

**Titolo: Catalogo delle Opere di Difesa della Costa
Regione Emilia -Romagna**

Anno di pubblicazione

2007

Rivista/Archivio

Relazione di attività SGSS

Autori documento

Luisa Perini (1), Samantha Lorito (1)

Elaborazione dati

Lorenzo Calabrese, Samantha Lorito (1), Manuela Gardelli (1), Michele Montaguti (1)

Livelli informativi webgis/sic:

Opere 1943

Opere 1982

Opere 1998

Opere 2005

Progetti e/o attività di riferimento

Sistema Informativo Costa (SIC): coord . Perini L. (1)

Cadsealand (attività 4.16): coord. Perini (1), Cibir (1)

(1) SGSS – Area Costa



Introduzione ed obiettivi:

La Regione Emilia Romagna, in accordo con i Comuni e le Province costiere, svolge una parte attiva nell'assicurare la gestione corretta del bene spiaggia e la difesa dei litorali dal fenomeno dell'erosione.

Le prime testimonianze dell'esistenza di opere di difesa sono state individuate sulla base di foto aeree datate 1943-45 (volo R.A.F.) dalle quali risulta che meno del 10% del litorale regionale era già protetto con opere di difesa dal mare, per lo più dislocate a fronte delle zone bonificate nei pressi dell'abitato di Goro. A partire dagli anni '60 l'uso di opere di difesa rigida è divenuto via via più diffuso e ad oggi oltre il 60% della costa emiliano-romagnola risulta protetta in modo artificiale.

Per difendere il litorale dal rischio di erosione costiera è necessario, in primo luogo, monitorare attivamente i cambiamenti della linea di riva, profondamente influenzati dalla messa in opera di difese artificiali (attive e passive), in secondo luogo è necessario avere una chiara visione degli interventi di difesa che nel tempo si sono succeduti sul territorio e la loro efficacia nella protezione della spiaggia.

Ciò che mancava a livello regionale era un archivio informatico contenente gli interventi che nel tempo erano stati approntati sul territorio, la loro ubicazione e la tipologia delle opere all'epoca installate. Per colmare questa carenza, che creava un ostacolo allo studio e alla gestione organica del bene spiaggia, nell'ambito del progetto europeo CADSEALAND, concluso a Dicembre 2006, si è realizzato il catalogo informatizzato, in ambiente GIS, delle opere di difesa relativamente agli anni 1943-45, 1982, 1998 e 2005. Il database relativo al catalogo delle opere è stato successivamente implementato grazie al contributo dei Servizi Tecnici Regionali di Ferrara, Ravenna, Forlì e Rimini.

Il catalogo delle opere di difesa ha l'obiettivo principale di:

- fornire alle autorità competenti un quadro completo ed aggiornato dello stato di protezione della costa;
- capire, confrontando i rilievi relativi a periodi di tempo diversi, l'efficacia delle opere e/o i problemi che esse hanno creato;
- disporre di un livello informativo indispensabile per l'applicazione della modellistica numerica relativa alla propagazione delle onde nelle aree costiere.

Procedura adottata

Non disponendo di un archivio, anche cartaceo, che consentisse di ricostruire la storia evolutiva delle opere a mare, si è deciso di procedere nel modo seguente:

1. Mappatura, in ambiente GIS, delle strutture rigide riconoscibili da foto aerea relative agli anni 1943 – 1982 – 1998 – 2005.
2. Classificazione delle opere mappate sulla base delle indicazioni fornite “dall’Atlante delle spiagge Italiane” del CNR (1985).
3. Attribuzione del dato altimetrico alle opere emerse (volo 2005) mediante confronto con il modello di elevazione digitale Lidar2004.
4. Altre informazioni relative alle strutture di difesa (lunghezza dell’opera, distanza da riva, ampiezza varchi ecc.)
5. Predisposizione di un database omogeneo implementabile da parte delle autorità locali competenti con informazioni di natura tecnica sulle singole opere (data di realizzazione, materiali, anno di costruzione, anno di smantellamento ecc.)



Mappatura delle opere in ambiente GIS e calcolo dei parametri geometrici

La corretta fotointerpretazione delle immagini aeree permette il riconoscimento della maggior parte delle difese rigide emerse e soffolte presenti lungo il litorale regionale.

Nel caso delle opere emerse, vengono tracciati i limiti della porzione emersa delle opere pseudo-parallele o trasversali alla linea di riva, visibili al momento dello scatto della foto aerea. Quando le condizioni meteomarine sono ottimali è possibile intravedere anche la porzione sommersa dell'opera, tuttavia si è deciso di non mappare tale limite in quanto le condizioni possono variare su fotogrammi contigui, rendendo discontinuo questo dato.

La risoluzione è variabile a seconda del periodo di appartenenza della foto passando dalla fotointerpretazione a scala indicativa 1:35.000 del volo 1943, alla scala 1:10.000 di volo 2005.



Opera longitudinale distaccata emersa

Esempio di mappatura: vengono tracciati i limiti della porzione emersa dell'opera pseudo-parallela alla linea di riva, visibili al momento dello scatto della foto aerea.

Nel caso delle opere soffolte, vengono tracciati i limiti della porzione dell'opera visibile come un'ombra scura sotto il livello dell'acqua al momento dello scatto della foto aerea. Non sempre le opere soffolte sono

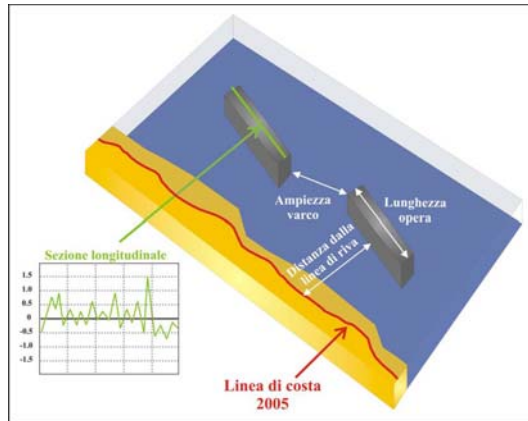
visibili sui fotogrammi, in condizioni di mare mosso, per esempio, spesso vengono confuse con vecchie opere emerse smantellate per erosione. Solo in seguito ad una verifica da parte dei servizi tecnici competenti è stato possibile aggiornare il catalogo inserendo le opere propriamente soffolte, per le quali la sommersione era prevista dal progetto costruttivo, dalle opere sommerse, per le quali la massima funzionalità era progettata in condizioni di emersione.

La mappatura in ambiente GIS permette di calcolare in automatico alcuni parametri geometrici quali le dimensioni delle opere e di ricavarne altri mediante semplici analisi come la distanza dalla linea di riva o l'ampiezza dei varchi fra opere contigue.

Un parametro molto importante quale l'altezza delle opere (m s.l.m.m.) è invece ricavabile dall'analisi dei dati altimetrici ad alta risoluzione, quali i dati lidar 2004.

In corrispondenza di ciascuna struttura, infatti, è stato tracciato un profilo longitudinale dell'opera, dal quale sono state estratte le quote minima, media e massima, utilizzando come datum altimetrico il livello medio mare – Genova '42.





I parametri calcolati sulla base della fotointerpretazione e/o dei dati lidar sono:

- la dimensione dell'opera
- la distanza dalla linea di riva
- l'apertura dei varchi
- la quota sul livello del mare

Classificazione delle opere di difesa

Le opere di difesa individuate lungo il litorale regionale sono state classificate seguendo le indicazioni (salvo lievi modifiche) dell'Atlante delle spiagge Italiane (CNR 1985)

Fino ad ora sono state mappate esclusivamente le opere di *difesa rigida*, anche se è in corso il progetto di ampliamento del catalogo agli interventi di ripascimento.

La descrizione della singola tipologia di opera presente sul litorale emiliano romagnolo è la seguente:

- opera di difesa longitudinale distaccata - emergente: segmenti di scogliera in massi posti su fondali di circa 3 m, separati da varchi aventi lo scopo di consentire lo scambio di acqua. Essi agiscono sul moto ondoso attraverso fenomeni di dissipazione dell'energia e fenomeni di diffrazione;
- opera di difesa longitudinale distaccata – soffolta – in massi: segmenti di scogliera in massi posti su fondali di circa 3 m la cui altezza è limitata all'impatto visivo. La segnalazione avviene attraverso boe luminose;
- opera di difesa longitudinale distaccata – soffolta – in sacchi: sono costituite da un allineamento di sacchi in geotessile colmati di sabbia, con dimensione di 2m³ ciascuno, emergenti dal fondo circa 40 cm. Spesso a sostegno di opere di ripascimento;
- opera di difesa longitudinale distaccata/aderente – soffolta – tubi longard: guaine di tessuto sintetico riempite con una miscela di sabbia. Si installano parallelamente alla linea di riva a varie profondità (piede duna, battigia, spiaggia sommersa). Possono essere associate anche ad elementi perpendicolari che isolino delle celle, favorendo così la formazione di una spiaggia sospesa;
- opera di difesa longitudinale aderente – argini: sono costituite da un argine in terra, o da un cordone dunoso, rivestiti sul lato a mare con geotessili e rinforzati con una mantellata di massi rocciosi;



- opera di difesa longitudinale aderente – Paratie a mare : sono le palancole in calcestruzzo, ferro o legno. Vengono utilizzate come soluzioni temporanee di emergenza perché hanno breve durata essendo rapidamente scalzate al piede;
- opera di difesa trasversale – pennelli : sono strutture che si estendono dal retrospiaggia alla prima linea dei frangenti di normale mareggiata. Sono realizzati in massi, calcestruzzo ferro o legno e possono essere isolati o far parte di un sistema. L'effetto è quello di intercettare parte del trasporto lungo riva creando un accumulo sul lato sopraflutto;
- opera di difesa trasversale – tubi longard : guaine di tessuto sintetico riempite con una miscela di sabbia.

La tabella seguente riporta sinteticamente questa classificazione e le definizioni alternative utilizzate per esempio nel piano costa RER'96 e nelle Istruzioni tecniche per la progettazione ed esecuzione delle opere di difesa del Ministero dei lavori pubblici.

Classificazione generale	Definizione	Posizione	Definizioni alternative	Tipologia costruttiva
difesa longitudinale distaccata	Struttura parallela a costa	emergente	Scogliera a mare Frangiflutti distaccati emergenti	segmenti di scogliera in massi posti su fondali di circa 3 m, separati da varchi.
		soffolta	Scogliera sommersa Frangiflutti distaccati sommersi	segmenti di scogliera in massi posti su fondali di circa 3m, altezza limitata all'impatto visivo.
			Frangiflutti in sacchi di sabbia	allineamento di sacchi in geotessile colmati di sabbia
difesa longitudinale aderente	Struttura costruita a ridosso della riva		scogliera radente muri di sponda	costituite da un argine in terra, o da un cordone dunoso
				palancole in calcestruzzo, ferro o legno. Come soluzioni temporanee
difesa trasversale	Breve struttura perpendicolare alla costa	emergente		si estendono dal retrospiaggia alla prima linea dei frangenti di normale mareggiata.
		soffolta		guaine di tessuto sintetico riempite con una miscela di sabbia
difesa mista	Elementi trasversali e longitudinali associati	emergente		
		soffolta		

Per una comprensione più immediata a tutti i livelli è stata creata una tabella che contiene il campo 'Definizioni alternative'

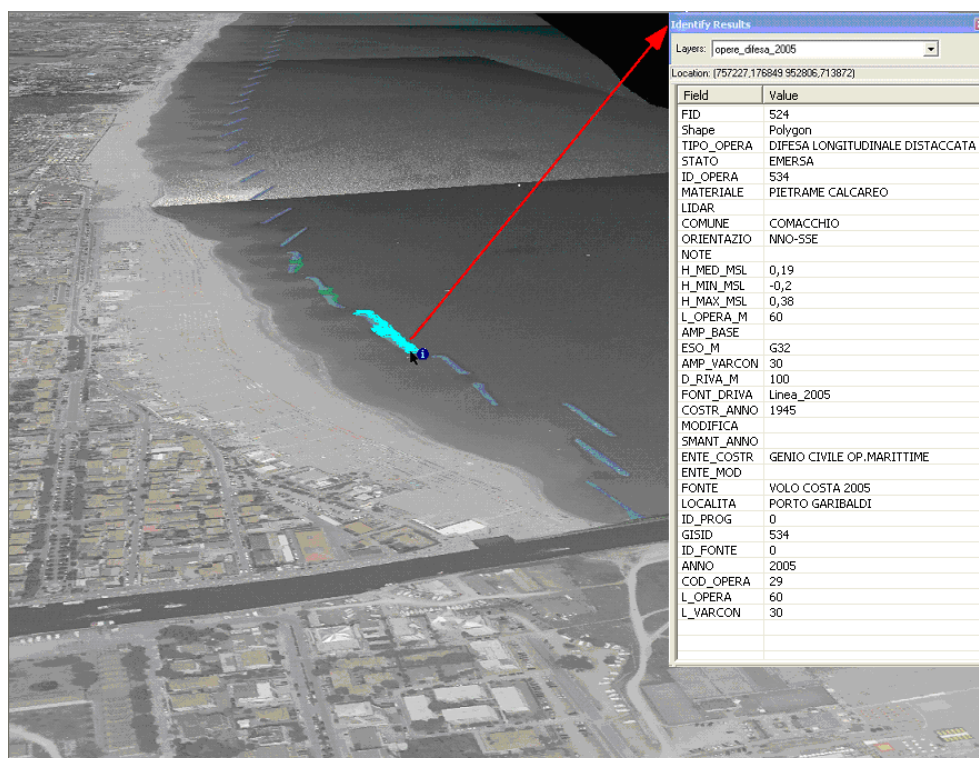


Struttura del catalogo 'opere di difesa Costa'

La struttura finale del database è stata discussa e concordata con i Servizi Tecnici regionali impegnati nella attività di pianificazione e difesa della costa regionale, e contiene le seguenti informazioni:

- tipologia di opera
- emersione o sommersione dell'opera
- materiale costruttivo
- anno di realizzazione
- ente realizzatore
- eventuali modifiche apportate all'opera
- anno di smantellamento opera
- altezza media (m s.l.m.m)
- altezza minima (m s.l.m.m)
- altezza massima (m s.l.m.m)
- lunghezza opera (m)
- ampiezza varco nord (m)
- distanza dalla linea d iriva (m)
- Comune di appartenenza
- Località
- Volo aereo di riferimento per la mappatura

Il database completo è stato attualmente compilato solo per il catalogo 2005, mentre i cataloghi precedenti contengono solo la classificazione della tipologia di opera.



Esempio di consultazione del catalogo



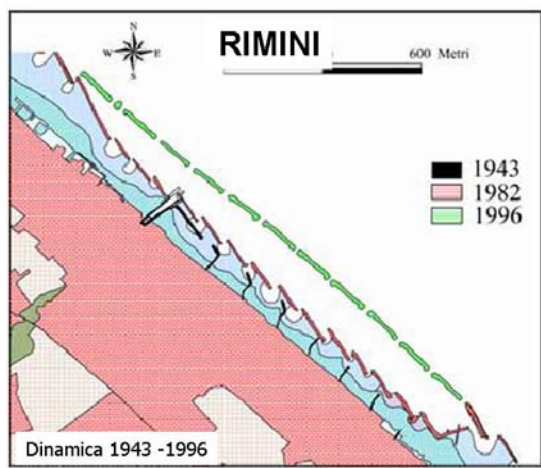
Utilizzo del catalogo

Il catalogo delle opere di difesa costituisce uno strumento molto importante sia per il controllo dello stato di irrigidimento della costa che per la pianificazione di nuovi interventi. Di seguito sono mostrati 2 tipi di analisi applicata.

Analisi del rapporto tra le opere di difesa e l'evoluzione della costa :

Uno dei principali scopi per cui il catalogo è stato prodotto è, la ricostruzione della sequenza temporale della variazione delle opere di difesa basata sulle immagini relative agli anni 1943 – 1982 – 1998 – 2005 al fine di comprendere l'efficacia e gli effetti prodotti dalle opere sulla linea di costa.

In questo senso l'uso dello strumento GIS offre un supporto molto efficace, perché si possono visualizzare contemporaneamente le opere presenti in diversi periodi e quantificarne gli effetti.



Su questa base è possibile effettuare un'analisi accurata dell'evoluzione della costa.

I due esempi che seguono mostrano, infatti, in modo abbastanza evidente gli effetti prodotti dalla realizzazione di nuove opere in aree critiche quali la foce del Canale Destra Reno, mostrato nella tripletta di immagini che segue (1° esempio), e del tratto di litorale ubicato a Nord del porto di Rimini (2° esempio)





1



2



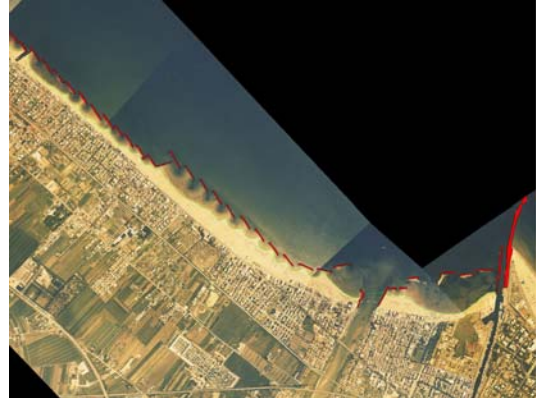
3

1. Immagine 1943, sono presenti solo i moli del Canale di Destra Reno; si osserva una foce rettilinea ed una spiaggia molto ridotta in corrispondenza dell'abitato
2. Immagine 1982, sono state costruite le difese longitudinali distaccate (scogliere emerse) che hanno prodotto l'avanzamento della spiaggia retrostante, a scapito della spiaggia presente a sud che è sensibilmente arretrata
3. Immagine 2005, il tratto meridionale è stato protetto con difese miste e barriere soffolte

(2° esempio)



Nel 1943 sono presenti solo i moli portuali, gli argini della Foce del Marecchia e cominciano a comparire alcuni pennelli a Viserba



Nel 1982 il litorale è ormai completamente protetto con difese longitudinali distaccate (scogliere emerse) che producono un sensibile avanzamento della spiaggia a Nord del Marecchia





Nell'immagine 2005 si osserva che a Nord dei moli è stata creata una nuova darsena e che le difese longitudinali distaccate antistanti Viserba sono state sostituite da un secondo livello di opere perché il primo era diventato parte integrante della spiaggia

Analisi dell'influenza delle opere sulla morfologia della spiaggia emersa e sommersa

Le presenza delle opere di difesa influisce sensibilmente sulla morfologia delle spiagge, sia nella parte emersa che in quella sommersa.

Le principali evidenze della spiaggia emersa sono:

1. In presenza di strutture trasversali alla costa – moli e pennelli

- L'accrescimento asimmetrico della spiaggia; si individua in questo modo il lato sottoflutto e il lato sopraflutto e quindi la direzione predominante del flusso sedimentario lungo costa. Nella maggioranza dei casi, il trasporto solido lungo costa così valutato è diretto da sud verso nord. In presenza dei moli questo effetto può essere molto importante e si osservano differenze nell'ampiezza della spiaggia emersa di alcune centinaia di metri tra i due lati delle strutture.

Strutture trasversali: forte accrescimento della spiaggia a sud dell'opera e sensibile arretramento della parte sottoflutto



effetto molo

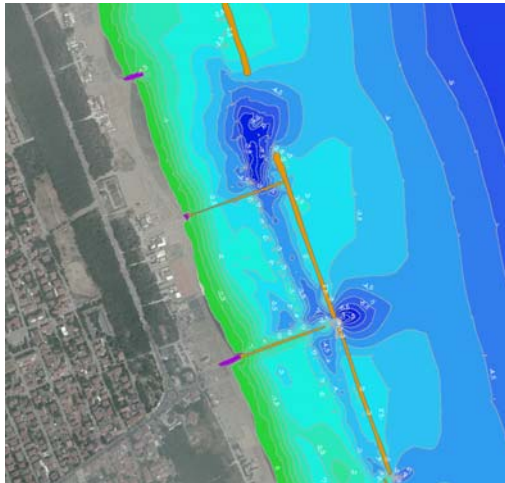


effetto pennelli



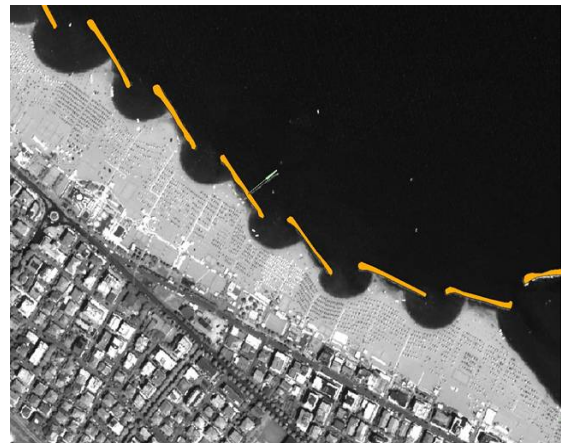
2. In presenza di strutture longitudinali distaccate (scogliere):

- nel tratto di mare riparato da queste opere l'energia del moto ondoso è minore e si possono depositare le sabbie trasportate dal flusso litoraneo, formando estesi bassofondi e le tipiche morfologie a tombolo.
- Sottoflutto (spesso al margine nord dei sistemi di scogliera) è quasi sempre presente un tratto di spiaggia più arretrato, dove si manifesta una marcata erosione ("hot spot" erosionali).
- In corrispondenza dei varchi tra due scogliere consecutive, a causa della diffrazione delle onde e in presenza di tombolo, la linea di riva assume un andamento circolare, mentre, nella spiaggia sommersa, in corrispondenza dei varchi, è frequente la formazione di truogoli talora profondi.
- Il lato a mare (esterno) delle strutture è molto spesso caratterizzato da un sensibile approfondimento dei fondali. Il dislivello che si registra tra il lato interno e quello esterno è anche superiore al metro. Questo fenomeno origina problemi di stabilità all'opera.



Difesa mista

Truogoli prodotti dalla corrente di reflusso in corrispondenza dei varchi interposti tra due scogliere attigue



Opere longitudinali emerse

Accrescimento della spiaggia e formazione dei tomboli.

