte erosione fino a 3,5 km a sud del porto canale. In questo modo per molti anni sono stati dragati e portati a ripascimento circa 10.000 m³/anno di sabbia, con un costo contenuto (3-4 €/m³) e un impatto ambientale modesto.

In seguito la pratica di dragaggio dell'imboccatura del porto e del ripascimento delle spiagge adiacenti è stata seguita in molti altri porti canale regionali.

Relativamente alle tecniche utilizzate, occorre menzionare quella messa in pratica dal Comune di Cervia

per molti anni. Per liberare il passo marittimo, ostruito esternamente ai moli da una larga barra litoranea, il Comune anziché dragare la sabbia e portarla al largo, o in altro sito, faceva spostare la sabbia utilizzando le eliche di un grosso pontone. Negli anni 2000, questa tecnica, che produceva risultati di breve durata e soprattutto non valorizzava i sedimenti movimentati, è stata sostituita dal dragaggio tradizionale con pontone e trasporto verso la spiaggia in erosione di Milano Marittima, 3,5 km a nord del porto.

I sedimenti dragati dai porti in alcuni casi sono stati sversati sulla spiaggia sommersa. Questa pratica è meno percepibile per quel che riguarda i risultati, ma è altrettanto efficace ai fini del ripascimento oltre che più economica. Lo sversamento del materiale su un fondale di 2-3 m, infatti, risulta efficace perché rialza i fondali e rinforza le barre sommerse, determinando una riduzione dell'energia del moto ondoso sulla spiaggia emersa.

Il regolamento regionale in fase di formulazione in base al Dlgs. 152/2006, permetterà una standardizzazione delle procedure istruttorie e autorizzative per gli interventi di dragaggio e ripascimento, quindi una maggiore chiarezza delle procedure e dei tempi ai fini di un ulteriore sviluppo di queste pratiche.

In queste tipologie di intervento, già virtuose, rimane tuttavia il problema della movimentazione dei sedimenti verso le spiagge in erosione da eseguire con camion, pontoni o sabbiodotti temporanei, solitamente con costi elevati per l'Amministrazione. A questo proposito la Regione Emilia-Romagna ha messo a punto un progetto, nell'ambito del Programma "Progetto Unitario di Ripascimento" finanziato dall'Accordo con il Ministero dell'Ambiente, per la realizzazione di un sabbiodotto permanente in Comune di Riccione. Questo intervento innovativo consentirà il trasferimento, attraverso una tubazione interrata, delle sabbie dragate dalla bocca portuale verso le spiagge a nord (fino a circa 900 m) e a sud (fino a circa 3,5 km) del porto canale, permettendo così di ovviare alle altre modalità di trasferimento, più onerose e impattanti sull'ambiente e potrà rappresentare un esempio per la realizzazione di simili infrastrutture anche in altre zone del litorale regionale.

Complessivamente dal 1996 al 2010 sono stati prelevati dai porti della Regione Emilia-Romagna e portati a ripascimento circa 460.000 m³ di materiale sabbioso. Analizzando il database delle Celle litoranee, che ri-

porta i dati relativi ai periodi compresi tra aprile 2000 e aprile 2006 e da maggio 2006 a dicembre 2010, sono stati prelevati nel primo periodo 97.700 m³ di sabbia dai porti di Cervia, Riccione e Porto Verde, mentre nel secondo periodo ne sono stati prelevati complessivamente 279.350 m³ da Porto Garibaldi, Cattolica, Cervia, Riccione e Porto Verde, per un totale 2000-2010 di 377.050 m³ di sabbia, indice del notevole sviluppo che questa pratica ha avuto a partire dal 1996 (tab. 2).

n	denominazione	prelievi m ³ 2000-2006	prelievi m ³ 2006-2010
1	Bocca Tavollo (Porto di Cattolica)	0	35.000
9	Canale Porto Verde	16.000	4.000
18	Riccione Porto Canale	48.200	42.400
26	Rimini Porto Canale	0	0
49	Porto Canale di Cesenatico	0	0
57	Porto Canale di Cervia	33.500	64.950
101	Bocca Porto Garibaldi	0	133.000
	volumi totali	97.700	279.350

tabella 2 bocche portuali utilizzabili per il prelievo delle sabbie da destinare al ripascimento delle spiagge in erosione e relativi volumi di sabbia prelevati nei periodi 04/2000-04/2006 e 05/2006-12/2010

Dragaggi di foci e barre di fiumi e canali

Lungo i 130 km di litorale della Regione Emilia-Romagna, ogni 10-15 km si incontra una foce di un fiume o di un canale. Le foci sono soggette all'insabbiamento nei periodi di magra, quando cioè la dinamica litoranea prevale su quella fluviale.

Durante le piene, infatti, la forte corrente fluviale rimuove con facilità la sabbia che si è depositata nella foce e la porta in mare dove, in ragione delle diverse energie, si sedimenta poco distante dalla battigia formando accumuli sommersi. Questi accumuli vengono in seguito rimodellati dal mare e, nei casi di fiumi con bassa portata estiva, assumono la forma di barre sommerse parallele alla costa, poste alcune centinaia di metri al largo.

Negli ultimi 15-20 anni il materiale dragato alla foce di canali e fiumi è stato quasi sempre utilizzato per scopi di ripascimento.

Le foci da cui sono state ricavate quantità significative

di materiale, utilizzate per il ripascimento delle spiagge, sono, partendo da sud verso nord, le seguenti:

- **Cella n.22** foce torrente Marano (Riccione);
- **Cella n.40** foce fiume Uso (Bellaria);
- **Cella n.84** foce fiume Lamone (Ravenna);
- **Cella n.99** foce Canale Logonovo (Comacchio);
- **Cella n.115** foce Po di Goro.

Nel caso della foce del **Marano** occorre precisare che più che dentro la foce, il materiale è stato prelevato nella spiaggia ai lati. I quantitativi sono sui 4-5.000 m³ ogni 4-5 anni. Il prelievo viene fatto con pale meccaniche e il trasporto alle spiagge in erosione di Riccione con i camion.

La foce del canale **Logonovo** separa Lido di Spina da Lido degli Estensi, quindi è all'interno di una spiaggia larghissima e in costante avanzamento. Il Logonovo collega il mare aperto con le Valli di Comacchio, mantenere la sua foce aperta è quindi una necessità. Inoltre sul finire degli anni '80 l'ERSA (Agenzia regionale per lo sviluppo rurale) di Ferrara ha individuato questo punto come il più indicato per recuperare sabbia da utilizzare per ricostruire dune erose dal mare nella zona di Lido di Spina sud.

Il prelievo di sabbia dal Logonovo è stato effettuato varie volte dal Servizio Tecnico di Bacino del Po di Volano, con quantitativi piuttosto consistenti dell'ordine dei 20-40.000 m³, generalmente ogni 4-5 anni.



figura 21 Foce del canale Logonovo

Un altro caso interessante è il prelievo di sabbia dalla barra di foce del **Po di Goro**. Alcune centinaia di metri al largo della foce, vi è una barra di sabbia molto consistente formata dai materiali portati a mare dai rami

deltizi del Po di Goro e del Po di Gnocca. Da qui, sul finire degli anni '90, è stata prelevata sabbia con un pontone della capacità di 400 m³, per essere trasportata a Cesenatico dove veniva scaricata nella banchina nord e di qui ripresa e portata con i camion a ripascimento della spiaggia di Ponente.

Pur essendo la sabbia di ottima granulometria, il costo unitario è risultato elevato per la distanza (70 km) tra il porto di Cesenatico e la foce del Po di Goro, per la capacità modesta del mezzo navale e perché occorreva fare un'ulteriore operazione di carico-scarico con i camion.

n	denominazione	prelievi m ³ 2000-2006	prelievi m ³ 2006-2010
5	Foce Ventena	16.800	900
7	Foce Conca	14.150	0
22	Foce Marano	0	0
29	Deviatore Marecchia	0	0
40	Foce Uso	20.400	15.500
44	Foce Rubicone	0	3.050
53	Canale Tagliata	0	2.600
59	Canalino delle Saline	0	0
62	Canale di Via Cupa	0	0
64	Foce Savio	0	0
74	Foce Fiumi Uniti	0	0
84	Foce Lamone	0	56.000
87	Canale Destra Reno	0	0
95	Foce canale Gobbino	57.000	61.020
99	Foce canale Logonovo	247.800	170.444
111	Foce Po di Volano	0	0
115	Foce Po di Goro	120.000	0
	volumi totali	476.150	309.514

tabella 3 foci e barre di fiumi e canali utilizzabili per il prelievo delle sabbie da destinare al ripascimento delle spiagge in erosione e relativi volumi di sabbia prelevati nei periodi 04/2000-04/2006 e 05/2006-12/2010

Nel 2009 è stato invece realizzato un altro intervento di prelievo di sabbia da questa barra, ottimale sotto il profilo gestionale.

Sul lato destro della foce del Po di Goro vi è la torre del faro la cui spiaggia antistante è stata completamente erosa. Per questo motivo il Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano ha realizzato un intervento di ripascimento basato sul dragaggio di sabbia dalla barra sommersa e refluentamento mediante tubazione sulla

spiaggia da ricostruire.

Recenti analisi, eseguite sui dati contenuti nel database delle celle litoranee, hanno permesso di selezionare 17 Celle, corrispondenti a foci fluviali e a sbocchi di canale, alcune già utilizzate (9 Celle), altre non utilizzate e solo potenzialmente idonee (8 Celle), come zone di prelievo delle sabbie da destinare al ripascimento delle spiagge in erosione (tab. 3).

Tra l'aprile del 2000 e l'aprile del 2006, da 6 di queste Celle risultano essere stati prelevati circa 476.000 m³ di sabbia, e poco più di 309.000 m³ tra il maggio 2006 e dicembre 2010, per un complessivo di 785.664 m³.

Tomboli al retro delle scogliere foranee

Tra il 1947 e il 1980 per proteggere dall'erosione molti tratti di spiaggia sono state realizzate diverse serie di scogliere parallele emerse, per un totale di 40 km di lunghezza. La serie più lunga è quella di circa 20 Km che va dai moli del porto di Rimini a quelli del porto di Cesenatico.

Le scogliere parallele emerse sono in grado di arrestare e dissipare più dell'80% dell'energia del moto ondoso; questo fa sì che l'energia del mare nel bacino racchiuso tra scogliere e battigia sia modesta. A seguito di ciò anche il processo di sedimentazione del materiale viene notevolmente modificato a vantaggio delle particelle più fini.

La zona dove l'energia subisce la massima riduzione è quella dietro il corpo centrale dell'opera. In questa zona si ha quindi anche la massima sedimentazione, tanto che, in diversi casi, se le opere sono state realizzate a poca distanza dalla linea di riva e c'è sufficiente materiale in circolazione, si ha il congiungimento della spiaggia con la scogliera, per cui la spiaggia assume la caratteristica forma a **tomboli** (fig. 22).

Se le scogliere sono distanti e/o il materiale è scarso si formano invece degli accumuli sommersi a ridosso delle scogliere.

Da oltre 20 anni il Comune di Cattolica e i proprietari degli stabilimenti balneari asportano sabbia dalla spiaggia dietro le prime 10 scogliere a sud e la trasportano nel tratto in leggera erosione della spiaggia nord dello stesso comune e a Misano Adriatico. Questa operazione si è resa necessaria perché nel tratto sud la spiaggia era in costante avanzamento, per cui senza il prelievo si sarebbe congiunta con le scogliere, limitando così la zona di balneazione ai soli varchi che sepa-

rano una scogliera dall'altra. Si stima che in questi 20 anni siano stati asportati 3-4.000 m³ di sabbia.

Nel caso dei prelievi dal deposito sommerso dietro il corpo centrale delle scogliere, costituito principalmente da sabbie molto fini e in qualche caso anche in parte da limi, l'esperienza è iniziata circa 20 anni fa a Bellaria nord e a San Mauro Pascoli.



figura 22 un tombolo al retro di una scogliera parallela emersa

Il Comune di Bellaria, per attuare questo lavoro ogni primavera, aveva acquistato una piccola draga per prelevare il materiale e pomparlo attraverso una tubazione direttamente sulla spiaggia emersa. In questo modo si otteneva un allargamento dell'arenile di 15-20m al solo scopo di favorire la balneazione. Le prime esperienze hanno dimostrato però che questo tipo di intervento aveva durata massima di alcuni mesi, il tempo necessario per superare una stagione balneare. Nonostante ciò questa tipologia di ripascimento non solo è ancora applicata, ma si è diffusa anche ai litorali dei comuni di Cesenatico e di Ravenna. A Gatteo a Mare sono stati utilizzati mezzi da cantiere terrestri (scraper) che operano esclusivamente durante la bassa marea. A Lido di Savio e Lido Adriano, invece è stata messa a punto una pratica che utilizza un "carro artificiale" su cui viene caricato un normale escavatore dotato di un sistema di pompaggio in grado di aspirare acqua con sedimento e spingerla mediante tubazione sulla spiaggia.

Le fonti esterne al sistema litoraneo

I depositi sottomarini

Sulla piattaforma continentale nord adriatica, al largo della costa emiliano-romagnola, ad oggi, sono stati individuati 6 giacimenti sabbiosi sottomarini A, A1, B, C1, C2, C3 (fig. 23) - e un esteso corpo siltoso-sabbioso H (Idroser, 1985; 1990; 1996; ARPA, 2001; Correggiari et al., in stampa; Beachmed-e, 2006-2008).

Queste fonti di sabbia offshore rappresentano una risorsa non rinnovabile, destinata a terminare, che quindi deve essere utilizzata secondo un modello di gestione sostenibile.

Complessivamente è stata stimata la presenza di circa 195 milioni di m³ di sabbia, nei primi 6 giacimenti, e di altri circa 195 milioni di m³ di silt sabbioso nel deposito H, di recente scoperta.

A queste cifre complessive, va sottratta una porzione di materiale che per i motivi di seguito descritti non potrà essere utilizzata.

Risulta, infatti, necessario lasciare uno strato di sabbia di rispetto alla base del giacimento, in modo da evitare di arrivare alle argille sottostanti, sia per questioni ambientali ed ecologiche sia per questioni pratiche legate al fatto che lo sversamento di argille sulla spiaggia rischierebbe di arrecare danni economici non trascurabili. Nonostante tra i tecnici sia ancora in corso il dibattito in merito alla definizione dello spessore di tale strato di rispetto, al momento l'orientamento è quello di lasciare uno spessore minimo di 50 cm. In base a tale limite di riferimento, il volume di sabbia utilizzabile ammonterebbe a circa 120 milioni di m³ e quello di silt a circa 100 milioni di m³.

A tali valori andrà sottratto, inoltre, il volume di materiale non estraibile per motivi di sicurezza perché collocato nelle fasce di rispetto delle condotte sottomarine in corrispondenza delle quali sono vietate tutte le attività di scavo. Attualmente, l'unico giacimento attraversato da una di queste condotte è il più settentrionale: il corpo sabbioso A. Altre due pipeline si limitano a passare nelle immediate vicinanze dei giacimenti A1 e H.

Seppur ridotti per le ragioni di cui sopra, si tratta comunque di volumi molto cospicui che, non essendo più alimentati (spiagge relitte di migliaia di anni fa) hanno un carattere "finito" che porta ad alcune im-

portanti considerazioni. Il taglio degli interventi precedentemente effettuati (2002 e 2007), con un prelievo di circa 800.000 m³ ciascuno, è stato insufficiente in termini di quantità di sedimenti necessaria a compensare la perdita di quota causata dalla subsidenza nello stesso periodo (2000-2007), volume stimabile in circa 6 milioni di m³ (1 milione di m³ all'anno) e ancora di più largamente insufficiente, stante i trend attuali (di subsidenza, trasporto solido, innalzamento del livello medio marino), a compensare le perdite dei molti decenni precedenti (da quando cioè l'apporto solido fluviale è calato drasticamente).

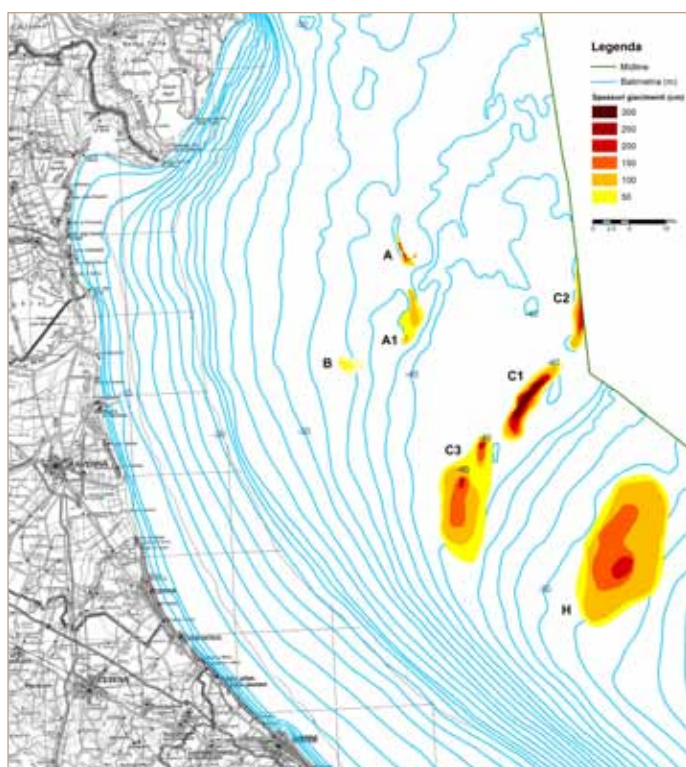


figura 23 Mappa dei giacimenti sabbiosi sottomarini in prossimità della costa emiliano-romagnola

Considerando i volumi di sabbie realmente disponibili per il ripascimento delle spiagge emerse (120 milioni di m³) e lasciando a parte i materiali siltosi del deposito H, che possono essere utilizzati solo per interventi nella spiaggia sommersa distale a rinforzo del piede della spiaggia, in via del tutto teorica, stanti i trend attuali, l'utilizzo di 1 milione di m³ all'anno per mantenere il sistema litoraneo nella situazione attuale, porterebbe all'esaurimento delle risorse in 120 anni. Ma se si dovesse nel contempo recuperare la situazione (quote e volumi) dei decenni precedenti per far fronte agli scenari di innalzamento del livello medio

marino previsti per i prossimi 50-100 anni (Richards e Nicholls, 2009), portando dall'esterno del sistema litoraneo almeno 2 milioni di m³ all'anno, l'esaurimento avverrebbe in 60 anni.

Sono chiaramente indicazioni solo teoriche, ma che devono far riflettere sul carattere "finito" di queste riserve strategiche e sulla necessità di studiare e implementare ulteriori politiche, oltre quelle già avviate negli anni '80 dalla Regione, volte alla ulteriore riduzione della componente antropica della subsidenza e al miglioramento dell'apporto solido fluviale. Gli effetti di tali azioni permetterebbero di ridurre la necessità di utilizzo di questi depositi per conservarli il più possibile come garanzia per il futuro mantenimento della costa, anche a fronte di una effettiva materializzazione, in qualche misura, degli scenari peggiori di innalzamento del medio mare al 2100 (Richards e Nicholls, 2009).

Per migliorare le conoscenze e rendere più efficace la gestione di questi sedimenti (studiati già a partire dagli anni '80 da Idroser, CNR e ARPA, per la Regione), la Regione Emilia-Romagna in convenzione con CNR-ISMAR ha realizzato un apposito strumento all'interno del Sistema-Informativo del Mare e della Costa, denominato "DB sabbie sottomarine", dove oltre alla caratterizzazione sedimentologica dei giacimenti sono contenuti tutti i dati di monitoraggio del loro utilizzo.

I due interventi di ripascimento con sabbie sottomarine

Nel 2000 e nel 2006, nell'ambito rispettivamente di due interventi di messa in sicurezza di tratti critici del litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento



figura 24 Sversamento di sabbie sottomarine durante il secondo ripascimento del 2007

con sabbie sottomarine, la Regione Emilia-Romagna ha affidato ad ARPA l'incarico di individuare le aree di prelievo delle sabbie in mare e di effettuare la progettazione esecutiva e il monitoraggio fisico e ambientale post-intervento, sia delle aree di prelievo in mare che delle spiagge oggetto di ripascimento (ARPA, 2009 a, b, c).

Sono state scelte come aree di prelievo i dossi C1 e A (fig. 23). Il dosso C1 è stato sfruttato sia per l'intervento del 2002 sia per quello del 2007 (fig. 24), mentre il dosso A soltanto per quello del 2007 (Correggiari et al., in stampa).

Nel 2002 sono stati prelevati 800.000 m³ di sabbia dal dosso C1 e, nel 2007, altri 815.000 m³ in parte dal dosso A e in parte dal dosso C1 (fig. 23).

Il primo intervento ha interessato 8 spiagge distinte (Preti, 2002; Preti et al., in stampa - a), il secondo 7 spiagge, in parte le stesse alimentate con il precedente ripascimento con sabbie sottomarine (ARPA, 2009; Preti et al., in stampa - b).

Le cave a terra

Le cave a terra hanno rappresentato la prima fonte a cui si è fatto riferimento in Emilia-Romagna per prelevare la sabbia da destinare al ripascimento delle spiagge in erosione, un'operazione che con il tempo si è dimostrata non sostenibile dal punto di vista ambientale, economico e strategico, per cui andava, nei limiti del possibile, abbandonata.



figura 25 il trasporto della sabbia tramite camion determina un forte impatto ambientale

Alla base di questa conclusione vi sono diversi riscontri:

1. il prelievo da cave a terra determina un impatto paesaggistico-ambientale di notevole portata nel territorio di pianura in cui si collocano queste "grandi" buche;
2. si sottrae al mercato degli inerti destinato all'edilizia una grande quantità di sabbia;
3. si aumenta il prezzo unitario della sabbia, già di per sé molto alto (circa 20 Euro/m³);
4. il trasporto dalla cava alla spiaggia può essere fatto unicamente su strada con i camion, causando con ciò un forte impatto e seri problemi di traffico lungo la rete viaria (fig. 25).

L'utilizzo di sabbie provenienti dalle cave a terra è ormai ridotto a poche migliaia di m³ all'anno, e vi fanno ricorso solo alcuni comuni, Ravenna in particolare, per interventi urgenti di manutenzione.

Gli scavi edili

L'idea di valorizzare per scopi di ripascimento i materiali provenienti da scavi di fondazione per fabbricati e infrastrutture edilizie, in prossimità della costa e in terreni sabbiosi, nasce a Riccione negli anni '90 e viene tradotta in pratica dal Comune con un regolamento edilizio che vincola i costruttori a portare le sabbie degli scavi nella spiaggia in forte erosione di Riccione sud.



figura 26 Riccione sud: il cumulo di sabbia proveniente dallo scavo di opere edili, primavera 2007

Inizialmente sono state portate alcune migliaia di m³ di materiale ogni anno, poi nel periodo 2000-2003, a seguito della realizzazione di grandi opere pubbliche, quali il Palazzo dei Congressi e un parcheggio sotterraneo, ricavato sotto il lungomare, i quantitativi sono

aumentati in maniera esponenziale superando in totale i 200.000 m³ (fig 26).

Sotto il profilo economico si tratta dell'operazione di ripascimento meno costosa, perché gli unici costi sono quelli relativi alla stesa del materiale, ma che porta con sé problematiche di carattere autorizzativo legate alla controversa disciplina dell'utilizzo delle terre e rocce da scavo.

Negli ultimi anni la Regione per far fronte a necessità di ripascimento impellenti, ha cercato di far sì, anche in relazione alla Direttiva Europea 2008/98/CE e avviando il processo di formulazione del regolamento regionale già citato, che altri Comuni seguissero l'esempio di Riccione. Recentemente anche il Comune di Cesenatico ha approvato un regolamento in tal senso.



figura 27 La darsena di Rimini, costruita a ridosso del molo nord del porto canale

Le nuove darsene

Tra le fonti di sabbia litoranee va annoverata quella derivante dagli scavi per la costruzione di nuove darsene. Negli ultimi 10 anni lungo il litorale emiliano-romagnolo sono state costruite due darsene da diporto, una a Rimini (2002) e una a Cattolica (2007).

La darsena di Rimini è stata costruita a ridosso del molo nord del porto canale, delimitando con opere foranee un tratto di mare e una parte della spiaggia di San Giuliano. La darsena occupa un'area larga circa 300 m e lunga oltre 400 m (fig. 27).



figura 28 la spiaggia di San Giuliano (Rimini) due anni dopo l'intervento di ripascimento effettuato con la sabbia prelevata dall'area della nuova darsena

Dalle escavazioni effettuate all'interno dell'area della nuova darsena, al fine di garantire un battente d'acqua necessario per la navigazione e l'ormeggio delle imbarcazioni, sono stati recuperati i seguenti quantitativi di materiale:

- 100.000 m³ di sabbia portati a ripascimento della restante spiaggia di San Giuliano, lunga 440 m. Questo intervento ha determinato un avanzamento medio della spiaggia di 80-100 m (fig. 28). Il materiale sabbioso è stato in parte trasportato con i dumper (veicoli gommati speciali) e in parte pompato direttamente da un draga dall'interno della darsena sulla spiaggia;
- 51.450 m³ di materiale composto 1/3 da limo, 1/3 da sabbia e 1/3 da ghiaia portato a ripascimento della spiaggia sommersa davanti alla scogliera ra-

dente di Porto Verde (Misano Adriatico). Il materiale è stato prelevato e depositato tramite una draga.



figura 29 Cattolica: in alto, la darsena “dei pescatori” (2005), in basso, la nuova darsena costruita a ridosso di quella preesistente (2010)

Il porto canale di Cattolica è situato nel tratto finale della torrente Tavollo, la cui foce è protetta dai moli di Ponente e Levante. Nel 1934 a ridosso del molo di Ponente fu costruita una darsena ad uso prevalente dei pescherecci.

Nel 2006, nello specchio d’acqua antistante la vecchia “darsena dei Pescatori”, sono state costruite le opere foranee della nuova darsena da diporto di Cattolica (fig. 29). Come per la darsena di Rimini, anche in questo caso sono stati effettuati dei lavori di scavo, all’interno delle opere foranee, per raggiungere le profondità necessarie all’approdo dei natanti.

Alla fine del 2008, risultavano dragati e portati a ripascimento i seguenti quantitativi:

- 3.500 m³ di sabbia portati a ripascimento della spiaggia di Misano;
- 7.800 m³ di materiale sabbioso, costituito dal 70% sabbia e 30% di materiale limoso, depositato sulla spiaggia adiacente alla nuova piazza;
- 8.700 m³ di materiale misto ghiaia, sabbia e argilla, depositata nell’area adiacente alla diga di sottoflutto. La componente fine del materiale costituiva circa il 40% dello sversamento (ARPA, 2010a).



figura 30 Bellaria-Igea Marina: tratto della scogliera perimetrale della nuova darsena costruita nella primavera del 2009

Le attività di dragaggio e il successivo ripascimento sono state effettuate utilizzando un pontone equipaggiato con gru e benna.

I quantitativi di sabbia disponibili in futuro dovuti alla costruzione di nuove darsene lungo il litorale regionale non sono ben quantificabili e rimangono in ogni caso una fonte estemporanea. Attualmente non si è a conoscenza della costruzione di nuove darsene lungo costa ad eccezione della darsena di Bellaria Igea Marina, alla foce del fiume Uso (fig.30), i cui lavori sono stati però bloccati nella primavera del 2009.

L’utilizzo ai fini del ripascimento del materiale dragato per costruire le darsene comporta due vantaggi, uno di tipo ambientale e uno economico. Infatti, questa operazione permette da un lato il recupero di materiale che presumibilmente sarebbe destinato a discarica, dall’altro il prezzo pagato dalla collettività è pari a zero, in quanto le attività di dragaggio, trasporto e deposito del materiale sono a carico della società di gestione della darsena.

Gli ampliamenti del porto di Ravenna

Il porto di Ravenna (fig. 31) è uno dei più importanti del nord Adriatico ed è classificato come porto di interesse nazionale. Tutte le attività, compresi i dragaggi, sono gestite dall'Autorità Portuale, istituita negli anni '90.



figura 31 Porto di Ravenna

Il porto di Ravenna si sviluppa, in massima parte, all'interno della costa, lungo un'asta navigabile (il canale Candiano) lunga circa 10 km, che si spinge da Porto Corsini a Ravenna città e negli spazi ricavati dall'approfondimento della parte sud-ovest della Piallassa dei Piomboni.

Il porto commerciale risulta quindi interno alla costa, mentre nello spazio racchiuso dai lunghissimi moli foranei (2.600 m) vi sono ampi spazi dedicati alla nautica da diporto.

Recentemente (2009-2010) sul lato a nord, tra il molo foraneo e il vecchio molo guardiano, è stato realizzato un approdo per traghetti e navi da crociera.

Negli ultimi 20 anni per ampliare l'area portuale e per approfondire i canali navigabili, sono stati dragati circa 7 milioni di m³ di materiale. In prevalenza si trattava di materiale fine, ma in alcuni casi sono stati interessati anche strati sabbiosi.

In ogni caso per ragioni di tempi e di costo, il dragaggio selettivo non è stato mai effettuato, per cui

una parte del materiale dragato indifferenziato è stato stoccato in enormi casse per poi essere, dopo qualche anno, messo sul mercato o utilizzato per alzare di quota le stesse aree portuali, visto che l'area in cui si trova il porto, negli ultimi 60 anni, si è abbassata di 150 cm a causa della subsidenza. Non tutto il materiale dragato è stato stoccato, infatti, tra il 2004 e il 2010, più di 1 milione di m³ (tab. 4) è stato portato a ripascimento dei fondali e della spiaggia del litorale posto tra i 2 e i 5 km a nord del molo foraneo di Porto Corsini.

n	denominazione	prelievi m ³ 2000-2006	prelievi m ³ 2006-2010
80	Porto di Ravenna	250.000	900.000

tabella 4 Nel periodo 2000-2010 dal Porto di Ravenna sono stati prelevati 1,15 milioni di m³ di sabbia

Il primo intervento, realizzato nel 2004, è consistito nel dragaggio all'interno del porto di circa 250.000 m³ di sabbia molto fine, che sono stati refluiti mediante tubazione 4 km a nord del molo di Porto Corsini, davanti alla scogliera radente che protegge il tratto costiero Foce Lamone - Casal Borsetti. Davanti a questa opera la spiaggia è scomparsa ormai da molti anni. Con il ripascimento è stata creata una spiaggia larga 30-40 m per un tratto di alcune centinaia di metri. A causa anche della granulometria molto fine del materiale, nel giro di 2 anni questa nuova spiaggia è scomparsa.

Il secondo intervento, realizzato nel 2007, ha visto lo spostamento di 700.000 m³ di materiale, per lo più fine (oltre il 90%), dragati nel canale navigabile compreso all'interno dei moli foranei, trasportati e scaricati da una draga della capacità di diverse migliaia di m³, 2-3 km a nord del porto tra le batimetriche dei 5 e degli 8 metri.

Il terzo intervento, completato nella primavera del 2010, è consistito nel dragaggio di 200.000 m³ di sabbia dall'area dell'avamposto dove è stata ricavata la nuova darsena per le navi da crociera. Il materiale in questo caso era costituito da sabbia molto fine, lo spostamento è avvenuto tramite pompaggio diretto da parte della draga lungo una tubazione posta sulla spiaggia, e l'area di conferimento è stata la spiaggia sommersa di Marina Romea nord. In pratica a partire da Foce Lamone verso sud è stata realizzata, tra le batimetriche -1 e -3m, una barra artificiale larga circa

100 m e lunga 1 km.

Per quello che riguarda gli aspetti gestionali si tratta di operazioni ottimali in quanto i materiali, seppur appartenenti alle classi delle sabbie molto fini e dei limi, dopo le indispensabili verifiche di qualità chimica e biologica, vengono utilizzati per alimentare un tratto costiero che ha subito danni enormi dalla subsidenza e che, in assenza di alimentazione naturale, risulta in una situazione molto critica.

Sotto il profilo economico gli interventi suddetti sono stati a carico dell'Autorità Portuale di Ravenna. Va detto però che, nella prospettiva di introdurre il dragaggio selettivo per recuperare la quota parte di sabbia presente, si stanno definendo accordi ad hoc tra Autorità Portuale e Regione per suddividere i costi. Si tratta di scelte molto importanti e utili ai fini della gestione della costa perché il nuovo Piano Regolatore del porto di Ravenna, recentemente approvato, prevede il dragaggio di 11 milioni di m³ di materiale derivanti in parte dall'approfondimento dei fondali e in parte da ampliamenti.

Il trasporto solido fluviale

La lenta ripresa del trasporto solido fluviale stimata a partire dagli anni '80 a seguito del blocco delle escavazioni di sedimenti dagli alvei fluviali (cfr. Capitolo 2), riferisce di una tendenza senz'altro positiva ma di quantitativi che, pur dando un certo contributo (1,4 milioni di t/anno per i fiumi appenninici, 1,8 milioni di t/anno per il Fiume Po), sono ancora largamente insufficienti a contrastare le perdite di quota del sistema litoraneo dovute alla subsidenza. A questi quantitativi va tolta infatti la frazione di materiale fine che non risulta utile per il ripascimento delle spiagge in quanto, una volta raggiunto il mare, rimane in sospensione allontanandosi dal sistema litoraneo.

La misura diretta del trasporto solido al fondo dei corsi d'acqua (cioè quella che rileva la frazione effettivamente utile al ripascimento naturale delle spiagge) avviene in modo non sistematico e solo per alcuni corsi d'acqua. Una valutazione indiretta può essere effettuata sulla base del confronto dei dati topo-batimetrici di campagne successive. Pur con le dovute cautele, in considerazione delle condizioni e delle dinamiche locali, tali confronti riferiscono, come già ricordato, modesti avanzamenti della linea di riva a Cattolica dietro le scogliere, a nord di foce Marecchia fino a Vi-

serba e a nord di foce Savio, al netto di altri apporti. E' evidente che in questi casi l'apporto fluviale riesce a contrastare la subsidenza, di minore entità nella zona costiera meridionale. Nella zona intorno a foce Fiumi Uniti e a foce Lamone (zona costiera centrale e settentrionale), evidentemente per il più modesto apporto fluviale, non si registrano analoghi segnali positivi, i litorali sono in crisi e necessitano di interventi continui.



figura 32 materassi di sovralluvionamento nel fiume Marecchia

Il maggiore apporto fluviale al sistema costiero regionale è rappresentato dai sedimenti dei rami meridionali del Po, in particolare del Po di Goro (al confine regionale) e del Po di Gnocca poco più a nord. La stima dei volumi apportati è fatta indirettamente sulla base degli accrescimenti dello Scanno di Goro, che cinge in parte la laguna, o Sacca omonima, registrati negli ultimi anni intorno ai 200.000-300.000 m³/anno. Tali sedimenti sono stati utilizzati in passato (1998) per interventi di ripascimento dei litorali, ma più recentemente per il ripristino del sedime sabbioso ottimale delle aree in concessione per l'allevamento delle vongole all'interno della Sacca. Nell'ambito del programma "Progetto Unico di Ripascimento" finanziato per le annualità 2011-2012 dall'Accordo con il Ministero dell'Ambiente, la Regione ha inserito un intervento che segna il riavvio (dopo il 1998) dell'utilizzo delle sabbie dello Scanno di Goro ai fini del ripascimento delle spiagge dei Lidi nord ferraresi.

Pur rappresentando in teoria la principale alimentazione naturale del sistema costiero, il trasporto solido fluviale rimane attualmente una fonte scarsa ma con un alto potenziale, che andrebbe sfruttato attraverso

la messa in campo di politiche mirate ad accelerarne la ripresa. Tali politiche dovrebbero essere rivolte in primo luogo alla revisione delle opere idrauliche di sbarramento o regimazione dei corsi d'acqua, in particolare di quelli i cui bacini imbriferi interessano più diffusamente formazioni calcareo arenacee, ove tali opere sono andate ben oltre il loro scopo e funzione originaria di regimazione, creando estesi materassi di sovralluvionamento (fig. 32) che costituiscono trappola per i sedimenti e aumentano il rischio di esondazione nelle occasioni di piena. In secondo luogo, si dovrebbe promuovere l'aumento o il ripristino delle superfici seminative (maggiormente erodibili) rispetto alle superfici abbandonate e incolte, in particolare sempre in quei bacini imbriferi potenzialmente maggiori fornitori di materiali utili ai fini del ripascimento naturale delle spiagge. Ovviamente i tempi di analisi per la fattibilità di queste politiche, della loro eventua-

le implementazione e dei conseguenti effetti sul litorale, spostano l'orizzonte temporale nel lungo periodo (10, 20 anni), così come i tempi necessari a riscontrare gli effetti di ulteriori politiche volte alla diminuzione della subsidenza di origine antropica.

Nel frattempo per contrastare l'erosione e mantenere in sicurezza i litorali e i territori retrostanti, oltre alla gestione ordinaria dei sedimenti del sistema litoraneo, si può sopperire con l'apporto di sedimenti da fonti esterne, in particolare dai depositi sottomarini. Ma pur essendo questi depositi molto cospicui, si tratta come già ricordato di riserve soggette ad esaurimento; sarebbe quindi necessario adoperarsi fin da ora per aumentare nel futuro l'alimentazione naturale delle spiagge attraverso l'apporto solido fluviale e ridurre quindi la necessità di ricorso a quelle riserve strategiche.



CONTENUTI DEL DATABASE GESTIONALE DELLE CELLE

Premessa

Di seguito, attraverso le Schede monografiche delle 118 Celle litoranee, vengono presentati i contenuti informativi del database associato. Pur essendo il database aggiornato a fine 2010 (con ulteriore aggiornamento in corso per il 2011) i dati che vengono riportati nelle Schede si riferiscono al periodo 2000-2006. Questo in quanto la classificazione A.S.P.E. delle Celle (accumulo, stabile, equilibrio precario, erosione) ha come elemento fondamentale il confronto dei profili topo-batimetrici per valutare le variazioni di volume della spiaggia emersa e sommersa (al netto di apporti o prelievi di sedimenti e considerando gli abbassamenti dovuti alla subsidenza). Per aggiornare la classificazione ASPE è quindi necessario attendere i risultati della campagna topo-batimetrica e di monitoraggio della subsidenza, attualmente in corso (2011-2012). E' parso comunque importate uscire con questa prima classificazione e base dati che da conto del lavoro di riorganizzazione e sistematizzazione delle informazioni e che rappresenterà il riferimento per l'aggiornamento a fine 2012.

La scheda monografica della Cella: descrizione dei parametri

Per Cella litoranea si intende un tratto costiero caratterizzato da condizioni morfologiche ed evolutive uniformi della spiaggia emersa e sommersa, che lo contraddistinguono dai tratti costieri contigui.

La Scheda monografica è la "carta di identità" di una Cella litoranea e ne sintetizza in maniera rapida e comprensibile i principali aspetti morfodinamici e gestionali. La scheda ha per riferimento, come si è detto in premessa, il periodo temporale 2000-2006 ed è suddivisa in 4 categorie di informazioni principali (fig.33).

- informazioni generali** che definiscono l'ubicazione, la lunghezza, la tipologia (es. spiaggia, bocca fluviale, darsena ecc.), la Macrocella, l'Unità e la Sotto-unità geomorfologica di appartenenza e la classe ASPE della cella;
- informazioni sullo stato evolutivo** della Cella che concorrono alla classificazione ASPE: interventi effettuati, ripascimenti, prelievi, nuove opere o manutenzione di opere rigide presenti, il bilancio sedimentario (volumi accumulati o erosi), il trend della linea di riva;
- informazioni sulle caratteristiche morfologiche e dinamiche** della Cella: la morfologia della spiaggia, il tasso di subsidenza e la direzione della corrente lungo costa; informazioni relative all'utilizzo della spiaggia e del retrospiaggia;
- informazioni di carattere gestionale:** presenza di vincoli, idoneità della cella a essere utilizzata come area di prelievo o punto strategico di ricarica ed infine necessità della cella di essere sottoposta a interventi di difesa.





Al fine di pervenire alla classificazione dello stato evolutivo delle singole celle (Capitolo 2) è stato ripreso e adattato, alle esigenze gestionali, un indicatore di stato, denominato "Indicatore di Stato del litorale", definito dall'Unità Specialistica Mare e Costa di ARPA nel capitolo dedicato all'erosione costiera dell'Annuario regionale dei dati ambientali 2009.

Nell'ambito del processo di revisione delle Celle lito-



figura 33 La scheda monografica della cella n.1 Bocca del Torrente Tavollo

raanee, la nuova metodologia di analisi introdotta dal sopraccitato indicatore è stata rivista e condivisa dal gruppo di lavoro del progetto COASTANCE diventando così un elemento applicativo di supporto alla gestione del litorale, la classificazione ASPE, che individua le seguenti 4 classi:

	cella in accumulo
	cella stabile
	cella in equilibrio precario
	cella in erosione

L'attribuzione dei tratti costieri alle varie classi si basa sull'analisi integrata di una serie di informazioni:

- la variazione di volume a carico della spiaggia emersa e sommersa (confronto dei profili topografici di due campagne successive);
- le perdite di volume legate alla subsidenza;
- gli interventi di ripascimento;
- gli interventi di prelievo;
- la presenza e lo stato di manutenzione delle opere;
- la tendenza evolutiva qualitativa della linea di riva.

L'integrazione di questi parametri è fondamentale per svariati motivi. Una perdita di volume può essere legata a fenomeni erosivi, ma anche ad abbassamenti del suolo dovuti alla subsidenza o al prelievo artificiale di sabbia. Allo stesso tempo, un accumulo può essere causato da processi naturali, ma può essere legato anche ad un ripascimento realizzato nella stessa o in aree contigue. La presenza di opere di difesa rigida inoltre influenza decisamente le caratteristiche dinamiche e morfologiche della spiaggia. La situazione delle opere in termini di efficacia e necessità di manutenzione sono elementi dai quali una corretta analisi non può prescindere. Infine la linea di riva, da sempre considerata fondamentale nello studio della tendenza evolutiva della costa, viene qui considerata qualitativamente tenendo presente che oggi è un parametro fortemente dipendente dai continui interventi che vengono effettuati sulla costa. Ai fini della classificazione, infine, il gruppo di lavoro ha assunto come **significativo** un accumulo o una perdita di sabbia maggiore di $30\text{m}^3/\text{m}$ (fig.34). Secondo tale parametro, considerando gli altri elementi sopra descritti, viene definita come in

accumulo quella Cella in cui, nel periodo in esame (in questo caso 2000-2006), si registra un accumulo significativo di sabbia ($>$ di $30\text{m}^3/\text{m}$). Una Cella è considerata **stabile** se nel periodo in esame non ha subito accumuli o perdite significative di sabbia e se su di essa non sono stati effettuati interventi di ripascimento e/o di costruzione o manutenzione di opere di difesa rigide. Una Cella in **equilibrio precario** è un tratto di litorale in cui non si registra un accumulo o una perdita "significativa" ma in cui sono stati effettuati interventi di ripascimento e/o costruzione o manutenzione di opere rigide. Infine, si considera in **erosione**, quella Cella in cui si è registrata una perdita di sabbia maggiore di $30\text{m}^3/\text{m}$.



figura 34 schema della classificazione ASPE per le Celle litoranee

La classificazione ASPE delle Celle è il sistema informativo condiviso, messo a punto per il periodo 2000-2006, è già stato aggiornato a fine 2010 con i dati relativi ai nuovi interventi di ripascimento e di manutenzione delle opere rigide effettuati nel periodo 2007-2010, e continuerà ad essere aggiornato per gli anni successivi. A fine 2012 si effettuerà l'aggiornamento della classificazione ASPE integrando i dati della campagna batimetrica e di rilievo della subsidenza in via di realizzazione fra il 2011 e il 2012, e successivamente si uscirà con una seconda pubblicazione contenente il confronto fra il primo e il secondo periodo di osservazione e di gestione.

La scheda monografica letta punto per punto

Informazioni Generali



Denominazione	Bocca del T.Tavollo
Tipologia della cella	Bocca fluviale
Delimitazione fisica	zona compresa fra i due moli
Lunghezza cella (m)	63
Comune/i	Cattolica
Provincia	Rimini

A	S	P	E

1

M1

Denominazione

La denominazione viene attribuita in base alla localizzazione e agli elementi caratterizzanti riconoscibili sul territorio

Tipologia della cella

Cella con spiaggia	caratterizzata dalla presenza di spiaggia emersa
Cella priva di spiaggia	caratterizzata dall'assenza di spiaggia emersa
Foce fluviale	corrispondente ad una foce fluviale, delimitata dalle sponde
Bocca Portuale	corrispondente ad una bocca portuale, delimitata dai moli
Darsena	corrispondente al fronte di una darsena
Canale di scolo	corrispondente alla bocca di un canale di scolo
Sacca	corrispondente a un tratto della riva interna della sacca/laguna
Bocca laguna	corrispondente alla bocca della laguna

Delimitazione fisica

Breve descrizione dei limiti fisici della cella, facilmente individuabili sul territorio

Lunghezza cella

La lunghezza della Cella è espressa in m lineari

Comune e Provincia

Comune/i e provincia/e in cui ricade il territorio compreso dalla cella

Numero cella

Partendo da sud le celle sono numerate dalla 1 alla 118

Macrocella

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. Le 7 Macrocelle sono illustrate nella tabella seguente:

n	denominazione	delimitazione fisica	L (m)
M1	Cattolica - Rimini	Dal confine regionale con le Marche al porto di Rimini (escluso)	19.390
M2	Rimini - Cesenatico	Dal porto di Rimini (incluso) al porto di Cesenatico (escluso)	20.620
M3	Cesenatico-Foce Savio	Dal porto di Cesenatico (escluso) alla foce del Savio (inclusa)	13.765

M4	Foce Savio - Porto Corsini	Dalla Foce del Savio (esclusa) al porto di Ravenna (escluso)	19.100
	Porto di Ravenna	Dal molo foraneo sud al molo foraneo nord del Porto di Ravenna	1.230
M5	Porto Corsini - Porto Garibaldi	Dal porto di Ravenna (escluso) a Porto Garibaldi (escluso)	20.590
M6	Porto Garibaldi - Foce Po di Volano	Da Porto Garibaldi (incluso) alla Foce del Po di Volano (escluso)	16.650
M7	Foce Po di Volano-Foce Po di Goro	Dalla foce del Po di Volano (inclusa) al confine regionale con il Veneto.	28.655
		totale	140 km

Questa classificazione, proposta da ARPA nel Piano Costa 1996, suddivide il litorale regionale sulla base di variazioni morfologiche, della direzione del trasporto solido litoraneo, della presenza di opere rigide e soprattutto dei moli portuali. Le Macrocelle sono limitate da lunghi moli o da punti di “zero” (punti di convergenza e divergenza) del trasporto solido lungo costa, della lunghezza variabile da 10 a 20 km. Queste macrocelle, contraddistinte da un bilancio sedimentario proprio, sono considerate settori territoriali di riferimento indispensabili per l’analisi a grande scala della situazione delle perdite di sabbia a carico della spiaggia emersa e sommersa.

Unità e sotto-unità geomorfologiche

Unità	sotto-unità	tratti
RIC	A	Cattolica-Riccione
	B	Riccione-molo Rimini; Cesenatico nord - Lido di Savio
	C	Rimini nord-molo Cesenatico
RAC	D	Cuspidi deltizie (Foce Reno-Casal Borsetti, Foce Savio e Fiumi Uniti-Punta Marina)
	E	Aree di inter-cuspide (Bocca Bevano, Porto Corsini, Lido degli Estensi)
	F	Porto Garibaldi-Lido delle Nazioni
	G	Foce Volano
PDC		Delta del Po

È una classificazione della costa regionale di tipo evolutivo e geomorfologico, basata sull’assetto geologico, sulla storia evolutiva e sull’uso del suolo del territorio costiero, sviluppata dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione.

La classificazione trae origine dall’integrazione dei risultati di studi specifici relativi alla conformazione fisica, all’assetto geologico e alla storia evolutiva delle diverse scale temporali. I parametri utilizzati per la classificazione sono stati raggruppati in tre classi principali:

- **morfologia e geologia:** caratteristiche dei sistemi di posizionali della piana costiera; dinamica litorale, sviluppo della spiaggia e della duna, morfologia della spiaggia sommersa;
- **evoluzione fisica:** tendenza alla scala dei 1.000, 100 e 10 anni; principali processi sedimentari;
- **uso del suolo:** uso del suolo prevalente e porti.

In ragione di questi aspetti la costa dell’Emilia-Romagna si può suddividere in tre Unità principali: la **Costa Riminese (RIC)**: che comprende il litorale delle Province di Rimini e Forlì-Cesena e marginalmente di Ravenna, la **Costa Ravennate (RAC)**: che comprende il litorale delle Province di Ravenna e Ferrara e la **costa del Delta del Po (PDC)**: che comprende il litorale della Provincia di Ferrara. In base alla variabilità di alcune caratteristiche fisiche è stato possibile riconoscere un’ulteriore suddivisione delle Coste Riminese e Ravennate; in conseguenza di ciò sono state individuate sette sotto-unità, che si distinguono sulla base dei seguenti parametri:

- difese costiere e/o complessi di barra litorale;
- tipologia di difesa costiera;
- strutture sedimentarie nella spiaggia sommersa

Questa suddivisione in sotto-unità morfologiche si differenzia da quella delle celle create per finalità gestionali (SICELL) in quanto rappresenta settori della costa omogenei per comportamento evolutivo che dipendono sia dalla dinamica naturale che dall’azione antropica.

La classificazione ASPE


La classificazione ASPE (fig. 34) individua 4 classi di stato delle Celle (in accumulo, stabile, in equilibrio precario, in erosione) sulla base di variazioni di volume significative nel periodo considerato. Sono considerate variazioni di volume significative le perdite o gli accumuli superiori ai 30 m³/m, nel periodo in esame (in questo caso 2000-2006).

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.

Per il calcolo delle variazioni volumetriche e al fine di rendere l'analisi e i confronti tra i rilievi effettuati nei vari anni il più possibile omogenei, si è ritenuto opportuno mantenere fissi nel tempo i limiti lato terra e lato mare della cella di calcolo. Il calcolo della variazione di volume è stata effettuata a partire dalla testa di sezione fino alla linea delle scogliere parallele, ove presenti, o fino alla batimetrica dei 2,5 m del primo rilievo topo-batimetrico disponibile del profilo in esame.

La classificazione ASPE tiene conto anche di un'altra serie di dati su opere di difesa rigide, ripascimenti, prelievi ed altre informazioni relative alle singole Celle.

Opere di difesa

Opere di difesa	Opere di difesa rigide presenti nella cella	
	Opere di difesa rigide realizzate nel periodo di riferimento	
	Manutenzione opere di difesa nel periodo di riferimento	

Opere di difesa rigida presenti nella cella

Attraverso un simbolo vengono illustrate le tipologie di opere presenti nella cella. A fianco del simbolo può essere presente una breve descrizione delle opere, come classificate nel database opere rigide del Servizio Geologico regionale:

simbolo	descrizione opera di difesa
	Difesa longitudinale distaccata emersa: segmenti di scogliera in massi posti su fondali di circa 3 m, separati da varchi
	Difesa longitudinale distaccata a cresta bassa: segmenti di scogliera in massi posti su fondali di circa 3m, altezza limitata all'impatto visivo, maggiore ampiezza della berma
	Difesa longitudinale distaccata sommersa: allineamento di sacchi in geotessile colmati di sabbia
	Difesa trasversale emersa: pennelli che si estendono dal retrospiaggia alla prima linea dei frangenti di normale mareggiata
	Difesa trasversale sommersa: guaine di tessuto sintetico riempite con una miscela di sabbia
	Difesa trasversale a cresta bassa: pennelli che si estendono dal retrospiaggia alla prima linea dei frangenti di normale mareggiata, a minor impatto visivo
	Difesa longitudinale aderente emersa: costituita da un argine a terra in massi, o da un cordone dunoso
	Foce armata/moli: foce protetta da arginature in massi, moli portuali
	Difesa dall'ingressione marina: opera di difesa nell'entroterra

Opere di difesa rigida realizzate nel periodo di riferimento

Se l'opera di difesa è stata realizzata nel periodo di riferimento, il rispettivo simbolo comparirà nell'apposita riga. La realizzazione di nuove opere di difesa rigida è uno dei parametri presi in considerazione per la classificazione ASPE poiché esse modificano profondamente le caratteristiche dinamiche e morfologiche della spiaggia.

Manutenzione delle opere di difesa nel periodo di riferimento

Se le opere presenti nella cella hanno subito interventi di manutenzione nel periodo di riferimento nell'apposita riga sarà presente una breve descrizione dell'intervento. La modifica dell'assetto di un'opera di difesa

influenza le caratteristiche dinamiche e morfologiche della spiaggia, quindi rappresenta un aspetto tenuto in considerazione nella classificazione ASPE.

Ripascimenti

Ripascimenti	Ripascimenti nel periodo di riferimento (m ³)
	Fonti o cella/e di provenienza delle sabbie

I dati di origine sui ripascimenti effettuati sono forniti dai Servizi Tecnici di Bacino e sono gli stessi che vanno ad alimentare il “database ripascimenti” del Servizio Geologico regionale, qui organizzati in modo diverso per gli scopi del SICELL.

Ripascimenti effettuati nel periodo di riferimento

Nella riga vengono riportate la quantità di sabbia in m³ portata a ripascimento nel periodo di riferimento. Normalmente un ripascimento viene effettuato su più celle adiacenti. Per gli interventi pregressi il valore ricavato per ogni singola cella è dato dalla suddivisione del totale del materiale portato a ripascimento in proporzione fra le celle interessate. Per il 2007-2010 e per il futuro, grazie allo sviluppo del sistema gestionale delle celle, è invece possibile definire in maniera più precisa quanta sabbia viene portata a ripascimento su ogni singola cella.

Fonti e Celle di provenienza delle sabbie

La sabbia portata a ripascimento può provenire da altre celle (in questo caso nella riga ci sarà il numero o in numeri delle celle da cui è stato prelevato il materiale) o da altre fonti (in questo caso ci sarà un simbolo a rappresentare la fonte da cui proviene il materiale). Nel periodo di riferimento possono essere state utilizzate più fonti di materiale, in anni diversi. Per le specifiche degli interventi bisogna fare riferimento al

database ripascimenti, un sistema informativo sviluppato dal Servizio Geologico Sismico dei Suoli in collaborazione con i Servizi Tecnici di Bacino della Regione Emilia-Romagna.

Nella scheda cella le fonti di provenienza delle sabbie vengono illustrate attraverso un simbolo come illustrato nella tabella sottostante:

simbolo	descrizione della fonte di provenienza delle sabbie
	dragaggi bocche portuali, foci fluviali o di canali e scavi per nuove darsene
	cava nell'entroterra
	accumuli litoranei, spiagge in accrescimento
	giacimenti sottomarini
	pulizia delle spiagge
	scavi edili

Prelievi

Prelievi	Prelievi di sabbie (m ³)
	Cella/e di destinazione sabbie

I dati di origine sono forniti dai Servizi Tecnici di Bacino e sono gli stessi che vanno ad alimentare il “database ripascimenti” del Servizio Geologico regionale, qui organizzati in modo diverso per gli scopi del SICELL.

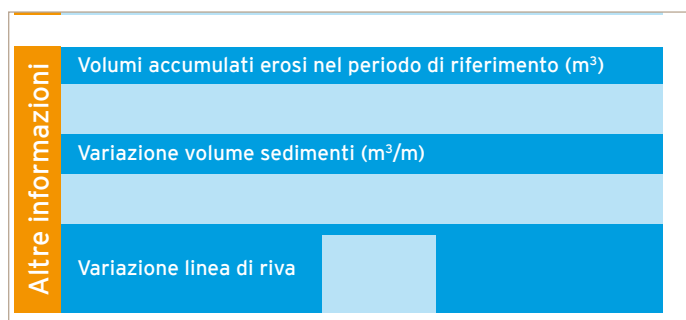
Prelievi di sabbie

In questo campo vengono indicati, se presenti, i m³ di sabbia prelevati nel periodo di riferimento per ripascere altre spiagge

Celle di destinazione delle sabbie

In riferimento ai metri cubi di sabbia prelevati in questo campo si riporta la cella o le celle verso cui la sabbia prelevata è stata portata. Allo stesso modo nella scheda monografica della cella in cui è avvenuto il ripascimento, sotto la voce “fonti di provenienza delle sabbie” sarà indicato il numero di cella da cui è avvenuto il prelievo

Altre informazioni



Volumi accumulati ed erosi nel periodo di riferimento

Valore in m³ calcolato dal confronto dei rilievi topografici delle campagne 2000 e 2006. Il valore avrà un segno positivo in caso di accumulo o negativo in caso di erosione

Variazione del volume di sedimenti

Rappresenta la variazione di volume di sedimento (m³/m) ottenuta togliendo al valore dei Volumi accumulati e erosi (risultante dal confronto tra i rilievi topografici) i volumi di sabbia portati a ripascimento, nel periodo in esame e/o sommando i volumi di sabbia prelevati, relativi al medesimo periodo (Volumi Accumulati o Erosi – Ripascimenti + Prelievi).

Tendenza della linea di riva

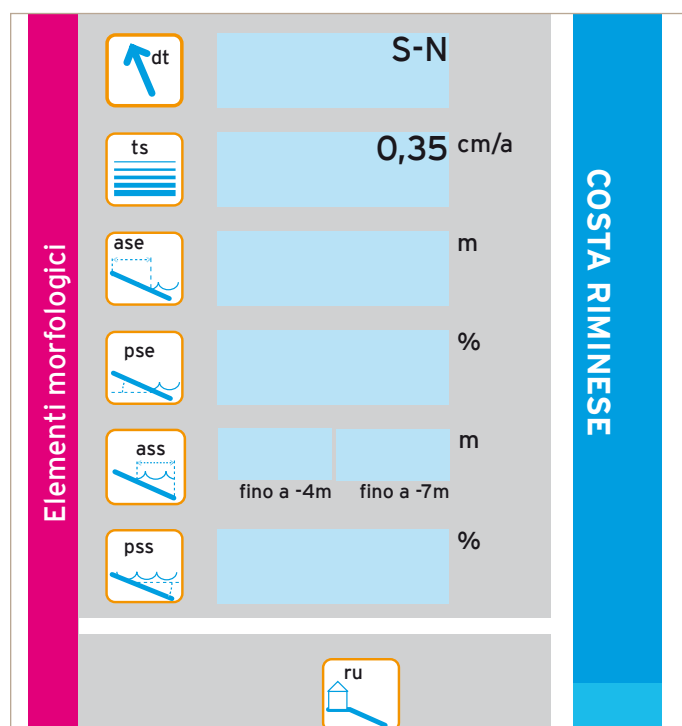
La tendenza della linea di riva è stata ricostruita sulla base del confronto tra la linea di riva del 2000, ottenuta con la fotointerpretazione, e la linea di riva del 2006, rilevata direttamente con GPS differenziale.

Anche la linea di riva è un parametro tenuto in considerazione nella classificazione ASPE, in quanto descrive la tendenza evolutiva del paraggio, anche se risente fortemente degli interventi di ripascimento e di prelievo, operazioni queste sempre più frequenti negli ultimi decenni.

La tendenza della linea di riva è rappresentata sulla scheda della cella con un simbolo come illustrato nella tabella sottostante

simbolo	definizione
	linea di riva in avanzamento: avanzamento della linea di riva superiore ai 10 m per tratti di litorale lunghi almeno 100 m.
	linea di riva stabile: variazioni della linea di riva inferiori ai 10 m per tratti lunghi almeno 100 m.
	linea di riva in arretramento: arretramenti della linea di riva superiori ai 10 m per tratti di litorale lunghi almeno 100 m

Dinamica e morfologia



Direzione del trasporto solido lungo costa



Quando i fronti d'onda sono obliqui rispetto alla linea di costa, si determinano due componenti principali di movimento: una perpendicolare e una parallela alla costa.

La corrente lungo costa, che si genera in corrispondenza delle batimetriche dove si verifica il frangimento delle onde, determina un trasporto di particelle di sedimento parallelamente alla costa. Queste particelle di sedimento possono essere facilmente intercettate da opere trasversali, come i moli, determinando un effetto di accumulo sottoflutto ed erosione sopraflutto. La corrente lungo costa risulta quindi uno dei principali fattori che controllano la sedimentazione e l'erosione delle coste basse e sabbiose come quella dell'Emilia-Romagna.

direzione	descrizione
N-S	Trasporto da nord verso sud
S-N	Trasporto da sud verso nord
E-O	Trasporto da est verso ovest
Zona di convergenza	Punto di zero del trasporto solido in cui la corrente lungo costa tende a convergere
Zona di divergenza	Punto di zero del trasporto solido in cui la corrente lungo costa tende a divergere

Tasso di subsidenza



La subsidenza è quel processo naturale che determina il compattamento dei sedimenti, e quindi l'abbassamento del suolo, dovuto al carico isostatico dei sedimenti stessi che determina l'allontanamento dei fluidi naturalmente compresi nei pori dei sedimenti e quindi uno schiacciamento dei pori stessi.

Alla subsidenza di tipo naturale si accompagna spesso la subsidenza "antropica", cioè generata da attività umane che possono accelerare il processo naturalmente in atto. Fra queste il prelievo di idrocarburi o di acqua dal sottosuolo, o le bonifiche.

La rete costiera di controllo della subsidenza è stata istituita nel 1983 e misurata nel 1984, 1987, 1993, 1999 e 2005. La prossima misurazione sarà portata a termine nella seconda metà del 2011.

La subsidenza naturale varia nell'area costiera regionale fra 0,5 e 3mm/anno in relazione allo spessore di sedimenti geologicamente recenti. I valori minori si riscontrano a sud di Rimini e i valori maggiori nell'area deltizia del Po.

Il valore indicato in questo campo rappresenta una velocità media di abbassamento (cm/a) del suolo nel periodo considerato e si basa sui dati della subsidenza rilevati negli anni 1999 e 2005.

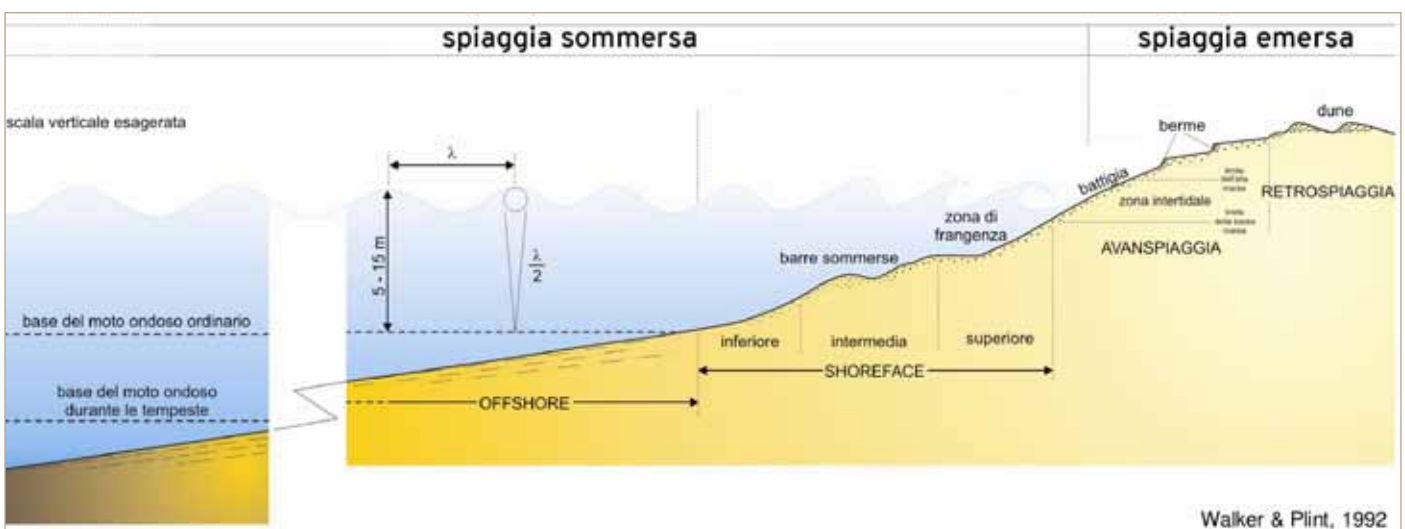


figura 35 morfologia di una spiaggia bassa e sabbiosa

Elementi morfologici della spiaggia





La spiaggia può essere suddivisa in due unità principali (fig. 35): una **spiaggia emersa** e una **spiaggia sommersa** (viva o mobile) che insieme costituiscono un unico corpo sedimentario in cui il materiale può passare naturalmente dall'una all'altra unità in funzione degli eventi meteomarinari.

Il limite tra la spiaggia emersa e la spiaggia sommersa corrisponde alla linea del livello medio del mare.

Il limite inferiore della spiaggia sommersa coincide con la zona, chiamata profondità di chiusura, all'interno della quale, in funzione della pendenza, della granulometria e delle onde incidenti il materiale subisce ancora delle movimentazioni. In Emilia-Romagna si assume variabile tra le profondità - 6 e - 8 metri, salvo presenza di scogliere o barriere artificiali o moli.




La chiusura verso terra della spiaggia emersa è la linea oltre alla quale non si risentono effetti della normale dinamica costiera marina. Questa linea può corrispondere a manufatti longitudinali continui (muretti lungomare, muretti degli stabilimenti balneari, opere di difesa interne o altri rilevati) oppure al piede della duna, quando presente. La linea di chiusura è stata interpretata sul volo aereo Costa 2005 e la quota è stata integrata sulla base del DTM LIDAR del 2004.

Nella scheda della cella vengono raccolti i principali parametri descrittivi della morfologia della spiaggia, così come descritti nella tabella successiva.

simbolo	definizione
	ampiezza spiaggia emersa: l'ampiezza della spiaggia emersa nella cella si calcola dalla linea di riva, ricavata dalla foto interpretazione del aereo Volo Costa 2005, alla linea di chiusura della spiaggia emersa
	pendenza spiaggia emersa: valore medio calcolato sulla base della quota della linea di chiusura ed ampiezza della spiaggia emersa relativa alla cella.
	ampiezza spiaggia sommersa: l'ampiezza media in metri della spiaggia sommersa nella cella è calcolata dalla battigia (quota zero) alle batimetriche -4 e -7, ricavate dal rilievo topo-batimetrico 2006.
	pendenza spiaggia sommersa: la pendenza media della spiaggia sommersa nella cella è calcolata dalla batimetrica 0 al punto di chiusura del profilo di spiaggia, variabile in profondità e valutato sulla base dei rilievi topo-batimetrici del 2006.

Altri elementi morfologici

Ricavati dalla cartografia dell'uso del suolo della fascia costiera disponibile nel Sistema Informativo del Mare e della Costa. Sono rappresentati sulla scheda della cella dai simboli presenti nella tabella sottostante.

simbolo	definizione
	retrospiaggia urbanizzata
	presenza stabilimenti balneari
	presenza duna

Gestione

Gestione	Vincoli	no
	Cella idonea al prelievo sedimenti	si
	Cella idonea alla ricarica	no
	Cella con necessità di intervento	no
		no
		no

Vincoli

Presenza, descrizione, denominazione della zona vincolata in cui ricade la cella litoranea

Cella potenzialmente idonea al prelievo dei sedimenti

Cella dalla quale, potenzialmente, si può prelevare sabbia da utilizzare per il ripascimento di tratti costieri in stato di criticità.

Cella idonea alla ricarica per ripascimenti

Cella in erosione o in equilibrio precario che può essere utilizzata come zona strategica in cui effettuare ripascimenti consistenti che, ad opera delle correnti lungo costa, vanno a ridistribuirsi nei litorali adiacenti sottoflutto.

Cella con necessità di intervento

Cella in erosione o in equilibrio precario in corrispondenza della quale nell'entroterra insistono attività umane, infrastrutture e zone naturali di rilevanza economica o ambientale e che necessita di interventi di difesa.

BIBLIOGRAFIA

- ARPA-Regione Emilia-Romagna (2001) - Relazione Specialistica. Progetto esecutivo. Ricerca e individuazione dell'area di prelievo in mare. Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine. pp. 43.
- ARPA-Regione Emilia-Romagna (2006) - Relazione specialistica. Progetto esecutivo. Individuazione dell'area di prelievo in mare. interventi di messa in sicurezza di taluni tratti critici del litorale emiliano-romagnolo, interessati da erosione e subsidenza, mediante ripascimento con sabbie sottomarine. pp. 32.
- ARPA (2009) – Annuario regionale dei dati Ambientali. Edizione 2009.
- ARPA (2009a)– Interventi di messa in sicurezza di taluni tratti critici del litorale emiliano-romagnolo, interessati da erosione e subsidenza, mediante ripascimento con sabbie sottomarine – Ricerca di depositi sabbiosi in adriatico e stima dei volumi disponibili, 7 campagna. Relazione.
- ARPA (2009b)– Interventi di messa in sicurezza di taluni tratti critici del litorale emiliano-romagnolo, interessati da erosione e subsidenza, mediante ripascimento con sabbie sottomarine – Monitoraggio 2007-2009 delle spiagge oggetto di intervento. Relazione.
- ARPA (2009c)– Interventi di messa in sicurezza di taluni tratti critici del litorale emiliano-romagnolo, interessati da erosione e subsidenza, mediante ripascimento con sabbie sottomarine – Monitoraggio 2007-2009 delle aree di prelievo. Relazione.
- ARPA (2010) – Monitoraggio degli effetti indotti sul litorale dalla costruzione della nuova darsena di Cattolica. 3a campagna di monitoraggio - Anno 2009. Relazione.
- BEACHMED-e (2006-2008) - Operazione Quadro Regionale, La gestione strategica della difesa dei litorali per uno sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mediterraneo. Sito internet: <http://www.beachmed.it>
- Ciavola P., Valentini A., Masina M e Armaroli C. (2009), in Ferreira et al. 2009 a. Review of Climate Change Impact on storm occurrence. Rapporto Micore D1.4;
- Ciavola P., Ferreira O., Haerens P., Van Koningsveld M., Armaroli C. (2011) - Storm impacts along European coastlines. Part 2: lessons learned from the MICORE project. Environmental Science & Policy; ISSN 1462-9011, doi:10.1016/j.envsci.2011.05.009.
- Correggiari A., Aguzzi M., Remia A. e Preti M. (in stampa) - Caratterizzazione sedimentologica e stratigrafica di giacimenti sabbiosi in Mare Adriatico settentrionale finalizzata all'individuazione delle aree di prelievo. Volume Speciale a Cura M. Preti. Studi costieri.
- EUROSION (2004) – Living with Coastal Erosion in Europe - Sediment and Space for Sustainability. European Commission 2004, 40 pp, ISBN 92-849-7496-3
- IDROSER Spa (1981) – Piano progettuale per la difesa della costa adriatica Emiliano-Romagnola. Relazione Generale, pp. 388.
- 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 generale, pp. 365.
- Montanari, Marasmi (2010) - Strategie e strumenti di gestione della costa in Emilia-Romagna, Rapporto COASTANCE fase A Componente 4
- Perini L. e Calabrese L. (2010) – Il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna. Ed. Pendragon 2010.
- Perini L., Calabrese L., Deserti M., Valentini A., Ciavola P., Armaroli C. (2011) - Le mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna 1946-2010. I Quaderni di ARPA 2011.
- Preti M. (2002) – Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2000. I Quaderni di ARPA 2002.
- Preti M. (2002) – Ripascimento di spiagge con sabbie sottomarine in Emilia-Romagna. Studi Costieri, 5: 107-135
- Preti M, De Nigris N., Morelli M., Monti M., Bonsignore F., Aguzzi M. (2008) – Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e piano decennale di gestione. I Quaderni di ARPA 2008.
- Preti M., De Nigris N., Morelli M. (in stampa a) - Il monitoraggio delle spiagge nel periodo 2002-2005. Volume Speciale a Cura M. Preti. Studi costieri.
- Preti M., De Nigris N., Morelli M. (in stampa b) - Il monitoraggio delle spiagge nel periodo 2007-2009. Volume Speciale a Cura M. Preti. Studi costieri.
- Richards J.A., Nicholls R. J. (2009)- Impacts of climate change in coastal systems in Europe. PESETA-Coastal System study. JRC-IPTS, EUR 24130 EN – 2009.

finito di stampare
nel mese di settembre 2011
presso il Centro Stampa della
Regione Emilia-Romagna

una pubblicazione a cura del



Servizio Difesa del Suolo
della Costa e Bonifica

viale della Fiera 8

40127 Bologna

Tel. 051 5276811

Fax: 051 5276941

E-mail: difsuolo@regione.emilia-romagna.it