



SICELL

Il sistema gestionale delle celle litoranee aggiornamento 2006-2012

 Regione Emilia-Romagna

Assessorato Difesa del Suolo e della Costa
Protezione Civile e Politiche Ambientali
e della Montagna

Il sistema gestionale delle celle litoranee SICELL

aggiornamento 2006-2012

a cura di

Roberto Montanari, Christian Marasmi



Testi, foto, elaborazioni cartografiche e informatiche di

Carlo Albertazzi, Ambra Bonazzi, Monica Guida, Christian Marasmi, Roberto Montanari
Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica

Margherita Aguzzi, Rosalia Costantino, Maurizio Morelli, Nunzio De Nigris, Tiziana Paccagnella, Silvia Unguendoli
Arpa SIMC

Flavio Bonsignore
Arpa Direzione Tecnica

Lorenzo Calabrese, Paolo Luciani, Luisa Perini
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Con il contributo di

Maurizio Farina, Christian Morolli
Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano e della Costa

Mauro Corbelli, Andrea Foschi, Fabia Foschi, Ennio Malavolta, Sanzio Sammarini
Servizio Tecnico di Bacino Romagna

Progetto grafico

Christian Marasmi

Foto in copertina di Antonio Trogu

© Regione Emilia-Romagna 2014.

Questa opera è soggetta alla licenza Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale.

Le immagini pubblicate sono di proprietà degli autori degli articoli ovvero degli autori citati in didascalia.

INDICE

INTRODUZIONE (R.Montanari, C.Marasmi)	
Premessa	8
La strategia regionale per la difesa e la gestione della zona costiera	9
L'AGGIORNAMENTO DI SICELL PER IL PERIODO 2006-2012 (R.Montanari, C.Marasmi)	16
LA SUBSIDENZA LUNGO LA FASCIA COSTIERA (F.Bonsignore)	20
Analisi interferometrica	20
Valutazioni sul rilievo 2006-2011	22
GLI IMPATTI DELLE MAREGGIATE SUL LITORALE REGIONALE (L.Calabrese, P.Luciani, L.Perini)	
Introduzione	26
Gli impatti prodotti dalle mareggiate storiche	27
Le mareggiate del periodo 2011-2014	28
Considerazioni conclusive	29
L'ANALISI DELLO STATO DEL LITORALE (M.Aguzzi, R.Costantino, M.Morelli, N.De Nigris, T.Paccagnella, S.Unguendoli)	
La nuova classificazione ASPE	34
Confronto tra la tendenza 2006-2012 e quella 2000-2006	36
Ripascimenti ed opere di difesa costiera	39
Prelievi di sedimenti	40
Sedimentologia	42
Il quadro aggiornato delle Celle litoranee	46
INTERVENTI INNOVATIVI PER LA DIFESA DELLA COSTA (M.Farina, C.Morolli, R.Montanari, C.Marasmi)	54
LA CAPITALIZZAZIONE DI SICELL NEL PROGETTO EUROPEO COASTGAP (C.Marasmi)	58
CONCLUSIONI (R.Montanari)	62
LA SCHEDA MONOGRAFICA LETTA PUNTO PER PUNTO	66
LE 118 SCHEDE DELLE CELLE	
TAVOLE	
BIBLIOGRAFIA	



Paola Gazzolo

Assessore Difesa del Suolo e della Costa
Protezione Civile
Politiche Ambientali e della Montagna

Il territorio costiero dell'Emilia-Romagna è un sistema complesso e delicato sul quale interagiscono diversi fattori naturali ed antropici con dinamiche differenti e spesso in difficile equilibrio. Si tratta di un prezioso patrimonio naturalistico e storico testimoniale caratterizzato da una diffusa presenza di attività economiche e un sistema turistico di assoluto rilievo nazionale, ma che contemporaneamente pone la gestione e la difesa del sistema costiero fra le necessità primarie e i temi centrali dell'azione di governo della Regione Emilia-Romagna.

Nel corso degli anni la Regione ha realizzato numerosi studi ricerche e monitoraggi, sviluppando e affinando politiche e strategie di gestione e difesa costiera che l'hanno posta all'avanguardia fra le regioni italiane ed europee. Per tali attività, a fronte di una diminuzione dei fondi nazionali disponibili, la Regione ha saputo sfruttare al meglio anche risorse finanziarie comunitarie attraverso la partecipazione a vari progetti di Cooperazione Territoriale, creando sinergie e capitalizzando di volta in volta le esperienze e i risultati ottenuti nei singoli progetti (CoastView, Cadsealand, Beachmed-e, PlanCoast, Micore, CoastBest, Maremed, Coastance, Shape, Coastgap).

L'aggiornamento del SICELL, Sistema Gestionale delle Celle Litoranee, oggetto di questa pubblicazione che ho il piacere di presentare, rappresenta proprio la dimostrazione della continuità e della capitalizzazione: nato e messo a punto nell'ambito del progetto Coastance, è stato ulteriormente sviluppato dal progetto Coastgap che ne ha permesso anche l'aggiornamento, per il territorio costiero dell'Emilia-Romagna, e la capitalizzazione da parte di altre regioni partner mediterranee, dimostrandosi strumento gestionale versatile, personalizzabile e applicabile in altri contesti costieri. Frutto della 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 della Romagna,

Arpa Emilia-Romagna – Servizio Idrometeorologico), 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. L'aggiornamento 2014, basato sui dati e le elaborazioni dell'ultima campagna topo-batimetrica, sedimentologica e di controllo della subsidenza, ha permesso di fare il punto sullo stato del litorale e sul fenomeno erosivo, a confronto con il periodo di osservazione precedente e soprattutto da delle ulteriori indicazioni sulla gestione dei sedimenti costieri e sugli interventi per contrastare l'erosione.

Quello dell'erosione è un tema sempre più all'attenzione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che recentemente ha avviato un tavolo nazionale per un'azione comune con le Regioni, volta a mettere in sinergia conoscenze tecniche e scientifiche per affrontare il problema. Senza considerare le ricadute in termini ambientali, sociali ed ecosistemici, è stato valutato che una superficie di spiaggia di 10 ettari, grazie alle attività del settore balneare, produce in un anno in media un valore di 3 milioni di euro. Appare quindi chiara la portata del problema.

L'ottimizzazione della gestione dei sedimenti costieri che il sistema SICELL permette, con riferimento particolare alle Raccomandazioni di EuroSION 2004, corrisponde agli obiettivi di sostenibilità nell'utilizzo delle risorse, naturali ed economiche, che la Regione sta perseguendo con determinazione, non solo in questo campo, per far fronte alla sempre più scarsa disponibilità di fondi e alla necessità di una migliore azione amministrativa e gestionale.

I 9,3 milioni di Euro complessivi (5,6 dall'Accordo di Programma e 3,7 da altri fondi regionali) avuti a disposizione per la difesa della costa nel periodo 2010-2014, rappresentano meno di 1/3 dei fondi impiegati nel precedente periodo 2005-2009 (32 Milioni). In questo quadro, per mantenere alto il livello di sicurezza dei territori costieri è stato necessario un grande sforzo da parte della Regione, degli Enti locali e di tutti i portatori di interesse, e lo sarà sempre di più in futuro se si vorrà raggiungere un sistema ancora più efficiente, integrato e partecipato, in grado di valorizzare e mettere a sistema, migliorandole ancora, le buone pratiche di gestione e di difesa della costa messe a punto in questi anni.

La strategia regionale codificata dalle Linee Guida GIZC, relativamente all'opzione "morbida" dei ripascimenti, dimostra efficacia nella capacità di gestire il territorio, anche con fondi purtroppo limitati, attraverso una visione d'insieme che mette al centro il territorio costiero e i sedimenti come risorse strategiche e l'utilizzo delle conoscenze e degli strumenti come

il SICELL per un'azione sistematica. La base dati SICELL fornisce inoltre informazioni utili ai fini 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.

Efficaci politiche per l'adattamento dei territori costieri al cambiamento climatico, per la riduzione ulteriore della componente antropica della subsidenza, per il ripristino del trasporto solido fluviale e nuove politiche d'uso del territorio costiero (traguardando anche il Protocollo GIZC della Convenzione di Barcellona e la nuova Direttiva 2014/89/UE sulla Pianificazione dello Spazio Marittimo) potranno consentire nel lungo periodo il raggiungimento di un adeguato livello di sicurezza del territorio costiero riducendo in misura sempre maggiore la necessità di utilizzo di risorse finite, non rinnovabili, come quelle rappresentate dalle sabbie dei depositi sottomarini.

L'insieme di strategie e azioni di breve e medio termine, sul contrasto all'erosione e alla subsidenza, con quelle di più lungo termine sulle politiche territoriali, potranno determinare un uso sempre più sostenibile delle risorse e portare ad un sistema più efficiente di gestione in grado di

assicurare nel tempo quell'adeguato livello di sicurezza e di benessere che richiede il territorio costiero regionale.

Studi, monitoraggi, approfondimenti tematici, miglioramento delle pratiche di gestione, sono il frutto di una costante attività e volontà, sostenuta da solide basi scientifiche ed esperienziali, di preservare un patrimonio comune così prezioso come il nostro litorale. E' proprio in questa chiave che assumono grande importanza la sinergia e la collaborazione avviata fra le strutture regionali operanti nella conoscenza, difesa e gestione costiera, su questa specifica linea di lavoro.

Nell'invitare alla lettura di questo volume, voglio quindi indirizzare un sentito ringraziamento a tutto il gruppo di lavoro e al Servizio Difesa del Suolo della Costa e Bonifica che ne ha promosso e coordinato le attività. Il lavoro svolto ha permesso di raggiungere risultati preziosi di cui le pagine che seguono rappresentano una precisa testimonianza. L'auspicio è di proseguire sulla strada tracciata e di affrontare le sfide future con la medesima determinazione ed efficacia che ha contraddistinto l'azione fin qui condotta.

A photograph of a beach with colorful ribbons (red, yellow, green, blue, purple) scattered across the sand. In the background, there are waves breaking on the shore under a clear blue sky. The ribbons are out of focus, creating a sense of movement and depth.

INTRODUZIONE

Premessa

Il Sistema gestionale delle celle litoranee (SICELL) è stato sviluppato nel 2010 nell'ambito del progetto europeo COASTANCE (Programma MED) come strumento informativo di supporto alla gestione e difesa della costa, grazie alla riorganizzazione di basi dati e informazioni in massima parte già esistenti e costantemente aggiornati nel sistema informativo regionale.

Il SICELL nasce dall'esigenza della Regione di avere a disposizione un **sistema conoscitivo del trend evolutivo e sui sedimenti litoranei** per ottimizzare le operazioni di dragaggio e movimentazione dei sedimenti in funzione del mantenimento in equilibrio del sistema costiero regionale.

Le **coste basse e sabbiose** sono infatti particolarmente soggette all'azione del mare e possono naturalmente essere sottoposte a fenomeni erosivi e di ingressione marina. I diversi fattori ambientali che interagiscono in un ambiente costiero (azione del mare, vento, clima, apporto fluviale, trasporto solido lungo costa) determinano l'equilibrio dinamico della spiaggia. L'interazione dell'uomo con questi fattori naturali può determinare l'alterazione dell'equilibrio dell'ambiente costiero: la costruzione di strutture rigide (moli, darsene, ecc.) che bloccano il naturale trasporto dei sedimenti lungo costa e l'intensiva urbanizzazione che determina e accentua i rischi da erosione e da ingressione marina.

Intervenire sulla costa con opere di difesa inoltre può andare a turbare ulteriormente questo delicato equilibrio, motivo per cui negli anni, da interventi di tipo "rigido" (barriere parallele emerse, pennelli trasversali ecc.), principalmente realizzati dallo Stato fino al passaggio delle competenze alle Regioni alla fine degli anni '90, si è progressivamente passati ad un **approccio "morbido"**, per mezzo di ripascimenti con sabbie provenienti da diverse fonti.

La conoscenza approfondita del trend evolutivo del litorale e del suo stato attuale è quindi uno strumento indispensabile per definire le politi-

che di intervento tecnicamente più efficaci ed economicamente più vantaggiose per la difesa del territorio costiero, per la salvaguardia dei valori paesaggistico-ambientali e per la tutela dell'economia turistico-balneare.

La forte riduzione dell'**apporto solido fluviale** nel corso degli ultimi decenni e la sporadicità degli interventi di ripascimento con sabbie sottomarine (solo 2 negli ultimi dodici anni, causa scarsità di fondi), non permettono un'adeguata "ricarica" naturale o artificiale del sistema costiero regionale, soggetto oltre che all'erosione da parte del mare, anche alla perdita di quota causata dalla subsidenza. In questo quadro, per gestire i tratti costieri più critici, è quindi quanto mai necessaria una **gestione ottimale dei sedimenti litoranei**, una diversificazione delle fonti (scavi edili, dragaggi portuali e fluviali, accumuli litoranei, tutto quanto possa concorrere a gestire i tratti in erosione) e un'ottimizzazione delle pratiche di dragaggio e ripascimento in funzione delle distanze fra le zone di prelievo e quelle di destinazione. Il SICELL e la suddivisione del territorio in celle litoranee è funzionale a queste necessità di ottimizzazione.

La presente pubblicazione riporta l'aggiornamento dei dati e delle elaborazioni sullo stato delle celle litoranee nel periodo 2006-2012, basato sui dati dell'ultima campagna topo-batimetrica e sedimentologica (2012), dell'ultimo rilievo della subsidenza (2011-2012) sul territorio costiero e dei dati su interventi, ripascimenti e prelievi, effettuati nel periodo di riferimento. Rispetto alla precedente base dati, si aggiungono le informazioni sulla sedimentologia, l'individuazione dei **"tratti litoranei significativi"** ai fini gestionali e la suddivisione delle celle portuali e fluviali in due sotto unità, una di pertinenza marina una di pertinenza interna. Tali nuovi elementi sono stati introdotti ai fini di un'ipotesi di regolamentazione sulle autorizzazioni alla movimentazione dei sedimenti litoranei in fase di elaborazione da parte della Regione.



La strategia regionale per la difesa e la gestione della zona costiera

Alla fine degli anni '70, con l'approvazione della L.R. n.7/1979 la Regione promuoveva la realizzazione di un piano progettuale per la difesa della costa. Questo, denominato **Piano Costa 1981**, indicava il ripascimento artificiale come intervento di difesa "morbida" delle spiagge alternativo alle opere "rigide" (scogliere in roccia), ad elevato impatto paesaggistico e ambientale. Nel 2005, con l'approvazione delle **Linee Guida GIZC** per la gestione integrata delle zone costiere, veniva riconfermato il ripascimento come tipologia di intervento ottimale per la difesa del litorale a scapito delle opere di difesa rigida che avevano mostrato i propri limiti e controindicazioni in molte situazioni.

La Legge Regionale e le Linee Guida GIZC hanno avuto un notevole impatto. Negli anni, infatti, si è ridotta moltissimo la realizzazione di nuove opere rigide per la difesa del litorale, e parallelamente sono cresciuti in modo costante il numero degli interventi di ripascimento e i quantitativi

di sabbia apportati sulle spiagge in erosione. Per dare un'idea dell'evoluzione nella direzione indicata, prima dal Piano Costa 1981 e poi dalle Linee Guida GIZC, basti pensare che tra il 1950 e il 1980 furono realizzate opere rigide, di varie tipologie, su circa 55 km di litorale (1,8 km/anno) e soltanto su altri 10 km tra il 1980 e il 2006 (0,4 km/anno), mentre nel periodo 2006-2012, a parte i numerosi interventi di manutenzione sulle opere esistenti, non ne sono state più realizzate di nuove. Nella Figura 1 sono riportate le varie tipologie di opere e la lunghezza di litorale difeso. Diversi tratti di litorale sono protetti da più di una tipologia di opera. Il censimento delle opere è stato effettuato a partire dal volo aereo AGEA 2011. La Sacca di Goro è difesa, per una lunghezza di 10 km, da una doppia fila di argini, in massi rocciosi quello fronte mare, in terra quello interno.

Tra il **1983** (anno del primo intervento di ripascimento) e il **2000** sono stati apportati sulle

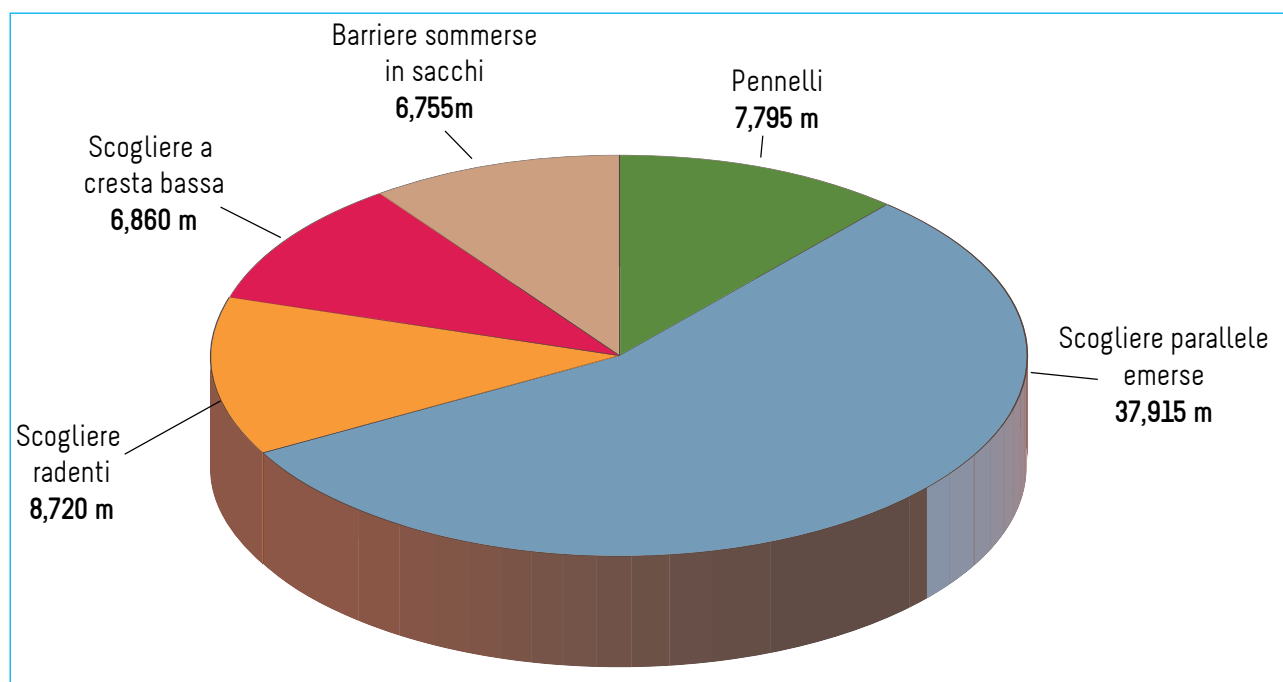


Figura 1 Opere di difesa presenti lungo il litorale regionale al 2011, il valore rappresenta la lunghezza complessiva di litorale difeso, in metri. Non sono inclusi i 10 km di difesa radente all'interno della Sacca posti a difesa del territorio di Goro.

spiagge in erosione poco più di 3 milioni di m³ di sabbia, pari a circa 185.000 m³/anno, per la stragrande maggioranza da cave a terra; mentre nei periodi 2000-2006 e 2006-2012 sono stati portati rispettivamente circa 3,5 milioni di m³ (575.000 m³/anno) e 2,8 milioni di m³ (470.000 m³/anno) di sabbia (Figura 2, Figura 3, Figura 4). Un'evoluzione importante dell'opzione "morbida" è stata la **diversificazione delle fonti** di prelievo di sabbia e l'indirizzarsi sempre di più verso quelle a minor impatto ambientale.

Tra il 1983 e il 2000, l'85% del materiale sabbioso proveniva da cave a terra, e solo il 14% da accumuli litoranei. Tra il **2000 e il 2006**, il ricorso di materiale proveniente da cave a terra si è ridotto drasticamente (19%) ed è aumentato l'utilizzo di fonti litoranee (36%). Questa riduzione è stata possibile anche all'utilizzo di nuove fonti quali giacimenti sottomarini (23%) e materiale provenienti da scavi edili per la realizzazioni di fabbricati, di parcheggi sotterranei e di darsene (22%). Tale strategia è continuata anche nell'ultimo periodo (2006-2012), infatti, solo il 7% del materiale portato a ripascimento è stato prelevato da cave a terra (poco più di 200.000 m³) mentre il 48% da fonti litoranee (più di 1,3 milioni di m³), il 29% da giacimenti sottomarini (circa 800.000 m³) e il restante 16% da scavi edili o portuali (circa 400.000 m³).

Dall'ultimo monitoraggio dello stato del litorale regionale redatto da Arpa nel 2013, risulta che nel periodo **2006-2012** l'azione contro l'erosione è stata meno efficace del periodo 2000-2006, questo è dovuto ad uno stato generale di sofferenza sedimentaria del litorale, alle particolari condizioni meteo marine, ma in parte anche ad un complessivo minore quantitativo di materiale sabbioso portato a ripascimento (Figura 3 e 4). Nel periodo 2006-2012 è stato stimato un accumulo di sedimenti lungo lo Scanno di oltre 2,2 milioni di m³, di cui 1,2 milioni di m³ prelevati e depositati nella Sacca. Considerati i grandi quantitativi di sabbia disponibili e l'adeguata granulometria (diametro medio 0.35-0.125), questa sabbia è ottimale per ripascere le spiagge in erosione della zona del Lido di Volano Nord.

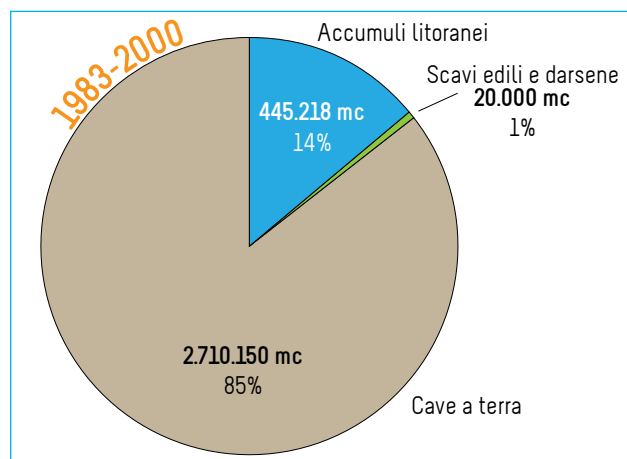


Figura 2 Volumi di sabbia portati a ripascimento delle spiagge in erosione del litorale regionale nel periodo 1983 -2000 e fonte di provenienza.

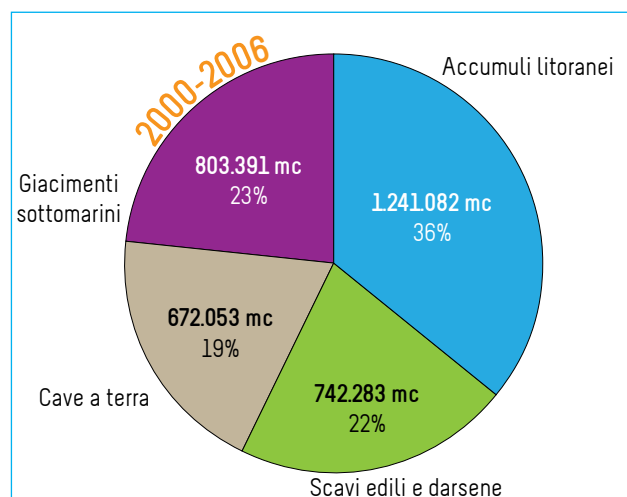


Figura 3 Volumi di sabbia portati a ripascimento delle spiagge in erosione del litorale regionale nel periodo 2000-2006 e fonte di provenienza.

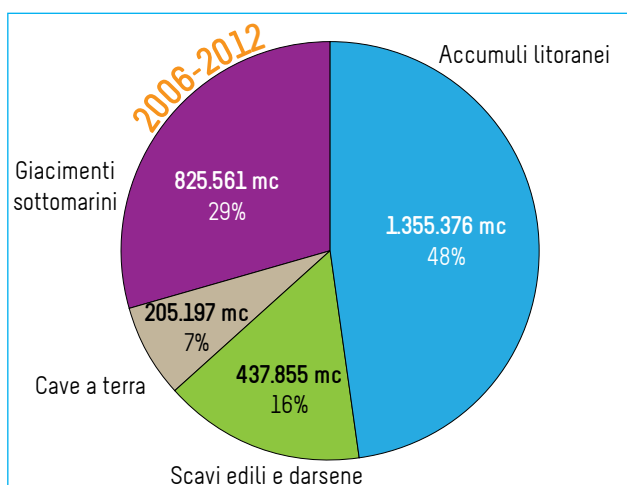


Figura 4 Volumi di sabbia portati a ripascimento delle spiagge in erosione del litorale regionale nel periodo 2006-2012 e fonte di provenienza.

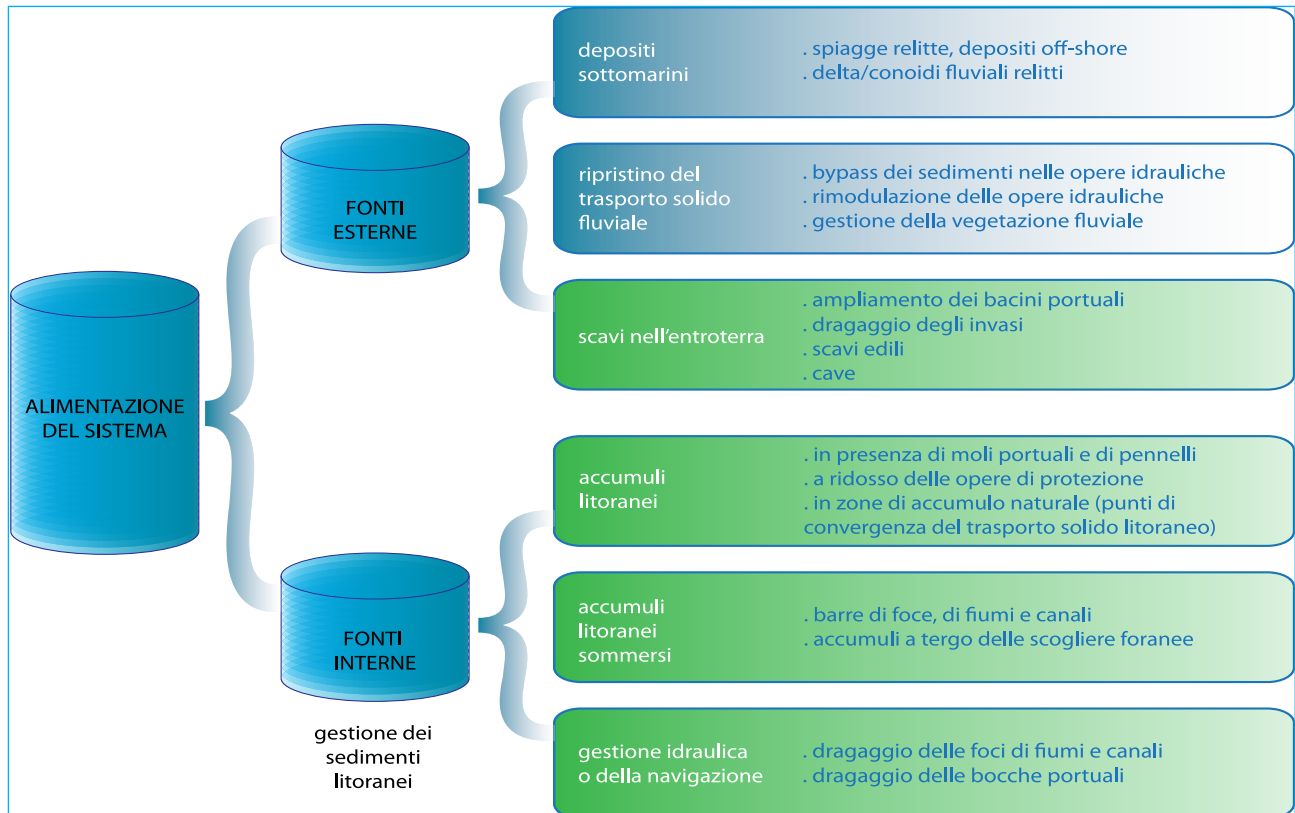


Figura 5a In verde gli ambiti di applicazione del SICELL in funzione della strategia regionale di gestione dei sedimenti litoranei

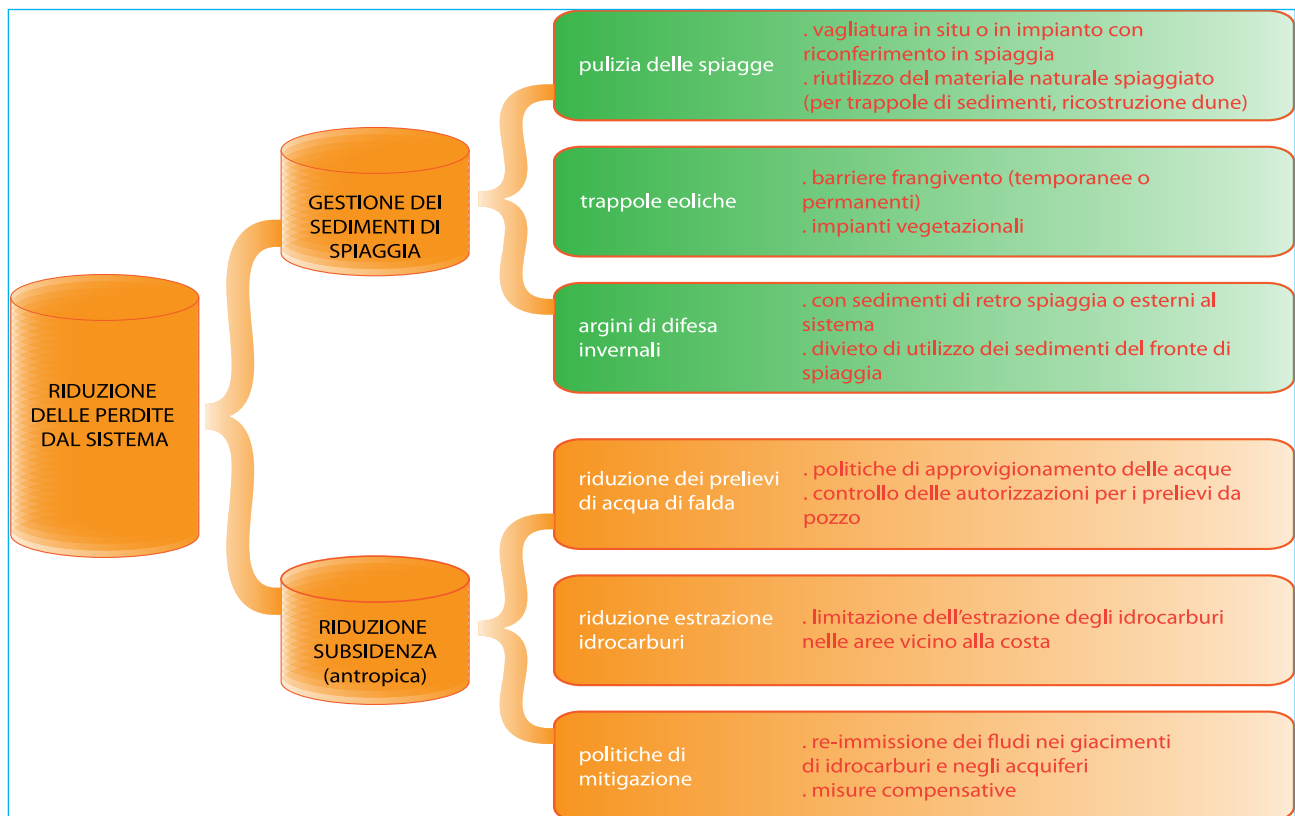


Figura 5b In verde gli ambiti di applicazione del SICELL in funzione della strategia regionale di gestione dei sedimenti litoranei

La corretta gestione degli accumuli litoranei è quindi diventata negli anni un fattore determinante per ottimizzare le risorse e per difendere la costa dal rischio di erosione e ingressione in maniera sostenibile e integrata. SICELL nasce quindi come strumento per rispondere a queste esigenze, grazie alla definizione delle celle litoranee come unità territoriale di riferimento e mettendo a sistema una serie di informazioni e dati provenienti da diversi database regionali già esistenti (ripascimenti, opere, subsidenza, linea di riva, ecc.) è possibile fare l'analisi sullo stato del litorale a scale territoriali diverse (cella, raggruppamento di celle, tratto litoraneo significativo ecc.) ed a scale temporali differenti.

Il SICELL è funzionale anche ad un approccio complessivo ed integrato messo a punto dalla Regione che considera i **sedimenti come risorsa strategica** e che si basa su due pilastri: l'**alimentazione** del sistema costiero e la **riduzione delle perdite** dal sistema (Figura 5). Al primo fanno capo le politiche per favorire il ripristino del trasporto solido fluviale, l'utilizzo delle **fonti esterne** di sedimenti (depositi sottomarini, materiali provenienti da scavi edili, da ampliamento di bacini portuali), e delle **fonti interne** (accumuli presso moli e bocche portuali, foci e barre di foce fluviali, opere di difesa rigide, ecc.) ai fini della manutenzione dei tratti litoranei più critici. Al secondo pilastro fanno capo sia la **corretta gestione dei sedimenti di spiaggia** (cor-

retta esecuzione degli argini di difesa invernali, utilizzo di trappole eoliche, corretta pulizia delle spiagge con vagliatura in sito), sia le politiche per la **riduzione della subsidenza** (riduzione dei prelievi di acque sotterranee e di idrocarburi, misure di mitigazione come la re-immissione di fluidi nel sottosuolo o altre misure compensative).

Al fine di conseguire una gestione ottimale dei litorali, contrastare i fenomeni erosivi e ridurre i fattori di rischio, la Regione ha avviato la predisposizione di uno specifico regolamento sulle modalità di movimentazione e opzioni di gestione dei sedimenti costieri, in relazione alle indicazioni strategiche di cui sopra. L'insieme di strategie e azioni qui brevemente illustrate, perseguite con la partecipazione degli Enti e dei portatori di interesse locali, potrà determinare un **sistema sempre più efficiente di gestione in grado di assicurare un adeguato livello di sicurezza del territorio costiero**.

Per l'aggiornamento del SICELL la Regione Emilia-Romagna si è data cadenze quinquennali in corrispondenza delle campagne topobatimetriche, mentre per gli interventi di ripascimento, di movimentazione dei sedimenti costieri e di manutenzione delle opere di difesa, l'aggiornamento viene effettuato annualmente con la collaborazione dei Sevizi Tecnici di Bacino operanti sulla zona costiera.



foto di Jessamyn West



An aerial photograph of a desert landscape. The terrain is composed of light-colored sand dunes and a network of sand ridges and gullies. Several large, cylindrical sand structures, resembling sand castles or mounds, are scattered across the scene. The structures vary in size and shape, with some having flat tops and others being more irregular. The lighting is bright, casting soft shadows and highlighting the textures of the sand. The overall scene is a vast, open, and arid environment.

L'AGGIORNAMENTO DI SICELL 2006-2012

L'aggiornamento di SICELL per il periodo 2006-2012

Per l'aggiornamento del SICELL si sono utilizzati i dati raccolti durante la 5° campagna topobatimetrica e la 2° campagna sedimentologica, svolte nel 2012 per il quinto Studio generale della costa regionale commissionato ad ARPA Emilia-Romagna. Lo studio ha avuto come riferimento le precedenti campagne di rilievo sulle reti di monitoraggio regionali:

- topografica-batimetrica 1984, 1993, 2000, 2006;
- linea di riva 1983, 1991, 1998, 2006;
- subsidenza 1984, 1987, 1993, 1999, 2005;
- sedimentologia 1993.

Nell'ambito di quest'ultima campagna regionale l'analisi e la restituzione dei dati sono state effettuate sia con approccio tradizionale, analogamente a quanto fatto per l'ultimo rapporto sullo stato del litorale all'anno 2007, sia applicando degli indicatori di stato costiero (modello DPSIR, Aguzzi et al., 2012) e utilizzando come unità elementari territoriali le celle litoranee.

Uno di questi indicatori, l'ASPE è parte integrante del SICELL.

Rispetto alle precedenti campagne e quindi alla prima versione del database SICELL per il periodo 2000-2006 sono state introdotte alcune novità e migliorie:

- **le celle areali:** nella fase di calcolo del bilancio sedimentario e dell'indicatore ASPE la cella è da sempre considerata come un'area definita lateralmente dai confini con le altre celle, dal lato mare dalla batimetrica -3m (con riferimento della posizione geografica della batimetrica -3 individuata nella prima campagna del 1984) e dal lato terra dal limite delle strutture balneari o dal piede delle dune. La novità consiste nell'essere passati dalla rappresentazione lineare a quella areale sia sulle schede delle celle sia su GIS;
- **la suddivisione di Celle portuali, fluviali e lagunari in tratti di pertinenza:** in previsione dell'adozione del regolamento regionale

per il dragaggio e la movimentazione dei sedimenti, le Celle areali di foci di fiumi e canali e bocche portuali sono state suddivise rispettivamente in una porzione di Pertinenza Marina (PM) e in porzioni di Pertinenza Portuale (PP), Fluviale (PL) e Lagunare (PL). Questa suddivisione è legata alla necessità di avere due campagne di campionamento dei sedimenti con differente approfondimento per le due zone di pertinenza;

- **i Tratti Litoranei Significativi (TLS) ai fini gestionali:** tratti che raggruppano un certo numero di Celle in funzione di operazioni gestionali periodiche, introdotti sempre in previsione del nuovo regolamento, per la possibilità di una semplificazione della procedura autorizzativa nelle operazioni di movimentazione dei sedimenti;
- **la sedimentologia,** è stata introdotta una notazione relativa alla classe granulometrica media prevalente dei campioni analizzati nella Cella o nelle Celle limitrofe, individuata grazie alla campagna sedimentologica.

Per il nuovo calcolo dell'indicatore **ASPE**, riferito al periodo 2006-2012, sono stati aggiornati i seguenti campi del database SICELL, per le singole Celle litoranee, grazie alle indicate campagne di monitoraggio e attività:

5° campagna topo-batimetrica 2012 (ARPA SIMC)

- volumi accumulati o erosi nel periodo 2006-2012;
- tendenza della linea di riva nel periodo 2006-2012;

2° analisi interferometrica 2012 (ARPA, Direzione Tecnica)

- tasso di subsidenza nel periodo gennaio 2006 - maggio 2011;

aggiornamento annuale database ripascimenti e opere (STB Po di Volano, STB della Romagna)

- opere realizzate tra il 2006 e il 2012;
- interventi di manutenzione sulle opere



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.

Tabella 1 Le 4 classi previste dall'indicatore ASPE. Sono considerati significativi accumuli o perdite maggiori di 30 m³/m.

effettuati tra il 2006 e il 2012;

- volumi ripascimento tra il 2006 e il 2012;
- volumi prelevati tra il 2006 e il 2012;

analisi integrata e calcolo (ARPA SIMC)

- variazione di volume unitaria per analisi ASPE;
- analisi e calcolo per classificazione ASPE.

La classificazione ASPE, oltre a fornire indicazioni sulla condizione della singola Cella, rappresenta uno strumento di valutazione e rapida lettura dello stato di criticità complessivo del litorale regionale. E' un indicatore che definisce la tendenza evolutiva delle spiagge all'accumulo, all'erosione, o alla stabilità, nell'arco di un determinato periodo di tempo, e che esclude gli effetti delle opere o degli interventi effettuati. Escludendo gli effetti delle opere difesa, tale indicatore è in grado di evidenziare la reale tendenza evolutiva della cella, identificando i tratti a maggiore e minore criticità e i tratti in buono stato.

La classificazione ASPE si basa sull'analisi integrata dei vari elementi di seguito elencati:

1. variazioni del volume di sabbia a carico di spiaggia emersa e sommersa:

- perdite/accumuli risultanti dal confronto tra i rilievi topo-batimetrici;
- perdite legate alla subsidenza;
- accumuli dovuti ai ripascimenti;
- perdite causate dai prelievi di sabbia destinata al ripascimento di spiagge in erosione;

2. variazioni della linea di riva:

- avanzamenti/arretramenti legati a dinamiche marine o a interventi antropici;

3. situazione degli interventi di difesa:

- presenza o meno di opere rigide di protezione;
- costruzione di nuove opere nel periodo in esame;
- manutenzione di nuove opere nel periodo in esame;
- realizzazione di ripascimenti nel periodo in esame.

Le quattro classi ASPE sono riportate in Tabella 1 e Figura 5

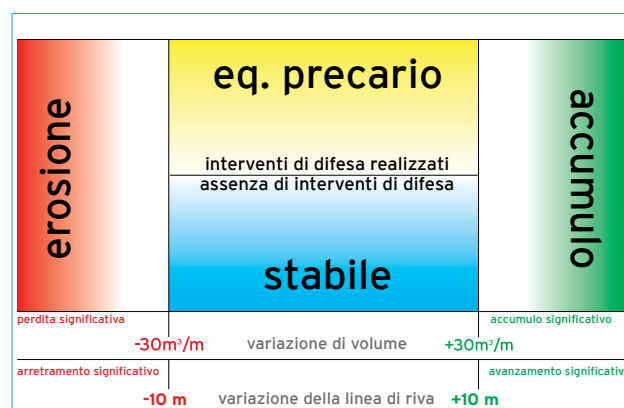


Figura 5 Schema esplicativo della divisione in 4 classi dell'indicatore ASPE.



LA SUBSIDENZA LUNGO LA FASCIA COSTIERA

La subsidenza lungo la fascia costiera

Fino al 2005 la subsidenza della fascia costiera emiliano-romagnola è stata misurata mediante una **rete di caposaldi** istituita da Idroser nel 1983 e rilevata con il metodo della **livellazione geometrica di alta precisione** nel 1984, 1987, 1993, 1999 e 2005. La geometria iniziale della rete ha subito nel tempo diverse modifiche finalizzate, soprattutto, a minimizzare la propagazione degli errori derivati dalle lunghe linee di collegamento al caposaldo di riferimento, ovvero a quel caposaldo la cui quota, attribuita dall'IGM all'atto della misura della rete nazionale negli anni '50 del 1900, poteva ritenersi invariata nel tempo. Per i primi tre **rilievi della rete costiera** il caposaldo di riferimento venne individuato nell'alta valle del Marecchia, nei pressi di Pennabilli e, nei primi due rilievi (1984 e 1987), tale caposaldo, venne a sua volta collegato ad un altro caposaldo, ritenuto stabile, sito nel primo Appennino bolognese (Castel de' Britti). Nel 1993, per ragioni di economia, venne evitato il collegamento al caposaldo di Castel de' Britti, affidandosi al solo caposaldo di Pennabilli e, come è noto, tale rilievo risultò più scadente dei precedenti. **Nel 1999 la rete costiera venne misurata contestualmente alla rete regionale istituita da Arpa**, adottando quindi lo stesso punto di riferimento della rete regionale stessa, un caposaldo dell'IGM situato nei pressi di Sasso Marconi (Appennino bolognese), la cui quota (anni '50) era congruente con la quota di Pennabilli e di Castel de' Britti.

Analisi interferometrica

Nel 2005, per la prima volta a scala regionale, la subsidenza venne rilevata utilizzando, principalmente, il metodo dell'analisi interferometrica di dati radar satellitari, supportato dalla misura di un sottoinsieme della rete di livellazione regionale contenente anche la rete costiera; il punto di riferimento delle quote fu lo stesso adottato nel 1999. Nel 2011 il rilievo della subsidenza a scala regionale è stato realizzato con il metodo

dell'analisi interferometrica di dati radar satellitari, supportato dall'elaborazione di 17 stazioni GPS permanenti. La rete di livellazione costiera, per la prima volta, non è stata misurata direttamente: gli abbassamenti del suolo, infatti, grazie ai progressi delle tecniche di telerilevamento, possono essere ora molto meglio evidenziati, sia in termini di precisione sia in termini di diffusione del dato, tramite misure radar. In particolare, è stata effettuata **un'analisi interferometrica, tramite la tecnica SqueeSAR™**, dei dati radar satellitari acquisiti sull'intera area di pianura della regione, individuando i punti di misura presenti, le loro velocità medie annue e le relative serie storiche di spostamento nel periodo 2006-2011. Contemporaneamente sono stati elaborati i dati acquisiti da 17 stazioni GPS permanenti al fine di calibrare e verificare, tramite valori di velocità di movimento verticale, i dati relativi provenienti dall'analisi interferometrica. In tal modo, per la prima volta nel rilievo della subsidenza in Emilia-Romagna, si è andati verso il superamento del concetto di punto di riferimento assoluto all'interno di una rete geodetica, storicamente assunto a priori come fisso ed immutabile nel tempo sulla base di considerazioni di generica stabilità del contesto geologico strutturale dell'area. In sostanza, la singola stazione GPS diviene essa stessa un punto di riferimento, non già in virtù di una presunta stabilità assoluta, bensì grazie alla conoscenza precisa dei suoi movimenti misurati nel tempo.

Successivamente, al fine di attribuire comunque una quota sul livello medio del mare a quei caposaldi di livellazione utilizzati a supporto della rete topo-batimetrica, sono state aggiornate, per via indiretta, le quote di tali caposaldi misurate nel 2005, ovvero, a ciascun caposaldo, è stata attribuita una velocità di abbassamento nel periodo 2005-2012, dedotta da un'opportuna elaborazione delle velocità di abbassamento di scatterer points situati in un determinato intorno del caposaldo stesso.

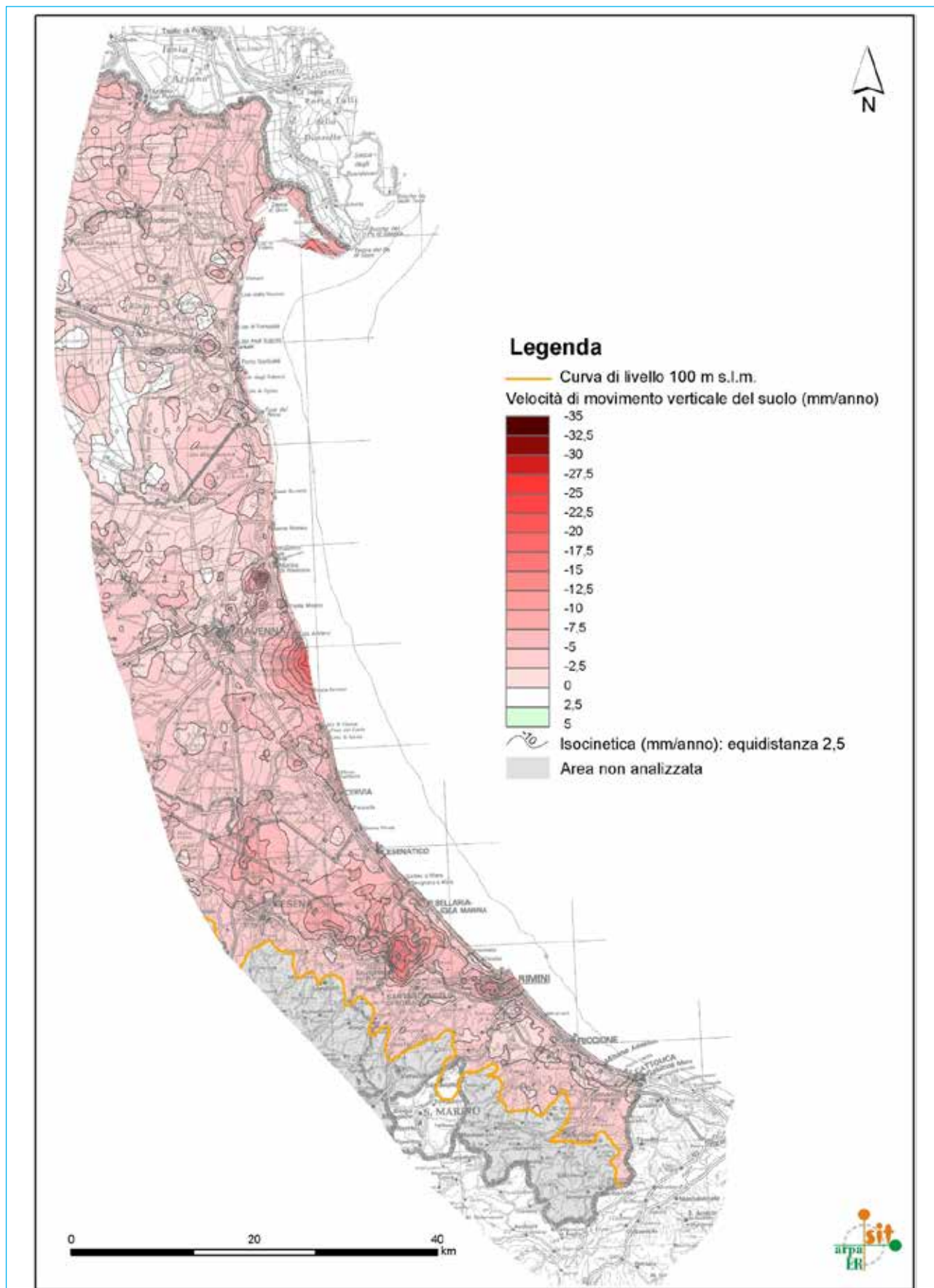


Figura 7 Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2006-2001 per la fascia costiera.

Valutazioni sul rilievo 2006-2011

Osservando il litorale nel suo complesso (Figura 7), l'ultimo rilievo (periodo 2006-11), evidenzia, rispetto al precedente rilievo (periodo 2002-2006), una prevalente **tendenza alla diminuzione degli abbassamenti**. Ciò è particolarmente evidente per il litorale ferrarese e in parte ravennate, almeno sino a Marina di Ravenna, con abbassamenti generalmente di pochi mm/anno.

disponibili dal nuovo algoritmo utilizzato per l'analisi interferometrica (Figura 8).

Il rimanente litorale ravennate presenta una riduzione degli abbassamenti con valori attuali intorno a 5 mm/anno che si confermano anche più a sud tra Cesenatico e Bellaria. Da Bellaria a Rimini gli abbassamenti si riducono ulteriormente fino a 2-3 mm/anno. Il litorale riminese, a sud del molo, presenta valori massimi di 8-9 mm/anno per un tratto di circa 1 km che si ridu-

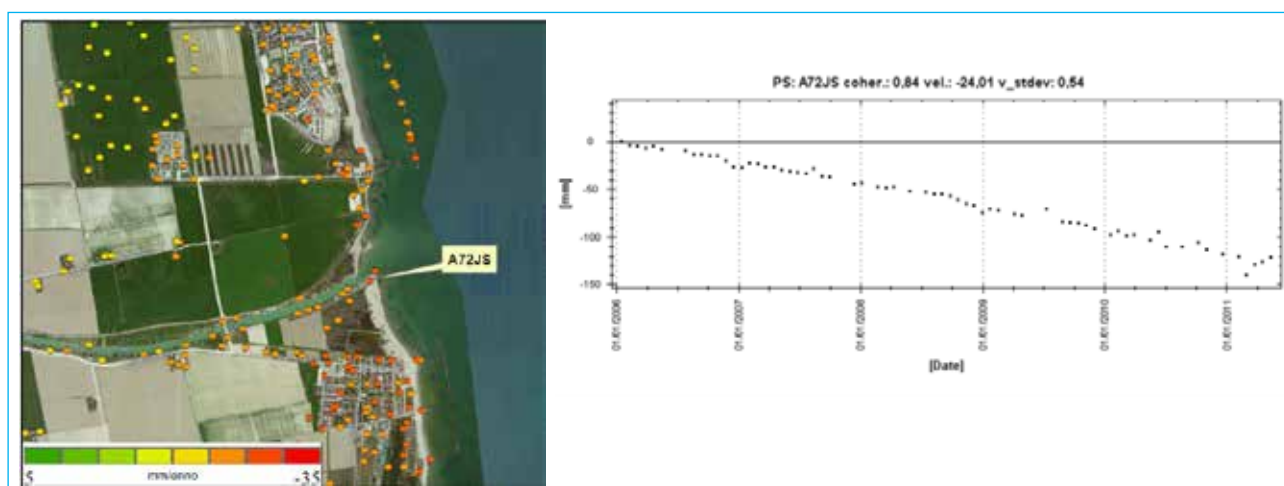


Figura 8 Area di Foce Fiumi Uniti con evidenziate i PS/DS analizzati (a sinistra) e la serie temporale del punto A72JS (a destra) con velocità di 24.01 mm/anno.

In corrispondenza di Porto Corsini - Marina di Ravenna si osservano abbassamenti di circa 5 mm/anno, pressoché dimezzati rispetto al periodo precedente. Anche l'area di depressione storicamente localizzata nella zona di Dosso degli Angeli - Foce Reno appare ora priva di movimenti significativi. Più a sud persiste, invece, un'ampia area di subsidenza che interessa il paraggio costiero da Lido Adriano fino ad oltre la Bocca del T. Bevano, con un massimo di oltre 20 mm/anno in corrispondenza della foce dei Fiumi Uniti ed un'estensione massima verso l'entroterra di circa 5 km: l'area subsidente presenta valori con qualche leggero incremento rispetto al precedente rilievo ma, soprattutto, appare ora meglio definita grazie alla maggiore quantità di dati resi

disponibili dal nuovo algoritmo utilizzato per l'analisi interferometrica (Figura 8). Il rimanente litorale ravennate presenta una riduzione degli abbassamenti con valori attuali intorno a 5 mm/anno che si confermano anche più a sud tra Cesenatico e Bellaria. Da Bellaria a Rimini gli abbassamenti si riducono ulteriormente fino a 2-3 mm/anno. Il litorale riminese, a sud del molo, presenta valori massimi di 8-9 mm/anno per un tratto di circa 1 km che si ridu-

cono però rapidamente ad alcuni mm/anno lungo tutto il litorale fino a Cattolica, grosso modo in linea con il periodo precedente. Per quanto riguarda gli abbassamenti complessivi dal 1984 al 2011, Lido di Dante appare la località più subsidente (45 cm) insieme al limitrofo Lido Adriano (40 cm), seguono Dosso degli Angeli (foce F. Reno) e Porto Corsini con 38 cm, Goro (37 cm), Cesenatico (36 cm), Milano Marittima (33 cm), Rimini (25 cm).

Il litorale nella sua interezza presenta nel periodo 2006-11 un abbassamento medio, relativamente ad una fascia di 5 km verso l'entroterra, di circa 4 mm/anno, sostanzialmente dimezzato rispetto al periodo precedente.





GLI IMPATTI DELLE MAREGGIATE SUL LITORALE REGIONALE

foto di Rose Chell

Introduzione

Con il termine mareggiata intendiamo un evento meteo-marino di media-forte intensità, capace di produrre impatti significativi sulle coste: allagamenti, erosione dei litorali e danni alle opere e alle infrastrutture.

Lungo le coste dell'Emilia-Romagna sono due i fattori che contribuiscono all'evento di mareggiata: il **moto ondoso**, generato dal vento e responsabile della mobilitazione di grandi quantità di sedimento, e **l'acqua alta**, dovuta alla combinazione della marea astronomica e del "sovralzo della superficie del mare" di origine meteorologica.

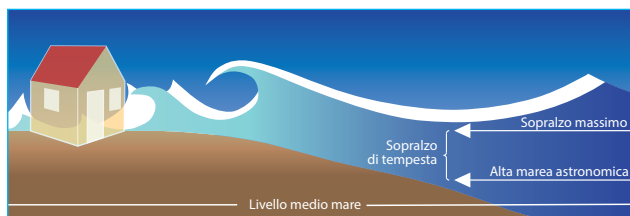


Figura 9 Quando una mareggiata è in fase con un'acqua alta importante (dovuta ad alta marea sigiziale e a sovralzo atmosferico) si possono verificare fenomeni di inondazione.

Il clima ondoso che caratterizza la fascia costiera emiliano-romagnola è di bassa energia, con un'altezza d'onda di maggior frequenza di ≤ 1 m (che ha una ricorrenza del 65%) e una massima escursione di marea di circa 90 cm.

Le onde di tempesta, che per tempi di ritorno di 1 anno hanno un'altezza significativa di 3.3 m, sono prevalentemente provenienti da Est e Nord Est (associate a venti di Bora), mentre nelle mareggiate da Scirocco l'altezza d'onda risulta generalmente inferiore per effetto della protezione prodotta dal promontorio del Conero. Le mareggiate associate a forti venti da sud-est (Scirocco), tuttavia, sono quelle che favoriscono maggiormente l'insorgere del fenomeno dell'acqua alta, poiché forzano l'accumulo di acqua verso la parte nord del bacino Adriatico, impedendo il naturale deflusso delle correnti nella direzione opposta.

In questo contesto è indispensabile sottolineare

che gli impatti provocati dagli eventi di mareggiata sono tanto più rilevanti quanto più intenso è lo sfruttamento del territorio. La fascia costiera emiliano-romagnola è infatti un ambiente morfologicamente vulnerabile per la presenza di vaste aree con quote al di sotto del livello del mare immediatamente retrostanti la spiaggia, ove si registra anche un naturale e secolare arretramento della linea di riva. Su queste zone si è imposto un grado di urbanizzazione tra i più importanti a livello nazionale, che, abbinato alla distruzione o alla frammentazione delle dune costiere e all'occupazione della spiaggia con infrastrutture balneari, aumenta notevolmente il livello di rischio.

Una discussione approfondita sui tali fenomeni e sulle caratteristiche degli impatti prodotti dalle mareggiate storiche lungo le coste regionali è contenuta nel volume "Le mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna (1946-2010)" al quale si rimanda per maggiori informazioni.

A partire dal 2011 la Regione Emilia-Romagna (SGSS), con il supporto di Arpa-SIMC e dei Servizi Tecnici di Bacino regionali, ha sviluppato un nuovo sistema informativo, denominato *in_Storm*, dedicato alla raccolta, organizzazione e analisi di tutti i dati che riguardano gli eventi meteo-marini che producono impatto sul territorio. Questo strumento consente di mantenere sempre aggiornate le informazioni sulle zone maggiormente critiche, e di migliorare costantemente le conoscenze dei fenomeni, affinando i livelli di soglia utilizzati per le allerte costiere a fini di protezione civile.

L'aggiornamento sullo stato di criticità delle spiagge viene prodotto grazie al contributo degli Servizi Tecnici di Bacino costieri, che effettuano i sopralluoghi post-evento, e al rilievo sistematico della rete GPS per il monitoraggio delle mareggiate che è stata istituita dal SGSS a partire dal 2010.



Gli impatti prodotti dalle mareggiate storiche

Il lavoro sulle mareggiate storiche, condotto da Servizio geologico sismico e dei suoli, ARPA-SIMC e dell'Università di Ferrara nell'ambito del progetto Europeo Micore (2008-2011), ha prodotto risultati molto importanti e utili per la prevenzione e per la gestione dei rischi costieri. Questi risultati sono stati utilizzati per definire le **zone più critiche** sulle quali concentrare le analisi e per mettere a punto una procedura di allerta costiera da impiegare nell'ambito delle attività del centro Funzionale di Protezione Civile.

di ingressione marina con interessamento delle strutture balneari e, più raramente, dei centri urbani. Quando l'intensità del fenomeno è rilevante l'onda marina trasferisce verso il retro spiaggia importanti volumi di sabbia (fenomeno di *overwash*), che provocano ulteriori gravi perdite di sedimento al sistema spiaggia.

Il solo moto ondoso, quando persistente, può provocare anch'esso importanti danni agli stabilimenti, a causa della progressiva erosione della spiaggia, dell'argine artificiale e, nei pochi tratti di costa naturale, dell'apparato dunoso.



Figura 10 Scarpata di erosione di una spiaggia durante un evento di mareggiata.

In primo luogo, dall'analisi di tutti i dati meteorologici raccolti nel catalogo, sono state definite le caratteristiche dei fenomeni che generano gli impatti più rilevanti e, attraverso il confronto degli stessi dati con le osservazioni in campo, sono state stabilite le soglie di impatto per le zone naturali e per quelle antropizzate.

È emerso che le mareggiate che generano più frequentemente impatti sulla costa sono quelle associate alla combinazione concomitante di venti del primo quadrante (da Nord e Nord Est) e fenomeni di acqua alta, anche se quest'ultimo fenomeno è spesso innescato da un precedente vento da Scirocco. Queste combinazioni provocano, oltre all'erosione della spiaggia, fenomeni

Nell'ambito della ricerca è comunque emerso che, con acque alte superiori a 0,8 m, anche in condizioni di mare poco mosso si possono registrare allagamenti e danni significativi.

Ancora più importante è la frequenza con cui questi eventi si susseguono, infatti, quando un evento meteo-marino si verifica a pochi giorni da una precedente mareggiata, può generare importanti impatti anche se le caratteristiche dell'evento sono al di sotto dei valori di soglia minimi.

Questa osservazione evidenzia quindi l'importanza di disporre di uno strumento di registrazione dello stato di criticità della costa che consente, di giorno in giorno, di avere un ag-

giornamento del livello di vulnerabilità costiera, adattando così le misure di protezione civile in modo adeguato.

L'analisi di tutti i dati contenuti nel catalogo hanno evidenziato inoltre che le località colpite con maggior frequenza sono 32, e le tipologie di danno maggiormente ricorrenti sono, nell'ordine: l'erosione della spiaggia e della duna, l'allagamento delle zone di retro-spiaggia, il danneggiamento degli stabilimenti balneari, il danneggiamento delle opere a mare e la tracciatura dei canali.

I mesi che risultano essere maggiormente interessati da eventi impattanti sono quelli tardo-autunnali, in particolare novembre e dicembre. L'altro mese particolarmente critico risulta essere maggio.

Tra quelli catalogati, gli eventi più rilevanti per estensione dei danni e per gravità sono: novembre 1966, anche per la concomitanza della grande alluvione che interessò gran parte del territorio nazionale, dicembre 1979, febbraio 1986, dicembre 1992, dicembre 1996, novembre 1999, settembre 2004, dicembre 2008, aprile 2009 e marzo 2010.

Fortunatamente solo in 2 casi si sono registrate perdite di vite umane, da ricondurre a comportamenti errati, ovvero alla sosta in aree pericolose quali i moli portuali e il lungomare.

Le mareggiate del periodo 2011-2014

A partire da gennaio 2011, fino a metà novembre 2014 sono state **27 le mareggiate** che hanno prodotto impatto sulle coste della regione Emilia-Romagna, per lo più concentrate nei mesi di novembre e febbraio (Figura 11). L'alta frequenza del mese di febbraio, paragonabile al mese di novembre, si discosta dal trend sul lungo periodo (1946-2010) in cui allo stesso mese sono state attribuite solo 2 mareggiate con impatto. Nell'intervallo temporale 2011-2014 si osserva che 24 mareggiate sono state caratterizzate dal superamento delle soglie di impatto, per livello d'onda o per livello di marea o per la combinazione dei 2 parametri (Figura 12).

In 16 casi è stato superato il livello soglia di marea di 0.8 m. In due occasioni è stata raggiunta la quota di 1.10 m s.l.m mentre il massimo valore di marea di 1.15 m s.l.m si è registrato durante la mareggiata del 31 ottobre-1 novembre 2012 in cui si sono avuti anche gli impatti più rilevanti. Questa mareggiata è stata caratterizzata, per più di 10 ore consecutive, da una perfetta concomitanza di altezza d'onda superiore ai 2 m e di acqua alta superiore ad 1 metro. La mareggiata, tra l'altro, è avvenuta a sole due settimane da un evento che già aveva indebolito il litorale.

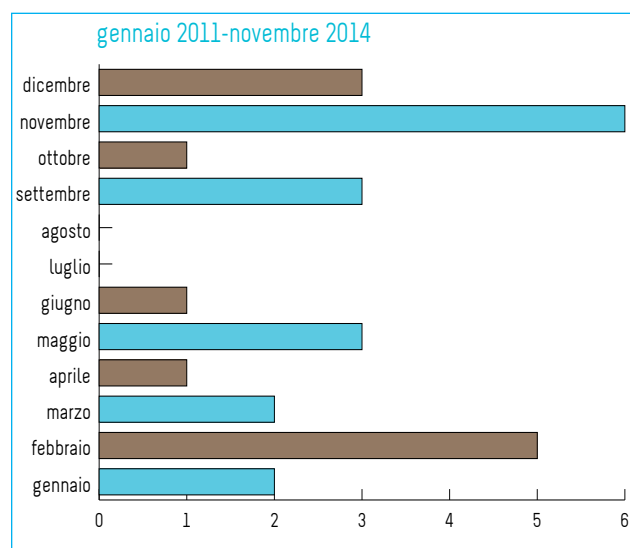


Figura 11 numero di mareggiate per mese da gennaio 2011 fino a metà novembre 2014 che hanno prodotto impatto sulle coste della regione Emilia-Romagna.

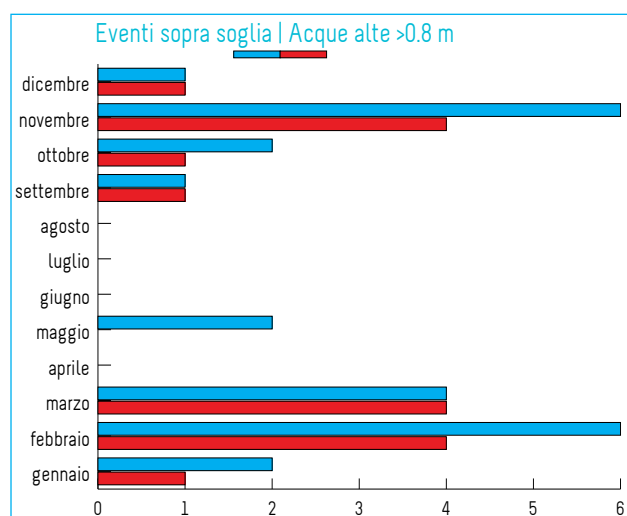


Figura 12 mareggiate caratterizzate dal superamento delle soglie di impatto da gennaio 2011 a novembre 2014.



I danni prevalenti, quantificati in più di 4.5 milioni di euro, sono stati:

- **Ingressione marina** (Figura 13) con ingente trasferimento di sabbia nelle aree di retrospiaggia fino alle aree urbane (fenomeno di overwash). In numerosi siti, nei quali sono stati fatti sopralluoghi, si è constatato un ingente trasporto di sabbia che ha causato grandi disagi non solo alle strutture balneari presenti sulla costa, ma anche alla rete stradale, a quella fognaria e alle abitazioni civili;
- **erosione dei litorali** (Figura 14) lungo tutta la costa regionale; si sono osservati abbassamenti del piano spiaggia anche superiori al metro e un importante arretramento del fronte dunoso, ove presente;
- **danni alle opere di difesa costiera** (Figura 15); in diverse zone sono state scalzate le opere di difesa radente, mettendo in serio pericolo le aree retrostanti;
- **gravi danni alle infrastrutture turistiche** (Figura 16).

Considerazioni conclusive

Lo studio delle mareggiate che interessano il litorale emiliano-romagnolo, ha permesso di trarre alcune importanti considerazioni utili al fine di migliorare gli strumenti di pianificazione territoriale e di rendere più efficaci le strategie di difesa della costa.

Dal punto di vista numerico, sono poche le mareggiate fortemente impattanti che ogni anno affliggono le coste regionali, tuttavia esse provocano gravi danni economici a chi vive e opera in quelle zone e sono la causa di perdite di spiaggia e di ecosistemi, spesso insanabili. Si può constatare che:

- la causa principale del rischio è l'**elevato grado di esposizione** dei beni; infatti, molti insediamenti urbani sono stati costruiti al limite della spiaggia, spesso smantellando l'unica difesa naturale rappresentata dalla duna. In alcuni casi, per diminuire il rischio, sarebbe utile agire sulla riduzione dell'esposizione dei beni, programmando ad esempio l'arretramento del "confine urbano" e impe-



Figura 13 Ingressione marina.



Figura 14 effetti della mareggiata di 'Halloween' a Misano Adriatico.



Figura 15 Erosione difesa radente alla pineta di Volano nord.



Figura 16 Lido di Spina sud, bagno Jamaica.

- dendo le nuove costruzioni nel fronte mare;
- le numerose **infrastrutture turistiche** presenti sulle spiagge sono estremamente esposte e vulnerabili; trovandosi a quota di poco superiore a quella del livello del mare, risultano spesso inondate e non sono strutturalmente preparate a queste condizioni, anche mettendo in campo le misure di auto-protezione temporanee. Sarebbero da preferire le infrastrutture amovibili, o, almeno, quelle realizzate su palizzata. Anche le protezioni temporanee, le paratie e soprattutto gli argini in sabbia costruiti durante l'inverno dovrebbero essere realizzati con criteri che ne aumentino l'efficienza;
 - le gravi **perdite di spiaggia** spesso accentuano tali problematiche, oltre a mettere in difficoltà l'economia turistica che si fonda sullo sfruttamento di questo bene. E' sempre più evidente, infatti, che le gravi perdite di sabbia che avvengono in occasione di eventi

importanti, non riescono ad essere ricompensate in tempi di quiete. Per contrastare questo deficit sedimentario servono quindi ingenti apporti di sabbia dall'esterno e devono essere migliorate le azioni per ridurre le perdite (sia verso terra che verso mare) e per favorire il trasporto solido dei fiumi.

Risulta chiaro come sia importante, in un ambiente così fragile, mantenere un elevato controllo sul territorio attraverso la rete di monitoraggio sugli impatti da mareggiata e consolidare l'utilizzo di strumenti operativi quale è in_Storm. E' altresì indispensabile migliorare tutto il sistema di previsione e prevenzione da parte del Sistema di Protezione Civile, anche potenziando gli strumenti di osservazione in tempo reale e il sistema di allertamento costiero che si basa su un applicativo dedicato realizzato da SGSS-ARPA-SIMC e Università di Ferrara, e attualmente già operativo e in fase di collaudo.



foto di Carl Milner



L'ANALISI DELLO STATO DEL LITORALE

La nuova classificazione ASPE

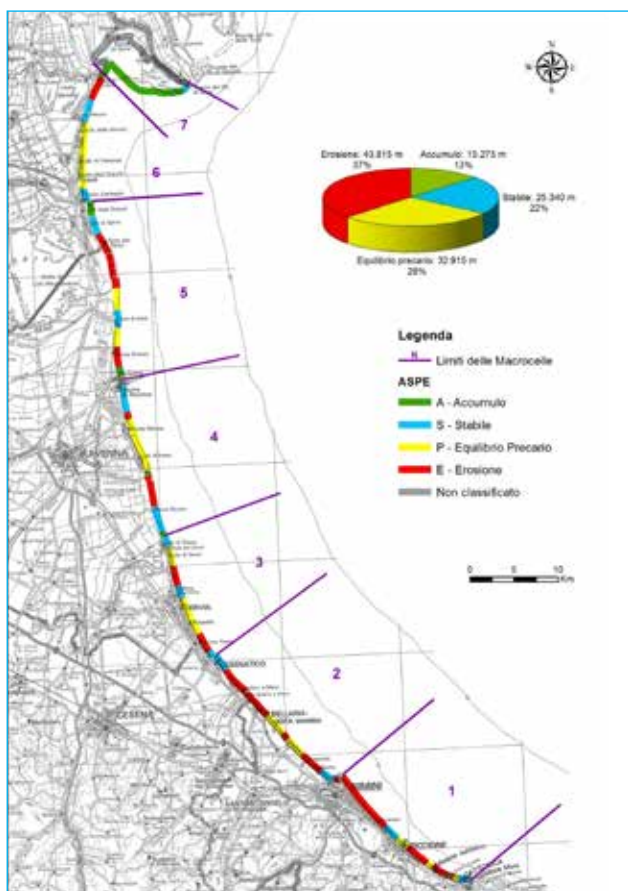


Figura 17 Risultati della classificazione ASPE 2006-2012 del litorale emiliano-romagnolo. A: accumulo; S: stabile; P: equilibrio precario; E: erosione.

La nuova classificazione ASPE del litorale regionale (Figura 17) si basa sul confronto dei dati delle ultime campagne di monitoraggio 2006 e 2012 (topo-batimetrico, subsidenza e linea di riva) combinata con la lettura dei dati annuali relativi ad interventi di ripascimento o su opere rigide. In base a tale indicatore, sul litorale regionale al 2012 risultano complessivamente in accumulo circa 15 km di spiagge (13%) e in condizioni stabili senza necessità di interventi circa 25 km (22%), mentre circa 77 km (65%) presentano diverse condizioni di criticità. Tra i tratti critici, circa 33 km di spiagge risultano in equilibrio precario (cioè mantenute in equilibrio attraverso interventi), e circa 44 km complessivamente sono in forte erosione. Le prime non presen-

tano significative perdite di sabbia nel periodo ma solo perché sono state oggetto di interventi di difesa (ripascimenti, nuove opere o manutenzione di quelle esistenti), per le seconde si registrano invece significative perdite di sabbia nel periodo di osservazione (maggiori a 30 m³/m). E' necessario inoltre specificare che tra le spiagge in erosione sono compresi tratti con vari gradi di criticità. Tra di essi, ad esempio, spiagge come Rimini-centro che nel 2012 per la prima volta ha evidenziato perdite di sabbia limitate alla spiaggia sommersa ma che non ha mostrato evidenze sulla linea di riva e sulla spiaggia emersa, oppure tratti come quello del litorale di Bellocchio (al nord della Foce del Reno) che da decenni ha un tasso di arretramento di 9-10 m/anno.

La situazione del litorale analizzata per Macrocelle (Figura 18) è piuttosto articolata.

I paraggi compresi tra Cattolica e Cesenatico (Macrocelle 1 e 2) e quello tra Porto Corsini e Porto Garibaldi (Macrocella 5) sono i tratti di litorale regionale con il maggior numero di spiagge in erosione o in equilibrio precario. Si passa dai 16 km di spiagge in condizioni di criticità della Macrocella 2, ai 13 km della Macrocella 5. Tra questi tratti prevalgono quelli in erosione rispetto a quelli in equilibrio precario.

In ciascuna delle tre Macrocelle corrispondenti ai tratti compresi tra Cesenatico e Porto Corsini (Macrocelle 3 e 4) e tra Porto Garibaldi e la Foce del Po di Volano (Macrocella 6) sono in condizioni critiche circa 10,5 km di spiaggia. La maggior parte di queste spiagge però non presenta perdite significative nel periodo in quanto mantenute in equilibrio con periodici interventi.

Spiagge in accumulo sono state rilevate nelle quattro Macrocelle comprese tra la Foce del Savio e la quella del Po di Goro (Macrocelle 4, 5, 6 e 7), mentre tratti di litorale francamente stabili sono stati identificati in maniera diffusa lungo tutta la costa, ma con particolare frequenza solo nella Macrocella 4 compresa tra Foce Savio e Porto Corsini.

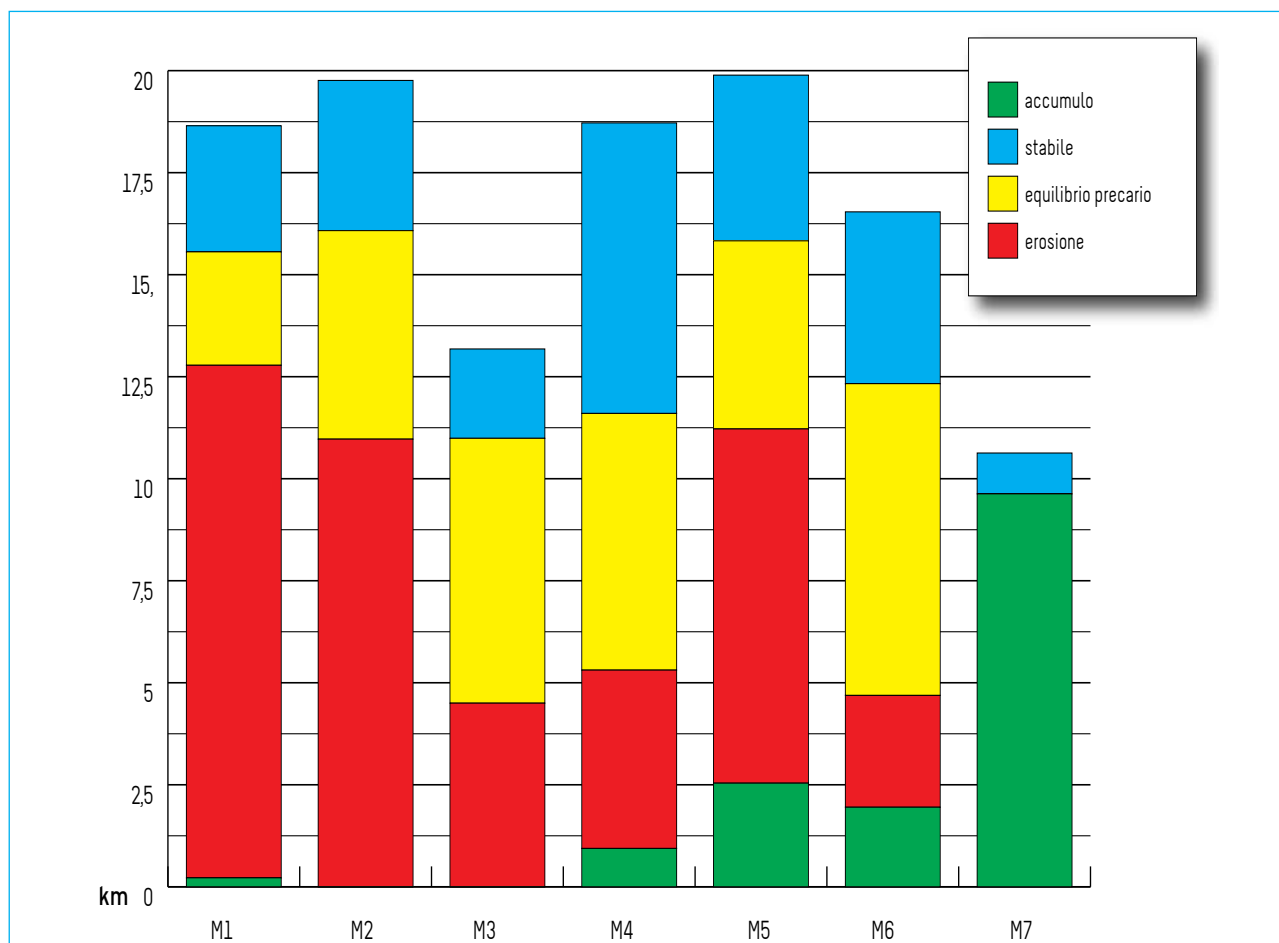


Figura 18 Risultati della classificazione ASPE 2006-2012 per ognuna delle sette Macrocelle. A: accumulo; S: stabile; P: equilibrio precario; E: erosione.

Altre valutazioni si possono evidenziare all'interno delle singole Macrocelle, sempre con riferimento al diagramma di Figura 18.

Macrocella 1

Tra Cattolica e Rimini risultano in erosione ben 12.5 km di spiaggia, tra questi risultano come casi più critici quello di Misano e di Riccione Sud. Queste località, già oggetto di interventi in passato, necessiterebbero di continui e rilevanti ripascimenti e di una revisione dell'assetto del sistema di opere di difesa presenti (pennelli e barriere di Misano).

Meno grave è la situazione di altre spiagge come quelle comprese tra Cattolica-nord a Porto Verde, dove l'erosione è gestibile anche con 'soli' periodici interventi di ripascimento. Infine in questa Macrocella si identificano zone che, pur avendo un'ampia spiaggia e linea di riva stabile, nel periodo in esame hanno avuto perdite di

sabbia importanti sulla spiaggia sommersa che non hanno dato evidenze su quella emersa. Tali località sono da tenere monitorate e corrispondono alle spiagge di Riccione-centro e a quelle tra Miramare e Rimini-centro.

Macrocella 2

Tra Rimini e Cesenatico le spiagge in erosione coprono complessivamente un'estensione di 11 km. Relativamente a questo paraggio, si identificano tra le spiagge con necessità di periodici ripascimenti, quelle già difese con scogliere comprese tra Viserba di Rimini e Valverde di Cesenatico.

Macrocella 3

Nel litorale compreso tra Cesenatico e il Savio, l'estensione delle spiagge in erosione è decisamente inferiore (4.5 km) rispetto a quanto osservato nelle due macrocelle più meridionali.

Tra queste si segnalano le particolari criticità rilevate per i litorali compresi tra le colonie di Cesenatico e Tagliata, e la spiaggia a nord di Milano Marittima dove, oltre a continui ripascimenti, bisognerebbe rivedere le opere presenti. Si rilevano inoltre perdite lungo la spiaggia sommersa in corrispondenza della spiaggia di Cervia. Anche se non ci sono ripercussioni sulla spiaggia emersa, è bene inserire anche questo tratto tra quelli da tenere sotto particolare controllo.

Macrocella 4

Lungo il paraggio che si estende dalla foce del Savio al molo sud del Porto di Ravenna sono stati rilevati circa 4,3 km di costa in erosione.

Questo tratto comprende le spiagge fortemente critiche collocate a nord del Torrente Bevano, quelle comprese tra Lido di Dante e Fiumi Uniti e la spiaggia di Punta Marina nord.

Le spiagge difese da scogliere e pennelli comprese tra Lido Adriano e Punta Marina sono mantenute in equilibrio con periodici ripascimenti. Si segnala inoltre la presenza di oltre 7 km di costa in condizioni di buona stabilità a sud del Bevano e a Marina di Ravenna, nei pressi del molo sud del Porto di Ravenna.

Macrocella 5

Tra il Porto di Ravenna e il molo sud di Porto Garibaldi, su 13,3 km di spiagge in condizioni di criticità circa 8,7 km di litorale risultano in forte erosione.

Tra i tratti che necessiterebbero di una radicale revisione dei sistemi di protezione ricadono la spiaggia di Marina Romea, il lungo tratto del Poligono Militare di Foce Reno difeso da scogliere radenti e la spiaggia di Bellocchio, fino all'abitato di Lido di Spina.

Nell'ambito di questa Macrocella sono presenti anche spiagge in accumulo o stabili, in virtù della loro posizione favorevole rispetto alla direzione del trasporto lungo costa: Porto Corsini, Lido di Spina e Lido degli Estensi. In merito alle due spiagge in avanzamento di Porto Corsini e Lido degli Estensi, si evidenzia però un rallentamento rispetto al passato della tendenza all'avanzamento di queste spiagge, ulteriore indizio

che i volumi di materiale sabbioso in circolo nel sistema stanno progressivamente riducendosi. Infine, risulta stabile la spiaggia di Casalboretto difesa in parte da scogliere parallele emerse e in parte da una scogliera radente e pennelli in roccia.

Macrocella 6

Lungo il paraggio tra Porto Garibaldi e la foce del Po di Volano, la maggior parte delle spiagge con criticità, circa 10 km su quasi 17 di estensione della Macrocella, è mantenuta in una situazione di equilibrio con periodici interventi di ripascimento.

Macrocella 7

La zona corrispondente alla bocca della laguna e allo Scanno di Goro, è prevalentemente in accumulo.

La punta dello Scanno di Goro, la cella di Porto Corsini e quella del Lido degli Estensi, sono identificate come celle strategiche dal punto di vista gestionale perché sono state e rappresentano tutt'ora le zone di prelievo litoranee utilizzate per la manutenzione delle spiagge in erosione su vari tratti di litorale regionale.

Confronto tra la tendenza 2006-2012 e quella 2000-2006

Dal confronto tra l'analisi ASPE 2006-2012 e quella riferita al periodo precedente 2000-2006 la situazione al 2012 appare peggiorata. Le spiagge che nel 2006 presentavano criticità rispetto al 2000 (in erosione o in equilibrio precario) avevano un'estensione di 54 km, mentre nel 2012 rispetto al 2006 esse raggiungono una lunghezza di ben 77 km (Figura 19).

Entrando nello specifico di ciascuna Macrocella, si osservano i seguenti cambiamenti (Figura 20). A esclusione della quarta, della sesta e della settima Macrocella (Foce Savio-Porto Corsini e Porto Garibaldi - Po di Goro), nelle altre quattro macrocelle si rileva dopo il 2006 un incremento dei tratti costieri con criticità (in erosione o in equi-

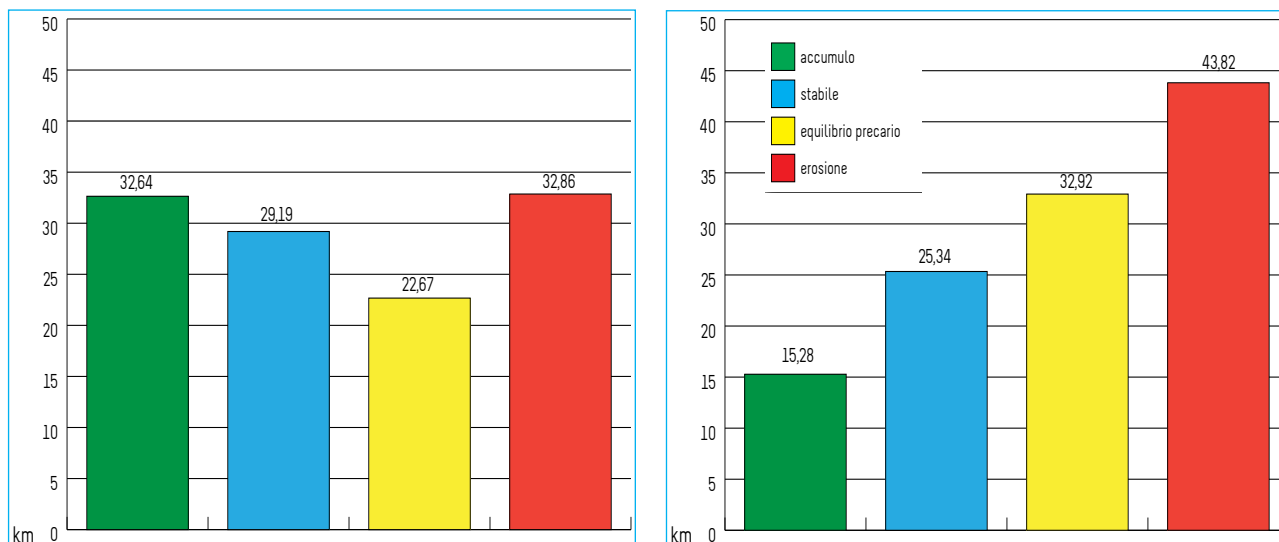


Figura 19 Confronto tra i risultati ottenuti con l'analisi ASPE 2006-2012 e quella relativa al periodo precedente 2000-2006 lungo l'intero litorale regionale. A: accumulo; S: stabile; P: equilibrio precario; E: erosione.

librio precario) e a una quasi totale scomparsa di spiagge con tendenza all'accrescimento. I maggiori peggioramenti sono stati osservati nelle tre macrocelle più meridionali (tra Cattolica e Foce Savio). Le spiagge con criticità dopo il 2006 sono raddoppiate, la tendenza all'accrescimento di molti tratti non è stata più rilevata e, infine, risultano spesso più che dimezzati i tratti francamente stabili.

E' diversa la situazione del paraggio a nord della foce del Savio limitato da Porto Corsini (Macrocella 4) dove, se da un lato rimangono costanti le spiagge che presentano criticità, dall'altro appare in riduzione la tendenza erosiva: nel 2012 rispetto al 2006 risultano in erosione 4,4 km di litorale contro i precedenti 8,9 km del 2006 rispetto al 2000.

Sono in netta controtendenza le due macrocelle più settentrionali (da Porto Garibaldi alla foce del Po di Goro) dove il trend del litorale osservato nel 2012 presenta netti miglioramenti. Lungo la Macrocella 6, oltre a una forte riduzione dei tratti in erosione, si rileva un aumento dei tratti in buono stato. Lungo la Macrocella 7 viene evidenziata una tendenza all'accumulo su quasi tutto il tratto, quindi non solo nella bocca della laguna, ma anche sullo Scanno di Goro. Tale tendenza in questo caso rappresenta una criticità legata alla potenziale chiusura della bocca lagunare con evidenti conseguenze negative su tutta la Sacca di Goro e sulle attività economiche legate alla molluschicoltura. Il prelievo ai fini del ripascimento delle spiagge ferraresi e la corretta gestione dei sedimenti dello Scanno di

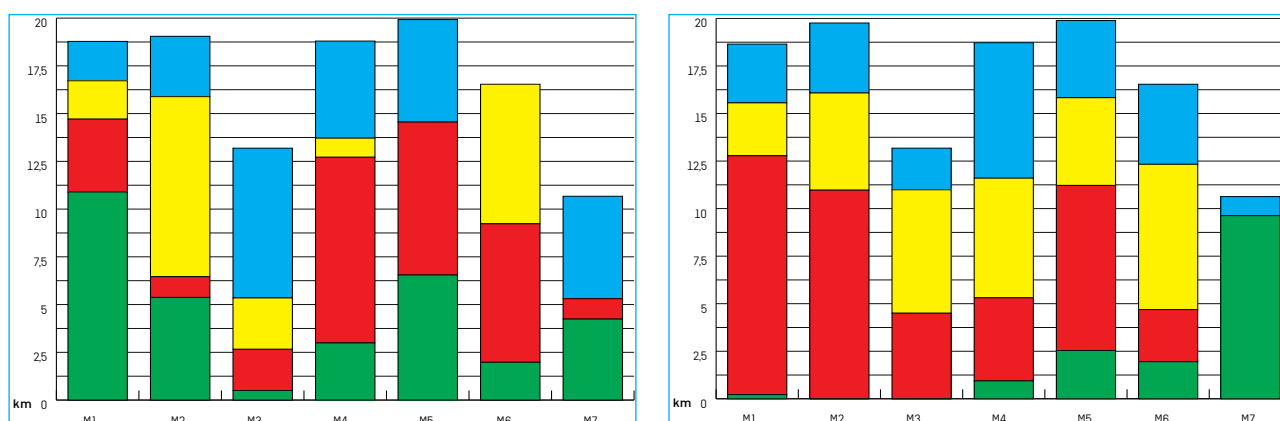


Figura 20 Confronto tra i risultati ottenuti con l'analisi ASPE 2006-2012 e quella relativa al periodo precedente 2000-2006 per ognuna delle sette Macrocelle. A: accumulo; S: stabile; P: equilibrio precario; E: erosione.

Goro rappresentano quindi operazioni a doppio beneficio per le condizioni ambientali e di sicurezza dei territori costieri, da un lato, e per le attività economiche locali, dall'altro lato.

Dal confronto emerge che in generale i processi erosivi sulla costa regionale stanno progredendo. Il processo erosivo in atto non va sottovalutato perché è evidente che, a eccezione del Po di Goro, i fiumi continuano ad avere una scarsa portata solida.

Nel disegno strategico regionale, **l'equilibrio dinamico del sistema costiero**, considerata l'azione del mare, il fenomeno della subsidenza e lo scarso apporto fluviale, viene mantenuto attraverso la gestione continua dei sedimenti litoranei e attraverso periodiche ingenti immissioni di sedimenti esterni al sistema, circa ogni 5 anni. È da rilevare, ed è evidente, a tale proposito che nel periodo in esame è venuto a mancare, per

manca di adeguati fondi, il terzo grande intervento di ripascimento con sabbie sottomarine, atteso per l'inverno-primavera del 2012. Tale intervento avrebbe potuto contrastare con nuove risorse di sedimenti la tendenza erosiva sempre in atto sul litorale regionale.

A conti fatti nel periodo 2006-2012 sono stati portati a ripascimento sulla costa circa 640.000 m³ di sabbia in meno rispetto al periodo precedente (2,82 milioni di m³ nel 2006-2012 contro i 3,46 milioni di m³ del 2000-2006).

Le politiche di difesa costiera finora condotte dalla Regione e dagli Enti locali hanno dimostrato di essere ben orientate, ma è ormai evidente che in futuro saranno necessari sempre più interventi di ripascimento e in particolare sarà indispensabile, oltre a sfruttare in maniera oculata e strategica le fonti litoranee, anche attingere maggiormente da fonti esterne al sistema costiero (ad es. giacimenti sottomarini).



US Army Corps of Engineers - Long Beach Island



Ripascimenti ed opere di difesa costiera

Nel periodo 2006-2012, la Regione Emilia-Romagna ha effettuato un totale di 2.82 milioni di m³ di ripascimento (Tabella 2). Di questi, poco meno di **1.47 milioni di m³ provengono da fonti esterne** al sistema (scavi edili, cave a terra e sottomarine) e poco più di **1.35 milioni di m³ da fonti interne** litoranee (es. spiagge in accumulo).

Nel periodo 2000-2006 erano stati apportati sulla costa circa 3.46 milioni di m³ di sabbia, quindi 640.000 m³ in più rispetto al periodo successivo (Tabella 2).

Ripascimenti (m ³)		
	2000-2006	2006-2012
no opere	416.613	872.002
BSS	826.464	564.873
MI	375.750	29.884
PBSS	348.068	262.579
PL	349.200	237.086
SE	365.783	362.404
SEP	192.600	74.265
SR	51.450	0
SS	9.482	12.475
SSP	516.970	408.433
totale	3.452.380	2.824.001

Tabella 2 Volumi di sabbia portati a ripascimento. No opere: tratti senza opere di difesa; BSS; barriere sommerse in sacchi; MI: sistemi di opere misti; PBSS: pennelli e barriere in sacchi di sabbia; PL: pennelli in pali di legno; SE: scogliere emerse; scogliere emerse e pennelli; SR: scogliere radenti; SS: scogliere sommerse; SSP: scogliere sommerse e pennelli.

Durante entrambi i periodi, la maggior parte dei ripascimenti è stata eseguita nei tratti protetti da altre opere (Tabella 2, Figura 21, Figura 22). Questi interventi hanno interessato in particolare le spiagge difese da barriere sommerse in sacchi pieni di sabbia e quelle protette da scogliere sommerse e pennelli (rispettivamente

BSS e SSP, Tabella 2, Figura 21, Figura 22).

Nel periodo 2006-2012 è più che raddoppiato l'apporto di sabbia nelle spiagge non protette da opere (Tabella 2, Figura 22).

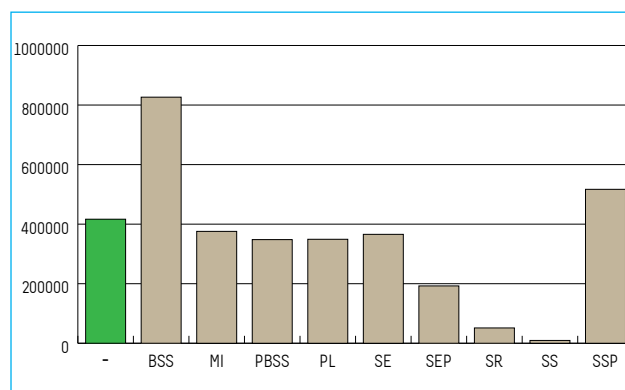


Figura 21 Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 2000-2006. in verde: tratti senza opere di difesa; BSS; barriere sommerse in sacchi; MI: sistemi di opere misti; PBSS: pennelli e barriere in sacchi di sabbia; PL: pennelli in pali di legno; SE: scogliere emerse; scogliere emerse e pennelli; SR: scogliere radenti; SS: scogliere sommerse; SSP: scogliere sommerse e pennelli.

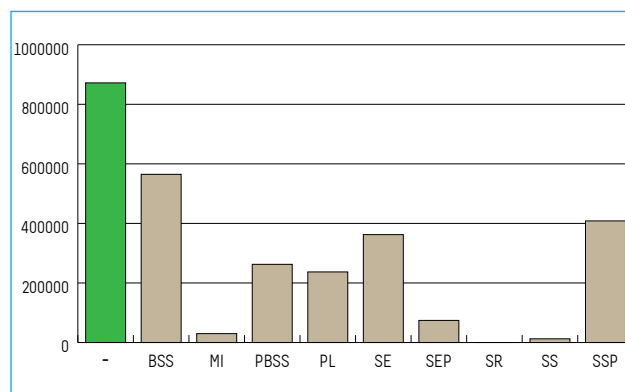


Figura 22 Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 2006-2012. in verde: tratti senza opere di difesa; BSS; barriere sommerse in sacchi; MI: sistemi di opere misti; PBSS: pennelli e barriere in sacchi di sabbia; PL: pennelli in pali di legno; SE: scogliere emerse; scogliere emerse e pennelli; SR: scogliere radenti; SS: scogliere sommerse; SSP: scogliere sommerse e pennelli.

Prelievi di sedimenti

Tra il 2006 e il 2012 lungo il litorale emiliano-romagnolo risultano essere stati prelevati 1 milione di m³ di sedimenti in più rispetto al periodo 2000-2006 (Figura 23).

I prelievi sono stati infatti decisamente più abbondanti al Porto di Ravenna e in corrispondenza della bocca lagunare (M7). A differenza del periodo precedente, è stato portato a ripa-

scimento anche il materiale sabbioso dragato in corrispondenza del porto di Porto Garibaldi (M6) e di Cattolica (M1 - Bocca Tavollo) (Figura 24, Figura 25).

Non sono state rilevate grandi differenze nei prelievi in corrispondenza dei tratti di litorale occupati da spiagge provviste di arenile (Figura 24). Si segnala però che nel periodo 2006-2012

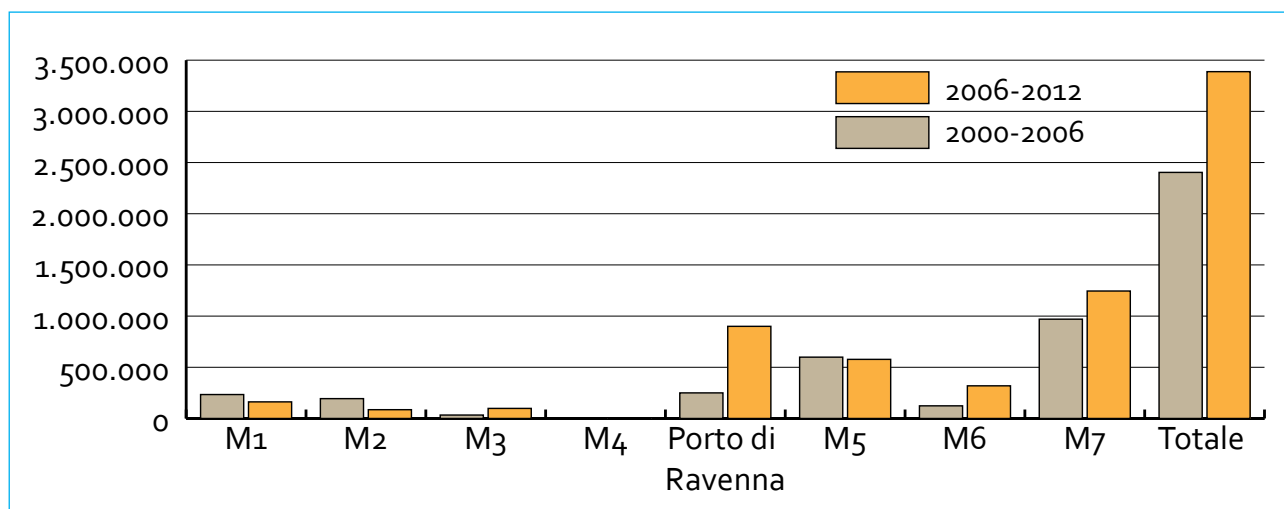


Figura 23 Volumi di sabbia prelevati lungo la costa regionale nei periodi 2000-2006 e 2006-2012. Dettaglio per Macrocella.

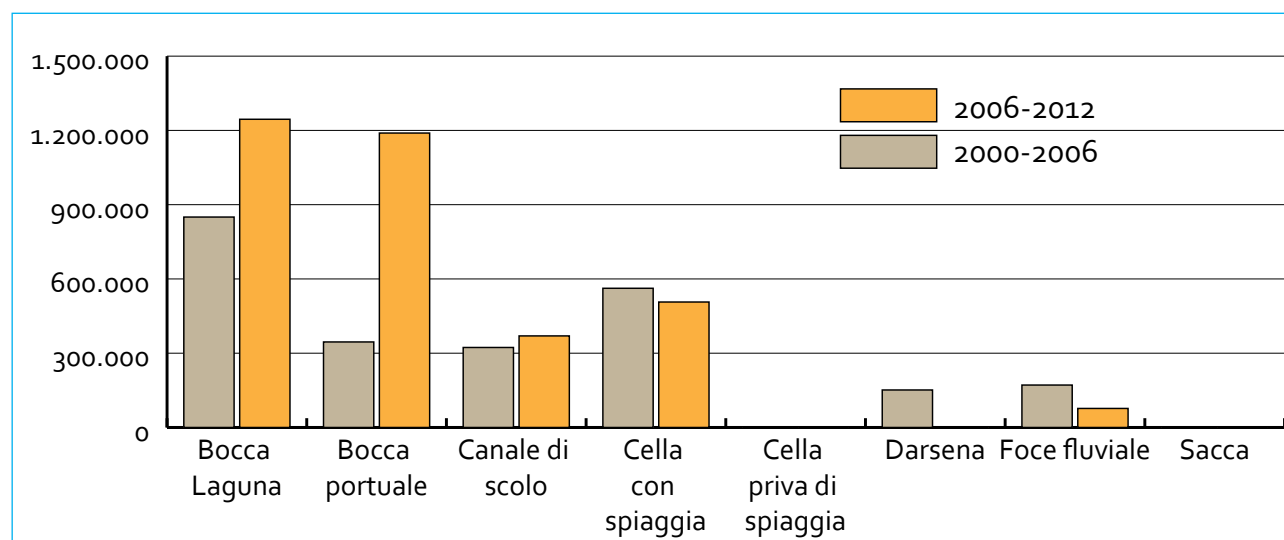


Figura 24 Volumi di sabbia prelevati lungo la costa regionale nei periodi 2000-2006 e 2006-2012. Dettaglio per tipologia di cella.



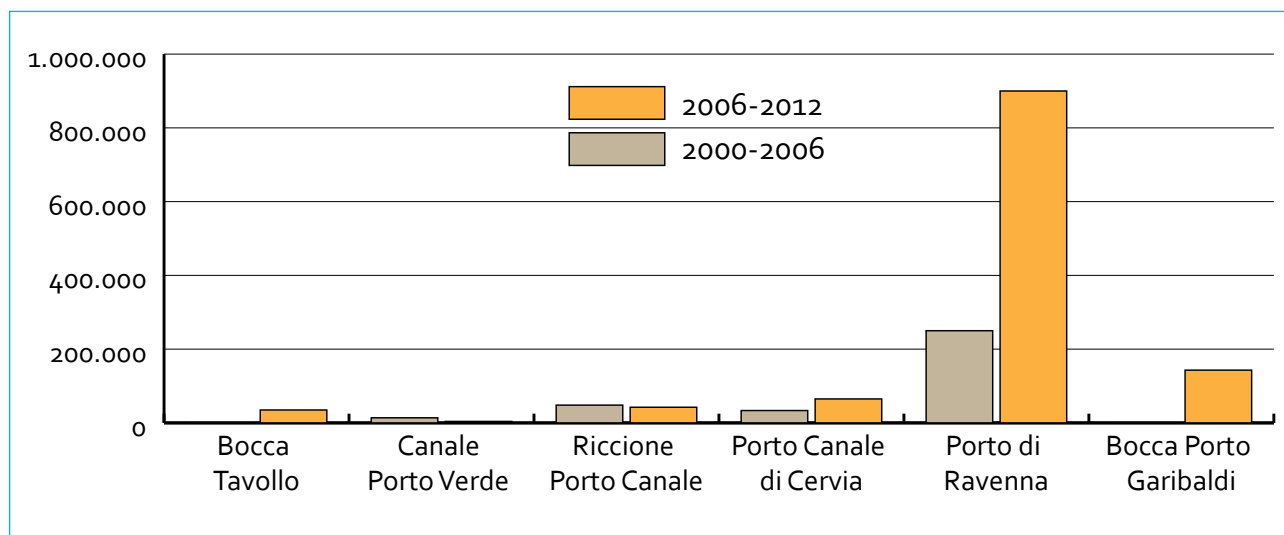


Figura 25 Volumi di sedimenti dragati dai porti regionali nei periodi 2000-2006 e 2006-2012.

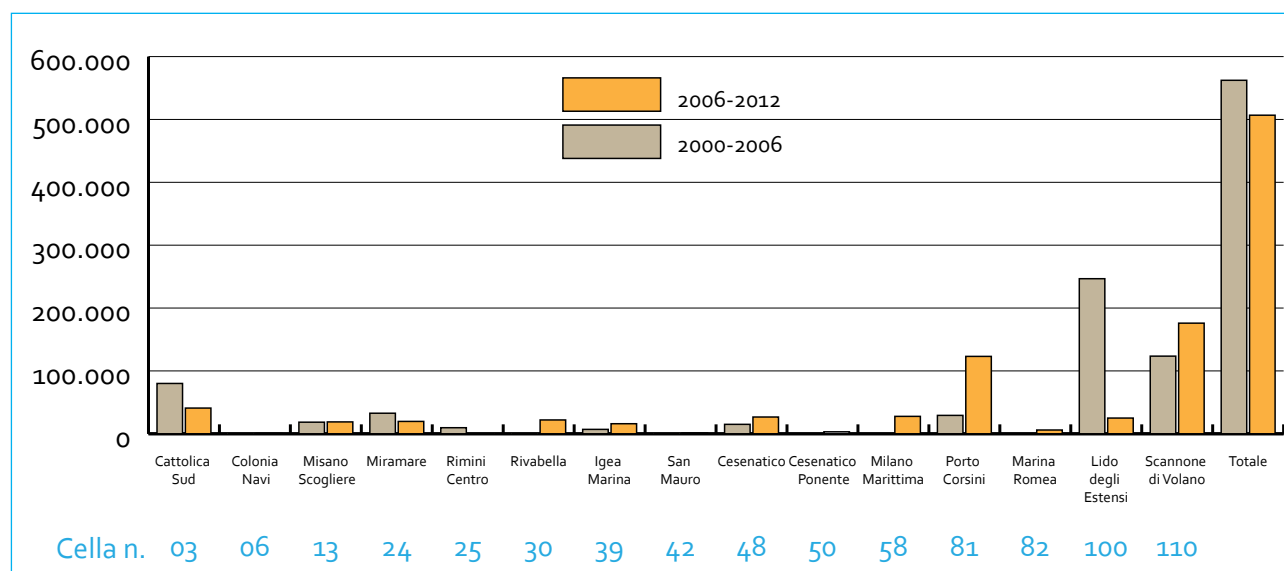


Figura 26 Tratti costieri caratterizzati da spiaggia emersa dai quali sono state prelevate sabbie nei periodi 2000-2006 e 2006-2012.

è stato ridotto lo sfruttamento della spiaggia di Lido degli Estensi (Figura 26).

Risultano infine diminuiti i prelievi in corrispondenza delle foci fluviali. Dopo il 2006 non sono stati più eseguiti dragaggi alle foci del Ventena

e del Conca e nemmeno allo sbocco del Po di Goro. Solamente in corrispondenza del Logonovo sono stati prelevati 150.000 m³ di sabbia in più rispetto al periodo 2000-2006.

Sedimentologia

Nello studio della dinamica dei litorali il dato sedimentologico è fondamentale nella valutazione delle caratteristiche fisiche e idrodinamiche dei sistemi costieri e delle modalità di trasporto dei sedimenti.

Per questo motivo, nel 2012 è stata svolta una campagna integrativa sedimentologica che ha interessato l'intero litorale. In passato la costa emiliano-romagnola è stata oggetto di tre campagne sedimentologiche alla scala dell'intero litorale regionale e di numerosi studi a livello locale, svolti nell'ambito di progetti di monitoraggio di interventi di difesa o di nuove opere costiere.

Una prima campagna di prelievi a livello regionale di dettaglio (oltre 300 campioni prelevati su profili distanziati 2 km) è stata effettuata nel 1971 e 1972 dall'Università di Ferrara.

Circa 20 anni dopo, nel 1993, una campagna di campionamento è stata fatta eseguire da Idroser Idroser nell'ambito della predisposizione del Piano Costa regionale del 1996 in concomitanza con il 2° rilievo della rete topo-batimetrica, commissionato dalla Regione. Tale campagna, analogamente a quella degli anni '70, ha interessato l'intero litorale emiliano-romagnolo, ma con un numero inferiore di campionamenti (156), distribuiti su profili della rete topo-batimetrica regionale distanziati tra loro da 2 a 8 km. I prelievi sono stati effettuati alle stesse profondità della precedente campagna condotta dall'Università di Ferrara la quale ha curato anche l'analisi granulometrica, lo studio sedimentologico e il confronto con i dati della campagna del 1971-1972. Infine nel 2006, Arpa Emilia-Romagna ha condotto una ulteriore campagna di prelievi lungo l'intero litorale nell'ambito del "Programma di ricerca per la gestione e il riutilizzo dei sedimenti litoranei - Progetto ENI CIPE" con un progetto di campionamento diverso dai precedenti, in ragione del differente scopo dello studio: la caratterizzazione chimico-fisica dei sedimenti di spiaggia ai fini della standardizzazione dei crite-

ri per la valutazione della qualità dei sedimenti. Nel 2012, per definire i caratteri sedimentologici del litorale in concomitanza della 5ª campagna topo-batimetrica, è stata effettuata una campagna sedimentologica alla scala dell'intero litorale regionale. Sono stati prelevati oltre 300 campioni di sedimento in corrispondenza della spiaggia emersa e sommersa, a partire da Cattolica fino alla foce del Po di Goro. I prelievi sono stati effettuati su profili della rete topo-batimetrica regionale.

I campioni sono stati classificati secondo la scala granulometrica di Udden-Wentworth semplificata come da tabella seguente:

phi	micron	Udden and Wentworth	Sigle
		Ghiaia	G
-1	2000	Sabbia molto grossolana	SMG
0	1000	Sabbia grossolana	SG
1	500	Sabbia media	SM
2	250	Sabbia fine	SF
3	125	Sabbia molto fine	SMF
4	63	Silt	SILT
9	2	Argilla	A

Tra vari indicatori di tendenza centrale calcolati per definire la grana media dei campioni, nell'ambito dell'aggiornamento al 2012 del SICCELL, è stato scelto come dato significativo quello relativo al diametro medio.

I prelievi sono stati effettuati su profili della rete topo-batimetrica regionale distanziati 2-3 km a varie profondità; di conseguenza non esiste una corrispondenza univoca campione-cella: in alcune celle ricadono più campioni, mentre in altre nessuno.

Per questo motivo, l'operazione di assegnazione di un valore di diametro medio ad ogni cella

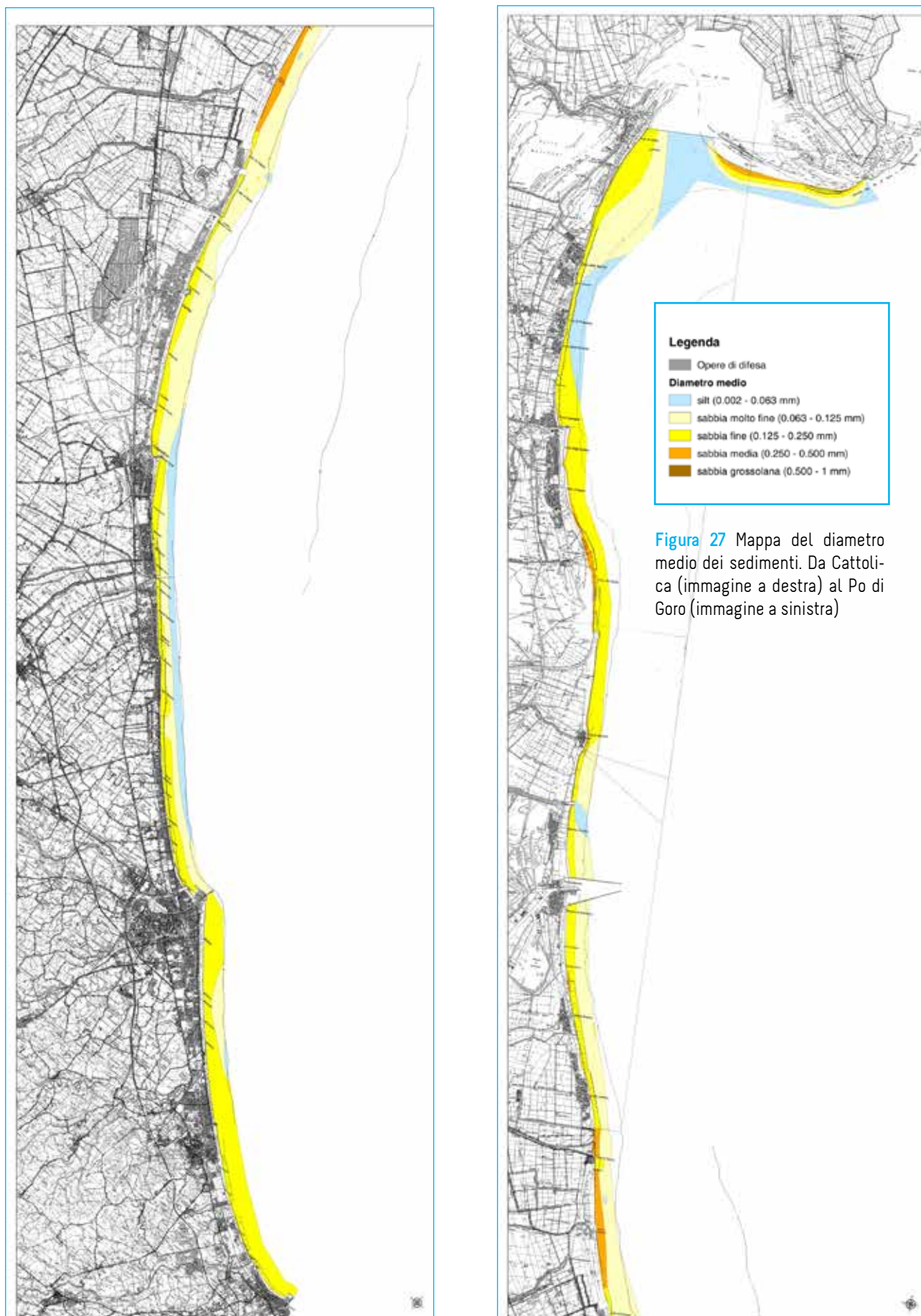


Figura 27 Mappa del diametro medio dei sedimenti. Da Cattolica (immagine a destra) al Po di Goro (immagine a sinistra)

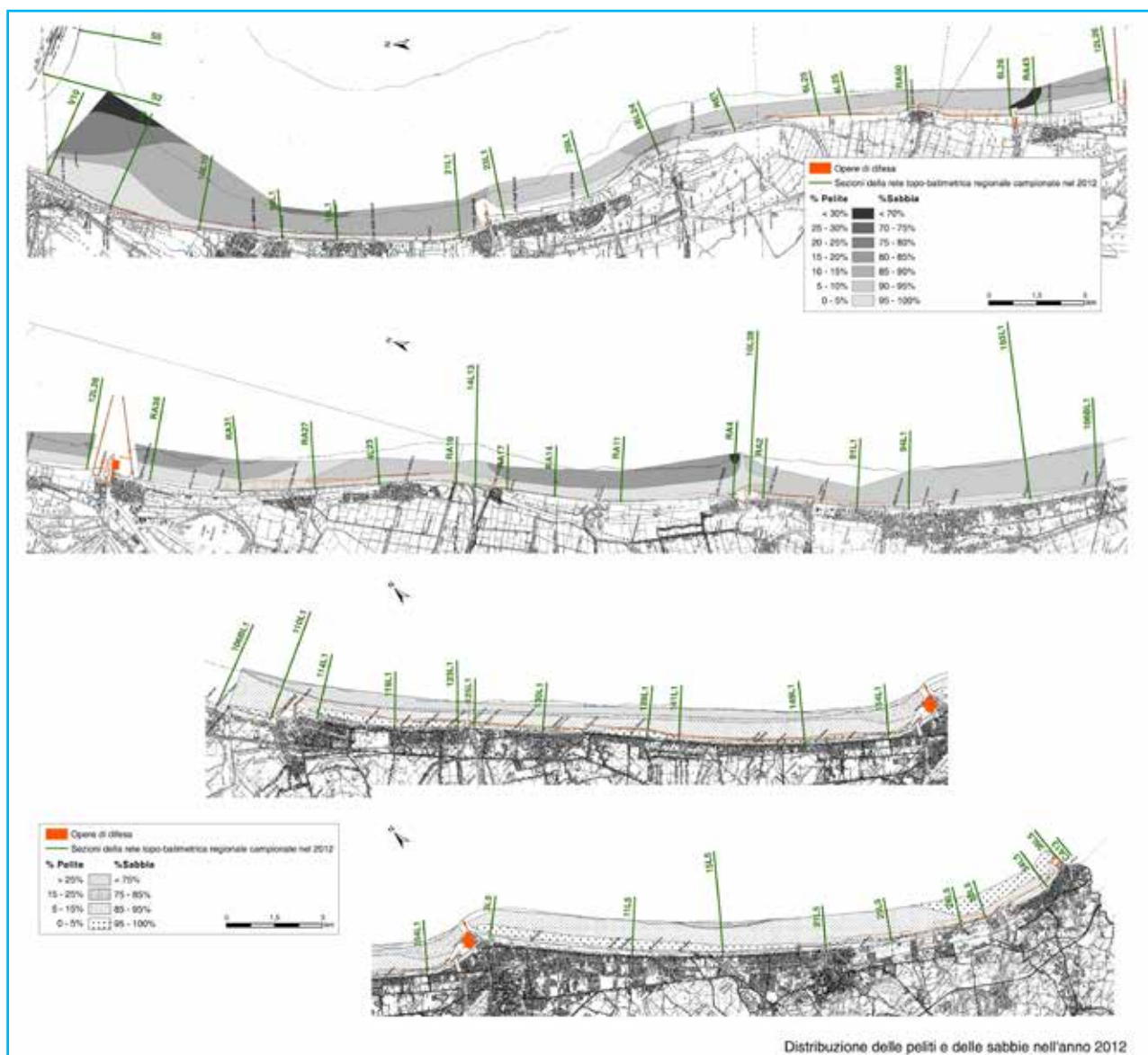


Figura 28 Mappa di distribuzione della pelite e delle sabbie.

del SICELL è stata effettuata facendo riferimento alla mappa del diametro medio al 2012.

L'analisi dei dati raccolti nella campagna sedimentologica confermano che il litorale emiliano-romagnolo è composto prevalentemente da sabbie, e in minor misura, e solo sulla spiaggia sommersa, da sabbie siltose e da silt.

Esaminando il diametro medio dei sedimenti (Figura 27), è risultato che il 56% dei campioni è rappresentato dalla classe della **sabbia fine** (0.25-0.125 mm), il 21% da quella della **sabbia molto fine** (0.125-0.063 mm), il 12% da quella della **sabbia media** (0.5-0.25 mm) e il 10% della classe del **silt** (0.063-0.002 mm).

Per quanto riguarda il grado di cernita dei sedimenti nei campioni analizzati, esso tende a peggiorare con la profondità nella maggior parte dei casi. Invece, in vari casi è stato rilevato che in corrispondenza di spiagge vicine a foci e protette da opere (vedi ad esempio Foce Savio), i sedimenti prossimi alla riva risultano meno cerniti di quelli più profondi. Sulla spiaggia emersa e nei primi fondali i sedimenti sono in prevalenza moderatamente ben cerniti e in alcuni casi ben cerniti. Verso il largo la maggior parte dei campioni è poco cernita.

Lungo il litorale regionale la maggior parte delle spiagge emerse e dei primi fondali (fino a -3 m)



è composta da sedimenti con diametro medio della classe della sabbia fine. Esistono tuttavia vari tratti costieri caratterizzati da depositi più grossolani con granulo medio dell'ordine della sabbia media: le spiagge vicino al Bevano, la zona a ridosso dei Fiumi Uniti, la spiaggia nord di Punta Marina a sud del pennello del Ruvido, il tratto tra da Marina Romea a Lido degli Estensi e lo Scanno di Goro (Figura 1). A eccezione delle ultime due spiagge appena elencate, tutte le altre sono accomunate da forti fenomeni erosivi. Il diametro medio sui fondali tra i 3 e i 7 metri di profondità è molto variabile da zona a zona. I depositi più grossolani, con granulo medio delle dimensioni della sabbia fine, sono stati individuati nei tratti tra Cattolica e Rimini e tra Casal Borsetti e Porto Garibaldi. Sedimenti con diametro medio delle dimensioni delle sabbie molto fini sono stati individuati fino a 6-7 m di profondità lungo la costa compresa tra Cesenatico e Casal Borsetti e tra Lido delle Nazioni e Volano.

Sui fondali tra Rimini e Cesenatico e lungo lo Scanno di Goro è stata osservata una diminuzio-

ne del granulo medio verso il largo consistente nel passaggio da sabbie molto fini (fino a circa 5 m) a silt.

Infine, nei fondali davanti al Lamone e tra Lido degli Scacchi e Lido delle Nazioni il silt è presente già a 3-4 metri di profondità.

Per quanto riguarda la frazione pelitica (Figura 28), sono state fatte le seguenti osservazioni. Le più basse percentuali di pelite, generalmente inferiori al 15%, sono state rilevate nei tratti di costa compresi tra Cattolica e Rimini, tra Cesenatico e Lido di Savio, tra Lido di Dante e Punta Marina, tra Casal Borsetti e Lido degli Estensi (Allegato Mappa peliti e sabbie).

A Marina Romea, a Marina di Ravenna, tra Porto Garibaldi e Lido delle Nazioni la pelite raggiunge la percentuale massima del 20%. Tra Rimini e Cesenatico, da Lido di Classe a Lido di Dante, a Lido di Pomposa e a Lido di Volano la percentuale di pelite raggiunge il 25%.

A Volano il fango raggiunge il 90% con il 10% di argilla. Quantità elevate di pelite (40%) sono state osservate anche alla foce del Lamone e davanti alla foce del Savio (90%).



Il quadro aggiornato delle Celle litoranee

La tabella che segue fornisce il quadro completo della classificazione ASPE del litorale regionale per le 118 celle in cui è suddiviso. Accanto alle informazioni generali delle celle è indicata la classificazione ASPE sia per il periodo 2000-2006 sia per il periodo 2006-2012.

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE 06	ASPE 12
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	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	P
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	E
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	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	E
11	Porto Verde Scogliera Radente	Cella con spiaggia	Tratto corrispondente alla scogliera radente di Porto Verde	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	220	E	A
12	Misano Pennelli	Cella con spiaggia	Tratto in corrispondenza dei 26 pennelli in roccia	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	1.680	E	E
13	Misano Scogliere	Cella con spiaggia	Tratto difeso dalle 7 scogliere parallele emerse	Misano Adriatico	RN	M1	RIC	A	755	A	P
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	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	E
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	P
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		
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	P
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	S



n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE 06	ASPE 12
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	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	E
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	E
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	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	S
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	E
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	E
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	E
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	E
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	P
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	P
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	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	P
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	E
42	San Mauro	Cella con spiaggia	Tratto corrispondente al comune di San Mauro a Pascoli	San Mauro Pascoli	FC	M2	RIC	C	700	P	E
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	E

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE 06	ASPE 12
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	E
46	Villamarina	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la settima scogliera e il primo pennello di Valverde	Cesenatico	FC	M2	RIC	C	880	P	E
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	E
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	S
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	S
51	Cesenatico Colonie	Cella con spiaggia	Tratto lungo circa 800 m a nord del pennello grande	Cesenatico	FC	M3	RIC	B	775	E	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	E
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	E
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	P
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	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	E
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	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	P
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	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	A
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	S
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	S



n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE 06	ASPE 12
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	E
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	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	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	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	A
76	Lido Adriano	Cella con spiaggia	Tratto difeso da 19 scogliere parallele emerse	Ravenna	RA	M4	RAC	D	2.560	E	P
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	P
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	E
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	S
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	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	E
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	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	P
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	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	S
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	S
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	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	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	E

n	denominazione	tipologia	delimitazione fisica	comune	prov.	M	UG	SUG	L	ASPE 06	ASPE 12
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	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	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	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	S
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	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	S
103	Lido degli Scacchi	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la sedicesima e la trentaquattresima scogliera	Comacchio	FE	M6	RAC	F	2.500	P	P
104	Lido di Pomposa	Cella con spiaggia	Tratto compreso tra la trentacinquesima e la cinquantaduesima scogliera	Comacchio	FE	M6	RAC	F	2.240	E	P
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	P
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	S
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	S
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	E
109	Volano	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1.750 m a nord dell'ultimo pennello di pali in legno	Comacchio	FE	M6	RAC	G	1.750	P	E
110	Scannone di Volano	Cella con spiaggia	Tratto lungo 1.950 m a sud della foce del Po di Volano	Comacchio	FE	M7	RAC	G	1.949	A	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 tradente	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	S
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	A
118	Bocca Laguna	Bocca Laguna	Tratto corrispondente alla bocca della laguna	Goro	FE	M7	PDC		4.625	A	A



LEGENDA

M: Macrocella

UG: Unità geomorfologica

SUG: sotto-unità geomorfologica

L: lunghezza (m)

ASPE 06: classificazione 2000-2006

ASPE 12: classificazione 2006-2012

Classificazione ASPE



accumulo



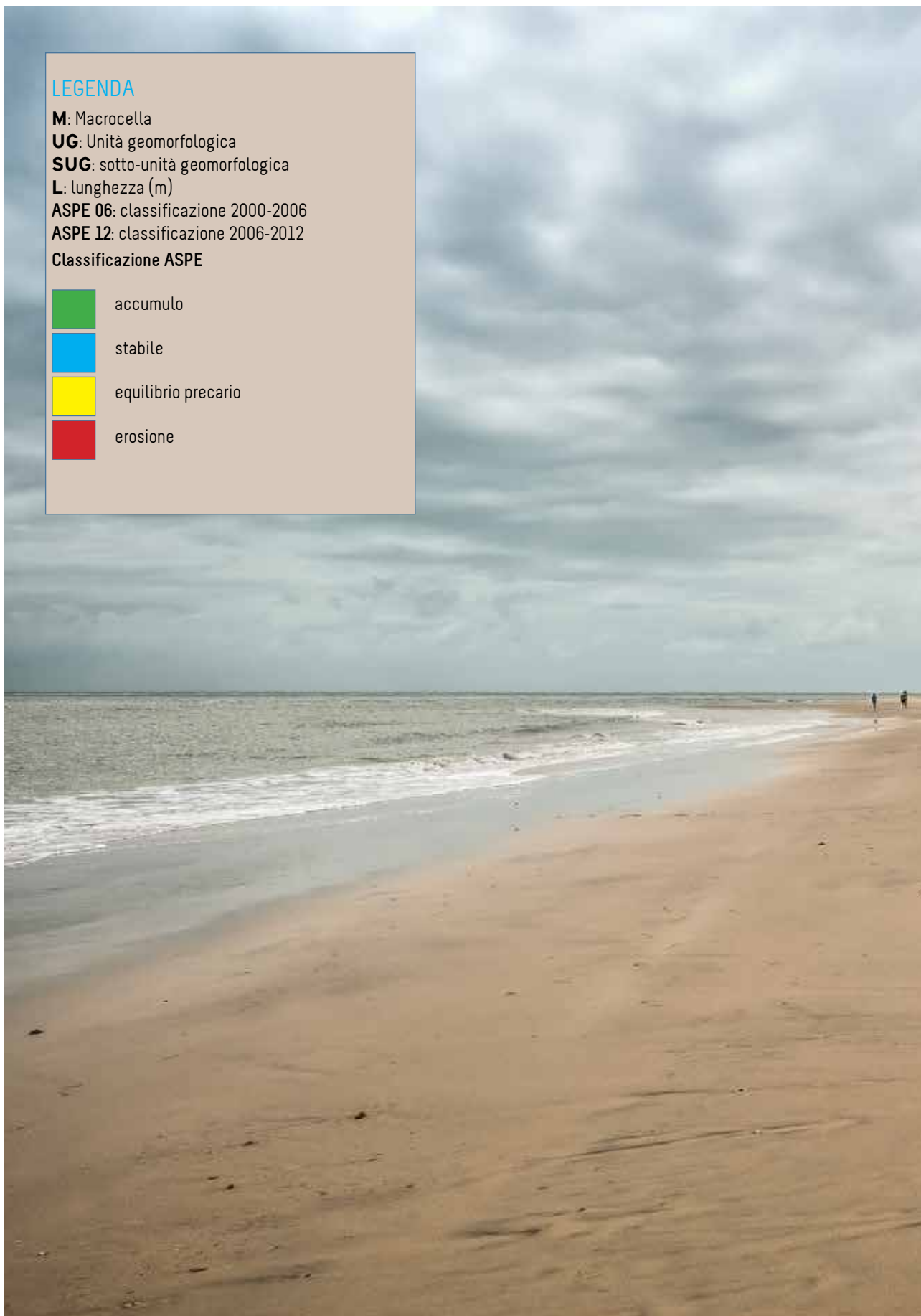
stabile



equilibrio precario



erosione





INTERVENTI INNOVATIVI PER LA DIFESA DELLA COSTA

Interventi innovativi per la difesa della costa

Come già ricordato, una corretta gestione dei sedimenti litoranei è fondamentale per ottimizzare le risorse a disposizione (economiche e naturali) e per programmare gli interventi di difesa della costa in un'ottica sostenibile e integrata. Nel novembre 2010 la Regione ha siglato un Accordo di Programma con il Ministero dell'Ambiente che ha previsto, fra i finanziamenti per la difesa del suolo, 5,6 Milioni di Euro per interventi di difesa costiera. I fondi dell'**Accordo di Programma**, non sufficienti come "massa critica" per avviare un progetto di ripascimento con sabbie sottomarine (che sarebbe stato il terzo nei programmi regionali, atteso per il 2012), hanno comunque permesso di predisporre un **Progetto Unitario di Ripascimento** con utilizzo di sabbie litoranee, per le diverse annualità. Dal 2011 al 2014, sono stati realizzati quindi 10 interventi con i fondi del Programma, insieme ad altri 9 interventi a valere su altri fondi regionali, per circa 3,6 Milioni di Euro. Grazie all'implementazione di SICELL nel sistema decisionale regionale è stato possibile impostare nel modo più opportuno la programmazione di tali interventi, in un'ottica di sostenibilità ed integrazione. Nell'ambito dell'Accordo, oltre ad interventi di manutenzione straordinaria dei tratti critici in varie località, sono stati realizzati anche due interventi con carattere particolarmente innovativo per approccio, tecniche e modalità realizzative: il sabbiodotto permanente di Riccione e il ripascimento del Lido di Volano.

Il **sabbiodotto permanente di Riccione** è un'opera altamente innovativa, co-finanziata da Regione Emilia-Romagna e dal Ministero dell'Ambiente con 1 milione di euro nell'ambito dell'Accordo di Programma, finalizzata ad ottimizzare la gestione del materiale sabbioso derivante dalle ordinarie e periodiche azioni di dragaggio (Figura 29) all'imboccatura del porto canale di Riccione (RN).

L'impianto fisso è composto da due tubazioni inserite nelle testate dei moli del porto canale



Figura 29 Innesso del tubo rifluente della draga con il sabbiodotto di Riccione



Figura 30 pozzetto di innesto della tubazione del sabbiodotto sul molo di ponente del porto canale di Riccione.



Figura 31 Sversamento della miscela acqua-sabbia dragata dal porto canale sulla spiaggia di Riccione Sud.



e interrata sotto la spiaggia per un tratto di 550 metri a Nord del porto e per 3.300 metri a Sud, tratti litoranei soggetti a forte erosione (Figura 30). Le due tubazioni, grazie ai 25 pozzetti interrati (22 lungo la condotta Sud, 3 in quella Nord), permettono il ripascimento in specifiche zone della spiaggia (Figura 31) attraverso l'innesto del tubo rifluente della draga durante nelle operazioni di dragaggio del porto di Riccione. L'impianto permette di ottimizzare la gestione del materiale sabbioso derivante dal dragaggio, di ridurre notevolmente i tempi di allestimento, le dimensioni di cantiere e l'utilizzo di mezzi di trasporto e di abbattere sensibilmente i costi unitari della sabbia portata a ripascimento.

m³ all'anno.

Il secondo intervento, realizzato sempre nell'ambito del "Progetto Unitario di Ripascimento", ha riguardato il **ripascimento del Lido di Volano con sabbia dallo Scanno di Goro**. Si è trattato del trasferimento, con **sabbiodotto temporaneo** via mare di circa 4 km, delle sabbie dallo scanno di Goro in forte crescita alla spiaggia in erosione di Lido di Volano (Figura 32). Il volume complessivo di 124.000 m³ è stato distribuito per un fronte di quasi 2,5 km sulle spiagge in erosione, ad una distanza massima di circa 8 km dalla zona di prelievo. È il primo intervento di questo tipo con utilizzo delle sabbie dello Scanno. Tale modalità di trasferimento permet-



Figura 32 Progetto del sabbiodotto temporaneo di Goro. In rosso l'area di prelievo sulla punta dello scanno di Goro, la linea viola rappresenta la condotta in mare che è stata collegata a quella terra (in rosso).

Completato nell'autunno 2013, con inaugurazione ufficiale il 15 novembre, l'impianto è entrato già in piena operatività nell'inverno-primavera 2013-2014, con ottimi risultati. Parte integrante dell'impianto è la draga "Riccione II" di proprietà del Comune di Riccione, utilizzata per il dragaggio del portocanale.

Per il ripascimento l'amministrazione comunale di Riccione utilizzava già le sabbie dragate all'imboccatura del porto canale, ma il sistema finora adottato prevedeva la formazione di vasconi di raccolta, il carico, il trasporto con camion e la distribuzione della miscela con pale meccaniche. **Il nuovo impianto aumenta l'efficacia e diminuisce l'impatto ambientale delle operazioni**, grazie al trasporto in condotta interrata con refluento diretto, che permette di sfruttare il quantitativo costante di materiale all'imboccatura del porto, quantificabile in circa 10-15 mila

te di contenere i tempi e i costi del trasporto rispetto a quello su natante, e di ridurre il costo unitario della sabbia portata a ripascimento. Aggiudicati i lavori a fine 2013, per vincoli legati all'ambito faunistico e alla stagionalità turistica, l'inizio della posa della tubazione sottomarina è avvenuta ad ottobre 2014. L'intervento verrà completato a marzo 2015

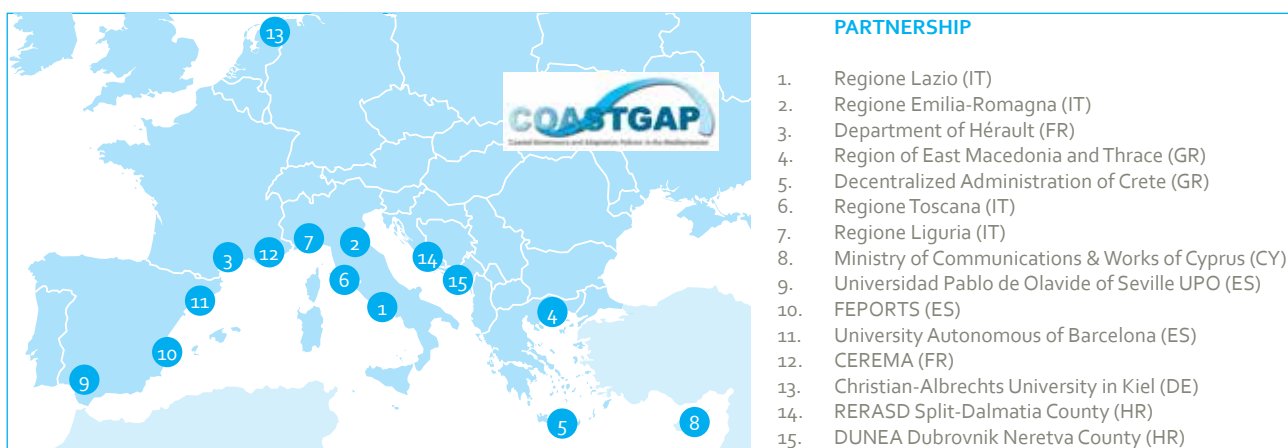


Figura 33 Draga in azione sullo Scanno di Goro.



**LA CAPITALIZZAZIONE DI SICELL
NEL PROGETTO EUROPEO COASTGAP**

La capitalizzazione di SICELL nel progetto europeo COASTGAP



Il progetto europeo COASTGAP "Coastal Governance and Adaptation Policies in the Mediterranean (Politiche di governance e di adattamento nelle zone costiere mediterranee), capofila Regione Lazio, coinvolge 15 partner con un budget complessivo di 1,36 milioni di euro. Il progetto ha come obiettivo la capitalizzazione di 12 buone pratiche provenienti da 9 differenti progetti europei al fine di produrre strumenti di governance e politiche di adattamento per ridurre i rischi lungo le coste e favorire uno sviluppo sostenibile delle stesse. Il progetto COASTGAP inoltre, partendo dagli obiettivi definiti nella **Carta di Bologna** (Carta delle Regioni Europee per la promozione di un quadro strategico di azione per la difesa e lo sviluppo sostenibile delle coste del Mediterraneo), mira a definire un Piano di Azione Comune per l'adattamento delle coste ai cambiamenti climatici, la promozione di un **Osservatorio Interregionale Europeo del Mediterraneo**

Nell'ambito del progetto la Regione Emilia-Romagna è partner promotore, fra le altre buone pratiche, del sistema gestionale per celle litoranee SICELL.

Il ruolo del partner promotore all'interno del progetto è quello di guida e supporto ai partner adottanti interessati alla capitalizzazione e all'implementazione della buona pratica nel proprio territorio. Nel caso di SICELL il processo di capitalizzazione è stato guidato dalla Regione attraverso una serie di incontri tecnici rivolti ai

partner adottanti in cui si è discusso la possibilità di adattamento dello strumento alle singole peculiarità territoriali.

Nell'ambito di COASTGAP sette fra istituzioni e Regioni Europee hanno mostrato interesse per la capitalizzazione di SICELL:

- Regione Lazio;
- Regione Toscana;
- CEREMA;
- Montenegro;
- Department de l'Herault;
- Cipro;
- Macedonia dell'Est e Tracia.

Ogni istituzione ha perseguito un diverso livello di capitalizzazione del SICELL, sulla base dei differenti assetti costieri, della disponibilità di banche dati e del livello di sviluppo e implementazione di reti di monitoraggio sulla costa.

Dalla collaborazione fra i la Regione Emilia-Romagna e i partner adottanti sono stati sviluppati differenti sistemi basati sull'approccio di SICELL, ovviamente adattati alle esigenze territoriali di ciascun partner, ma con alla base lo stesso obiettivo, cioè la creazione di uno strumento in grado di supportare la difesa della costa attraverso una gestione sostenibile e integrata dei sedimenti costieri.

La capitalizzazione del SICELL ha seguito tre fasi principali.

1. nella prima fase la Regione Emilia-Romagna ha predisposto e distribuito ai partner adot-



tanti materiale tecnico informativo sulle funzionalità del SICELL e sulle possibilità di implementazione e adattamento alle singole realtà regionali;

2. nella seconda fase, rispondendo ad appositi questionari, i partner adottanti hanno definito il livello di capitalizzazione di SICELL ritenuto possibile da raggiungere entro il termine del progetto;
3. nella terza e ultima fase, supportati dai tecnici della Regione Emilia-Romagna, i partner adottanti hanno sviluppato e testato su specifiche aree pilota la versione personalizzata del SICELL.

Dal processo di capitalizzazione si sono ottenuti risultati significativi per ogni partner.

Nel caso della Regione Lazio e di Cipro è stata sviluppata una versione personalizzata di SICELL testata poi su un'area pilota.

La **Regione Lazio** ha suddiviso la costa in 170 celle litoranee partendo da Nord verso Sud numerate dalla 10 alla 1700. Per la definizione della classificazione ASPE la Regione Lazio ha basa il calcolo delle variazioni volumetriche sulle variazioni areali tra le linee di riva assumendo come

limite significativo di accumulo/perdita di sabbia un valore di $\pm 10 \text{ m}^3/\text{m}$ per anno, differente dal valore assunto dalla Regione Emilia-Romagna. Infine le schede delle celle sono state predisposte solo per l'area pilota di Montalto di Castro.

Nel caso di **Cipro** la costa è stata suddivisa in 12 macrocelle a loro volta suddivise in subaree. Ogni subarea è stata quindi suddivisa in celle litoranee. SICELL è stato testato nell'area pilota di Paphos, di cui sono state prodotte 4 schede celle (Figura 34).

La **Regione Toscana**, invece, ha da tempo sviluppato un sistema di monitoraggio per la valutazione dell'evoluzione costiera, che consiste nella suddivisione di circa 200 km di spiagge del territorio regionale in unità fisiografiche; per ciascuna unità sono stati identificati un certo numero di settori di cui periodicamente sono monitorate le variazioni lineari e areali della spiaggia. Questi settori saranno poi accorpate in macrocelle sulla base delle quali verranno fatti i bilanci sedimentari al fine di ottimizzare le risorse disponibili sul territorio.

La **Regione dell'Est Macedonia-Tracia (REMTH)** è in fase di test il SICELL sull'area pilota di Kariani già suddivisa in 5 celle. I risultati dell'attività di capitalizzazione diventeranno parte integrante del nuovo piano di monitoraggio e difesa della costa che REMTH vuole sviluppare nei prossimi anni.

I partner **Department de l'Herault** e **CEREMA** oltre alla traduzione in francese delle linee guida per l'uso e l'implementazione di SICELL, hanno verificato l'applicabilità e la confrontabilità dello strumento rispetto all'attuale sistema basato su unità fisiografiche in uso nella Regione del Languedoc Roussillon.

A conclusione del processo di capitalizzazione possiamo affermare che SICELL si è dimostrato uno strumento flessibile e adattabile ai differenti assetti costieri. Ai fini di apportare le opportune personalizzazioni al sistema gestionale per il suo adattamento alle basi conoscitive e territoriali specifiche, i partner coinvolti sono stati in grado di intervenire sia sulla struttura del database sia su quella delle schede delle celle, in maniera semplice ed intuitiva.



Figura 34 Scheda per la cella di Paphos, Cipro.

A blue shovel and a green rake are lying on a sandy beach. The shovel is in the foreground, and the rake is in the background. The sand is golden-brown and textured. The word "CONCLUSIONI" is written in white capital letters on the left side of the image.

CONCLUSIONI

Conclusioni

L'aggiornamento del SICELL insieme alla sistematizzazione delle operazioni annuali di manutenzione costiera e alla realizzazione di interventi innovativi come quelli di Riccione e di Lido di Volano, rappresentano importanti passi avanti verso l'ottimizzazione delle risorse naturali e finanziarie e di gestione dei sedimenti litoranei. La capitalizzazione e applicazione del SICELL in altre regioni mediterranee e contesti europei ne ha confermato la validità come strumento gestionale.

L'ottimizzazione dell'uso delle risorse, economiche e naturali, è un obiettivo che la Regione sta perseguendo da tempo con determinazione per far fronte alla sempre più scarsa **disponibilità di fondi**.

I 9,3 milioni di Euro complessivi (5,6 dall'Accordo di Programma e 3,7 da altri fondi regionali) avuti a disposizione per la difesa della costa nel periodo 2010-2014 rappresentano meno di 1/3 dei fondi impiegati nel precedente periodo 2005-2009 (32 Milioni).

In questo quadro, per mantenere alto il livello di sicurezza dei territori costieri, è stato necessario un grande sforzo da parte della Regione, degli Enti locali e di tutti i portatori di interesse, e lo sarà sempre di più in futuro se si vorrà raggiungere un sistema ancora più efficiente, integrato e partecipato, in grado di valorizzare e mettere a sistema, migliorandole ancora, le buone pratiche di gestione e di difesa della costa messe a punto in questi anni.

Le politiche avviate dalla Regione negli anni '80 e '90 per **la riduzione della componente antropica della subsidenza** (limitazione e regolamentazione dell'emungimento di acqua e gas naturale da sottosuolo, costruzione della diga di Ridracoli e dell'acquedotto della Romagna) stanno mostrando oggi i propri effetti positivi lungo la fascia costiera, con una riduzione notevole dei tassi di subsidenza lungo quasi tutto il litorale. Il litorale nel suo complesso presenta nel periodo 2006-11 un abbassamento medio,

relativamente ad una fascia di 5 km verso l'entroterra, di circa 4 mm/anno, sostanzialmente dimezzato rispetto al periodo precedente.

Il ripristino del trasporto solido fluviale a mare, anch'esso obiettivo di politiche introdotte dalla Regione negli anni '80 (blocco delle escavazioni in alveo) non mostra analoghi riscontri positivi per il fatto che, a causa delle diverse opere di regimentazione dei corsi d'acqua, i sedimenti in alveo, pur tutelati dalla normativa, soltanto in minima parte e prevalentemente nella frazione più fine arrivano al mare.

La **strategia regionale** adottata ormai da alcuni decenni e codificata dalle Linee Guida GIZC, dimostra efficacia nella capacità di gestire il territorio, anche con fondi purtroppo limitati, attraverso una visione d'insieme che mette al centro il territorio costiero e i sedimenti come risorse strategiche, che permette anche l'ottimizzazione delle risorse finanziarie negli interventi e nelle azioni volte all'adattamento dei litorali ai cambiamenti climatici.

La **classificazione ASPE 2006-2012** delle Celle litoranee, e il confronto con il precedente periodo (2000-2006), riferisce di un sensibile aumento dei tratti costieri in condizioni di criticità. Tale aumento è dovuto sostanzialmente ad una sensibile riduzione dei fondi a disposizione della Regione per la difesa della costa.

L'efficacia dell'azione regionale è comunque mostrata dal fatto che i tratti in condizioni di criticità nell'ultimo periodo sono aumentati poco meno di 1/5 rispetto al periodo precedente a fronte di una riduzione dei fondi disponibili di ben 2/3 rispetto allo stesso periodo.

Lungo il litorale regionale al 2012 risultano complessivamente in accumulo circa 15 km di spiagge (13%) e in condizioni stabili senza necessità di interventi circa 25 km (22%), mentre circa 77 km (65%) presentano diverse condizioni di criticità. Tra i tratti critici, circa 33 km di spiagge (28%) risultano in equilibrio precario (cioè mantenute in equilibrio attraverso interventi) e circa 44



km (37%) complessivamente risultano in forte in erosione.

In tale situazione alcune zone del litorale regionale con spiagge ampie e linea di riva **apparentemente stabile** (nelle macrocelle M1 ed M3) hanno mostrato importanti perdite di sabbia dalla spiaggia sommersa senza evidenze particolari su quella emersa. Tali zone, corrispondenti alle Celle 15, 24, 25, 55, dovrebbero essere mantenute sotto controllo e alimentate nella parte sommersa con adeguati volumi di sedimenti, direttamente o da zone di ricarica sopraflutto.

Ulteriori zone da alimentare in particolare anche nella spiaggia sommersa sono quelle in corrispondenza delle Celle 72 (M4) e dalla 90 alla 94 (M5).

Le zone di maggiore accumulo/riserva di sedimenti per interventi di ripascimento, si confermano quelle di Bocca laguna Punta Scanno (C118), Lido Estensi (C100) e Porto Corsini (C81). In merito alla C100 e C81 però si è registrato una tendenza al rallentamento dell'accumulo rispetto al passato, indizio che i volumi di materiale in circolo si stanno riducendo, con riferimento al sempre scarso apporto fluviale e al mancato terzo grande intervento con sabbie sottomarine.

A compensazione di questo mancato intervento, nel 2006-2012 risulta **un maggiore prelievo di sabbie litoranee**, per circa 1 milione di metri cubi rispetto al periodo 2000-2006, finalizzato alla gestione dei tratti critici. Questo dato deve comunque fare riflettere perché tale compensazione può avvenire solo nel breve periodo in quanto il fenomeno della subsidenza, pur dimezzatosi rispetto al periodo precedente, continua a far perdere quota alla fascia costiera rispetto a livello del medio mare, che peraltro tende ad alzarsi per effetto del cambiamento climatico, e l'unico modo per riguadagnare quota è l'immissione di nuovi sedimenti provenienti da fonti esterne al sistema costiero.

Si tratta di quindi continuare ad operare con una visione che consideri i sedimenti come **risorsa strategica** (Raccomandazioni di EUROSION 2004), e che si basi su due principali direttrici: **l'alimentazione** e la **riduzione delle perdite** dal sistema costiero. Ma in un'ottica di lungo periodo, al di là dei ripascimenti, al di là della manutenzione "ordinaria" del sistema con sabbie litoranee e dell'apporto "straordinario" di sedimenti esterni, si tratta anche di promuovere politiche territoriali atte a migliorare la resilienza del territorio, ovvero la capacità intrinseca del sistema di adattarsi ai cambiamenti indotti dalle variazioni climatiche, del livello del mare, degli eventi estremi, mantenendo un bilanciamento sostanzialmente inalterato sul lungo termine delle proprie funzioni.

Efficaci politiche per l'adattamento dei territori costieri al cambiamento climatico, per la riduzione ulteriore della componente antropica della subsidenza, per il ripristino del trasporto solido fluviale e nuove politiche d'uso del territorio costiero (traguardando anche il **Protocollo GIZC per il Mediterraneo** e la nuova Direttiva 2014/89/EU sulla **Pianificazione dello Spazio Marittimo**) potranno consentire nel lungo periodo il raggiungimento di un adeguato livello di sicurezza del territorio costiero riducendo in misura sempre maggiore la necessità di utilizzo di risorse finite, non rinnovabili, come quelle rappresentate dalle sabbie dei depositi sottomarini.

L'insieme di strategie e azioni di breve e medio termine, sul contrasto all'erosione e alla subsidenza, con quelle di più lungo termine sulle politiche territoriali, potranno determinare un uso sempre più sostenibile delle risorse e portare ad sistema più efficiente di gestione in grado di assicurare nel tempo quell'adeguato livello di sicurezza e di benessere che richiede il territorio costiero regionale.





LA SCHEDA MONOGRAFICA

foto di Paolo Lottini

Informazioni Generali

M1		COSTA RIMINESE				A	
	Denominazione	Bocca Tavollo				1 TLS01	
	Tipologia della cella	Bocca portuale					
	Delimitazione fisica	Tratto compreso fra il molo sud e la darsena di Cattolica					
	Coordinate	I	Lon	43,97201186	Lat		12,75143229
		F	Lon	43,97198115	Lat		12,75211586
	Lunghezza cella (m)	55					
	Comune/i	Cattolica					
	Provincia	Rimini					
A S P E		A S P E					

Foto aerea della cella

Nella foto viene evidenziata in azzurro o marrone l'area della cella usata come riferimento per i calcoli dell'indice ASPE. Se la cella è una bocca portuale, fluviale o lagunare è suddivisa in area di **Pertinenza Marina (PM)** e, rispettivamente, area di **Pertinenza Portuale (PP)**, **Fluviale (PL)** e **Lagunare (PL)**

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 anche attraverso le coordinate geografiche.

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.

Tratto litoraneo significativo (TLS)

Partendo da sud i Tratti Litoranei Significativi sono numerati da 1 a 14. Il TLS rappresenta un raggruppamento di celle ai fini gestionali, in previsione del nuovo regolamento regionale per il dragaggio e la movimentazione dei sedimenti, per la possibilità di una semplificazione della procedura autorizzativa.

Macrocella (M1-M7)

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 se-



dimenti 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.

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 integra i risultati di studi specifici relativi alla conformazione fisica, all'assetto geologico e alla storia evolutiva della costa. I parametri utilizzati per la classificazione sono stati raggruppati in tre classi principali:

- **morfologia e geologia:** caratteristiche dei sistemi deposizionali 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 delle opere 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 sia dall'azione antropica.


La classificazione ASPE

La classificazione ASPE 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.

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. 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. Nella nuova scheda cella si trovano due classificazioni ASPE, quella corrispondente al periodo 2000-2006 e l'ultima, riferita al periodo 2006-2012.

Opere di difesa

Opere di difesa	Opere di difesa rigide presenti nella cella
	 Moli in cemento armato
	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:

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'ingresso 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 poichè le opere 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 p.rif. (m ³)	Celle di provenienza delle s.
	Fonti 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 (*in-Sand*) 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.

Fonti e Celle di provenienza delle sabbie

La sabbia portata a ripascimento può provenire da altre celle (in questo caso nella riga "celle di provenienza delle s." ci sarà il numero o in numeri delle celle da cui è stato prelevato il materiale) o da altre fonti (in questo caso nella riga "Fonti di provenienza delle sabbie" 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.

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)
	35000
Prelievi	Cella/e di destinazione sabbie
	12,14

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

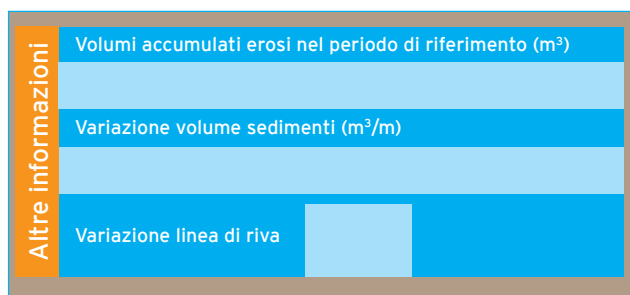
Prelievi di sabbie

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 m^3 calcolato dal confronto dei rilievi topo-batimetrici delle campagne 2006 e 2012. 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 (m^3/m) ottenuta togliendo al valore dei Volumi accumulati e erosi (risultante dal confronto tra i rilievi topo-batimetrici) 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 2006 e quella del 2012 entrambe rilevate con GPS differenziale.

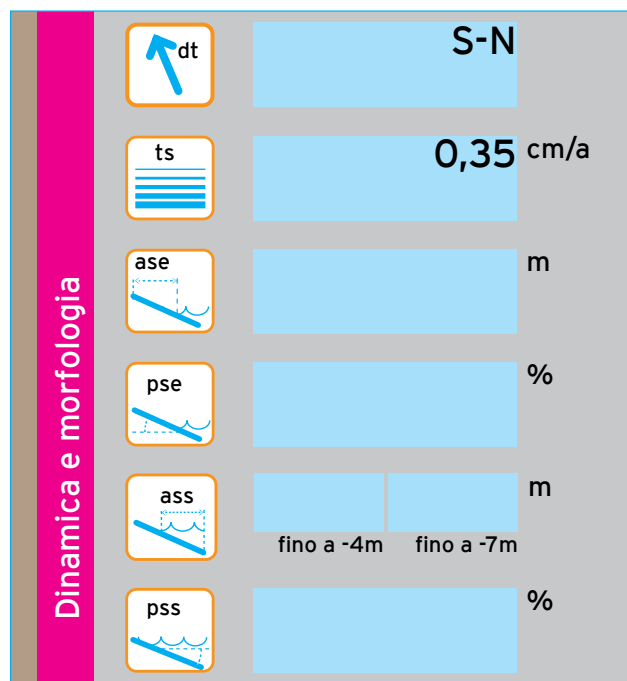
Anche la linea di riva è un parametro tenuto in considerazione nella classificazione ASPE, in

quanto descrive la tendenza evolutiva del parag-
gio, 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 il-
lustrato 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







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 2006 e 2011.

Elementi morfologici della spiaggia

La spiaggia può essere suddivisa in due unità principali: 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, 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. Nella scheda i principali parametri descrittivi della morfologia della spiaggia sono così descritti:

simbolo	definizione
	ampiezza spiaggia emersa: 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: si calcola dalla battigia (quota zero) alle batimetriche -4 e -7, ricavate dal rilievo topobatimetrico 2006.
	pendenza spiaggia sommersa: si calcola dalla batimetrica 0 al punto di chiusura del profilo di spiaggia, variabile in profondità e valutato sulla base dei rilievi topobatimetrici 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

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.

Sedimentologia

DM	SF
----	----

Il dato sedimentologico riportato in questo nuovo campo è relativo al diametro medio (Folk and Ward, 1957) espresso secondo la nomenclatura prevista dalla scala granulometrica di Udden and Wentworth (modificata) rappresentata di seguito.

Ad ogni cella è stato assegnato un diametro medio facendo riferimento alla mappa redatta per la campagna sedimentologica condotta sulla costa regionale nel 2012.

phi	micron	Udden and Wentworth	Sigle
		Ghiaia	G
-1	2000	Sabbia molto grossolana	SMG
0	1000	Sabbia grossolana	SG
1	500	Sabbia media	SM
2	250	Sabbia fine	SF
3	125	Sabbia molto fine	SMF
4	63	Silt	SILT
9	2	Argilla	A



BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2012) Formulation of territorial action plans for coastal protection and management . Final report phase C Component 4. Montanari R. e Marasmi C. (a cura di). Territorial action plans for coastal protection and management. Eu project Coastance.

Aguzzi M., De Nigris N., Preti M., e Mallegni R. (2012) – Nuovi indicatori per lo studio e la gestione della costa emiliano-romagnola. Studi Costieri, 20, pp. 95-109.

Armaroli, C., Ciavola, P., Perini, L., Calabrese, L., Lorito, S., Valentini, A., & Masina, M., 2012. Critical storm thresholds for significant morphological changes and damage along the Emilia-Romagna coastline, Italy. *Geomorphology* 143-144, 34-51. doi:10.1016/j.geomorph.2011.09.006

Arpa (2008) – Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e piano decennale di gestione. I Quaderni di ARPA.

Arpa (2011) – Erosione Costiera. Annuario regionale dei dati ambientali Edizione 2010.

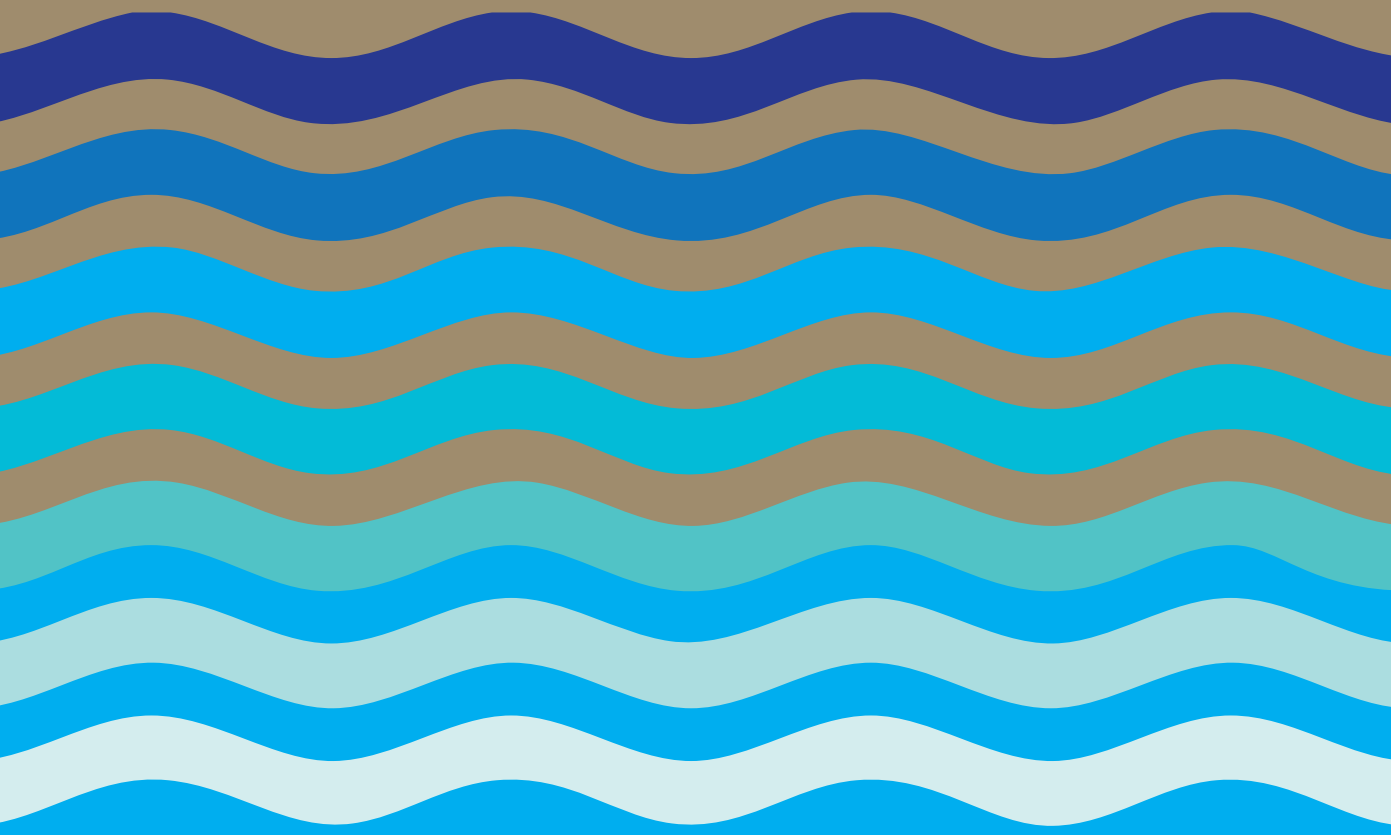
Arpa (2013)-5a Campagna di rilievo della rete topo-batimetrica e analisi dell'evoluzione recente del litorale emiliano-romagnolo. 2a Campagna sedimentologica del litorale emiliano-romagnolo. Relazione finale. – Bologna, Dicembre 2013

Perini, L., Calabrese, L., Deserti, L. M., Valentini, A., Ciavola, P., & Armaroli, C., 2011. Le Mareggiate E Gli Impatti Sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946–2010. Bologna: I Quaderni di ARPA – Regione Emilia Romagna.

Montanari R., Marasmi C. (2011) Nuovi Strumenti per la gestione dei litorali in Emilia-Romagna SICELL sistema gestionale delle celle litoranee.

Regione Emilia-Romagna - Arpa (2012): Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola - seconda fase, Flavio Bonsignore (a cura di), Bologna, Arpa, <http://www.arpa.emr.it>

prima edizione
dicembre 2014
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