

BEACHMED-e in Emilia-Romagna: i risultati

INDICE

La costa in Emilia-Romagna: stato di fatto e strategie di difesa	6
L'evoluzione della costa	7
L'Operazione Quadro BEACHMED-e	10
I partner dell'operazione	12

I SOTTOPROGETTI

OPTIMAL	16
NAUSICAA	20
RESAMME	25
EUDREP	29
MEDPLAN	32
ICZM-MED	36
GESA	40
POSIDUNE	43
OBSEMEDI	52

Poco meno di tre anni fa la Regione Emilia-Romagna, insieme ad altre otto regioni di Spagna, Francia, Italia e Grecia, ha intrapreso un'importante iniziativa di livello Europeo dal nome "Beachmed-e: la gestione strategica della difesa dei litorali per uno sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mediterraneo", inserita nell'alveo della propria consolidata attività in materia di difesa della costa.

L'iniziativa, finanziata dal Programma Europeo Interreg III C come "Operazione Quadro Regionale", ottimamente guidata dal capofila (Regione Lazio), è stata sviluppata attraverso nove Misure messe a bando, sulla base di tematiche ed obiettivi indicati dalle stesse Regioni Partner OQR, nell'ambito delle quali vari soggetti pubblici come Università, Centri di ricerca, Agenzie regionali, Amministrazioni locali (Partner Partecipanti) hanno elaborato, in partnership internazionali, diverse proposte progettuali da cui sono scaturiti i nove Sottoprogetti approvati e finanziati dall'OQR.

La Regione, riconoscendo l'elevata importanza delle tematiche e degli obiettivi indicati nelle varie Misure in ragione delle proprie linee di azione già in essere per l'ambito costiero, ha deciso di utilizzare circa i due terzi delle risorse attribuite dal programma Europeo, per il finanziamento di tutti e nove Sottoprogetti.

Quindi, nelle partnership internazionali che hanno sviluppato i vari Sottoprogetti di Beachmed-e, c'è stata sempre la presenza di almeno un Partner Partecipante operante sul territorio dell'Emilia-Romagna.

Arrivati ormai alla conclusione di questa importante esperienza, che ha permesso alla Regione e ai suoi Partner Partecipanti di maturare nuove conoscenze tecniche, di crescere anche in termini di relazioni con altri enti e strutture di ricerca di altre regioni europee e di raggiungere risultati di assoluto rilievo per l'ambito costiero regionale, pare più che opportuno presentare quali sono state le attività e in particolare i risultati che l'Operazione Beachmed-e, con i suoi nove Sottoprogetti, ha portato in Emilia-Romagna.

L'organizzazione di un convegno specifico, la presente pubblicazione accompagnata dal dvd prodotto per l'occasione, risponde a questa esigenza di comunicazione, alla necessità di valorizzare questa importante esperienza e di dare conto del significato della partecipazione regionale, e in particolare dell'Assessorato Sicurezza Territoriale e della Direzione Generale Ambiente, Difesa del suolo e della costa, a questo importante progetto europeo.

I partner regionali, coordinati nell'ambito dell'Operazione Beachmed-e dal Servizio Difesa del Suolo della Costa e Bonifica, sono rappresentati da diversi dipartimenti delle Università di Bologna e di Ferrara, dal centro interuniversitario CIRSA e dai servizi idrometeo e ingegneria ambientale di ARPA e in questa pubblicazione illustrano i risultati delle attività realizzate nell'ambito dei nove Sottoprogetti.

Tali attività svolte in partenariato con analoghe strutture di altri paesi, hanno condotto, ad esempio, ad un importante verifica e sperimentazione della tecnologia LiDAR batimetrica su un'ampia zona costiera, al varo della prima boa ondometrica al largo delle coste regionali, alla identificazione di un nuovo deposito di sabbie sottomarine a sud di quelli già conosciuti, ad una importante indagine sulla disponibilità alla contribuzione volontaria, da parte di turisti e operatori balneari, per il mantenimento della costa, alla sperimentazione sul campo di modalità di gestione ai fini di ripascimento dei sedimenti dragati dai porti, al consolidamento della duna ricostruita di foce bevano, e tanto altro ancora potrete leggere nelle pagine di questa pubblicazione.

Di grande rilievo inoltre è stata l'iniziativa che ha portato alla firma della "Carta di Bologna", promossa da questo Assessorato, documento politico di intesa fra le Regioni partner e aperto ad altre adesioni, di cui l'Organismo Arco Latino si è fatto primo interprete, volto alla creazione di una rete di Amministrazioni pubbliche impegnate nella difesa costiera e alla promozione di un Osservatorio Europeo Interregionale per la difesa delle coste del Mediterraneo.

Gli ottimi risultati conseguiti attraverso l'Operazione Beachmed-e, l'alto livello di collaborazione fra le regioni partner, la crescita determinata da questa esperienza in termini tecnici e relazionali sia della struttura regionale sia dei partner partecipanti, ci induce a guardare avanti con lo stesso spirito operoso che ci ha sempre contraddistinto e con la volontà di intraprendere nuove iniziative nell'ambito della programmazione Europea, volontà che già si sta concretizzando quest'anno attraverso la predisposizione di nuove proposte di progetto sulle tematiche costiere, e scaturite da questa esperienza, in corso di presentazione o già presentate nei nuovi programmi Europei del periodo 2007-2013.

Auspucando il successo per queste nuove proposte di progetto e comunque la prosecuzione della collaborazione con questo gruppo di regioni e partner locali, magari anche un suo allargamento, vi invito quindi alla lettura di questo rapporto, testimonianza dell'impegno della Regione e di tutti i partner partecipanti a questa importante e proficua esperienza di cooperazione.

Marioluigi Bruschini

Assessore alla Sicurezza Territoriale. Difesa del Suolo e della Costa.
Protezione Civile

***E'** con grande soddisfazione che mi accingo a scrivere di questa importante esperienza nella quale la Regione Emilia-Romagna ha giocato un ruolo di primo piano, investendo risorse e competenze e conseguendo risultati di grande rilievo grazie anche alla fattiva collaborazione delle altre Regioni partner e alla ottima conduzione del progetto da parte del capofila, Regione Lazio.*

Tale positiva valutazione non si riferisce solo ad un mio parere personale, ma al frutto del lavoro realizzato, alle varie iniziative anche di largo respiro generate nell'ambito del progetto, alla grande attenzione e al consenso che via via si è creato intorno all'Operazione Beachmed-e da parte di un largo numero di soggetti Europei, ai diversi livelli, fino alla segnalazione ufficiale da parte della Commissione Europea (nel luglio 2007) come "esempio di progetto che copre aspetti rilevanti su riduzione del rischio e adattamento ai cambiamenti climatici", per uno sviluppo nel quadro dell'Iniziativa Europea "REGIONS FOR ECONOMIC CHANGE", Tema 4.1 Gestione delle zone costiere.

L'esperienza regionale nell'Operazione Beachmed-e, oltre che trarre origine dalle linee di azione e dalle attività sulle tematiche costiere portate avanti dalla Regione nel corso degli ultimi decenni, risponde anche ad un preciso obiettivo della Direzione Generale Ambiente Difesa del Suolo e della Costa in merito allo sviluppo della cooperazione internazionale su tali tematiche nell'ambito delle Politiche Europee.

Grande rilievo in questo quadro assume l'iniziativa, promossa dalla Regione Emilia-Romagna attraverso l'Assessorato Sicurezza Territoriale, Difesa del Suolo e della Costa, Protezione Civile, che ha portato alla firma, in occasione della conferenza Beachmed-e di Bologna nel febbraio 2007, della "Carta delle Regioni Europee per la difesa dei litorali e la promozione di un Osservatorio Europeo Interregionale per la Difesa delle Coste del Mediterraneo (EURIOM-CODE) ", brevemente denominata "Carta di Bologna".

Per tale documento, che ha già registrato l'adesione di ulteriori soggetti oltre le Regioni partner firmatarie e che rimarrà aperto all'adesione delle amministrazioni pubbliche di tutta l'area Mediterranea, stiamo individuando uno specifico percorso ai fini di un suo riconoscimento ufficiale presso le istituzioni dell'Unione Europea competenti in materia ambientale e presso il Comitato delle Regioni.

Ma l'Operazione Beachmed-e, con un budget complessivo di circa 7,6 Milioni di Euro per nove Regioni partner e circa 40 Partner Partecipanti nei vari Sottoprogetti, ha portato anche importanti risultati tecnici, sia a livello Europeo sia a livello delle singole Regioni partner e, in particolare, quelli conseguiti dalla Regione Emilia-Romagna, che ci preme sottolineare anche attraverso questa pubblicazione.

La Regione, con un budget di poco più di 900.000 Euro, composto dal 50% di fondi Europei, 35% di fondi statali e il 15% regionali, così come prevedeva il programma Interreg III C, ha destinato oltre 600.000 Euro al finanziamento dei Sottoprogetti delle tre principali Componenti di Beachmed-e, attuati da partenariati internazionali comprendenti vari soggetti locali quali Università di Bologna, Università di Ferrara, CIRSA di Ravenna e l'ARPA Emilia-Romagna, oltre al Parco del Delta del Po come Partner osservatore.

Nell'ambito delle attività dei vari Sottoprogetti della Componente 2 è stato possibile:

- *avviare una nuova stazione di video monitoraggio del litorale in corrispondenza dell'intervento sperimentale sulle scogliere di Bellaria - Igea Marina;*
- *compiere un'importante verifica di affidabilità della nuova tecnologia LiDAR*

batimetrica in un'ampia fascia di spiaggia sommersa fra il molo di Rimini e Marina di Ravenna, mettendo a confronto i risultati di un volo di rilievo sperimentale ENI del maggio 2006 con le batimetrie rilevate, con tecniche tradizionali, nello stesso periodo;

- *acquisire e installare la prima boa ondometrica al largo della costa regionale, ora inserita nella Rete Ondometrica Nazionale, che fornisce in tempo reale vari parametri sul moto ondoso e la temperatura dell'acqua e che ha già permesso, sempre nell'ambito del Beachmed-e, di mettere a punto una prima modellizzazione generale del moto ondoso sottocosta anche in ragione delle difese rigide presenti (aree studio pilota).*

Altro importante risultato in termini di ricadute e prospettive future sul tema della gestione dei depositi sottomarini ai fini di ripascimento, è stata l'individuazione, attraverso una specifica campagna geofisica e geognostica, di un nuovo grande deposito 60 km al largo di Rimini, oltre che la caratterizzazione sedimentologica e volumetrica di due depositi fra quelli già conosciuti. Ulteriori esiti importanti per la gestione della zona costiera sono scaturiti dai Sottoprogetti della Componente 3, circa:

- *l'individuazione della propensione alla sommersione delle zone costiere, attraverso un confronto fra varie metodologie di analisi e la proposta di una metodologia adattata alle nostre coste;*
- *l'indagine sulla propensione di turisti ed operatori balneari alla contribuzione volontaria per la manutenzione delle spiagge e gli interventi di difesa, svolta su un ampio campione di soggetti nell'area di Riccione e Misano Adriatico;*
- *la verifica di metodologie di gestione degli accumuli costieri ai fini di ripascimento, svolta in concomitanza di un intervento di dragaggio del porto di Cervia e ripascimento della spiaggia di Milano Marittima;*
- *l'aggiornamento del data base geografico sulle dune regionali, lo studio della falda freatica dei sistemi dunosi e la messa in pratica di tecniche di consolidamento e vegetalizzazione della duna ricostruita di Foce Bevano.*

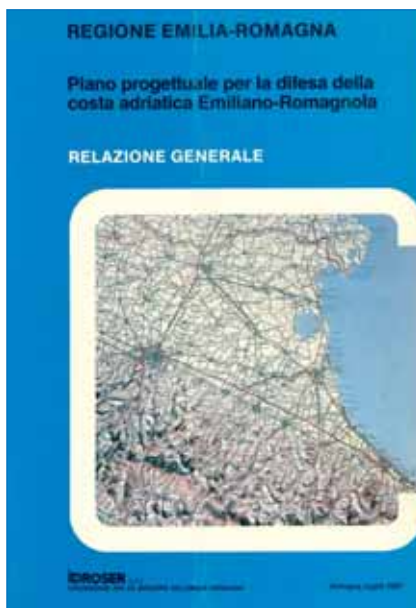
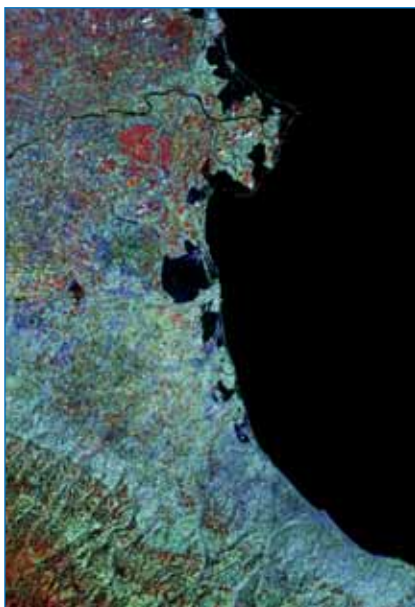
Infine, per la Componente 4, la proposta di una normativa Europea in materia di difesa della costa e interventi di ripascimento e lo studio di fattibilità di un Osservatorio Europeo per la difesa delle coste del Mediterraneo come rete di Osservatori regionali.

Questi esiti, il partenariato ormai consolidato e altamente collaborativo, consentono di guardare oltre il compimento di questa esperienza, verso nuove proposte di progetto sulle tematiche costiere, che in parte sono in corso di predisposizione o già presentate, quali Coast-Change sul monitoraggio costiero per la prevenzione del rischio da erosione (presentata il 15 gennaio su Interreg IV C), Beachmed-Inspire sull'armonizzazione ed interoperabilità dei dati geografici secondo la Direttiva Inspire (da presentare nel programma eContent Plus) e Coastance sulla pianificazione del territorio costiero e la gestione dei sedimenti (da presentare nel programma Spazio MED).

Queste sono solo alcune indicazioni di quello che troverete più estesamente trattato nella pagine di questa pubblicazione, che vi invito a leggere con attenzione.

Giuseppe Bortone

Direttore Generale Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa



La costa in Emilia-Romagna: stato di fatto e strategie di difesa

Il litorale emiliano-romagnolo è un ambiente caratterizzato da una costa bassa e sabbiosa che si estende per circa 130 km dalla foce del Torrente Tavollo, tra Cattolica e Gabicce, alla foce del Po di Goro. Si tratta di un ambiente dinamico, il cui equilibrio dipende dall'interazione tra vari fattori quali: la variazione del livello del mare, le condizioni meteo-marine, gli apporti sedimentari fluviali, la subsidenza e le attività antropiche. L'equilibrio di questo ambiente è oggi compromesso dall'uso intensivo del territorio e dalla concomitanza di interventi artificiali e fenomeni naturali.

L'estesa urbanizzazione e lo sviluppo intensivo dell'agricoltura, la diminuzione dell'apporto di sedimenti da parte dei fiumi, la presenza di opere costiere (moli, barriere e pennelli), il prelievo di acqua e metano dal sottosuolo e i marcati tassi di subsidenza hanno fortemente accentuato la vulnerabilità della costa emiliano-romagnola, oggi soggetta ad estesi processi erosivi.

A partire dagli anni '30 lo Stato ha realizzato opere di difesa dall'erosione per 65 km di litorale, ed opere di contenimento dalle ingressioni marine per circa 30 km. Questi interventi hanno permesso di contenere, in buona misura localmente, l'avanzata del mare ma hanno anche prodotto una marcata alterazione dei caratteri paesaggistico-ambientali originali della costa. È ormai dimostrato come la presenza di infrastrutture costiere, quali opere portuali e opere di difesa, condizioni l'andamento delle correnti che determinano il trasporto delle sabbie contribuendo così ad accentuare l'erosione. Attualmente circa il 30% della costa regionale è interessata da processi erosivi.

Gli studi costieri. La Regione Emilia-Romagna, sin dai primi anni '80, ha finanziato studi e ricerche sulla costa, sulla base dei quali ha potuto sviluppare due edizioni successive di progetti di Piano Costa (1983, 1996) e dello stato del litorale (2000 e 2007). Nel corso degli anni ha creato quindi un quadro sistemico dell'ambiente costiero, attraverso la conoscenza dei diversi fattori che intervengono sul sistema costa-mare e che contribuiscono all'evoluzione del paesaggio e allo sviluppo dell'ecosistema locale. Questo quadro tiene conto sia degli aspetti legati alla dinamica litoranea, attraverso lo studio delle caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche dei depositi costieri e delle condizioni meteo-marine, sia di quelli relativi al bilancio sedimentario, che dipende dall'assetto idrologico e idrogeologico dei bacini afferenti alla fascia costiera.

In generale si può affermare che l'equilibrio di una spiaggia è strettamente correlato al bilancio dei sedimenti in entrata e in uscita da essa. Un fattore fondamentale è, quindi, l'apporto di sabbia da parte dei fiumi mentre, al contrario, dalla subsidenza (il lento e progressivo abbassamento del terreno) dipende principalmente la sottrazione di materiale. Le opere di difesa rigide, inoltre, hanno dimostrato di avere anch'esse effetti negativi sulla dinamica costiera, accentuando l'erosione delle zone sopraflutto alle opere. In ragione di questa evidenza la Regione ha spostato la sua azione verso tipi di difesa morbida, trovando nel ripascimento artificiale con sabbie litoranee e/o sottomarine la soluzione ottimale per la difesa delle spiagge dall'erosione.

Questo tipo di intervento, a basso impatto paesaggistico-ambientale, si dimostra efficace nello smorzamento del moto ondoso cui consegue una riduzione dei rischi per infrastrutture e abitati. Determina inoltre effetti positivi anche sui litorali limitrofi grazie alla redistribuzione della sabbia dalla zona d'intervento. Inoltre, dell'allargamento della spiaggia ne beneficia in larga misura anche il turismo balneare.

Gli interventi. Tra il 1983 e il 2003, sul litorale regionale sono stati portati a ripascimento circa 5 milioni di m³ di sabbia. Gli interventi hanno riguardato circa 30 km di costa, ma i loro effetti positivi si sono risentiti lungo almeno altri 20 km di litorale. Inoltre, una parte della sabbia apportata è stata spostata dal moto ondoso e dalle correnti sulle barre e sui fondali, determinando così l'innalzamento di quota della spiaggia sommersa, con conseguente incremento della capacità di smorzamento delle onde e con una funzione di maggiore sostegno al piede della spiaggia emersa. Di particolare rilievo, in questo ambito, sono stati gli interventi di ripascimento con sabbie sottomarine, realizzati dalla Regione nel 2002 e nel 2007, lungo diversi tratti critici del litorale regionale, con più di 1,6 milioni di m³ complessivi di sabbia prelevata al largo della costa regionale. Il ripascimento con sabbie sottomarine presenta numerosi vantaggi di tipo ambientale. Non solo infatti non viene utilizzata sabbia di cava, con gli evidenti danni al territorio che ciò comporta, ma viene anche evitato l'inquinamento legato al trasporto su strada. Ad esempio il volume di sabbia movimentato con l'intervento di ripascimento del 2007 è pari a circa 42.750 camion equivalenti: si pensi che 90 minuti di refluentamento (cioè di scarico della miscela di acqua e sabbia) permettono di versare sulla spiaggia un quantitativo di sabbia equivalente a 300 camion. Considerando il totale degli addetti che hanno prestato la loro opera in questo intervento, è come se ognuno di loro avesse trasportato da solo la sabbia equivalente a 610 camion.

Il monitoraggio. La difesa della costa richiede anche il monitoraggio continuo del sistema fisico costiero per la valutazione dell'impatto degli eventi naturali e degli interventi antropici. A questo scopo, la Regione Emilia-Romagna ha sviluppato un sistema integrato di monitoraggio che comprende le reti per il rilievo periodico della linea di riva, del tasso di subsidenza e delle variazioni del profilo della spiaggia sommersa. A queste si aggiungono le attività di monitoraggio delle opere di difesa, al fine di definirne gli impatti ed eventualmente di apportare correttivi, il monitoraggio delle condizioni meteo-marine (vento, livello medio del mare, moto ondoso, velocità e direzione della corrente), del trasporto solido fluviale tramite rilevamento in alveo del trasporto di fondo e in sospensione e, infine, la rete idrometeo-pluviometrica costituita da stazioni di misura, radar meteorologici e sondaggi verticali dell'atmosfera.

Gli strumenti di gestione. Sul fronte degli strumenti di pianificazione e gestione del territorio costiero la Regione Emilia-Romagna si è dotata, all'inizio del 2005, di linee guida per la gestione delle aree costiere sviluppate nell'ambito del progetto GIZC (Gestione Integrata delle Zone Costiere). Approvate dall'Assemblea legislativa dell'Emilia-Romagna nel gennaio 2005, le linee guida GIZC rappresentano uno strumento al momento unico nel panorama nazionale, che, in linea con le indicazioni dell'Unione Europea, punta a riorientare verso la piena compatibilità ambientale, ma anche sociale ed economica, tutti gli interventi sulla costa.

L'evoluzione della costa

Nel corso della storia millenaria i vari fattori influenti sull'assetto della costa regionale si sono modificati assai spesso dando luogo ad una complessa evoluzione del territorio.

L'ingressione del mare durante l'Olocene. La storia geologica della nostra costa viene ricostruita attraverso i dati stratigrafici del sottosuolo che ci mostrano come durante l'epoca glaciale, intorno a 20.000 anni fa, il Mare Adriatico non superava, a nord, la latitudine di Pescara. Tra 12.000 e 5.500 anni fa la rapida risalita del livello del mare che accompagnò lo scioglimento di imponenti masse



Figura 1



Età dei depositi della pianura costiera:

- XIX-XX sec. d.C.
- XVIII-XIX sec. d.C.
- XVII-XVIII sec. d.C.
- XVI-XVII sec. d.C.
- X-XVI sec. d.C.
- VI-X sec. d.C.
- VI-XIX sec. d.C, indifferenziabile
- Anteriori al V sec. d.C.

Le frecce sintetizzano gli spostamenti della linea di costa a scala millenaria.

Figura 2

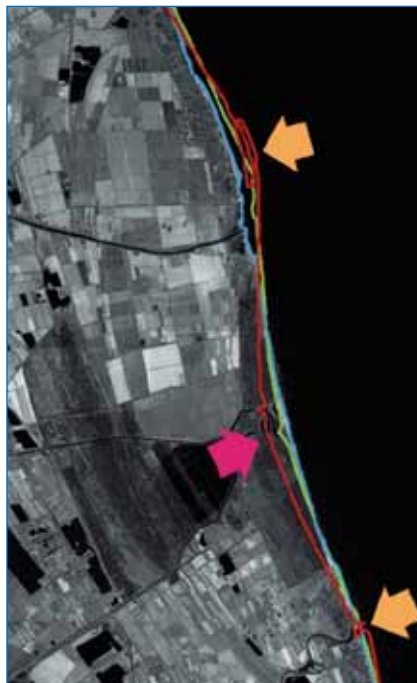


Immagine fotografica della costa compresa fra le foci del Fiume Savio e dei Fiumi Uniti: il tracciato delle linee di riva fra la fine dell'800 e il 1998 evidenzia le cuspidi deltizie in erosione (frecce arancione) e le aree di intercuspide in crescita (freccia porpora).

- 1998
- 1943-45
- 1893-94

glaciali, fece arretrare la costa adriatica di centinaia di chilometri verso nord fino ad assestarsi, per quanto riguarda la costa emiliano-romagnola, 30 km più ad ovest dell'attuale linea di riva. Circa 5.500 anni fa il livello del mare si è stabilizzato e i fiumi hanno ricominciato a fornire sufficiente sedimento alle coste per colmare le aree sommerse e far avanzare nuovamente il sistema litorale.

La crescita della spiaggia in epoca storica. La grossa mole di dati storico - archeologici nel territorio emiliano romagnolo (Figura 1) mostra che lo sviluppo della spiaggia, successivamente all'insediamento romano, è avvenuto attraverso la crescita delle fronti deltizie dei fiumi principali. Nel settore ravennate l'avanzamento si sviluppa lungo tutto il periodo storico e ha riguardato i rami meridionali del Po e i fiumi appenninici. Nel settore del delta attuale vi è stata una recente e rapida crescita dell'apparato deltizio del Po moderno (dal XVII al XX sec.), mentre nel settore meridionale si ha una sostanziale stabilità della linea di riva con continue rielaborazioni dei sedimenti di spiaggia.

La rettificazione della linea di riva nel XX secolo. La documentazione topografica e fotografica disponibile a partire dall'800 e dal '900 (Figura 2) consente di ricostruire i dettagli dell'evoluzione della linea di riva che mostra una generalizzata tendenza alla rettificazione (ad eccezione dell'area del delta del Po). Le cuspidi deltizie generatesi nei secoli precedenti tendono ad essere erose e ad arretrare; la sabbia che le costituisce si accumula nelle aree interposte fra una cuspidi e l'altra favorendo l'avanzamento verso mare dei cordoni litorali. La tipica asimmetria di queste cuspidi in erosione indica un generale movimento della sabbia da sud verso nord.

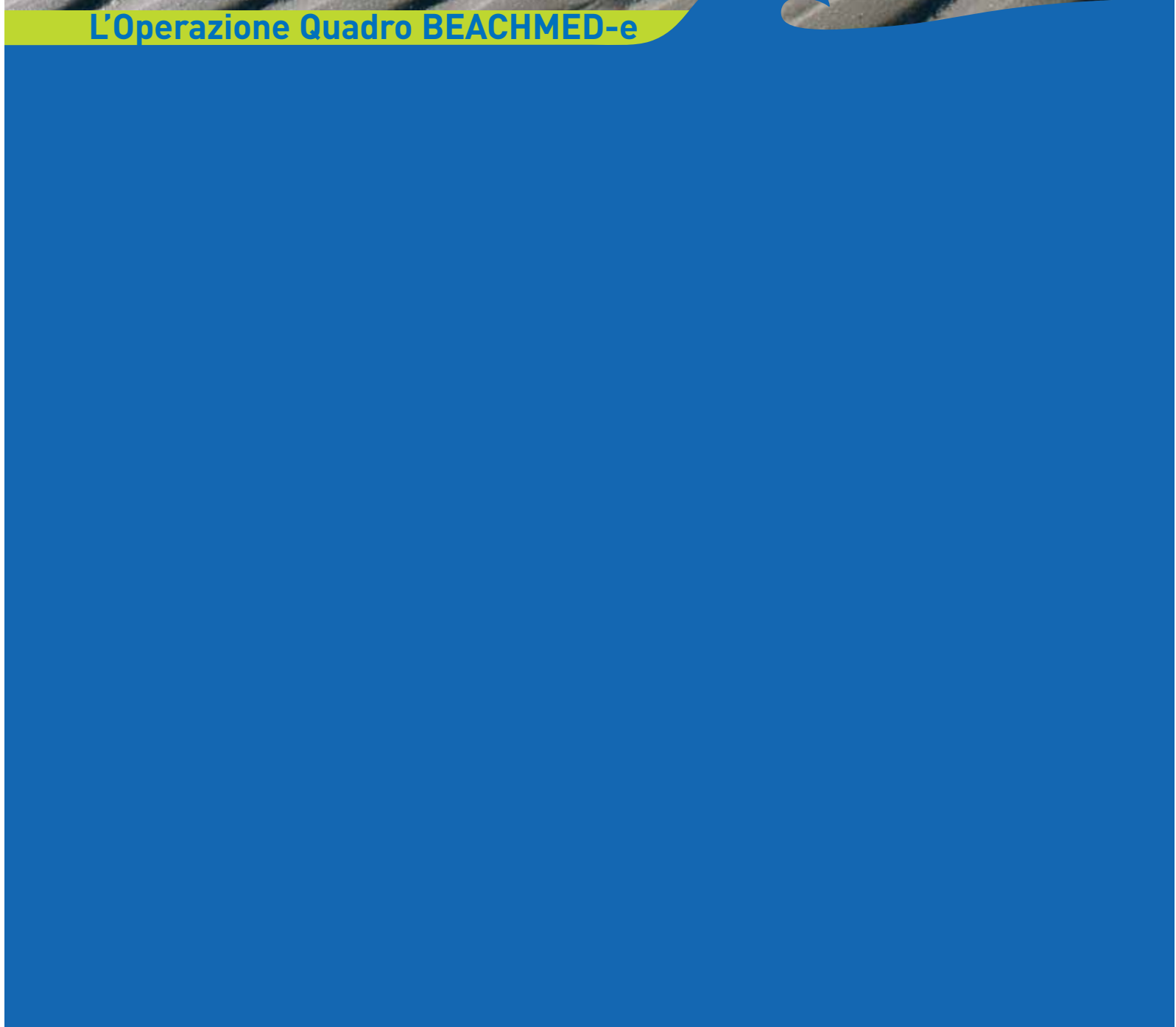
L'impatto dell'uomo nel secondo dopoguerra. Le riprese aeree e da satellite in rapida successione nel tempo consentono di seguire la storia recente del paesaggio costiero con particolare dettaglio. Le principali trasformazioni degli ultimi decenni sono legate alla massiccia azione antropica sul territorio. A partire dagli anni '60 si è assistito ad una estesa urbanizzazione della piana costiera fin sulla spiaggia, con la riduzione della naturalità dei retrospiaggia e distruzione della duna, principale elemento di difesa naturale dalle mareggiate.

Per proteggere la superficie territoriale e le infrastrutture vi è stata una diffusa costruzione di opere di difesa rigide che hanno determinato la scomparsa delle barre nella spiaggia sommersa (altro importante elemento naturale di difesa) e la formazione dei bassofondi di retroscogliera.

Il massiccio intervento di difesa della costa sta interagendo con la trasformazione del paesaggio naturale in modo articolato e complesso. Nel settore ravennate, ad esempio, le opere di difesa sono presenti a ridosso delle cuspidi deltizie e tendono a contrastare il processo di erosione delle foci a causa della riduzione dell'apporto di sabbia fluviale in corso negli ultimi due secoli. Nel settore riminese, dove le difese artificiali sono più sviluppate e vi sono state solo variazioni limitate e a scala locale della linea di riva, esse fungono da protezione di un territorio caratterizzato da un elevato sfruttamento che non lascia lo spazio sufficiente ai processi naturali (mareggiate e variazioni stagionali degli apporti di sabbia) di raggiungere il loro intrinseco equilibrio fra erosione e sedimentazione.



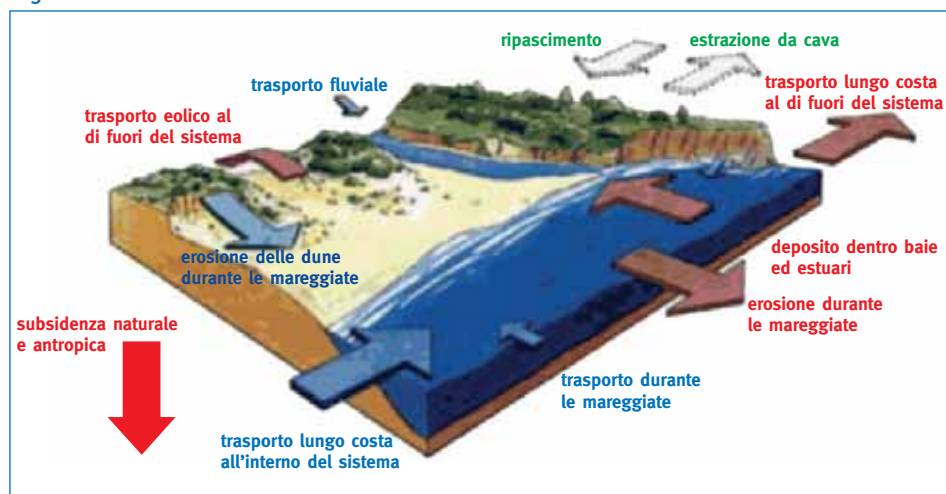
L'Operazione Quadro BEACHMED-e



L'Operazione Quadro BEACHMED-e

Le fasce costiere sabbiose dei paesi industrializzati rappresentano un territorio di particolare interesse strategico per lo sviluppo, ma anche un ambiente dall'equilibrio delicato, dove il benessere economico e sociale e la protezione degli ecosistemi naturali devono combinarsi secondo l'approccio sistemico e gli obiettivi della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC). Le potenzialità di sviluppo delle zone costiere europee in relazione alla loro collocazione, in particolare nelle aree di coste basse, si riferiscono ormai a grandi numeri sia per importanza economica sociale che per estensione geografica. Si pensi che dal 1950 ad oggi siamo passati da un numero di 318 città presenti sulle coste del Mediterraneo alle attuali

Figura 1



(da NSW Govnt., 1987, modificata)

584 e che dai circa 70 milioni di persone, che abitavano nel 2000 la fascia costiera mediterranea, si passerà, come indicano le previsioni contenute nel rapporto del JRC Plan Bleu del 2005, a circa 90 milioni nell'anno 2015.

L'equilibrio dinamico di un litorale è legato al bilancio dei sedimenti che si muovono nel sistema costiero (Figura 1). Questo equilibrio è particolarmente sensibile rispetto a fenomeni che hanno assunto una rilevanza a scala globale e che sono

strutturalmente legati al nostro modello di sviluppo:

- Vulnerabilità rispetto alle conseguenze dell'effetto serra (innalzamento del livello medio del mare, eventi meteorologici estremi)
- Vulnerabilità conseguenti al diminuito apporto di sedimenti da parte dei corsi d'acqua (sbarramenti, opere fluviali, difesa del suolo dall'erosione, impermeabilizzazione delle superfici)
- Vulnerabilità in relazione allo smantellamento delle strutture di difesa naturali per urbanizzazione (sistemi dunosi, praterie di *Posidonia oceanica*, vegetazione costiera autoctona)
- Vulnerabilità dovuta alle conseguenze dell'inserimento di infrastrutture costiere che incidono sul trasporto litoraneo dei sedimenti (moli, porti, dighe foranee, scogliere emerse o soffolte).

Rispetto a ciascuna delle vulnerabilità citate occorre individuare strategie globali e di ampio orizzonte temporale. BEACHMED-e ha permesso di fare un salto di qualità in questo delicato settore, portando alcune delle iniziative già assunte in precedenti progetti europei ad una conclusione operativa più avanzata ed estesa ad interi ambiti territoriali europei, sviluppando in maniera più specifica alcuni temi che si sono rilevati strategici con ricadute di grande utilità pratica, delineando forme organizzative a livello europeo finalizzate alla gestione di questi temi. Il fenomeno dell'erosione delle coste basse è ancora più esaltato dal fatto che la richiesta di spazi costieri, per le citate potenzialità di sviluppo, è sempre più forte e pressante, mettendo in evidenza una sensibilità di tale ambito anche rispetto agli arretramenti periodici o stagionali della stessa linea di riva. Tralasciando i grandi temi planetari legati all'effetto serra che esulano dalla presente operazione, le principali azioni di tipo attivo e passivo che possono essere intraprese, sono sintetizzate nella *tabella 1*.

Fenomeni, vulnerabilità e le azioni dell'Operazione Quadro

Tabella 1

Fenomeni legati allo sviluppo	Vulnerabilità sulla fascia costiera	Azioni attive tipo	Azioni passive tipo
Aumento della CO ² nell'atmosfera	Innalzamento del livello medio marino Eventi meteo-marini estremi	NON CONSIDERARATE IN BEACHMED-e	Innalzamento della fascia costiera mediante ripascimento
Minore apporto di sedimenti da parte dei corsi d'acqua	Erosione dei litorali Abbassamento dei fondali Denaturalizzazione dei fondali sottocosta	Recupero totale o parziale del trasporto solido naturale	Recupero dei litorali persi mediante ripascimento morbido o protetto
Smantellamento delle strutture di difesa naturali	Erosione dei litorali Denaturalizzazione dei fondali sottocosta del paesaggio litorale	Ricostruzione delle zone dunarie e delle praterie di posidonia oceanica	Protezione delle zone dunarie e delle praterie di posidonia oceanica
Inserimento di infrastrutture costiere	Erosione dei litorali Denaturalizzazione dei fondali sottocosta	Progettazione attenta ai fenomeni erosivi indotti	Difesa dei litorali esposti ad erosione mediante ripascimento morbido o protetto Recupero del materiale sabbioso intercettato

Sulla base di un tale schema l'operazione BEACHMED-e è stata strutturata in tre linee d'azione, denominate COMPONENTI, finalizzate all'individuazione di strumenti specifici di contrasto alle vulnerabilità indotte e da mettere a disposizione delle Amministrazioni:

- *progettazione e realizzazione di **strumenti tecnici** per la caratterizzazione del fenomeno erosivo su scala europea e per l'impiego sostenibile delle risorse (Componente 2);*
- *individuazione di **strumenti per la gestione** del rapporto tra lo sviluppo del territorio urbano e le zone morfologicamente sensibili in relazione al rischio di mareggiate e di erosione (Componente 3);*
- *individuazione di **strumenti normativi ed organizzativi** per la definizione, la regolamentazione e la gestione della difesa delle coste da parte di tutti i soggetti coinvolti (Componente 4).*

Il funzionamento dell'Operazione Quadro

BEACHMED-e è un'Operazione Quadro Regionale finanziata nell'ambito del Programma INTERREG IIIC con capofila la Regione Lazio, nella quale la Regione Emilia-Romagna partecipa come partner insieme ad altre regioni italiane, francesi, greche e spagnole. Le Amministrazioni che hanno aderito all'Operazione e che costituiscono il partenariato OQR hanno avuto il compito di definire e circostanziare un insieme di tematiche di stretto interesse sull'argomento (MISURE) e quindi di far eseguire gli studi corrispondenti (SOTTOPROGETTI) da partenariati costituiti da Soggetti Pubblici (Università, Istituti di ricerca, Amministrazioni locali, ecc.) che hanno risposto al bando lanciato per progetti.

L'Operazione BEACHMED-e ha permesso lo sviluppo di 9 Sottoprogetti riferiti alle misure delle tre Componenti previste dall'Operazione.

I PARTNER DELL'OPERAZIONE



Regione Lazio (Italia)

Direzione Regionale Ambiente e Cooperazione tra i Popoli

Capo Fila

Responsabile Tecnico: **Paolo Lupino**

Viale del Tintoretto, 432 – 00142 Roma (Italia) - tel: +39(0)651689053/4/5 - fax: +391782734011
e-mail: paololupino@beachmed.it; secretariat@beachmed.it



Regione Emilia-Romagna (Italia)

Direzione Generale Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa

Responsabile Tecnico: **Roberto Montanari**

Via dei Mille, 21 – 40121 Bologna (Italia)

tel.: +39.051.6396880 - fax: +39.051.6396941 - e-mail: rmontanari@regione.emilia-romagna.it



Generalitat Catalunya (Spagna)

Departament de Política Territorial i Obras Publicas

Responsabile Tecnico: **Miriam Moyes Polo**

Avinguda Josep Tarradellas, 2-4-6 – 08029 Barcelona (Spagna)

tel. +34 93 495 80 00 fax : +34 93 495 81 96 - e-mail : wmmoyes@gencat.net



REGIONE LIGURIA

Regione Liguria (Italia)

Dipartimento Pianificazione Territoriale, Paesistica e Ambientale

Responsabile Tecnico: **Corinna Artom**

via D'Annunzio, 113 – 16121 Genova (Italia)

tel. +39 0105484251 - fax: +39 0105879109 - e-mail: corinna.artom@regione.liguria.it



Regione Toscana (Italia)

Direzione Generale Politiche Territoriali e Ambientali

Responsabile Tecnico: **Luigi Enrico Cipriani**

Via di Novoli, 26 – 50127 Firenze (Italia)

tel. +39 055 4383835 - fax : +39 055 4383063 - e-mail: luigi.cipriani@regione.toscana.it



Conseil Général de l'Hérault (Francia)

Direction de l'Emploi et du Développement

Responsabile Tecnico: **Philippe Carbonnel**

1000, rue d'Alco – 34087 Montpellier Cedex 4 (Francia)

tel. +33 (0) 4 6767 7083 - fax : +33 (0) 4 6767 6007 - e-mail : p-carbonnel@cg34.fr



Regione di Creta (Grecia)

Segretariato Generale

Responsabile Tecnico: **Alkmini Minadaki**

Kountourioti Place – 71202 Héraklion (Grecia/Hellas)

tel: +30 2810314924 - fax: +30 281 0 244 520 - e-mail : a.minadaki@oanak.gr



Direction Régionale de l'Équipement Languedoc-Roussillon (Francia)

Service des Espaces Littoraux - Unité Risques Littoraux

Responsabile Tecnico: **Cyril Vanroye**

520 allée Henri II de Montmorency – 34064 Montpellier Cedex 2 (Francia)

tel: +33 (0)4 67205363 - fax +33 (0)4 67205084 - e-mail: cyril.vanroye@equipement.gouv.fr



Regione Macedonia dell'Est e Tracia (Grecia)

Divisione Pianificazione e Sviluppo

Responsabile Tecnico: **Maria Valasaki**

1, G. Kakoulidou Str. – 69100 Komotini, (Grecia /Hellas)

tel: +30-25310-82722 - fax: +30-25310-81121 - e-mail: mvalasaki@mou.gr

I PARTNER OSSERVATORI

Generalitat Valenciana (Spagna) Conselleria De Obras Publicas

Responsabile Tecnico: Josep Llin i Belda

Blasco Ibanez N° 50 - 46010 Valencia (Spagna) - tel. +34 963862164 - fax : +34 963865737 - e-mail: llin_jos@gva.es

Drapor Société de Dragage des Ports (Marocco)

Responsabile Tecnico:

5, rue Chajarat Addor 20100 Casablanca(Morocco) - tel.: +212 22 959100 - fax: +212 22 232600 - e-mail: drapor@drapor.com

APAL Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (Tunisia)

Responsabile Tecnico: Mehdi Ben Haj

2, rue Mohamed Rachid Ridha, 1002 le belvédère Tunis (Tunisia)e-mail: mehdi1@webmails.com

Regione Veneto (Italia) Direzione Difesa del Suolo

Responsabile Tecnico: Luigi Fortunato - Geom. Roberto Piazza

Calle Priuli - Cannaregio 99 - 30121 Venezia (Italia)

tel.: +39 041 2792357/361 - e-mail: luigi.fortunato@regione.veneto.it roberto.piazza@regione.veneto.it

Marevivo (Italia) Associazione Ambientalista

Responsabile Tecnico: Laura Gentile

Lungotevere A. da Brescia, Scalo de Pinedo - 00196 Roma (Italia)

tel.: +39 06 3202949/3222565 - fax: +39 06 3222564 - e-mail: laura.gentile@marevivo.it

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli (Italia)

Responsabile Tecnico: Eduardo Pace

Via del Chiostro, 9 - 80134 Napoli (Italia) - tel.: +39 081 5114620 - fax: +39 081 5522126 - e-mail: ingpace@dhtnapoli.it

Centro di Educazione Ambientale (Italia)

Responsabile Tecnico: Maria Gabriella Villani

Via del Martin Pescatore, 66 - Castel Fusano, loc. Pantano - 00124 Roma (Italia)

tel/fax: +39 06.50.917.817 - e-mail: cea@riservalitoraleromano.it

Regione Marche (Italia) Servizio Governo del Territorio, Mobilità ed infrastrutture

Responsabile Tecnico: Vincenzo Marzialetti

Via Palestro, 19 - 60110 Ancona (Italia)

tel.: +39 071.50117303/43 - fax: +39 071.50117351 - e-mail: vincenzo.marzialetti@regione.marche.it

F.A.I.C.T. Forum delle Città Adriatiche e Ioniche c/o Comune di Ancona (Italia)

Responsabile Tecnico: Pier Roberto Remitti

Piazza XXIV Maggio - 60100 Ancona (Italia) - tel.: +39 071.2222671 - e-mail: piero.remitti@comune.ancona.it

Acqua SPA Società per l'approvvigionamento idrico della Basilicata (Italia)

Responsabile Tecnico: Giovanni Caputo

Viale della Regione Basilicata, 4 - 85100 Potenza (Italia)

tel +39 0971.668581 fax +39 0971.668580 - e-mail: acquaspa@regione.basilicata.it

Parco Regionale del Delta del Po (Italia)

Responsabile Tecnico: Lucilla Previati

Via Cavour, 11 - 44022 Comacchio FE (Italia) - tel.: +39.0533.314003 - fax: +39.0533.318007 - e-mail: parcodeltapo@parcodeltapo.it

I PARTNER PARTECIPANTI



ARPA IA ARPA SIM
Università di Ferrara, Dipartimento di Scienze della Terra
CIRSA, Università di Bologna
DISTART, Università di Bologna
DISTA, Università di Bologna

Institut de Ciències del Mar
Universitat de Barcelona
Consortium El Far

Università degli Studi di Genova - DIP.TER.IS.
Università degli Studi di Genova Facoltà di Architettura - Dipartimento
Polis di Storia e Progetto dell'Architettura del Territorio e del Paesaggio
ICCOPS - Landscape Natural and Cultural Heritage
ARPAL Liguria

Provincia di Pisa
Università di Firenze Dipartimento di Ingegneria Civile
Università di Firenze Dipartimento di Scienze della Terra
Comune di Follonica
Provincia di Livorno

Université Democritus de Thrace, Lab. de l'Hydraulique et des Travaux Hydrauliques
Université Democritus de Thrace, Faculté des Ingénieurs de l'Environnement
Chambre Technique de Grèce - Section Regionale de Thrace
Fondation Nationale de Recherche Agricole - Institut de Recherche Halieutique

Institute des Mathématiques Appliquées (IACM)
Organisme pour le Développement d'Est Crète (OANAK)

Università di Roma La Sapienza, Dip. di Scienze della Terra
Università di Roma La Sapienza, Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo
ICRAM Roma Litorale SpA Registro Italiano Dighe
Università della Tuscia, Dip. di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile

EID Méditerranée Université de Perpignan BDSI
Université de Montpellier ISTEEM
Université de Montpellier 1 CEP/LASER
BRL Université de Perpignan LEGEM

BEACHMED-e in EMILIA-ROMAGNA

La Regione Emilia-Romagna opera nel campo della difesa della costa sin dalla fine degli anni 70, attraverso la realizzazione di studi, interventi, piani e programmi per la prevenzione del rischio da mareggiata, per la valutazione e il monitoraggio dell'erosione e per la conservazione del litorale.

La partecipazione della Regione all'Operazione Quadro è stata inserita nell'alveo di questo flusso di azioni con l'obiettivo di raggiungere risultati concreti per il territorio regionale, migliorare le conoscenze sui temi e sulle tecnologie applicate alla difesa costiera e per sviluppare e consolidare un rete di relazioni interregionali e internazionale con altre amministrazioni attive nel campo della difesa della costa.

Grazie all'impegno della Regione per quanto riguarda sia l'indirizzo e la gestione dell'Operazione nel suo complesso, sia l'attivazione, il coordinamento e il monitoraggio delle attività dei Sottoprogetti, e grazie anche alla fattiva collaborazione delle altre regioni partner e di tutti i partner partecipanti locali, si può affermare oggi che questi obiettivi sono stati ampiamente raggiunti.

I risultati ottenuti dai Sottoprogetti della Componente 2 sulle tecniche di rilievo e monitoraggio dell'erosione e delle condizioni meteo marine (il confronto delle batimetrie tradizionali con quelle rilevate dal LiDAR marino e l'installazione della prima boa ondametria regionale) e il successo delle ricerche di sabbie sottomarine con l'individuazione di un nuovo importante deposito sui fondali 60 km al largo di Rimini, le sperimentazioni e i risultati dei Sottoprogetti della Componente 3 sulla gestione integrata del territorio costiero e dei sedimenti e sulla partecipazione allargata alla difesa della costa, danno solo una prima idea delle ricadute positive che Beachmed-e ha avuto, e continuerà ad avere in futuro, per il territorio dell'Emilia-Romagna.

I risultati del Sottoprogetto della Componente 4 e le attività sviluppatasi parallelamente e gestite direttamente dalle Regioni partner OQR, le relazioni avviate e consolidate con altre iniziative e progetti europei, come DEDUCE, MESSINA, PLANCOAST, CADSEALAND, la Commissione InterMediterranea della Conferenza delle Regioni Periferiche Marittime (CRPM), solo per citarne alcuni, e in particolare l'operazione promossa dalla Regione che ha portato alla firma della "Carta di Bologna", alla quale ha già aderito peraltro l'organismo europeo Arco Latino, riferiscono di quella rete europea interregionale che si auspicava potesse svilupparsi attraverso questo Progetto fra la nostra Regione e le altre regioni europee attive sul fronte della difesa costiera.





I SOTTOPROGETTI

2.1 OPTIMAL	pagina	16
2.2 NAUSICAA		20
2.3 RESAMME		25
2.4 EUDREP		29
3.1 MEDPLAN		32
3.2 ICZM-MED		36
3.3 GESA		40
3.4 POSIDUNE		43
4.1 OBSEMEDI		52

Componente 2. Misura 2.1 Sottoprogetto OPTIMAL

Ottimizzazione delle tecniche integrate di monitoraggio applicate ai litorali



Capofila: **Università di Firenze - DST**

Università di Bologna - DISTART

Università di Genova - DIPTERIS

Università di Roma "La Sapienza" - DST

ARPA - Ingegneria Ambientale - Emilia-Romagna

EID Mediterranée

OANAK - Eastern Crete Development Organisation

FORTH/IACM - Institute of Applied Computational Mathematics

Université Democritus de Thrace -

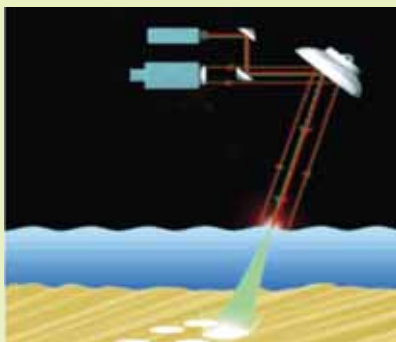
Laboratoire de l'Hydraulique et des Travaux Hydraulique

ICM - Instituto de Ciencias del Mar

Approfondimento

La tecnologia Lidar per il rilievo della batimetria

L'Airborne Lidar Bathymetry usa la tecnologia LIDAR per misurare la profondità della colonna d'acqua e quindi la morfologia del fondale marino. Un generatore/ricevitore, montato su un aereo, trasmette due impulsi laser: uno infrarosso e uno verde. Il primo viene riflesso dalla superficie dell'acqua il secondo penetra nella colonna d'acqua e viene riflesso dal fondale marino. La misura della profondità dell'acqua si ottiene dalla differenza del tempo di ritorno dei due impulsi laser. Ogni segnale ricevuto è propriamente corretto considerando le onde marine e le oscillazioni del livello del mare. A seguito di applicazioni pratiche di questa tecnologia si è notato come l'energia del laser sia persa a causa della rifrazione, dell'assorbimento da parte della superficie dell'acqua e dal fondale marino, e dal viaggio che il raggio riflesso percorre attraverso la colonna d'acqua. La combinazione di questi effetti limitanti definisce la profondità massima di esplorazione del sistema. Un altro importante fattore limitante è la condizione di trasparenza dell'acqua. Mediamente, il rilievo batimetrico effettuato con il sistema ALB permette di esplorare fondali marini aventi profondità pari a 2-3 volte quella misurata con il disco di Secchi.



Principio operativo dell'ALB: l'energia infrarossa viene riflessa dalla superficie dell'acqua mentre l'energia blu e verde riesce ad attraversare la colonna d'acqua.

Le zone costiere sono interessate da una crescente pressione antropica e conseguentemente da un costante aumento degli interessi economici, sociali e ambientali. Questa fascia di territorio, confine tra mare e terra, è caratterizzata da un equilibrio morfologico dinamico e fragile, testimoniato dai forti processi erosivi che interessano la maggior parte delle spiagge del mondo. La continua perdita di spiagge sta modificando i caratteri ambientali di questa fascia di territorio, mettendo in serio pericolo gli interessi socio-economici che su di essa insistono.

In Emilia-Romagna, tramite il sottoprogetto OPTIMAL, è stato possibile sperimentare innovative tecniche di rilevamento e monitoraggio volte all'analisi delle tendenze evolutive della spiaggia emersa e sommersa (spiaggia attiva), aspetto fondamentale per la gestione e pianificazione territoriale e la programmazione di interventi di difesa costieri.

Airborne Lidar Bathymetry (ALB)

Il monitoraggio dell'evoluzione morfologica della spiaggia attiva è fondamentale per la conoscenza del fenomeno erosivo e della sua quantificazione, al fine di fornire una base scientifica a supporto della definizione delle politiche di intervento da attuare per la gestione della costa.

Per tutti gli anni '80 e '90 i rilievi topo-batimetrici sono stati eseguiti mediante ecoscandagli (monofascio o multibeam); in ambedue i casi il rilievo è abbastanza complesso in quanto sono richiesti vari strumenti ed inoltre, in caso di cattive condizioni del mare, possono servire settimane o anche mesi per concludere il rilievo.

La necessità di effettuare rilievi batimetrici sempre più frequenti, di maggiore dettaglio e in tempi brevi, è stata la premessa che ha portato alla sperimentazione anche lungo la costa regionale di nuovi metodi di lavoro. Nell'ambito del sottoprogetto OPTIMAL si è confrontato sotto il profilo tecnico, operativo ed economico, un rilievo batimetrico effettuato con ecoscandaglio (single e multibeam), con un altro eseguito con tecnica LIDAR (*vedi riquadro di approfondimento*), per valutarne l'applicabilità sulla costa emiliano-romagnola (*Figura 1*).

L'area di studio individuata dal progetto iniziale era un tratto di 1800 m del litorale di Igea Marina (Rimini). In seguito avendo acquisito i dati ALB del tratto lungo 50 km che va dai moli di Rimini a Marina di Ravenna e al cui interno è situata Igea Marina, si è deciso di estendere l'analisi all'intero tratto.

I dati utilizzati, rilevati con sistemi tradizionali, sono quelli acquisiti nei primi 4 mesi del 2006 nell'ambito della 4ª campagna di monitoraggio della rete topo-batimetrica regionale (profili ogni 500 m) e quelli del rilievo di dettaglio svolto nel

marzo 2006 nella zona di Igea Marina (profili ogni 100 m e cross longitudinali). In ambedue i casi il limite del rilievo lato mare è posto a 6-8 m di profondità. Nel corso del 2007 l'ENI ha messo a disposizione della Regione Emilia-Romagna e di ARPA l'intero set di dati rilevati con il sistema ALB, nel periodo maggio-giugno 2006, tra Rimini e Marina di Ravenna.

Da parte sua Arpa Ingegneria Ambientale ha acquisito da Arpa Daphne i dati di trasparenza dell'acqua del mare e da Arpa SIM i dati delle condizioni del moto ondoso, dati indispensabili per effettuare una corretta analisi.

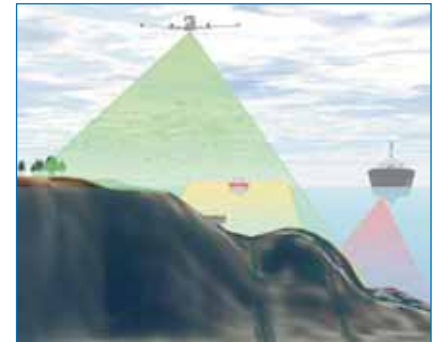
Tramite il sistema ALB sono stati rilevati, in 22 giorni, 15.564.000 punti distribuiti su un'area di 540 km², costituita da una fascia che va dal molo di Rimini a Marina di Ravenna (quindi lunga circa 50 km) fino a 25 m di profondità nel lato mare. Di questi punti circa 125'000 sono situati nell'area di Igea Marina. I dati sono distribuiti omogeneamente su una griglia a maglia quadrata di 5m, tuttavia tale omogeneità è solo teorica in quanto ci sono zone non rilevate a causa dell'elevata torbidità dell'acqua. L'impresa che ha eseguito il rilievo ALB (Tenix) dichiara un'accuratezza altimetrica di 47 cm.

Con il sistema tradizionale ad ecoscandaglio sono stati rilevati, in 45 giorni, 4.657.000 punti disposti su 128 sezioni (mediamente distanti 500 m) e cross longitudinali per un totale di oltre 220 km. Inoltre, nell'area di Igea Marina, è stato effettuato un rilievo di dettaglio costituito da 15 profili distanti 100 m e diversi cross paralleli alla costa. In quest'area sono stati rilevati circa 260.000 punti. Il rilievo con l'ecoscandaglio singlebeam è caratterizzato da un'accuratezza batimetrica pari a 5 cm, mentre i punti rilevati con quello multibeam hanno un'accuratezza di 4 cm. Dal confronto tra le due carte batimetriche ottenute con i due sistemi (Figura 2) si nota che tramite la tecnologia ALB è possibile rilevare le opere emerse ma non quelle sommerse; inoltre il rilievo presenta zone in cui i dati non sono disponibili a causa dell'elevato errore indotto dalla torbidità dell'acqua.

Le due batimetrie forniscono risposte molto simili laddove il rilievo tradizionale è ottenuto, come a Igea Marina, con profili equidistanti 100 m e con diversi cross longitudinali. Vi sono differenze invece laddove il rilievo tradizionale si basa su profili distanti 500 m.

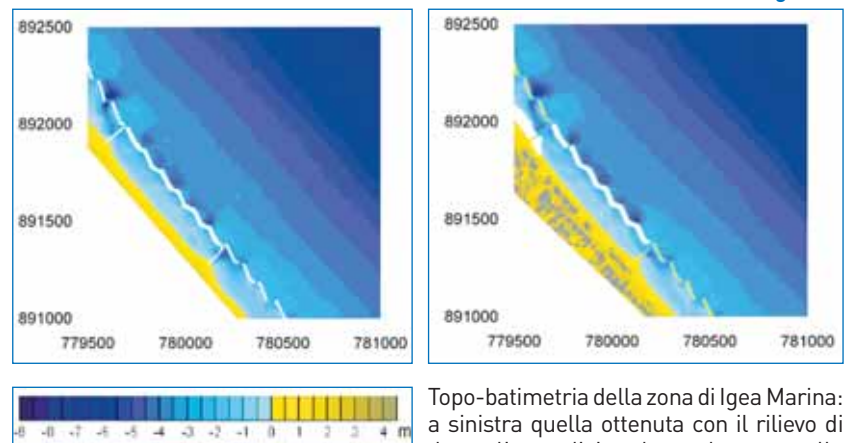
Dalla mappa delle differenze di profondità tra rilievo ALB e ecoscandaglio (Figura 3) si può notare che tra la linea di riva ed il limite interno delle scogliere il rilievo topo-batimetrico tradizionale riporta profondità maggiori rispetto a quelle derivanti dal rilievo ALB.

Figura 1



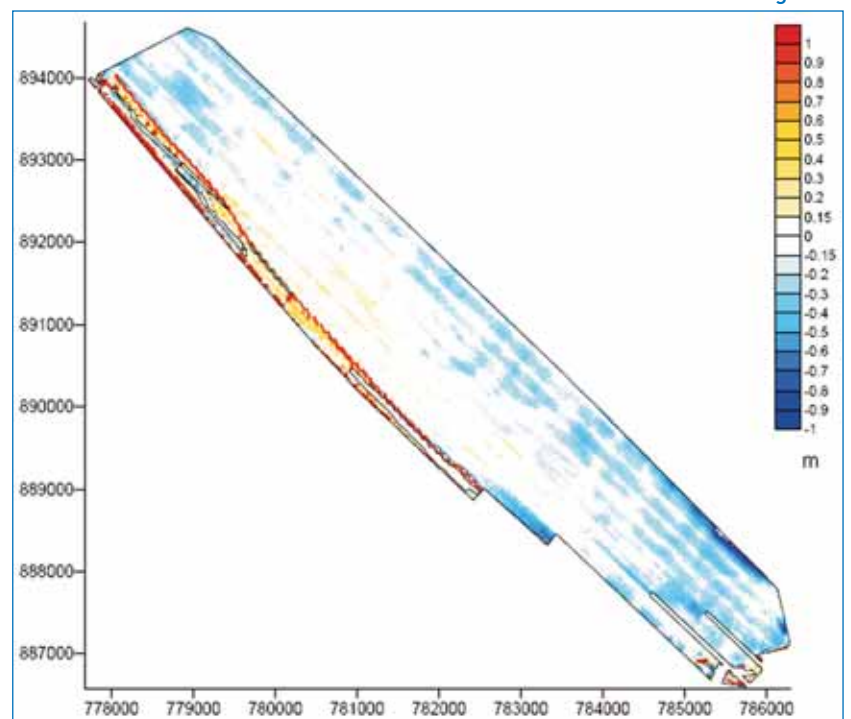
ALB ed ecoscandaglio

Figura 2



Topo-batimetria della zona di Igea Marina: a sinistra quella ottenuta con il rilievo di dettaglio tradizionale; a destra quella ottenuta con il rilievo ALB.

Figura 3



Tratto Rimini-Foce Uso. Carta delle differenze di profondità ottenuta confrontando il rilievo ALB con quello tradizionale.

Questo dato potrebbe però essere stato inficiato da ripascimenti o movimentazioni di sabbia avvenuti nel periodo intercorso tra i due rilievi.

Il rilievo tradizionale definisce invece un fondale più elevato rispetto a quello rilevato dal LIDAR nella zona esterna alle difese costiere, con ampie zone in cui la differenza è inferiore in valore assoluto ai 15 cm (aree bianche). Dall'analisi statistica risulta che in condizioni di buona trasparenza dell'acqua, la differenza di quota tra il sistema ALB e quello tradizionale oscilla tra gli 8 e i 26 cm. Nelle zone di maggiore torbidità tale differenza arriva a 65 cm. I dati ALB sono sistematicamente più profondi dei dati multibeam. I tempi di rilievo sono molto minori rispetto a quelli del sistema tradizionale ed è possibile rilevare oltre alla spiaggia anche le opere di difesa emerse. Nel caso di aree dell'ordine di 50-100 km² il costo può oscillare tra i 1.000-2.000 Euro/km², per cui risulta del tutto concorrenziale rispetto a quello dei rilievi effettuati con sistemi tradizionali.

In definitiva il sistema ALB risulta un valido strumento per il rilievo batimetrico di litorali come quello emiliano-romagnolo se si opera in condizioni di buona trasparenza dell'acqua e su ampie superfici.

Mentino Preti, Matteo Monti, Nunzio De Nigris, Maurizio Morelli
ARPA Ingegneria Ambientale - Regione Emilia-Romagna

Il videomonitoraggio

Molti dei processi costieri lasciano segni visibili sulla superficie terrestre che possono essere monitorati da lontano con un sistema automatizzato di riprese video. Questa tecnica, chiamata videomonitoraggio, permette l'interpretazione quantitativa dei dati video acquisiti nei termini propri dei parametri fisici.

La stazione di videomonitoraggio è composta da un computer che controlla uno o più sistemi di ripresa (videocamere o fotocamere) che acquisiscono immagini istantanee, medie (equivalenti a immagini con esposizione pari a circa 10 minuti, chiamate *timex*) e varianze ogni ora durante la giornata. Tali immagini unite e ortorettificate (cioè corrette in modo da poterle utilizzare come carte topografiche) permettono di estrapolare informazioni quantitative sulla evoluzione di alcune caratteristiche morfologiche della zona costiera. La *figura 4* mostra una *timex* (cioè un'immagine media) acquisita dalla stazione di Igea Marina e ortorettificata: le opere a sinistra del pennello sono opere sommerse, le opere a destra del pennello sono emerse; è evidente come le ultime più alte siano più proiettate delle precedenti. Questo problema non si verifica per la individuazione della linea di riva che, essendo al livello del mare, non risente di questo effetto.

La tecnica di videomonitoraggio tramite l'uso delle immagini *timex*, fornisce quindi informazioni precise sulla posizione della linea di battigia. Fornisce inoltre informazioni a minor dettaglio sulla topografia della spiaggia sommersa:

Figura 4

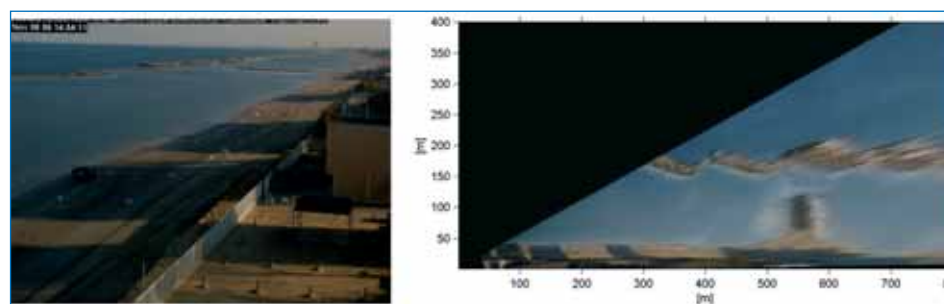


Immagine *timex* acquisita dalla stazione di videomonitoraggio di Igea Marina ed immagine orto-rettificata.



Figura 5

Lido di Dante: immagini *timex* unite e ortorettificate. Si vede la posizione della barra e la linea di riva.

infatti, è possibile definire la posizione delle barre sottomarine dove le onde frangono quando hanno intensità sufficiente. Questo aspetto è evidente nella *figura 5* dove le immagini *timex* di Lido di Dante, unite e ortorettificate, mettono in evidenza le barre (a destra nella foto) e la linea di riva.

Il sistema di videomonitoraggio permette, inoltre, di derivare delle informazioni dallo studio delle serie temporale di intensità dei pixel. Il concetto alla base di questo approccio è che ogni pixel viene considerato come se fosse uno strumento di monitoraggio posizionato in situ. Fissato, su un'immagine base, un vettore di pixel, in direzione perpendicolare o parallela a costa, può essere estratta la serie storica della loro intensità luminosa in rapida successione nel tempo, detta *timestack*.

La elaborazione di queste immagini fornisce informazioni sulla propagazione delle onde, sulla intensità delle correnti superficiali, sulla velocità delle onde che trascinano oltre una opera di protezione costiera.

L'unità di lavoro DISTART Università di Bologna ha installato e gestisce due diverse stazioni di videomonitoraggio, una stazione ARGUS presso Lido di Dante ed una stazione SVM presso Igea Marina. Le immagini sono disponibili sul sito <http://videomonitoring.eu.org>. Nell'ambito del Sottoprogetto OPTIMAL è stato possibile, nei due siti pilota, studiare l'evoluzione della spiaggia protetta da opere di difesa costiera. Le analisi a Lido di Dante hanno riguardato la costruzione di 72 batimetrie intermareali in 4 anni: la posizione della batimetria intermareale (compresa tra il livello del mare in condizioni di bassa marea ed in condizione di alta marea) fornisce una visione di come l'intera spiaggia arretri e avanzi nel tempo. Lo studio è stato inoltre condotto, per entrambi i siti, osservando una serie di transetti posti in direzione trasversale alla spiaggia allo scopo di facilitare l'osservazione dei cambiamenti della linea di riva in posizioni particolari, per esempio adiacenti ai pennelli e di fronte ai varchi delle scogliere. I risultati sono stati correlati alle condizioni meteo-marine.

Inoltre, durante il periodo di funzionamento delle stazioni, sono stati eseguiti interventi di ripascimento del litorale con sabbie sottomarine: in questo caso il videomonitoraggio ha consentito un controllo delle operazioni ed una valutazione della stabilità del ripascimento effettuato.

La Regione Emilia-Romagna, prima nel territorio nazionale ad avere utilizzato questa tecnica di monitoraggio per la gestione costiera, ha fornito agli altri partner del progetto BEACHMED-e un supporto per future installazioni, partecipando alla progettazione di due sistemi di videomonitoraggio presso la Regione Lazio ed alla discussione sulla futura installazione di un sistema nel sud della Francia.

Il sistema si presenta come un valido strumento per una gestione integrata della zona costiera: offre infatti la possibilità di monitorare sia una ampio spettro di parametri utili per la comprensione dei processi fisici costieri, sia altri parametri come la presenza di turisti e lo stato di avanzamento di lavori di ripascimento.

Componente 2. Misura 2.2 Sottoprogetto NAUSICAA

Caratterizzazione delle condizioni idro-meteorologiche ed analisi dei rischi dei litorali, del comportamento delle opere di protezione e della dinamica delle praterie di Posidonia Oceanica.



Foto 1



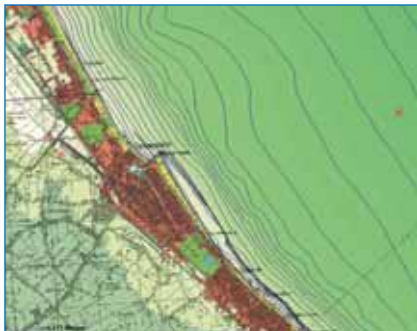
La stazione ondometrica Nausicaa. Sono visibili i pannelli solari di alimentazione e le antenne per la trasmissione dati.

Foto 2



Il cavo di ormeggio della boa Nausicaa: uno speciale cavo elastico di 30 m di lunghezza.

Figura 1



Localizzazione della stazione Nausicaa sul sistema informativo della costa (Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli: <http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/costa/progetti/sic.htm>). Veduta d'insieme (sopra) e dettaglio dove viene riportata la batimetria (sotto)



Capofila: **Université de Montpellier II**
Università di Bologna - DISTART
 Fondation National de Recherche Agronomique
 Università di Roma "La Sapienza" - BAU
 ARPA SIM - Emilia-Romagna

Il sistema di rilevazione dell'altezza e direzione dell'onda "NAUSICAA"

Nell'ambito del sottoprogetto NAUSICAA, ARPA ha attivato una stazione di rilevamento in continuo dell'altezza e della direzione dell'onda allo scopo sia di garantire il monitoraggio dello stato del mare sia di disporre di informazioni sul clima meteo-marino locale. Come è noto, infatti, eventi di forte mareggiata, eventualmente in concomitanza di condizioni di acqua alta, possono produrre un forte impatto sulla costa in termini di erosione, di danni alle strutture (moli, dighe, difese foranee ecc.) e alle attività produttive. Nei casi più gravi, con concomitanza di acque alte, vi sono inoltre rischi di inondazioni locali.

Il sistema di rilevamento è composto da una boa ondometrica, da una stazione di ricezione a terra e dai sistemi di archiviazione e diffusione dei dati.

La boa ondometrica direzionale (Datawell WAVERIDER MKIII, *foto 1*) misura l'altezza e la direzione dell'onda e la temperatura dell'acqua. È costituita da una boa di acciaio del diametro di 70 cm, che alloggia i sensori ed il sistema di alimentazione, controllo, memorizzazione e trasmissione dei dati. La posizione della boa è tracciata in continuo attraverso un sistema GPS montato a bordo. I sensori misurano 8 variabili: le tre componenti dell'accelerazione, le tre componenti del campo magnetico, i valori di beccheggio e rollio e la temperatura.

L'altezza dell'onda viene misurata attraverso un singolo accelerometro ad asse verticale. Il movimento delle onde viene ricavato dal valore di accelerazione con una opportuna elaborazione del segnale. La direzione dell'onda è determinata attraverso la misura del movimento orizzontale e correlata con la misura del movimento verticale, attraverso due accelerometri posti perpendicolarmente, che consentono, in combinazione coi sensori di rollio e beccheggio, di determinare, attraverso una bussola, la direzione dell'onda relativa al nord magnetico.

Il sensore per la misura della temperatura è alloggiato nella parte inferiore della boa, ad una profondità di circa 40 cm. Il sistema di alimentazione è un sistema ibrido composto da batterie e da pannelli solari e consente una elevata autonomia di funzionamento. Il sistema di controllo interno (data logger) provvede alla acquisizione, elaborazione del segnale e memorizzazione locale dei dati, che vengono poi inviati al centro ricevente posto a terra. La boa ondometrica è ormeggiata mediante uno speciale cavo elastico che ne consente il libero movimento (*foto 2*), su un fondale sabbioso della profondità di 10 m. La collocazione della stazione (*Figura 1*), circa 8 km al largo di Cesenatico, in una area già interdotta alla navigazione ed alla pesca, è stata scelta per ridurre al minimo le interferenze con le attività che si svolgono in mare.

I dati, acquisiti ogni 30' dal centro ricevente a terra, ospitato presso la Struttura Oceanografica ARPA-Daphne, vengono archiviati su un computer locale collegato alla banca dati centrale della rete di monitoraggio meteo idrografico (RIRER), gestita dal Servizio IdroMeteorologico (ARPA-SIM). Qui i dati vengono controllati in qualità, archiviati e distribuiti. La distribuzione dei dati avviene in tempo quasi reale attraverso la homepage di ARPA-SIM, nella pagina dedicata al mare (Figura 2).

Figura 2



La pagina SIM dedicata al mare attraverso la quale sono accessibili i dati in tempo quasi reale della Boa Nausicaa, le previsioni oceanografiche e di stato del mare e le previsioni meteorologiche: (<http://www.arpa.emr.it/sim/?mare/boa>).

Figura 3



La pagina SIM di accesso ai dati storici DEXTER, che consente l'interrogazione on-line dei dati storici: (http://www.arpa.emr.it/sim/?osservazioni_e_dati/dexter).

In questa pagina sono disponibili quotidianamente le previsioni numeriche dello stato del mare e le previsioni oceanografiche. In particolare la sezione dedicata alla previsione delle onde fornisce mappe di altezza e direzione dell'onda con dettaglio crescente dall'intero Mediterraneo, all'Adriatico e alla costa dell'Emilia-Romagna.

La sezione dedicata alla circolazione, contiene invece le mappe di temperatura media giornaliera, salinità e correnti del mare Adriatico, e le mappe tridimensionali della elevazione della superficie libera.

I dati storici rilevati dalla stazione Nausicaa sono disponibili attraverso l'interfaccia utente DEXTER, che consente l'interrogazione on-line degli archivi (Figura 3).

ARPA provvede anche alla manutenzione periodica e straordinaria del sistema, attraverso una collaborazione tra ARPA-SIM e la struttura oceanografica Daphne che fornisce l'imbarcazione e l'equipaggio, oltre che il personale tecnico addetto alla gestione della stazione ricevente. Il primo intervento di manutenzione programmata si è svolto all'inizio di ottobre 2007 (foto 3).

I dati acquisiti dalla stazione ondometrica Nausicaa ed i dati derivanti dalle analisi meteo-marine forniti da ARPA-SIM verranno elaborati dall'Università di Bologna, partner del progetto, per condurre studi di dettaglio sugli effetti idrodinamici e morfologici di eventi di mareggiata su alcuni tratti costieri dell'Emilia-Romagna.

Nel futuro i dati acquisiti dalla stazione ondometrica verranno utilizzati, assieme ai dati della Rete Ondometrica Nazionale, per verificare sistematicamente ed

Foto 3



La boa ondometrica viene issata a bordo per la manutenzione periodica; si notino le abbondanti incrostazioni sullo scafo.

eventualmente tarare i modelli di previsione dello stato del mare mentre la serie storica potrà essere utilizzata per l'elaborazione del clima ondoso della nostra costa, necessario alla pianificazione degli interventi di gestione della zona costiera.

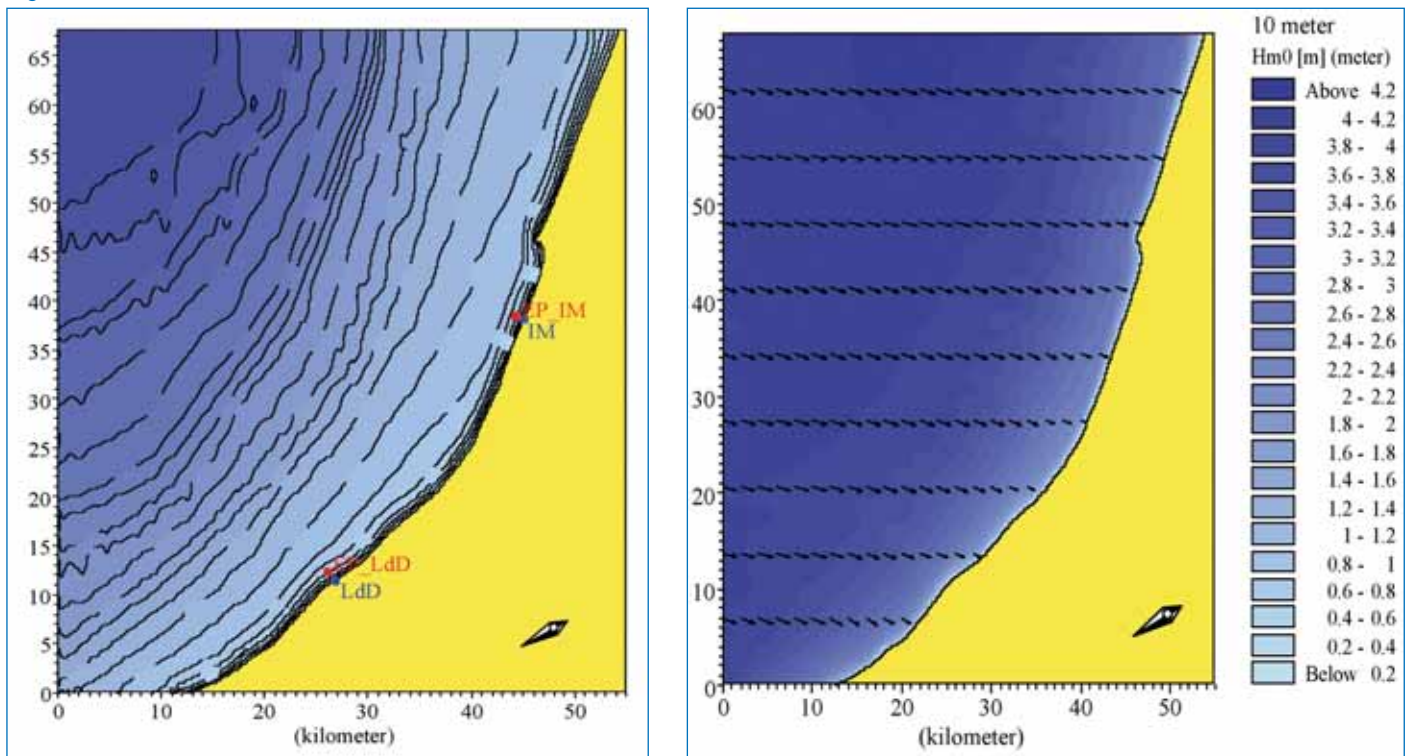
Marco Deserti
Responsabile Area Meteorologia Ambientale, ARPA
Servizio IdroMeteorologico dell'Emilia-Romagna

L'utilità dei modelli numerici nella progettazione di opere marittime

Con il termine "modello numerico" si intende l'insieme della formulazione matematica di un problema fisico, generalmente in termini di equazioni differenziali (modello matematico), e dei relativi metodi approssimati di soluzione (metodi numerici), implementati in un codice di calcolo (software).

Il continuo incremento delle prestazioni degli elaboratori elettronici, avvenuto particolarmente negli ultimi venti anni, ha consentito lo sviluppo di modelli numerici utilizzabili per l'analisi di svariati problemi idrodinamici a fini progettuali. Tali modelli rappresentano uno strumento particolarmente potente nelle applicazioni ai corpi idrici naturali, con possibilità di risoluzione spaziale e temporale sempre crescente in relazione allo sviluppo degli strumenti di calcolo. Nello studio della circolazione indotta dal moto ondoso nell'intorno di opere di difesa, i modelli numerici permettono di rappresentare gli effetti di differenti processi individualmente complessi (frangimento delle onde, attrito al fondo, interazione delle onde con le opere e quindi riflessione, diffrazione e rifrazione delle onde). I modelli numerici rappresentano sia uno strumento progettuale notevol-

Figura 4A e 4B



Batimetria per il trasferimento delle onde da largo a riva, con identificazione della posizione dei due siti di interesse, Lido di Dante (LdD) e Igea Marina (IM) e dei corrispettivi punti di calcolo del clima sottocosta (EP_LdD e EP_IM) alla batimetria - 4m.

Propagazione di un'onda da largo a riva, con intensità e direzione indicata da scala di colori e vettori.

mente più accurato delle soluzioni in forma grafica o tabellare, utilizzate ormai solo in casi relativamente semplici, sia, in molti casi, una realistica alternativa ai molto più costosi modelli fisici (cioè costruzione di modelli a scala), quantomeno per una definizione preliminare degli interventi progettuali.

Tutti i modelli numerici richiedono:

- informazioni di carattere geometrico sul litorale in esame,
- il clima meteo marino (altezza, periodo e direzione dell'onda; intensità e direzione del vento; livello del mare),
- dati di scabrezza del fondale, come possono desumersi da rilievi di tipo sedimentologico.

Una volta ottenuti questi dati si possono applicare, in base alle nostre necessità e all'accuratezza dei dati, modelli numerici di diverso tipo:

- monodimensionali: dato un profilo tipico del tratto di litorale in esame e fissate le condizioni meteo marine, forniscono nel lungo periodo la evoluzione della linea di riva;
- bidimensionali: dato un rilievo bidimensionale del fondale e fissate le condizioni meteo marine, consentono di ricostruire le condizioni di onda, corrente e trasporto solido a riva, sia su spiagge libere sia protette da opere rigide; forniscono anche l'evoluzione del fondale in termini di localizzazione ed intensità dell'erosione e del trasporto nel breve-medio termine;
- tridimensionali: non sono di norma usati nella progettazione ma solo a fini di ricerca, dato l'elevato tempo di calcolo.

I modelli numerici che si utilizzano di norma nell'analisi del clima tipico di un determinato tratto di mare e nella ricostruzione degli effetti indotti da opere marittime sul litorale sono di tipo bidimensionale, perché forniscono la mappatura della intensità delle onde, delle correnti e del trasporto solido. Questo permette:

- di estendere in altre zone le misure eventualmente disponibili (ad esempio, trasferire da largo a riva o estendere in altri punti la misura delle onde effettuata mediante una boa posizionata al largo su dato fondale, si veda *Figure 4A e 4B*);
- di vedere come le onde variano di intensità in presenza di opere di difesa (*Figura 5A*);
- di vedere dove si localizzano le correnti più o meno intense, identificando le zone a rischio di balneazione a causa delle correnti di risucchio oppure le eventuali zone di ristagno dell'acqua, con conseguente possibile effetto sulla qualità dell'acqua (*Figura 5B*);
- di valutare dove si concentra maggiormente il trasporto solido, le evidenziando le tendenze evolutive della spiaggia;
- di ricostruire l'evoluzione del fondale nel tempo, con risultati simili a quelli che si potrebbero ottenere con rilievi di campo (*Fig. 6A, 6B*); in questo caso l'applicazione del modello risulta però onerosa in termini di tempi di calcolo (diversi mesi).

Risultati di questo tipo sono stati ottenuti, nell'ambito del progetto NAUSICAA, in due siti scelti: Lido di Dante ed Igea Marina, ove si sono effettuate simulazioni idromorfodinamiche con il modello numerico bidimensionale MIKE21.

La complessità dei modelli numerici disponibili commercialmente può esporre l'utente ad alcuni rischi; infatti, la sofisticata descrizione matematica dei fenomeni fisici, può indurre l'utente meno esperto ad attribuire ai risultati numerici una soluzione esatta. Il modello invece si basa sempre su approssimazioni e l'attendibilità delle simulazioni numeriche può essere limitata dalla carenza dei dati di campo necessari alla corretta specificazione dei parametri del modello

Figura 5A

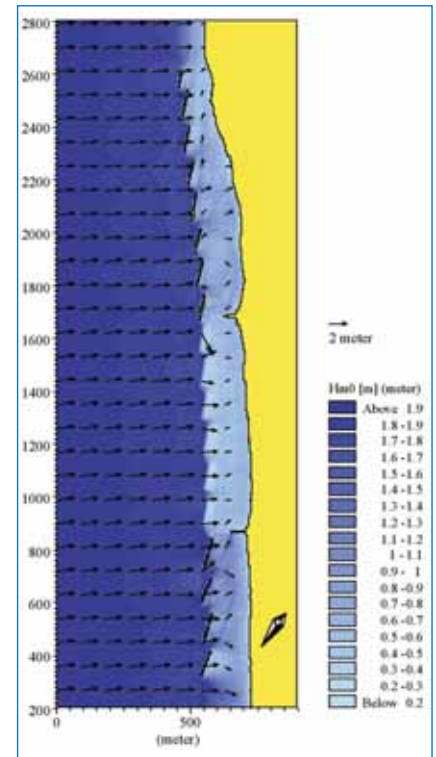
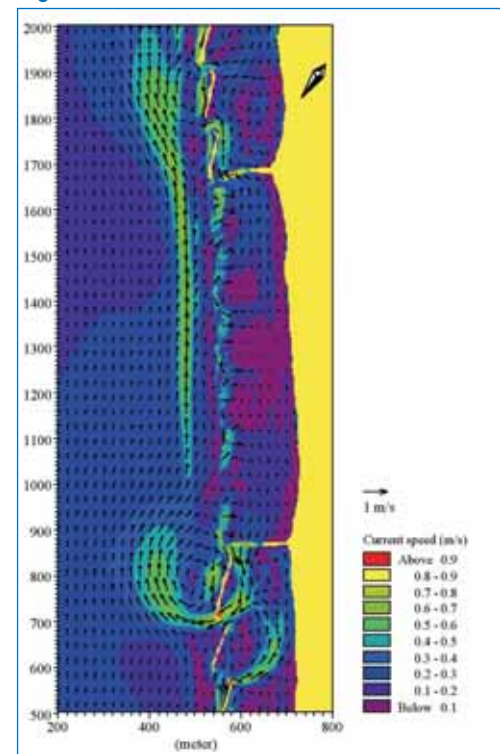


Figura 5B



Intensità delle onde (A) e delle correnti (B), in scala di colori e vettori in prossimità delle opere di difesa a Igea Marina. Risultati ottenuti con modello MIKE21.

(calibrazione). Il modello numerico fornisce quindi un importante ausilio alla progettazione di nuovi interventi ed alla ottimizzazione di interventi esistenti, ma non può supplire a carenze nella conoscenza dei fenomeni fisici in gioco o, comunque, sollevare dall'onere di un'analisi critica dei risultati, preventivamente alla utilizzazione degli stessi ai fini progettuali.

Barbara Zanuttigh,
Università di Bologna - DISTART

Figura 6A

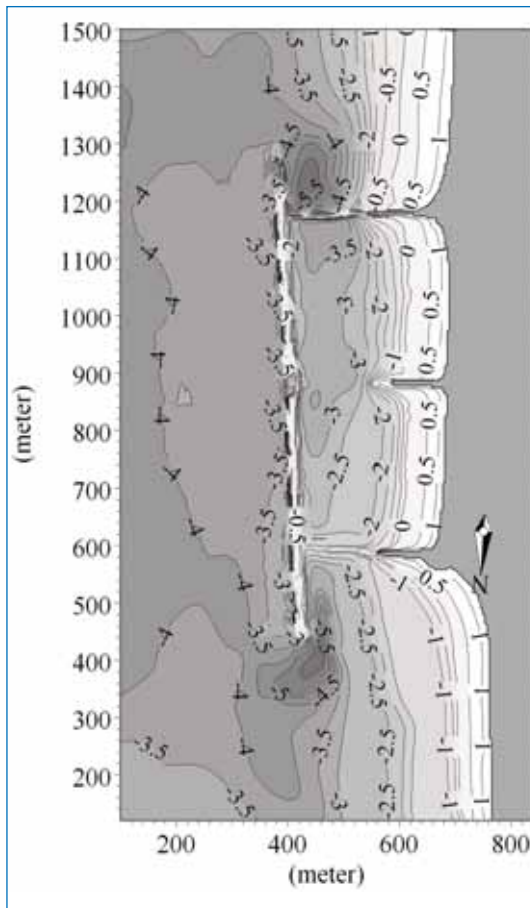
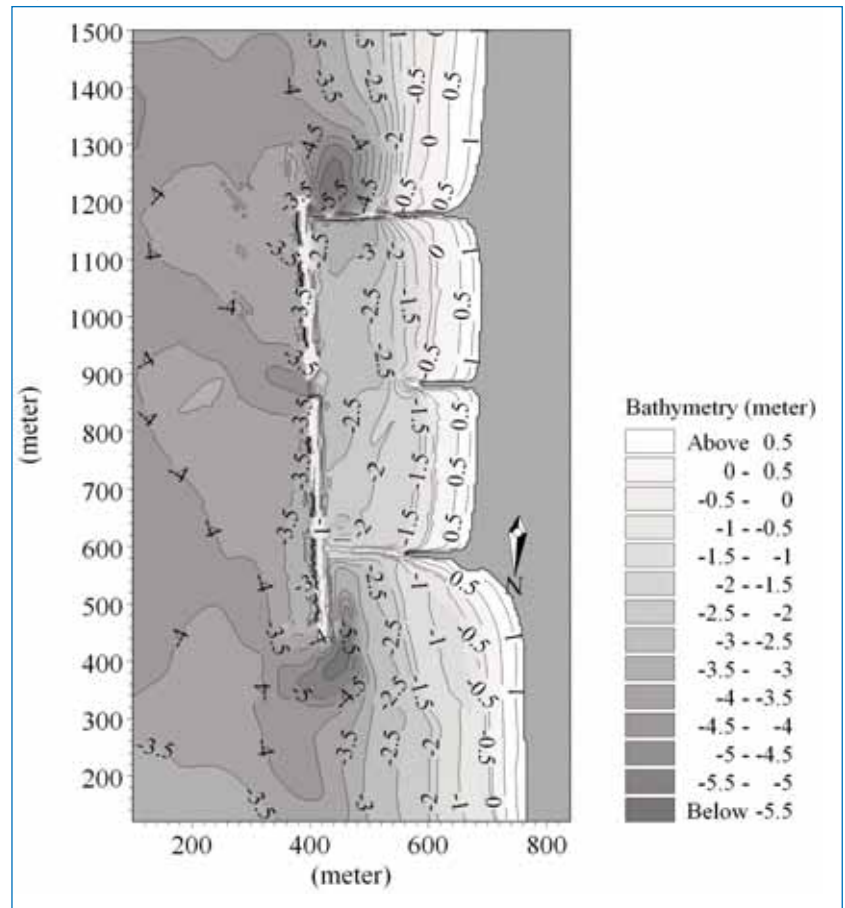


Figura 6B



Evoluzione del fondale a Lido di Dante: rilievo di campo disponibile al Giugno 2002 (A) e batimetria ricostruita col modello MIKE21 CAMS al Gennaio 2004 (B).

Componente 2. Misura 2.3. Sottoprogetto RESAMME

Ricerca di sabbia sottomarina nel Mar Mediterraneo



Capofila: ARPA-IA
 Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia-Romagna

Università di Roma "La Sapienza" - DST

Università di Genova - DIPTERIS

BDSI - Laboratoire de Biophysique et Dynamique des Systèmes Intégrées -

Université de Perpignan

Departamento de Geología Marina y Oceanografía Física

Instituto de Ciencias del Mar

Centro Mediterraneo de Investigaciones Marinas y Ambientales - CSIC

Université Democritus de Thrace, Faculté des Ingenieurs de l'Environnement

La ricerca di depositi sabbiosi nella piattaforma continentale dell'Adriatico settentrionale

Nel corso dell'ultimo secolo, i 130 km di litorale della Regione Emilia-Romagna sono stati interessati da intensi ed estesi fenomeni erosivi.

Le cause accertate sono la subsidenza prodotta dall'estrazione di acqua e metano dal sottosuolo, che ha determinato l'abbassamento negli ultimi 50 anni di circa 1m di gran parte della fascia costiera e la forte riduzione degli apporti sedimentari da parte dei fiumi, dovuta all'escavazione di inerti e alla costruzione di opere trasversali in alveo.

Nel secondo dopoguerra, per contrastare l'erosione, lo Stato ha costruito scogliere protettive davanti alla costa per una lunghezza di oltre 60 km. Col tempo però, queste opere si sono rivelate molto impattanti.

Il Piano Coste 1981 della Regione ha posto l'esigenza di abbandonare la difesa con scogliere e, in alternativa, di ricorrere al ripascimento artificiale delle spiagge. Dal 1983 più di 5 milioni di m³ di sabbia, prelevata da cave a terra e da accumuli litorali, sono stati così portati sulle spiagge in erosione.

Il prelievo di sabbie da cave a terra si è rivelato però a sua volta impattante dal punto di vista ambientale e svantaggioso a livello economico.

Le sabbie litoranee, provenienti dal dragaggio dei porti e dalla spiagge in avanzamento, si sono rivelate a loro volta del tutto insufficienti a soddisfare i fabbisogni.

Gli accumuli sabbiosi sottomarini scoperti al largo della costa regionale a partire dal 1984 da Idroser, poi passata in ARPA nel 1996, sono quindi diventati una risorsa strategica.

Il primo intervento con sabbie sottomarine è stato realizzato nel 2002 portando 800.000 m³ di sabbia prelevati da un dosso 55 km al largo di Porto Corsini su 8 spiagge distinte (Figura 1).

Nei primi mesi del 2007 la Regione ha effettuato il secondo intervento, apportando circa altri 800.000 m³ di sabbia su 7 spiagge in erosione (vedi riquadro di approfondimento).

Carta geologica del Mare Adriatico settentrionale; A, A1, B, C1, C2, C3: aree già investigate in passato in cui sono stati rinvenuti accumuli sabbiosi; H: nuova zona di studio.

Figura 1

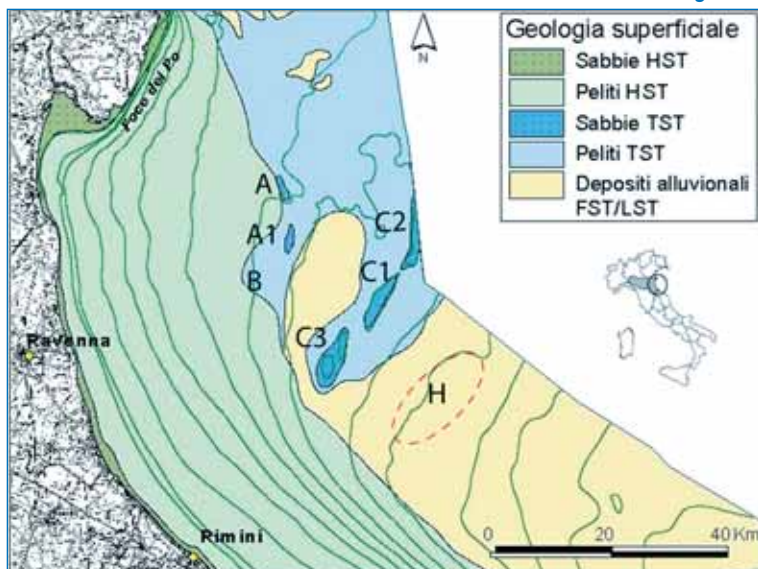
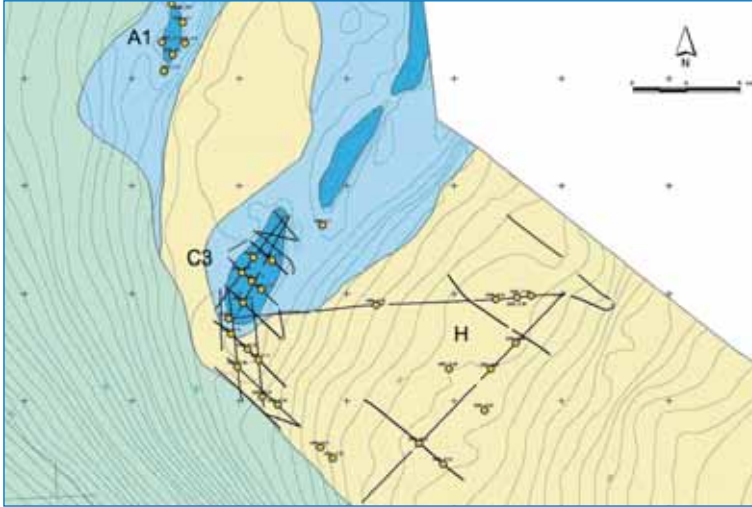


Figura 2



Campagna di ricerca 2007-2008. Le linee nere rappresentano i profili sismici acquisiti a luglio 2007; i pallini gialli rappresentano i vibrocarotaggi eseguiti tra dicembre 2007 e gennaio 2008.

Obiettivi

Per le considerazioni sopraesposte e tenuto conto che il litorale della Regione Emilia-Romagna è sede di una delle più importanti industrie turistiche d'Europa e che inoltre è il rilevato morfologico che separa il mare da vasti territori giacenti a quote inferiori allo stesso mare, ne consegue che il suo futuro è strettamente legato agli apporti di sabbia proveniente dagli accumuli sottomarini.

Per definire la futura strategia di gestione del litorale risulta quindi indispensabile conoscere i volumi di sabbia disponibili.

A tal fine ARPA IA, nell'ambito del sottoprogetto ReSaMMè, si è posta l'obiettivo di quantificare i

volumi di sabbia utili al ripascimento presenti nei dossi scoperti negli anni '80-'90, davanti alla costa della Regione e di individuarne di nuovi. Un ulteriore obiettivo del progetto è stato quello di definire, assieme agli altri partner europei, un protocollo metodologico scientifico sulle modalità di esecuzione delle ricerche di sabbie in mare per renderlo disponibile a tutti coloro che intendano realizzare queste attività.

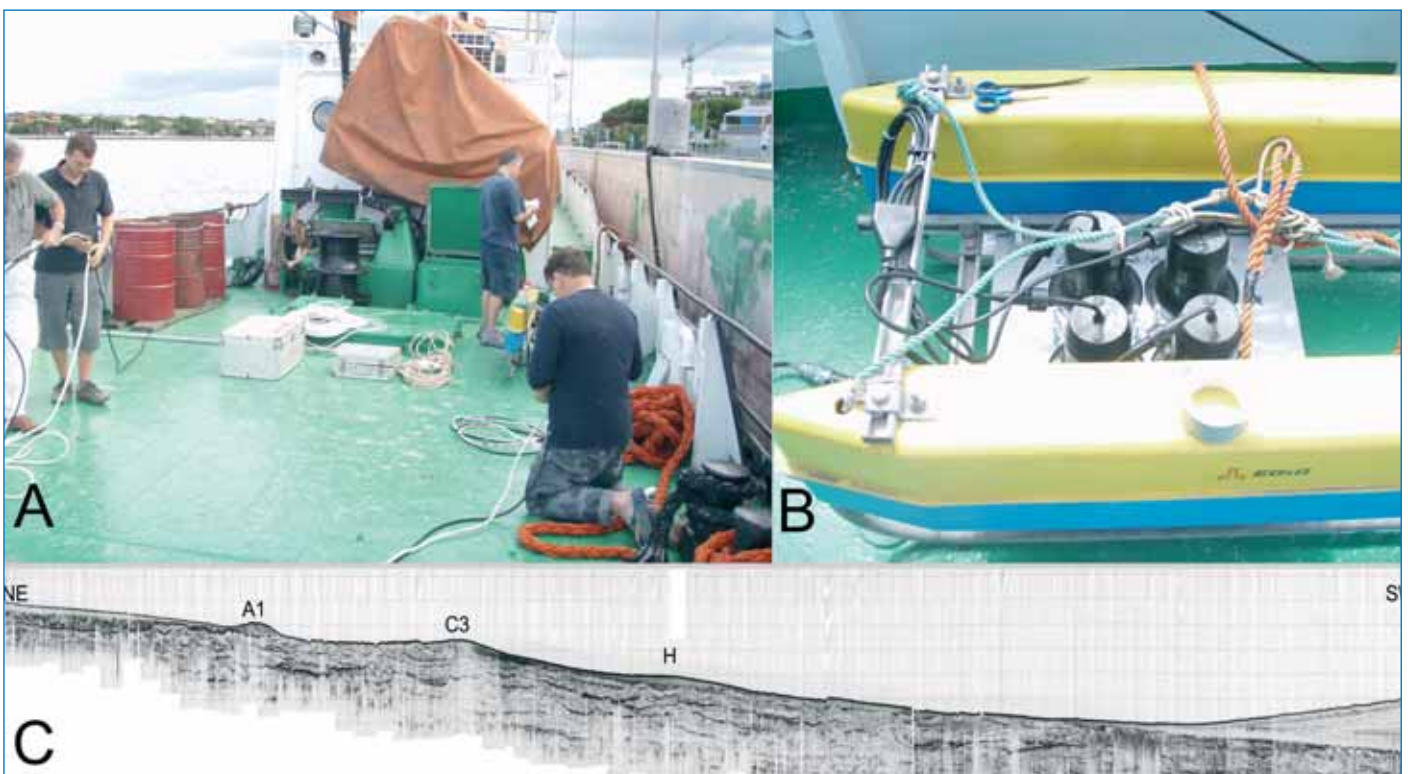
Attività svolta

Per lo svolgimento delle ricerche in mare ARPA IA, come in passato, si è avvalsa della collaborazione dell'Istituto di Scienze Marine del CNR di Bologna (ISMAR). La prima attività svolta è stata l'analisi dei profili geofisici acquisiti dallo stesso Istituto, davanti alla costa regionale, negli ultimi 10 anni.

Essendo emersi indizi che facevano supporre la presenza di un nuovo corpo sabbioso (*area H, Figura 1*), è stata progettata oltre alla prevista campagna geognostica anche una campagna geofisica.

Figura 3

A: attività a bordo dell'imbarcazione durante la campagna geofisica; B: Chirp III; C: esempio di profilo sismico.



Le ricerche sono state orientate sia verso le aree A1 e C3, già investigate in passato e in cui era nota la presenza di sabbia, sia verso la nuova area denominata H (Figura 2).

Non essendo sufficiente il budget messo a disposizione da BEACHMED-e, per eseguire ambedue le campagne è stato chiesto alla Regione Emilia-Romagna un finanziamento integrativo.

La campagna geofisica è stata condotta sulle aree C3 e H nel luglio 2007; in totale sono stati acquisiti circa 200 km di profili sismici eseguiti con il Chirp III sub-bottom profiling system (Figure 2 e 3).

Approfondimento

Il ripascimento della costa emiliano romagnola con sabbie sottomarine: l'intervento 2007

L'erosione costiera è un fenomeno che interessa in misura crescente tutta l'area del Mediterraneo, a causa della crescente antropizzazione delle zone costiere e della riduzione degli apporti solidi fluviali. Scogliere artificiali e barriere sommerse da sole non bastano a risolvere il problema dell'erosione, che ha evidenti risvolti oltre che ambientali anche economici (si pensi all'importanza della spiaggia per il turismo). Il ripascimento con sabbie sottomarine presenta numerosi vantaggi di tipo ambientale. Non solo non viene utilizzata sabbia di cava, con gli evidenti danni al territorio che ciò comporta, ma viene evitato l'inquinamento legato al trasporto di questa dall'entroterra alla costa. Si pensi solo che il volume di sabbia movimentato con l'intervento di ripascimento del 2007 è stato pari a circa 42.750 camion equivalenti (90 minuti di refluito permettono di scaricare sulla spiaggia un quantitativo di sabbia equivalente a 300 camion).

L'intervento di ripascimento con sabbie sottomarine realizzato nel 2007 dalla Regione Emilia-Romagna per far fronte agli effetti dell'erosione costiera ha interessato 7 diversi punti del litorale emiliano-romagnolo (Figura 1): Misano Adriatico, Riccione, Rimini nord-Igea Marina, Cesenatico, Milano Marittima, Punta Marina, Lido di Dante, nelle province di Forlì-Cesena, Rimini e Ravenna.

Partito alla fine di marzo 2007 il ripascimento è durato complessivamente 146 giorni e ha permesso di intervenire su quasi 9 chilometri di costa, riversando su di essi, grazie a un'apposita draga, oltre 800.000 metri cubi di sabbia, prove-



Foto 1 e 2: Bagno Smeraldo (Lido di Dante, Ravenna) prima e dopo il ripascimento.

nienti da due giacimenti sottomarini, posti a una profondità tra i 42 e i 35 metri e a una distanza dalla costa tra i 30 e i 50 chilometri. L'avanzamento medio della linea di riva così ottenuto nei vari tratti è stato di 40 metri (foto 1). Il tutto ha potuto contare su un finanziamento di 13 milioni e 500 mila euro, di cui 11 milioni e 500 mila messi a disposizione dalla Regione e 2 dal Comune di Ravenna. L'intervento è stato realizzato da un'associazione temporanea di impresa tra la multinazionale olandese e spagnola Dravo S.A. e la veneta Coedmar.

Come si è svolto l'intervento

La draga utilizzata ha caricato, tramite dragaggio del fondale, una miscela di acqua e sabbia al largo della costa per poi trasportarla verso terra, fermandosi a una distanza tra i 2 e i 4 chilometri dalla riva. Qui, grazie a un sistema di tubazioni sommerse, la miscela è stata pompata sulla spiaggia, dove è poi stata opportunamente modellata attraverso delle macchine movimento terra.

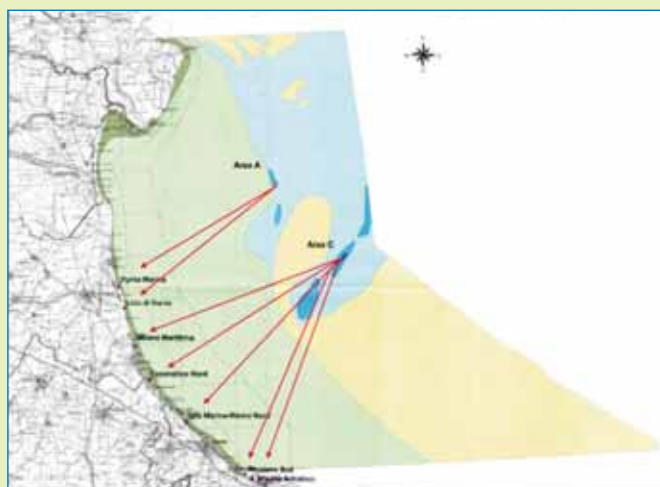


Figura 4



Attività a bordo dell'imbarcazione durante la campagna geognostica.

Figura 5



Apertura ed analisi carote in laboratorio

La campagna geognostica, progettata sulla base dei nuovi dati geofisici, è stata eseguita tra dicembre 2007 e gennaio 2008 sulle aree C3 e H, e sull'area A1, più a nord. In totale sono stati eseguiti 34 vibrocarotaggi (Figura 2 e 4). Le carote sono state successivamente aperte e campionate per l'analisi granulometrica e le datazioni al ^{14}C nei mesi di gennaio e febbraio 2008 (Figura 5).

Risultati

L'analisi dei dati raccolti con le ultime due campagne e la loro integrazione con quelli acquisiti in passato ha prodotto i seguenti risultati:

- Area A1: le carote effettuate hanno confermato la presenza di un corpo sedimentario, 42 km al largo di Foce Reno su un fondale di 35-36 m composto da sabbia fine, dello spessore massimo di 1 m.
- Area C3: è stata studiata con maggiore dettaglio la porzione meridionale del dosso sabbioso scoperto nel 1984 al largo di Cervia su un fondale di 40 m, ed è stato rilevato un progressivo assottigliamento del deposito verso sud.
- Area H: attraverso i profili geofisici e le carote è stata scoperta, 60 km circa al largo di Rimini su un fondale di 51-52 m, una vasta area ricoperta da uno spessore variabile tra 0,5 m e 2 m di sabbie fini.

Mentino Preti, Margherita Aguzzi, Nunzio De Nigris
ARPA Ingegneria Ambientale Regione Emilia-Romagna

Componente 2. Misura 2.4. Sottoprogetto EUDREP

Protocollo Ambientale Europeo di Dragaggio e Ripascimento



Capofila: ICRAM -
Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare
ARPA Ingegneria Ambientale Emilia-Romagna
Università di Bologna - DISTART
Provincia di Livorno
University Democritus of Thrace, Environmental Engineering Department
ARPAL Liguria

Per combattere efficacemente l'erosione delle spiagge è necessario non solo fronteggiare le cause che comportano una diminuzione dei sedimenti in circolo, ma anche ripristinare le perdite di sabbia con un nuove risorse. Le sabbie relitte costituiscono una riserva di materiale di buona qualità e relativamente a basso costo in varie Regioni in Italia. L'utilizzo dei giacimenti sottomarini deve però tenere conto degli effetti che le attività di dragaggio determinano sull'ambiente marino.

Il sottoprogetto EuDREP ha l'obiettivo di perfezionare e condividere un protocollo metodologico per l'esecuzione di indagini e monitoraggi, in grado di verificare la compatibilità ambientale delle attività di dragaggio e, nel caso, fornire indicazioni per minimizzarne gli impatti.

Durante un'attività di dragaggio di sabbie sottomarine si determina una movimentazione dei sedimenti che, trasportati in sospensione, generano nell'acqua la cosiddetta plume di torbida. Questa non può essere tollerata in prossimità di aree sensibili perché l'intorbidimento dell'acqua riduce la presenza di luce e il deposito del materiale in sospensione sommerge la vegetazione.

Davanti alla costa della Regione Emilia-Romagna sono presenti giacimenti di sabbia sottomarini, alcuni dei quali caratterizzati da una copertura pelitica, che li rendono estremamente interessanti per misurare l'entità e l'estensione della plume di torbida prodotta dall'attività di estrazione delle sabbie.

Nell'ambito del sottoprogetto EuDREP, tramite uno specifico progetto pilota, è stata determinata l'evoluzione spazio-temporale della plume di torbida durante il dragaggio di un giacimento con una copertura di alcuni decimetri di materiale fine. Il dragaggio è avvenuto in occasione dell'intervento di ripascimento con sabbie sottomarine, effettuato dalla Regione tra aprile e giugno 2007.

Caratterizzazione dell'area di dragaggio

La zona di analisi è posta a circa 42 km dalla costa della Regione Emilia-Romagna, in ad una profondità di 34 m. In questa zona (Area A), nel 1987, è stata individuata una dorsale che, sulla base dei risultati di successive caratterizzazioni, è risultata composta da materiale sabbioso fine (0,18÷0,22 mm) coperto da 20-30 cm di fango.

Tra Aprile e Giugno 2007 la Regione Emilia-Romagna ha realizzato un intervento di ripascimento di 7 tratti di litorale con sabbie prelevate da giacimenti sottomarini; sono stati dragati e portati a ripascimento, complessivamente 800.000 m³ di sabbia, di cui 100.000 m³ provenienti dall'area A. Prima dell'inizio delle attività di prelievo della sabbia è stata effettuata una approfondita caratterizzazione dell'area di dragaggio. Questa attività si è articolata in 3 cam-

Figura 1



Area A: vertici dell'area di dragaggio e stazioni di campionamento

pagne di caratterizzazione di cui la 1^a finanziata dall'OQR BEACHMED-e, la 2^a e la 3^a finanziate direttamente dalla Regione Emilia-Romagna.

È stato definito un piano di rilievi e indagini chimico-fisiche, biologiche e geofisiche che hanno previsto il prelievo di campioni e l'esecuzione di misure in corrispondenza di stazioni di campionamento interne ed esterne all'area di dragaggio (Figura 1). Nel mese di Agosto 2006 ARPA-IA ha eseguito rilievi chimico-fisico e biologici con il supporto di ARPA Daphne e il Dipartimento dei Biologia Animale dell'Università di Modena e Reggio Emilia.

I campionamenti sono stati effettuati in 7 stazioni: una collocata internamente all'area di dragaggio, una seconda ad una distanza di circa 500 m da questa, le altre 5 ad una distanza di circa 2 km dalla zona di prelievo. Inoltre, per una preliminare informazione sullo stato del fondale e sulla tipologia e distribuzione degli organismi bentonici, è stata utilizzata una telecamera subacquea montata su slitta (ROV), con visualizzazione e registrazione delle immagini.

Nel mese di Novembre 2006 è stato eseguito il rilievo geofisico del fondo marino tramite ecoscandaglio multibeam con il supporto dell'Istituto di Ricerca sulla pesca Marittima del CNR di Ancona.

Determinazione della torbidità durante il dragaggio delle sabbie sommerse

Per studiare la formazione, lo sviluppo e la successiva diffusione della plume di torbida a seguito dell'attività di estrazione della sabbia dal fondo marino, è stata pianificata e realizzata una campagna di misure nel corso delle operazioni di dragaggio realizzate nell'area A.

La campagna è stata caratterizzata da una forte connotazione sperimentale grazie all'utilizzo, in continuo, di 2 sonde ADCP (Acoustic Doppler Current Profilers) accoppiate. Inoltre, allo scopo di determinare la validità della sperimentazione, sono state effettuate misure della torbidità con sonda CTD (misura conduttività elettrica e temperatura in relazione alla profondità) e prelievi di campioni d'acqua marina per il confronto dei dati così raccolti con quelli delle 2 sonde ADCP. La sperimentazione è stata proposta dal DISTART della facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, che ha provveduto alla elaborazione delle informazioni raccolte.

Figura 2

A sinistra: preparazione della sonda CTD; al centro: Benna Van Veen utilizzata per il campionamento del materiale di fondo; a destra: Attrezzo "Rapido" utilizzato per le tirate di pesca.



Nella zona adiacente all'area di dragaggio, nella quale era atteso lo sviluppo della plume, è stata impostata una rete di monitoraggio basata su misure in continuo con le 2 sonde ADCP, stazioni di misura con la sonda CTD e prelievi d'acqua marina (Figura 3-a).

Allo scopo di intercettare la plume di torbida durante la sua evoluzione, l'orientamento della rete di monitoraggio è stato vincolato alla direzione della corrente presente al momento dell'esecuzione della campagna di misure.

La campagna è stata realizzata il 22 Maggio 2007 con il supporto di Arpa Daphne e si è svolta con le seguenti modalità:

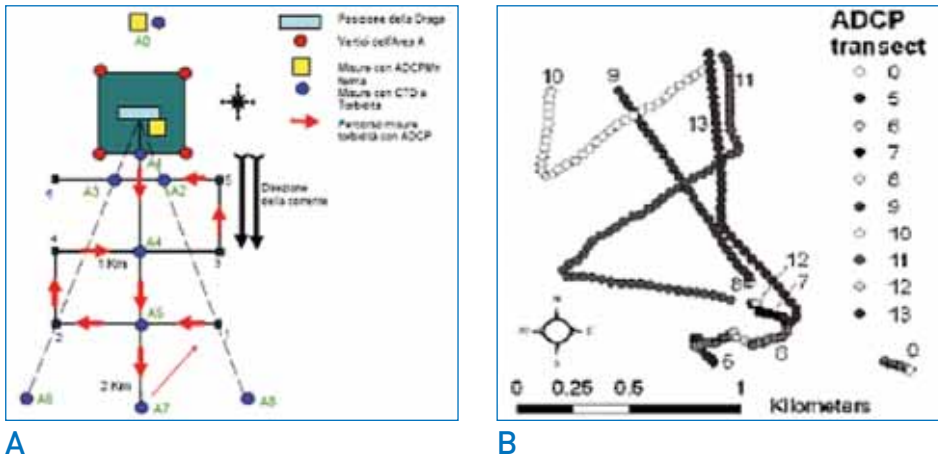


Figura 3

A sinistra: Piano operativo programmato; a destra: Transetti effettivamente percorsi dalla MN Daphne durante la determinazione della torbidità nella campagna del 22 Maggio 2007.

- prima dell'arrivo della draga, in corrispondenza della stazione A1 (Figura 3-a) si è determinata la direzione della corrente locale (330 °N) e sono state calcolate le coordinate geografiche della rete di monitoraggio, rendendo possibile il suo orientamento secondo la direzione della corrente rilevata;
- prima dell'arrivo della draga è stato raggiunto un punto di stazione posto circa 2 km a "monte" dell'area oggetto di studio, dove si sono effettuate misure per determinare la condizione al naturale;
- dopo l'arrivo della draga e a dragaggio avviato, sono iniziate le misure in continuo con le 2 sonde ADCP accoppiate, per la misura delle della torbidità durante le fasi di generazione della plume;
- a dragaggio ultimato, sono state fatte le misure allo scopo di determinare l'evoluzione spazio-temporale della plume;
- nelle stazioni di misura è stata eseguita la caratterizzazione della colonna d'acqua con la sonda CTD e sono stati prelevati campioni d'acqua, allo scopo di raccogliere i dati per il confronto con i rilievi ADCP.

Le misure con le 2 sonde ADCP sono state effettuate lungo 7 km, in 4 stazioni sono state fatte le misure lungo la colonna d'acqua con la sonda CTD e sono stati fatti 8 prelievi, in altrettanti punti, di acqua marina per la misura diretta della torbidità tramite analisi di laboratorio (Figura 3-b).

Il rilievo con 2 sonde ADCP ha sfruttato un metodo altamente innovativo sviluppato dal DISTART. I dati ricavati hanno evidenziato una bassa concentrazione (qualche mg/l) di materiale con punte di 100 mg/l vicino alla superficie e in prossimità del punto di scavo.

La diffusione della plume di torbida è veloce, trasportata dalle correnti, e tende a depositare per peso proprio: infatti, 2 ore dopo il dragaggio la superficie del mare è limpida.

È stato possibile calcolare anche il volume del totale della massa sospesa, corrispondente a circa 10-20 tonnellate. La torbidità attesa era 5 volte superiore.

3. Valutazione qualitativa della torbidità

Allo scopo di osservare qualitativamente l'evoluzione della plume di torbida, conseguente al dragaggio del deposito di sabbia presente nell'area A, è stato effettuato uno specifico volo aereo durante l'attività della draga (Figura 4). Il volo è stato effettuato il 18 Maggio 2007.

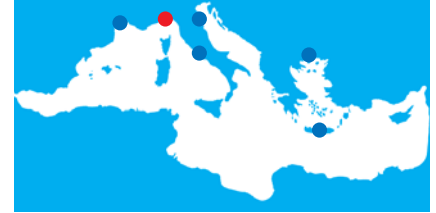
Figura 4



Draga in attività e plume di torbida generata nell'area di dragaggio

Componente 3. Misura 3.1 Sottoprogetto MEDPLAN

Valutazione dei rischi e pianificazione integrata delle coste mediterranee



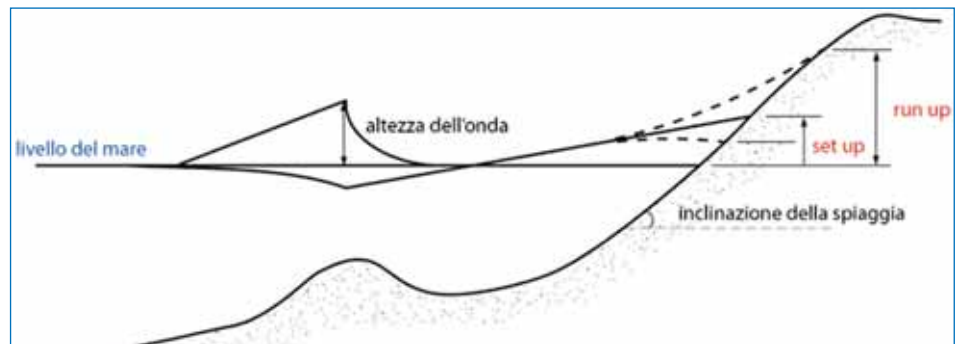
Capofila: Università degli Studi di Genova - Facoltà di Architettura - Polis
 ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare
 Università di Ferrara - DST

Université de Montpellier 1 - LASER-CEP
 Université Democritus de Thrace, Laboratoire de l'Hydraulique et des Travaux Hydraulique
 IACM - Fondation pour la Recherche et la Technologie
 OANAK - Organisme de Developement du Crète Orientale

L'identificazione e la valutazione della vulnerabilità di una costa nei confronti di mareggiate ed acqua alta è stata oggetto di numerosi studi, soprattutto negli ultimi anni.

Nell'ambito del sottoprogetto Medplan, sono stati studiati circa 64 km di costa (fra Lido di Volano e Milano Marittima), applicando differenti metodi per la stima del rischio alla sommersione: il *modello di collasso*, la *regressione multipla*, e lo *scoring*. L'applicazione dei diversi approcci ha permesso di evidenziare i pregi ed i limiti di ognuno, valutandone la complessità, i requisiti minimi informativi, e l'esportabilità ed applicabilità a diversa scala. Preliminarmente è stato definito un clima meteo-marino medio, applicabile su scala regionale, ed è stato stimato il sovralzo idrico, cioè la somma di marea, set-up e run-up (Figura 1).

Figura 1



Schema descrittivo del sovrалzo idrico

Modello del collasso

La metodologia del collasso confronta, in uno scenario monodimensionale, l'altezza della spiaggia, o, quando presente, della duna, con quella raggiunta dall'acqua (marea, set-up e risalita dell'onda). In base a ciò la teoria, applicata all'analisi di rischio da mareggiata, consente la stima della frequenza di accadimento del collasso o della "probabilità di collasso". Su 9 profili rappresentativi delle caratteristiche della costa emiliano-romagnola, ricavati dall'analisi di oltre 60 profili, descritti da cinque parametri (distanza isobata -5 m, ampiezza

Analisi della probabilità di collasso, espressa in percentuale, di tre profili rappresentativi del litorale indagato. Nella tabella è espressa la probabilità in assenza di opere o in presenza di foranee semiemerse od emerse.

Profilo	Collasso senza difese	Collasso con difese semiemerse	Collasso difese emerse
A	11%	2%	1%
B	8%	0%	0%
C	95%	45%	23%

Figura 2

e quota spiaggia, altezza e pendenza duna) è stata quantificata la probabilità d'allagamento con tempi di ritorno di 5 anni. In primo luogo è stata determinata la probabilità di superamento della sola spiaggia e poi della spiaggia con la duna; per ultimo è stata valutata la mitigazione degli effetti della mareggiata dovuta all'eventuale presenza di opere di difesa semimerse ed emerse.

Le analisi condotte evidenziano come le zone a più alto rischio d'allagamento siano abbastanza diffuse. In particolar modo risulta particolarmente esposto il litorale settentrionale del ferrarese (*Figura 2, profilo C*) dove l'unico fattore positivo è dato dalla bassa pendenza del fondale che mitiga solo parzialmente gli effetti dell'innalzamento del mare.

La regressione multipla

Dall'analisi del clima meteo marino è stato assunto come potenzialmente dannoso un evento con tempo di ritorno di 10 anni, capace di produrre onde di 3,5 m di altezza in corrispondenza dell'isobata -5 m, in concomitanza con un livello massimo di marea di circa 100 cm.

La metodologia, applicata su un determinato tratto di litorale, porta alla definizione degli elementi di pericolosità, vulnerabilità e rischio attraverso la procedura di calcolo detto di regressione multipla. A tale scopo è stato creato un database comprendente le caratteristiche fondamentali dei 20 tratti di costa in cui è stato suddiviso il litorale. Tali caratteristiche sono rappresentate da un insieme di variabili riferite a 6 gruppi principali:

- condizioni geologico-geomorfologiche descritte da quattro variabili: ampiezza dei fondali, ampiezza ed altezza della spiaggia emersa, granulometria media della sabbia della spiaggia;
- pressione d'uso delle spiagge, calcolata in funzione di un indice di fruizione turistica;
- tendenza evolutiva del litorale: evoluzione recente della spiaggia emersa (periodo 2000-2005), variazione volumetrica della spiaggia e dei fondali (periodo 1993-2000);
- subsidenza del territorio costiero relativa al periodo 1999-2005;
- strutture difensive della costa, sia naturali (dune) sia antropiche (barriere emerse e soffolte, difese radenti ed argini): ad ognuna è stato assegnato un Indice di Efficienza (IE) che mitiga la vulnerabilità potenziale delle spiagge;
- uso del suolo (aree naturali, case sparse o aree agricole, nuclei abitati o campings, centri abitati) relativo ad una fascia di 500 m dalla battigia e ricavato dalle foto aeree del 2005.

La vulnerabilità potenziale di un'area è stata determinata applicando la regressione multipla alle variabili. Ad ognuna è stato assegnato un peso ponderale in funzione dell'importanza del loro contributo in termini di vulnerabilità. La vulnerabilità reale è stata calcolata sottraendo alla vulnerabilità potenziale, così calcolata, l'indice di efficienza delle difese naturali ed antropiche.

Il rischio è stato determinato, infine, moltiplicando i valori di vulnerabilità reale, relativi ai 20 tratti considerati, per il valore territoriale, determinato in proporzione alla destinazione d'uso del suolo: i massimi valori sono stati assegnati ai centri abitati. Nella *figura 3* sono sintetizzati i risultati dell'analisi che ha permesso di raggruppare il rischio in quattro classi: circa 19 km si trovano in condizioni di rischio per sommersione da molto elevato a elevato, 24 km denotano un livello di rischio moderato, 21 km appartengono alle categorie di rischio basso e molto basso.

Figura 3



Esempi di tratti costieri a diverso rischio d'allagamento: a) molto elevato per la ridotta ampiezza ed altezza della spiaggia; b) moderato per la presenza di un ampio arenile; c) molto basso perché la ridotta spiaggia è protetta e l'area è priva di significativi insediamenti urbani. Il diagramma a torta sintetizza il risultato dell'analisi condotta sui 64 km di costa.

Lo scoring

La metodologia, utilizzando alcuni indicatori, si propone d'identificare delle soglie di rischio, determinate mediante una procedura di scoring di pressioni ed impatti, necessarie per una corretta gestione della costa. Poiché la formulazione originaria, nata per studi a scala europea (Eurosion), non risultava direttamente applicabile a scala regionale, si è provveduto a modificare alcuni indicatori. Nella stima del rischio si deve considerare anche l'accrescimento della spiaggia o l'incremento delle aree dunari, che determinano una riduzione del rischio da alluvionamento. Al contrario una loro diminuzione incrementa la probabilità di tale rischio.

I parametri utilizzati sono riportati nella tabella sottostante.

Indicatore	0 punti	1 punto	2 punti
1) subsidenza	← 9 mm/a	9 - 12 mm/a	→ 12mm/a
2) Tendenza evolutiva della costa (erosione od accrescimento)	← 20%	20 - 60%	→ 60%
3) Variazione evolutiva della costa (da stabilità ad erosione o accr.)	← 10%	10 - 30%	→ 30%
4) Estensione lineare del fronte della duna	→ 60%	60 - 30%	← 30%
5) Variazione dell'estensione lineare del fronte della duna	← 20%	20 - 60%	→ 60%
6) Riduzione dell'apporto sedimentario dei fiumi	→ 80%	50 - 80%	← 50%
7) Ampiezza della spiaggia	→ 60 m	20 - 60 m	← 20 m
8) Estensione del territorio con quote al di sotto del l.m.m.	← 5%	5 - 10%	→ 10%
9) Fronte costruito (compreso le strutture di protezione)	← 5%	5 - 35%	→ 35%
10) Popolazione residente (abitanti)	← 5.000	5.000 - 20.000	→ 20.000
11) Estensione dell'area urbana ed industriale nei 10 km	← 10%	10 - 40%	→ 40%
12) Variazione dell'estensione dell'area urbana	← 5%	5 - 10%	→ 10%
13) Estensione aree di valore ecologico	← 5 %	5 - 30%	→ 30%

I risultati dell'applicazione di questo metodo evidenziano come circa 4km di costa siano a rischio molto elevato, 11km elevato, 25km moderato e, infine, 24km basso.

4. Considerazioni

L'analisi con il *metodo del collasso* ha evidenziato la sensibilità dei modelli di calcolo alle variabili assunte. Il modello di *regressione multipla* consente, invece, una valutazione integrata delle risposte del litorale nei confronti di particolari elementi di pericolosità, siano essi naturali o innescati dall'attività antropica, ed un'ampia flessibilità di gestione della procedura di calcolo. Ciò lo rende uno strumento dinamico e di semplice applicazione, facilmente utilizzabile in campo gestionale a scala regionale ed integrabile con informazioni provenienti da altre discipline. L'applicazione della metodologia dello *scoring*, dopo opportune integrazioni e modifiche, fornisce delle risposte che in genere sotto-stimano il livello di rischio rispetto alla metodologia della regressione multipla. Dai risultati comparati dei due metodi (*Figura 4*) appare evidente come il maggior rischio sia concentrato nella porzione meridionale del litorale indagato (tratti 19 e 20) che denota anche un'elevata probabilità di collasso.

Le analisi condotte hanno evidenziato che per le mareggiate con tempo di ritorno di 5 e 10 anni, esiste la probabilità che alcuni settori dell'entroterra vengano allagati arrecando danni agli insediamenti ed alle attività produttive. I risultati di questi approcci metodologici forniscono un ulteriore strumento per la gestione della costa stabilendo, fra l'altro, un possibile ordine di priorità d'intervento.

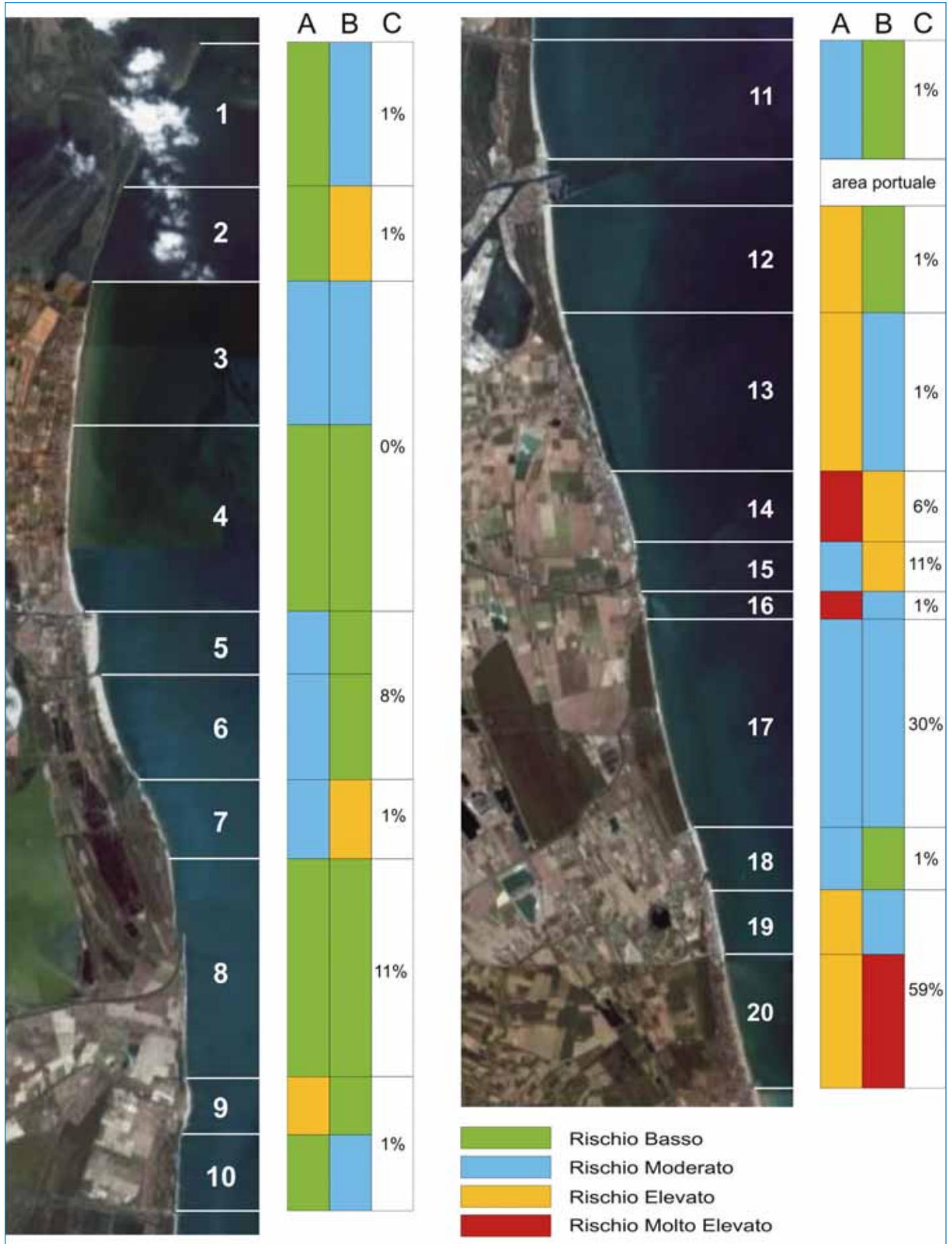
Figura 4. Sono riportati schematicamente i risultati delle analisi metodologiche:

A) regressione multipla;

B) scoring;

C) collasso.

E' indispensabile evidenziare che solo i primi due metodi contemplano il concetto di valore dei beni e che le variabili utilizzate sono differenti. L'eventuale valutazione comparativa deve essere effettuata con ottica qualitativa e non quantitativa.



Componente 3. Misura 3.2 Sottoprogetto ICZM-MED

Azioni concertate, strumenti e criteri per l'attuazione della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC) Mediterranee



Capofila: **Fondazione Nazionale per la Ricerca Agronomica**
Università degli Studi di Bologna - DISTART
 Litorale SpA
 Università degli Studi della Toscana - DECOS
 Università degli Studi di Genova - DP.TER.IS.
 ICCOPS
 Université de Montpellier 1
 BRL

Nell'ambito del Sottoprogetto ICZM-MED sono state svolte, fra la primavera e l'estate del 2007, tre indagini tramite questionario rivolte a tre categorie di portatori d'interesse (stakeholder) nella gestione della costa: operatori della pubblica amministrazione, visitatori della spiaggia ed operatori balneari. Con tali indagini è stato possibile ottenere indicazioni per una politica di gestione partecipata della difesa dei litorali. In particolare, riguardo agli operatori della pubblica amministrazione, sono state ottenute informazioni e suggerimenti sul progetto di Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC) avviato dalla Regione Emilia-Romagna (*vedi riquadro di approfondimento*). Riguardo ai visitatori della spiaggia (turisti, visitatori giornalieri e residenti) e agli operatori balneari, invece, è stata verificata la loro disponibilità a concorrere alla difesa e alla gestione della costa con contributi volontari. I dati relativi alla loro disponibilità a contribuire sono stati ottenuti mediante due indagini di valutazione contingente condotte nei siti di Riccione e Misano Adriatico.

Qual è il Valore Economico Totale della costa?

Dal punto di vista economico la costa, ed in particolare la spiaggia, è un bene "quasi" pubblico di cui tutti beneficiano, ma che può essere soggetto a situazioni di congestione. Alla costa sono riconosciuti il Valore Primario (VP) e il Valore Economico Totale (VET). Tali valori non si possono sommare, poiché il VP non dipende dalle preferenze umane, e perciò non è misurabile in moneta; esso rappresenta il valore intrinseco della costa, in quanto sistema considerato nel suo complesso e per le sue funzioni ecologiche.

Il VET è invece misurabile in moneta, poiché dipende dalle preferenze umane, ed è la somma del valore d'uso presente (diretto e indiretto), del valore d'opzione, e dei valori di non uso (d'eredità e di esistenza) che possono essere attribuiti alla costa. Il valore d'uso diretto è costituito dalla pesca, dal valore dei servizi ricreativi che le spiagge forniscono e che giustificano l'esistenza del settore turistico, dai trasporti marittimi, ecc. Il valore d'uso indiretto è il valore che la costa, e in particolare la spiaggia, ha in quanto svolge funzione di protezione dalle inondazioni e dalle tempeste. Ciò che una persona è disposta a pagare per la conservazione della costa, per poterla visitare in futuro, è il valore d'opzione. Il valore d'eredità è, invece, ciò che le persone sono disposte a pagare per la conservazione della costa per le generazioni future.

Infine, il valore d'esistenza è ciò che si è disposti a pagare per la mera soddisfazione di sapere che la costa esiste.

La costa della Regione Emilia-Romagna, costituita da spiagge sabbiose e dotata di adeguate infrastrutture, attrae numerosi visitatori. Nella Regione Emilia-Romagna l'industria turistica è una delle più importanti d'Europa: gli arrivi turistici sono circa 5 milioni all'anno. Gli stranieri sono numerosi, e provengono prevalentemente dagli altri paesi europei. Anche i visitatori giornalieri sono numerosi, ma il loro numero non è ufficialmente stimato.

In questa Regione le spiagge sono soggette a forte erosione. E' pertanto necessario proteggerle in modo sostenibile secondo i principi della Gestione integrata. La GIZC si basa su un approccio interdisciplinare che considera tutti gli aspetti della gestione costiera, fra cui l'aspetto fisico, la biodiversità, l'inquinamento, e le attività economiche (turismo, pesca, trasporti marittimi, ecc.).

Opinioni e preferenze degli operatori pubblici sulla GIZC

Sono stati intervistati 21 operatori pubblici della Regione Emilia-Romagna, coinvolti direttamente o indirettamente nella gestione della costa, allo scopo di ottenere informazioni e opinioni riguardo alla GIZC e alle diverse strutture di difesa delle spiagge dall'erosione.

I risultati dell'indagine mostrano che gli intervistati conoscono le strutture di difesa delle spiagge (rappresentate nel *fotomontaggio 1*, dove la fotografia 1.1 è presentata agli intervistati sia come struttura emersa che sommersa) e le conseguenze della loro realizzazione, conoscono la GIZC, e sono convinti della necessità di un'ulteriore legislazione sull'argomento. Inoltre, la maggioranza evidenzia che gli operatori coinvolti nella GIZC sono prevalentemente pubblici, e che anche gli operatori privati dovrebbero essere coinvolti nella gestione della costa.

Disponibilità a pagare dei visitatori della spiaggia

Data la consapevolezza che anche gli operatori privati dovrebbero essere coinvolti nella GIZC, e che i fondi pubblici sono scarsi per le esigenze attuali di protezione, è stato deciso di intervistare un campione casuale di visitatori per conoscere se, e quanto, sono disposti a pagare per un progetto di ripascimento sulla spiaggia di Riccione e Misano-Adriatico (*foto 1 e 2*), al fine di conservare il valore di alcuni benefici che tale spiaggia fornisce. Dato che, generalmente, i visitatori di queste spiagge pagano per il valore d'uso diretto (costo di trasporto, soggiorno e servizi degli operatori balneari), i benefici qui considerati sono rappresentati dal valore d'uso indiretto, valore d'opzione, valore d'eredità e valore d'esistenza. Inoltre, agli intervistati è stato mostrato il fotomontaggio 1 per scoprire quale, fra le strutture di difesa mostrate, preferiscono.

Il campione (606 intervistati) è costituito prevalentemente da visitatori italiani. Solo il 10% sono stranieri. Il 49,5% sono donne e il 50,5% uomini. La maggioranza degli intervistati (59%) è costituita da giovani fra i 18 e 34 anni. L'età media è di 34 anni. Circa il 66% ha un diploma scolastico, mentre il 17% è laureato. Il 13,5% sono residenti, il 24% visitatori giornalieri e il 62,5% turisti. La grande maggioranza (87%) è a favore dei progetti di difesa dall'erosione, e ritiene che il costo dei progetti di difesa sia giustificato (73%).

Fra le diverse strutture di difesa descritte dal fotomontaggio 1, circa il 26% degli intervistati preferisce le strutture parallele sommerse, il 20% le strutture parallele emerse, e il 18% il ripascimento; mentre circa il 21% non preferisce alcuna struttura.

Risultati delle interviste: riquadro riassuntivo

Operatori pubblici (21 interviste)

Tutti gli operatori pubblici affermano:

- di conoscere la GIZC,
- la necessità di ulteriore legislazione sulla GIZC,
- e di conoscere tutte le strutture di difesa descritte.

La maggioranza evidenzia che gli operatori coinvolti nella GIZC sono prevalentemente pubblici, e che gli operatori privati dovrebbero essere coinvolti nella GIZC.

Visitatori della spiaggia (606 interviste)

L'87% dei visitatori è a favore dei progetti di difesa dall'erosione.

Il 73% ritiene che il costo dei progetti di difesa sia giustificato.

Il 34% è disposto a donare volontariamente per un progetto di difesa.

La disponibilità a pagare media è:

- intero campione: € 1,1;
- sottocampione di coloro che sono disposti a pagare: € 2,86.

Fra i primi motivi della disponibilità a pagare spiccano:

- uso futuro della spiaggia (33,4%),
- difesa dalle inondazioni e tempeste (27,7%),
- valore d'eredità (20,4%).

Fra i secondi motivi della disponibilità a pagare spicca il valore d'eredità (33,9%).

Operatori balneari (120 interviste)

Il 63% è soddisfatto della politica di gestione della costa.

L'82% è a favore della difesa della spiaggia dall'erosione.

Il 79% ritiene che il costo dei progetti di difesa sia giustificato.

Il 36,7% è disposto a contribuire volontariamente alla difesa e manutenzione della spiaggia:

- il 27,5% con lavori specifici (rimozione della duna invernale, realizzazione di barriere frangivento, mantenimento delle strutture di difesa, mantenimento del ripascimento, e pulizia della spiaggia con vagliatura della sabbia);
- il 9,2% in moneta (ma nessuno specifica l'importo).

Il primo motivo della contribuzione volontaria è:

- la spiaggia è importante per il mio lavoro (84%).

Fra i secondi motivi della contribuzione volontaria spiccano:

- valore d'eredità (43,2%);
- difesa dalle inondazioni e tempeste (25%);
- scarsità di fondi pubblici (20,5%).



Fotomontaggio 1. Tipi di strutture di difesa (fotografia 1, strutture parallele; fotografia 2, ripascimento; fotografia 3, penelli; fotografia 4, intervento composito)

Foto 1



La spiaggia erosa

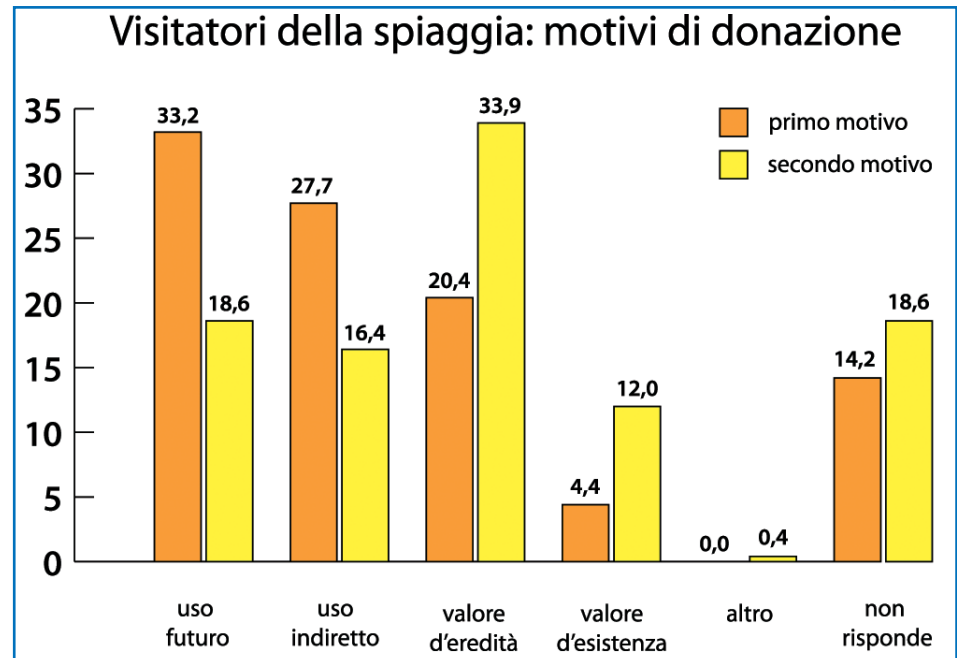
Foto 2



La spiaggia dopo il ripascimento

Il 34 % è disposto a donare volontariamente per il progetto di difesa descritto dalle *fotografie 1 e 2*, e la disponibilità a pagare media per l'intero campione è di € 1,1, mentre considerando solo coloro che sono disposti a pagare è di € 2,86. Come mostra la *figura 1*, fra i primi motivi della disponibilità a pagare spiccano il valore d'opzione (uso futuro della spiaggia), il valore d'uso indiretto (difesa dalle inondazioni e tempeste), e il valore d'eredità; mentre fra i secondi motivi spicca il valore d'eredità. E' interessante notare che la disponibilità a pagare aumenta con il livello d'istruzione. Coloro che hanno frequentato la scuola elementare o la scuola media hanno una disponibilità a pagare media di € 0,63 (se si considera l'intero campione) e di € 2,73 (se si considera solo chi è disposto a pagare), mentre quella di chi ha un diploma o una laurea è di € 1,20 (intero campione) e di € 2,88 (solo chi è disposto a pagare).

Figura 1



Disponibilità a contribuire degli operatori balneari

Per valutare la disponibilità a contribuire alla difesa della costa sono stati intervistati circa 120 operatori balneari di Riccione e Misano Adriatico.

Il 63% degli operatori balneari è soddisfatto della politica di gestione della costa da parte delle autorità regionali e locali. L' 82% è a favore della difesa della spiaggia dall'erosione, e il 79% ritiene che il costo dei progetti di difesa sia giustificato.

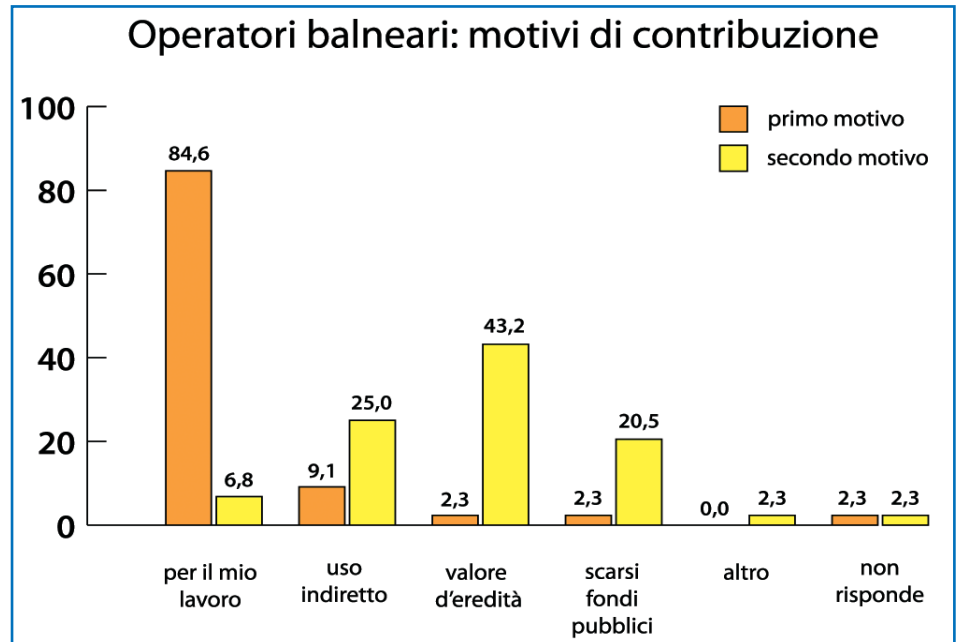
Riguardo alle strutture di difesa (*fotomontaggio 1*), il 60% preferisce le strutture parallele sommerse, il 21% il ripascimento e il 10% le strutture parallele emerse. I principali motivi di tali preferenze sono: impatto estetico, migliore soluzione del problema dell'erosione, salvaguardia della qualità dell'acqua e sicurezza dei bagnanti. Il 36,7% di tali operatori è disposto a contribuire volontariamente al progetto di difesa (*fotografie 1 e 2*), e alla manutenzione della spiaggia in due modi diversi: il 9,2% con un contributo in moneta (nessuno però specifica l'importo); mentre il 27,5% con lavori specifici (rimozione della "duna invernale", realizzazione di barriere frangivento, mantenimento delle strutture di difesa, mantenimento del ripascimento, e pulizia della spiaggia con vagliatura della sabbia).

Figura 2

Come mostra la *figura 2*, fra i primi motivi della loro disponibilità a contribuire spicca l'importanza della spiaggia per il proprio lavoro (84%); mentre fra i secondi motivi di contribuzione spiccano il valore d'eredità, il valore d'uso indiretto e la scarsità di fondi pubblici.

Conclusioni

Dai risultati di queste indagini emerge chiaramente non solo l'esigenza di coinvolgere gli operatori privati nella gestione della costa da parte degli operatori della pubblica amministrazione, ma anche la disponibilità a contribuire volontariamente alla realizzazione del progetto di difesa della spiaggia di una parte non trascurabile di visitatori ed operatori balneari. I modi di contribuzione possono essere diversi; spetta perciò alla pubblica amministrazione scegliere i più adatti alle specifiche situazioni considerate.



Silva Marzetti, *Università di Bologna*

Approfondimento

IL PROGETTO GIZC DELL'EMILIA-ROMAGNA



Il progetto di Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC) interpreta e attua

la metodologia e gli obiettivi definiti dall'Unione Europea nel 2000.

La GIZC vuole, attraverso un approccio di sistema sull'ambito territoriale delle zone costiere, riconoscere, analizzare e ricostruire in un quadro integrato le diverse componenti del sistema costiero. Dall'individuazione iniziale di 18 componenti dei fattori geofisici, ambientali, economici, turistici, energetici, produttivi, infrastrutturali, paesaggistici, si è operata una riaggregazione in 9 ambiti tematici (oltre al tema trasversale della comunicazione) al fine di governare in modo efficace la metodologia di analisi dei singoli ambiti e la ricostruzione e lo sviluppo delle connessioni e delle integrazioni.

Questo progetto, avviato nel primo semestre 2002, si è concluso in prima fase con l'approvazione da parte del Consiglio Regionale delle Linee Guida per la Gestione integrata delle zone costiere (GIZC) con atto n. 645 del 20/01/2005.

L'asse portante del progetto GIZC è stato il Comitato Istituzionale di indirizzo strategico. In questo Comitato gli enti di governo del territorio - Regione, Province, Comuni-

hanno realizzato la concertazione sugli indirizzi, la condivisione dei risultati e la codeterminazione delle linee di percorso per gli anni futuri.

È bene ricordare che per garantire l'integrazione tematica la Regione ha istituito al suo interno un Comitato Intersettoriale di progetto tra le Direzioni coinvolte (Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa, Agricoltura, Sistemi di mobilità, Attività produttive, Turismo, Programmazione Territoriale) coordinato dalla direzione Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa. Il ruolo di supporto scientifico-operativo è stato affidato a CerviaAmbiente come soggetto catalizzatore di competenze e di conoscenze consolidate, nonché attivatore di contributi scientifici. Ulteriore supporto in tutto il corso del progetto è stato organicamente fornito dal sistema regionale attraverso l'ARPA, il Centro Ricerche Marine e il Parco del Delta del Po. I nove gruppi tematici e il gruppo trasversale della comunicazione hanno rappresentato la struttura diffusa di raccolta ed elaborazione dei materiali di settore, coniugando i fattori di specializzazione e di esperienza settoriale con la diversità di appartenenza, così da rappresentare - attraverso i circa 140 componenti i gruppi - l'insieme dei soggetti operanti sul territorio. La Regione Emilia-Romagna, oltre ad approvare le Linee Guida GIZC e a facilitare

le iniziative di sperimentazione, ha invitato le Province e i Comuni costieri membri del Comitato Istituzionale GIZC a formalizzare la loro adesione alle Linee guida GIZC mediante l'adozione e l'approvazione delle medesime con i consueti provvedimenti degli organi istituzionali.

La fase operativa del progetto GIZC è stata avviata con il primo Programma Azioni Sperimentali, approvato dalla Giunta Regionale con delibera n.1246 dell'11 settembre 2006. Questo Programma finanzia 18 interventi, per un importo complessivo di circa 7,8 milioni di euro di cui oltre 5 milioni stanziati dalla Regione nell'ambito del Piano di Azione Ambientale mentre le rimanenti risorse provengono da co-finanziamenti degli Enti locali, degli Enti di gestione delle aree protette e dai gestori del Servizio Idrico Integrato. I progetti sono stati selezionati sulla base di proposte e valutazioni istruite attraverso un lavoro congiunto Regione-Province, in riferimento agli obiettivi e alle priorità strategiche individuate dalle Linee Guida per la programmazione e per la gestione economico-finanziaria approvate dal Comitato Istituzionale GIZC. Gli interventi finanziati si caratterizzano soprattutto per il livello di integrazione e multidisciplinarietà, coinvolgendo diverse aree tematiche e interessando ambiti territoriali su cui operano più enti e istituzioni.

Componente 3. Misura 3.3 Sottoprogetto GESA

Gestione dei depositi di sabbia intercettati dalle opere costiere e fluviali.
Recupero del trasporto solido



Capofila: ICM Istituto Ciencias del Mar
Universitat de Barcelona
Università di Bologna - DISTART
Università di Firenze
Université de Perpignan
RID - Registro Italiano Dighe
Demokriteion Panepisthmio - THRACE
FORTH - IACM

Figura 1



Figura 1. Porto di Cesenatico: il trasporto solido, di direzione sud-nord, determina, in prossimità del porto, un allargamento della spiaggia sottoflutto ed un'erosione sopraflutto.

Foto 1



Foto 2



Foto 3



La gestione dei depositi di sabbia intercettati dalle infrastrutture costiere assume in Emilia-Romagna un'importanza significativa, vista la ampia diffusione di porti, moli e dighe foranee costruiti su una costa bassa e sabbiosa. La deriva sedimentaria litoranea determina, in presenza di queste infrastrutture, forti zone di accumulo sottoflutto e ampie zone di erosione sopraflutto (Figura 1).

Per una migliore gestione di questi depositi è necessario quindi determinare il volume di sabbia intercettata, i processi sedimentari responsabili di tale deposizione e gli eventuali trattamenti che questi sedimenti devono subire prima di poter essere utilizzati ai fini di ripascimento.

Il dragaggio del Porto di Cervia con ripascimento in un tratto del litorale di Milano Marittima

Il sottoprogetto GESA ha studiato un intervento combinato di dragaggio e ripascimento eseguito dalla Regione Emilia-Romagna presso il Porto di Cervia. La sabbia dragata dal Porto di Cervia (foto 1) è stata prima depositata in una struttura al largo (foto 2) e poi portata a ripascimento (foto 3) su di un tratto del litorale di Milano Marittima. GESA, sulla base di questo intervento di ripascimento, ha definito quali strumenti possono servire per valutare l'evoluzione di un fondale in cui una brusca variazione è determinata o da un dragaggio a sezione ristretta, tipico di un canale di accesso ad un porto, o da un ripascimento nella spiaggia sommersa. Inoltre, ha cercato di fornire degli strumenti per una migliore progettazione degli interventi di dragaggio:

- definire, in relazione al trasporto, il rapporto larghezza/lunghezza dello scavo che, a parità di volume dragato, garantisce più a lungo il mantenimento della funzionalità del canale di accesso al porto;
- definire il fondale di posa che meglio consente alla linea di riva di beneficiare del ripascimento senza accumulare le sabbie fini e scure, minimizzando i costi di intervento.

L'intervento di dragaggio nel porto canale di Cervia è stato di circa 65.000 m³ di sabbia. Poiché il canale di accesso è spesso occluso e necessita di vari interventi di manutenzione, sono generalmente disponibili 1-2 batimetrie all'anno a cui vanno aggiunte quelle eseguite nell'ambito dell'intervento di dragaggio (prima pianta e fine lavori). Attraverso il sottoprogetto GESA sono state eseguite delle batimetrie aggiuntive, utilizzando la tecnica Multibeam, per valutare nel dettaglio la forma del fondale in prossimità delle brusche variazioni dovute al dragaggio.

Le numerose informazioni così raccolte sono state armonizzate e confrontate in modo da descrivere le variazioni del fondale nel tempo. A titolo di esempio, si

veda la *Figura 2* in cui appare il fondale medio su un'area antistante il porto e comune ad una serie di batimetrie (tale zona, di 26.300 m², risulta la più ampia che sia stata sempre monitorata). Dal grafico si nota la velocità di insabbiamento dell'area (picchi positivi), pari a circa 40 cm/anno, e la tendenza a dragare (picchi negativi) l'accesso sempre più in profondità.

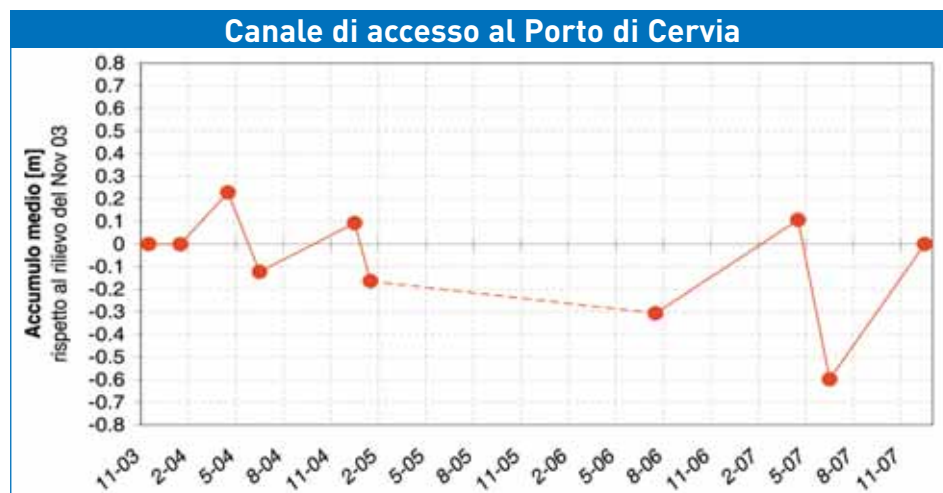


Figura 2

Evoluzione temporale della quota del fondo mediata su un'area posta di fronte al Porto di Cervia. Il passo della griglia è di 3 mesi in orizzontale e 10 cm in verticale.

L'unità fisiografica che va dal Bevano a Cesenatico è stata studiata nella sua interezza, per poi concentrare la modellazione con Mike21 (modello numerico bidimensionale) del trasporto dei sedimenti sul tratto di 7 km compreso fra Cervia e Milano Marittima. Infine è stata ricostruita l'idro-morfodinamica nella situazione attuale. In sintesi, il tratto compreso tra Via Cupa e il porto di Cervia (3750 m), è soggetto ad un ripascimento periodico di 20.000 m³/anno, che consente di conservare pressoché inalterata la posizione della linea di riva. Le perdite per subsidenza e trasporto verso il largo sono stimate in circa 10.000 m³/anno. Il trasporto, in questo caso diretto verso Sud, si comporta come un nastro trasportatore che convoglia i sedimenti verso il porto. Il materiale tende ad accumularsi a sud del pennello delle saline e il trasporto rimane attivo fino all'imboccatura porto, dove sono convogliati circa 10.000 m³/anno. Tale valore corrisponde sostanzialmente al quantitativo dragato dal porto stesso. Ne risulta che la maggior parte dell'interrimento dell'accesso al porto corrisponde al materiale proveniente da Nord, mentre il contributo dovuto alle spiagge poste a Sud del porto è modesto. Questo studio fornisce quindi degli strumenti per ottimizzare le future operazioni di dragaggio al porto di Cervia, a carattere periodico, e quelle di versamento sul litorale di Milano Marittima.

In particolare le indicazioni ottenute sono le seguenti:

- per essere più efficiente, il dragaggio deve essere esteso lateralmente verso nord (ca. 100 m) in modo da intaccare significativamente la barra naturale che si muove verso il Porto;
- solo il materiale dragato nella parte superiore è qualitativamente idoneo per il ripascimento. La parte inferiore deve essere più convenientemente versata nella parte sommersa della spiaggia.
- la tecnica che prevede il versamento temporaneo in mare, in zona protetta da palancolato, comporta perdite di fini in misura molto contenuta ed è quindi efficiente.

Tecnologie di trattamento dei fanghi di dragaggio

Il problema del risanamento dei sedimenti contaminati sta assumendo, nei paesi industrializzati, sempre maggiore rilevanza. Il problema deriva dall'esigenza di dragare periodicamente i sedimenti che si accumulano sui fondali di porti per mantenere le profondità utili di navigazione.

La presenza di sostanze inquinanti in livelli non accettabili, solitamente assorbite dalla frazione fine dei sedimenti, impone il trattamento dei sedimenti stessi, che non possono essere direttamente scaricati a mare, per evitare di contaminare ulteriormente l'ambiente acquatico.

I sedimenti presentano caratteristiche variabili caso per caso: granulometria, volumi da dragare, tipi di inquinanti presenti che possono costituire un potenziale rischio per l'ambiente. Le condizioni che caratterizzano l'area di intervento possono inoltre essere differenti per quanto riguarda vari fattori: ad es. infrastrutture disponibili, interessi economici, densità di popolazione ecc. Da questo incompleto elenco di potenziali differenze appare ovvio che lo sviluppo di una strategia di gestione dei sedimenti e la scelta di una tipologia di trattamento o smaltimento richiede sempre una valutazione specifica per ogni sito.

Le scelte relativamente alla gestione dei materiali dragati devono innanzitutto tendere ad una minimizzazione dei rifiuti prodotti e ad assicurare uno smaltimento sicuro degli stessi. In generale sono da privilegiare le opzioni "naturali", che tendono cioè a ricollocare i materiali impiegandoli ad esempio per ripascimenti.

Il materiale dragato che risulta troppo contaminato per una collocazione diretta viene sottoposto a trattamento o smaltimento confinato. In Europa la soluzione preponderante per il materiale dragato contaminato è lo smaltimento confinato e sfrutta strutture di tipo sub-acquatico o, più costose, a terra.

Il trattamento dei materiali dragati è utile solo se porta a una riduzione dei volumi da smaltire o a minori costi di smaltimento. Le opzioni comprendono l'isolamento dei contaminanti, la separazione di differenti frazioni, il lavaggio dei sedimenti e la distruzione o trasformazione dei contaminanti.

Principalmente viene sottoposto a trattamento il materiale dragato, ma in alcuni casi è applicabile anche il trattamento in situ.

L'applicabilità di una tecnica dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche del sedimento (ad es. granulometria), dal tipo e dalla concentrazione dei contaminanti presenti, dall'efficienza della tecnica stessa, dai costi e da altri fattori dipendenti dal luogo (ad es. legislazione per l'applicazione dei prodotti).

Il trattamento è effettuato utilizzando tecniche semplici quali la disidratazione, la separazione e la stabilizzazione. Tecnologie più avanzate, come l'immobilizzazione termica, sono in grado di trattare anche i materiali più pesantemente contaminati, convertendoli in prodotti utilizzabili come mattoni o aggregati. In generale lo smaltimento confinato sub-acquatico è la soluzione più economicamente conveniente per il materiale dragato contaminato, seguita dallo smaltimento a terra. Tecnologie semplici come la separazione ed il land-farming sono di norma leggermente più costose rispetto allo smaltimento, mentre i costi per la stabilizzazione e l'immobilizzazione termica sono significativamente più elevati.

Componente 3. Misura 3.4 Sottoprogetto POSIDUNE

Interazione delle sabbie e della *Posidonia oceanica* con l'ambiente delle dune naturali.



Capofila: ICRAM -
Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare
Provincia di Pisa
Università di Ferrara - DST
Università di Bologna - CIRSA
EID Mediterranée
FORTH - IACM

Il ruolo ambientale dei sistemi dunosi costieri e le attività del sottoprogetto POSIDUNE in Emilia-Romagna

I sistemi dunosi costieri svolgono una molteplicità di funzioni ambientali di grande rilievo, hanno un ruolo importante nell'equilibrio dinamico dei processi di sedimentazione ed erosione delle coste sabbiose, rappresentano una riserva naturale di sabbia per gli arenili ed una difesa nei confronti dell'ingressione marina, sono un serbatoio di acqua dolce, facilmente ricaricabile dalle precipitazioni meteoriche, oltre che una difesa efficiente e poco costosa contro l'erosione costiera. Il funzionamento ottimale dei sistemi dunosi dipende in gran parte dalla presenza di una copertura vegetale ben sviluppata.

In Emilia-Romagna attualmente, su circa 130 km di litorale, solo 31 km sono bordati da rilievi dunosi, di cui circa 12 km in provincia di Ferrara, 18 km in quella di Ravenna e il rimanente distribuito nel tratto costiero più meridionale.

Il sottoprogetto POSIDUNE (Interactions de *Posidonia oceanica* et Sable avec l'Environnement des Dunes Naturelles) si propone uno scambio di esperienze e conoscenze tecniche tra i partner partecipanti, per una migliore gestione del sistema spiaggia-duna e per la conservazione e/o il recupero dei sistemi dunosi. I partner partecipanti sono impegnati ad applicare le diverse tecniche disponibili a casi concreti di ripristino di sistemi dunosi in aree pilota. In particolare, le attività del sottoprogetto POSIDUNE condotte in Emilia-Romagna hanno riguardato:

- la messa a punto di un programma per acquisire una maggiore conoscenza dello stato di criticità degli ambienti dunosi, per stimare il potenziale apporto sedimentario, per individuare le più idonee metodologie e tecniche per il loro restauro e protezione (Università di Ferrara - DST);
- la caratterizzazione idrologica e idrogeologica delle residue dune presenti nell'area costiera emiliano-romagnola, come potenziali serbatoi di acqua dolce e come barriere all'intrusione salina (Università di Bologna, CIRSA);
- la valutazione su basi vegetazionali della qualità dei sistemi dunosi regionali e la realizzazione di un impianto di vegetalizzazione sulla nuova duna del sito pilota di Foce Bevano (Università di Bologna, DiSTA).

Stato degli Ambienti dunosi della costa emiliano-romagnola

Per valutare lo stato e la criticità dei sistemi dunosi il primo passo è stato l'aggiornamento della banca dati delle dune sviluppata nell'ambito di un Progetto di Ricerca di rilevante Interesse Nazionale (PRIN 2000). A tale scopo è stata condotta un'analisi interpretativa di dettaglio su foto aeree e immagini da satellite e applicate tecniche di analisi spaziale, per quantificare le variazioni interve-

Figura 1

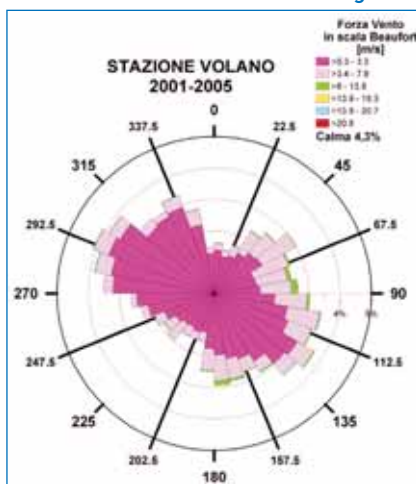


Variatione degli apparati dunosi avvenuta tra il 2000 ed il 2005 in un'area a sud del Lido di Spina; con simboli sono stati evidenziati i varchi presenti nei due rilievi.

nute tra il 2000 ed il 2005 ed implementare, secondo le direttive già stabilite, la banca dati PRIN 2000.

Dall'analisi condotta, ad esempio, emerge come in ambito regionale in soli cinque anni sono stati persi circa 0,32 km² (20% dello sviluppo areale delle avandune presenti nel 2000): le maggiori perdite sono avvenute lungo il litorale ferrarese (-0,30 km²), mentre solo in quello ravennate vi è stato un significativo guadagno (+0,03 km²). In *figura 1* sono evidenziate le variazioni riscontrate nell'area delle Vene ed Ancone di Bellocchio dove, su un tratto costiero lungo 840 m, sono stati persi circa 8.500 m² di area dunale, soprattutto a causa dell'intensa crisi erosiva in atto.

Figura 2



Frequenze percentuali dei venti annuali (periodo 2001-2005) della stazione di Volano, suddivise per classi di intensità secondo la scala di Beaufort. In rosso la direzione media del tratto di costa compreso entro l'area di influenza dei venti registrati dalla stazione ARPA.

Per fornire una stima del tasso di trasporto eolico a scala regionale si è partiti d'analisi dei venti che spirano lungo la costa. Data l'estensione (circa 130 Km), la diversa orientazione e morfologia della costa vi è una notevole variabilità del regime anemologico, ed è per tale motivo che sono stati elaborati i dati del vento raccolti, tra il 2000 ed il 2005, dalle stazioni della rete Arpa di Volano (*Figura 2*), Marina di Ravenna e Cesenatico. Nella prima i venti tendono a distribuirsi entro i domini di Grecale, Maestrale e Scirocco, mentre nelle altre due gli eventi si concentrano prevalentemente entro i quadranti di Levante e Ponente.

Per ognuno dei 39 apparati dunosi individuati sono stati filtrati i venti costruttivi e distruttivi lungo tre direzioni, ed è stata effettuata una stima del tasso di trasporto eolico potenziale (*Figura 3*), utilizzando modelli teorici accreditati dalla letteratura internazionale. Quest'ultimo è stato corretto con un fattore d'intrappolamento ricavato dalle analisi condotte in campagna ed in laboratorio, ottenendo in tal modo il tasso di accrescimento potenziale annuo: questo, in ambito regionale, risulta compreso tra 0,42 e 2,23 m³/m.

Sono stati monitorati, attraverso l'esecuzione di sistematici rilievi di campagna, tre siti campione: le dune armate costruite sull'arenile antistante il faro di Gorino; l'apparato dunoso di Lido delle Nazioni (*Figura 4*) ripristinato utilizzando sabbie recuperate dalla pulizia delle spiagge; le dune naturali dell'area di foce del Bevano.



Figura 3

Confronto evoluzione apparati dunosi 2000-2005 di P.to Garibaldi (A) e Porto Corsini (B) con i corrispettivi diagrammi dei tassi di accrescimento eolico potenziale (A=2,23 m³/m²*a; B=1,79 m³/m²*a).

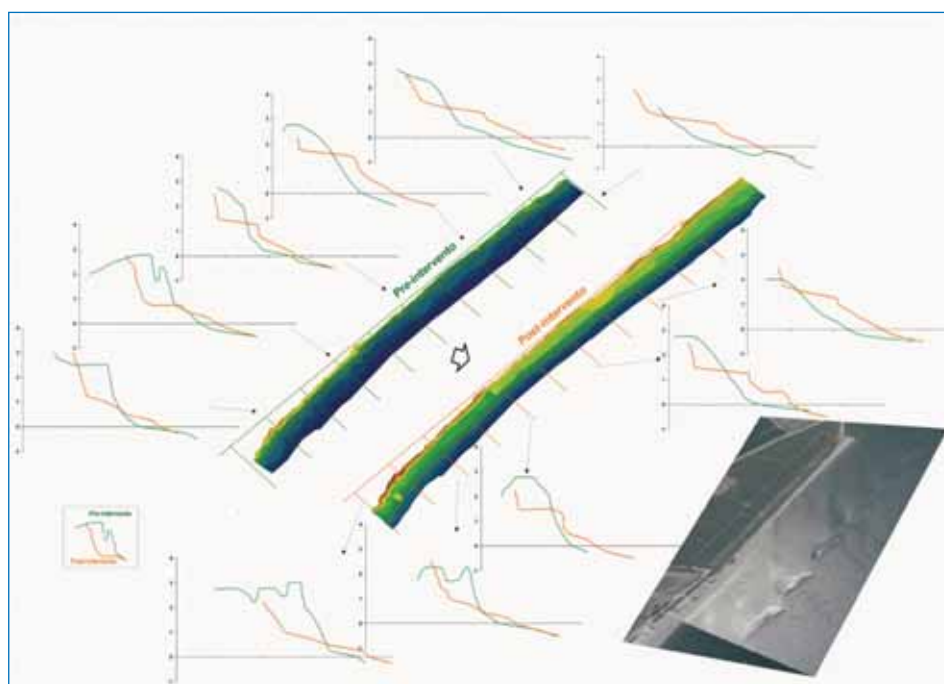


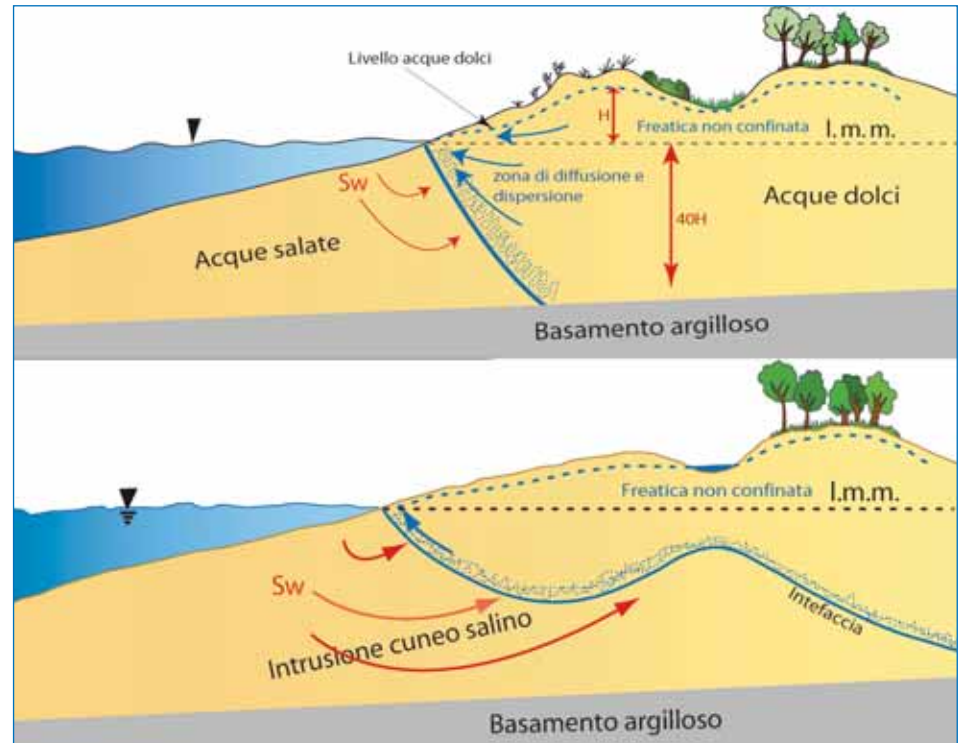
Figura 4

Confronto dei profili topografici effettuati in Gennaio 2007 (pre-intervento, in verde) e Marzo 2007 (post-intervento, in rosso) e rappresentazioni tridimensionali dei rilievi.

Caratterizzazione idrologico-idrogeologica delle dune costiere

Le dune costiere, grazie alle loro caratteristiche di alta porosità e permeabilità, possono rappresentare un buon serbatoio di acqua dolce, facilmente ricaricabile dalle precipitazioni meteoriche. Date la topografia rilevata e la buona capacità infiltrante, l'accumulo d'acqua piovana porta la superficie della falda sopra il livello del mare, inducendo, di conseguenza, un controllo sull'intrusione di acque marine. L'intrusione dell'acqua salata nelle zone costiere è un processo naturale che si registra lungo le coste basse e sabbiose; l'acqua salata, più densa, s'incunea sotto quella dolce. In una situazione naturale esiste un'interfaccia stabile fra acqua dolce e acqua salata (Figura 5). L'interfaccia acqua dolce-acqua salata si sviluppa

Figura 5



Rappresentazione schematica dei rapporti e dei limiti connessi alla presenza e sviluppo delle dune costiere naturali (condizione in alto) e degradate (in basso).

ad una profondità dell'ordine di circa 30 volte l'altezza del livello piezometrico rispetto alla superficie del mare; ciò significa che un abbassamento di 1 cm dell'altezza della falda causa la risalita di 30 cm dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata e viceversa (Figura 5).

Lungo la costa dell'Emilia-Romagna a causa, fra le altre, degli eccessivi prelievi di acqua dal sottosuolo costiero, l'interfaccia acqua dolce-acqua salata sta ovunque risalendo, portando così il cuneo salino fino a diversi chilometri nell'entroterra. La presenza di acque salate nel sottosuolo determina così un peggioramento della risorsa idrica oltre ad avere effetti negativi sull'agricoltura.

Nell'ambito del Sottoprogetto POSIDUNE è stata focalizzata l'attenzione sulla caratterizzazione idrologica ed idrogeologica delle residue dune presenti nell'area costiera emiliano-romagnola, come potenziali serbatoi di acqua dolce e come barriere all'intrusione salina. Per una prima verifica e sperimentazione sono stati individuati, monitorati e studiati tre residui cordoni dunosi (Figura 6): quelli di Marina Romea e Milano Marittima, che presentano caratteri di elevata antropizzazione turistico-balneare, ed un terzo cordone, circostante la foce del fiume Bevano, che si sviluppa invece in un'area ancora poco urbanizzata e ad elevata valenza naturalistica (Parco del Delta del Po). Nella zona del Torrente Bevano, nella prima metà del 2006, è stato effettuato un intervento di modifica dell'assetto della foce fluviale, con costruzione di un segmento di duna artificiale lungo oltre 700 m. Questo ha permesso di verificare l'efficienza della falda dolce all'interno della duna artificiale e, nel contempo, di confrontarla con quanto esistente nel contiguo sistema di dune naturali. L'insieme dei dati acquisiti conferma la presenza di una falda di acqua dolce all'interno delle dune monitorate. Durante tutto l'anno, la superficie della falda si trova alcuni decimetri al di sopra del livello del mare (+0,25 e +0,75 m). La presenza della falda è legata alle caratteristiche morfologiche dei singoli cordoni di dune, alla piovosità e ai tempi di ricarica.

Per quanto riguarda la duna artificiale costruita a nord dell'attuale foce del Bevano

Figura 6



Area di studio lungo la costa dell'Emilia Romagna. Siti studiati in dettaglio: da nord a sud. Marina Romea, Foce Bevano e Milano Marittima. In rosso l'ubicazione di piezometri (stazioni di rilevamento della falda).

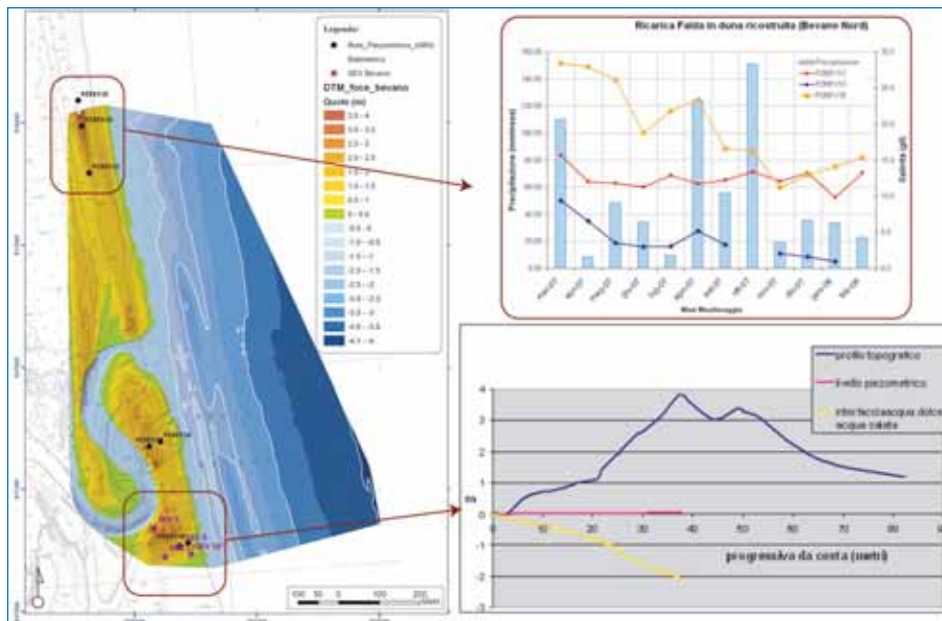


Figura 7

DTM dell'area di Studio Bevano Nord. A destra in alto è illustrato il grafico della ricarica della falda nella duna ricostruita, in basso relazione tra topografia della duna e profondità dell'interfaccia acqua dolce-salata.

(Figura 7) si registrano valori di salinità che evidenziano una progressiva ricostituzione di una falda di acqua dolce, galleggiante sopra quella salata. Nelle dune a sud della foce del Bevano i dati mostrano chiaramente che in prossimità della massima elevazione della duna si ha un marcato approfondimento dell'interfaccia acqua dolce-salata (Figura 7).

Sempre nella zona della foce Bevano è stata effettuata una prima misura e valutazione dei possibili effetti della marea sulla falda freatica. Come noto infatti le variazioni del livello marino hanno un impatto significativo su questa falda poiché le fluttuazioni di marea sono una tra le principali forze in gioco a ridosso della linea di riva: al variare del livello marino si osserva una variazione simile nel livello freatico dell'acquifero. Le misure sinora effettuate nell'area mostrano fluttuazioni massime dell'ordine dei 10-15 cm vicino riva a qualche centimetro a 60 m da riva.

Condizioni sostanzialmente simili si registrano a seguito dei monitoraggi effettuati sia nella zona di Milano Marittima che di Marina Romea (Figura 8). In quest'ultima

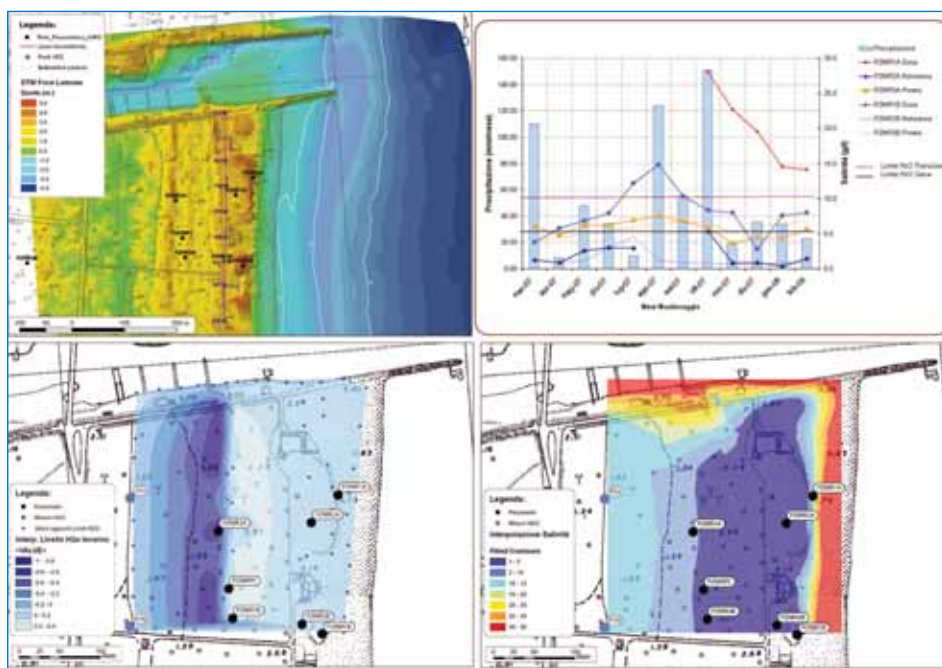


Figura 8

DTM dell'area di Studio Marina Romea. A destra è illustrato il grafico dell'andamento della salinità superficiale misurata nei piezometri.

il monitoraggio e l'analisi numerica mostrano una superficie freatica topograficamente più bassa rispetto alla situazione della foce Bevano; ciò è dovuto alle frammentazione delle dune, alla presenza della pineta e del canale di drenaggio.

I dati piezometrici monitorati in questa zona evidenziano infatti come sulla cresta delle dune si registri un livello di soli 0,04-0,4 m sopra il livello del mare e valori di salinità in alcuni casi relativamente elevati anche in prossimità della superficie (*Figura 8*). Nel retroduna la falda freatica si colloca intorno a soli 0,1 m sopra il livello del mare ma superficialmente l'acqua è del tutto dolce (<1g/l). Nelle zone di pineta, al retro delle dune, il livello freatico scende sotto quello del mare (anche di 0,9 m) e la salinità dell'acqua di falda aumenta fino a 8-12 g/l. In prima approssimazione, questa distribuzione potrebbe giustificarsi con una maggior ed elevata ricarica nelle dune prossime alla spiaggia (non coperte da vegetazione) che forma una bolla di acqua dolce che è poi ben rilevabile nel retroduna. Quando nella parte apicale della duna l'acqua si presenta leggermente salmastra la causa dovrebbe ricollegarsi ad un effetto di commistione indotto dalle maree e dalle onde che si risente fino a circa 30-40 metri nell'acquifero dalla linea di riva. Nella zona pinetale, la quota bassa (-0,9 slm) della falda freatica è principalmente collegata all'evapotraspirazione dei pini e al canale di drenaggio che taglia longitudinalmente tutta la zona.

Giovanni Gabbianelli, Marco Antonellini, Pauline Mollema, Andrea Minchio, Francesco Stecchi, Enrico Balugani, Devarghes Savelli
I.G.R.G. CIRSA (Gruppo Integrato di Ricerca in Geoscienze – Centro Interpart. Ricerca per le Scienze Ambientali)
Università di Bologna, Polo Scientifico-Didattico di Ravenna

Valutazione della qualità dei sistemi dunosi regionali su basi vegetazionali

Il funzionamento ottimale dei sistemi dunosi costieri nello svolgimento della molteplicità di funzioni ambientali che ad essi competono, dipende in gran parte dalla presenza di una copertura vegetale adeguatamente sviluppata. Le parti aeree delle piante adattate a vivere in ambienti di duna, intercettano i granuli di sabbia trasportati dal vento e ne determinano l'accumulo alla base dei loro cespi, contribuendo all'accrescimento della duna stessa. Gli apparati radicali, espansi e profondi, stabilizzano i sedimenti accumulati, pur mantenendo le caratteristiche di dinamicità proprie di tali sistemi. Al contrario, la mancanza o il danneggiamento di una copertura vegetale, causata sia da motivi naturali che antropici, rende le dune e la spiaggia più esposte all'azione erosiva del vento e dell'acqua. La qualità della vegetazione dei sistemi dunosi regionali è stata analizzata in alcuni siti rappresentativi, localizzati nelle Province di Ferrara e Ravenna, dove sono ancora presenti sistemi dunosi, anche se più o meno fortemente alterati dalle attività del turismo balneare.

La qualità della vegetazione dunale è stata valutata esaminando la sequenza di comunità vegetali presenti lungo transetti perpendicolari alla linea di costa. Si è confrontata la sequenza di comunità vegetali realmente presenti, con la sequenza teorica completa di comunità, determinata dai forti gradienti ambientali (intensità dell'aerosol marino, esposizione a vento e salsedine, infiltrazione di acqua salmastra nella falda acquifera) che agiscono con intensità variabile in funzione della distanza dalla linea di riva. Si è per questo utilizzato un indice γ , tratto dalla letteratura specializzata sull'argomento, che assume valori compresi

tra 0 (nessuna corrispondenza con la sequenza teorica completa) e 1 (piena corrispondenza con la sequenza teorica completa). I risultati di tale valutazione di

Località transetto	Indice γ
Lido di Volano - "Cormorano" (Ferrara)	0,62
Lido degli Scacchi - "Vascello d'oro" (Ferrara)	0,65
Lido degli Estensi - Portocanale (Ferrara)	0,38
Casalborsetti (Ravenna)	0,62
Porto Corsini (Ravenna)	0,47
Foce del Bevano (Ravenna)	0,35

Tabella 1 Valori dell'indice γ , della vegetazione dunale di località diverse della costa emiliano-romagnola.

qualità sono riportati in *Tabella 1*.

Complessivamente ne risulta una qualità della vegetazione dunale lievemente migliore nel settore ferrarese della costa. Tuttavia la corrispondenza tra sequenza teorica di comunità vegetali e sequenza reale è sempre piuttosto modesta, raggiungendo al massimo il valore di 0,65.

Questo risultato indicherebbe situazioni di disturbo più o meno forte della vegetazione dunale, con mancanza di alcune comunità della serie e sostituzione di alcune di queste comunità con altre comunità vegetali, estranee alla sequenza teorica ottimale. Le cause di disturbo più facilmente ipotizzabili sono legate alle attività turistico balneari, ma non vanno dimenticate anche le cause naturali, dovute ai fenomeni di erosione cui è sottoposta la costa.

Realizzazione di un intervento di vegetazione sulla nuova duna del sito pilota di Foce Bevano (Ravenna)

Nell'ambito dei lavori di sistemazione svolti nel periodo gennaio-aprile 2006 dalla Regione Emilia-Romagna presso la foce del torrente Bevano, si sono affiancati all'opera idraulica vera e propria anche alcuni interventi volti a riqualificare il sito dal punto di vista ambientale, favorendo la formazione di una nuova duna, all'incirca in continuazione in direzione Sud della duna naturale già esistente.

A termine dei lavori, in corrispondenza della zona in cui si formerà la duna, è stata messa in posto una barriera frangivento realizzata con rami di pioppo e salice intrecciati, formata da celle rettangolari di 6 m x 2 m, con il lato lungo parallelo alla linea di riva, e con elementi trasversali posizionati fino ad un'altezza di 0,80 m. La forma a pettine è stata ritenuta la più adatta ad intercettare venti provenienti da diverse direzioni e determinare così un primo accumulo di sedimenti sabbiosi, quale nucleo di origine della futura duna (*Figura 9.1*).

Il vero e proprio intervento di vegetazione, ha comportato la piantumazione di due specie (*Agropyron junceum* e *Ammophila littoralis*) nell'area interessata dalla barriera frangivento, alla fine di ottobre 2006. La piantumazione è stata preceduta da una serie di operazioni preliminari, effettuate nel corso della primavera ed estate 2006, per la preparazione del materiale vegetale da impiantare. Tali operazioni hanno riguardato la raccolta in popolazioni naturali, in aree limitrofe a quella dell'intervento, di numerosi individui di *Agropyron junceum* e *Ammophila littoralis*. Si tratta di due specie della famiglia botanica delle graminacee, proprie rispettivamente delle dune embrionali e delle dune mobili, entrambe con buone capacità edificatrici. Gli individui raccolti sono stati propagati per via vegetativa, utilizzando segmenti dei loro rizomi, ciascuno fornito di una o più gemme.

Figura 9



Evoluzione della copertura vegetale e della morfologia del sito pilota di Foce Bevano nell'arco di 20 mesi.

In sequenza, da sinistra a destra e dall'alto al basso:

1. 16 aprile 2006, subito dopo la messa in posto della barriera frangivento;
2. 27 ottobre 2006, subito prima della realizzazione dell'impianto di vegetazione;
3. 24 febbraio 2007; l'impianto in occasione dell'escursione della Conferenza di Bologna;
4. 3 luglio 2007, a fine del primo ciclo di crescita vegetativa;
5. 6. 17 dicembre 2007; durante un evento ventoso l'impianto intercetta e accumula la sabbia trasportata dal vento.

Già dopo un mese dall'operazione di propagazione, le gemme presenti sui segmenti di rizoma sono in grado di formare un nuovo cespo di foglie e un nuovo apparato radicale. Le piante ottenute per propagazione sono state mantenute in coltivazione in vaso nel vivaio dell'Azienda Agraria dell'Università di Bologna, per tutto il periodo estivo e per l'inizio dell'autunno, fino alla fine di ottobre 2006. A quel momento dell'anno tutte le piante si trovavano in buone condizioni vegetative e avevano sviluppato un consistente apparato radicale (Figura 10 A e B).

A fine ottobre 2006, si è provveduto alla realizzazione dell'impianto nell'area di Foce Bevano, in corrispondenza delle celle che compongono la barriera frangivento. Al momento dell'impianto, la barriera frangivento aveva determinato un buon accumulo di sabbia all'interno delle diverse celle della barriera stessa. Anche la parte a monte della barriera si era riempita notevolmente, tanto da colmare l'avvallamento ben evidente nell'immagine di aprile 2006 (Figura 9.2). In 50 delle 70 celle di tale struttura si sono impiantate due file di *Agropyron junceum* e, in posizione più arretrata due file di *Ammophila littoralis*. Nelle rimanenti 20 celle, tutte localizzate nella parte più settentrionale della barriera stessa, non è stato effettuato alcun impianto. Le piante sono state messe a dimora scavando buche della profondità di circa 40 cm; all'interno di ciascuna è stato posto il contenuto di un vaso, avendo cura di mantenere il più intatto possibile il pane di terra con le radici e di rincalzare bene la sabbia attorno a queste. In

totale si sono impiantati 2000 cespi di *Agropyron junceum* e 1000 cespi di *Ammophila littoralis*, con una densità di circa 5 cespi/m². Controlli effettuati nella primavera e nell'estate 2007 sull'attecchimento e crescita delle specie impiantate hanno dimostrato la piena riuscita dell'impianto (Figura 9.4). La mortalità è risultata praticamente nulla. A un anno dall'impianto (ottobre 2007) la copertura della vegetazione aveva raggiunto valori medi del 15% della superficie del sito vegetalizzato. La barriera frangivento risultava pressoché sepolta dalla sabbia, mentre i cespi di *Ammophila littoralis* avevano raggiunto altezze di circa 80 cm. Le specie impiantate risultavano dunque in grado di svolgere un ruolo attivo nell'evoluzione e accrescimento della duna, intercettando granuli di sabbia attraverso le parti subaeree e contribuendo con i loro apparati radicali a fissare il sedimento accumulato. In occasione di un evento ventoso del 17 dicembre 2007, si è potuto appunto verificare come la funzione di intercettazione di granuli di sabbia, venisse pienamente svolta dalle specie impiantate (Figure 9.5 e 9.6).

Il protocollo adottato ha permesso, nell'arco di tempo di circa un anno, una copertura vegetale significativa. Dopo tale periodo di tempo, la superficie interessata dall'impianto è stata infatti in grado di svolgere una significativa attività di intrappolamento della sabbia in occasione di eventi ventosi, come dimostrato dalle micromorfologie di accumulo, ben evidenti soprattutto attorno e tra i cespi di *Ammophila littoralis*.

L'impianto realizzato, ha introdotto alcuni elementi di innovazione: primo fra tutti la scelta di inserire *in situ* piante già affermate e in buone condizioni vegetative, raggiunte dopo un periodo di crescita in vivaio; secondo, la scelta di utilizzare specie con buone attitudini edificatrici; terzo, l'attenzione a ridurre al minimo gli stress da trapianto sugli apparati radicali; quarto, la scelta dell'epoca di impianto (autunno). La combinazione di queste condizioni ha consentito di disporre nell'ambiente della duna in formazione di piante che, alla primavera successiva all'impianto (primavera 2007), alla ripresa dell'attività vegetativa, erano già acclimatate e perfettamente in grado di accrescersi, pronte a produrre nuovi ricacci, affermandosi stabilmente nel sito, secondo i ritmi stagionali loro propri. La biomassa subaerea e gli apparati radicali che si sono potuti sviluppare nel corso della stagione vegetativa 2007, hanno ben presto cominciato a funzionare sia per l'intercettazione e l'accumulo, che per la stabilizzazione della sabbia.

Gli interventi di vegetalizzazione, soprattutto nel caso di dune costruite *ex-novo*, come quelle di foce Bevano, sembrano senz'altro opportuni: è utile inserire specie perenni, con attitudini edificatrici ben marcate, che possano avviare rapidamente fenomeni di accumulo e stabilizzazione dei sedimenti sabbiosi. In assenza di interventi di questo tipo, il processo di costruzione attiva della duna, da parte della vegetazione spontanea, può tardare diversi anni. L'esperienza condotta a Foce Bevano ha dato risultati positivi riguardo agli aspetti essenziali della vegetalizzazione. I sistemi vegetati che ne derivano soffrono però di una certa semplificazione, rispetto ai sistemi naturali, per quanto riguarda la numerosità di specie che li compongono. Una volta inserite con successo le specie che più contribuiscono all'edificazione della duna, sarebbe perciò opportuno incrementare la biodiversità dei sistemi ottenuti per vegetalizzazione artificiale, favorendo in un qualche modo anche l'ingresso di specie quantitativamente meno importanti, ma ugualmente di interesse.

Figura 10A



Figura 10B



In alto: *Agropyron junceum* e *Ammophila littoralis*, coltivate in vaso presso l'Azienda Agraria dell'Università di Bologna, al momento del carico su mezzi dell'Azienda per il trasporto al sito di impianto.

In basso: sviluppo dell'apparato radicale di *Ammophila littoralis* alla fine di ottobre 2006.

Componente 4. Misura 4.1. Sottoprogetto OBSEMEDl

Regolamentazione e promozione di un Osservatorio Europeo per la difesa delle coste Mediterranee



Capofila: **FORTH-IACM**

ICRAM

Università di Ferrara - DST

Università di Bologna - CIRSA

Università di Firenze

ICCOPS

Camera Tecnica Greca

Comune di Follonica

ARPA Liguria

Consortium EL Far

OANAK

L'Osservatorio della costa

Le zone costiere sono caratterizzate da complesse interazioni tra processi naturali, demografici ed economici. Questi processi sono essenzialmente riconducibili a cicli dinamici che coinvolgono le risorse naturali, la loro trasformazione ed uso, l'organizzazione sociale, la produzione economica, la generazione di prodotti di passaggio e la loro ridispersione nel sistema naturale.

Molte delle attività umane sono concentrate nelle regioni costiere che, di solito, sono meno capaci di assimilare tali attività e gli effetti negativi sono più appariscenti ed importanti. Questa sovrapposizione d'uso non è necessariamente maggiore rispetto ad altre zone, ma viene esasperata dal fatto che le attività, a volte con forti variazioni stagionali (i.e. attività turistica), si sviluppano lungo una stretta fascia di territorio.

In Italia il governo del territorio e dell'ambiente costiero dal 1998 è stato trasferito alle Regioni, mentre lo Stato centrale ha visto diminuire notevolmente il proprio ruolo, non solo con riferimento agli interventi diretti ma anche in termini di controllo, indirizzo e coordinamento. Questo processo di decentralizzazione delle responsabilità (amministrative e decisionali) ripartite tra diversi livelli (nazionale, regionale e locale), unito alla mancanza di un sistema efficace di coordinamento strategico, ha fortemente inciso sia su un'omogenea gestione della costa sia sulla capacità del sistema Paese di recepire le indicazioni e le direttive proposte sul tema dalla Comunità Europea.

Dall'altro canto le condizioni in cui versa il litorale nazionale rendono indispensabile l'attuazione di nuovi piani gestionali che tengano conto della rapida dinamica geomorfologica e sociale di queste zone, del loro potenziale di sviluppo, dei molteplici rischi a cui sono esposte (erosione, subsidenza, inondazioni, mareggiate, ecc.) e di una corretta scala spaziale per la comprensione dei fenomeni.

Tale aspetto è stato affrontato nell'ambito del sottoprogetto OBSEMEDl volto a realizzare uno studio di fattibilità per un Osservatorio europeo sul fenomeno dell'erosione nelle coste del Mediterraneo. L'iniziativa era supportata da tre motivazioni principali: consapevolezza diffusa di un'esigenza di monitoraggio del fenomeno dell'erosione nella sua globalità; ricerca di standard per le attività di monitoraggio; necessità di diffusione e condivisione delle informazioni su più livelli (tecnico, scientifico, divulgativo).

Per mantenere un indispensabile carattere di generalità e flessibilità, lo studio di fattibilità ha riguardato la strutturazione di un Sistema Osservatorio dove gli elementi costitutivi fondanti fossero costituiti dagli assetti organizzativi esistenti o

potenzialmente sviluppabili nelle Amministrazioni Pubbliche. Allo scopo sono state intraprese le seguenti attività:

- analisi dello stato attuale - censimento ed analisi delle strutture che svolgono attività di monitoraggio dei fenomeni erosivi e climatologici della costa;
- analisi dei fabbisogni - indagine conoscitiva delle necessità informative delle strutture preposte alla difesa delle coste.

A tal fine è stato strutturato ed inviato un primo “Questionario sullo stato dell’arte delle strutture e dei servizi tecnici per la difesa della costa” alle autorità competenti per la difesa della costa, con la finalità di individuare le lacune dei diversi servizi tecnico-operativi e, nel contempo, l’interesse da parte delle amministrazioni a porvi rimedio.

Le strutture interpellate sono state tutte le regioni costiere italiane, la regione Languedoc-Roussillon, la Corsica, Catalunya, Murcia, Andalusia, Valencia, Macedonia dell’Est e Tracia, Creta, Tunisia, Marocco, Cipro e Malta.

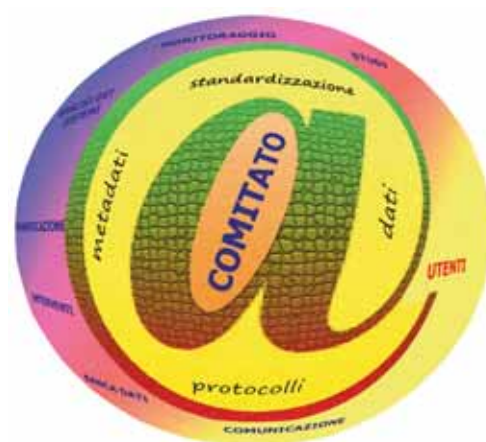
Successivamente è stato inviato un secondo questionario relativo alle “Risorse disponibili da parte delle Regioni” per l’attuazione dei servizi tecnici e operativi prospettati. Questo aveva, tra l’altro, lo scopo di fornire un approfondimento tecnico delle metodologie relative alle attività e servizi che avevano suscitato maggior interesse delle parti intervistate.

Le indagini svolte nell’ambito del sottoprogetto OBSEMED I hanno evidenziato come il “Sistema Osservatorio” debba essere costituito da una rete di unità operative autonome di monitoraggio connesse direttamente all’apparato Amministrativo, che ha la competenza in materia, e da eventuali ulteriori unità extraterritoriali con compiti più specialistici. Esso deve essere basato sul potenziamento delle strutture esistenti, sulla creazione di nuove strutture a scala locale e di bacino mediterraneo.

Per quanto concerne la Regione Emilia-Romagna l’analisi delle esperienze sia in ambito internazionale che nazionale ha messo in risalto la necessità di un coinvolgimento di tutti i soggetti interessati per individuare le questioni reali ed identificare delle soluzioni fattibili secondo logiche di concertazione e partecipazione. Tale frammentarietà evidenzia anche la necessità di un Osservatorio della costa regionale che eserciti un’azione di coordinamento, sia in senso orizzontale sia verticale.

Esso dovrebbe prendere in carico i provvedimenti, le valutazioni e le decisioni inerenti la gestione della zona costiera, determinando così una radicale semplificazione delle conflittualità tra i diversi gruppi interessati (politici, ricercatori, pubblico). Con le sue attività di coordinamento, integrazione ed ottimizzazione delle iniziative in ambito costiero potrebbe diventare un importante supporto tecnico consultivo alle politiche regionali.

Umberto Simeoni, Corinne Corbau, Valerio Brunelli, Umberto Tessari, Kizzi Utizi
Università di Ferrara - DST



Schema di un osservatorio regionale

Normativa europea sul dragaggio e ripascimento

Uno dei due obiettivi del sottoprogetto OBSEMED I è quello di definire uno schema di normativa sugli interventi di dragaggio e di ripascimento costiero a livello comunitario.

Si è riscontrato infatti un’assenza di una normativa organica della materia sia a livello di ordinamento internazionale che comunitario (i quali trattano diversi aspetti concernenti la difesa della costa ma non il suddetto). Tale mancanza ha

fatto si che le legislazioni dei diversi Stati membri si presentino eccessivamente differenziate tra loro per quanto riguarda le competenze, le procedure e soprattutto le condizioni tecniche necessarie per realizzare gli interventi.

Tutto ciò premesso il lavoro svolto nell'ambito del sottoprogetto si è articolato in tre fasi:

- a) Nella prima fase si è curata la raccolta del materiale legislativo e giurisprudenziale in tema di interventi di difesa della costa sia a livello di ordinamento comunitario che dei singoli Stati (e regioni) rientranti nell'ambito del progetto BEACHMED-e. Non sono mancati alcuni spunti di comparazione relativi ad altri sistemi giuridici (ad esempio quello degli Stati Uniti d'America).
- b) In una seconda fase sono stati realizzati alcuni scritti giuridici in tema di disciplina giuridica della fascia costiera. Tali scritti comprendono anche un esame di comparazione tra la normativa dell'Italia e quella degli altri Stati rientranti nel progetto BEACHMED-e. In tal modo si è cercato di mettere in rilievo sia i caratteri che le differenze esistenti tra i diversi sistemi giuridici.
- c) Infine in una terza fase sono state elaborate due proposte di disciplina normativa a livello di ordinamento comunitario.

Il risultato finale della ricerca ha - pertanto - lo scopo primario di costituire la base per poter "colmare" un vuoto normativo in un settore estremamente importante quale è quello relativo agli interventi per la difesa della costa.

In estrema sintesi OBSMEDI ha messo in luce la necessità di adottare una normativa comune (di livello comunitario) che - senza limitare l'autonomia organizzativa dei diversi Stati membri - possa fungere da schema di riferimento generale (una sorta di "legge quadro") all'interno della quale inserire le diverse normative statali (e/o regionali).

Tale esigenza è evidente in particolare riguardo all'adozione di criteri e metodologie comuni per stabilire i casi, le condizioni e le modalità di scavo e di successivo utilizzo delle sabbie a fine di realizzare gli interventi di ripascimento.

La normativa di cui si auspica l'adozione dovrà - in via di principio - avere le seguenti caratteristiche:

- a) Essere ispirata ai principi fondamentali sulla tutela dell'ambiente previsti dall'art. 174 del Trattato C.E. (prevenzione, precauzione, chi inquina paga) nonché alle più rilevanti convenzioni internazionali vigenti sul tema (in primis Convenzione di Barcellona per la protezione del Mediterraneo dall'inquinamento);
- b) Tenere conto del principio di "regolazione";
- c) far sì che i diversi interventi di difesa della costa siano inquadrati all'interno di un adeguato sistema di pianificazione e programmazione secondo una prospettiva di gestione integrata della fascia costiera (come prevede la raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2002);
- d) Ispirarsi alle migliori tecnologie esistenti dal punto di vista scientifico;
- e) Favorire la partecipazione ai processi decisionali dei diversi soggetti pubblici e privati interessati come prevedono le direttive comunitarie vigenti in materia.

In questo contesto la normativa vigente nella regione Emilia Romagna presenta già indubbi caratteri di interesse in particolare sotto due distinti profili:

- a) Il legame sussistente tra gli interventi di trasformazione dell'arenile e la pianificazione del territorio. Nello specifico l'art. 3, comma 2°, della l.r. n. 9 del 2002 (*disciplina delle funzioni amministrative in materia di demanio marittimo e di zone di mare territoriale*), prevede l'obbligo per i comuni di adottare un "piano dell'arenile" costituente piano operativo comunale (POC) e

avente oggetto – tra l’altro – anche la regolamentazione delle trasformazioni dell’arenile;

- b) I casi in cui sono state adottate delle “convenzioni” tra soggetti diversi per realizzare gli interventi (ad esempio l’accordo del 2005 tra la Regione Emilia-Romagna e l’Autorità Portuale di Ravenna per la realizzazione degli interventi connessi al mantenimento dei fondali e al miglioramento della navigabilità del porto di Ravenna). Tale procedure costituiscono – indubbiamente – importanti esempi di quella logica di “regolazione” di cui si è accennato in precedenza.

Ferma restando l’importanza del sistema adottato in Emilia Romagna è peraltro indubbio che la collaborazione con le altre regioni operanti nell’ambito del sottoprogetto BEACHMED-e (sia italiane che estere) ha permesso di conoscere esperienze di regolazione diverse (sia sul piano giuridico che su quello tecnico) che possono costituire un modello di riferimento per successivi interventi legislativi anche su base regionale.

In questo senso la ricerca svolta può senza dubbio essere ritenuta un primo passo verso ulteriori studi relativi alle problematiche giuridiche che si pongono riguardo alla disciplina e tutela della fascia costiera. Si pensi – in particolare – al problema dell’innalzamento dei mari connesso alla questione del riscaldamento globale del pianeta; è evidente che si pone la necessità di individuare strumenti giuridici (diversi dagli attuali) che siano in grado di affrontare la complessità del problema sia secondo logiche di prevenzione e precauzione che di pianificazione e programmazione degli interventi.

Giuseppe Garzia, *Università di Bologna - CIRSA*

Approfondimento

LA “CARTA DI BOLOGNA”

“Carta delle Regioni Europee per la difesa dei litorali e la promozione di un Osservatorio Europeo Interregionale per la difesa delle coste del Mediterraneo (EURIOMCODE)”

In occasione del 5° Comitato di Pilotaggio e Conferenza di Beachmed-e svoltosi a Bologna nel febbraio del 2007 è stata siglata la “Carta di Bologna”. Con la firma di questo documento, le Regioni europee si sono impegnate a collaborare per la promozione di un Osservatorio europeo interregionale per la difesa delle coste del Mediterraneo. L’obiettivo è creare una struttura a rete tra le diverse Amministrazioni per condividere dati, analisi, esperienze a scala di Mediterraneo e dare così più omogeneità all’attività di studio, programmazione e pianificazione. Attualmente hanno aderito alla Carta, oltre a tutte le Regioni partner di BEACHMED-e, anche Arco Latino, un organismo europeo costituito da 69 enti territoriali sovracomunali (Diputaciones Provinciales e Consejos Insulares spagnolo, Départements francesi e Province italiane).



L’Assessore Marioluigi Bruschini, Esteve Tomàs (Regione Catalunya), Monique Pétard (Département de l’Herault e Regione Languedoc-Roussillon) e Carlo Ruggeri (Regione Liguria) al momento della firma della “Carta di Bologna”.

STAMPA
TIPOGRAFIA MODERNA

Stampato in carta ecologica Freelifelife matt satin