



Legenda colonna Tema ambientale

Tema ambientale	
Erosione costiera	

Quadro sinottico degli indicatori

DPSIR	Tema ambientale	Nome Indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura		Trend	Pag.
				Spaziale	Temporale		
DETERMINANTI		Densità turistica costiera	Vedi capitolo Acque marino costiere (Pag. 242)				
		Densità abitativa costiera mensile	Vedi capitolo Acque marino costiere (Pag. 245)				
PRESSIONI		Subsidenza lungo la costa	Acqua	Regione	1999-2006	☹️	740
		Opere trasversali che interferiscono con la dinamica costiera		Regione	2009	☹️	743
STATO		Variazione della linea di riva		Regione	1984-2006	😊	747
		Stato del litorale		Regione	2000-2006	😊	750
RISPOSTE		Lunghezza dei tratti difesi da opere rigide		Regione	2009	☹️	754
		Volumi di sabbia portati a ripascimento		Provincia	1983-2007	☹️	757



Introduzione

Il litorale della regione Emilia-Romagna è costituito da una spiaggia bassa e sabbiosa, lunga 110 km, che va da Cattolica alla foce del Po di Volano e dal lembo meridionale del delta del Po, corrispondente in pratica alla Sacca di Goro.

Nel corso del '900 questo sistema costiero ha subito una trasformazione radicale a opera dell'uomo, che ha portato alla scomparsa di gran parte dei caratteri paesaggistico-ambientali originari. Infatti, le dune sono state in gran parte spianate, diverse zone vallive bonificate e le aree boschive e incolte fortemente ridotte.

Contemporaneamente, ma soprattutto tra il 1952 e il 1980, a ridosso della spiaggia sono stati costruiti migliaia di alberghi, fabbricati e stabilimenti balneari, al punto da creare, a partire da Cattolica verso nord, un'unica città balneare lunga 55 km e larga mediamente meno di 1 km.

Come sempre accade quando la crescita economica è molto intensa e non sufficientemente rispettosa dell'ambiente, di cui anzi ne utilizza in larga misura le risorse, anche in questo caso le ricadute non si sono fatte attendere.

Nei primi decenni del '900 si manifestano i primi fenomeni di erosione di alcune spiagge a nord di moli portuali (Rimini e Porto Garibaldi) notevolmente prolungati qualche anno prima. Ma è nel secondo dopoguerra che il degrado ambientale (erosione delle spiagge ed eutrofizzazione delle acque costiere) ha assunto dimensioni eclatanti, con manifestazioni sempre più frequenti e di intensità sempre più elevata.

Nel corso degli anni '70 i processi di degrado hanno assunto dimensioni tali da compromettere lo sviluppo dell'industria turistico-balneare, nel frattempo diventata leader in Europa.

Nel 1979 la Regione ha così deciso di occuparsi dell'erosione delle spiagge, pur essendo la tematica di competenza dello Stato.

Per assumere decisioni a ragion veduta il primo atto è stato l'affidamento alla società regionale Idroser dell'incarico per effettuare uno studio generale di tutta la costa.

Questo studio, di fatto un Piano Costa, è stato presentato nel 1981 ed è diventato in pochi anni la chiave di volta delle politiche di intervento per la difesa del litorale regionale.

La difesa dell'erosione era stata avviata dallo Stato fin dagli anni '30, con la costruzione delle prime scogliere parallele emerse a Porto Garibaldi.

Con un massiccio sforzo tecnico ed economico la difesa delle spiagge è ripresa nel 1947 e proseguita nei decenni successivi, portando alla realizzazione di circa 40 km di scogliere parallele emerse e di alcune decine di altre tipologie di opere di difesa rigida.

Visti gli impatti paesaggistico-ambientali di queste opere, il Piano Costa ha suggerito di abbandonare la difesa con le scogliere e di sostituirla con il ripascimento.

In pratica, visto che i fiumi non alimentavano più la spiaggia con la loro sabbia, occorreva portarla artificialmente.

Nel 1983 la Regione ha così dato il via al primo grande intervento di ripascimento realizzato in Italia. Pur con difficoltà e intermittenza, questa tecnica è stata portata avanti nei decenni successivi utilizzando prevalentemente sabbie di cava a terra o di altre fonti litoranee, fino al 2002, quando è stato realizzato il primo grande intervento con sabbia prelevata da accumuli sabbiosi sottomarini individuati al largo della costa fin dal 1984.

Nel 2008, il quarto studio generale di tutta la costa ha quantificato in più di 8 milioni di m³ il materiale sabbioso portato a ripascimento tra il 1984 e il 2007.

La Regione ha assunto, su indicazione dei Piani Costa 1981 e 1996, altre importanti iniziative a favore della costa. Tra di esse occorre menzionare: il blocco dell'escavo di inerti lungo gli alvei fluviali, la costruzione di grandi opere acquedottistiche per portare acqua di superficie alla costa al fine di ridurre la subsidenza, l'istituzione di reti di controllo dell'evoluzione costiera, la ricerca di accumuli di sabbia sul fondale marino. L'insieme di tutte queste azioni tecniche e legislative/normative ha portato a un netto miglioramento della situazione degli arenili, anche se resta il problema della subsidenza ancora troppo elevata, mediamente pari a circa 1 cm/anno su 100 km di costa. Questo abbassamento del terreno costituisce una seria minaccia per la stabilità del litorale nei prossimi decenni, tanto più se si verificherà il previsto innalzamento del livello del mare dovuto ai cambiamenti climatici in corso.

Map of the Emilia-Romagna region showing the Po River and its tributaries. The map is divided into seven numbered sections (1-7) along the river. Key locations marked include Comacchio, Ravenna, Cesena, Rimini, and Cattolica. The Po River is shown flowing from the north (top) to the south (bottom). The Adriatic Sea is to the east (right). The map includes labels for various towns, villages, and geographical features. The Po River is labeled 'Foce Po di Volano' and 'Foce Po di Goro (confine regionale)'. The map also shows the 'Foce del Savio' and 'Foce di Cesenatico'. The map is titled 'Emilia-Romagna' and 'Po'.

Figura 9C.1: Suddivisione del litorale emiliano-romagnolo in sette macrocelle. Il tratteggio indica i limiti di ciascuna macrocella. Le frecce indicano la direzione del trasporto solido lungo costa



Pressioni

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Subsidenza lungo la costa</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Millimetri/anno</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1999-2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Variabile</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Elaborazioni di dati raccolti con la rete di livellazione geometrica di alta precisione regionale e con il metodo dell'interferometria satellitare</i>		

Descrizione dell'indicatore

La subsidenza è un fenomeno di abbassamento della superficie terrestre che può essere determinato sia da cause naturali (tettonica, isostasia, compattazione dei sedimenti) che antropiche (es. prelievi di fluidi dal sottosuolo, bonifiche ecc.). Come il resto della pianura emiliano-romagnola, anche il litorale regionale è interessato da questo fenomeno.

L'entità degli abbassamenti dovuti a cause naturali è dell'ordine di pochi millimetri l'anno, mentre la subsidenza antropica può raggiungere velocità molto più elevate. L'osservazione dei movimenti verticali del suolo è stata condotta lungo le linee di livellazione situate immediatamente a ridosso del litorale (figura 9C.2). La tabella 9C.1 riporta le superfici e le relative classi di movimento del paraggio costiero, dedotte dai risultati dell'analisi interferometrica relativa al periodo 2002-2006.

Scopo dell'indicatore

Evidenziare come l'abbassamento del litorale a causa della subsidenza antropica incrementi il problema dell'erosione costiera e del rischio di ingressione da parte del mare.

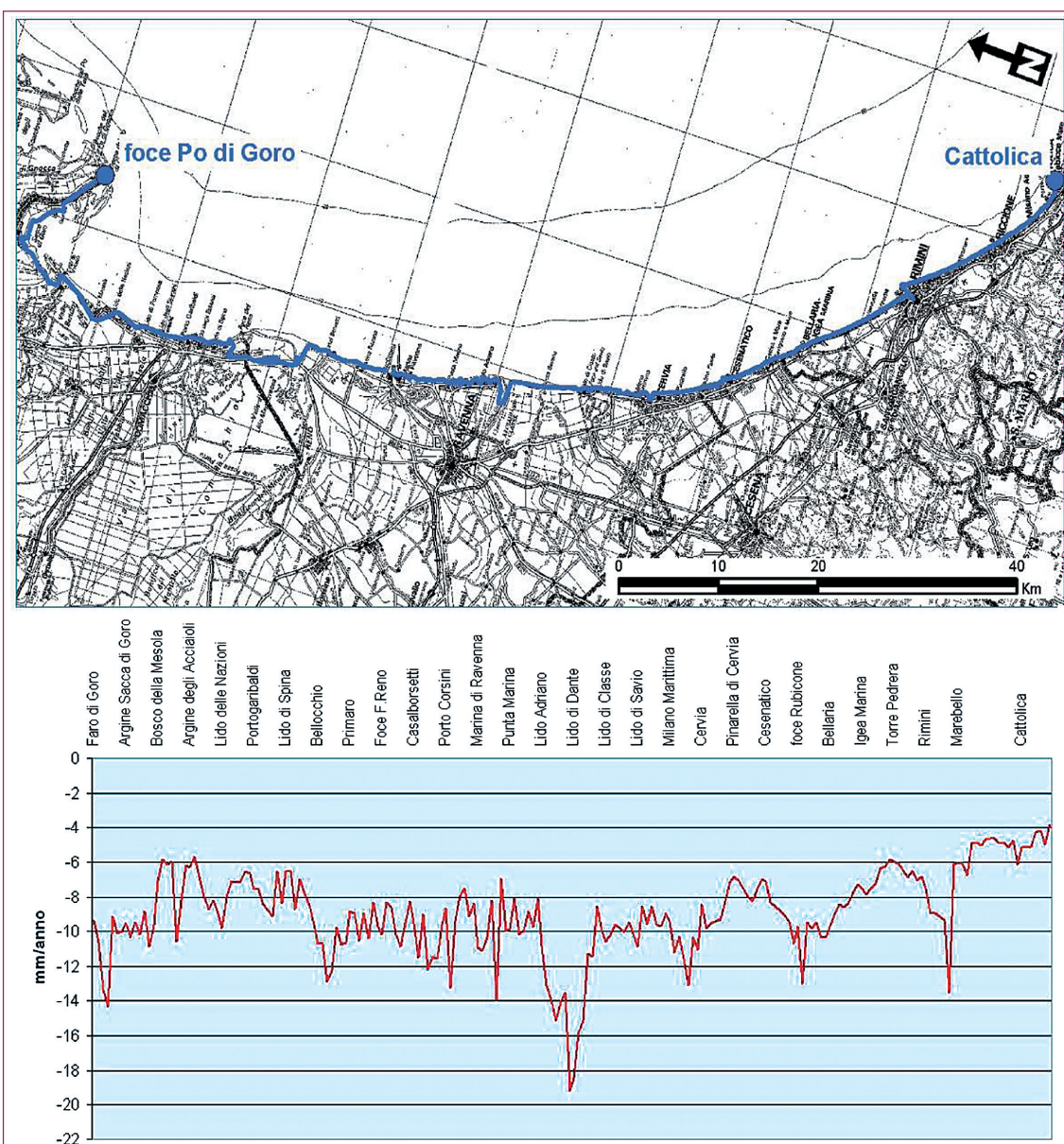


Grafici e tabelle

Tabella 9C.1: Superfici e relative classi di movimento per una fascia di territorio costiero di 5 km di larghezza nel periodo 2002-2006

Classi di movimento (mm/anno)	Superficie (km ²)	%
da -25 a -20	1	0,2%
da -20 a -15	11	1,9%
da -15 a -10	135	23,3%
da -10 a -5	333	57,4%
da -5 a 0	100	17,2%

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.2: Nella mappa in alto, è riportata in blu la rete di misura della subsidenza lungo il litorale emiliano-romagnolo. In basso, la velocità di abbassamento nel periodo 1999-2005 per tutte le località costiere comprese tra Cattolica e la Foce del Po di Goro



Commento ai dati

La subsidenza è diffusamente trattata nel capitolo sulle acque interne a pagina XX come indicatore di impatto.

Nel presente capitolo vengono considerati i soli dati relativi alla fascia costiera e la subsidenza viene trattata come indicatore di pressione.

Nel periodo 1999-2005, procedendo da sud verso nord, si osserva come il primo tratto di costa da Cattolica a Marebello sia caratterizzato da abbassamenti di 4-5 mm/anno che risultano raddoppiati rispetto al trend del periodo precedente, 1987-1999 (2-3 mm/anno). Un comportamento simile lo si nota anche immediatamente più a nord, nel litorale riminese, con abbassamenti di circa 9 mm/anno (con un'unica punta di 13 mm/anno) che nel periodo precedente non superavano i 6 mm/anno. A Torre Pedrera si torna su abbassamenti più contenuti intorno a 6 mm/anno, comunque in aumento rispetto ai valori precedenti. Procedendo verso Cesenatico gli abbassamenti aumentano progressivamente attestandosi a Bellaria intorno a 10 mm/anno (con un'unica punta di 13 mm a foce Rubicone), mentre nel litorale compreso tra Cesenatico e Pinarella di Cervia si notano abbassamenti di poco inferiori con 7-8 mm/anno. Complessivamente, in questo tratto da Bellaria a Pinarella di Cervia, si evidenzia una sostanziale continuità rispetto al periodo precedente. Da Cervia sino a Lido di Classe gli abbassamenti si attestano mediamente intorno a 10 mm/anno (con qualche punta di 13 mm a Milano Marittima). Rispetto al periodo precedente si rileva qui un leggero incremento del fenomeno. Una tendenza più marcata all'aumento degli abbassamenti si rileva lungo l'intero tratto successivo da Lido di Savio (10 mm/anno) sino a Marina di Ravenna (8-11mm/anno). Tra queste due località si registrano anche i valori di abbassamento più elevati rispetto all'intero litorale, con una zona che va dalla Pineta di Classe sino a Lido Adriano mediamente intorno a 15 mm/anno e due punte intorno a 19 mm/anno a Lido di Dante, in prossimità della foce dei Fiumi Uniti. Si deve rilevare che per quest'ultimo paraggio - storicamente critico - nel periodo precedente, 1987-1999, l'abbassamento era mediamente di circa 10 mm/anno, con qualche picco di circa 13 mm/anno presso la foce dei fiumi Uniti. In corrispondenza di Porto Corsini si notano abbassamenti tra i 10 e i 13 mm/anno, di poco inferiori a quelli del periodo precedente. Procedendo verso la foce del Fiume Reno ci si attesta intorno a 10 mm/anno mediamente come nel periodo precedente. Successivamente, il tratto storicamente critico di Dosso degli Angeli, che nel periodo precedente presentava punte di abbassamento di 18 mm/anno, ora appare in riduzione, con un valore massimo di 13 mm/anno. Il litorale successivo sino a Lido di Volano presenta una leggera riduzione degli abbassamenti, che ora sono generalmente compresi tra 6 e 9 mm/anno con punte di circa 10 mm in corrispondenza di Lido delle Nazioni e Lido di Volano.

L'arco di litorale prospiciente la Sacca di Goro presenta abbassamenti medi intorno a 10 mm/anno, in riduzione rispetto alla precedente tendenza. A proposito di quest'ultimo tratto, va detto che gli abbassamenti osservati, in particolare, dal confine nord del Bosco della Mesola sino a Gorino sono in parte da attribuirsi al peso e al costipamento dell'argine a mare presente; difatti se spostiamo l'osservazione all'immediato entroterra di Goro e Gorino gli abbassamenti si dimezzano. Infine, sul caposaldo isolato ubicato presso il Faro di Goro alla foce del Po di Goro si osserva un abbassamento di 9 mm/anno.

Si può stimare in circa 100 milioni di m³ il quantitativo di materiale sottratto dalla subsidenza lungo tutto il litorale, dal 1950 al 2005, e in poco meno di 1 milione di m³ la sottrazione annuale dell'ultimo periodo, 1999-2005.



SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Opere trasversali che interferiscono con la dinamica costiera</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA		FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Osservazione di foto aeree e conoscenza del territorio</i>		

Descrizione dell'indicatore

Le opere portuali e le strutture trasversali alla costa, presenti lungo il litorale regionale, interferiscono con la dinamica litoranea, producendo effetti generali sul trasporto delle sabbie lungo costa, ostacolando il flusso, e impatti localizzati, rappresentati da avanzamenti accentuati della linea di riva, in favore di corrente, e arretramenti per sottoalimentazione ed erosione, sottoflutto alle stesse.

Tra le strutture riportate nella presente relazione si distinguono quelle che producono significative modificazioni del trasporto solido litoraneo, rispetto ad altre che interferiscono meno con le dinamiche costiere.

Scopo dell'indicatore

L'indicatore fornisce una panoramica delle opere portuali e delle strutture trasversali alla costa, presenti lungo il litorale regionale, che interferiscono in maniera significativa con la dinamica litoranea.



Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.3: Distribuzione delle opere trasversali che interferiscono con la dinamica costiera lungo il litorale emiliano-romagnolo



Fonte: Arpa Emilia-Romagna
Figura 9C.4:
 Esempi di fenomeni di divaricazione della linea di riva in corrispondenza dei porti di Rimini, Cesenatico e Porto Garibaldi (rispettivamente dall'alto verso il basso)



Commento ai dati

Le opere trasversali alla costa, elencate di seguito, interferiscono in vari modi sulla dinamica litoranea e sul trasporto dei sedimenti lungo costa, al punto che in alcuni casi gli scambi tra zone adiacenti sono estremamente ridotti. Questo ha portato alla frammentazione della costa emiliano-romagnola che fino ai primi anni del '900 era un sistema unico da Cattolica al delta del Po.

L'effetto più evidente dovuto all'interferenza delle opere trasversali con le dinamiche costiere è la formazione di localizzati squilibri nell'evoluzione della linea di riva, consistenti in forti accumuli sopraflutto ed erosione sottoflutto alle opere stesse.

Le opere portuali che maggiormente interferiscono sulla dinamica litoranea sono le seguenti:

- Porto canale di Rimini;
- Porto canale di Cesenatico;
- Porto Garibaldi.

Altre opere che producono impatti significativi, ma inferiori rispetto a quelli causati dai tre porti precedentemente citati, sono elencate di seguito:

- Porto di Cattolica;
- Porto Verde;
- Porto di Riccione;
- Porto canale di Bellaria;
- Porto di Cervia;
- Porto Corsini (Ravenna);
- Porto canale di Casalborgorsetti.

Tra queste opere va segnalato anche il Porto lagunare di Goro. Questa struttura non si affaccia in mare aperto, ma è ad esso collegato da un canale sottomarino d'accesso, profondo 3 m e lungo 5 km, che agisce da trappola dei sedimenti che si spostano dallo Scanno di Goro verso la spiaggia di Volano.

Altre opere trasversali che interferiscono in maniera minore con le dinamiche costiere sono quelle poste a protezione delle foci dei fiumi, dei canali di scolo e dei canali di bonifica, elencati di seguito:

- Fiume Marecchia;
- Fiume Savio;
- Fiume Lamone;
- Fossa dei Molini di Viserba;
- Canalino delle Saline di Cervia;
- Canale di Via Cupa;
- Canale in destra Reno.



Stato

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Variazione della linea di riva</i>	DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	<i>Metri</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1991-2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Ogni sette-otto anni</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Confronto di rilievi aereofotogrammetrici della costa effettuati in periodi differenti e georeferenziati e di rilievi diretti della linea di riva con DGPS</i>		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore descrive la tendenza evolutiva del litorale emiliano-romagnolo in termini di variazione della linea di riva ottenuta confrontando rilievi eseguiti nel 1991, 1998 e 2006.

I primi due rilievi sono stati effettuati con riprese aeree dalle quali sono state ricavate le linee di riva, mentre nel 2006 la linea di costa è stata rilevata direttamente con il DGPS.

Il confronto, effettuato per l'intero litorale regionale, ha portato al riconoscimento di tre tendenze evolutive della linea di riva: in avanzamento, stabile e in arretramento (vedi tabella).

I dati sono presentati per singola macrocella (figura 9C.1) e per la classificazione dei singoli tratti costieri è stato scelto come valore significativo la variazione della linea di riva di almeno 10 m in sette-otto anni (intervallo di tempo intercorso tra un rilievo e l'altro), su tratti di costa estesi almeno 100 m.

Occorre sottolineare che la linea di riva è un parametro che non evidenzia la reale tendenza evolutiva del paraggio, in quanto risente fortemente degli interventi di ripascimento e di prelievo, operazioni queste sempre più frequenti negli ultimi decenni.

Classificazione delle variazioni della linea di riva

Classe	Definizione
Avanzamento	Avanzamento della linea di riva superiore ai 10 m per tratti estesi almeno un centinaio di metri
Stabile	Variazioni della linea di riva inferiori ai 10 m per tratti estesi almeno un centinaio di metri
Arretramento	Arretramenti superiori ai 10 m per tratti estesi almeno un centinaio di metri



Scopo dell'indicatore

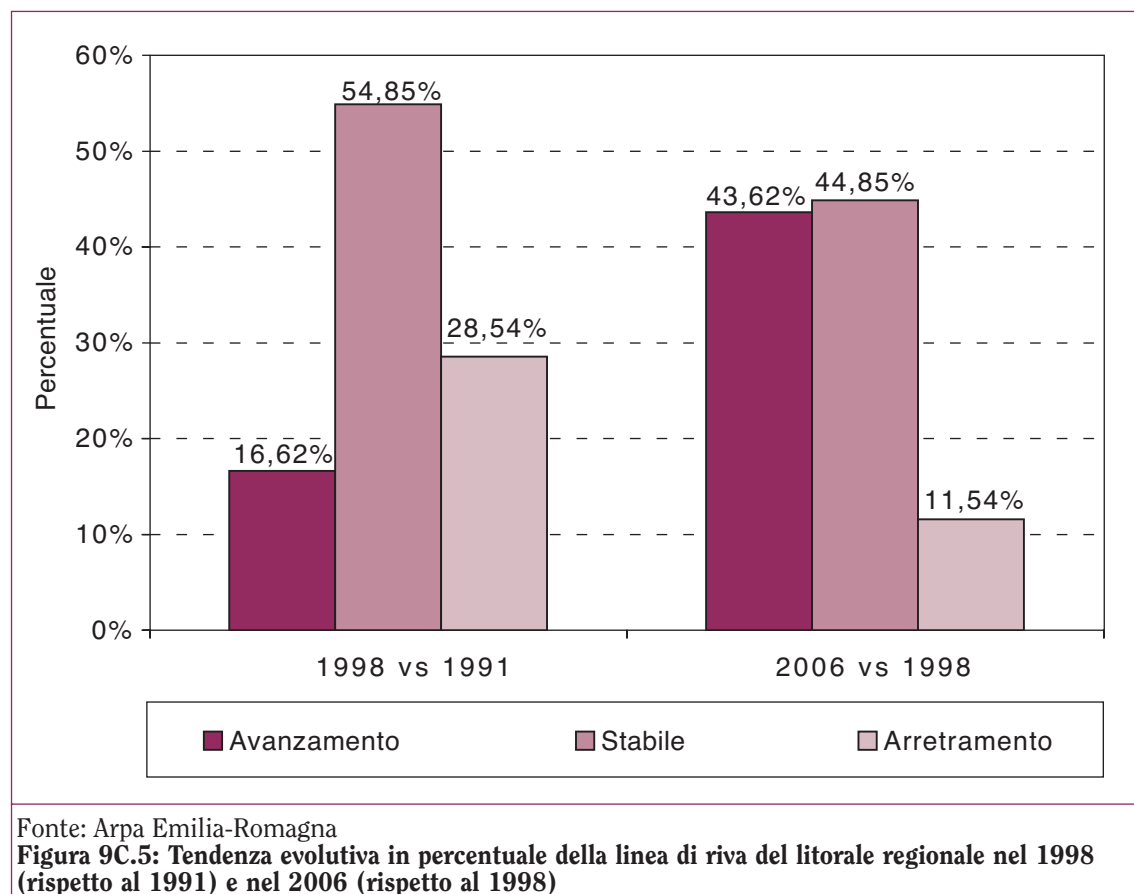
Fornire indicazioni sulla tendenza evolutiva della linea di riva lungo il litorale emiliano-romagnolo.

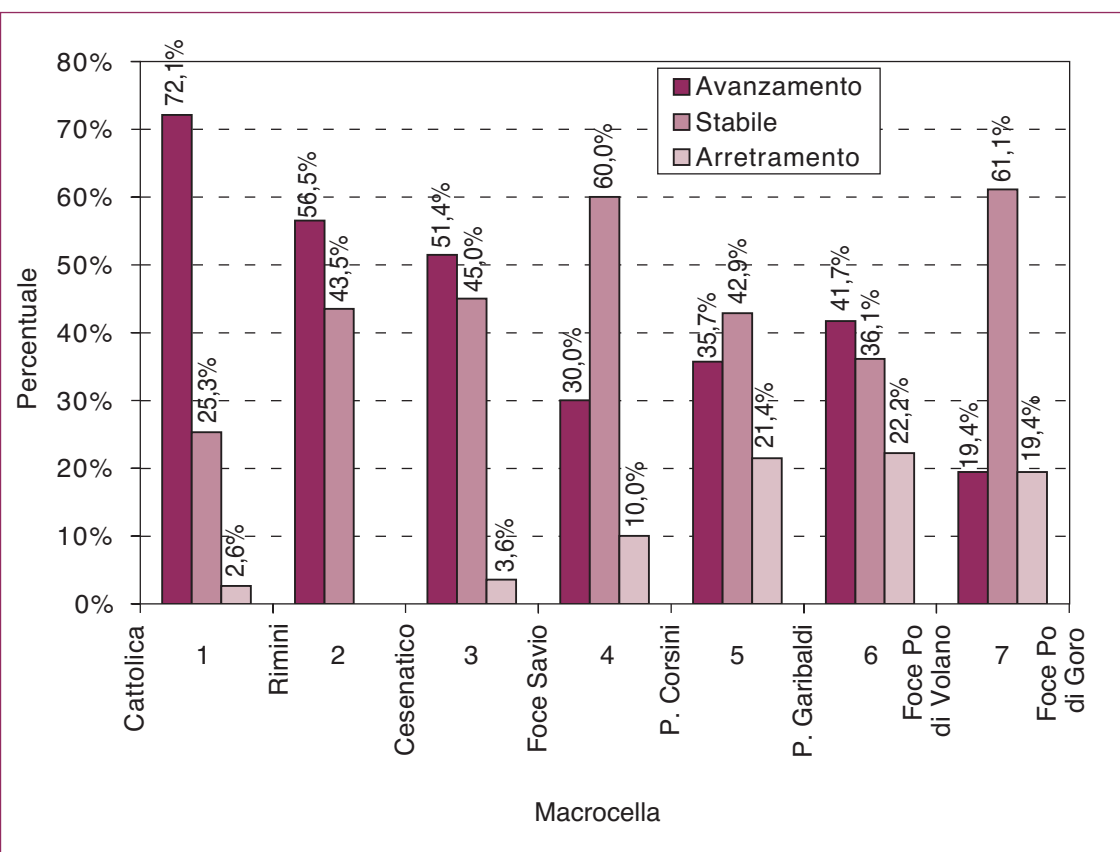
Grafici e tabelle

Tabella 9C.3: Estensione (km) dei tratti costieri regionali con linea di riva in arretramento, stabili e in avanzamento, nel 1998 (rispetto al 1991) e nel 2006 (rispetto al 1998)

Tendenza della linea di riva	1998 vs 1991	2006 vs 1998
Avanzamento (km)	21,6	56,7
Stabile (km)	71,3	58,3
Arretramento (km)	37,1	15

Fonte: Arpa Emilia-Romagna





Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.6: Situazione evolutiva della linea di riva nelle sette macrocelle che compongono il litorale regionale nel 2006 (rispetto al 1998)

Commento ai dati

La variazione nel tempo della linea di riva è un parametro di facile acquisizione e utile per un'analisi preliminare dello stato dei litorali. Questo dato può essere utilizzato per definire in linea generale la tendenza evolutiva delle spiagge, ma non basta a definire lo stato reale del litorale perché risulta in parte falsato dalle continue movimentazioni di sabbia effettuate sulla spiaggia (ripascimenti, prelievi e argini invernali).

La figura 9C.5 e i dati riportati in tabella 9C.3 evidenziano nel periodo 1998-2006 un netto miglioramento della situazione rispetto al periodo precedente 1991-1998: i tratti in arretramento sono infatti più che dimezzati, mentre quelli in avanzamento sono più che raddoppiati (per approfondimenti si rimanda a Preti et al., 2008).

Nel tratto Cattolica-Foce Savio (macrocelle 1, 2 e 3) la percentuale delle spiagge in arretramento è molto bassa e questo aspetto è strettamente correlato all'apporto dall'esterno di circa 1,4 milioni di m³ di sabbia (figura 9C.1 e 9C.6).

Tra Foce Savio e Porto Corsini (macrocella 4) le spiagge in arretramento sono solo il 10%, nonostante la forte subsidenza.

Il tratto da Porto Corsini allo Scanno di Goro (macrocelle 5, 6 e 7) è quello che presenta la situazione peggiore e, nonostante i ripascimenti eseguiti nel 1998-2006, circa il 20% delle spiagge hanno subito un arretramento.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Stato del litorale</i>	DPSIR	<i>S</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Percentuale</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2000-2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Calcolo dei volumi di sabbia accumulata ed erosa (m^3/m) ottenuto dal confronto di rilievi topo-batimetrici, tenendo conto degli interventi di ripascimento e dei prelievi (m^3/m), delle perdite dovute alla subsidenza (m^3/m) e della presenza di opere di difesa</i>		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore esprime lo stato del litorale emiliano-romagnolo in termini di tendenza delle spiagge all'erosione o all'accumulo e in termini di necessità delle stesse di essere protette con interventi di difesa. Tale indicatore tiene conto di molteplici aspetti: delle variazioni di volume a carico di spiaggia emersa e sommersa, degli interventi di ripascimento, dei prelievi di sabbia, dell'evoluzione della linea di riva, della presenza di opere di difesa rigide e, in generale, del territorio circostante.

L'analisi dello stato si basa sulla distinzione in quattro tipi di tratti costieri classificati secondo le definizioni riportate nella tabella che segue: tratti in accumulo, tratti stabili, tratti in equilibrio precario e tratti critici. L'indicatore esprime la percentuale di spiagge emiliano-romagnole attribuibili a ciascuna classe.

L'analisi del litorale è stata effettuata per tratti contraddistinti da caratteristiche omogenee della lunghezza variabile tra le centinaia di metri e alcuni chilometri, mentre si è scelto di presentare di seguito il dato raggruppato per macrocella, secondo la suddivisione riportata nell'introduzione del presente capitolo. Partendo dai rilievi topo-batimetrici della rete regionale del 2000 e 2006, per ogni tratto di litorale sono stati quantificati i volumi di sabbia accumulata o erosa sulla spiaggia emersa e sommersa fino alla batimetrica dei 2,5 m o fino alla linea delle scogliere, includendo nel calcolo: il volume di materiale apportato con il ripascimento, il volume di sedimenti prelevati, e la perdita in volume di sabbia causata dal fenomeno della subsidenza.

Ai fini dell'attribuzione dei tratti costieri alle varie classi, come variazione di volume di sabbia significativa è stato scelto il valore indicativo di $30 m^3/m$ riferito al periodo intercorso tra i due monitoraggi del 2000 e del 2006. Sulla base dell'esperienza maturata nell'ambito della gestione e della manutenzione delle spiagge regionali, si è ritenuto infatti che perdite o accumuli compresi entro i $30 m^3/m$ in 6 anni (corrispondenti ai $5 m^3/m$ anno) possono essere considerate variazioni modeste, tipiche di un litorale in equilibrio. Tuttavia è necessario segnalare che tale valore di riferimento è stato utilizzato in maniera flessibile, valutando volta per volta la rappresentatività del dato e la coerenza di questo con gli altri elementi caratterizzanti quali: la tendenza evolutiva della linea di riva, la presenza o meno di opere di difesa rigide e la conoscenza approfondita del territorio e delle attività umane insistenti sul tratto costiero in esame.



Classificazione dello stato del litorale

Classe	Definizione
Tratti in accumulo	Spiagge in accumulo potenzialmente idonee al prelievo di sabbia
Tratti stabili	Spiagge prive di opere di difesa in condizioni di equilibrio, ossia che non evidenziano perdite o accumuli di sabbia significativi, e che non necessitano di nessun intervento di protezione
Tratti in equilibrio precario	Spiagge protette e non con opere di difesa rigide il cui equilibrio è mantenuto con interventi di manutenzione di vario tipo eseguiti ogni 5-6 anni
Tratti critici	Spiagge in erosione, che subiscono perdite di sabbia significative, e che necessitano di continui e frequenti interventi di difesa

Scopo dell'indicatore

Fornire indicazioni sullo stato del litorale emiliano-romagnolo in termini di tendenza delle spiagge all'erosione, all'equilibrio o all'accumulo e in termini di necessità o meno di protezione delle stesse.

Tale indicatore tiene conto di molteplici aspetti: delle variazioni di volume a carico di spiaggia emersa e sommersa, degli interventi di ripascimento, dei prelievi di sabbia, dell'evoluzione della linea di riva, della presenza di opere di difesa rigide e, in generale, delle caratteristiche del territorio circostante.

Grafici e tabelle

Tabella 9C.5: Estensione dei tratti costieri in accumulo, stabili, in equilibrio precario e critici sul litorale emiliano-romagnolo (2006 vs 2000)

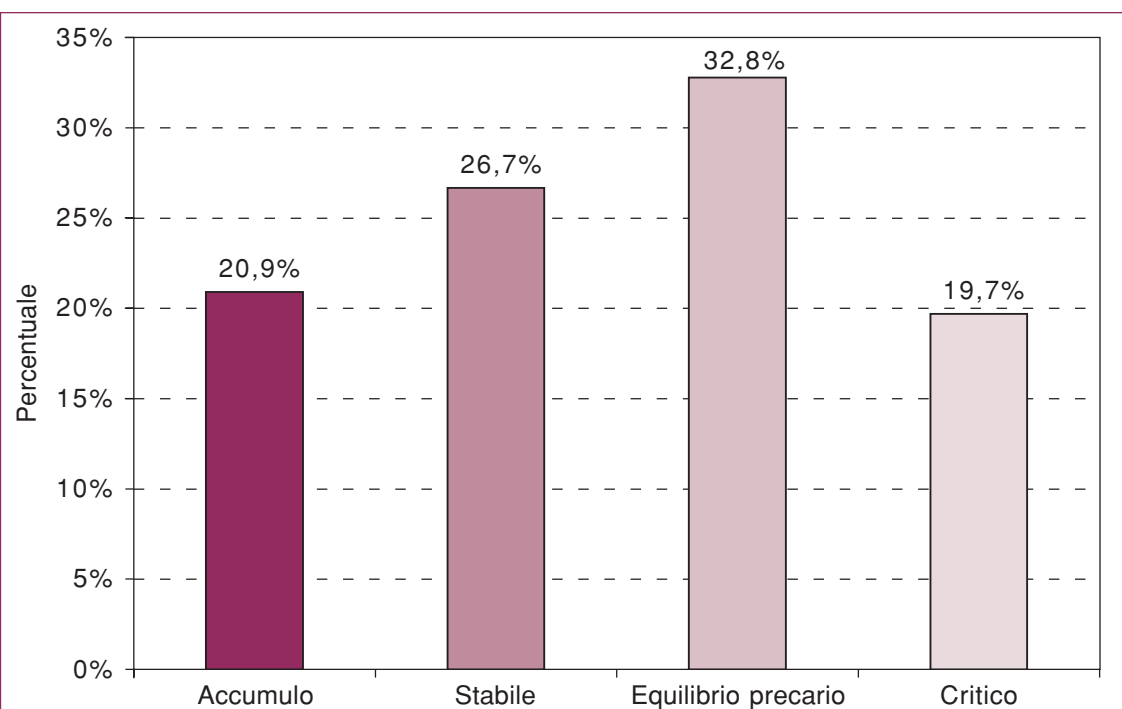
Tratti	Macrocelle* (km)							Litorale (km)
	1	2	3	4	5	6	7	
Accumulo	10,1	5,2	0,0	1,3	5,3	0,0	4,0	26,9
Stabile	2,8	0,4	6,0	6,3	0,1	0,0	18,7	34,3
Equilibrio precario	2,8	13,2	4,7	5,0	6,0	10,4	0,0	42,1
Critici	3,2	0,8	2,6	6,5	7,6	3,6	1,0	25,3
Totale	18,9	19,6	13,3	19,1	19,0	14,0	23,7	128,5

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Nota: vedi figura 9.C.1 a pag. 739

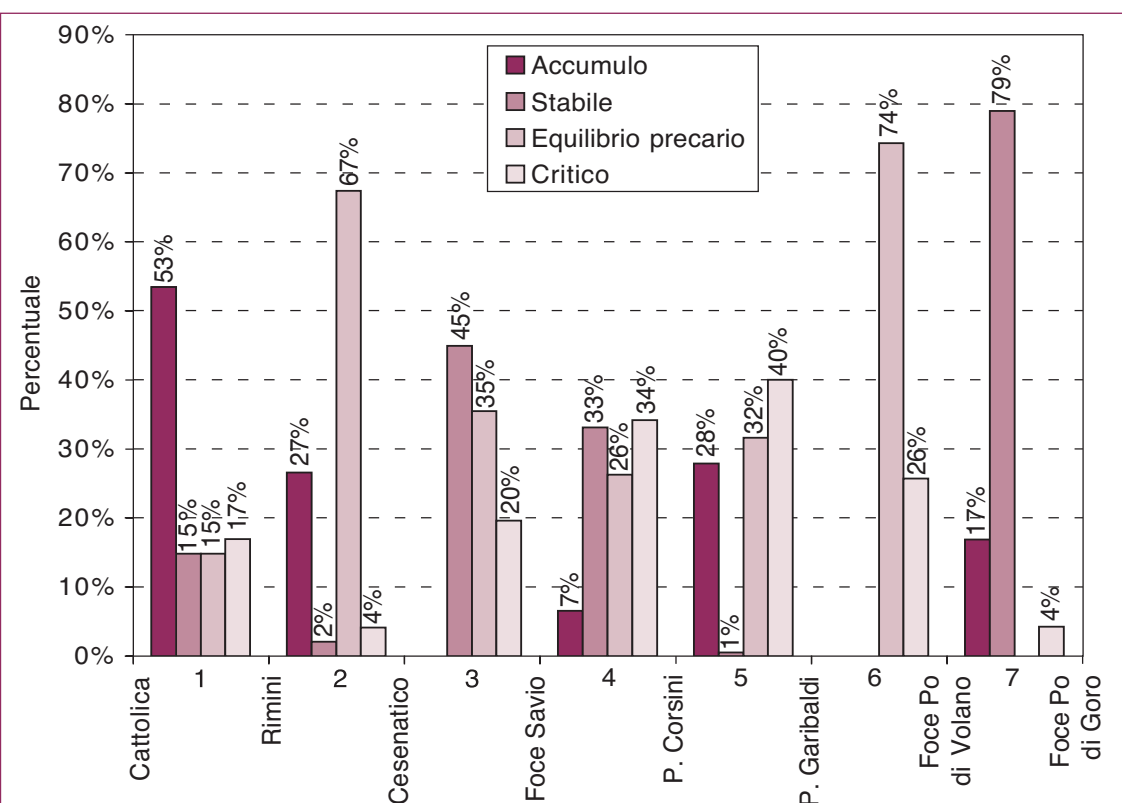


Erosione costiera



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.7: Stato del litorale emiliano-romagnolo (2006 vs 2000) suddiviso per classi di erosione



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.8: Stato delle spiagge emiliano-romagnole in ognuna delle sette macrocelle* in cui è suddivisa la costa, suddiviso per classi di erosione (2006 vs 2000)

Nota: vedi figura 9.C.1 a pag. 739



Commento ai dati

La situazione del litorale emiliano-romagnolo è, nel complesso, in miglioramento.

Su circa 130 km di costa, 25 km di spiaggia versano in condizioni di criticità. In termini percentuali, quindi, il 20% circa di litorale regionale necessita di ripetuti e frequenti interventi di manutenzione, perché soggetto a forte erosione. La situazione del restante 80% di costa è positiva: il 60% delle spiagge è in sostanziale equilibrio, mentre il 20 % è in accumulo. Tre le spiagge in equilibrio si distinguono quelle naturalmente stabili (~27%) e quelle stabilizzate (~33%). Per spiagge stabilizzate si intendono quei tratti di litorale che devono il proprio equilibrio a opere di difesa rigida, a ripascimenti o, in generale, a interventi di manutenzione di vario tipo effettuati con frequenze di 5-6 anni.

Entrando nel dettaglio di ciascuna macrocella, la situazione varia da zona a zona.

Il tratto tra Foce Savio e Porto Garibaldi (macrocelle 4 e 5) è caratterizzato dalle maggiori percentuali di tratti critici; su questo tratto sono, infatti, presenti circa 14 km di spiagge in condizioni di criticità, di fatto più della metà dei tratti critici totali.

Le macrocelle 2 (Rimini-Cesenatico) e 7 (Scanno di Goro) sono quelle con la minor percentuale di spiaggia in condizioni critiche. Nella macrocella 2, oltre il 60% delle spiagge è in equilibrio precario, grazie all'azione delle opere di protezione e degli interventi di ripascimento (oltre 2 milioni di metri cubi), mentre la macrocella 7 ha circa l'80% di spiagge stabili in condizioni naturali.

Il tratto tra Porto Garibaldi e Foce Po di Volano (macrocella 6) presenta la maggior percentuale di spiagge in equilibrio precario. In questo tratto e nel paraggio costiero compreso tra Cesenatico e Foce Savio (macrocella 3), non sono state rilevate spiagge in accumulo.

Infine la macrocella 1, relativa al tratto Cattolica Rimini, è quella che presenta il maggior numero di chilometri di spiagge in accumulo.



Risposte

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Tratti protetti da opere rigide	DPSIR	R
UNITA' DI MISURA	Metri	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2007
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Osservazione di foto aeree		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore rappresenta l'inventario dei tratti protetti dai diversi tipi di opere rigide presenti al 2007 lungo il litorale emiliano-romagnolo.

Quelle riportate in tabella non sono le uniche opere di difesa dal mare presenti lungo il litorale regionale. Oltre a esse esistono decine di chilometri di strutture la cui funzione è legata al contenimento degli eventi di acqua alta: gli argini che contornano vaste aree depresse presenti al centro nord al retro della costa, gli argini fluviali in prossimità delle foci di molti corsi d'acqua, le banchine portuali, i muretti e i rilevati artificiali presenti al retro delle spiagge.

Scopo dell'indicatore

Fornire indicazioni sull'estensione delle opere di difesa rigida presenti lungo il litorale regionale.

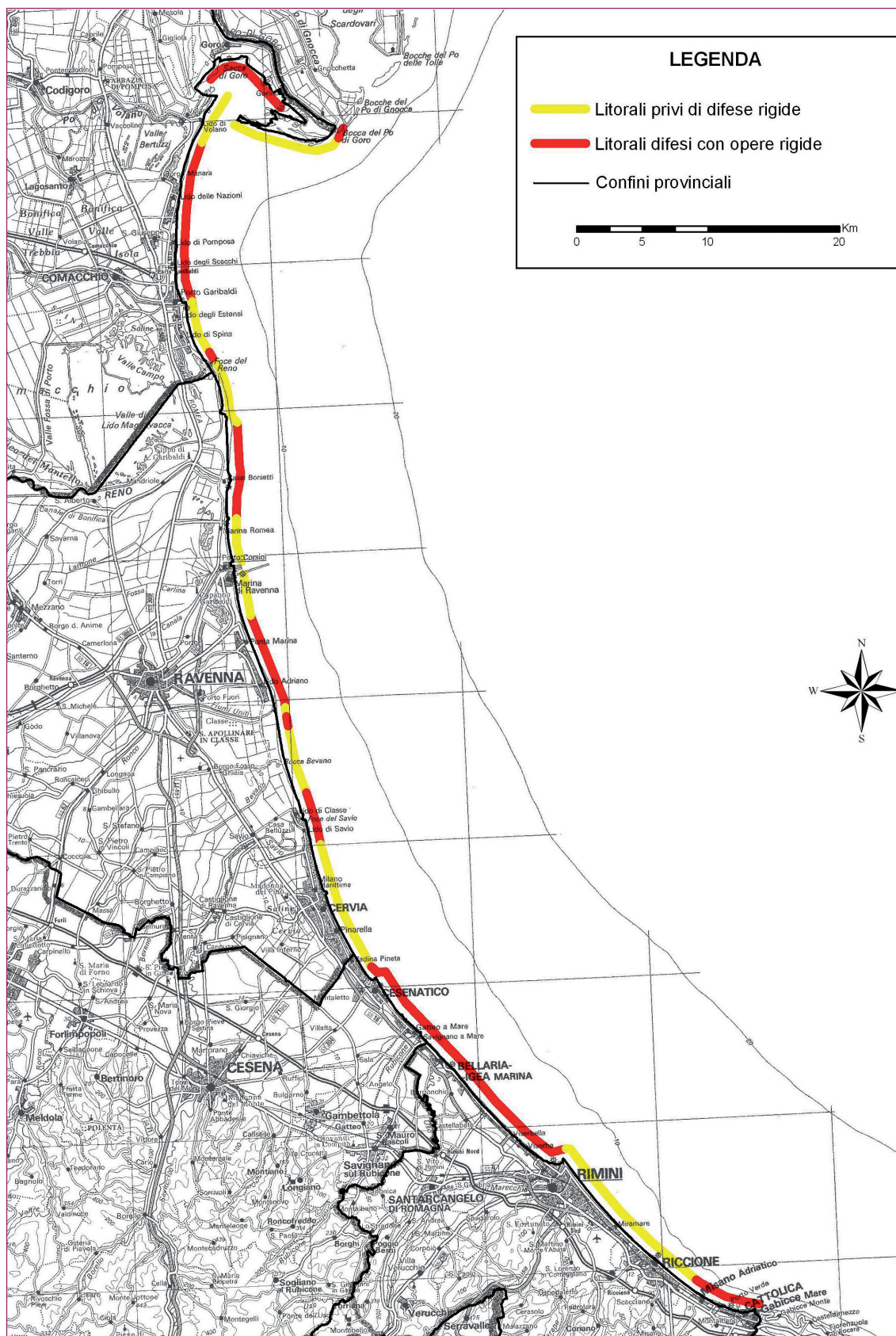
Grafici e tabelle

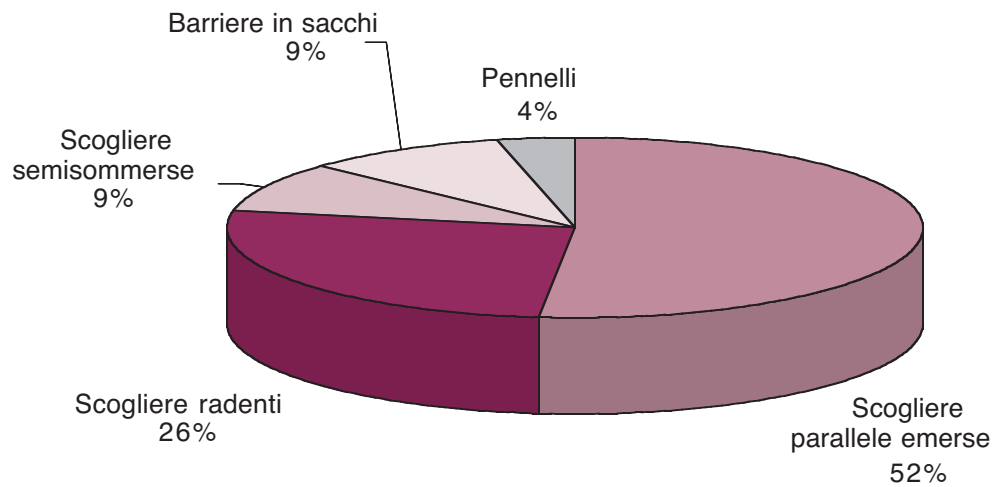
Tabella 9C.6: Lunghezza dei tratti difesi con opere rigide (2007)

Opera	Lunghezza tratto (m)
Scogliere parallele emerse	38.100
Scogliere radenti	19.420
Scogliere semisommerse	6.700
Barriere in sacchi	6.800
Pennelli trasversali*	2.750
Totale	73.770
Lunghezza totale della costa	130.000

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Nota: *A questa voce vanno aggiunti 43 pennelli molto distanti o associati ad altre tipologie di opere di difesa, presenti in varie località del litorale (per i dettagli si rimanda a Preti et al., 2008)





Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.10: Percentuale delle varie tipologie di opere di difesa rigida presenti nel litorale regionale (2007)

Commento ai dati

Oltre la metà delle spiagge emiliano-romagnole (circa 74 km) sono protette da opere rigide di vario tipo. Le più diffuse sono le scogliere parallele emerse che difendono circa 40 km di costa. I restanti 30 km sono protetti da scogliere radenti, scogliere semisommerse e barriere in sacchi e pennelli.



SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Interventi di ripascimento</i>	DPSIR	<i>R</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Metri cubi</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1983-2007</i>
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Quantificazione dei volumi di sabbia portati a ripascimento sulle spiagge</i>		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore definisce l'entità degli interventi di ripascimento eseguiti sul litorale emiliano-romagnolo in termini di volumi di sabbia portati artificialmente sulla costa regionale al fine di allargare le spiagge. I volumi di sabbia portati a ripascimento sono di seguito suddivisi in base alla fonte di provenienza e alla macrocella di destinazione. I dati sono stati presentati in questo modo allo scopo di evidenziare da un lato le fonti di prelievo privilegiate rispetto ad altre e dall'altro la situazione di ciascuna macrocella rispetto a questo tipo di intervento di difesa.

Si è operata una ulteriore suddivisione tra le sabbie movimentate nell'ambito di ogni cella, quindi interne al sistema, rispetto a quelle provenienti dall'esterno.

Sono state considerate interne al sistema le seguenti fonti:

- dragaggi imboccature portuali;
- pulizia spiaggia;
- prelievo da tratti in surplus di sabbia.

Quelle esterne sono invece:

- cave a terra;
- giacimenti sottomarini;
- dragaggio di nuove darsene;
- scavi edilizi.

Questa distinzione risulta necessaria perché la sabbia proveniente da quest'ultime fonti (esterne al sistema) corrisponde al volume necessario per alimentare la costa in compensazione di quanto originariamente portato dai fiumi e di quanto sottratto dalla subsidenza.

Scopo dell'indicatore

Dare un'indicazione sull'entità dei volumi di sabbia portati a ripascimento sulle spiagge emiliano-romagnole in erosione.

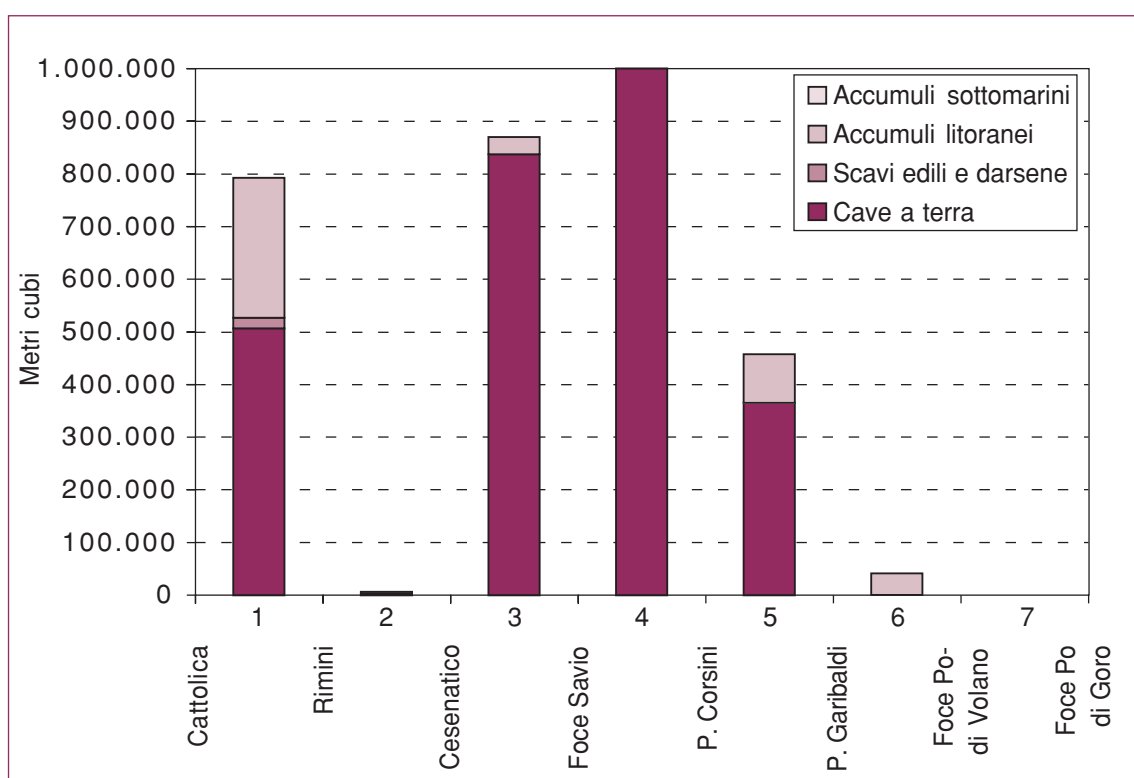


Grafici e tabelle

Tabella 9C.7: Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 1983-1999 sul litorale emiliano-romagnolo suddivisi per macrocelle e fonte di prelievo degli inerti

Macrocella	Cave a terra (mc)	Scavi edili e darsene (mc)	Accumuli litoranei (mc)	Accumuli sottomarini (mc)	Totale (mc)
1	506.150	20.000	265.850	0	792.000
2	2.000	0	4.000	0	6.000
3	837.000	0	32.500	0	869.500
4	1.000.000	0	0	0	1.000.000
5	365.000	0	92.000	0	457.000
6	0	0	41.000	0	41.000
7	0	0	0	0	0
Totale (mc)	2.710.150	20.000	435.350	0	3.165.500

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.11: Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 1983-1999 sul litorale emiliano-romagnolo suddivisi per macrocella* e per fonte di prelievo degli inerti

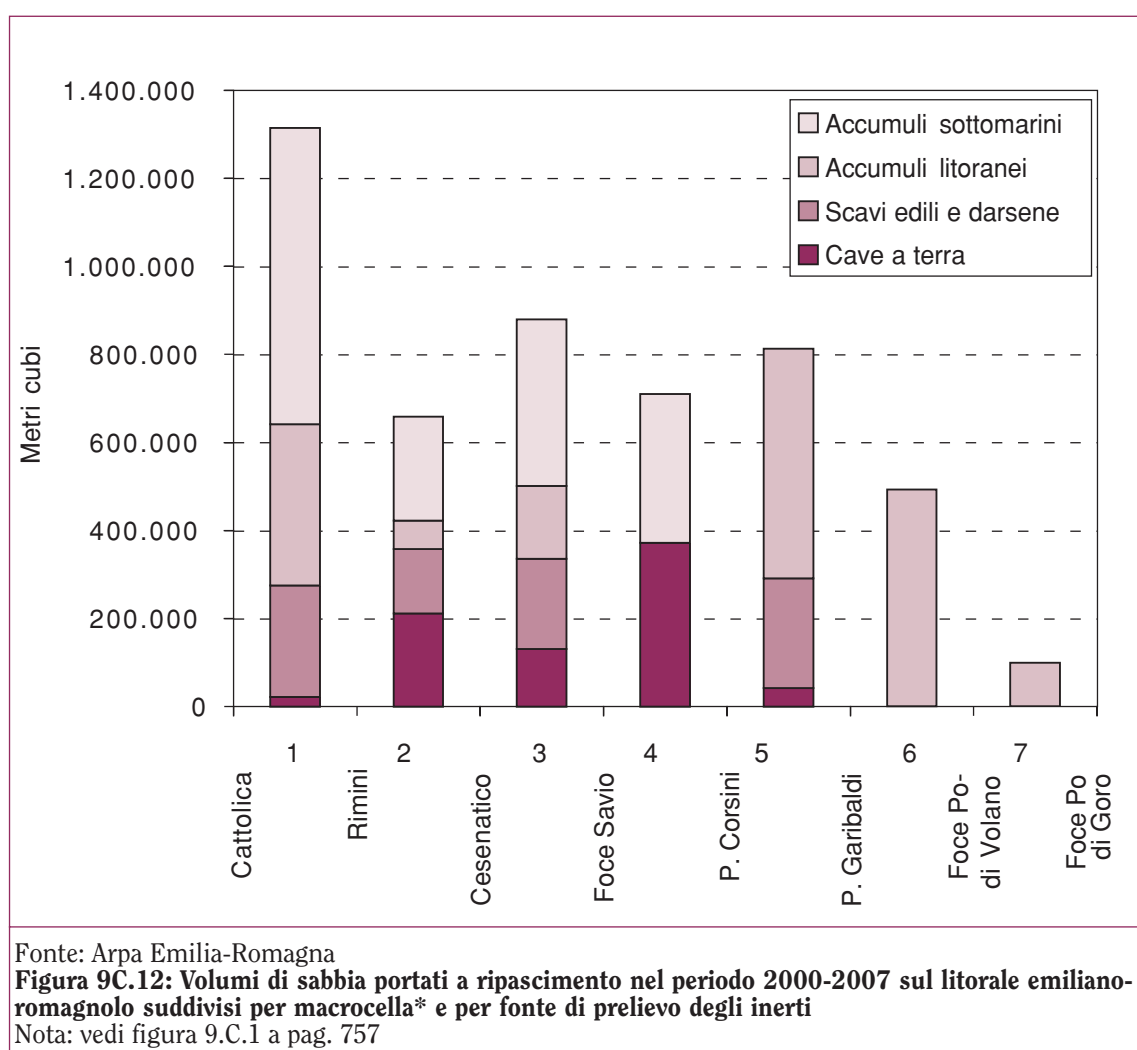
Nota: vedi figura 9.C.1 a pag. 739

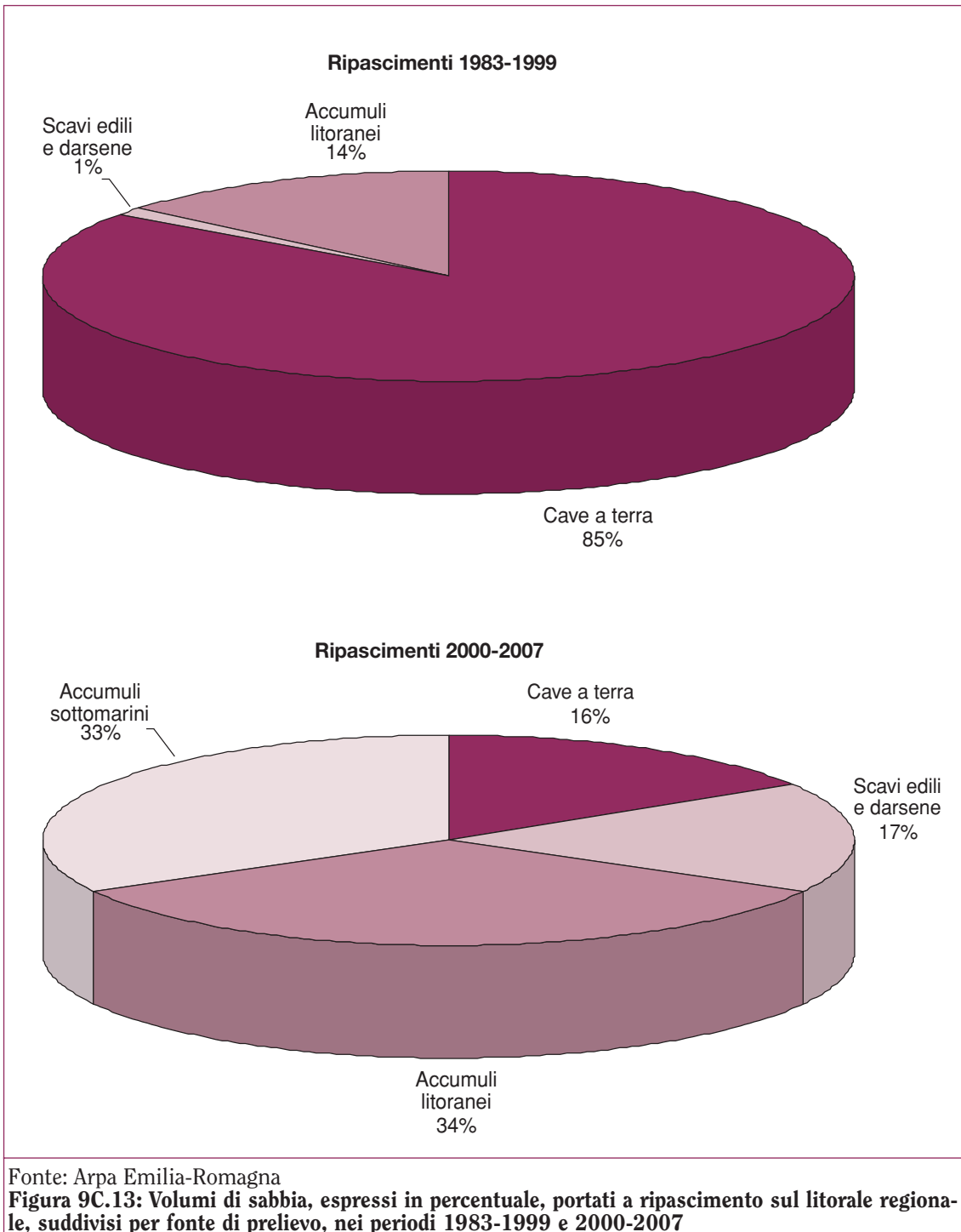


Tabella 9C.8: Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 2000-2007 sul litorale emiliano-romagnolo suddivisi per macrocella e fonte di prelievo degli inerti

Macrocella	Cave a terra (mc)	Scavi edili e darsene (mc)	Accumuli litoranei (mc)	Accumuli sottomarini (mc)	Totale (mc)
1	21.250	253.300	36.6160	673.115	1.313.825
2	211.037	146.087	6.4716	235.988	657.828
3	130.628	204.890	165.217	378.099	878.834
4	371.175	0	0	337.997	709.172
5	4.1150	250.000	521.355	0	812.505
6	0	0	492.200	0	492.200
7	0	0	99.000	0	99.000
Totale (mc)	775.240	854.277	170.8648	1.625.199	4.963.364

Fonte: Arpa Emilia-Romagna







Commento ai dati

Tra il 1983 e il 2007 sono stati portati a ripascimento circa 8 milioni di metri cubi di sabbia: 3 milioni in 16 anni, tra il 1983 e il 1999, e 5 milioni di metri cubi in 7 anni, tra il 2000 e il 2007.

Nel periodo 1983 e il 1999, i maggiori ripascimenti sono stati effettuati tra Cesenatico e Porto Garibaldi e tra Cattolica e Rimini. L'85% delle sabbie utilizzate deriva da cave a terra, la restante parte da accumuli litoranei.

Nel periodo 2000-2007, il tratto in cui sono stati effettuati i maggiori ripascimenti è quello compreso tra Cattolica e il Porto di Rimini, dove sono stati portati circa 1.300.000 metri cubi di sabbia. I minori ripascimenti (100.000 metri cubi), invece, sono stati eseguiti nel tratto compreso tra Po di Volano e Po di Goro.

Per quanto riguarda le fonti di prelievo, in questo periodo la situazione è notevolmente cambiata perchè nel 2002 e nel 2007 sono stati effettuati due grandi interventi con sabbie sottomarine: circa il 70% delle sabbie totali apportate sono provenienti da cave sottomarine o da spiagge in avanzamento, mentre il restante 30% deriva da cave a terra, scavi edili e dragaggi di porti e darsene.

Le sabbie provenienti dagli accumuli sottomarini sono state impiegate per il ripascimento delle spiagge comprese tra Cattolica fino a Porto Corsini, mentre nel tratto a nord, fino al confine regionale, sono state utilizzate prevalentemente quelle dragate dagli accumuli litoranei.



Commenti tematici

Nel corso del '900, il sistema ambientale litoraneo della regione Emilia-Romagna è stato oggetto di una profonda trasformazione dovuta all'urbanizzazione e all'intenso sviluppo turistico, che ne hanno cambiato radicalmente gli originari caratteri paesaggistico-ambientali e lo hanno reso estremamente fragile.

A partire dagli anni '50, il trasporto solido fluviale ha subito un crollo, portando le spiagge a essere sottoalimentate dal punto di vista delle sabbie. L'intensificazione dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee e dei giacimenti di metano posti in corrispondenza o in prossimità della costa, ha avuto come conseguenza l'incremento della subsidenza della fascia costiera. Tale fenomeno rappresenta una delle cause principali dell'erosione costiera e le perdite in volume di sabbia imputabili all'abbassamento del suolo nell'ultimo periodo si stimano pari a 1 milione di metri cubi l'anno (la perdita ammontava a 2 milioni di metri cubi l'anno fino ai primi anni '90). Nei primi anni del '900, tra Cattolica e Volano il litorale regionale era costituito da una unica spiaggia, lunga più di 100 km, bassa e sabbiosa con dune al retro. Per ragioni legate allo sviluppo della marineria militare e civile, i numerosi approdi presenti lungo le foci dei fiumi o dei portocanali sono stati potenziati. Per garantire l'accesso a grandi imbarcazioni i canali sono stati allargati, approfonditi e protetti con moli in cemento armato che in seguito sono stati ulteriormente prolungati. In alcuni casi, queste opere trasversali hanno interferito notevolmente con il trasporto delle sabbie lungo costa, ostacolandone il flusso e hanno determinato impatti localizzati in corrispondenza delle strutture stesse, consistenti in accentuati avanzamenti della linea di riva in favore di corrente e arretramenti sottoflutto. Per una gestione razionale ed efficiente di una costa così intensamente antropizzata, è di fondamentale importanza la conoscenza approfondita della tendenza evolutiva del litorale e del territorio circostante. Nella presente relazione lo stato della costa regionale è stato descritto attraverso due indici: la variazione della linea di riva e lo stato del litorale.

Questi indici sono stati ideati per fornire un quadro il più possibile oggettivo e realistico dello stato delle spiagge, basato sull'analisi dei molteplici aspetti che caratterizzano il litorale e dei fattori che influiscono sulla dinamica costiera. L'indice di variazione della linea di riva, ricavato confrontando linee di riva rilevate in periodi differenti, anche se in parte falsato dall'effetto prodotto dai ripascimenti e dai prelievi, fornisce utili informazioni riguardo la tendenza evolutiva generale della spiaggia. Il dato emerso nella presente relazione evidenzia un miglioramento della situazione nel 2006 rispetto al 1998, con una nettissima diminuzione dei chilometri di spiaggia in arretramento e un notevole aumento dei tratti in avanzamento e stabili. Al 2006, il 12% della costa risulta in arretramento, mentre i tratti stabili e in avanzamento sono rispettivamente il 45% e il 44%.

Questa tendenza generale al miglioramento va ricondotta in primo luogo alle politiche di difesa intraprese dalla Regione negli ultimi anni, in particolare ai molteplici interventi di ripascimento effettuati, ed è confermata dai risultati ottenuti tramite l'indice di stato del litorale. Tale indice, che tiene conto contemporaneamente di aspetti molteplici quali: i volumi di sabbia accumulati ed erosi (dalla spiaggia emersa alla sommersa fino alla -2,5 m o alle scogliere), le perdite dovute alla subsidenza, i ripascimenti/prelievi effettuati e la presenza di opere di difesa rigide, evidenzia una situazione del litorale regionale complessivamente in miglioramento.

Attualmente i tratti critici che necessitano di continui interventi di protezione sono solo il 20% del totale. Il restante 80% di costa è composto per il 33% da tratti che si trovano in condizioni di sostanziale equilibrio grazie all'efficienza delle opere rigide presenti e/o dei ripascimenti effettuati, per il 27% da spiagge stabili prive di difese e per il 20% da tratti in accumulo. Negli anni, le risposte della Regione al problema dell'erosione costiera sono notevolmente cambiate, conformemente alle indicazioni fornite dai numerosi studi effettuati riguardanti l'efficacia degli interventi e il loro impatto sul litorale (Piano Coste 1981 e 1996). Inizialmente, per contrastare l'erosione, si è fatto ricorso quasi esclusivamente alla difesa con opere rigide: tra il 1950 e il 1980, circa 55 km di costa sono stati protetti con scogliere di vario tipo, mentre tra il 1980 e il 2006 queste opere sono state utilizzate solamente su 17 km di litorale. A partire dagli anni '80, infatti, ha iniziato a essere utilizzata la tecnica del ripascimento con sabbia prelevata inizialmente da cave a terra e, in seguito, da scavi edili, accumuli litoranei e giacimenti sottomarini. A partire dal 1995 è iniziata la costruzione di scogliere semisommerse combinate a interventi di ripascimento, concepite quindi come strutture di contenimento delle sabbie apportate artificialmente. Il passaggio dalla difesa delle spiagge con opere di difesa rigida a quella con gli interventi di ripascimento è avvenuto in maniera graduale, ed è iniziato sotto l'impulso delle indicazioni fornite dal Piano Costa 1981 e dal Piano Costa 1996. Entrambi i lavori hanno dimostrato che tali strutture producono forti impatti paesaggistico-ambientali e che innescano intensi processi erosivi nelle spiagge sottoflutto alle opere stesse.

L'affermazione della tecnica del ripascimento e il suo pieno recepimento da parte delle Amministrazioni competenti ha richiesto oltre 20 anni. Infatti, solamente nel 2005, con l'approvazione del Piano per la Gestione



Integrata della Zona Costiera (GIZC) il ripascimento è stato riconosciuto come la migliore strategia di difesa del litorale emiliano-romagnolo.

Al 2007 risulta che circa 74 km di litorale regionale sono protetti da opere rigide di vario genere e che le scogliere parallele emerse sono le strutture più diffuse (circa 40 km). L'intenzione è quella di mantenere queste strutture in opera nel breve e medio periodo, sfruttando la loro efficacia nella riduzione dell'energia del moto ondoso che comporta minori costi di manutenzione delle spiagge protette. La rimozione totale di tali opere al momento è da escludere perchè richiederebbe una quantità enorme di finanziamenti e di volumi di sabbia per ripristinare il profilo naturale del fondale.

Il monitoraggio degli interventi di ripascimento fino a ora eseguiti sul litorale regionale, ha dimostrato che questa tecnica è in grado di allargare le spiagge in breve tempo di decine di metri, con un impatto ambientale pressoché nullo, soprattutto se le sabbie utilizzate sono quelle prelevate da accumuli litoranei o sottomarini. Questa tecnica, inoltre, porta notevoli benefici anche alle spiagge sottoflutto, che vengono alimentate con i materiali asportati dalle zone oggetto di ripascimento.

I ripascimenti eseguiti tra il 1983 e il 1999 ammontano a oltre 3 milioni di metri cubi di sabbia, provenienti per l'85% da cave a terra. Diversamente, tra il 2000 e il 2007, le fonti maggiormente sfruttate sono state gli accumuli litoranei (34%) e quelli sottomarini (33%). In questo caso gli apporti ammontano a circa 5 milioni di metri cubi di sabbia.

Sintesi finale

- 😊 Il ripascimento è la migliore strategia di difesa dall'erosione del litorale emiliano-romagnolo. Questa tecnica, permette di allargare le spiagge in breve tempo, con un impatto ambientale molto basso. Le sabbie asportate da queste zone vanno poi ad alimentare le spiagge sottoflutto attraverso le correnti lungo costa.
- 😐 Le opere di difesa rigide sono efficaci nella riduzione dell'energia del moto ondoso, ma molto impattanti dal punto di vista paesaggistico-ambientale.
- 😞 La subsidenza, allo stato attuale, è il fattore che maggiormente minaccia la stabilità e l'evoluzione futura del litorale regionale.

Messaggio chiave

- 😊 Grazie alle politiche di difesa della costa dall'erosione intraprese dalla Regione negli ultimi anni, la situazione del litorale regionale è complessivamente migliore.

Bibliografia

1. IDROSER (1981) "Piano progettuale per la difesa della costa adriatica emiliano-romagnola", Bologna.
2. IDROSER (1985) "Ricerca di depositi sabbiosi sul fondo del mare Adriatico da utilizzare per il ripascimento delle spiagge in erosione", Bologna.
3. IDROSER (1990) "Ricerca di depositi sabbiosi sul fondo del mare Adriatico da utilizzare per il ripascimento delle spiagge in erosione, 2a campagna", Bologna.
4. IDROSER (1996) "Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della Regione Emilia-Romagna", Bologna.
5. ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2001) "Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine – Progetto esecutivo. Relazione generale".
6. ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2004) "Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del



- litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine. Monitoraggio 2002 – 2005. Annualità 2003. Relazione”.
7. ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2005) “Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine. Monitoraggio 2002 – 2005. Annualità 2004. Relazione”.
 8. ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2005) “Monitoraggio degli effetti prodotti sul litorale dalla costruzione della nuova darsena di Rimini. Campagne di rilievi 2000 – 2004. Relazione finale”.
 9. ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2005) “Monitoraggio dell'intervento sperimentale di trasformazione di 6 scogliere emerse in un'unica semi-sommersa a Igea Marina. Campagne di rilievo anno 2004 – Relazione”.
 10. ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2006) “Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola. Misura della rete costiera di controllo della subsidenza – Relazione finale”.
 11. ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2007) “Studio e simulazione, mediante modelli matematici, della dinamica litoranea del tratto costiero tra foce Conca e foce Marano in presenza di vari assetti delle opere di difesa costiera e indicazioni progettuali – Relazione”.
 12. BEACHMED-e (2006) “Operazione Quadro Regionale, La gestione strategica della difesa dei litorali per uno sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mediterraneo”. Sito internet: <http://www.beachmed.it>
 13. Preti M. (1993) “La difesa del territorio costiero in Emilia-Romagna: esperienze e considerazioni”, In: “La difesa dei litorali in Italia”, Roma, Edizioni delle Autonomie.
 14. Preti M. (1999) “Eustatismo, subsidenza e linee di intervento per la difesa del territorio costiero in Emilia-Romagna”, In: Mare e cambiamenti globali: aspetti scientifici e gestione del territorio”, ICRAM, pp. 167-179.
 15. Preti M. (1999) “The Holocene transgression and the land-sea interaction south of the Po delta”, Giorn. Geol., 61.
 16. Preti M. (2002) “Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2000”, Bologna, I Quaderni di ARPA, ARPA Regione Emilia-Romagna.
 17. Preti M. (2002) “Ripascimento di spiagge con sabbie sottomarine in Emilia-Romagna”, Studi Costieri n.5, pp.107 - 134.
 18. Preti M., De Nigris N., (2003) “Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine. Monitoraggio 2002 – 2005. Annualità 2002. Relazione, ARPA Regione Emilia-Romagna”.
 19. Preti M., De Nigris N. (2005) “Studio e proposte d'intervento per ridurre l'erosione del litorale di Milano Marittima e l'insabbiamento del porto di Cervia”, ARPA Regione Emilia-Romagna, Comune di Cervia.
 20. Preti M., Lamberti A., Martinelli L., Albertazzi C., Sammarini S. (2005) “An effort toward renaturalisation of Igea Marina beach: transformation of 6 emerged barriers into a single low crested structure, Proc. Medcoast 2005, Erdal Özhan ed.”
 21. Preti M., De Nigris N., Morelli M., Monti M., Bonsignore F., Aguzzi M. (2008) “Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e decennale piano di gestione” I quaderni di ARPA, pp. 270.
 22. REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2005) “Approvazione delle linee guida per la gestione integrata delle zone costiere (GIZC). Deliberazione del Consiglio Regionale 20 gennaio 2005, n. 645.
 23. REGIONE EMILIA-ROMAGNA - SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI “Sistema informativo del mare e della costa”, Sito internet: <http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia>.
 24. REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2007) “Interventi di messa in sicurezza di taluni tratti critici del litorale emiliano-romagnolo, interessati da erosione e subsidenza, mediante ripascimento con sabbie sottomarine – Progetto esecutivo. Relazione generale”.