



Secondo Piano 2007-2013
INTERREG III C

BEACHMED-e
Operazione Quadro Regionale



La gestione strategica
della difesa dei litorali
per uno sviluppo sostenibile
delle zone costiere del Mediterraneo



1^o Quaderno Tecnico Fase A

2^a Edizione

Febbraio 2007

BEACHMED-e

Operazione Quadro Regionale

LA GESTIONE STRATEGICA DELLA DIFESA DEI
LITORALI PER UNO SVILUPPO SOSTENIBILE DELLE
ZONE COSTIERE DEL MEDITERRANEO



1° Quaderno Tecnico Fase A
2ª Edizione Febbraio 2007

Prefazione

Il Primo Quaderno Tecnico (2^a edizione) dell'Operazione Quadro Regionale BEACHMED-e, nato nell'ambito del Programma europeo INTERREG IIIC – zona sud/est è stato presentato, in occasione della Conferenza di Genova (21 settembre 2007) a conclusione della Fase A, riguardante le analisi dello stato dell'arte nel settore della difesa della costa e dei fenomeni erosivi.

Questo Quaderno rappresenta una prima elaborazione tecnica la quale redazione è stata curata da 36 tra Università, Istituti di ricerca ed Amministrazioni territoriali dell'Europa delle Regioni Mediterranee, raggruppate in 9 partners transnazionali.

Al di là del valore tecnico e scientifico di questa esperienza, destinata a proseguire con dei successivi approfondimenti fino al 2008, è stato necessario mettere in evidenza la capacità della vasta rete di Regioni Europee partecipanti che hanno svolto un ruolo centrale di promozione e coordinamento.

Otto Regioni europee del Mediterraneo di quattro nazionalità distinte, hanno trovato delle motivazioni comuni per affrontare il problema dell'erosione delle coste, oltrepassando difficoltà geografiche, tecnologiche, legislative e culturali.

Si sono definiti e promossi 9 studi di settore di alto profilo scientifico e di elevato contenuto strategico per il numero di risultati applicativi che gli stessi comporteranno, tra i quali si possono citare i protocolli per le procedure nel campo delle valutazioni ambientali, di progetto, di monitoraggio costiero e della geologia marina.

Come si è avuto già modo di apprezzare durante i risultati del precedente Progetto BEACHMED (2002-2004, INTERREGIIIB - Medocc), lo sviluppo reale riguarderà anche l'avvio di ricerche mirate, ad esempio, alla determinazione di giacimenti sabbiosi marini che rappresentano la futura risorsa indispensabile per una difesa duratura delle coste in erosione.

Il carattere strutturante dell'Operazione BEACHMED-e è ben visibile anche nella ricerca di mezzi normativi per adeguare la legislazione alle nuove esigenze di tutela del territorio costiero ed alle nuove possibilità tecnologiche d'intervento.

Nel panorama delle iniziative europee, l'Operazione Quadro Beachmed-e si posiziona, anche per l'importanza del budget assegnato (circa 7,6 milioni di euro), tra i più interessanti del settore e ciò anche grazie allo sviluppo di tematiche specifiche che sono alla base dell'agenda di Lisbona e di Gothenburg (sviluppo sostenibile, eco-innovazione, protezione dai rischi, ecc.).

Dai risultati ottenuti fino a questo momento si può affermare che le iniziative europee come BEACHMED-e anticipano in qualche misura il dibattito in corso sulle caratteristiche della futura programmazione 2007-2013 dei fondi strutturali nel contesto della cooperazione regionale, basato sulle caratteristiche strategiche e strutturanti che le future operazioni dovranno assumere.

Il Primo quaderno tecnico si sviluppa, dopo una presentazione di sintesi dell'Operazione Quadro BEACHMED-e, con il contributo dei 9 partenariati europei sullo stesso numero di tematiche legate alla difesa delle coste che, come già anticipato, sono state svolte durante questa prima fase A dell'Operazione dal punto di vista degli obiettivi generali, del contesto bibliografico e dello stato dell'arte in generale.

Introduzione.....	7
OpTIMAL	
Ottimizzazione delle tecniche integrate di monitoraggio applicate ai Litorali.....	31
OPTIMAL Bibliografia.....	45
NAUSICAA	
Caratterizzazione delle condizioni idro-meteorologiche dei litorali ed analisi dei rischi dei litorali, del comportamento delle opere di protezione e della dinamica delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i> .	49
NAUSICAA Bibliografia.....	60
ReSaMMé	
Ricerca di sabbia sottomarina nel Mar Mediterraneo.....	63
ReSaMMé Bibliografia.....	73
EuDREP	
Protocollo Ambientale Europeo di Dragaggio e Ripascimento .	75
EuDREP Bibliografia.....	84
Medplan	
Valutazione dei rischi e pianificazione integrata delle coste mediterranee.....	87
Medplan Bibliografia.....	98

ICMZ-MED

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

99

ICMZ-MED Bibliografia.....

111

GESA

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

113

GESA Bibliografia.....

125

POSIDuNE

Interazioni delle Sabbie e della *Posidonia Oceanica* con l'Ambiente delle Dune naturali.....

127

POSIDuNE Bibliografia.....

138

ObsEMedi

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

141

Il Questionario di ObsEMedi.....

148

INTRODUZIONE

BEACHMED-e è un'Operazione Quadro Regionale (OCR) fra Regione Lazio (IT), capofila e Regione Emilia-Romagna (IT), Regione Toscana (IT), Regione Liguria (IT), Conseil Général de l'Hérault (FR), Direction Régionale de l'Équipement Languedoc-Roussillon (FR), Generalitat de Catalunya (ES), Région Macédoine de l'Est et de la Thrace (EL), Région de Crète (EL).



L'obiettivo generale dell'Operazione è l'individuazione ed il perfezionamento dei mezzi tecnici ed amministrativi per una gestione strategica della difesa dei litorali, per uno sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mediterraneo, sviluppando i temi già trattati dal progetto precedente BEACHMED (Interreg IIIB - Medocc).

L'Operazione è stata ufficialmente lanciata nel luglio 2005 e finirà nel giugno 2008, con una durata totale di 36 mesi. Il Budget totale ammonta ad € 7.668.366,50, in parte finanziati dal FEDER (54%) ed in parte dal cofinanziamento dei partners (46%).

Le Motivazioni dell'Operazione

Le fasce costiere sabbiose dei paesi industrializzati rappresentano un territorio di particolare interesse strategico per lo sviluppo sostenibile, dove il benessere economico e sociale e la protezione degli ecosistemi naturali devono combinarsi secondo gli obiettivi della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC). Le potenzialità di sviluppo che coinvolgono le comunità delle coste basse europee in relazione alla loro collocazione, sono numerose ed importanti tra cui si possono citare:

- Lo sviluppo delle infrastrutture urbane;
- Lo sviluppo delle attività turistiche;
- Lo sviluppo delle attività industriali e commerciali associabili ad infrastrutture portuali e nodi di trasporto multimodale;
- Lo sviluppo degli habitats di particolare pregio ed unicità.

Tuttavia le spiagge sono delimitate verso mare da una linea di demarcazione (linea di riva) che, dal punto di vista morfologico, rappresenta un ambito territoriale legato ad un delicato equilibrio tra l'azione del mare e la disponibilità di sedimenti sabbiosi sulla costa. 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 meteomarinari estremi);
- Vulnerabilità rispetto al diminuito apporto di sedimenti da parte dei corsi d'acqua (sbarramenti, opere fluviali, difesa del suolo dall'erosione, impermeabilizzazione superfici);
- Vulnerabilità rispetto allo smantellamento delle strutture di difesa naturali per urbanizzazione (praterie di Posidonia, sistemi dunari, vegetazione costiera autoctona);
- Vulnerabilità rispetto all'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, che nel loro insieme già comportano forti arretramenti della linea di riva con ingenti danni ambientali ed economici, occorre individuare strategie altrettanto globali e di ampio orizzonte temporale. Sulla scorta di quanto già dedotto dal progetto BEACHMED, è stato possibile impostare un'azione per fare un salto di qualità in questo delicato settore, portando alcune delle iniziative già assunte ad una conclusione operativa più avanzata ed in forma 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. In effetti nell'ambito della politica europea delle zone costiere (Comunicazione della Commissione europea al Consiglio e al Parlamento europeo sulla gestione integrata delle zone costiere: una strategia per l'Europa – COM/2000/547) viene posto con forza il problema di impiegare modelli di pianificazione che tengano conto dei molti fattori che concorrono alla determinazione dei problemi di questo ambito territoriale. Nel momento in cui la pianificazione per lo sviluppo di una zona costiera non si rapporta con l'eventualità che la stessa zona possa letteralmente "scompare", è evidente che qualsiasi iniziativa in tal senso è destinata al fallimento. In definitiva se non viene caratterizzato il problema dell'erosione dei litorali in quanto problema strutturale del nostro modello di sviluppo e se non vengono concretamente prospettate soluzioni a basso impatto ambientale ed a lungo respiro per contrastare il fenomeno dell'erosione costiera, qualsiasi programma di Gestione Integrata delle Zone Costiere non ha alcuna possibilità di successo. Il titolo dell'operazione fa esplicito riferimento ad un'evoluzione del progetto BEACHMED e si focalizza sul problema "gestionale" dell'argomento in quanto si attendono specifici risultati in tale direzione.

Il funzionamento dell'Operazione

L'Operazione BEACHMED-e è stata concepita come un'Operazione Quadro Regionale secondo i criteri fissati dal Programma INTERREGIIC. Le Amministrazioni che hanno aderito all'Operazione e che attualmente costituiscono il partenariato OCR (Opération Cadre Régional), hanno 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.). Più in particolare, una volta definite le Misure e gli obiettivi che le Amministrazioni OCR intendono perseguire per ciascuna di esse, si è annunciato un Bando Pubblico per selezionare ed individuare le proposte specifiche su come raggiungere gli obiettivi prefissati per ciascuna Misura. Le proposte, sono state elaborate da altrettanti partenariati costituiti da Soggetti Pubblici che hanno in precedenza manifestato il loro interesse a partecipare all'iniziativa (Bando per la Manifestazione di Interesse), dimostrando la propria competenza nelle materie trattate. Una volta accettata la candidatura dei Soggetti Pubblici da parte delle Amministrazioni che costituiscono il partenariato OCR (Comitato di Pilotaggio), si sono invitati gli stessi Soggetti Pubblici a costituire adeguati partenariati (partecipanti) ed a presentare una proposta di Sottoprogetto per le Misure di interesse. Le proposte di Sottoprogetto sono state esaminate e selezionate dalle Amministrazioni OCR e quindi ufficialmente approvate. I partenariati partecipanti sono rappresentati da un Capofila partecipante ed operano sotto il coordinamento di Responsabili di Misura individuati dalle Amministrazioni. I Sottoprogetti sono approvati, nelle loro diverse fasi di attuazione, dai Comitati di Componente in linea tecnica e poi in via definitiva dal Comitato di Pilotaggio anche per quanto riguarda gli aspetti di rendicontazione.

I partners OCR

	Regione Lazio (Italia) Direzione Regionale Ambiente e Cooperazione tra i Popoli Capofila Responsabile tecnico: Paolo Lupino	Indirizzo: Viale del Tintoretto 432 - 00142 Roma (Italia) tel: +39(0)651689052/3/4 fax: +391782734011 e-mail: paolo.lupino@tiscali.it ; secretariat@beachmed.it
	Conseil Général de l'Hérault (France) Direction de l'Emploi et du Développement Responsabile tecnico: Philippe Carbonnel	Indirizzo: 1000 rue d'Alco - 34087 Montpellier Cedex 4 (France) tel: +33 (0) 4 6767 7083 fax: +33 (0) 4 6767 6007 e-mail: p-carbonnel@cg34.fr
	Generalitat de Catalunya (España) Departament de Política Territorial i Obras Publicas Responsabile tecnico: Miriam Moyes Polo	Indirizzo: Av. Josep Tarradellas, 2-4-6 - 08029 Barcelona (España) tel: 0034 93 495 80 00 fax: 0034 93 495 81 96 e-mail: wmmoyes@gencat.net
	Regione Liguria (Italia) Dipartimento Pianificazione Territoriale, Paesistica e Ambientale Responsabile tecnico: Corinna Artom	Indirizzo: via D'Annunzio 113 - 16121 Genova (Italia) tel: +39 0105484251 fax: +39 0105879109 e-mail: corinna.artom@regione.liguria.it
	Regione Toscana (Italia) Dir. Gen. Politiche Territoriali e Ambientali Responsabile tecnico: Luigi Enrico Cipriani	Indirizzo: Via di Novoli, 26 - 50127 Firenze (Italia) tel: +39 055 4383835 fax: +39 055 4383063 e-mail: luigi.cipriani@regione.toscana.it
	Regione Emilia-Romagna (Italia) Direzione Generale Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa Responsabile tecnico: Roberto Montanari	Indirizzo: Via dei Mille, 21 - 40121 Bologna (Italia) tel: +39 051 6396880 fax: +39 051 6396941 e-mail: montanari@regione.emilia-romagna.it
	Région Crête (Grèce) Secrétariat Générale Responsabile tecnico: Alkmini Minadaki	Indirizzo: Kountourioti Place - 71202 Héraklion Grèce/Hellas tel: +30 281 0 278102-3 fax: +30 281 0 244520 e-mail: a.minadaki@oanag.gr
	Direction Régionale de l'Équipement Languedoc-Roussillon (France) Service des Espaces Littoraux Unité Risques Littoraux Responsabile tecnico: Pierre-Yves Valantin	Indirizzo: 520 allée Hanri II de Montmorency - 34064 Montpellier Cedex 2 (France) tel: +33 (0)4 9961 4762 fax +33 (0)4 9961 4762 e-mail: pierre-yves.valantin@equipement.gouv.fr
	Région Macédoine Est et Thrace (Grèce) Responsabile tecnico: Maria Valasaki	Indirizzo: 1, G. Kakoulidou Str. - 69100 Komotini Grèce /Hellas tel: +30-25310-81833 fax: +30-25310-81121 e-mail: mvalasaki@mou.gr

I partners Osservatori

	Generalitat Valenciana (España) Conselleria De Obras Publicas Responsabile tecnico: Joseph Llin i Belda	Indirizzo: Blasco Ibanez,50 - 46010-Valencia (España) tel: 0034 963862164 fax: 0034 963865737 e-mail: llin_jos@gva.es
	Drapor, Société de Dragage des Ports (Maroc)	Indirizzo: 5, rue Chajarat Addor 20100Casablanca, (Maroc) tel: +212 22 959100 fax: +212 22 232600 e-mail: drapor@drapor.com
	APAL, Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (Tunisie) Responsabile tecnico: Mehdi Ben Haj	Indirizzo: 2, rue Mohamed Rachid Ridha, 1002 le belvédère Tunisie/ TUNIS e-mail: mehdi1@webmails.com
	Regione del Veneto (Italia) Direzione Difesa del Suolo Responsabile tecnico: Luigi Fortunato - Roberto Piazza	Indirizzo: 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	Indirizzo: Lungotevere A. da Brescia, Scalo de Pinedo - 00196 Roma (Italia) tel: 06 3202949 3222565 fax 06 3222564 e-mail: laura.gentile@marevivo.it
	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli (Italia) Responsabile tecnico: Eduardo Pace	Indirizzo: Via del Chiostro, 9 - 80134 Napoli (Italia) tel: 081 5114620 fax 081 5522126 e-mail: ingpace@htnapoli.it
	Centro di Educazione Ambientale (Italia) Responsabile tecnico: Maria Gabriella Villani	Indirizzo: Via del Martin Pescatore, 66 Castel Fusano - loc. Pantano - 00124 Roma (Italia) tel/fax: 06.50.917.817 e-mail: cea@riservatoraleromano.it
	Regione Marche (Italia) Servizio Governo del Territorio, Mobilità ed infrastrutture Responsabile tecnico: Vincenzo Marzialetti	Indirizzo: Via Palestro, 19 - 60110 Ancona (Italia) tel: 071.50117303/43 fax 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	Indirizzo: 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	Indirizzo: 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 Prevati	Indirizzo: Via Cavour 11 - 44022 Comacchio - FE (Italia) tel: +39.0533.314003 fax: +39.0533.318007 e-mail: parcodeltapo@parcodeltapo.it

Le Misure dell'Operazione

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 così sintetizzate:

Fenomeni legati allo sviluppo	Vulnerabilità sulla fascia costiera	AZIONI ATTIVE TIPO	AZIONI PASSIVE TIPO
Aumento CO ₂ nell'atmosfera	1 innalzamento del livello medio marino 2 eventi meteo-marini estremi	(non considerate in BEACHMED-e)	Innalzamento della fascia costiera mediante ripascimento
Minore apporto di sedimenti da parte dei corsi d'acqua	1 erosione dei litorali 2 abbassamento dei fondali 3 denaturalizzazione dei fondali costieri	recupero totale o parziale del trasporto solido naturale	recupero dei litorali persi mediante ripascimento morbido o protetto
Smantellamento delle strutture di difesa naturali	1 erosione dei litorali 2 denaturalizzazione dei fondali sottocosta e del paesaggio litorale	ricostruzione delle zone dunarie e delle praterie di posidonia	protezione delle zone dunarie e delle praterie di posidonia
Inserimento di infrastrutture costiere	1 erosione dei litorali 2 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:

COMPONENTE 2 - progettazione e realizzazione di **strumenti tecnici** per la caratterizzazione del fenomeno erosivo su scala europea e per l'impiego sostenibile delle risorse.

Responsabile di Componente Luigi Enrico Cipriani - Regione Toscana (IT)

COMPONENTE 3 - 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.

Responsabile di Componente Philippe Carbonnel - Conseil Général de l'Hérault (FR)

COMPONENTE 4 - 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 (pubblici e privati).

Responsabile di Componente Corinna Artom - Regione Liguria (IT)

Per ciascuna di queste Componenti sono state individuate delle MISURE specifiche che approfondiscono le tematiche, individuando preliminarmente gli obiettivi che si intendono perseguire nell'ambito di ciascuna di esse da parte delle Amministrazioni coinvolte.

Misura 2.1 Il monitoraggio dell'erosione: monitoraggio quantitativo del fenomeno erosivo a scala regionale e locale (valutazione dei parametri costieri, rilievi sistematici della linea di riva per mezzo di tecnologie satellitari, arretramenti della linea di riva dopo i ripascimenti, monitoraggio della linea di riva, dei profili e dei prismi sabbiosi per mezzo di tecnologie innovative)

Responsabile di Misura Luigi Enrico Cipriani

Misura 2.2 Il clima e l'erosione: sistemi di valutazione, monitoraggio e previsione dei movimenti ondosi sottocosta (rapporto tra i fenomeni erosivi rilevati e climi ondosi medi, interazione tra il clima ondososo sottocosta ed i differenti tipi di fondo vegetato e non, definizione dei parametri fondamentali essenziali)

Responsabile di Misura Pierre-Yves Valantin

Misura 2.3 La ricerca dei giacimenti sabbiosi: risorse naturali di sabbia sulla piattaforma continentale (stima delle potenzialità, sistemi di sfruttamento, valutazione dei costi)

Responsabile di Misura Roberto Montanari

Misura 2.4 Lo sfruttamento sostenibile: compatibilità ambientale delle attività di dragaggio e ripascimento (identificazione delle componenti ambientali sensibili, definizione delle zone protette, effetti sottoposti a studi di impatto)

Responsabile di Misura Paolo Lupino

Misura 3.1 La fascia costiera: recupero della fascia costiera e sua gestione territoriale e urbanistica (valutazione del rischio, stime di tipo socio-economico nella scelta della priorità degli interventi o nel quadro dell'imposizione di vincoli, processi di naturalizzazione, scenari a lungo termine rispetto ai fenomeni d'innalzamento del livello medio marino)

Responsabile di Misura Corinna Artom

Misura 3.2 GZC: messa in opera di studi strategici operativi per la manutenzione e la ricostruzione delle spiagge (ICZM) (bilancio dell'evoluzione del tratto di costa, analisi socio-ambientali e paesaggistiche, proposta di scenari di gestione integrata delle zone costiere, proposta di un piano direttore di gestione, sviluppo di programmi d'intervento puntuali, il valore economico delle spiagge ed i costi di intervento)

Responsabile di Misura Maria Valasaki

Misura 3.3 Il ciclo sedimentario: gestione degli stock sabbiosi intercettati dalle infrastrutture costiere e recupero del trasporto solido dai letti fluviali (stima dei volumi implicati, possibilità e metodologie per il riutilizzo dei materiali parzialmente contaminati, gestione dei depositi accumulati nelle riserve artificiali, difesa del suolo compatibile, metodi di monitoraggio e controllo del ciclo sedimentario)

Responsabile di Misura Miriam Moyes Polo

Misura 3.4 I sistemi di difesa naturali: il potenziale delle dune e delle praterie di Posidonia per la difesa dei litorali (metodologie per la mappatura e l'identificazione delle praterie di fanerogame, metodi di reimpianto artificiale e recupero delle praterie di fanerogame, metodi di naturalizzazione o ricostruzione dei sistemi dunari anche in situazioni infrastrutturate)

Responsabile di Misura Philippe Carbonnel

Misura 4.1 Gli aspetti normativi e organizzativi: definizione di una normativa europea in materia di sfruttamento dei depositi sommersi e di ripascimento, studio per la promozione di un Osservatorio Europeo per la Difesa delle Coste del Mediterraneo (nome di protezione e recupero dei sistemi dunari, nome di protezione e recupero delle praterie di fanerogame, norme di regolamentazione delle attività estrattive dei depositi sommersi, valutazione degli interessi comuni, attività di monitoraggio dei fenomeni erosivi e dei climi ondososi incidenti, implicazione del settore privato, centro dati delle risorse naturali e di strumenti disponibili, contributo per la definizione di strumenti normativi)

Responsabile di Misura Alkmimi Minadaki

Le Fasi dell'Operazione

Le attività scientifiche e tecniche di ciascun Sottoprogetto saranno condotte e portate a termine entro la prima metà del 2008 con una suddivisione operativa in tre fasi distinte:

- **Fase A:** Stato dell'arte, ricerca bibliografica, analisi dei dati di base, scambi di esperienze, audizione di esperti.
- **Fase B:** approfondimenti degli aspetti dei Sottoprogetti, attività di ricerca ed analisi dei problemi, delimitazione delle metodologie per la soluzione dei problemi, creazione di archivi comuni.
- **Fase C:** applicazione degli approfondimenti e delle metodologie, realizzazione di soluzioni nuove nell'ambito di intervento (progetto pilota o applicazione pratica).

Calendario Eventi

N	DATA	LOCALITÀ	EVENTO
1	13-14 Ottobre 2005	Héraklion Creta	1° Comitato di Pilotaggio
2	2-3 Febbraio 2006	Montpellier Hérault	2° Comitato di Pilotaggio e WORKSHOP
3	27-28 Aprile 2006	Roma Lazio	3° Comitato di Pilotaggio e Conferenza di Inizio delle Attività dei Sotto Progetti
4	9-10 Novembre 2006	Alexandroupoli Macédoine Est Thrace	4° Comitato di Pilotaggio e Conferenza conclusiva della fase A
5	22-23 Febbraio 2007	Bologna Emilia-Romagna	5° Comitato di Pilotaggio e Conferenza conclusiva della fase B Componente 2
6	28-29 Giugno 2007	Barcellona Catalunya	6° Comitato di Pilotaggio e Conferenza conclusiva della fase B Componenti 3-4
7	25-26 Ottobre 2007	Genova Liguria	7° Comitato di Pilotaggio e Conferenza sull'Avanzamento della fase C Componente 4
8	29-30 Novembre 2007	Montpellier Hérault	8° Comitato di Pilotaggio e Conferenza sull'Avanzamento della fase C Componente 3
9	Febbraio 2008	Firenze Toscana	9° Comitato di Pilotaggio e Conferenza sull'Avanzamento della fase C Componente 2
10	Maggio 2008	Roma Lazio	Conferenza conclusiva dell'Operazione

I Sottoprogetti

L'Operazione BEACHMED-e prevede la messa in opera di 9 Sottoprogetti con la partecipazione di Università, Istituti ed Amministrazioni locali, che si sono candidati rispondendo all'Avviso Pubblico scaduto il 9 dicembre 2005. I 9 sottoprogetti si riferiscono alle misure delle Componenti 2, 3 e 4 previste dall'Operazione.

MISURA 2.1 – IL MONITORAGGIO DELL'EROSIONE



OpTIMAL

Ottimizzazione delle tecniche integrate di monitoraggio applicate ai Litorali

MISURA 2.2 – IL CLIMA E L'EROSIONE



NAUSICAA

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

MISURA 2.3 – LA RICERCA DEI GIACIMENTI SABBIOSI



ReSaMMé

Ricerca di sabbia sottomarina nel Mar Mediterraneo: Ricerche di depositi sottomarini nell'area mediterranea per la determinazione delle potenziali masse sabbiose utilizzabili per il ripascimento delle spiagge soggette ad erosione, nonché per la definizione e la condivisione di linee-guida per ricerche future.

MISURA 2.4 – LO SFRUTTAMENTO SOSTENIBILE



EuDREP

Protocollo Ambientale Europeo di Dragaggio e Ripascimento: Condivisione, definizione ed applicazione del protocollo ENV 1 alle attività di dragaggio e ripascimento con sabbie relitte ed applicazioni specifiche per lo studio della torbidità.

MISURA 3.1 – LA FASCIA COSTIERA



Medplan

Valutazione dei rischi e pianificazione integrata delle coste mediterranee. Processo di analisi e gestione delle zone costiere: metodi di valutazione dei rischi, di riduzione degli impatti e di sistemazione del territorio.

MISURA 3.2 – GIZC



ICZM-MED

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

MISURA 3.3 – IL CICLO SEDIMENTARIO



GESA

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

MISURA 3.4 – I SISTEMI DI DIFESA NATURALI



POSIDuNE

Interazioni delle Sabbie e della Posidonia Oceanica con l'Ambiente delle Dune naturali.

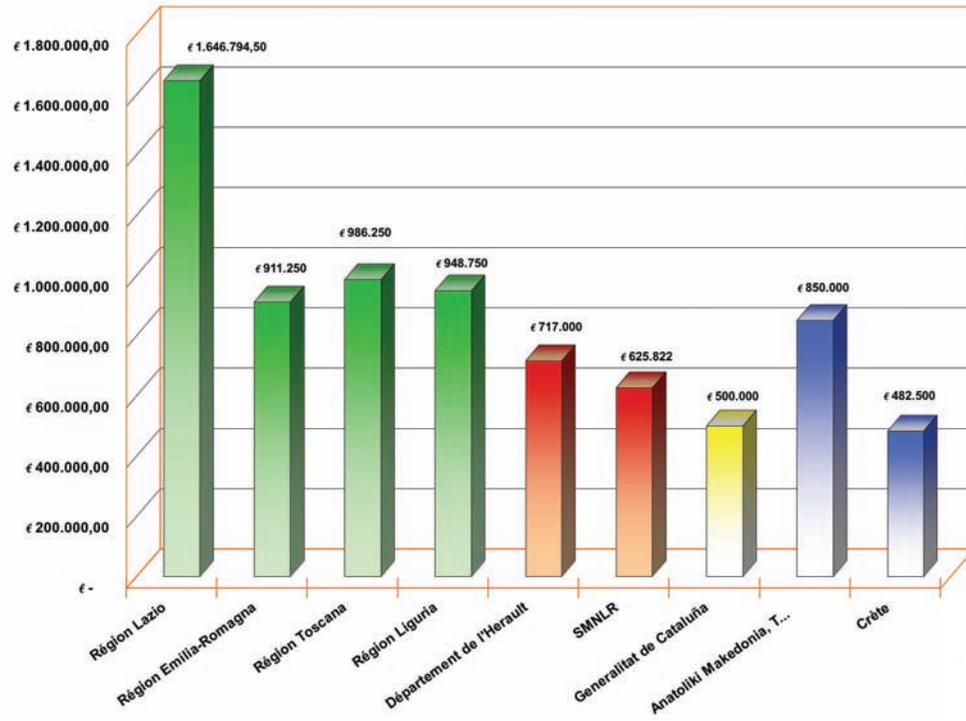
MISURA 4.1 - GLI ASPETTI NORMATIVI ED ORGANIZZATIVI



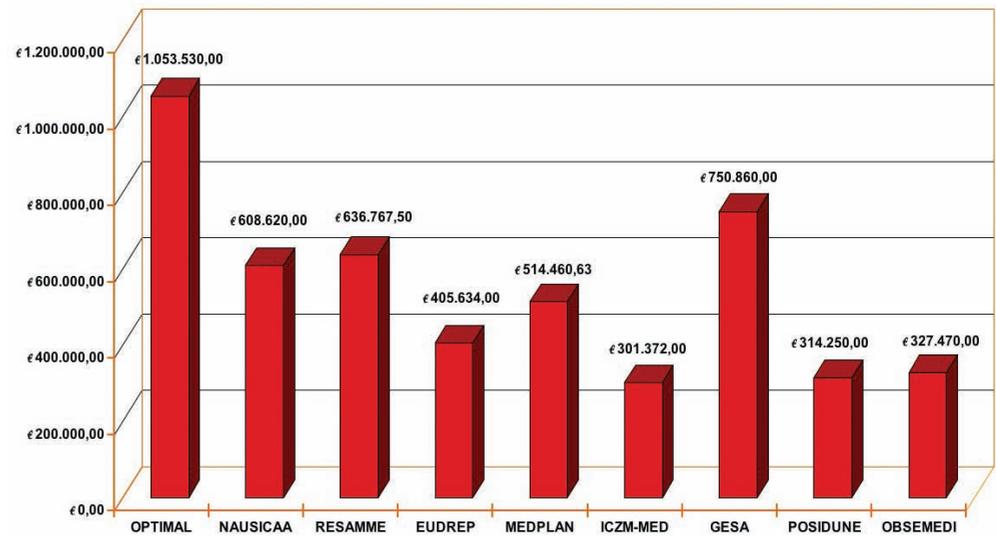
ObsEMedi

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

Budget per Partner OCR



Budget per Sottoprogetto



Descrizione del litorale della Regione Lazio (Italia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

Il territorio regionale del Lazio presenta una superficie di circa 17.228 km² e si colloca in posizione centrale nella penisola, tra i 41°11' circa e i 42°50' latitudine Nord. Il Lazio presenta una popolazione residente di circa 5.300.000 abitanti con una densità territoriale di 307 ab/km². Dal punto di vista amministrativo è diviso in 5 Province (Roma, Frosinone, Latina, Rieti e Viterbo) e 378 comuni. Capoluogo di Regione è Roma che, con i suoi 2.600.000 abitanti, pari al 50% dell'intera popolazione regionale, è il Comune più popoloso d'Italia. Il sistema economico produttivo del Lazio ha un peso rilevante a livello nazionale: con un valore aggiunto di 121.459 milioni di Euro, rappresenta il 10,3% del valore aggiunto nazionale ed il 48,9% di quello dell'Italia centrale (Rapporto sullo Stato dell'Ambiente del Lazio - 2004).

La costa laziale, lunga circa 290 Km (escluse isole Pontine), è costituita per il 74% da coste basse e per il 26% da coste alte. L'area litoranea è occupata da 24 Comuni con una popolazione residente di circa 900.000 abitanti.

Dall'8° censimento ISTAT dell'Industria e dei Servizi 2001 sui Comuni del litorale laziale, risultavano attive 46.415 Unità locali, per un numero di addetti pari a 192.360, circa l'11% del totale di addetti impiegati sull'intero territorio regionale (1.746.229 unità). L'attività principale si registrava nel settore del Commercio con 34.073 addetti, segue il Manifatturiero con 31.310 addetti ed interessanti sono i dati sul settore della Ristorazione ed Alberghiero con 12.066 addetti e della pesca con 1.012 addetti.

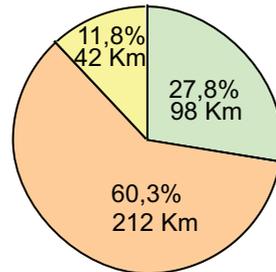
Dal punto di vista geografico, la costa è suddivisa in 6 principali tronconi: Foce del Chiarone/Capo Linario, Capo Linario/Foce del Tevere, Foce del Tevere/Capo d'Anzio, Capo d'Anzio/Circeo, Circeo/Gaeta, Gaeta/Foce del Liri-Garigliano.

Fino agli anni '80/'90 le opere di difesa delle coste venivano realizzate con due approcci distinti: le opere realizzate dallo Stato erano orientate alla sola difesa dei centri abitati e non contemplavano la ricostruzione delle spiagge mentre quelle che la Regione Lazio iniziava a prospettare erano di tipo "semi-morbido", ispirate a logiche di recupero del bene spiaggia e comprendenti opere rigide (scogliere in massi) e ripascimenti di materiale inerte. Nel Lazio il primo intervento di difesa "semi-morbido" risale agli anni '80 (Terracina) seguono quelli di Fondi, Minturno e Latina. Il 1990 è l'anno dell'intervento ad Ostia Centro (Genio civile OO.MM.) che comprendeva una barriera soffolta ed un ripascimento di oltre 1 milione di m³ tra sabbia e ghiaia. Il 1999 è l'anno del primo intervento "morbido" in Italia ad Ostia Levante (Regione Lazio) con 1 milione di m³ di sabbia prelevati da giacimenti marini. Sono seguiti quelli del 2001 ad Anzio e Nettuno (500.000 m³ di sabbia dragati dall'avanporto di Anzio), del 2003 ad Ostia Centro e Levante, Anzio e Ladispoli per 3 milioni di m³, del 2004 a Tarquinia per 500.000 m³, del 2005 ad Ostia Levante e Ponente per 500.000 m³. L'Osservatorio Regionale dei Litorali ha stimato che l'esigenza di ripascimenti per interventi su arenili di interesse prioritario comporta da un minimo di 8 ad un massimo di 10 milioni di m³ per la ricostruzione dei litorali perduti e circa 300.000 m³ ogni anno per la manutenzione degli stessi. Ai costi attuali, questo comporterebbe una spesa di circa 80 milioni di euro ed una spesa annua di 2,4 milioni di euro per la manutenzione.

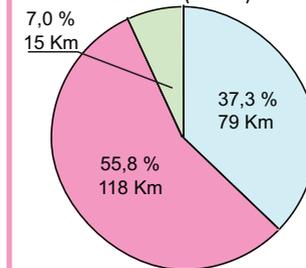
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSMI DELLE COSTE DEL LAZIO (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Lazio (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	59.722	17,0%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	37.913	10,8%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	4.154	1,2%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or pebbles	3.853	1,1%
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	201.725	57,4%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)		
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	2.345	0,7%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	13.959	4,0%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)		
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands	27.623	7,9%
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	246	0,1%
Coast length		351.539	100%
Beaches length		212.076	60,3%
Coast with absence of information		0	0%

Morpho-sedimentology of coasts
Lazio - IT (352 Km)



Evolutionary trend of beaches
Lazio - IT (212 Km)



EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Lazio (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	79.052	37,3%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	49.045	23,1%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	69.215	32,6%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	2.237	1,1%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	12.528	5,9%
Total length of beaches		212.076	100%

Descrizione del litorale della Regione Toscana (Italia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

La Regione Toscana è situata nella parte centro-occidentale dell'Italia ed ha una superficie di 22.993 km², con una popolazione di 3.536.000 abitanti nel 1999.

La costa toscana è bagnata dal mar Ligure e dal Tirreno Settentrionale su cui si affacciano 5 province e 36 comuni, lungo 630 chilometri di litorale con una popolazione residente di 843.398 abitanti. Sui litorali insiste un considerevole volume di attività sociali che dipendono dal mare come via di comunicazione, come risorsa turistica, come sistema produttore di risorse alimentari, come sistema ricettore dispersivo e purificatore della materia ed energia residue della produzione sociale. La sua utilizzazione è comunque diversificata, e comprende fra gli altri tre parchi

naturali regionali, un parco naturale nazionale, tre grandi aree industriali, tre grandi porti commerciali di interesse nazionale e tre di interesse regionale, oltre 25 porti turistici, decine di approdi, spiagge attrezzate tra le più antiche e famose.

Approssimativamente, la metà delle spiagge toscane è colpita da un fenomeno erosivo (più di 3 metri di spostamento nell'ultimo intervallo misurato) che determina la perdita di un patrimonio ambientale ed economico di grande pregio. Comparando i tratti in erosione con quelli in avanzamento, il litorale toscano ha perso circa 214.000 m² di spiaggia negli ultimi 20 anni.

Dal punto di vista morfologico il litorale toscano si presenta differenziato in due fondamentali tipologie:

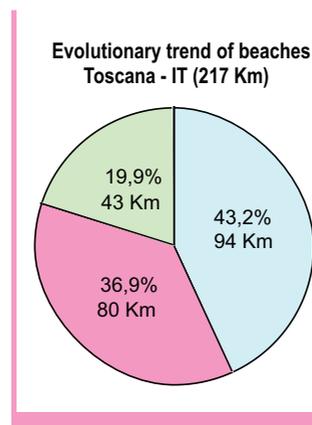
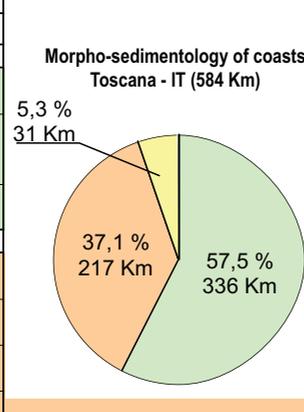
- litorali caratterizzati da coste basse e sabbiose, con fondali a debole pendenza e scarsa profondità anche a notevole distanza dalla costa (litorale apuo-versiliese-pisano, litorale livornese nel tratto tra Rosignano e San Vincenzo, Golfo di Follonica, costa grossetana tra Castiglione e Marina di Alberese, tomboli della Laguna di Orbetello e litorale di Capalbio);
- litorali a costa alta, con batimetriche ravvicinate e profondità notevoli già in vicinanza della riva (tratto tra Livorno e Castiglioncello, promontorio di Piombino, Punta Ala, Talamone, Argentario), ad alta e bassa energia (litorali dell'arcipelago, lato ovest e lato est, rispettivamente).

La costa sabbiosa toscana, per le sue caratteristiche morfologiche, è divisibile in sei tratti principali (unità fisiografiche) e la costa insulare (Isola d'Elba):

1. Foce del Magra – Livorno
2. Rosignano Solvay - Piombino
3. Piombino – Punta Ala
4. Punta Ala – Cala Rossa
5. Talamone – Argentario
6. Argentario – Foce Chiarone

CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIVI DELLE COSTE DELLA TOSCANA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Toscana (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	211.950	36,3%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	124.216	21,3%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	11.190	1,9%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or	2.736	0,5%
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	160.920	27,5%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)	12.999	2,2%
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands	6.755	1,2%
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	22.075	3,8%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	26.484	4,5%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)	2.467	0,4%
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands	2.086	0,4%
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	606	0,1%
Coast length		584.484	100%
Beaches length		216.675	37,1%
Coast with absence of information		0	0%



Eurosion è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Toscana (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	67.204	31,0%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain	26.352	12,2%
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	8.858	4,1%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	71.070	32,8%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	30.151	13,9%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	13.040	6,0%
Total length of beaches		216.675	100%

Descrizione del litorale della Regione Liguria (Italia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

A fronte di un'estensione territoriale regionale ridotta (5400 Km²), la costa ligure presenta un notevole sviluppo (circa 350 Km) ed una complessa articolazione amministrativa (è suddivisa in quattro province e 63 comuni).

I litorali della Liguria sono morfologicamente abbastanza omogenei, caratterizzati da bacini imbriferi di dimensioni piccole e medie (da poche decine a qualche centinaio di Km²), con spiagge di varia dimensione intervallate da capi rocciosi che si protendono sul mare dai sistemi montagnosi delle Alpi Marittime e dell'Appennino e che delimitano singole unità fisiografiche.

Fa eccezione l'estremo levante, dove il crinale corre lungo la linea di costa le spiagge sono pressoché assenti o limitate a piccole *pocket beach*.

La piattaforma continentale presenta una ridotta estensione e, in corrispondenza delle principali aste vallive, i fondali sono solcati da numerosi canyon sottomarini che favoriscono l'allontanamento dei sedimenti.

L'intera attuale organizzazione degli insediamenti e dell'economia è incentrata sulla costa. L'80% della popolazione ligure (poco più di 1,5 milioni di abitanti) è concentrato nei comuni costieri, dove sono collocate le attività economiche (in Liguria sono presenti 3 dei più importanti porti del Mediterraneo) e dove si

riversano i flussi turistici delle regioni vicine, la cui presenza, se da un lato costituisce una importante risorsa economica, dall'altro incide, anche pesantemente, sulle trasformazioni costiere (ad esempio alimentando una forte domanda di seconde case o di posti barca nei porti turistici).

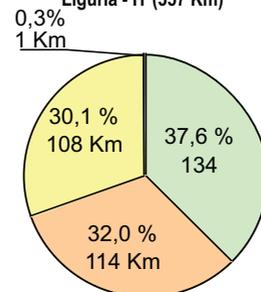
Nel complesso il litorale accessibile e utilizzabile per la balneazione misura circa 100 km, cioè meno di un terzo del totale.

Su questa risorsa si appoggia l'economia dei centri costieri che, con la principale eccezione dei 4 capoluoghi di provincia, vivono soprattutto sul turismo balneare. Tale risorsa è da tempo minacciata dalla progressiva erosione del mare. Anche nei tratti di costa alta (come ad esempio nelle Cinque Terre) l'erosione provoca problemi soprattutto per la difesa dei piccoli centri abitati e delle coltivazioni a terrazza, in conseguenza delle frane che sono frequenti in una costa alta a tratti abbandonata.

CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIVI DELLE COSTE DELLA LIGURIA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Liguria (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	5.840	1,6%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	128.439	35,9%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	14.933	4,2%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or	24.954	7,0%
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	53.542	15,0%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)		
K	Artificial beaches	3.341	0,9%
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands	476	0,1%
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	17.078	4,8%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	63.033	17,6%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)	5.241	1,5%
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands	39.446	11,0%
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	1.194	0,3%
Coast length		357.518	100%
Beaches length		114.324	32,0%
Coast with absence of information		0	0%

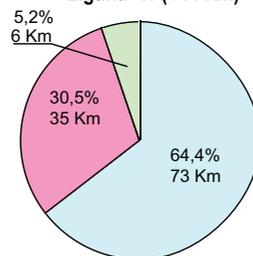
Morpho-sedimentology of coasts
Liguria - IT (357 Km)



EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Liguria (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	73.592	64,4%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	16.350	14,3%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	18.478	16,2%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	1.222	1,1%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	4.681	4,1%
Total length of beaches		114.324	100%

Evolutionary trend of beaches
Liguria - IT (114 Km)



Descrizione del litorale della Regione Emilia-Romagna (Italia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

Il litorale della Regione Emilia-Romagna si estende per circa 130 km dalla foce del torrente Tavollo, tra Cattolica e Gabicce, alla foce del Po di Goro. Anche se la caratteristica morfologica principale di questo territorio è la presenza costante di spiagge basse e sabbiose, per gli aspetti geografici ed economici esso può essere diviso in due parti nettamente distinte: il tratto Cattolica-Volano e la Sacca di Goro. La Sacca è un'unità fisiografica di recente formazione che costituisce la parte meridionale dell'attuale triangolo deltizio del Po. E' formata da una laguna aperta di circa 3.000 ha, separata dal mare da un sottile scanno sabbioso emerso che dalla foce del Po di Goro si spinge verso ovest per circa 8 km. Relativamente agli aspetti economici, questo lembo di delta è caratterizzato da un'intensa produzione ittica all'interno della quale sta assumendo di anno in anno un peso preponderante la mitilicoltura. Il tratto costiero compreso tra Cattolica e la foce del Po di Volano è costituito da un'unica spiaggia, lunga circa 110 km, sulla quale sfociano il fiume Reno e numerosi altri fiumi appenninici. Nel corso del secolo scorso la valorizzazione economica di questo territorio ha portato all'affermarsi di un'industria turistico-balneare di livello mondiale e ad una trasformazione profonda dell'assetto territoriale ed ambientale dell'intera fascia litoranea. Da un punto di vista sedimentologico-stratigrafico la costa è costituita da un

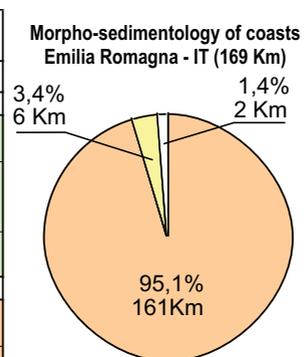
esteso cuneo di sabbia appartenente alle fronti deltizie ed ai cordoni litorali che si sono generati negli ultimi 5-6.000 anni a seguito del progressivo arretramento del mare Adriatico (la progradazione dei sistemi costieri che ha fatto seguito all'ingressione marina olocenica). La dinamica della progradazione dei cordoni è stata tale da generare degli allineamenti di sabbie di duna topograficamente rilevati (ed orientati N-S) che si alternano ad aree depresse occupate da sottili orizzonti (spessi pochi metri) di argille e limi, spesso organici, depositi nelle acque stagnanti di retrocordone. Questo allineamento di cordoni sabbiosi è interrotto localmente dai depositi fluviali che i corsi d'acqua abbandonano durante le esondazioni nel loro tragitto verso il mare Adriatico (Fiume Savio, Fiumi Uniti, Fiume Reno, ecc.). Contrariamente a questi fiumi, che non sviluppano degli importanti fronti deltizi, il Fiume Po, a nord, ha generato negli ultimi secoli un grosso apparato deltizio costituito da canali distributori ramificati ricchi di sabbia e soprattutto da ampie aree lagunari caratterizzate da depositi fini ed organici. Questa particolare origine del territorio fa sì che tutta la fascia costiera (ad eccezione del delta padano) sia largamente dominata da sabbie (talora anche ghiaiose) per spessori di 8-15 metri, anche ben all'interno dell'entroterra emiliano romagnolo (fino a 10-15 km).

Lo sviluppo dell'industria turistico-balneare, degli insediamenti urbani e portuali ha determinato una completa alterazione della morfologia e della dinamica costiera di questa spiaggia di gran valore paesaggistico e ambientale. Processi erosivi sempre più estesi e diffusi, ingressioni marine sempre più frequenti ed accentuate, la qualità dell'acqua marina sempre più degradata, sono le manifestazioni più tangibili della crisi di questo sistema ambientale.

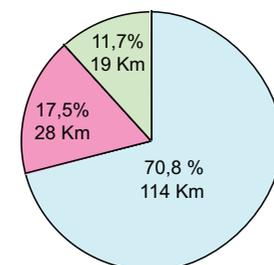
L'esperienza maturata negli ultimi 20 anni ha dimostrato che il ripascimento è la tipologia di intervento a minor impatto ambientale e che più si concilia con la strategia di medio e lungo termine che prevede il riequilibrio per via naturale del litorale. Gli alti costi delle sabbie di cava a terra, gli impatti sul territorio e sulle strade che il loro utilizzo comporta, rendono certamente preferibile il ricorso alle sabbie dei giacimenti sottomarini scoperti al largo della costa regionale nel corso degli anni '80.

CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSI DELLE COSTE DELL'EMILIA-ROMAGNA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Emilia Romagna (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform		
B	Conglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand		
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	1.194	0,7%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or		
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	119.940	70,8%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)	39.209	23,2%
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	730	0,4%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	5.787	3,4%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)		
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands		
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	2.440	1,4%
	Coast length	169.300	100%
	Beaches length	161.073	95,1%
	Coast with absence of information	0	0%



Evolutionary trend of beaches Emilia Romagna - IT (161 Km)



EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Emilia Romagna (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	114.077	70,8%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	28.192	17,5%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	18.805	11,7%
Total length of beaches		161.073	100%

Descrizione del litorale del Languedoc-Roussillon (Francia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

La costa del Languedoc-Roussillon si estende per oltre 200 km, dal versante occidentale del delta del Rodano fino al confine con la Spagna. È costituita prevalentemente da un litorale sabbioso. Questa linea di costa sedimentaria è suddivisa in compartimenti da una successione di promontori rocciosi quali il Monte Saint-Clair a Sète, il Cap d'Agde, il Cap Leucate e la Costa Vermeille, nella parte meridionale del Roussillon. Il litorale del Languedoc-Roussillon è costituito da apporti fluviali che risalgono all'orogenesi dell'Era Terziaria dei Pirenei; questa formazione è proseguita poi nell'Era Quaternaria o Neozoica, dopo le ultime glaciazioni con l'innalzamento del livello del mare che ha generato il trasporto e il deposito di sedimenti derivati dalla piattaforma continentale. Questa evoluzione ha originato il cordone litorale (lido), che attualmente separa il mare da un insieme di lagune salmastre e di zone umide, avendo ricoperto gli spazi di relativa altitudine della vallata litoranea. Fino al 1950, il litorale del Languedoc-Roussillon era prevalentemente selvaggio. L'urbanizzazione era costituita principalmente da territori di caccia e da piccoli villaggi di pescatori spesso ubicati nell'entroterra. Ad eccezione della città di Sète, la costa era quindi estremamente naturale. In seguito alla Missione Racine degli anni 60, il litorale è divenuto il centro principale delle attività umane nel

dipartimento dell'Hérault, attività precedentemente concentrate nell'entroterra. Si tratta di un luogo di scambio, di produzione e d'innovazione il cui sviluppo esige una gestione costante, in particolar modo in termini di pianificazione urbana, di economia turistica, di protezione ambientale e di assistenza sociale, così come di elementi che permettono la realizzazione di un territorio rispettoso, nel tempo, dell'ambiente in cui s'inserisce. Al momento della pianificazione del litorale, realizzata dalla missione Racine, sono state costruite numerose opere portuali con il fine di accogliere la navigazione da diporto. Queste opere si sono tradotte nel frazionamento della costa in compartimenti relativamente indipendenti gli uni dagli altri, le celle sedimentarie. Si tratta di opere che turbano profondamente la deriva sedimentaria longitudinale e creano, a livello locale, delle forti erosioni. Inoltre, la pianificazione di cordoni dunari (ad esempio La Grande Motte) ha privato il sistema di un volume considerevole di sabbia. Al contempo, la diminuzione degli apporti sedimentari dei fiumi si è accelerata. Oggigiorno, l'erosione delle coste grava sull'intero Golfo del Leone e rappresenta il risultato di un insieme di fattori sfavorevoli.

A livello regionale, è stato condotto un lavoro metodologico per definire delle Linee Guida Strategiche per la gestione della linea di costa. Nel mese di giugno del 2003, il Dipartimento dell'Hérault ha approvato queste linee guida generali contenute nella Carta per lo sviluppo sostenibile e si è impegnato, su proposta della Missione Interministeriale per la Pianificazione del Litorale nel Languedoc-Roussillon, a partecipare alla realizzazione del Piano per lo Sviluppo Sostenibile del Litorale. Questo Piano, associato alle Linee guida generali sopra menzionate, è alla base del lancio nella regione di studi per la protezione e la valorizzazione del litorale, condotti con l'obiettivo di preparare, con l'elaborazione di un piano regolatore, la futura gestione della linea di costa. Questi studi strategici sono stati condotti nel Languedoc-Roussillon con una prospettiva non più di gestione locale del litorale, bensì di una gestione globale dei fenomeni.

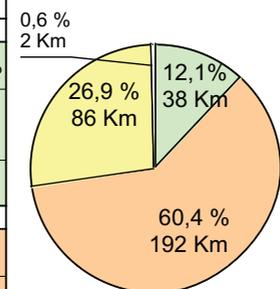
Questi studi analizzano essenzialmente la gestione dell'erosione della linea di costa. Tuttavia il lavoro concerne anche altre tematiche di ricerca (socio-economica, paesaggistica, ambientale) con l'obiettivo di percepire in maniera adeguata l'influenza dei pericoli naturali e l'importanza delle sfide da affrontare. Sono questi i termini in cui la gestione dei litorali può essere eseguita in maniera efficace, sotto forma di una gestione integrata delle zone costiere.

Sulle coste piatte e sabbiose del Golfo del Leone, le opere pesanti non sono più sufficienti a preservare le spiagge e a lottare contro i pericoli naturali quali l'erosione e le inondazioni. Numerosi esperti ritengono che la soluzione che dovrebbe imporsi nel XXI° secolo è quella «dell'alimentazione artificiale di sabbia».

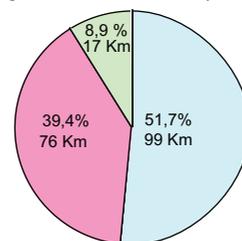
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSMI DELLE COSTE DEL LANGUEDOC-ROUSSILLON (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Languedoc-Roussillon (FR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	32.765	10,3%
B	Conglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand		
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised	5.610	1,8%
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	3.185	1,0%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or		
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	57.365	18,0%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)	125.437	39,4%
K	Artificial beaches	342	0,1%
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)	3.380	1,1%
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands	2.393	0,8%
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size		
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	82.729	26,0%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)	2.872	0,9%
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands		
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	2.003	0,6%
	Coast length	318.081	100%
	Beaches length	192.102	60,4%
	Coast with absence of information	0	0%

Morpho-sedimentology of coasts
Languedoc-Roussillon - FR (318 Km)



Evolutionary trend of beaches
Languedoc-Roussillon - FR (192 Km)



Eurosion è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Languedoc-Roussillon (FR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	56.864	29,6%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain	42.405	22,1%
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	1.543	0,8%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	74.188	38,6%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	357	0,2%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	16.745	8,7%
	Total length of beaches	192.102	100%

Descrizione del litorale della Generalitat de Catalunya (Spagna)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

Il litorale catalano è caratterizzato da ampi spazi costieri la cui varietà, e specificità, dipendono da un lato dalle caratteristiche naturali e dall'altro dal carattere impostogli dalle culture che vi hanno abitato.

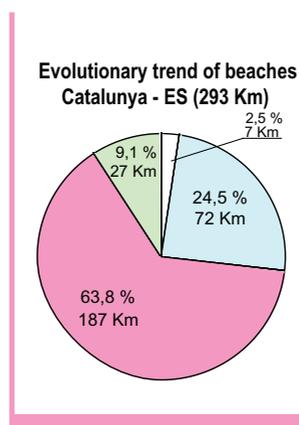
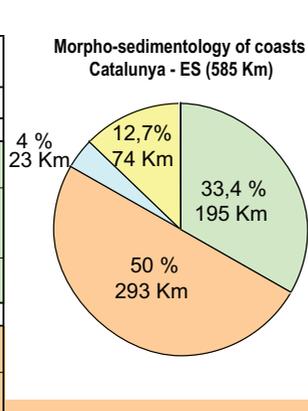
La vicinanza delle catene litoranee ha generato delle zone di falesie nella Costa Brava e nel Garraf, tuttavia tra queste, e nel versante meridionale, si trovano delle zone deltaiche o umide. I 780 km di costa del litorale catalano possiedono un grande valore paesaggistico. Si tratta di una linea di costa che vanta un forte potenziale ecologico, sociale ed economico, al punto tale che il turismo è divenuto una delle principali attività della regione. Questa dipendenza economica, così come lo sfruttamento sociale di questi spazi, e la necessità di preservare la ricchezza naturale, hanno generato, nel corso

degli ultimi anni, un vero e proprio dibattito sociale e l'elaborazione di politiche mirate sulla protezione, il controllo dell'erosione, i meccanismi e le infrastrutture da realizzare. Da sud a nord, dal delta del Ebro al Cap di Creus, il litorale catalano è suddiviso in due grandi settori: la Costa Daurada e la Costa Brava. La prima, che comprende le frange costiere di Tarragona e di Barcellona, è essenzialmente costituita da spiagge. Il litorale barcellonese è caratterizzato da una fascia costiera stretta, un vasto numero di corsi d'acqua (secchi per la maggior parte dell'anno), e due zone deltaiche, quelle del Tordera e quella del Llobregat. La frangia litoranea di Tarragona possiede immense spiagge di sabbia fina e alcune spiagge di ciottoli, ospitando inoltre la più grande zona deltaica della Spagna, il delta del Ebro.

La Costa Brava, che si estende dalla Costa di Gerona fino alla frontiera francese, è essenzialmente formata da spiagge annidate in delle calanche delimitate da promontori rocciosi. Malgrado questa divisione la varietà delle caratteristiche morfologiche e geomorfologiche del territorio originano, sull'intero litorale, un'alternanza di sezioni intere di costa rocciosa, selvaggia e inaccessibile, di successioni di zone rocciose, di calanche accessibili, e di vaste spiagge di sabbia. Un altro elemento da considerare nella descrizione del litorale catalano è costituito dalla trasformazione subita in seguito all'insediamento di un'ampia parte della popolazione sulla costa e alla conseguente realizzazione di strutture atte a rispondere ai bisogni della popolazione. Il problema dell'erosione che affligge questa parte di frangia costiera è estremamente complesso e dipende da numerosi fattori. La realizzazione d'infrastrutture terrestri, la diminuzione degli apporti naturali di sedimenti e la costruzione di alcune infrastrutture marittime e portuali, costituiscono le principali cause dell'alterazione della dinamica costiera. L'urbanizzazione del litorale ha fissato il proprio limite; la canalizzazione di alcuni fiumi e di alcuni sistemi fluviali e la costruzione di dighe hanno ridotto gli apporti di sedimenti provenienti dalle zone interne; le infrastrutture portuali e costiere hanno spesso modificato la dinamica sedimentaria dell'ambiente circostante. Questa serie di elementi, congiuntamente ad altri cambiamenti di natura meteorologica, hanno rotto il già fragile equilibrio del litorale, comportando una perdita permanente di sabbia sulle spiagge. In alcune zone come il Maresme, situato a nord di Barcellona e dotato di lunghe spiagge e di un forte potenziale di trasporto longitudinale, tutte queste cause di alterazione esercitano una netta influenza sulla stabilità delle spiagge. I porti, come altre strutture costiere, frenano il trasporto longitudinale dei sedimenti. Questo ha talvolta determinato la creazione e/o la stabilizzazione di spiagge, ma ha anche provocato l'erosione di zone che hanno cessato di ricevere apporti di sedimenti.

CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIIVI DELLE COSTE DELLA CATALUNYA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Catalunya (ES)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	147.732	25,2%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	47.597	8,1%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	18.928	3,2%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or	18.760	3,2%
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	149.055	25,5%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)	78.921	13,5%
K	Artificial beaches	9.326	1,6%
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)	6.206	1,1%
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	11.738	2,0%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"	23.227	4,0%
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	58.074	9,9%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)	8.974	1,5%
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands	7.119	1,2%
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)		
Coast length		585.658	100%
Beaches length		292.935	50,0%
Coast with absence of information		0	0%



*EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Catalunya (ES)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution	7.351	2,5%
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	48.157	16,4%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain	23.754	8,1%
Erosion			
4	Erosion probable but not documented	10.780	3,7%
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	49.920	17,0%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	126.333	43,1%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	17.157	5,9%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	9.484	3,2%
Total length of beaches		292.935	100%

Descrizione del litorale della Région Macédoine de l'Est et de la Thrace (Grecia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

La Région Macédoine de l'Est et de la Thrace occupa la parte Nord-Est della Grecia, e si estende su una superficie di circa 14.157 Km², con una popolazione di circa 561.838 abitanti. La Regione confina ad Est con la Turchia, a Nord con la Bulgaria, ad Ovest con la Regione della Macedonia Centrale. A Sud, la Regione è delimitata dalla parte Nord del mar Egeo. La Regione è costituita da cinque distretti: Kavala, Drama, Xanthi, Rodopi ed Evros.

La costa dell'Ovest si estende su 50 Km ad Est del Delta di Strymon fino all'estremità Ovest della città di Kavala e, in generale, è orientata verso Est. La morfologia della costa è caratterizzata da una successione di parti rocciose e di spiagge di sabbia, particolarmente esposte all'azione delle onde. L'attività della regione costiera occidentale è incentrata sul turismo locale, con una costruzione edilizia considerevole e in via di sviluppo.

La costa dell'Est si estende su 40 Km ad Ovest del Delta di Nestos, col

promontorio d'Akroneri a Sud, e la costa d'Agiasma ad Ovest. E' caratterizzata da formazioni sabbiose basse e dal fatto che, ad eccezione del porto di Keramoti, non vi sono porti. La sua rete stradale presenta esclusivamente strade orientate verso la costa, con l'assenza di strade che si sviluppino lungo la costa. Un elemento negativo è costituito dalla presenza dell'aeroporto in prossimità delle lagune della regione d'Agiasma.

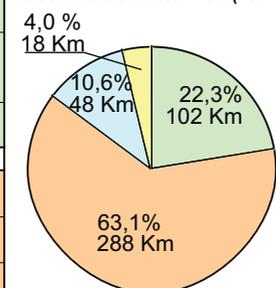
Il Golfo di Kavala si affaccia sul Mar di Tracia, a nord dell'isola di Thassos e appartiene, dal punto di vista amministrativo, alla Prefettura di Kavala e alla Regione della Macedonia orientale e della Tracia. Dopo il Golfo di Strymonikos, esso costituisce il secondo golfo per dimensioni nel Mar di Tracia, sulle coste del Mar Egeo. Presenta una forma anfiteatrale con un asse orientato simmetricamente in direzione NNE-SSO. La profondità media è di 32 m e la profondità massima è di 60 m nel centro del "Thassos plateau". Il canale di Thassos si estende dalla Baia di Keramoti all'isola di Thassos. Il canale è orientato ad est con un'ampiezza di 7300 m e una profondità massima di 27 m.

Il Delta del fiume Nestos è situato sulla costa orientale del Golfo di Kavala, che costituisce un settore con numerosi problemi connessi all'erosione degli arenili. L'intera costa Nord del Mare Egeo è orientata a Sud, prolungandosi su un asse E-O. Di conseguenza, sulla zona costiera si abbattano i venti che soffiano direzione Sud (Se, S, SO e O) ed è soggetta all'azione del mare, dei moti ondosi e delle correnti (Xeidakis e al., 2006). Il delta di Nestos è un settore protetto (realizzazione di un parco nazionale, sito Ramsar, Natura 2000). Le attività principali della zona costiera sono l'agricoltura, la pesca, l'acquacoltura, (lagune, coltivazione dei mitili) e turismo.

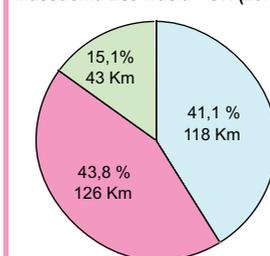
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIVI DELLE COSTE DELLA MACEDONIA EST-TRACIA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Macedonia Est-Tracia (GR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	15.370	3,4%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	59.309	13,0%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised	26.972	5,9%
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	98.784	21,7%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or		
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	168.956	37,1%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)		
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	19.933	4,4%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"	48.379	10,6%
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	18.229	4,0%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)		
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands		
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)		
	Coast length	455.932	100%
	Beaches length	287.672	63,1%
	Coast with absence of information	12952,459	2,8%

Morpho-sedimentology of coasts
Macedonia Est-Tracia - GR (456 Km)



Evolutionary trend of beaches
Macedonia Est-Tracia - GR (287 Km)



Eurosion è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Macedonia Est-Tracia (GR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	118.124	41,1%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented	126.130	43,8%
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.		
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented	43.418	15,1%
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment		
Total length of beaches		287.672	100%

Descrizione del litorale della Regione di Creta (Grecia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

Creta, con una superficie complessiva di 8729 km², un'estensione da ovest ad est di circa 254 km e un'estensione massima da nord a sud di 62 km e minima di 13 km, per grandezza è la quinta isola del bacino del Mediterraneo.

L'isola costituisce la parte più meridionale dell'Europa essendo alla stessa latitudine delle regioni centrali della Tunisia e della montagna Rif Atlas del Marocco.

Per la sua posizione geografica costituisce il punto cardinale di tre continenti: Europa, Asia ed Africa. Creta costituisce un esempio perfetto della minaccia esercitata dalla pressione dello sviluppo economico sui paesaggi costieri e soprattutto sui sistemi di dune sabbiose. Dato che i 1050 km di costa di Creta sono costituiti per la maggior parte da coste alte con scogliere di più di 10 m di altezza, sulle spiagge sabbiose e le dune costiere meno numerose si riversa tutto il peso dell'industria del turismo dell'isola.

Le coste cretesi presentano quattro caratteristiche topografiche principali: le spiagge sabbiose, le spiagge di ciottoli, le coste basse e quelle alte, che comprendono anche le scogliere. La costa bassa spesso è eterogenea con un alternarsi di spiagge sabbiose e di spiagge di ciottoli.

Le dune costiere sono meno frequenti, i tratti più importanti di dune costiere nell'ovest di Creta sono: la baia di Kissamos, la costa occidentale di Chania, la costa orientale di Georgiupoli, la baia di Falasarna, l'isola di Elafonissi.

Creta è divisa in quattro regioni amministrative, le "prefetture", e la nostra area di studio comprende tutti i sistemi di dune costiere e le coste sabbiose della Prefettura di Chania, la zona più occidentale dell'isola.

Le coste settentrionali sono costituite da diverse spiagge sabbiose molto estese con sistemi di dune ben sviluppati a Georgiupoli, ma nella maggior parte dei casi si tratta di dune in un grave stato di degrado a causa di costruzioni incontrollate di strutture turistiche proprio a ridosso delle coste (es, Platanias, Ag. Marina).

Ad occidente vi sono siti di dune naturali di straordinaria bellezza, come Elafonissi e Falasarna, così come l'unico ecosistema lagunare di Creta, a Gramavousa.

A sud, Frangokastelo, è degno di nota per le sue straordinarie dune. I siti occidentali e meridionali soffrono più per mancanza di manutenzione che per lo sviluppo dell'edilizia. Tuttavia sono significativamente degradati dal gran numero di turisti in visita ogni estate.

I problemi più comuni sono: la diffusa erosione delle coste spesso acuita dall'inadeguatezza delle infrastrutture costruite dall'uomo (comprese quelle costruite per la "difesa delle coste") e lo sviluppo troppo a ridosso della linea costiera; la distruzione degli habitat, a seguito di uno sviluppo del territorio e di attività di edilizia non adeguatamente pianificati o dello sfruttamento del mare.

La trasformazione delle aree interne insieme all'impatto delle azioni dell'uomo in situ hanno il loro effetto sul sistema costiero delle dune e modificano le sue caratteristiche naturali.

Fortunatamente a Creta ci sono ancora delle dune costiere naturali. Sono diverse dalle dune settentrionali sia per quanto riguarda la vegetazione che i processi di impatto antropico.

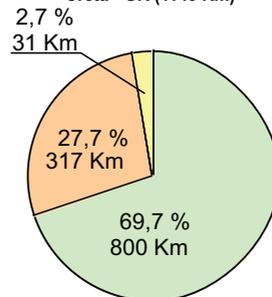
C'è ampio spazio per la conservazione ed il recupero delle coste sabbiose della regione.

Tuttavia, è necessaria una maggiore consapevolezza da parte degli operatori locali poiché i conflitti più importanti nascono da temi legati al valore della terra. Le comunità locali devono comprendere che i paesaggi hanno un valore intrinseco, e non sono solo aree ideali per la costruzione.

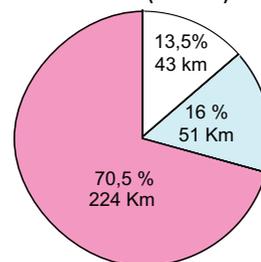
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIVIVI DELLE COSTE DELLA CRETA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Creta (GR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform		
B	Conglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand		
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised	799.815	69,7%
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	280.074	24,4%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or		
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	28.266	2,5%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)		
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands	9.201	0,8%
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size		
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	30.944	2,7%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)		
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands		
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)		
	Coast length	1.148.301	100%
	Beaches length	317.541	27,7%
	Coast with absence of information	0	0%

Morpho-sedimentology of coasts
Creta - GR (1148 Km)



Evolutionary trend of beaches
Creta - GR (318 Km)

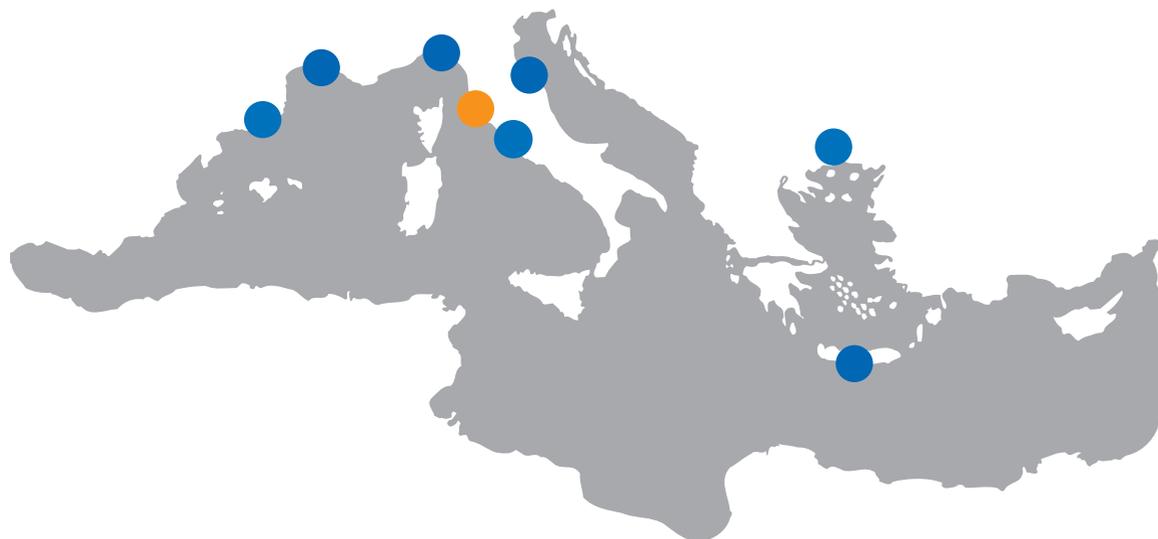


Eurosion è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Creta (GR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution	42.818	13,5%
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	50.963	16,0%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented	223.760	70,5%
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.		
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment		
Total length of beaches		317.541	100%

OpTIMAL

OTTIMIZZAZIONE DELLE TECNICHE INTEGRATE DI MONITORAGGIO APPLICATE AI LITORALI



CAPORLA
Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra DST (Toscana)
Responsabile: Enzo Pranzini (epranzini@unifi.it)

Università degli Studi di Bologna DISTART
(Emilia-Romagna)
Responsabile: Alberto Lamberti
(alberto.lamberti@mail.ing.unibo.it)

Università degli Studi di Genova
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle Sue
Risorse DIPTERIS (Liguria)
Responsabile: Marco Ferrari (ferrari@dipteris.unige.it)

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Dipartimento Scienza della Terra DST (Lazio)
Responsabile: Giovanni Battista La Monica
(giovannibattista.lamonica@uniroma1.it)

ARPA Ingegneria Ambientale (Emilia-Romagna)
Responsabile: Mentino Preti (mpreti@ia.arpa.emr.it)

EID Méditerranée (Hérault)
Responsabile: Hugues Heurtefeux
(hheurtefeux@eid-med.org)

Organisme de Développement de Crète Orientale
OANAK (Crète)
Responsabile: Michalis Lipakis (m.lipakis@oanak.gr)

Institute des Mathématiques Appliquées
IACM-FORTH (Crète)
Responsabile: Nikolaos Kampanis
(kampanis@iacm.forth.gr)

Université Democritus de Thrace
Laboratoire de l'Hydraulique et des Travaux
Hydrauliques (Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Nikos Kotsovinos (kotsovin@civil.duth.gr)

Instituto de Ciencias del Mar ICM (Catalunya)
Responsabile: Ana Bernabeu (bernabeu@vigo.es)

Responsabile di misura: Luigi Cipriani Regione Toscana	Partenariato OCR	Budget
2.1. Il monitoraggio dell'erosione: monitoraggio quantitativo del fenomeno erosivo a scala regionale e locale Valutazione dei parametri costieri, rilievi sistematici della linea di riva per mezzo di tecnologie satellitari, stima dell'arretramento della linea di riva dopo i ripascimenti, monitoraggio della linea di riva, dei profili e dei prismi sabbiosi per mezzo di tecnologie innovative.	Regione Toscana	€ 290.400,00
	Regione Lazio	€ 190.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 40.500,00
	Département de l'Hérault	€ 71.500,00
	Regione Liguria	€ 33.200,00
	Generalitat de Catalunya	€ 50.000,00
	Région Crète	€ 155.000,00
	Région Macédoine Est-Thrace	€ 123.930,00
	DRELIR	€ 99.000,00
	TOTALE	€ 1.053.530,00



LA MISURA 2.1

Il monitoraggio dell'erosione: monitoraggio quantitativo del fenomeno erosivo a scala regionale e locale

Le Amministrazioni pubbliche che hanno competenza in materia di difesa delle coste, devono possedere degli strumenti di controllo territoriale del fenomeno dell'erosione. Il controllo territoriale è necessario per valutare l'intensità dei fenomeni di modificazione della linea di riva e quindi la minore o maggiore disponibilità nel tempo della spiaggia emersa. E' in particolare necessario valutare la sistematicità degli eventi (arretramento o avanzamento della linea di riva) ovvero la loro stagionalità o la loro ciclicità su tutto il litorale di interesse. Queste informazioni sono indispensabili per sviluppare una pianificazione e una programmazione degli interventi che tenga conto in forma globale della fenomenologia in atto e che, assieme al controllo ed alla determinazione di altri parametri, consenta una stima generale dei costi di intervento a livello di pianificazione. Sarà comunque necessaria una analisi degli stessi in termini di convenienza (costi-benefici), di priorità (rischio) e di programmazione (risorse finanziarie). Spesso infatti si riconduce il concetto di Gestione Integrata della Zona Costiera a singoli e locali tratti di costa decontestualizzati da una fenomenologia che, come noto, è connessa ad una scala quantomeno regionale. Dato che la conoscenza dei fenomeni erosivi implica la capacità di poter valutare anche la mobilità dei depositi sabbiosi, l'obiettivo è di rendere più pertinenti, più funzionali e più operativi tali metodi di rilievo. Attualmente esistono diffusamente reti di monitoraggio (indagini topo-batimetriche effettuate con sistematicità...), ma appare opportuno orientarsi verso metodi innovativi per avere un approccio più integrato della gestione dell'erosione e per visualizzare e comprendere a scala di più celle sedimentarie l'insieme dei depositi di sabbia. Le Amministrazioni che aggiudicano i lavori di ripascimento per la ricostruzione o il mantenimento delle spiagge sono particolarmente interessate ad ottenere una maggiore stabilità di materiale versato che va a costituire la spiaggia emersa. Se da un punto di vista morfodinamico la stretta correlazione tra la spiaggia emersa e la spiaggia sommersa è ben nota, l'obiettivo principale è l'ampliamento della spiaggia ricostituita. Spesso infatti un risultato per il quale il materiale versato va a diminuire la profondità di estesi tratti di spiaggia sommersa a svantaggio dell'estensione di quella emersa, è considerato completamente insoddisfacente.

Obiettivi generali

- Sviluppo di metodologie di rilievo morfologico delle spiagge finalizzate al monitoraggio della loro evoluzione in rapporto a differenti scale temporali, con valutazione della precisione su siti campione caratterizzati da differenti dinamiche morfologiche e sedimentarie;
- Definire, verificare e illustrare nuovi metodi per la valutazione, a scala di più celle

sedimentarie, degli spostamenti di sabbia sottocosta;

- Strumenti per la determinazione della posizione di equilibrio della linea di riva dopo interventi di ripascimento, e della distribuzione sulla spiaggia emersa e sommersa dei sedimenti sversati in relazione alle loro caratteristiche granulometriche.

Obiettivi specifici

- Acquisizione di immagini satellitari di specifici tratti di costa del Mediterraneo, scelti sulla base di esigenze prestabilite (siti pilota, siti caratteristici, siti sensibili, etc.) e nell'ipotesi di una attività di rilievo sistematico della linea di riva;
- Elaborazione di immagini con definizione di uno stesso protocollo in considerazione di altre esperienze (CoastView);
- Estrazione di tematismi (dune, barre e secche sottomarine, limite superiore di praterie di Posidonia, etc.) con definizione di un protocollo;
- Elaborazione di software specifici per la migliore determinazione della linea di riva acquisita tramite immagini satellitari, con annesse attività sul campo per la verifica dei rilievi e definizione di un protocollo;
- Definizione di un protocollo per la comparazione di immagini precedentemente elaborate con le immagini di nuova acquisizione;
- Calcolo delle variazioni areali della spiaggia emersa e rappresentazione dei risultati con definizione di un protocollo;
- Sviluppo e verifica delle procedure per la stima dei volumi mediante il calcolo delle variazioni areali della spiaggia emersa e la conoscenza di altri parametri morfologici (pendenza media dei fondali, profondità di chiusura, ecc.);
- Coinvolgimento delle amministrazioni locali nel controllo delle variazioni morfologiche della costa;
- Monitoraggio pilota dell'evoluzione della linea di riva per mezzo di immagini satellitari;
- Correlazione tra le variazioni della linea di riva e le variazioni della spiaggia sommersa (confronto fra dati telerilevati e dati acquisiti sul terreno);
- Cartografia dalla spiaggia emersa e sommersa fino alla profondità di chiusura, con una fitta maglia di rilievo utilizzando la tecnica LIDAR (Light Detection And Ranging) marino.
- Delimitazione verso il largo dello spessore delle sabbie mobilizzabili; realizzazione di carte degli spessori delle unità sedimentarie mobilizzabili; conoscenza di siti instabili o in via di indebolimento. Delimitazione 3D del prisma sedimentario attraverso indagini sismiche THR (Très Haute Résolution);
- Installazione di una rete di web-cam con un raggio di 180° presso siti oggetto di evidenti variazioni morfologiche, come, ad esempio, zone di prelievo di sabbia a scopo di ripascimento;
- Analisi delle immagini digitali da fotocamera per quantificare la velocità di accumulo di

sabbia in corrispondenza di trappole sedimentarie ed i meccanismi di tale processo;

- Osservazione e quantificazione del trasporto dei sedimenti in senso cross- e longshore sia in condizioni naturali che indotte dalla presenza di opere o interventi antropici, con una particolare attenzione alle variazioni granulometriche dei sedimenti;
- Controllo della dinamica delle rip currents responsabili dei flussi offshore e interferenza delle strutture costiere sulla loro evoluzione;
- Caratterizzazione delle situazioni tipo e scelta di siti pilota che saranno oggetto, nell'arco temporale delle attività del sottoprogetto, di interventi di ripascimento;
- Predisposizione di uno o più modelli ad una linea (evoluzione singoli profili) od areali (evoluzione superficie) per la valutazione del nuovo assetto assunto dai sedimenti posti in opera, una volta raggiunte le condizioni di equilibrio teorico (affinità della distribuzione granulometrica dei sedimenti originari con quella dei sedimenti di ripascimento);
- Protocollo per l'impostazione di un piano di monitoraggio idoneo a descrivere in processi in atto (densità dei rilievi e dei prelievi, modalità per le analisi granulometriche, periodicità delle verifiche, etc.);
- Applicazione dei modelli a situazioni reali rese disponibili da parte dei partner OCR con simulazioni differenziate e rilevazione della linea di riva e dei fondali post-ripascimento.

Il Sottoprogetto OpTIMAL

Ottimizzazione delle Tecniche Integrate di Monitoraggio Applicate ai Litorali



Enzo Pranzini (Capofila)¹, Eugene Farrell¹, Lilian Wetzel¹, Lorenzo Rossi¹, Paolo Aminti¹, Sara Carli¹, Eleonora Torricelli², Renata Archetti², Chiara Francesca Schiaffino³, Marco Ferrari³, Nicola Corradi³, Elisabetta Petrocchi⁴, Giovanni Battista La Monica⁴, Maria Cristina Salvatore⁴, Paolo Tortora⁴, Rosa Maria Salvatori⁴, Ruggero Casacchia⁴, Matteo Monti⁵, Maurizio Morelli⁵, Mentino Preti⁵, Nunzio De Nigris⁵, Hugues Heurtefeux⁶, Nans Bujan⁶, Michalis Lipakis⁷, Evangelos V. Koutandos⁸, Nikolaos A. Kampanis⁸, Theofanis V. Karambas⁸, Nikos Kotsovinos⁹, George Xeidakis⁹, Anastasios Georgoulas⁹, Dimitris Petridis⁹, Petroula Delimani⁹, Ana Barnabeu¹⁰, Belen Alonso¹⁰, Gemma Ercilla¹⁰, Ruth Duran¹⁰.

1 Università degli Studi di Firenze DST

2 Università degli Studi di Bologna DISTART

3 Università degli Studi di Genova DIPTERIS

4 Università degli Studi di Roma "La Sapienza" DST

5 ARPA-IA

6 EID Méditerranée

7 OANAK

8 IACM-FORTH

9 Université Democritus de Thrace - Lab Hydraulique et Travaux Hydrauliques

10 ICM

Parole chiave: evoluzione costiera, Mediterraneo, tecniche di monitoraggio

Introduzione

La fascia costiera, come tutti gli ambienti di transizione, è caratterizzata da una notevole sensibilità ad ogni intervento antropico. Ciò, associato ai forti conflitti di interessi che si esplicano in questa parte del territorio, determinati dal suo elevato valore economico, paesaggistico e sociale, rende le aree costiere estremamente vulnerabili. Proprio per questo si è sviluppato un approccio integrato alla gestione di questa parte del territorio (ICZM) che tiene conto di tutte le sue componenti e dei loro reciproci rapporti. In questo contesto l'analisi dell'evoluzione della linea di riva riveste un'importanza particolare, dato che le spiagge sono una delle componenti più sensibili ma anche di maggiore attrazione dei vari interessi. L'analisi dello spostamento della linea di riva nel tempo, sia in condizioni naturali, sia in seguito ad interventi strutturali o a ripascimenti realizzati lungo costa, costituisce quindi un aspetto fondamentale nella ICZM.

In questo contesto è opportuno rilevare che anche la sola definizione di "zona costiera", di "litorale" e di "linea di riva" è materia estremamente complessa, anche perché possono essere presi come riferimento aspetti diversi, siano essi morfologici, amministrativi o economici. Qualsiasi sia il contesto in cui si opera, l'aspetto morfologico diventa prioritario dato che ad esso sono legate le variazioni areali della spiaggia, la distanza dal mare di altri elementi naturali del paesaggio (dune, aree umide, paleofalesie, ecc.) e delle infrastrutture viarie, insediative ed industriali. E' quindi opportuno procedere prioritariamente ad una definizione univoca di "linea di riva", conoscere la variabilità intrinseca di questo elemento morfologico così da poter isolare le oscillazioni periodiche o casuali dalle tendenze evolutive di medio e lungo termine, che sono quelle che interessano chi deve pianificare e attuare interventi sulla fascia costiera.

Una definizione "morfologica", generalmente accettata, vede la linea di riva come l'insieme dei punti in cui aria, acqua e terra si incontrano. Se ciò può soddisfare le necessità semantiche, non aiuta molto nella fase operativa, quando questo elemento geografico deve essere identificato sul territorio e georiferito in un preciso sistema di coordinate in modo da poterne studiare, con identificazioni-localizzazioni successive, lo spostamento nel tempo.

Identificato l'oggetto del monitoraggio (la linea di riva), è opportuno definire i criteri operativi per il suo riconoscimento sia sul terreno, con i diversi metodi topografici, che sulle immagini analogiche o digitali che verranno utilizzate per il monitoraggio. L'accuratezza della determinazione e del posizionamento cartografico della linea di riva dovranno tenere presenti sia gli errori propri e preventivabili dei metodi utilizzati, sia la sua intrinseca variabilità; tutto ciò al fine di ottimizzare la frequenza delle acquisizioni in termini di costi-benefici, evitando così sovra-campionamenti costosi in fase di acquisizione e di elaborazione ed inutili, poiché l'informazione da essi portata non sarebbe altro che quella legata alle oscillazioni ad alta frequenza, che costituiscono il rumore nel trend generale dell'evoluzione di ciascun litorale.

Per soddisfare la necessità di un controllo dell'evoluzione costiera su scala regionale e della valutazione dell'efficacia delle strategie di difesa dei litorali, il progetto OpTIMAL svilupperà l'applicazione delle metodologie basate su dati telerilevati (aereo e satellite con sensori ottici e LIDAR) validati da rilievi topografici tradizionali single e multibeam, DGPS e l'applicazione di fotocamere per l'acquisizione di dati di alta risoluzione spaziale e temporale. Si svilupperanno anche dei metodi per geocodificare e misurare i dati di variazione altimetrica della spiaggia sommersa (Punti di Controllo in Mare) e per caratterizzare il litorale secondo la propria variabilità morfologica e sedimentologica. La definizione dell'accuratezza spaziale e temporale deve essere considerata anche in funzione delle esigenze dei modelli digitali di

simulazione della dinamica costiera; verrà inoltre valutata l'affidabilità degli scenari prodotti da questi modelli in funzione della risoluzione spaziale e temporale dei dati di input. L'analisi dell'accuratezza dei dati si applicherà anche ai rilievi geofisici utilizzati per la valutazione degli stock sedimentari da utilizzare per il ripascimento artificiale. Il progetto applicherà queste metodologie su zone pilota fino alla realizzazione di un prototipo di modello, in seguito direttamente utilizzabile dalle amministrazioni locali, a livello Mediterraneo, nelle zone naturali e protette e laddove sia avvenuto un ripascimento artificiale. L'esistenza di un ampio partenariato permette la convalida incrociata delle metodologie che vengono applicate sulle diverse tipologie costiere. Durante la Fase A del sotto-progetto OpTIMAL i 10 partner hanno seguito le attività previste: preparazione della proposta, avviamento dell'operazione, riunione con le Regioni, realizzazione dei lavori preliminari di campo, riunione interpartenari e scambio delle prime esperienze e dei dati tra i partner.

La Fase A è stata caratterizzata da una sintesi dello stato d'arte, basata sulla letteratura scientifica relativa alle tecnologie di monitoraggio dei litorali e allo studio della loro evoluzione.

Le tecnologie e le problematiche prese in considerazione sono:

- Tecniche di Telerilevamento da satellite
- Sistemi Video/Webcams
- ALB/LIDAR
- Sismica
- Analisi della Variabilità Intrinseca delle Spiagge
- Reti di Punti di Controllo in Mare
- Modellistica numerica

Nel corso del progetto queste tecnologie vengono applicate in combinazione fra loro e con tecniche di rilievo e di analisi standard (fotogrammetria, *multibeam*, rilievi GPS, analisi sedimentologiche, ecc.), al fine di valutare la loro accuratezza¹ e la possibilità di integrazione.

Per l'analisi dell'evoluzione dei profili batimetrici, l'importanza del conseguimento di dati con una elevata accuratezza può essere dimostrata attraverso la stima dei volumi relativi al ripascimento delle spiagge confrontata con il volume sovra- o sottostimato a seguito di una scarsa accuratezza: un errore di 10 cm compiuto nella definizione delle quote di riferimento di due rilievi successivi su di una fascia di spiaggia larga 1 km può portare ad un errore nell'analisi dei volumi pari a 140 m³/m di sabbia, ossia la quantità impiegata in un ripascimento di medie dimensioni².

Da questa sintetica considerazione deriva con chiarezza l'obbligatorietà della definizione univoca e altamente affidabile delle superfici di riferimento delle quote

dei rilievi, legata solitamente a reti di capisaldi e quindi alla loro accurata materializzazione e manutenzione nel tempo. D'altra parte, per ottimizzare la relazione costi/benefici del monitoraggio e la previsione dell'evoluzione a breve e a medio termine della linea di riva, è importante considerare anche la variabilità intrinseca del sistema litorale, cosa che permette di definire meglio l'accuratezza necessaria al monitoraggio della costa.

¹A questo proposito, si devono distinguere termini che sono talvolta utilizzati in modo poco appropriato: precisione ed accuratezza. Mentre la precisione delle misure si riferisce alla ripetibilità della misura indipendentemente dal fatto che se ne conosca il vero valore (Longley *et al.*, 2001), ossia, alla capacità che hanno alcuni strumenti ad ottenere misure successive più simili possibile per uno stesso fenomeno osservato (es. posizione di una stessa località registrata da GPS), l'accuratezza di un rilievo si riferisce all'approssimazione di una misura rispetto alla realtà (David e Fasquel, 1997; Mowrer, 1999), ossia, alla qualità di un risultato di una serie di misure, nel nostro caso, alla precisione globale con la quale viene rappresentata una porzione di spiaggia

² Possiamo chiarire sinteticamente il concetto con un esempio: si ipotizzi il rilievo per il calcolo del volume di spiaggia di un litorale lungo 5 km esteso a una fascia ampia mediamente 1 km – avente cioè una superficie di 5.000.000 m² – si pensi a un rilievo piuttosto denso di punti – con circa 1 punto /10 m² – e che ciascun punto abbia un errore (s.q.m.) di ± 10 cm – l'errore sul calcolo del volume complessivo risulterebbe (Aminti e Aminti, 1997) di circa 700 m³, quindi del tutto accettabile (circa 0.14 m³/m di spiaggia). Viceversa, se un errore della stessa entità (± 10 cm) fosse compiuto nella definizione delle quote di riferimento di due rilievi successivi, questo andrebbe ad insistere con lo stesso segno su tutti i punti e determinerebbe un errore nella valutazione del volume – peraltro indipendente dalla densità dei punti di rilievo – di circa 700.000 m³, corrispondente a circa 140 m³/m di spiaggia. In termini economici, considerato un costo medio di 15 €/m³ per la sabbia dell'ipotetico ripascimento, nel primo caso si avrebbe un'approssimazione nella valutazione del costo di ± 10.500 €, mentre nel secondo risulterebbe una variazione dell'importo 1000 volte maggiore e pari cioè a 10.500.000 € - chiaramente non tollerabile.

Attività precedenti nelle regioni

La tabella 2.1.1 indica in modo schematico le metodologie di monitoraggio della linea di riva/nearshore attualmente utilizzate nelle Regioni che partecipano al sotto-progetto OpTIMAL. La tabella 2.1.2 presenta i database sulla posizione della linea di riva nella zona di nearshore (a scala regionale) disponibili per ogni regione che partecipa al sotto-progetto OpTIMAL e la partecipazione dei partner a progetti precedenti in questa tematica. Si può verificare che ogni partner ha un'esperienza particolare, e che le Regioni hanno sviluppato questa tematica sulla base di diversi scenari ambientali e storici.

Nella regione della **Macedonia dell'Est e Tracia** non si hanno database relativi ai processi costieri. Si è da poco iniziato ad avvicinarsi alla questione utilizzando fotografie aeree e rilievi topografici tradizionali, mentre ora si sperimentano tecnologie alternative che possano essere utilizzate, in futuro, anche in modo sistematico.

Nell'**Hérault**, dall'inizio degli anni ottanta la DRELRL (ex SMNLR) ha rilevato profili

Tabella 2.1.1 - Metodi di monitoraggio della linea di riva/nearshore attualmente utilizzati.

	Satellite	Fotografia Aerea	Webcam	LIDAR M – Marino T- Terrestre	GPS	DGPS	Multibeam	Single-beam	Riflessione Sismica	Analisi Granulometrica	Topografia Tradizionale
Toscana	X	X	X	T (test)	X	X	X	X	X	X	X
Lazio	X	X			X	X	X	X	X	X	X
Emilia- Romagna	X	X	X	M T	X	X	X	X		X	
Liguria		X	X		X	X	X	X	X	X	X
Catalunya						X	X	X	X	X	X
Hérault	X SPOT 5	X		X	X	X		X	X	X	
Crète		X			X						X
Macédoine de l'Est		X									X

batimetrici, disponibili sul server del DRELRL (ex SMNLR). Dall'inizio degli anni 2000, la EID Méditerranée ha rilevato profili topografici e batimetrici. Inoltre, è stato effettuato il monitoraggio dell'evoluzione della linea di riva e lo studio storico di fotografie aeree georiferite, dati disponibile in un GIS.

Nella **Catalunya**, l'esperienza del gruppo ICM nella zona di nearshore è complementare all'esperienza dell'Università di Vigo (collaboratori) per le zone costiere. L'informazione disponibile sulla zona di Masnou ha permesso di elaborare un data base che ha costituito il punto di partenza del presente studio. I dati di base includono l'informazione sui dragaggi (anni 1988-2006), le batimetrie di dettaglio (2006), i dati sedimentologici (2006), le fotografie aeree (2006) e i dati sul clima meteo marino (2002-2006) rilevati dalla Generalitat della Catalogna e dalle Autorità portuali nazionali.

La Regione **Emilia Romagna** e molti comuni della sua costa investono, ormai, molte risorse finanziarie per il monitoraggio topografico e batimetrico della spiaggia con GPS, single-beam e multibeam. Esiste una banca dati che include rilievi topografici e batimetrici (1984, 1993, 2000 e 2006), dati sulla posizione della linea di riva acquisita con fotografia aerea (1943-44; 1977-78, 1983, 1991, 2000 e 2005); dati sulla subsidenza presi con livellazioni geometriche di alta precisione (1984, 1987, 1993, 1999 e 2005), e dati granulometrici delle sabbie del litorale (1971 e 1993).

La Regione **Liguria** ha a disposizione dati di base sulla posizione della linea di riva

con indagini aerofotogrammetriche (2004), ed ha iniziato nel 2004-2005 il progetto "monitoraggio di un tratto caratteristico di costa ligure attraverso l'utilizzo di Webcam (spiaggia di Levante).

A **Creta**, invece, non ci sono database sistematici idonei per la ricostituzione dell'evoluzione della linea di riva per tutte le spiagge dell'isola.

La Regione **Toscana** ha una cartografia in scala 1:5.000 dell'evoluzione della linea di riva realizzata con restituzione aerofotogrammetrica per gli anni 1938, 1954, 1976, 1984 e con rilievi topografici diretti negli anni '90 con aggiornamenti fino al 2006. Esiste inoltre una cartografia sedimentologica per la spiaggia emersa e sommersa in scala 1:10.000. Dati topografici, batimetrici e sedimentologici con maggiore risoluzione temporale sono disponibili per i tratti costieri oggetto di interventi di riequilibrio effettuati sia con opere rigide che con ripascimenti artificiali.

Per la Regione **Lazio**, sono disponibili, presso l'Università di Roma "La Sapienza", i dati relativi alla variazione della linea di riva tra il 1954 e il 1979, su base cartografica per l'intera regione. Per la parte centrale della costa del Lazio,

Tabella 2.1.2 - Database sulla posizione della linea di riva sulla morfologia della nearshore (a scala regionale) disponibili, e partecipazione dei partner a progetti precedenti.

	Database esistenti – copertura regionale - anni dell'acquisizione dei dati	Progetti Internazionali / Europei			
		EUROSION	Beachmed	CoastView	Altri progetti internazionali
Toscana	1938-2006	X	X		
Lazio	1943-2005		X		
Emilia-Romagna	(1)		X	X	DELOS
Liguria	BEACHMED 2002 (2)		X		TIGRA, TEMRAP, Leonardo da Vinci
Catalunya	ICM, 2006 (3)				
Hérault	SMNLR 1984 et EID, 2000		X		
Crète	N/A				
Macédoine de l'Est	N/A				

1) Dati topografici e batimetrici (dalla duna alla profondità di chiusura) (1984, 1993, 2000 e 2006), dati sulla posizione della linea di riva ottenuti con fotografia aerea (1943-44; 1977-78, 1983, 1991, 2000 e 2005); dati sulla subsidenza ottenuti con livello geometrico di alta precisione (1984, 1987, 1993, 1999 e 2005), e dati granulometrici (1971 e 1993)

2) Posizione della linea di riva ottenuta da rilievi aerofotogrammetrici (2004)

3) Dati di marea e onde ottenuti dalla Generalitat de Catalunya e dai porti nazionali. Questo progetto sta sviluppando una banca dati nuova sulla posizione della linea di riva, con fotografia aerea e rilievi topobatimetrici.

corrispondente a parti o a tutto il delta del fiume Tevere, ci sono anche dati sulla posizione della linea di riva relativi agli anni 1873, 1931, 1950 (derivati dalla cartografia) e 1974, 1979, 1983, 1987 (derivato da foto aeree). Presso il Centro di Monitoraggio dell'Osservatorio dei litorali laziali, è disponibile una banca dati delle foto aeree dal 1945 al 2006. Inoltre per lunghi tratti del litorale sono stati rilevati con tecnologia DGPS e multibeam sia la spiaggia emersa che sommersa oltre al prelievo e relativa analisi dei sedimenti. Questi dati sono stati ottenuti durante le ricerche effettuate nel progetto Beachmed, e convenzioni tra la Regione Lazio e diverse istituzioni.

Tecniche di Telerilevamento da satellite

Per quanto concerne i metodi innovativi per la valutazione delle variazioni nel tempo della posizione della linea di riva, l'impiego delle immagini satellitari è stato oggetto di numerose pubblicazioni scientifiche. Dolan (1973) mette in evidenza i vantaggi delle foto aeree nello studio della dinamica costiera per il numero e la precisione dei dati che esse permettono di raccogliere, mentre Collier *et al.* (1995) sottolineano i vantaggi delle foto aeree rispetto ai dati cartografici, così come l'importanza della multi-temporalità delle immagini. Hesselmanns *et al.* (1997) sottolineano che le tecniche di telerilevamento costituiscono degli strumenti che consentono di raccogliere informazioni specifiche sulle caratteristiche spazio-temporali della linea di riva, sebbene, quando Landsat e Spot erano gli unici satelliti disponibili, la risoluzione delle immagini rilevate non fosse sufficiente a stabilire un buon posizionamento di questo elemento morfologico.

L'obiettivo prioritario della Fase A è stato la revisione della letteratura riguardante le nuove tecnologie che consentono di monitorare i processi di erosione costiera. La fotografia aerea digitale, la tecnologia LIDAR, le immagini satellitari, possono fornire una visione complessiva molto più ampia rispetto alle metodologie di rilievo sul campo. Immagini ad elevata risoluzione spaziale e temporale sono oggi acquisite da un'ampia gamma di sonde satellitari (vedi Progetto Beachmed, 2004 b) e l'integrazione di dati di natura diversa (foto aeree e immagini ad alta risoluzione) può rivelarsi assai utile (Grignetti *et al.*, 2005).

La scelta del sensore appropriato dipende dal parametro da misurare e dalla frequenza della misura richiesta per sorvegliare in maniera esatta i cambiamenti che interessano la fascia costiera. Conseguentemente, nel caso dell'erosione dei litorali, la scelta del sensore dipende principalmente dall'entità dei processi in atto nel settore specifico che deve essere monitorato. Per variazioni modeste, dovrebbero essere utilizzate immagini con risoluzione spaziale elevata, inferiore ad 1 m, come

quella garantita dai satelliti Ikonos e Quickbird. Utilizzando questi dati, Di *et al.* (2003 a, b) mostrano come l'applicazione di differenti tecniche di acquisizione possa migliorare significativamente l'esattezza dei risultati ottenuti per valutare l'erosione o l'accumulo costiero di una specifica regione.

Per valutare l'accuratezza della posizione della linea di riva ottenuta con dati telerilevati si possono effettuare delle misure *in situ* utilizzando l'elevato livello di precisione dei sistemi GPS. Ad ogni modo, indipendentemente dalle bande utilizzate da un sensore multispettrale o iperspettrale, il problema continua ad essere quello di poter ottenere una precisione sub-pixel. Si tratta dunque di individuare i «pixels misti» e di valutare la percentuale di spiaggia emersa in essi presente.

Il software standard di trattamento delle immagini può utilizzare anche dati ancillari che possono portare ad una migliore determinazione della posizione della linea di riva dalle immagini satellitari. I processi d'estrazione automatica e semiautomatica della linea di riva da immagini da satellite ad alta risoluzione possono portare a dati di elevata accuratezza (Zakariya *et al.*, 2006).

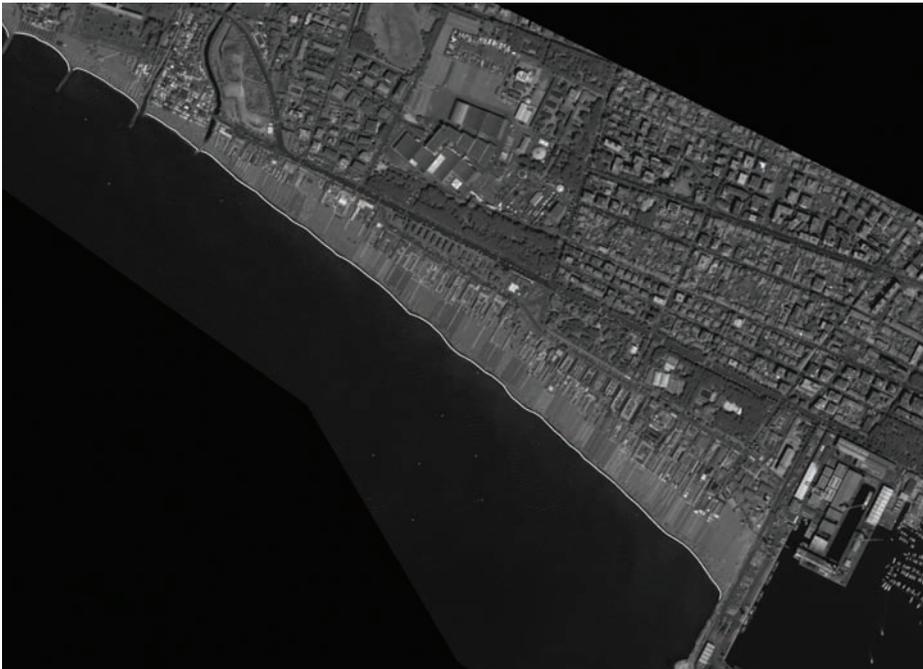


Fig. 2.1.1 - Estrazione della linea di riva della zona compresa tra Bocca di Magra e Marina di Carrara (Toscana, Italia), presa da immagine satellitare Quickbird, Agosto 2004, nella fascia pancromatica.

Il costo delle immagini di archivio ad alta risoluzione (di 1 m circa) è ancora elevato, approssimativamente 500 -1000 Euro per 25 km², e, per nuove immagini ordinate da un cliente, oltre 3000 Euro per 25 km². Sembrerebbe dunque che per il momento sia troppo costoso monitorare l'erosione su piccole "scale temporali". Il vantaggio delle immagini satellitari è dato dalla loro elevata copertura spaziale (centinaia di chilometri quadrati). Conseguentemente, la tecnologia del video-monitoraggio con telecamere sembra essere, per il prossimo futuro, quella più appropriata per il controllo continuo (su piccole scale temporali) delle variazioni morfologiche delle spiagge (erosione o accumulo).

Ciò è stato affermato anche da Ranasinghe *et al.* (2004), secondo i quali in un futuro prossimo la scelta metodologica più appropriata per l'analisi dello spostamento della posizione della linea di riva a brevi intervalli di tempo utilizzerà sempre più le webcam. Si può però ipotizzare che una combinazione delle immagini satellitari, della registrazione da sistemi di webcam, e delle misure *in situ* costituisca la strategia migliore per ottenere dei dati utili sull'evoluzione dei litorali, con un'accuratezza temporale e spaziale ragionevole.

Alcuni sistemi satellitari a media ed alta risoluzione sono di seguito elencati:

- Quickbird – Il satellite commerciale con la risoluzione spaziale più elevata (0,61 m pancromatico – 2,44 m multispettrale)
- Ikonos - Satellite commerciale ad alta risoluzione (0,8 m pancromatico – 3,2 m multispettrale)
- Landsat – Il satellite commerciale più antico, che ha fornito un'infinità di dati a media risoluzione (15 – 30 m)
- Envisat - Continuità con ERS, con nuovi sensori avanzati, per il monitoraggio ambientale (300 m)
- ERS-1&2 – All weather synthetic aperture radar e altri sensori avanzati delle missioni dell'European Space Agency (20 m)
- IRS – Flessibilità per dati ottici a bassa risoluzione (72 m)
- ASTER – Dati a media risoluzione (15 m)

La disponibilità di dati ad alta risoluzione offre prospettive importanti per l'analisi dei processi costieri. Esistono varie tecniche di elaborazione oramai consolidate per il tracciamento della linea di riva e per l'esportazione del dato in un sistema GIS e queste metodologie fanno ormai parte dei pacchetti disponibili all'interno dei software commerciali di elaborazione delle immagini.

Infatti, il processo per l'estrazione della linea di riva si è evoluto passando dalla digitalizzazione manuale ai processi semiautomatici e automatici. Questi sono basati essenzialmente sulla creazione di algoritmi matematici che permettono di

individuare la separazione tra i pixel di terra e quelli di mare. Questa individualizzazione non si basa solamente sulla distinzione tra i due end members ma anche sulla tessitura che il loro insieme forma, individuando le zone omogenee (Bo *et al.*, 2001; Lin *et al.*, 2001). Altre tecniche utilizzando filtri numerici per l'identificazione di soglie o di linearità (Lee e Yang, 1989; Lin *et al.*, 2001).

La necessità espressa da molti ricercatori e da molti utilizzatori del dato finale di poter disporre di dati relativi alla posizione della linea con maggiore accuratezza sta stimolando lo sviluppo di soluzioni che consentirebbero il monitoraggio. Ciò passa anche attraverso l'integrazione con dati rilevati da altri tipi di strumenti, come i dati GPS, LIDAR, e con elaborazioni prodotte da software diversi, come quelli che generano DTM e DEM (Loss e Niemann, 2002; Di *et al.*, 2003 a). L'analisi bibliografica ha sottolineato la settorializzazione dei diversi studi. Nonostante ciò, sono ancora poche le ricerche che affrontano il problema del processo d'estrazione della linea di riva o quello dell'accuratezza della sua posizione (Progetto Beachmed, 2004 b). L'accuratezza della posizione della linea di riva è strettamente connessa ai processi di georeferenziazione che, in questi ultimi anni, hanno iniziato ad utilizzare immagini satellitari stereoscopiche. Questo consente di ottenere dati a terra con una precisione accettabile anche grazie all'altissima risoluzione che queste immagini vantano.

Sistemi Video/Webcams

Recentemente è stata sviluppata una tecnica basata sulle elaborazioni d'immagini della spiaggia che permette di descrivere con elevata risoluzione temporale le modifiche subite dall'arenile. La ricerca bibliografica è stata incentrata sulla determinazione e l'analisi dei sistemi di monitoraggio che utilizzano dei sensori digitali fissi; l'obiettivo era quello di raccogliere informazioni sulle metodologie analitiche attualmente impiegate a livello mondiale e determinare le tecniche d'elaborazione delle immagini maggiormente all'avanguardia, valutare l'efficacia e la flessibilità di questo metodo nell'approccio di diverse problematiche affrontate. Si tratta di applicazioni innovative che permetteranno l'elaborazione corretta delle immagini e l'immagazzinamento dei dati (Holland *et al.*, 1997; Holman *et al.*, 2003). Il sistema più completo ed universale è l'*Argus Video Coastal Monitoring System*, sviluppato presso l'Oregon State University da Rob Holman, dal 1992 (Holman *et al.*, 1993, Holland *et al.*, 1997). Attualmente esso è utilizzato come strumento d'indagine e monitoraggio in tutto il mondo, in circa una cinquantina di siti diversi, ad opera di vari Enti come il Delft Hydraulics (www.wldelft.nl/argus/index.html) e l'Università di Bologna. Un importante

contributo europeo allo sviluppo applicativo della tecnica è stato fornito dal progetto CoastView (<http://coastview.ims.plym.ac.uk/>) (Albertazzi *et al.*, 2003). Il sistema Argus prevede l'utilizzazione di vari sensori digitali che fotografano automaticamente la spiaggia ad intervalli regolari; le fotografie scattate vengono immagazzinate, rettificare ed elaborate da una stazione (Argus Station), composta da un computer dotato di un software di gestione specifica che restituisce le immagini già elaborate (Aaminkhof e Roelvink, 1999 ; Holman *et al.*, 1993). Il sistema produce quattro tipi d'immagini per le varie tipologie d'impiego: lo *snapshot*, il *time-exposure*, il *variance* e il *day-timex* (Alexander e Holman, 2004). La parte consolidata e standard della tecnica di videomonitoraggio, attraverso le immagini mediate (*timex*) fornisce delle informazioni precise sulla posizione della linea di frangimento delle onde. Essa fornisce delle informazioni quantitative e qualitative sulla posizione delle barre sottomarine che inducono il frangimento dell'onda.

Il valore principale della tecnica di videomonitoraggio è rappresentato dalla possibilità di definire la risoluzione temporale standard. Questa tecnica è diventata di riferimento per altri sistemi di video e foto monitoraggio costiero più versatili ed economici, che sono stati sviluppati successivamente (www.svm.it).

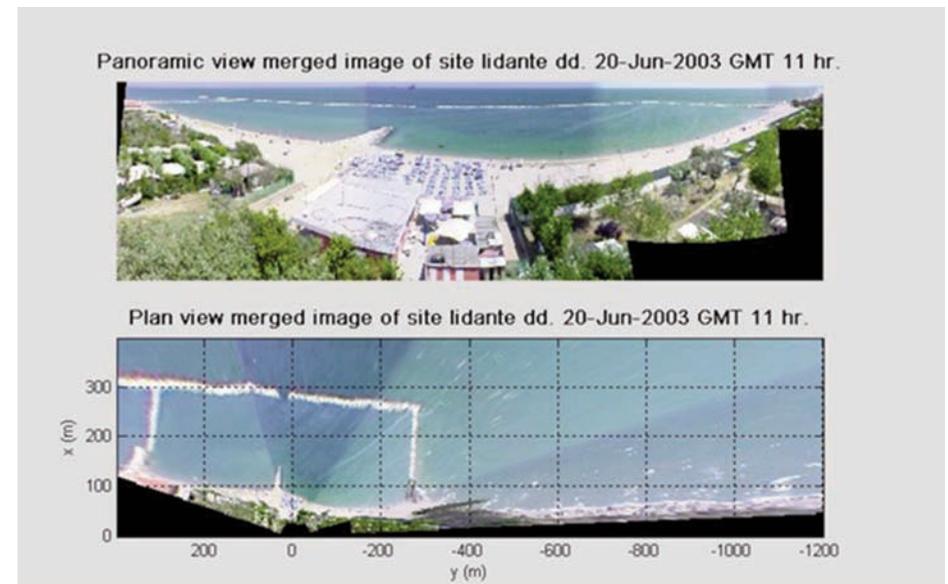


Fig. 2.1.2 - Immagine web-cam del sito Lido di Dante (Emilia Romagna) 20 giugno 2003 GMT h 11.

Alcuni di questi permettono di tracciare la linea di riva con un'accuratezza di 1 m ad un costo inferiore (Progetto Beachmed, 2004b).

Attraverso le tecniche d'analisi delle immagini è possibile acquisire le informazioni seguenti con elevata frequenza:

- posizione, movimenti e morfologia delle barre sommerse (altezza, lunghezza, larghezza e profondità) (Davidson *et al.*, 1997; Lipmann e Holman 1989);
- posizione della linea di frangimento delle onde e, conseguentemente, estensione della spiaggia e i suoi cambiamenti (Madsen e Plant, 2001; Turner *et al.*, 2000);
- batimetria della zona intertidale (Aaminkhof *et al.*, 2003; Aaminkhof e Roelvink, 1999);
- idrodinamica delle onde e delle correnti superficiali, periodo e angolo d'incidenza delle onde, intensità delle correnti *longshore* e delle *rip current* (Chickadel *et al.*, 2003).

In questo approccio, i sistemi di monitoraggio mediante strumentazione fotografica digitale e la valutazione dell'applicabilità reale di questi metodi rivestono un'importanza fondamentale in una zona che si estende in corrispondenza di coste estremamente frastagliate, caratterizzate dalla presenza di numerose *pocket beaches* e da spiagge di altezza e profondità medie, circondate da alte coste rocciose. Considerando le informazioni acquisite, abbiamo cercato di tracciare le linee guida per creare un sistema di monitoraggio e un software specifico che siano adatti a rispondere alle esigenze della costa e che permettano di ottenere dati analoghi al sistema Argus, sia dal punto di vista qualitativo, che quantitativo.

ALB - LIDAR

L'esigenza crescente di effettuare dei rilevamenti batimetrici ha determinato lo sviluppo di nuove tecnologie. Una di queste, l'*Airborne Laser Bathymetry (ALB)*, sfrutta la tecnica LIDAR (Light Detection And Ranging) e può rivelarsi precisa ed efficace, anche se la minore accuratezza rispetto i metodi tradizionali limita il campo d'azione. Nel corso degli ultimi dieci anni, alcune sperimentazioni ne hanno sottolineato qualità e difetti rispetto ai sistemi d'indagine acustica tradizionali. I fabbricanti che si sono maggiormente affermati nello sviluppo della tecnologia ALB sono: la società canadese Optech con il modello SHOALS (www.optech.ca); la società australiana Tenix con il sistema LADS (www.tenix.com) e la società svedese AHAB con il sistema Hawk Eye II (www.airbornehydro.com).

Il LIDAR marino è una tecnologia particolarmente appropriata per i rilievi in acque



Fig. 2.1.3 - Piano di volo del test effettuato il 17 marzo 2006.

poco profonde, poiché permette un rilevamento aereo ed evita, di conseguenza, i rischi connessi alla navigazione in prossimità delle coste (scogli, bassi fondali, ecc). Inoltre, contrariamente ai metodi tradizionali che esigono delle soluzioni logistiche differenti a seconda che si tratti di effettuare dei rilevamenti del fondale o della spiaggia emersa (barca, canotto pneumatico, rilievo al suolo), il sistema ALB è in grado d'effettuare un rilevamento completo del profilo della spiaggia. Negli Stati Uniti, alcuni gruppi di lavoro, come quello di Shrestha *et al.* (2005), hanno già applicato questa tecnologia per studiare i cambiamenti morfologici che subisce una spiaggia a seguito di una tempesta o di un ripascimento: le modifiche stagionali sono state utilizzate anche per la calibrazione di un modello di simulazione numerica (Stakhiv e Cuthbert, 2006).

Un altro aspetto significativo è la velocità con la quale si riesce ad effettuare il rilevamento, una velocità che può arrivare ad essere 20 volte superiore a quella dei sistemi tradizionali. Tuttavia, pur avendo bisogno di un tempo minore, il LIDAR batimetrico permette di ottenere un numero nettamente superiore di punti, uniformemente distribuiti su fasce molto più ampie e secondo un reticolo che non varia con la profondità dell'acqua (Guenther *et al.*, 2000; Progetto Beachmed, 2004

a; Milli e Surace, 2006). Grazie alla maggiore produttività e al tempo risparmiato nella realizzazione delle operazioni, l'utilizzazione del sistema ALB su ampi tratti costieri presenta dei costi più contenuti, che possono arrivare ad un quinto del costo di un rilevamento realizzato con *multibeam* (Progetto Beachmed, 2004a).

Tuttavia, sebbene questo metodo costituisca una valida alternativa ai sistemi tradizionali, l'ALB presenta ancora alcuni limiti. L'insieme dei vincoli tecnici (calibratura della strumentazione, importanza della temperatura e della torbidità dell'acqua, necessità di una totale assenza di vibrazione per gli strumenti di misurazione a bordo dell'aereo), è dettagliatamente descritto nella letteratura scientifica (Guenther *et al.*, 2000; Populus *et al.*, 2001). Il vincolo principale è costituito dalla profondità massima scandagliabile. Quest'ultima è strettamente connessa alle condizioni fisiche dell'acqua al momento del rilevamento. Il parametro che influenza maggiormente l'intervallo di penetrazione del raggio laser è la quantità di materiali in sospensione, che disperdono e riflettono l'impulso *laser*, rendendo impossibile la misura di fondali ad una profondità superiore di due o tre volte la profondità di Secchi (Progetto Beachmed, 2004a). La torbidità, così come altri fenomeni di disturbo, quali il frangimento delle onde o il riverbero del sole, falsano la misura batimetrica. Tuttavia, i sistemi ALB sono provvisti di *hardware* e *software* complessi, capaci di modellare e dunque di eliminare parzialmente questi errori, fornendo dei valori con un errore nominale di circa 25 cm sia in altimetria che in planimetria.

Il sistema ALB si è rivelato rapido e polivalente ma, fino ad oggi, rispetto ai sistemi tradizionali, si è altresì rivelato meno accurato e presenta un difetto sistematico che può derivare da un errore che non è stato modellato con precisione, come sottolineano gli studi di Milli e Surace (2006) e Intelmann (2006).

Durante la Fase A, è stato effettuato un pre-test della tecnologia LIDAR nel Dipartimento dell'Hérault (Francia), su coste sabbiose (lido) su una superficie pari a 2 km², test che ha permesso di valutare la fattibilità di una cartografia simultanea dei fondali marini e della spiaggia emersa per una porzione del litorale del golfo d'Aigues Mortes nel Mediterraneo. Questo pre-test si prefiggeva l'obiettivo di verificare se il sistema LIDAR poteva essere utilizzato per monitorare le caratteristiche di questo litorale, nel quadro del controllo quantitativo dei fenomeni erosivi. In particolare sono stati studiati i seguenti elementi: la spiaggia sommersa fino a 10 m di profondità, la spiaggia emersa, il cordone dunare, e *washover fans*, dato che lo stagno di Pierre Blanche e di Vic si trovano nella zona retrostante il lido. Il volo di prova ha avuto un esito molto soddisfacente, fornendo delle risposte alla quasi totalità delle domande scientifiche che si sono presentate (organizzazione delle campagne, portata in profondità, connessione terra-mare, riferimento

geografico). La copertura estesa, la portata e la densità della misura LIDAR ne fanno uno strumento senza pari che risponde perfettamente alle esigenze degli obiettivi di studio e di gestione della zona litorale. Il successo di questa tecnica innovativa nel Golfo del Leone potrebbe rappresentare la prima fase di un nuovo approccio di controllo a media e grande scala delle coste.

Sismica

Questo primo rapporto fornisce una riflessione critica sulla potenzialità dell'uso della sismica nella valutazione e la previsione dell'erosione costiera, associando numerose tecnologie per valutare l'arretramento della linea costiera e per ottenere delle stime precise del volume di sabbia accumulata ed erosa. Si associano i metodi acustici con delle tecniche topografiche (stazione totale e sonda *multibeam*), caratterizzate da un'alta precisione, un basso costo e un tempo medio di acquisizione dei dati, e tecniche previsionali stabilite mediante utilizzo del Sistema di Modellizzazione Costiera (SMC).

Per quello che concerne la sabbia accumulata nella parte sommersa, i metodi

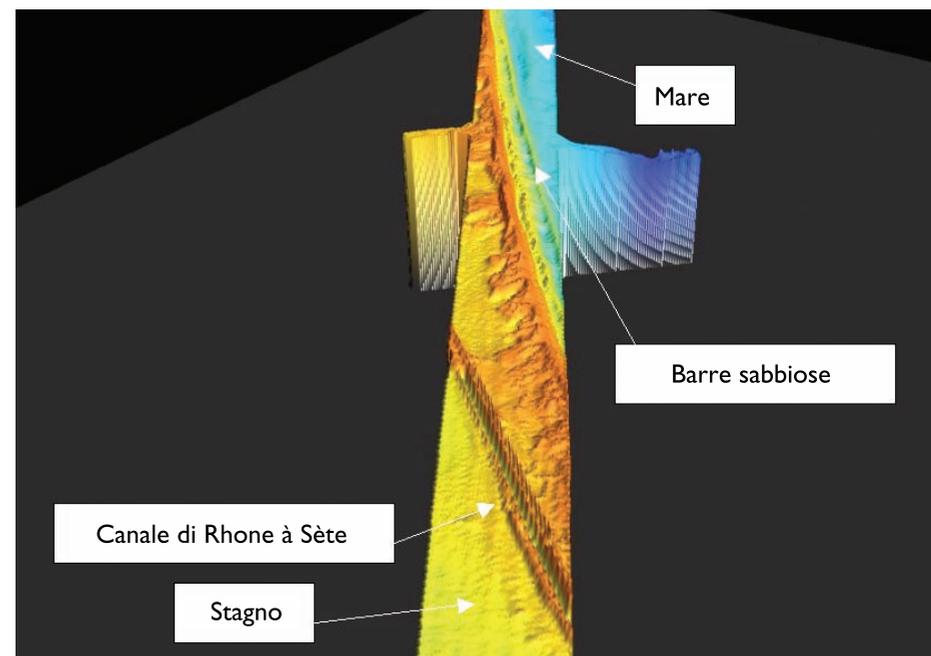


Fig. 2.1.4 - Rappresentazione tridimensionale dei dati (risoluzione 20 m).

acustici (Sismico ad Alta Risoluzione/SHR e sonda *multibeam*), sono i più vantaggiosi in termini di tempo necessario per acquisire i dati e di risoluzione ottenuta (1,5 m e 2-4 cm di risoluzione verticale, rispettivamente). Per queste tecniche, la scala temporale è ridotta ma i costi/applicabilità e di previsione sono medi. La realizzazione di rilievi *multibeam* permette di analizzare l'accuratezza dei dati della SHR.

La prospezione geofisica sismica ad alta risoluzione, comunemente realizzata in ambienti marini profondi (> 20 m), costituisce un aspetto originale nel campo degli studi sugli ambienti costieri. La prospezione geofisica degli ambienti sottomarini si basa sullo studio dell'eco di un'onda acustica emessa artificialmente e riflessa da interfacce: il fondo del mare e i limiti tra i vari strati costituiti dai sedimenti depositi sott'acqua. Più le onde emesse sono di grande potenza e di bassa frequenza (da 10 Hz a kHz), più esse potranno penetrare profondamente nei sedimenti e restituire così la geometria interna dei vari strati che li compongono. Al contrario della cosiddetta sismica «convenzionale» (ad esempio, per la ricerca petrolifera) caratterizzata da una forte penetrazione (alcuni chilometri) e da una bassa risoluzione (10 m), la sismica utilizzata per studiare gli ambienti dei litorali, dove lo spessore dei sedimenti non eccede mai le decine di metri, è denominata, generalmente, "ad altissima risoluzione" (1,5 m). Essa risponde ad una duplice esigenza: lo studio accurato dei sedimenti (risoluzione inferiore a 1 m) e esecuzione in ambiente poco profondo (dunque per mezzo di piccole imbarcazioni). Tra le applicazioni della sismica ad alta risoluzione per il monitoraggio costiero, si evidenziano: la delimitazione in profondità dello spessore di sabbie mobili e barre di sabbie (Wagle e Veerayya, 1996; Jung *et al.*, 1998; Marsset *et al.*, 1999; Zeiler *et al.*, 2000; Chaumillon *et al.*, 2002; Lobo *et al.*, 2004; Tesson *et al.*, 2005), lo studio del prisma litorale (Tessier *et al.*, 2000; Boyer *et al.*, 2005), l'interpretazione di questi dati, confrontati con dei dati d'evoluzione morfo-sedimentologica (Tessier *et al.*, 2000; Amina *et al.*, 2002; Berné *et al.*, 2002; Chaumillon *et al.*, 2002; Lim *et al.*, 2004; Boyer *et al.*, 2005; Tesson *et al.*, 2005).

Analisi della Variabilità Intrinseca delle Spiagge

I modelli che prevedono la variabilità della posizione della linea di riva sono parte integrante delle strategie di gestione per le coste di tutto il mondo. Recentemente, due programmi/temi importanti sono stati sviluppati per studiare la variabilità della linea di riva: i problemi di scala nella modellizzazione costiera, e il nuovo campo di ricerca sull'evoluzione a lungo termine dei litorali a grande scala.

Si accetta che i sistemi costieri siano forzati da processi su grande scala

(decennale) e che gli approcci per modelli, basati sui processi più brevi, non siano adatti alla previsione dell'evoluzione costiera a lungo termine (Hanson *et al.*, 2003). Ad esempio, molti dei modelli 2D e 3D sono stati sviluppati per analizzare la dinamica costiera nelle scale temporali e spaziali che interessano l'ingegneria e la pianificazione costiera (10^0 - 10^2 anni; decine di chilometri). Questi modelli sono basati su processi idrodinamici ben noti, ma non possono essere applicati nelle scale temporali geologiche (> 10^3 anni) (Storms *et al.*, 2002). Inoltre, con la crescita della scala temporale e spaziale secondo gli interessi di ricerca, nuovi processi possono sopraggiungere per determinare la variabilità della linea di riva. I processi a scala regionale e su tempi lunghi possono essere spiegati attraverso la dinamica di processi a scala locale e su tempi più brevi, ma possono essere molto differenti.

Parallelamente al problema di scala, dominante in tutte le scienze naturali (geomorfologia, biologia, ecologia, oceanografia, meteorologia), la non linearità del sistema costiero costituisce uno dei principali limiti alla previsione dei modelli. Modificando la scala temporale e spaziale, cambia anche il significato dei vari processi, e le estrapolazioni semplici, che assumono dei rapporti lineari di scala, non possono fare delle previsioni precise in presenza di eterogeneità spaziali e di interazioni non lineari tra fattori "forzanti" e la conseguente risposta costiera. Queste non linearità sono ignorate o assorbite nel modello, cosa che produce una performance limitata dei modelli.

Non esistono studi validi sull'analisi della variabilità intrinseca delle spiagge per definire meglio l'accuratezza necessaria al monitoraggio della costa, per ottimizzare il rapporto costi/benefici del monitoraggio e la previsione dell'evoluzione a breve e a medio termine.

L'obiettivo della scienza costiera nell'arco dei prossimi dieci anni deve essere quello di stabilire un limite a questi problemi, quantificare i processi dominanti in ogni scala, e sviluppare dei modelli con un chiaro riferimento alla potenzialità e ai limiti del modello.

Rete di Punti di Controllo in Mare (PCM)

Lo sviluppo delle tecniche di rilievo batimetrico, topografico e geodetico, in particolare con il grande utilizzo dei sistemi di posizione via satellite (GNSS – *Global Navigation Satellite System*), evidenzia alcuni problemi sulla realizzazione delle reti di punti di controllo necessarie per il monitoraggio dell'evoluzione temporale delle coste sabbiose. Per scegliere la tecnica occorre valutare una serie di considerazioni.

Il metodo GPS (*Global Positioning System*) è una tecnica ampiamente diffusa nei

controlli costieri, sia in maniera diretta, sia per la navigazione come supporto ad altri sistemi. Le tecniche tradizionali di topografia vengono abbandonate sempre di più. È evidente che una rete di punti di controllo delle coste deve essere concepita per il monitoraggio con strumentazione satellitare, e quindi aggiungendo maggiori dettagli (Todaro, 2002; CNIPA, 2006) ad una rete GPS nazionale o regionale, considerando anche le innovazioni costanti delle tecniche di rilievo. La rete di Punti di Controllo in Mare servirà anche per la valutazione dell'accuratezza dei dati presi con metodi di rilevamento *multibeam* e *single-beam*. È altrettanto importante considerare vari sistemi di riferimento e le superfici di rappresentazione che devono essere adottate, le tecniche di rilievo e l'accuratezza necessaria per il controllo della costa, per arrivare ad una guida per la concezione di una rete costiera di punti di controllo, includendo quelli che sono sommersi.

Nella letteratura nazionale e internazionale si trovano pochi riferimenti specifici sulle reti di punti di controllo destinati al monitoraggio dei litorali (Prezioso *et al.*, 2003; Krueger, 2006; Daniels *et al.*, 1999). Il tema più generale di controllo topografico e morfologico dei litorali viene affrontato da diversi autori (Mitasova *et al.*, 2003, 2004; Bradbury *et al.*, 2001, 2002; Gorman *et al.*, 1998; Hanson *et al.*, 2003; Abbott, 2001). Il progetto di una rete costiera di punti di controllo può essere paragonato ad una rete dettagliata per delle operazioni di controllo più generiche, e in questo caso la letteratura offre numerosi spunti di riflessione (Bitelli e Unguedolli, 1996; Franco *et al.*, 2001). In particolare, delle reti di punti di controllo sono state utilizzate negli studi sulle variazioni del livello del mare (Baker *et al.*, 1997; Bevis *et al.*, 2002; Tronvig, 2003; Hess, 2003; Di Lieto *et al.*, 2002).

Modellistica numerica

Il sottoprogetto OpTIMAL svilupperà ed applicherà modelli digitali per l'analisi quantitativa dell'evoluzione morfologica e sedimentaria dei litorali, e per la descrizione della idrodinamica costiera. Tre tipi di modelli saranno sviluppati e/o applicati: a) un modello di profilo d'equilibrio, che sarà sviluppato ed applicato ai lavori di ripascimento artificiale e convalidato con dati ottenuti via satellite e sul campo; b) modelli del Sistema di Modellizzazione Costiera, che è stato recentemente sviluppato in Spagna, e sarà utilizzato qui in combinazione alla sismica e tecniche tradizionali di rilievo; c) un nuovo modello idrodinamico (ALS) che sarà sviluppato per la descrizione della propagazione delle onde, dei flussi indotti da onde del trasporto 3D lungo il litorale dei sedimenti e per la descrizione morfodinamica del fondale marino, convalidato con studi *in situ* sulle coste della regione di Creta.

L'alimentazione artificiale delle spiagge è una tecnica oggi sempre più utilizzata

per proteggere o ricostruire le spiagge nei casi sia d'emergenza (*storm-induced erosion*) sia d'erosione persistente. In Europa vi sono moltissime spiagge in cui è stato effettuato un ripascimento artificiale (Hanson *et al.*, 2002): 26 in Francia, 36 in Italia, 60 in Germania, 30 in Olanda, 400 in Spagna, 13 in Danimarca e 32 nel Regno Unito. Dall'esame dei dati di letteratura emergono quattro aspetti che meritano attenzione e apporti innovativi: (1) la progettazione mirata verso un rapporto ottimale costi/benefici, anche grazie all'uso di modelli che orientino le scelte (Capobianco *et al.*, 2002); (2) l'esecuzione di continue azioni di monitoraggio; (3) l'introduzione di dati misurati (provenienti da monitoraggio) nei modelli dedicati al mantenimento del litorale; (4) la necessità che l'analisi dei punti precedenti contempli metodi tra loro organicamente integrati. Questo gruppo di ricerca sta elaborando un modello di previsione degli effetti morfologici dell'alimentazione artificiale dei litorali che tiene conto dei quattro punti elencati, fornendo stime e predizioni morfologiche (3D) utili per l'intero programma d'intervento, dalla fase iniziale di progetto fino a quelle di monitoraggio ad opera compiuta.

Questo metodo considera il deposito artificiale come racchiuso tra le due superfici limite che rappresentano la morfologia della spiaggia (emersa e sommersa) prima e dopo l'intervento di ripascimento. Tale deposito è numericamente descritto attraverso i dati di quota e granulometrici di queste due superfici, ognuna definita da un pacco di griglie riportanti i valori di granulometria (una griglia per ogni frazione) e da una griglia quotata. Nella fase pre-intervento, il deposito è geometricamente predetto attraverso tre passi di calcolo. Il primo, nella preliminare ipotesi che il sedimento inerte e naturale abbiano stessa granulometria, comporta la traslazione verso il largo della superficie inferiore (pre-alimentazione artificiale) nella misura del richiesto avanzamento della linea di riva. Il secondo, servendosi di calcoli innovativi, modifica la morfologia della superficie traslata in funzione della granulometria del sedimento locale ed inerte. Il terzo, infine, calibra la volumetria del deposito ottenuto in modo da posizionare la linea di riva come da progetto. Dal passo 3 deriva la stima volumetrica degli inerti occorrenti e la previsione degli effetti dell'alimentazione artificiale, riprodotti attraverso carte batimetriche, granulometriche e degli spessori del deposito. I citati tre passi possono essere riproposti per varie ipotesi di intervento e per l'uso di inerti di tipo diverso al fine di scegliere la soluzione che ottimizza il rapporto costo-benefici.

Nella fase post-intervento, il metodo gestisce i dati di monitoraggio utilizzando sempre la citata descrizione numerica. Ne scaturiscono tanti "fotogrammi" morfogeometrici del deposito quante sono le fasi di monitoraggio. Apposite routine di

calcolo confrontano tali "fotogrammi" evidenziando le variazioni del fondale, della spiaggia emersa, della granulometria e del bilancio sedimentario. Inoltre i dati di monitoraggio sono utilizzati per calibrare il modello previsionale (passo 3), in modo da renderlo maggiormente valido per la programmazione dei ripascimenti di mantenimento del litorale. Nell'ambito Beachmed-e, questo metodo verrà sperimentato per la prima volta su casi reali, nello specifico su tre interventi di alimentazione artificiale dei litorali, avvenuti e in corso di attuazione, lungo la costa del Lazio (litorali di Ladispoli, Minturno e Fondi). La sperimentazione comporterà test di validazione (confronto tra effetti predetti e reali) includendo anche eventuali elementi correttivi da apportare al metodo.

Riguardo ai modelli idrodinamici, una descrizione dettagliata può essere trovata nella sezione di questo libro nel sotto-progetto NAUSICAA.

I metodi di calcolo per la simulazione diretta dei processi d'erosione della costa sono estremamente necessari, dato che consentono di prevedere l'evoluzione del fenomeno nel tempo, in modo più rapido e meno costoso dell'osservazione sul posto e della registrazione dei dati. A livello concettuale e di realizzazione numerica, i modelli d'evoluzione costiera multidimensionali sono avviati, spesso, da un numero di processi derivanti da componenti naturali (onde, correnti, trasporto del sedimento) che sono associati ad un modulo d'evoluzione del fondale, basato sulla conservazione sedimentaria. I principali modelli si basano su tre concetti: 1) modelli ISE (Sedimentazione/Erosione Iniziale) che vanno solo una volta nella sequenza dei modelli componenti, in effetti, l'idrodinamica e il calcolo del trasporto del sedimento è basato sull'ipotesi di una topografia costante del fondale, solamente il tasso di sedimentazione o d'erosione per questa topografia è calcolato in ogni regione. La composizione di questa serie non è rara e determina profondamente la qualità del risultato finale (De Vreind, 1987); 2) modelli LTM (modelli morfologici a lungo termine), nei quali le equazioni costitutive non descrivono i processi fisici individuali, ma dei processi integrati a un più alto livello di aggregazione (Fritsch *et al.*, 1989); 3) modelli MTM (morfodinamica a medio termine) nei quali la nuova topografia del fondale ritorna ai calcoli idrodinamici e del trasporto sedimentario. Questo rende un sistema ad anello che descrive l'evoluzione dinamica del tempo al fondale. La scala temporale di questa simulazione morfodinamica determinista (Wright e Thom 1977, De Vreind, 1991) non può essere sostanzialmente più ampia della scala temporale idrodinamica, neanche per apportare delle migliorie future all'efficacia delle tecniche immediate. Contrariamente ai modelli ISE, i modelli MTM descrivono l'attitudine dinamica del sistema morfologico. Anche se sono state mostrate alcune applicazioni interessanti (Latteux, 1980; Chalion *et al.*,

1985), una categoria preminente di questi modelli sono i modelli 2DH-MTM (De Vriend *et al.*, 1993). L'approccio 2DH fallisce quando i meccanismi di trasporto oltre costa sono significativi. Per modellare queste situazioni, deve essere descritta la struttura del flusso 3D. Un modo per raggiungere questo risultato consiste nell'includere un modulo di flusso che risolve le equazioni idrodinamiche su una rete 3D, con un presupposto idrostatico. Dell'ampia gamma delle applicazioni pratiche, possiamo utilizzare la differenza delle scale dei processi di flusso predominanti sui piani orizzontale e verticale e anche, spesso, tra quelli di direzione *longshore* e *cross-shore*.

Questo conduce a delle concezioni quasi -3D come: a) dei modelli del profilo n ; b) dei modelli 2DH con post-trattamento 1DV.

La metodologia 3 (MTM) è analizzata in Koutandos *et al.* (2002 a, b), Karambas *et al.* (2002 a, b, c), Koutitas *et al.* (2002), Tsanis *et al.* (2006) ed Androurlidakis *et al.* (2006). Concretamente, il metodo ALS è composto da tre tappe. La stima della scala del flusso nella regione esaminata è la prima tappa. La simulazione digitale si sviluppa sulla base delle equazioni dei bassi fondali, di debole pendenza, con o senza frangenti. La seconda tappa è la stima delle correnti generatrici di flusso. In seguito si calcola il trasporto del sedimento ed infine la nuova morfologia del fondale fino alla posizione finale della linea di costa. Alternativamente ed a condizione che ciò riguardi soltanto la linea di costa finale, il calcolo digitale, dopo il calcolo della scala di flusso, permette di avanzare con il modello ad una linea affinché sia calcolata la posizione finale della linea di costa. Gli elementi imposti per l'applicazione del metodo considerato sono costituiti dalla topografia della regione esaminata, i venti predominanti, la crescita attiva per ogni direzione del vento e le caratteristiche del materiale del fondale marino. La metodologia descritta è stata applicata in un grande numero di casi sul territorio greco, come per il Golfo di Asphendamou al sud di Creta (Tsanis *et al.*, 2006) e nel Golfo di Ouranoupolis nel nord della Grecia (Androurlidakis *et al.*, 2006), sia per la previsione delle ripercussioni sulla linea di costa a causa di realizzazioni di nuove opere, sia a seguito di fenomeni d'erosione. A Creta, le caratteristiche geografiche dell'isola sono tali che, tanto al nord che al sud, soffiano venti potenti e violenti con un'intensità più grande di 7 BF, che costituiscono un rischio serio d'erosione delle coste (Tsanis *et al.*, 2006). Nel presente progetto, si farà il monitoraggio dell'erosione e la proposta di misure di modifica di una linea di costa dove, dopo la realizzazione di un lavoro portuale ed in particolare del molo sopraflutto, il campo di correnti idrodinamiche è stato modificato con ripercussioni sul trasporto solido comparsa di fenomeni d'erosione sulla costa attigua all'opera. Con lo studio bibliografico, si è evidenziato che il metodo 3 è

più efficace del metodo 1 e del metodo 2, in quanto le regioni dove è stato applicato, cf. Tsanis *et al.* (2006) ed Androulidakis *et al.* (2006) sono morfologicamente simili alla regione scelta.

I modelli compresi nel Sistema di Modellizzazione Costiera (SMC) saranno utilizzati e convalidati con le batimetrie delle carte nautiche del litorale spagnolo e le batimetrie ottenute da rilievi con multibeam per future applicazioni della gestione costiera. L'evoluzione morfologica della spiaggia ottenuta dal programma sarà confrontata con i risultati di molteplici campagne geofisiche, topografiche e batimetriche, prima e dopo il ripascimento della spiaggia ed un anno dopo l'intervento. Il SMC è uno strumento che permette di realizzare un gran numero di compiti, fra i quali:

- Creare o aprire un progetto di lavoro associato ad una zona di studio sulla costa. Il progetto gestisce tutta l'informazione generata nell'ambito del progetto, archiviata in modo strutturato in cartelle secondo una gerarchia. Un progetto può essere creato da archivi di batimetrie e/o di immagini della zona di studio.
- Permette di accedere ad un modulo (BACO) che contiene un database che include le principali carte nautiche del litorale spagnolo, come pure le batimetrie corrispondenti digitalizzate. Da queste informazioni, la SMC genera un progetto di studio dove l'informazione batimetrica derivata da BACO può essere combinata con dati di batimetrie derivati da altre fonti. La batimetria ottenuta può essere modificata e varie alternative o casi di studio possono essere studiati.
- Permette anche di generare progetti da immagini (fotografie aeree, piani, carte nautiche, ecc.), delle quali è possibile analizzare l'evoluzione della morfologia a lungo termine delle località costiere. Qualora si disponga di immagini che corrispondono a varie epoche, il modello permette di realizzare un'analisi della situazione passata, presente e futura.
- Permette di creare un progetto da diverse batimetrie di una stessa località, ottenute in varie epoche. Come nel caso delle immagini, è possibile studiare le situazioni scorse e presenti e predire la situazione futura secondo vari scenari di progetto.
- Permette di digitalizzare ed ottenere batimetrie e linee di costa da una carta nautica o da un piano quotato della zona.
- Permette di accedere ad un modulo che contiene un database di piani d'onda e che elabora quest'informazione per fornire le caratteristiche dell'onda nella zona di studio. Questo modulo di dati d'onda genera l'informazione necessaria all'elaborazione dei modelli digitali inclusi nel sistema.

- Permette di accedere all'informazione dell'Atlante delle Coste, che indica le zone soggette ad inondazione, in qualsiasi punto del litorale spagnolo.
- Possono essere effettuati i diversi modelli digitali che permettono di realizzare un'analisi a breve, medio e lungo termine del sistema costiero considerato.

I principali vantaggi dell'applicazione del Sistema di Modellizzazione Costiera sono i seguenti:

- Applicazione di un modello unificato per tutte le amministrazioni pubbliche in Spagna. Ciò permette di comparare i risultati di una zona a quelli di zone di caratteristiche simili secondo lo stesso metodo. Inoltre la convalida del programma in termini d'accuratezza può essere prevista in occasione di prossimi studi sull'evoluzione del litorale della penisola. Si può anche pensare di estendere il proprio utilizzo ad altre zone costiere in Mediterraneo.
- Permette di valutare situazioni passate e presenti e predire situazioni future proponendo nuovi scenari e valutando l'influenza degli interventi antropici sulla zona.

L'inconveniente del Sistema di Modellizzazione Costiera è che richiede una qualità elevata dei dati di base. Per ottenere buone previsioni, i dati batimetrici e l'informazione sul clima meteomarinario devono avere una precisione elevata.

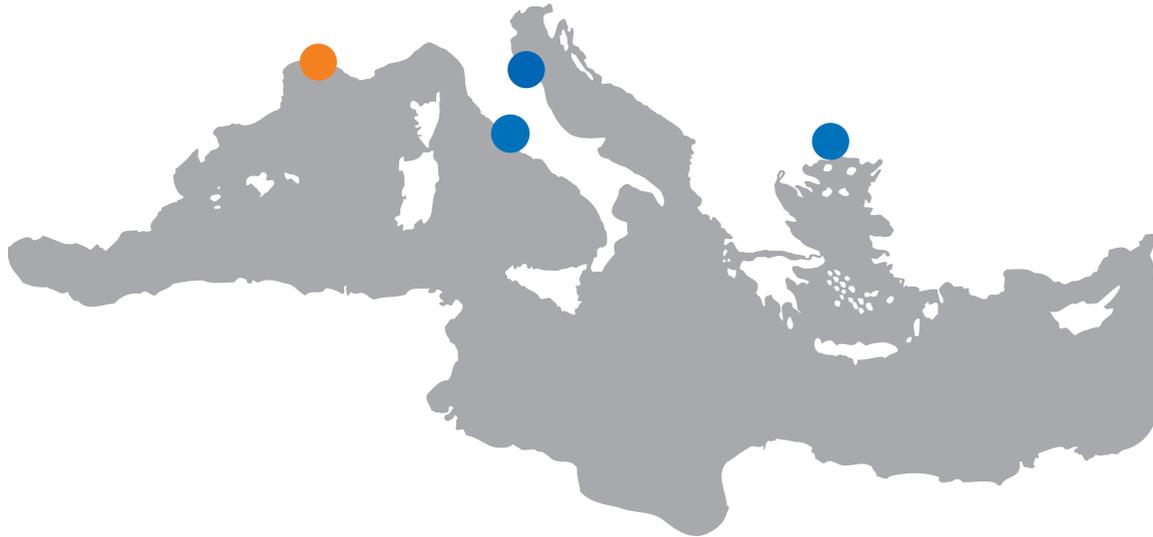
- AARNINKHOF S.G.J., ROELVINK J.A. (1999) - Argus based monitoring of intertidal beach morphodynamics. Proceeding of coastal sediment, ASCE, 2429-2444.
- AARNINKHOF, S. G. J. TURNER, I.L., DRONKERS, T.D.T., CALJOUW, M. AND NIPIUS, L. (2003) - A video-technique for mapping intertidal beach bathymetry. *Coastal Engineering*, 49: 275-289.
- ABBOTT V. (2001) - The Surveyor and the Coastal Zone. *The Hydrographic Journal*, 99: 32-39.
- ALBERTAZZI C., ARCHETTI R., ARMAROLI C., CERONI M., CIAVOLA P., LAMBERTI A., MEDRI S. (2003) - The Coastview Project. Proc. of the VI MEDCOAST International Conference on the Mediterranean Coastal Environment. Ravenna. Italy. Ed E. Ozhan (Ed.) 235 -246.
- ALEXANDER P.S., HOLMAN R.A. (2004) - Quantification of nearshore morphology based on video imaging. *Marine Geology*, 208: 101-111.
- AMINA R. J., EITREIM S. L., EDWARDS B. D. ET STEVENSON A. J. (2002). Nearshore morphology and late Quaternary geologic framework of the northern Monterey Bay Marine Sanctuary, California. *Marine Geology*, 181 (1-3): 35-54.
- AMITI P., AMINTI P.L. (1997) - Il calcolo dei volumi dei solidi sommersi - per una corretta progettazione del rilievo batimetrico. *Boll. SIFET 4/97* : 89-119
- ANDROULIDAKIS I.S., KOMPIADOU K., KRESTENITIS Y.N. (2006) - Modelling of marine structures' contribution in coastal sediment transport-case of Ouranopoli Bay, International Conference 'Protection and Restoration of the Environment VIII, Chania, Greece (CD-ROM)
- BAKER T.F.; WOODWORTH P.L.; BLEWITT G.; BOUCHER C.; WOPPELMANN G. (1997) - A European network for sea level and coastal land level monitoring. *Journal of Marine Systems*, 13 (1): 163-171(9).
- BERNÉ S. VAGNER P., GUICHARD F., LERICOLAIS G., LIU Z., TRENTESAUX A., YIN, P ET AND YI, H. (2002) - Pleistocene forced regressions and tidal sand ridges in the East China Sea. *Marine Geology*, 188 (3-4): 293-315.
- BEVIS M.; WOLFGANG S., M. MERRIFIELD (2002) - Technical Issues and Recommendations Related to the Installation of Continuous GPS Stations at Tide Gauges. *Marine Geodesy*, 25 (1): 87-99.
- BITELLI G.; UNGUENDOLI M. (1996) - Alcune indicazioni pratiche per l'esecuzione di reti GPS *Boll. SIFET n.1/96*, 61-80.
- BO G., DELLEPIANE S., DE LAURENTIS R. (2001) - Coastline extraction in remote sensed images means of texture feature analysis. *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2001, IGARSS '01_2001 IEEE International 9-13 July 2002, 3:1493-1495.
- BOYER J., DUVAİL C., LE STRAT P., GENSOUS B. ET TESSON M. (2005) -High resolution stratigraphy and evolution of the Rhône delta plain during Postglacial time, from subsurface drilling data bank. *Marine Geology*, 222-223: 267-298.
- BRADBURY A.P., MCFARLAND S., BECK R., CURTIS B. (2001) - Strategic monitoring of the coastal zone towards a regional approach. Proc. Conference of River and Coastal Engineers, DEFRA, 789-797.
- BRADBURY A.P., MCFARLAND S., HORNE J., EASTICK C. (2002) - Development of a strategic coastal monitoring programme for southeast England Proc. International Coastal Engineering Conf., Cardiff, ASCE, 216-222.
- CAPOBIANCO M., HANSON H., LARSON M., STEETZEL H., STIVE M.J.F., CHATELUS Y., AARNINKHOF S., KARAMBAS T. (2002) - Nourishment design and evaluation: applicability of model concepts. *Coastal Engineering*, 47: 113- 135.
- CHALION B., PECHON PH., COEFFE Y. (1985) – Hydraulic studies of the bed evolution of the River Canche estuarine and of the Dunkirk harbour extensions. Conf. Num. and Hydr. Mod. Of Ports and Harbours. Birmingham. BHRA, Bedford. 51-64.
- CHAUMILLON E., GILLET H., WEBER N. ET TESSON M. (2002) - Évolution temporelle et architecture interne d'un banc sableux estuarien: la Longe de Boyard (littoral atlantique, France) *Comptes Rendus Geosciences*, 334 (2): 119-126.
- CHICKADEL, C. C., HOLMAN, R.A., FREILICH, M.H. (2003) - An optical technique for the measurement of longshore currents. *J. Geophys. Res.*, 108 (C11) : 3364, doi:10.1029/2003JC001774.
- CNIPA (2006) Specifiche tecniche per il raffittimento della rete fondamentale IGM95 www.cnipa.gov.it
- COLLIER P., FONTANA D., PEARSON A. (1995) – GIS mapping of Langstone Harbour for an integrated ecological and archaeological study. Proceeding of International Symposium on GIS and Computer Mapping For Coastal Zone management. Ed. R. Furness, 315-327.
- DANIELS R.C. ; RUGGIERO P. ; WEBER L.E. (1999) - Washington geodetic control network: Report and station index. *Coastal Monitoring & Analysis Program*, 99:103-268.
- DAVID B., FASQUEL P. (1997) - Qualité d'une base de données géographiques: concepts et terminologie. *Bulletin d'information de l'IGN (France)* 67.
- DAVIDSON, M.A., HUNTLEY, D.A., HOLMAN, R.A., GEORGE, K. (1997) - The evaluation of large (km) intertidal beach morphology on a macrotidal beach using video images. Proc. of Coastal Dynamics '97, Plymouth (UK), 385-394.
- DE VRIEND H.J. (1987) – 2DH mathematical modeling of morphological evolutions in shallow water. *Coastal Engineering*, 11(1): 1-27.
- DE VRIEND H.J. (1991) – G6 Coastal Morphodynamics. In: N.C. Kraus, K.J. Gingerich and D.L.Kreibel, Proc. Coastal Sediments '91, Seattle, WA., ASCE, New York, 356-370.
- DE VRIEND H.J., ZYSERMAN J., NICHOLSON J., ROELVINK J.A., PECHON P., SOUTHGATE H.N. (1993) – Medium-term 2DH coastal area modelling. *Coastal Engineering*, 2: 193-224.
- DI K., MA R., WANG J., LI R. (2003a) - Coastal Mapping and Change Detection Using High-Resolution IKONOS Satellite Imagery. National Conf. for Digital Government Research. Boston. MA. 343-346.
- DI K., WANG J., MA R., LI R. (2003b) - Automatic Shoreline Extraction from High-Resolution IKONOS Satellite Imagery. ASPRS Annual Conference Proceedings. May 2003 Anchorage. Alaska.
- DI LIETO A.; LUSETTI C. ; NOBILI A.; SURACE L. (2002) - Il fenomeno di marea *Boll. SIFET n.1-2/02*, 82-102.
- DOLAN R. (1973) – Coastal processes high aerial photographs aid in investigations. *Photogrammetric Engineering*, 39 : 255-260

- FRANCO V.; LO BRUTTO M.; VILLA B. (2001) - Progetto di una rete sub-regionale di stazioni permanenti GPS Atti 5a conf. ASITA, 827-828.
- FRITSCH D., TEISSON Ch., MANOHA B. (1989) - Long term simulation of suspended sediment transport: Application to the Loire estuary. 23rd IAHR-Congress. Ottawa. Ont.NRC. Ottawa. Ont. C., pp. 277-284.
- GORMAN L.; A MORANG A.; LARSON R. (1998) - Monitoring the coastal environment; part IV: mapping, shoreline changes, and bathymetric analysis. *Journal of Coastal Research*, 14 (1): 61-92.
- GRIGNETTI A., CASACCHIA R., SALVATORI R. (2005) - Studio dei cambiamenti di un sistema dunale mediante integrazione di foto aeree e immagini MIVIS e Quickbird. *Studi costieri*, 8 : 111-122
- GUENTHER, G.C., CUNNINGHAM, A.G., LAROCQUE, P.E., REID, D.J. (2000) – Meeting the accuracy challenge in airborne LIDAR bathymetry, *Proceedings of EARSeL-SIG-Workshop LIDAR, Dresden/FRG*.
- HANSON H., BRAMPTON A., CAPOBIANCO M., DETTE H.H., HAMM L., LAUSTRUP C., LECHUGA A., SPANHOFF R. (2002) - Beach nourishment projects, practices, and objectives—a European overview. *Coastal Engineering*, 47 : 81– 111.
- HANSON, H., AARNINKHOF, S., CAPOBIANCO, M., JIMENEZ, J.A., LARSON, M., NICHOLLS, R.J., PLANT, N.G., SOUTHGATE, H.N., STEETZEL, H.J., STIVE, M.J.F., DE VRIEND, H.J. (2003). Modelling of Coastal Evolution on Yearly to Decadal Time Scales. *Journal of Coastal Research*, 19 (4) : 790–811.
- HESS K.W. (2003) - Tidal datums and tidal coordination. *Journal of Coastal Research*, 19, 38: 33-43.
- HESSLMANS G. H. F. M., WENSINK G. J., CALKOEN, C. J. (1997) – Possibilities of remote sensing technologies in coastal studies. *Geojournal*, 42.1 : 65-72
- HOLLAND K.T., HOLMAN R.A., LIPPMANN T.C., STANLEY J., PLANT N. (1997) - Practical use of video imagery in nearshore oceanographic field studies. *IEEE Journal on Oceanic Engineering* (special issue on image processing for oceanic applications), 22 (1) : 81-92.
- HOLMAN R.A., SALLENGER A.H., LIPPMANN T.C., HAINES J. (1993) - The application of video image processing to the study of nearshore processes. *Oceanography*, 6 (3): 78-85.
- HOLMAN R.A., STANLEY J., OZKAN-HALLER T. (2003) - Applying video sensor networks to nearshore environment monitoring. *Oceanography*, 6 (3): 78-85.
<http://coastview.ims.plym.ac.uk/>
- HUISING E. J., GOMES PEREIRA, L. M. (1998) - Errors and accuracy estimates of laser data acquired by various laser scanning systems for topographic applications. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 53: 245-261.
- INTELMANN S. (2006) - Comments on Hydrographic and Topographic LIDAR Acquisition and Merging with Multibeam Sounding Data Acquired in the Olympic Coast National Marine Sanctuary, 128p
- JUNG W. Y., SUK B. C., MIIN G. H. ET LEE Y. K. (1998) - Sedimentary structure and origin of a mud-cored pseudo-tidal sand ridge, eastern Yellow Sea, Korea. *Marine Geology*, 151 (1-4): 73-88.
- KARAMBAS Th.V., KOUTANDOS E. V., KOUTITAS C.G. (2002 b) - Effet de l'élévation de la Mer sur l'érosion de la zone côtière, 2ème Congrès Panhellénique «Gestion des Côtes» E.M.P., Athènes, p. 141-148.
- KARAMBAS Th.V., KOUTANDOS E.V. CHRISTOPOULOS S., KOUTITAS C.G. (2002 c) - Méthodes douces de protection des côtes : description et simulation mathématique, Congrès Panhellénique «Helleco 2002», Athènes, volume A, p. 481-488 .
- KARAMBAS Th.V., KOUTANDOS E.V., KOUTITAS C.G. (2002 a) - Sea-level rise effects on coastal erosion, International Conference 'Protection and Restoration of the Environment VI', Skiathos, Greece, vol. I, pp. 387-395.
- KOUTANDOS E.V., KARAMBAS Th.V., KOUTITAS C.G. (2002 b) - Courants générateurs de flux, évolution de bathymétrie et de la ligne de côte en présence de brise-lame flottant, 2ème Congrès Panhellénique «Gestion des Côtes» E.M.P., Athènes, p. 149-158.
- KOUTANDOS E.V., KARAMBAS Th.V., KOUTITAS C.G., PRINOS P.E. (2002 a) - Shoreline changes in presence of a floating breakwater, International Conference 'Protection and Restoration of the Environment VI', Skiathos, Greece, vol. I, pp. 403-410.
- KOUTITAS C.G., KOUTANDOS E.V., KOMBIADOU K., CHRISTOPOULOU E. (2002) - Etude numérique de protection des côtes de l'érosion avec l'emploi d'un système de filtration dans la zone d'ascension, 2ème Congrès Panhellénique «Gestion des Côtes» E.M.P., Athènes, p. 379-386.
- KRUEGER C.P (2006) - Performance of GPS in surveys within the coast of Paraná state (Brazil). *Mundogeo*. http://www.mundogeo.com.br/revistas-interna.php?id_noticia=5202
- LATTEUX B. (1980) – Harbour design including sedimentological problems using mainly numerical techniques. 17th ICCE. Sydney. 2213-2229.
- LEE J-S., YANG M.C.K. (1989) – Threshold selection using estimates from truncated normal distribution. *IEEE Transaction on System, Man, and Cybernetic*, march/april 1989, 19 (2): 422-429.
- LIM D. I., JUNG H. S., KIM B. O., CHOI J. Y. ET KIM H. N. (2004).- A buried palaeosol and late Pleistocene unconformity in coastal deposits of the eastern Yellow Sea, East Asia. *Quaternary International*, 121 (1): 109-118.
- LIN T.H., LIU G.R., CHEAN A.J., KUO T.H. (2001) - Applying satellite data for shoreline determination in tideland. Paper present at the 22nd Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001 Singapore.
- LIPPMANN, T.C. AND HOLMAN, R.A. (1989). Quantification of sand bar morphology: a video technique based on wave dissipation. *J. Geophys. Res.*, 94 (C1) : 995-1011.
- LOBO F.J., TESSON M. ET GENSOUS B. (2004) - Buried sandbodies within present-day estuaries (Atlantic coast of France) revealed by very high resolution seismic surveys. *Marine Geology*, 211 (3-4): 189-214.
- LONGLEY P. A., GOODCHILD M. F., MAGUIRE D. J. et RHIND D. W. (2001) - *Geographical Information Systems and Science*. John Wiley & Sons. 454 pp.
- LOSS E.D., NIEMANN K.O. (2002) - Shoreline feature extraction from remotely-sensed imagery.

- Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002, IGARSS '02_2002 IEEE International 24-28 June 2002, 6: 3417-3419.
- MADSEN A. J., PLANT N. G. P. (2001) - Intertidal beach slope predictions compared to field data. *Marine Geology*, 173 (1-4) : 121-139.
- MARSSET T., TESSIER B., REYNAUD J.-Y., DE BATIST M. ET PLAGNOL C. (1999) -The Celtic Sea banks: an example of sand body analysis from very high-resolution seismic data. *Marine Geology*, 158 (1-4): 89-109.
- MILLI. M, SURACE. L. (2006) - Tecniche innovative e tradizionali a confronto nella realizzazione di rilievi batimetrici costieri: un caso di studio, bollettino SIFET n.2/06, 20.
- MITASOVA H., DRAKE T.G., BERNSTEIN D., HARMON R.S. (2003) - Spatio-temporal analysis of beach morphology using lidar, RTK-GPS and open source Grass GIS Proc. Coastal Sediments '03, Tampa, Florida, USA, May 2003. CD-ROM Published by World Scientific Publishing Corp. and East Meets West Productions, Corpus Christi, Texas, USA. ISBN 981-238-422-7.
- MITASOVA H., DRAKE T.G., BERNSTEIN D., HARMON R.S. (2004) - Quantifying Rapid Changes in Coastal Topography using Modern Mapping Techniques and Geographic Information System. *Env. and Eng. Geosc.*, 10 (1): 1-11.
- MOWRER H. T. (1999) - Accuracy (Re)assurance: Selling Uncertainty Assessment to the Uncertain. In: Lowell K. et Jaton A. (Eds.) *Spatial Accuracy Assessment, Land Information Uncertainty in Natural Resources*, Quebec, Ann Arbor Press. pp.3-10.
- POPULUS J., BARREAU G., FAZILLEAU J., KERDREUX M., L'YAVANC J. (2001) - Assessment of the Lidar topographic technique over a coastal area. *CoastGIS'01*, Second International Symposium on GIS and Computer Mapping, Halifax.
- PREZIOSO G., TROISI S., TURTURICI L., WIRZ M. (2003) - Una rete per il monitoraggio delle variazioni morfologiche delle coste Atti 7a conf. ASITA.
- PROGETTO BEACHMED (2004 a) - Le projet Beachmed: Récupération environnementale et entretien des littoraux en érosion avec l'utilisation des depots sablonneux marins (Convention 2002-01-4.3-I-028) - 1er cahier technique (phase A), 208p.
- PROGETTO BEACHMED (2004 b) - Recupero ambientale e mantenimento dei litorali in erosione con l'utilizzo di depositi sabbiosi_3° Quaderno tecnico (fase "C") Roma 2004, 19-92.
- RANASINGHE R., SYMONDS G., BLACK K., HOLMAN R. (2004) - Morphodynamics of Intermediate Beaches: A video Imaging and Numerical Modelling Study. *Coastal Engineering*, 51: 629-655.
- SHRESTHA R.L., CARTER W.E, SARTORI M, LUZUMA B.J., SLATTON K.C. (2005) - Airborne Laser Swath Mapping: Quantifying changes in sandy beaches over time scales of weeks to years, *SPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 59 : 222-232.
- STAKHIV E., CUTHBERT D. (2006) Options en matière de gestion des niveaux et des débits du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, préparé par le Groupe d'étude international sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent, 178 pp.
- STORMS, J.E.A., WELTJE, G.J., VAN DIJKE, J.J., GEEL, C.R., KROONENBERG, S.B. (2002). Process-response modeling of wave dominated coastal systems: simulating evolution and stratigraphy on geological timescales. *Journal of Sedimentary Research*, 72 (2) : 226-239.
- TESSIER B., CERTAIN R., BARUSSEAU J.P, HENRIET J.P. (2000) - Évolution historique du prisme littoral du lido de l'étang de Thau (Sète, Sud-Est de la France). Mise en évidence par sismique réflexion très haute résolution. *Earth and Planetary Sciences*, 331: 709-716.
- TESSON M., LABAUNE C ET GENSOUS B. (2005) - Small rivers contribution to the Quaternary evolution of a Mediterranean littoral system: The western gulf of Lion, France. *Marine Geology*, 222-223: 313-334.
- TODARO R. (2002) - Progetto rete geodetica Venezia GPS200 Atti 6a conf. ASITA, 1947-1950.
- TRONVIG K.A. (2003) - NOAA's Coastal Oceanographic Applications and Services of Tides And Lakes (COASTAL) Program Proc. *OCEANS 2003*. 4: 1948- 1953.
- TSANIS I.K., SAIED V.M., VALAVANIS V (2006) - Impacts of coastal protection strategies on the coast of Crete: numerical experiments, International Conference 'Protection and Restoration of the Environment VIII, Chania, Greece,(full paper available in CD-ROM).
- TURNER I., LEYDEN V., SYMOND G., MCGRATH J., JACKSON A., JANCAR T., AARNINKHOF S. G. J., ELSHOFF L. E. (2000). Comparison of observed and predicted coastline changes at the Gold Coast artificial (surfing) reef. *ICCE*.
- WAGLE B. G. E VEERAYYA M. (1996) - Submerged sand ridges on the western continental shelf off Bombay, India: evidence for Late Pleistocene-Holocene sea-level changes. *Marine Geology*, 136 (1-2): 79-95.
- WANG L.T. (2003) - Delaware Inland Bays shoreline extraction using Landsat7 satellite imagery. *Digital Mapping Techniques '03_Workshop Proceeding*, U.S. Geological Survey Open-File Report 03-417. <http://pubs.usgs.gov/of/2003/of03-417/wang/index.html>.
- WRIGHT LD., THOM B.G. (1977) - Coastal depositional landforms: a morphodynamic approach. *Prog. Phys. Geogr.*, 1 : 412-459.
- www.airbomehydro.com
- www.optech.ca
- www.svm.it
- www.tenix.com
- www.wldelft.nl/argus/index.html
- ZAKARIYA R., ROSNAN Y., SAIDIN A., YAHAYA M. H., KASAWANI I., LOKMAN H. (2006) - Shoreline Detection and Changes for Terengganu River Mouth from Satellite Imagery (LANDSAT 5 and LANDSAT 7). *Journal of Sustainability Science and Management*, 1(1): 47-57.
- ZEILER M., SCHULZ-OHLBERG J., FIGGE K. (2000) - Mobile sand deposits and shoreface sediment dynamics in the inner German Bight (North Sea). *Marine Geology*, 170: 363-380.

NAUSICAA

CARATTERIZZAZIONE DELLE CONDIZIONI IDRO-METEOROLOGICHE DEI LITORALI ED ANALISI DEI RISCHI COSTIERI, DEL COMPORTAMENTO DELLE OPERE DI DIFESA E DELLA DINAMICA DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA*



CAPOFILA

Université de Montpellier II
Lab Geosciences (DRE-LR)

Responsabile: Frédéric Bouchette
(bouchette@dstu.univ-montp2.fr)

Università degli Studi di Bologna
Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti,
delle Acque, del Rilevamento e del Territorio DISTART
(Emilia-Romagna)

Responsabile: Alberto Lamberti
(alberto.lamberti@unibo.it)

Fondation Nationale de Recherche Agronomique
Institute de Recherche Halieutique NAGREF-FRI
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)

Responsabile: Sylaios Yorgos (vegata@otenet.gr)

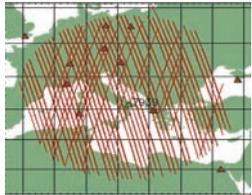
Arpa Servizio Idro Meteorologico ARPA-SIM
(Emilia-Romagna)

Responsabile: Marco Deserti
(mdeserti@arpa.emr.it)

Università di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo BAU
(Lazio)

Responsabile: Giandomenico Ardizzone
(giandomenico.ardizzone@uniroma1.it)

Responsabile di misura: Pierre Yves Valantin DRELR	Partner OCR	Budget
2.2. Il clima e l'erosione: sistemi di valutazione, monitoraggio e previsione del moto ondoso sottocosta Rapporto tra i fenomeni erosivi rilevati e clima ondoso medio, interazione tra il clima ondoso costiero ed i differenti tipi di fondo con o senza vegetazione, definizione dei parametri fondamentali	Regione Lazio	€ 142.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 107.210,00
	Région Macédoine Est-Thrace	€ 75.360,00
	DRE-LR	€ 284.050,00
	TOTALE	€ 608.620,00



LA MISURA 2.2

Il clima e l'erosione: sistemi di valutazione, monitoraggio e previsione dei movimenti ondosi sottocosta

I fenomeni d'erosione che si sviluppano sulle coste derivano da fattori di natura antropica, geologica, climatica, ecc. Intervenire sui fattori che hanno generato e che favoriscono i fenomeni erosivi significa spesso affrontare problemi strutturali del nostro modello di sviluppo (difesa del suolo, politiche energetiche, politiche di sviluppo generale, ecc.) e per queste ragioni spesso è molto difficile ottenere dei risultati concreti. Tuttavia, per migliorare la gestione dei rischi, è indispensabile la comprensione e l'analisi delle cause dell'erosione dei litorali, approfondendo, per esempio, la conoscenza dei climi ondosi e del loro impatto sulla riva.

Obiettivi generali

- Sviluppo di sistemi per la conoscenza del clima ondoso in prossimità della linea di riva e per la modellizzazione dei fenomeni erosivi;
- Studiare, determinare e valutare le capacità di mitigazione del clima ondoso sottocosta da parte delle praterie di Posidonia.

Obiettivi specifici

- Completamento e miglioramento delle reti ondometriche al largo con il posizionamento di boe direzionali;
- Pubblicazione dei dati grezzi in tempo reale su un sito internet;
- Validazione di strumenti di realizzazione di modelli accoppiati delle onde, delle correnti e dei sovralti che permettano di estrapolare le misure in qualsiasi punto dei litorali studiati;
- Produzione di dati su onde, correnti, sovralti prossimi alla linea di riva per validare i modelli citati sopra;
- Taratura di modelli sulla base dei dati misurati;
- Produzione di un atlante regionale delle onde, correnti e sovralti direttamente utilizzabili dalle amministrazioni locali;
- Valutazione dello stato del litorale sulla base di indicatori sintetici che permettono di prevedere gli effetti sulla costa di eventi estremi. Definizione e descrizione del clima meteo-marino costiero;
- Analisi del comportamento delle opere di difesa in condizioni di regime ed in concomitanza di eventi ondosi eccezionali;
- Inquadramento e caratterizzazione delle praterie di Posidonia oceanica nei bacini interessati (estensione, forma, tipologia, tipo di substrato, dinamica dei fenomeni

regressivi, cause di regressione);

- Inquadramento e caratterizzazione di modelli di propagazione delle onde a riva in relazione alle tipologie dei fondali;
- Caratterizzazione delle situazioni in siti pilota;
- Esperienze a dimensione naturale per verificare l'effetto locale delle praterie sulla propagazione delle onde;
- Approfondimento delle interconnessioni tra il clima meteomarinico ed i fenomeni di regressione delle praterie di Posidonia;
- Verifiche delle correlazioni tra i parametri fisici governati da onde e correnti e presenza della Posidonia, anche tramite analisi storiche condotte nei siti pilota.



Il Sottoprogetto NAUSICAA

Caratterizzazione delle condizioni idro-meteorologiche in zona litorale e analisi dei rischi costieri, del comportamento delle opere di difesa e della dinamica delle praterie di *Posidonia oceanica*



Fred Bouchette¹ (Capofila), Cléa Denamiel¹, Alberto Lamberti², Silaios Yorgos³, Marco Deserti⁴, Giandomenico Ardizzone⁵, Andrea Belluscio⁵

1 Université de Montpellier II DREL

2 Università degli Studi di Bologna DISTART

3 Fondation Nationale de Recherche Agronomique NAGREF-FRI

4 ARPA-SIM

5 Università di Roma "La Sapienza" BAU

Parole chiave: Misure idrodinamiche, CSI, *Posidonia oceanica*, modelli onde/correnti

Introduzione

In questo progetto ci si occupa della dinamica del litorale e della zona costiera mediante l'approfondimento di 4 temi scientifici:

- la caratterizzazione dei climi ondosi e delle condizioni idrodinamiche e meteorologiche, sulla base di misure e di modelli;
- lo studio dei fenomeni di erosione e di sovrizzo (storm surge);
- lo studio dei processi di danneggiamento di opere artificiali di protezione e lo sviluppo di metodi per il monitoraggio e la previsione del loro comportamento;
- lo studio dei processi di interazione tra le onde e i biotopi marini (in particolare le praterie di *Posidonia oceanica*).

Questi temi sono affrontati in diversi siti pilota nell'ambito delle zone costiere delle Regioni partner. L'insieme dei siti scelti riguarda litorali in prevalenza sabbiosi, con presenza di strutture artificiali di protezione del litorale e/o di praterie di *Posidonia oceanica*. Lo sviluppo degli argomenti trattati si basa innanzitutto su una buona conoscenza dell'idrodinamica costiera dei litorali oggetto di studio. L'insieme dei lavori condotti dai gruppi di ricerca coinvolti ha quindi per denominatore comune la modellazione numerica e la misura *in-situ* dei processi idrodinamici e idrosedimentari del litorale. Inoltre, la metodologia

adoperata è comune all'insieme dei partner e può essere riassunta nel seguente modo: 1. Selezione di aree di studio coerenti con le problematiche trattate e sintesi bibliografica dei dati idrodinamici e degli altri dati disponibili; 2. Organizzazione e realizzazione di campagne di misure idrodinamiche a differenti scale spaziali e temporali sulle aree considerate; 3. Modellizzazione dei processi idrodinamici, idrosedimentari e/o idrobiologici validati e calibrati da misure di archivio e/o rilevate nelle aree di studio indicate nel progetto; 4. Realizzazione di prodotti specifici per rispondere ai differenti problemi trattati: atlante idrodinamico del litorale, mappe di erosione e sovrizzo, determinazione di CSI (Coastal State Indicators), carte della dinamica delle praterie di *Posidonia oceanica*, documenti sintetici; 5. Realizzazione, o miglioramento, di banche dati e siti web che consentono l'archiviazione del dato misurato e dei risultati ottenuti dai modelli per costituire una base documentata ed utilizzabile a breve termine dai gestori del litorale.

La fase A del progetto NAUSICAA consiste essenzialmente nella realizzazione dei lavori preparatori per le fasi B e C: ricerche bibliografiche, stato dell'arte, analisi preliminari dei dati esistenti, scambio delle esperienze e definizione delle attività comuni, acquisto strumentazione, gare pubbliche d'appalto per gli affidamenti esterni ed impegni di lavori, test *in situ*. Questo documento costituisce una sintesi della presentazione del bilancio della fase A e dei primi risultati ottenuti.

Acquisto e preparazione dell'impiego della strumentazione di misura

Per le campagne di misura programmate nel corso delle fasi B e C, i partner dovranno scegliere (o acquisire) delle attrezzature specifiche e definire i modi d'impiego.

Strumentazione acquisita nell'ambito del progetto

Insieme al parco strumenti messo a disposizione dal laboratorio per il progetto NAUSICAA, GEOSCIENCES-M ha acquisito un ADCP RD-Instruments Workhorse Sentinel a 300 kHz, dotato di una memoria di 1GB e di un modulo di misura delle caratteristiche del moto ondoso direzionale, posizionato su una base TRBM. Lo strumento sarà impiegato, in particolare, nella misurazione delle caratteristiche del moto ondoso e delle correnti 3D nella zona sottocosta, e sarà utilizzato a partire dal mese di Febbraio 2007, a 90 metri di profondità, sulla vicina piattaforma continentale a Sud di Sète, in prossimità della Boa d'Eaux Saine (3°52'E, 43°15'N). Questa stazione, posizionata sul fondo del mare, sarà segnalata in superficie da una boa del DRE-LR (ex SMNLR). La stazione



permetterà di individuare le forzanti del moto ondoso e le correnti in mare aperto ai bordi dell'area utilizzata per la modellazione del litorale, costituendo un punto di convalida dei risultati di modellazione della fascia litoranea. La stazione sarà anche utile per indagare sulle caratteristiche degli scambi di masse d'acqua nella parte Nord del Golfo del Leone.

ARPA ha determinato le specifiche tecniche per l'acquisto di una stazione oceanografica da posizionare lungo la costa dell'Emilia-Romagna. La gara d'appalto sarà ufficialmente pubblicata nel corso del mese di novembre 2006. La stazione sarà fornita di una boa ondometrica, di una sonda per la temperatura e di un GPS. Per acquisire i dati, sarà allestito un idoneo ricevitore sulla costa, fornito di un sistema HF collegato alla rete ARPA. I dati acquisiti saranno conservati nei database ARPA-SIM. Lo studio finalizzato a definire la posizione della stazione è stato completato. Per garantire la sicurezza del materiale, il sito prescelto è in una zona dove l'attività antropica è vietata. La profondità in corrispondenza della stazione oceanografica è di 10 metri, su fondale sabbioso.

FRI-NAGREF ha modificato una strumentazione ADCP esistente con l'aggiunta, nell'ambito di questo progetto, di un modulo che consente di misurare le caratteristiche direzionali del moto ondoso. Questa strumentazione sarà utilizzata su 12 metri di fondale di fronte al fiume Nestos.

Strumentazione selezionata per la misura in-situ

FRI-NAGREF utilizzerà l'ADCP precedentemente menzionato, così come la stazione-boa del Monte Athos (parte integrante del sistema di controllo POSEIDON), mediante l'apporto di dati idrodinamici e meteorologici.

GEOSCIENCES-M con il partner OCR DRE-LR (ex SMNLR), e altri enti che lavorano sul litorale Languedoc-Roussillon, hanno scelto i seguenti strumenti da posizionare nelle aree pilota selezionate: 1 pressometro ancorato sul fondo per la misura in alta frequenza delle onde non direzionali a lungo termine (periodi continui di sei mesi), 2 stazioni meteorologiche situate a Port-Camargue e Agde, 3 Acoustic Doppler Velocimeter (ADV) associati a degli OBS per la misura puntuale della corrente sullo strato limite del fondale e una valutazione del carico sedimentario in movimento, 7 profilatori ADCP, tutti provvisti di un modulo di moto ondoso che consente una misurazione combinata delle correnti 3D e del moto ondoso direzionale e una rete VHF di pressimetri che consentono la misura in alta frequenza del moto ondoso direzionale.

ARPA-SIM installerà la stazione sopra indicata.

LA SAPIENZA utilizzerà un ROV (Remoted Operated Vehicle) per individuare

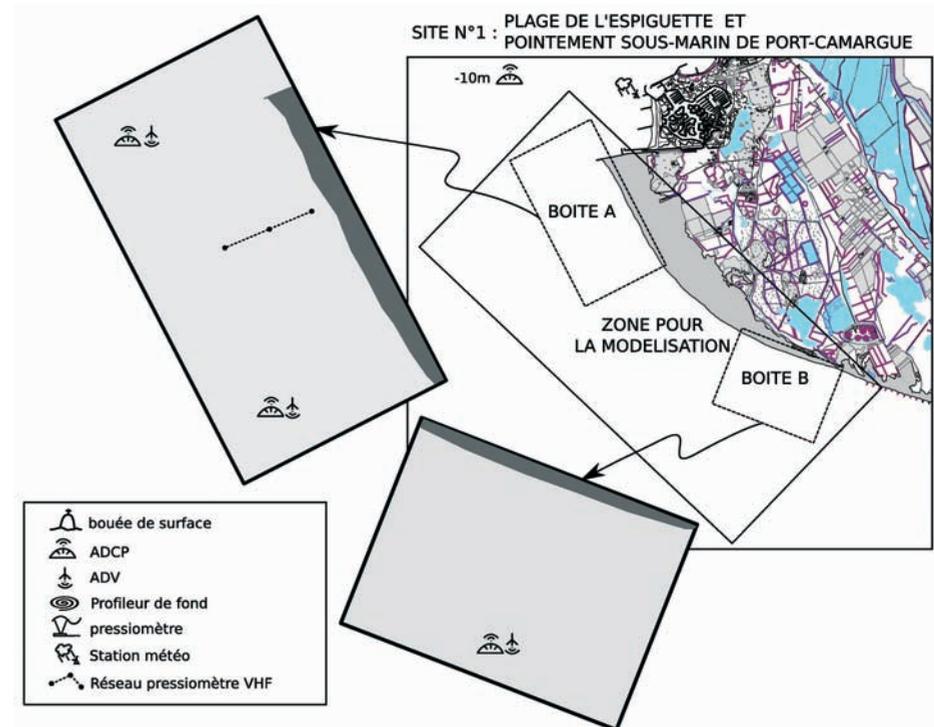


Fig. 2.2.1 - Esempio del posizionamento degli strumenti per la campagna marzo 2007 nel sito n°1 (Espiguette, Gard).

esattamente il limite e la tipologia attuale delle praterie di *Posidonia oceanica* sul versante spiaggia.

Protocolli di posizionamento

Il ROV utilizzato dalla SAPIENZA sarà impiegato nel tratto compreso tra il Circeo e Sperlonga seguendo percorsi perpendicolari alla costa tra 5 m e 20 m di profondità. Questi rilievi permetteranno di definire la tipologia e la forma del limite superiore delle praterie di *Posidonia*, di caratterizzare il fenomeno della regressione e la presenza di sabbia, fango o di matte morte. L'ultimo parametro è un indicatore della presenza, in passato, di una prateria di *Posidonia* oramai degradata.

Dopo avere determinato l'elenco della strumentazione necessaria per le misure *in situ*, GEOSCIENCES-M lavorerà sui vari metodi di utilizzo di queste



attrezzature in mare per meglio soddisfare gli obiettivi delle campagne di misura: 1) verifica dei modelli numerici utilizzati per la creazione dell'Atlante Idrodinamico, 2) caratterizzazione dei climi di moto ondoso e delle caratteristiche della circolazione costiera nei luoghi oggetto di studio 3) questioni specifiche su ognuno dei siti considerati. La figura 2.2.1 mostra un esempio del posizionamento dei vari strumenti previsti nel sito n°1 (Espiguette) e in una zona sottocosta. Una strategia di misura simile sarà realizzata negli altri siti selezionati per la ricerca.

Fonti di dati

GEOSCIENCES-M utilizza i dati meteorologici di Meteo-France nelle diverse stazioni di misura del litorale Languedoc-Roussillon. Il laboratorio utilizzerà i dati idrodinamici regionali del Mediterraneo nord-occidentale ottenuti dai progetti MF-STEP (EVK3-CT-2002-00075), Mediterranean Ocean Forecasting System Toward Environmental Predictions, ed i risultati del modello ad alta risoluzione Aladdin.

Analisi di dati idrometeorologici esistenti

Secondo tutti i partner del progetto, la caratterizzazione dell'idrodinamica del litorale passa per la realizzazione di campagne di misura, programmate essenzialmente per le fasi B e C. Come studio preliminare, i partner hanno preparato una sintesi dei dati disponibili nei vari siti previsti nel progetto NAUSICAA.

Definizione di attività trasversali

Per quanto riguarda le attività trasversali è stato concordato:

- che FRI-NAGREF e GEOSCIENCES-M realizzeranno congiuntamente dei lavori di modellazione nei siti selezionati per il progetto NAUSICAA in Macedonia dell'Est / Tracia; a questo riguardo, alcuni membri dell'équipe GEOSCIENCES-M si recheranno a Kavala 3 giorni prima della riunione relativa alla conclusione della Fase A per conoscere le zone su cui operare, estrarre le topobatimetrie, formattare i dati idrometeorologici utilizzati per la modellizzazione. Nel 2007, alcuni membri di GEOSCIENCES-M, tra cui un post doc reclutato appositamente per questo progetto, soggiureranno a Kavala per discutere i risultati di modellizzazione ottenuti nel corso del primo semestre 2007;
- che GEOSCIENCES-M (più un partner esterno al progetto NAUSICAA, I3M Montpellier) valuti l'interesse di una collaborazione con UNIBO-DISTART sullo sviluppo di uno strumento numerico di supporto per l'ottimizzazione della forma delle strutture di difesa del litorale;

- che tutti i partner coinvolti nel progetto lavorino per l'intera durata dello stesso sulla qualità dei dati strumentali e sulla rappresentazione delle misure idrodinamiche. Una prima sessione di lavoro, su questo tema, si svolgerà a Alexandroupolis prima della riunione ufficiale sulla conclusione della fase A.

Sintesi Bibliografica

I partner hanno realizzato sintesi bibliografiche sui seguenti temi:

- descrizione dell'idrodinamica costiera nel Golfo del Leone (GEOSCIENCES-M);
- dinamica delle praterie di *Posidonia oceanica* (LA SAPIENZA);
- propagazione del moto ondoso e modellazione delle correnti nella zona costiera; analisi critica comparata degli strumenti di modellazione idrodinamica (GEOSCIENCES-M, LA SAPIENZA e FRI-NAGREF);
- processi idrosedimentari indotti dai moti ondosi e dalle correnti, analisi e presentazione tecnica (FRI-NAGREF);
- ruolo e importanza dei CSI (Coastal State Indicator) nella gestione del litorale (UNIBO).

Questa documentazione bibliografica continuerà ad essere aggiornata durante l'intero progetto attraverso un archivio consultabile sul sito web <http://www.beachmed.it>, alla pagina del progetto NAUSICAA, così come sul sito del data base del partner GEOSCIENCES-M (<http://www.gladys-littoral.org/nausicaa>).

Realizzazioni Cartografiche

I partner devono redigere, nel corso delle fasi B e C, dei documenti cartografici basati su diverse grandezze fisiche misurate o modellate: caratteristiche del moto ondoso, delle correnti e dei sovralti, stato delle praterie di *Posidonia oceanica*, etc. GEOSCIENCES-M ha lavorato su dei modelli che hanno prodotto documenti fondamentali per l'elaborazione dell'Atlante Idrodinamico del Litorale Languedoc-Roussillon (esempio figura 2.2.2). LA SAPIENZA ha utilizzato i software ArcGis 9.0 e ArcView 3.2 per uniformare le mappe delle praterie di *Posidonia* disponibili a partire dal 1959. Alcuni esempi delle mappe sono presentati più avanti.

Realizzazione Dei Data Base

GEOSCIENCES-M è impegnata nella realizzazione di uno strumento di diffusione dell'Atlante Idrodinamico del litorale attraverso Internet. Il laboratorio ha acquistato due server web Linux dotati, in particolare, dei software Apache (con PHP, GD),

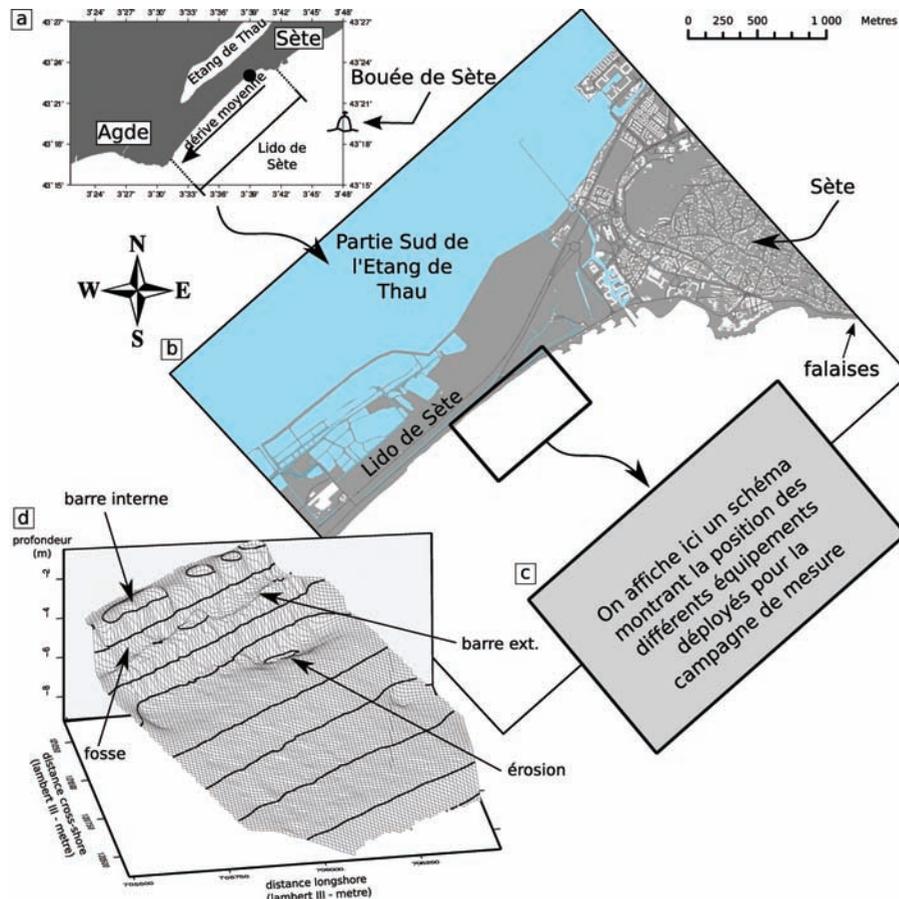


Fig. 2.2.2 - Un esempio di presentazione del sito n°5 (Lido di Sète) proposto da GEOSCIENCES-M. a) schema con la terminologia principale e le caratteristiche generali del tratto di costa e della dinamica del litorale a livello di cellula sedimentaria che include il sito. Si evidenzia altresì l'ubicazione della strumentazione di misura sulla fascia litorale; b) mappa dettagliata della zona circostante il sito, con informazioni sugli aspetti morfologici in grado di influenzare l'idrodinamica; c) schema del posizionamento della strumentazione di misura prescelta per questo sito. Un esempio del posizionamento è presentato più avanti, in questo rapporto; d) rappresentazione 3D e/o 2D della morfologia sottomarina nella zona del sito (secondo Certain *et al.*, 2002, dati tratti dagli archivi originali).

MySQL, Generic Mapping Tools e Image Magick, che costituiscono la base del sistema di pubblicazione dell'Atlante via Internet. Tutti questi software sono liberi e gratuiti. Durante l'intera fase A sono stati implementati appositi programmi per la pubblicazione di dati spaziali per agevolare la diffusione dei risultati dell'Atlante

e raccolti in una biblioteca C/PHP denominata MAPOTO, pubblicata anche sotto licenza GPL. Attualmente è possibile provare una versione molto preliminare della futura interfaccia di questa biblioteca MAPOTO. Come concordato, i dati inizieranno ad essere immagazzinati all'interno dei server nel corso della fase B.

Modelli Idrodinamici

I modelli numerici utilizzati nell'ambito del progetto BEACHMED-e appartengono a due grandi categorie:

- modelli della circolazione oceanica e/o della propagazione dell'onda. Si parla di modelli idrodinamici, nel senso che la modellizzazione delle modifiche del fondo e/o del trasporto sedimentario non sono considerate;
- modelli dell'evoluzione morfologica del fondo sotto l'influenza di climi di onda e/o della circolazione. Si parla in questo caso di modelli morfodinamici.

Di seguito sono indicati i modelli utilizzati nei vari sotto-progetti nell'ambito del progetto BEACHMED-e:

- un modello di circolazione 3D denominato SYMPHONIE (Estoumel *et al.*, 2003) in grado di calcolare la circolazione superficiale e profonda in 3D, con forzante il vento, i gradienti salini, la temperatura e gli apporti fluviali;
- un modello di propagazione del moto ondoso (Stokes 1° ordine / Stokes 2° ordine), denominato REFDIR (Kirby e Dalrymple, 1995), in grado di considerare la rifrazione e la diffrazione del moto ondoso nella fascia litoranea;
- un modello combinato moto ondoso / corrente quasi 3D (Q3D), in grado di calcolare la circolazione litorale forzata dal moto ondoso e dall'azione dei venti (SHORECIRC, Svendsen *et al.*, 2002);
- un modello di ultima generazione (il primo sviluppato in questa categoria) moto ondoso / corrente, completamente 3D, in grado di modellizzare la circolazione forzata dall'azione del vento, dai gradienti di salinità e di temperatura, dagli apporti fluviali e dal moto ondoso. Questo modello, denominato SYMPHONIE-S è sviluppato da GEOSCIENCES-M (Denamiel, 2006; articoli in corso di pubblicazione);
- un insieme di modelli chiamato SMC, Sistema de Modelado Costero, dove un certo numero di sottomoduli, di cui il principale è il modulo ODINO, sono dedicati alla propagazione delle onde ed al calcolo della circolazione;
- modelli di tipo 2DH che hanno per oggetto il calcolo della propagazione dell'onda ed il calcolo delle tensioni radiali. Diversi modelli sono proposti in questa categoria: DHI (Danish Hydraulic Institute); DH (Delft Hydraulics); UL (University of Liverpool); HR (Wallinhford);



- i modelli della suite Mike-21 del DHI;
- modelli accoppiati che assicurano il calcolo della circolazione generata dal vento e dalle onde, come ROMS accoppiato con SWAN.

Primi Risultati

Modellazione idrodinamica multiscala e collegamento 3D moto ondoso / corrente

GEOSCIENCES-M ha proposto di costruire un Atlante Idrodinamico del litorale basato sulla modellizzazione idrodinamica della fascia litoranea. Al contempo, il laboratorio si è impegnato per realizzare delle campagne di misure idrodinamiche, da un lato per comprovare i modelli utilizzati, dall'altro, per definire i climi ondosi e le caratteristiche generali della circolazione nei vari siti pilota.

Nel corso della fase A, GEOSCIENCES-M ha effettuato un lavoro di sintesi sulla modellizzazione idrodinamica di moto ondoso / corrente. Inoltre, sono stati realizzati dei test di validazione sui modelli precedentemente menzionati, soprattutto sui modelli SHORECIRC e SYMPHONIE-S, che non erano mai stati utilizzati nel Golfo del Leone. Il modello SYMPHONIE-S è stato validato sulla base di dati accademici (Dolata e Rosenthal, 1984), e sulla base di dati misurati in concomitanza di una tempesta verificatasi nel mese di novembre 1999 sulla Baia di Banyuls (Grémaré *et al.*, 2003; Ferré *et al.*, 2005; Ulses, 2005; Denamiel, 2006), a Sud del Golfo del Leone.

Il modello SHORECIRC è stato al momento validato mediante il confronto con i risultati prodotti dal modello SYMPHONIE-S su un caso di studio identico e soggetto a uguali forzanti. Dai risultati dei test sopraddetti si ricava che la ricostruzione Q3D, proposta da SHORECIRC, riproduce fedelmente i profili verticali delle varie grandezze (correnti, velocità di Stokes). Il modulo REFDIF è stato impiegato per generare la forzante del moto ondoso.

I «Coastal State Indicators»: a che punto siamo?

Quando si lavora sulla realizzazione di prototipi, il metodo migliore per verificare la qualità di una struttura di difesa del litorale contro l'erosione è quello di procedere all'analisi dell'evoluzione temporale delle serie di misure della batimetria e della posizione del tratto di costa, accoppiata ad uno studio sul clima ondoso (da dati *in situ*) e sulle caratteristiche del sedimento nella area in esame. Queste osservazioni sono molto tecniche ed estremamente costose. Normalmante viene utilizzata una serie di metodi più semplici e che consentono una frequenza maggiore delle osservazioni, quali ad esempio la modellizzazione numerica e il controllo video del litorale. La modellizzazione numerica si rivela estremamente utile nel momento in cui sia necessario prevedere l'effetto delle

strutture sull'idrodinamica e sulla morfodinamica del litorale.

I modelli morfodinamici del litorale sono generalmente utilizzati per valutare i cambiamenti batimetrici a breve termine (da qualche ora a qualche giorno) e a medio termine (da qualche settimana a qualche mese) indotti dalla presenza di pennelli, scogliere frangiflutti, ecc. Da circa 20 anni, alcuni modelli 2DH integrati sono stati sviluppati a seguito dei lavori di Fleming e Hunt (1976). Successivamente, sono stati sviluppati alcuni modelli quasi 3D (Q3D) e completamente 3D (vedere la review di De Vriend, 1996). In letteratura si trovano alcuni lavori importanti che si basano sull'applicazione di modelli 2DH o Q3D in aree in cui sono state realizzate opere prototipo; tuttavia, dato che questi lavori richiedono dei tempi di calcolo considerevoli e l'acquisizione di numerosi dati in loco, vengono utilizzati solitamente degli approcci semplificati, sia a livello di forzanti idrodinamiche che a livello delle batimetrie impiegate. Un recente articolo di Elias *et al.* (2006), presenta una simulazione di diversi mesi su un sito attrezzato per misure batimetriche, delle caratteristiche del vento, del moto ondoso, della marea e dell'innalzamento del livello marino.

All'inizio degli anni '80, l'Oregon State University ha sviluppato sistemi di controllo video in area costiera con l'obiettivo di utilizzare le immagini prodotte per studiare i processi nella zona di battaglia, le caratteristiche al frangimento e per meglio comprendere la dinamica delle barre sedimentarie sottocosta (Holman e Guza, 1984; Holman, 1986). Il controllo video è stato poi utilizzato per analizzare l'evoluzione di tratti di costa e, più recentemente, per cartografare le zone di marea (vedere CoastView project, www.thecoastviewproject.org).

Al fine di realizzare la sintesi di tutte le informazioni acquisite sulla dinamica del litorale, è stata elaborata la nozione di CSI (Coastal State Indicator) da Davidson (2002). I CSI sono definiti come «set ridotto di parametri in grado di semplificare e descrivere quantitativamente l'equilibrio dinamico del sistema costa». Il loro obiettivo è quello di semplificare il lavoro di gestione del litorale. I CSI possono essere considerati come il punto d'incontro tra lo scienziato, che osserva e quantifica, e l'ente gestore del litorale che utilizza l'informazione. La determinazione di un CSI non è affatto semplice poiché deve essere al contempo preciso, come auspica lo scienziato, e facilmente accessibile, come auspica il responsabile della gestione costiera (Van Koningsveld e Mulder, 2004; Van Koningsveld *et al.*, 2005).

Il problema dell'erosione ad Ovest del fiume Nestos (Grecia): la scelta dei dati per la caratterizzazione del moto ondoso in prossimità della costa

L'area litorale è estremamente dinamica perchè la variazione dell'energia apportata dalle masse d'acqua si oppone al trasporto dei sedimenti provenienti



dal continente. Il risultato che ne consegue è l'erosione e l'arretramento di alcuni tratti di litorale e forti fenomeni di accrescimento su altri (Davis, 1958; 1964). Di conseguenza, lo studio della morfodinamica del litorale richiede l'acquisizione e il trattamento di serie di dati a lungo termine relativi alle onde, in particolare durante i periodi caratterizzati da tempeste, che incidono sui climi ondosi, alla base del trasporto dei sedimenti lungo il litorale (Stoddart, 1969; Shepard, 1973). Le Blond e Mysak (1978) hanno studiato e sintetizzato i vari tipi di moto ondoso; Lavrenov (2003) ha condotto una sintesi sui movimenti del mare prodotti dal vento. I fenomeni di evoluzione a lungo termine degli arenili sabbiosi sono studiati attraverso la valutazione dell'incidenza delle onde, l'impatto delle tempeste, i bilanci del flusso dei sedimenti e, potenzialmente, l'innalzamento del livello del mare (Bruun, 1972).

FRI-NAGREF ha selezionato un tratto del litorale greco per realizzare uno studio basato su queste ipotesi.

La Grecia ha una costa di circa 13.800 km di lunghezza, con un ricco e variegato panorama costiero: falesie, pareti rocciose, spiagge ed aree di delta. Dei 6.200 km di spiagge, circa 1.700 sono in erosione, collocando la Grecia al primo posto

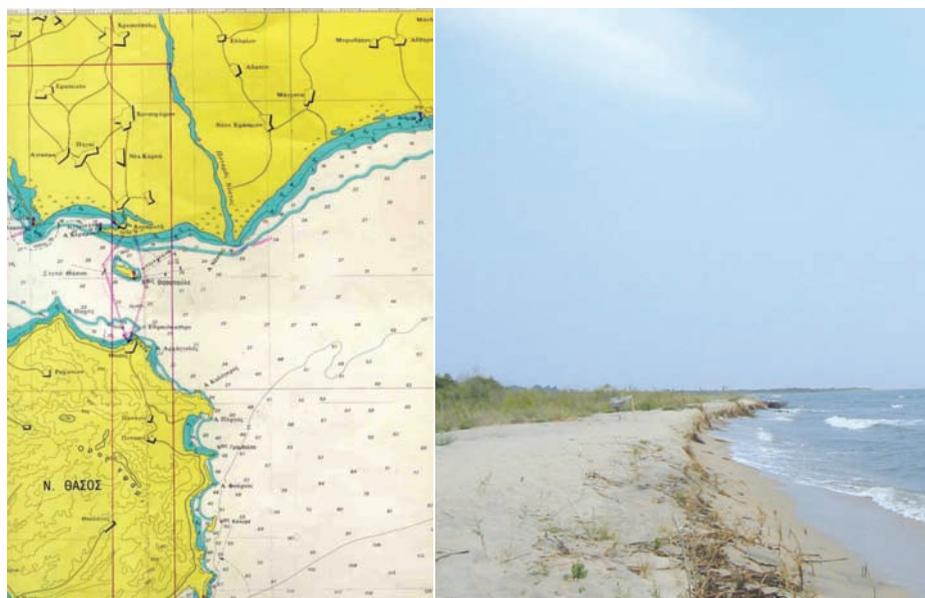


Fig. 2.2.3 - A sinistra: carta della zona selezionata per la realizzazione dello studio. A destra, una spiaggia sabbiosa sulla costa occidentale del delta del fiume Nestos.

dell'Europa Mediterranea per la gravità dei fenomeni erosivi (EuroSION, 2004).

La Regione della Macedonia comprende 300 km di litorale, caratterizzato da arenarie e marni sabbiose ad ovest (in prossimità della foce del fiume Strymon) e lungo il Lago Vistonis, costa del Makri, dove si trovano falesie e aree rocciose, rocce ignee lungo il versante occidentale del litorale del Golfo di Kavala, e da aree alluvionali nelle zone di delta dei fiumi Nestos ed Evros. La presenza di falesie calcaree e di scisti lungo la costa del Makri–Alexandroupolis sembra essere responsabile del processo erosivo osservato sui litorali sabbiosi. Una parte del litorale è in espansione grazie alla sedimentazione deltaica dei fiumi Nestos ed Evros. Una zona dove i tassi d'erosione sono significativi è stata osservata da qualche decennio a partire dalla parte occidentale del delta del fiume Nestos, tra Keramoti e la foce dello stesso fiume (Figura 2.2.3). La zona è costituita da una successione di spiagge sabbiose e di lagune protette da una duna e di distese sabbiose che si estendono in mare (Perissoratis *et al.*, 1984).

Il fiume Nestos, lungo 230 km e con un bacino idrografico di 5.800 km² (48% in Grecia e 52% in Bulgaria), è la principale fonte di sedimenti per il litorale. Tuttavia, la recente costruzione di dighe sul fiume (due dighe idroelettriche, Thisavros e Platanovrisi), sembra ridurre il carico sedimentario accumulatosi sulla costa e favorisce i processi d'erosione a lungo termine. Inoltre, i venti da Sud, incrementando il trasporto d'energia di moto ondoso verso la costa, a causa dell'aumento del fetch (Figura 2.2.4), associati alla presenza dello Stretto di Thassos (7.3 km di lunghezza e 27 m di profondità, tra il delta del Nestos e l'isola di Thassos), accentuano su questo litorale i trasporti sedimentari longshore e cross-shore.

Per l'analisi del clima ondoso, in questo studio si prende in considerazione la tendenza a lungo termine di parametri essenziali come l'altezza significativa delle onde e il loro periodo, a differenti scale spaziali. L'HCMR (Hellenic Centre for Marine Research) ha messo a punto un sistema di misura regolare delle caratteristiche delle onde denominato POSEIDON (Soukission *et al.*, 1999). L'utilizzazione del modello WAM permette di effettuare delle previsioni per il Mar Egeo, con una risoluzione su grande scala (griglia di 0,5°). I dati sono costituiti da resoconti mensili e annuali della velocità dei venti, dell'altezza significativa delle onde, della loro direzione, forma e periodo (Soukissian, 2003). Questi dati mostrano che l'altezza significativa delle onde varia tra 0,2 m e 0,4 m in primavera e in estate, e tra 0,5 m e 0,75 m durante l'inverno, lungo il versante costiero delle isole Samothraki e Thassos e nella zona di Makri–Vistonis.

Alcuni dati meteorologici e del moto ondoso sono accessibili attraverso la stazione del Monte Athos, che fa parte del sistema POSEIDON.

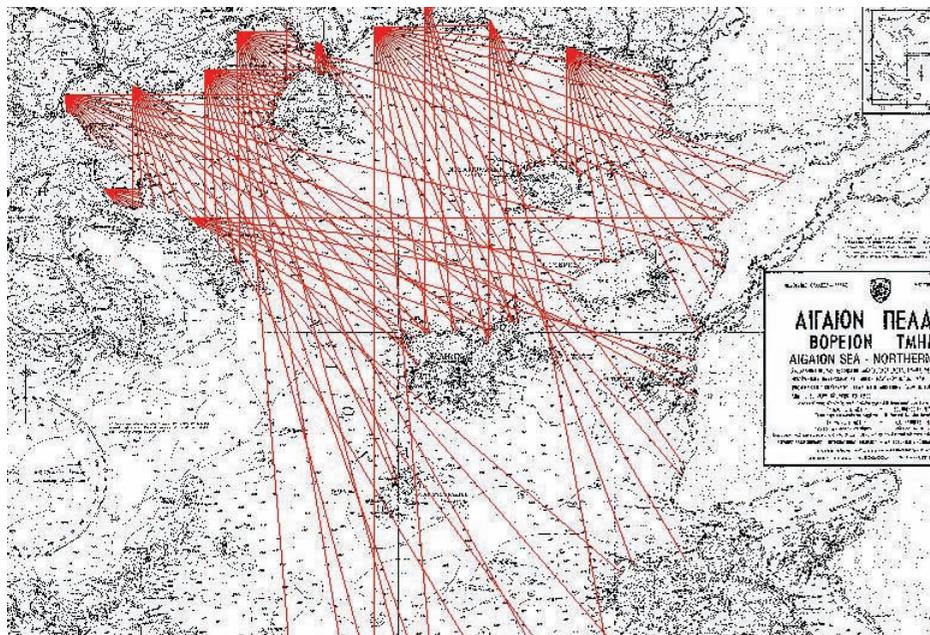


Fig. 2.2.4 - Analisi del fetch per la regione della Macedonia dell'Est e Tracia.

FRI-NAGREF prepara questi dati affinché siano utilizzati come forzante per successive modellizzazioni, permettendo di calcolare le caratteristiche dei moti ondosi in prossimità della costa. Per quel che concerne l'elaborazione dei dati relativi al moto ondoso, sarà utilizzato il metodo Sverdrup-Munk-Bretshneider (SMB). Queste elaborazioni consentono di confrontare i risultati dei modelli con la misura delle caratteristiche del moto ondoso direzionale 3D, ottenuto con l'ADCP dotato di un modulo di moto ondoso, precedentemente descritto.

Dinamica delle praterie di Posidonia Oceanica

Lo studio previsto dal progetto NAUSICAA si prefigge l'obiettivo di valutare le interazioni tra l'erosione, il moto ondoso e le praterie di *Posidonia oceanica*. In questa ottica, si viene ad evidenziare il ruolo delle praterie sull'attenuazione delle onde, e la conseguente riduzione dell'erosione delle spiagge sabbiose. Il sito di studio prescelto corrisponde ad una zona del litorale del Lazio centrale, la cui spiaggia è soggetta ad erosione e dove le praterie di *Posidonia* sono in uno stato di forte regressione.

Nel corso della Fase A, il partner LA SAPIENZA ha condotto un'analisi storica

della distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* presenti lungo la costa oggetto di studio, acquisendo dalla letteratura le carte disponibili. La prima parte del lavoro ha quindi previsto l'acquisizione digitale e la georeferenziazione della carta di base, riportante la linea di costa e le batimetrie attuali. In una seconda parte del lavoro si è provveduto ad uniformare questi dati con quelli relativi alla distribuzione della *Posidonia* nel tempo. La rappresentazione cartografica delle praterie di *Posidonia oceanica* è riportata nel presente studio.

La distribuzione attuale delle praterie di *Posidonia* nel sito pilota è stata confrontata con tre carte storiche disponibili. Queste interessano gli ultimi 50 anni e si basano su: a) la cartografia del 1959 di Fusco (1961), b) la cartografia del 1980 di Ardizzone e Migliuolo (1982), e c) la cartografia del 1990 di Diviacco et al. (2001). La prima carta è stata realizzata dall'ex Ministero della Marina Mercantile italiano sulla base di dati raccolti mediante ecoscandaglio e dragaggi puntiformi a scala originale di 1:100.000. La seconda carta è stata realizzata sulla base della prima, ricorrendo a una campagna di rilevamenti mediante immersioni subacquee. La terza carta è stata realizzata in occasione di una campagna di monitoraggio delle praterie di *Posidonia* lungo l'intero litorale del Lazio e realizzata mediante Side Scan Sonar e videocamere subacquee. La carta attuale, in scala 1:10.000, è stata realizzata dalla Regione Lazio e dall'Università La Sapienza sulla base di dati Side Scan Sonar, ROV, immersioni subacquee e posizionamento DGPS, nell'ambito di una campagna di monitoraggio svoltasi nel 2005.

La distribuzione odierna delle praterie di *Posidonia* è cambiata rispetto a quella dei periodi di riferimento precedenti. Il monitoraggio del 2005 ha permesso di stimare una superficie approssimativa di 2.899 ha di *Posidonia* e 1.800 ha di matite morta. Si osservano grandi differenze spaziali all'interno dell'area di studio. E' possibile infatti identificare una prima zona (ad ovest), corrispondente alla prateria che si estende in corrispondenza di Capo Circeo. Questa è quella che è stata meno intaccata nel corso degli anni, probabilmente perché la prateria è situata a maggiore distanza dalla costa rispetto alle altre, e di conseguenza è meno soggetta agli impatti indotti dagli apporti continentali. Inoltre, questa area è la meno sfruttata dalla pesca a strascico illegale essendo caratterizzata dalla presenza di substrati duri sparsi. La seconda zona (l'area centrale), è quella compresa tra Capo Circeo e Terracina, e presenta una prateria in evidente stato di regressione, con arretramento sia del margine inferiore che di quello superiore. Questo litorale è stato ampiamente antropizzato nel corso degli ultimi cinquanta anni, con un forte degrado della qualità delle acque e dell'equilibrio sedimentario della spiaggia. La terza zona (ad est), che si estende da Terracina a Sperlonga,



mostra una regressione moderata, caratterizzata da un leggero arretramento del limite inferiore della prateria.

Per queste tre zone è stata calcolata la riduzione della copertura delle praterie di Posidonia e lo spostamento del limite inferiore. Nel 1959, tale limite era posizionato su fondali di 35 m in tutta l'area (Fusco, 1961), ma la situazione si è ampiamente modificata 20 anni dopo (Ardizzone e Migliuolo, 1982) passando ad una profondità di circa 22-24 m nella parte centrale e di 25 m ad est di Terracina. Il monitoraggio del 1990 ha evidenziato un ulteriore spostamento verso terra del limite inferiore delle praterie che è passato approssimativamente a 30 m al largo di Capo Circeo, a 20-22 m nella parte centrale e a 24-25 m ad est di Terracina (Diviacco *et al.*, 2001). Il monitoraggio del 2005 evidenzia come la zona antistante Capo Circeo risulti essere ancora la meno danneggiata, sebbene si sia ridotta ulteriormente. Nella parte centrale dell'area di studio il limite inferiore ha raggiunto una profondità di circa 20 m,



Fig. 2.25 - Le praterie di Posidonia studiate dalla SAPIENZA. Estensione delle praterie di *Posidonia oceanica* nel 2005 (verde: prateria su sabbia o, matte; verde scuro: prateria su roccia; verde chiaro: prateria di Posidonia mista a matte morta; marrone: matte morta).

mentre nella zona ad est di Terracina esso si posiziona intorno ai 23-25 m. Il limite superiore delle praterie ha subito meno modifiche nel tempo rispetto al limite inferiore, passando da 14 m nel 1959, a 17-18 m rilevati nel 2005, senza differenze significative nelle tre zone sopracitate. L'unica eccezione da segnalare è quella relativa all'area del porto del Circeo. Questa importante opera portuale, realizzata negli anni '60, ha avuto una forte incidenza sulle praterie di Posidonia, provocando un ampio buco nella sua distribuzione (Fig. 2.2.5).

La rapida regressione osservata nell'area può essere riassunta nelle seguenti cifre: l'estensione della prateria di Posidonia era pari a 7.290 ha nel '59, 5.054 ha nel '80, 3.581 ha nel '90 e 2.899 ha nel 2005. La riduzione è quindi del 60 % a partire dal 1959, di cui il 19% a partire dal 1990. La perdita totale di Posidonia corrisponde così approssimativamente a 4.391 ha in un periodo di tempo di 50 anni.

La validazione delle carte storiche è un passo necessario per quantificare l'evoluzione delle praterie (Leriche *et al.*, 2004). Le carte storiche utilizzate dalla SAPIENZA sono risultate attendibili, soprattutto per quanto riguarda la posizione dei limiti superiori ed inferiori. La carta del 2005 è stata realizzata con un sistema integrato Side-Scan Sonar, osservazioni video mediante ROV, immersioni subacquee dirette e posizionamento mediante DGPS, che ha permesso di ottenere il massimo dettaglio possibile.

La situazione rilevata in questa area non è il risultato di un unico catastrofico evento, tuttavia, le innumerevoli attività umane che hanno modificato il litorale dell'intero Mediterraneo (Boudouresque *et al.*, 2006), hanno sicuramente accelerato tale regressione: urbanizzazione del litorale, costruzione di porti e di opere costiere, reflui provenienti dall'agricoltura intensiva nell'entroterra, abusivismo edilizio, pesca a strascico illegale.

Confrontando le praterie oggetto di studio con quelle delle isole Pontine, situate una ventina di miglia al largo dalla costa in esame, si evidenziano ulteriori prove della relazione esistente tra la trasformazione dei litorali e la regressione della Posidonia. Su questo arcipelago non grava nessuno dei fattori di rischio prima menzionati e le praterie di Posidonia sono stabili nel tempo, almeno negli ultimi 15 anni (Ardizzone, com. pers.), non registrandosi tracce di regressione quali la presenza di matte morta.

La seconda tappa delle attività eseguite durante questa prima fase del lavoro ha interessato l'elaborazione di un piano di studio per determinare gli effetti attenuanti delle praterie, nel loro differente stato di conservazione, rispetto al clima ondoso.

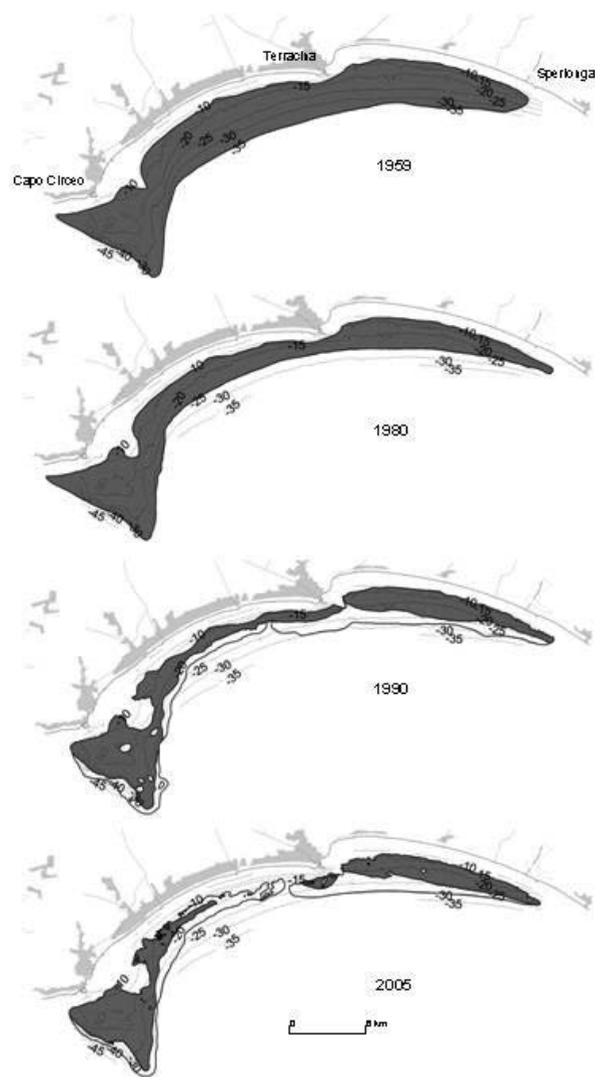


Fig. 2.2.6 - Distribuzione delle praterie di Posidonia nelle carte storiche: 1959 (Fusco, 1961); 1980 (Ardizzone e Migliuolo, 1982); 1990 (Diviacco et al., 2001); 2005: lo stato attuale.

LA SAPIENZA ha scelto già un istituto collaboratore incaricato dei lavori di modellizzazione numerica e della caratterizzazione del clima d'onda per le Fasi B e C: l'Istituto di Scienze Marine, del Consiglio Nazionale delle Ricerche, con sede a Venezia.

L'attività proposta si concentrerà su due siti del litorale di Terracina, delimitato dal promontorio del Circeo ad ovest ed il porto di Terracina ad est, considerato come rappresentativo di una situazione di regressione della prateria di Posidonia a differenti livelli ed intensivamente monitorato nel passato.

Il clima meteo marino e gli studi numerici si concentreranno principalmente su:

- la raccolta dei dati di onda e la verifica della loro qualità per le aree proposte;
- l'elaborazione dei risultati del modello numerico meteo-marino WAM. L'analisi delle serie storiche di 10 anni risultanti dal modello e rilevati nei punti della griglia più prossimi all'area di studio. La calibrazione della serie storica utilizzando dei dati da satellite. Il confronto tra il modello e il dato là dove disponibile;
- L'analisi statistica della climatologia considerata come rappresentativa del clima marino in mare aperto delle aree investigate;
- il trasferimento della climatologia di mare aperto alla costa, utilizzando il modello di terza generazione SWAN;
- le simulazioni numeriche mediante SWAN per stimare le velocità e gli attriti di fondo indotti dalle onde. Le simulazioni potranno considerare anche la granulometria del fondale che sarà dedotta delle carte tematiche rese disponibili dalla Regione Lazio;
- la valutazione delle probabili tendenze di modifica del fondo rispetto ai movimenti delle onde e alle caratteristiche del sedimento;
- la valutazione degli stress al fondo nelle due aree scelte (con definizione di circa 50m);
- la selezione degli scenari che mirano alla valutazione dell'impatto della *Posidonia oceanica* sul clima marino a costa.

Saranno condotte delle sperimentazioni in laboratorio per valutare gli effetti della presenza delle praterie di Posidonia sulla energia delle onde saranno condotte in laboratorio o, se le condizioni saranno possibili, direttamente con ADCP nei siti pilota.



- ESTOURNEL C, DURRIEU DE MADRON X., MARSALEIX P., AUCLAIR F., JULLIAND C., VEHL R. (2003). Observation and modelisation of the winter coastal oceanic circulation in the Gulf of Lions under wind conditions influenced by the continental orography (fetch experiment). *Journal of Geophysical Research*, 108 (C3): 8059.
- B. FERRÉ, K. GUIZIEN, X. DURRIEU DE MADRON, A. PALANQUES, J. GUILLÉN, A. GRÉMARE (2005). Fine-grained sediment dynamics during a strong storm event in the inner-shelf of the gulf of lion (NW Mediterranean). *Continental Shelf Research*, 25: 2410-2427.
- A. GREMARE, J. M. AMOUROUX, G. CAUWET, F. CHARLES, C. COURTIES, F. DE BOVÉE, A. DINET, J. L. DEVENON, X. DURRIEU DE MADRON, B. FÉRRE, P. FRAUNIE, F. JOUX, F. LANTOINE, P. LEBARON, J. J. NAUDIN, A. PALANQUES, M. PUJO-PAY, L. ZUDAIRE (2003). The effects of strong winter storm on physical and biological variables at a shelf site in the mediterranean. *Oceanologica acta*, 26:407-419.
- J.T. KIRBY AND R.A. DALRYMPLE (1995). Refdifl v2.5. refraction diffraction model. Technical report, CACR, Delaware.
- I. A. SVENDSEN, K. HAAS, Q. ZHAO (2002). Shorecirc- the quasi-3d nearshore circulation model. Technical Report CACR-02-01, Center for Applied Coastal Research, University of Delaware.
- CAROLINE ULSES (2005). Dynamique océanique et transport de la matière particulaire dans le Golfe du Lion: Crue, tempête et période hivernale. PhD thesis, Université de Tolosa III, Laboratoire d'Aerologia - UMR CNRS/UPS 5560 - Osservatorio Midi-Pyrénées 14 avenue Edouard Belin - 34140 Tolosa FRANCIA.
- DAVIDSON, M. (2002). Resulting CSIs. Coastal State Indicators Report, 1st report of CoastView Project, <http://141.163.79.209/web/CSI%20Report%20ver%208.pdf>.
- DE VRIEND, H. J. (1996). Mathematical modelling of meso-tidal barrier island coasts, Part I: empirical and semi-empirical models, *Adv. in Coastal and Ocean Eng.*, 2, World Scientific, 115-149.
- ELIAS E. P. L., J. CLEVERINGA, M.C. BUIJSMAN, J.A. ROELVINK, M.J. STIVE (2006). Field and model data analysis of sand transport patterns in Texel Tidal inlet (the Netherlands), *Coastal Eng.*, 53 (5-6): 505-529.
- FLEMMING C. A. AND J.N. HUNT (1976). Application of a sediment transport model, *Proc. 15th Int. Conf. on Coastal Eng.*, Honolulu, ASCE, 1, 1184- 1202.
- HOLMAN R. A. AND R. T. GUZA (1984). Measuring run-up on a natural beach. *Coastal Eng.*, 8 (2): 129-140.
- HOLMAN R. A. (1986). Extreme value statistics for wave run-up on a natural beach, *Coastal Eng.*, 9 (6): 527-544.
- VAN KONINGSVELD M. AND J.P.M. MULDER (2004). Sustainable coastal policy developments in the Netherlands. A systematic approach revealed. *Journal of Coastal Research*, 20(2): 375-385.
- VAN KONINGSVELD M., M.A. DAVIDSDON, D.A. HUNTLEY (2005). Matching science with coastal management needs: the search for appropriate coastal state indicators. *Journal of Coastal Research*, 21(3), 399 – 411.
- BRUUN P. (1972). The history and philosophy of coastal protection. *Proc. 13th Intern. Conf. Coastal Eng.*, ASCE 1, 33-74.
- CAPOBIANCO M., H. HANSON, M. LARSON, H. STEETZEL, M.J.F. STIVE, Y. CHATELUS, S. AARNINKHOF, T. KARAMBAS (2002). Nourishment design and evaluation: applicability of model concepts. *Coastal Engineering* 47, 113-135.
- DAVIS J. L. (1964). A morphogenic approach to world shorelines. *Annals of Geomorphology* 8, 127-142.
- DAVIS J.L. (1958). Wave refraction and the evolution of shoreline curves. *Geogr. Stud.*, 5, 1-14.
- LAVRENOV, I.V. (2003). *Wind-waves in oceans: Dynamics and numerical simulations*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 376 p.
- LEBLOND D.H AND L.A. MYSAK (1978). *Waves in the ocean*. Elsevier Oceanography Series. Amsterdam, 602 pp.
- PERISSORATIS K., I. AGGELOPOULOS, D. MATARAGKAS, D. MITROPOULOS, N. KONISPOLIATIS (1984). Bathymetry, morphology and characteristics of surface sediments at lerissos-Alexandroupolis area. *Proc. of 1st Panhell. Conf. in Ocean. & Fish*, Athens, 1, pp. 14-18.
- SHEPARD F. P. (1973). *Submarine Geology*. 2nd Ed. New York, Harper Row.
- SOUKISSIAN T.H., CHRONIS G. T., K. NITTIS (1999). POSEIDON: Operational Marine Monitoring System for Greek Seas. *Sea Technol.*, 40 (7), 32-37.
- SOUKISSIAN T.H. (2003). An Enhanced Operational System for Wave Monitoring and Prediction with Applications in Hellenic Navigation. Research project financed by the General Secretariat of R&D.
- STODDART, D. R. (1969). World erosion and sedimentation. In: *Water, Earth and Man*, ed. R.J. Chorley, London, Methuen.
- ARDIZZONE G.D., MIGLIUOLO A. (1982). Modificazioni di una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del Medio Tirreno sottoposta ad attività di pesca a strascico. *Naturalista Siciliano*, S. IV, VI (Suppl.3), 509-15.
- ARDIZZONE G.D. (1991). Cartografia bentonica con sistemi video controllati a distanza. *Oebalia*, suppl., XVII, 421-452.
- ARDIZZONE G.D., TUCCI P., SOMASCHINI A., BELLUSCIO A. (2000). Is bottom trawling responsible for the regression of *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean Sea? In: M.J. Kaiser and S.J. de Groot (Eds.), *Effects of Fishing on non-target species and Habitats*. Blackwell Science, 37-46.
- LERICHE A., BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., DENIS J. (2004). A one-century suite of seagrass bed maps: can we trust ancient maps? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 59, 353-362.
- BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L. (2006). Preservation et conservation des herbiers a *Posidonia oceanica*. RAMOGE Pub., 1-202.

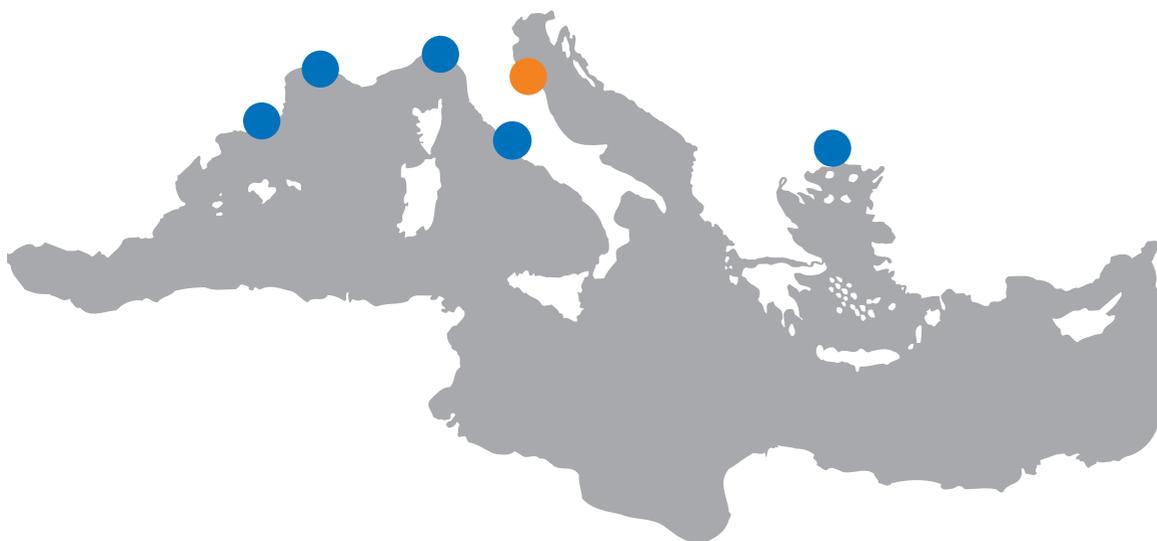


- DIVIACCO G., SPADA E., VIRNO LAMBERTI C. (2001). Le Fanerogame marine del Lazio. Descrizione e cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica* e dei prati di *Cymodocea nodosa*". Quaderno ICRAM, 113 pp.
- FUSCO N. (1961). Carta da Pesca n. 3. Da Capo Circeo a Capo Miseno. Ministero Marina Mercantile. Direzione Generale Pesca Marittima.

ReSaMMé

RICERCA DI SABBIA SOTTOMARINA NEL MAR MEDITERRANEO

RICERCHE DI DEPOSITI SOTTOMARINI NELL'AREA MEDITERRANEA PER LA DETERMINAZIONE DELLE POTENZIALI MASSE SABBIOSE UTILIZZABILI PER IL RIPASCIMENTO DELLE SPIAGGE SOGGETTE AD EROSIONE, NONCHÉ PER LA DEFINIZIONE E LA CONDIVISIONE DI LINEE-GUIDA PER RICERCHE FUTURE



CAPOFILA
ARPA Ingegneria Ambientale (Emilia-Romagna)
Responsabile: Mentino Preti (mpreti@arpa.emr.it)

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Dipartimento Scienze della Terra DST (Lazio)
Responsabile: Francesco Latino Chiocci
(Francesco.Chiocci@uniroma1.it)

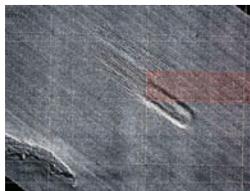
Università degli Studi di Genova-Dipartimento per lo
Studio del Territorio e delle Sue Risorse DIPTERIS
(Liguria)
Responsabile: Giuliano Fierro (corradi@dipteris.unige.it)

Université de Perpignan-Laboratoire de Biophysique et
Dynamique des Systèmes Intégrés BDSI (Hérault)
Responsabile: Michel Tesson (tesson@univ-perp.fr)

Instituto de Ciencias del Mar ICM (Catalunya)
Responsabile: Gemma Ercilla (belen@icm.csic.es)

Université Democritus de Thrace, Faculté des Ingénieurs
de l'Environnement DUTH
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Vassilios A. Tsihrintzis (tsihrin@otenet.gr)

Responsabile di misura: Roberto Montanari Regione Emilia-Romagna	Partenariato OCR	Budget
2.3. La ricerca dei giacimenti sabbiosi: risorse naturali di sabbia sulla piattaforma continentale Stima delle potenzialità, sistemi di sfruttamento, valutazione dei costi	Département de l'Hérault	€ 107.800,00
	Regione Liguria	€ 183.787,50
	Regione Emilia-Romagna	€ 142.000,00
	Région Macédoine Est-Thrace	€ 70.180,00
	Generalitat de Catalunya	€ 100.000,00
	Regione Lazio	€ 33.000,00
	TOTALE	€ 636.767,50



LA MISURA 2.3

La ricerca dei giacimenti sabbiosi: risorse naturali di sabbia sulla piattaforma continentale

Uno dei lavori sviluppati nell'ambito del progetto europeo BEACHMED (Interreg III B – Medocc) è stato lo studio dal titolo « ipotesi di linee guida per la ricerca a mare di sabbie da utilizzare per il ripascimento dei litorali in erosione » elaborato dall'Università di Roma «La Sapienza» in collaborazione con l'Università di Genova. Questo studio è particolarmente importante perché è stato già condiviso con gli altri partner del progetto (Regione Toscana, Regione Liguria e Regione Lazio) e rappresenta un punto di riferimento per il futuro sviluppo di un protocollo per la definizione di standard e di una terminologia opportuna, in relazione anche alle strategie di ricerca. Ad esempio, basandosi sul principio del ripascimento con materiali di dimensione granulometrica uguale o superiore a quella in equilibrio nelle zone in erosione, la maggior parte dei progetti di ricerca di giacimenti sabbiosi aveva provato ad identificare e caratterizzare zone potenzialmente coltivabili o APE (aree di potenziale estrazione) di questo tipo.

Obiettivi generali

- Stima delle potenzialità dei depositi sabbiosi sotto-marini sulla piattaforma continentale e ricerca di nuovi depositi;
- Perfezionamento e diffusione a tutti i partner coinvolti nell'operazione di linee guida per la ricerca a mare di sabbie da utilizzare per i ripascimenti dei litorali in erosione.

Obiettivi specifici

- Ricerca dei depositi di sabbie da fini a grossolane (anche ghiaie) su tutta la piattaforma continentale, a partire dalle basi di dati esistenti ed accessibili;
- Definizione di depositi potenziali, con un archivio dei dati sedimentologici e sismici disponibili per ogni sito;
- Stima dei volumi di sabbia presenti in ogni deposito e della quantità utilizzabile per il ripascimento delle spiagge. Caratterizzazioni sedimentologiche e stratigrafiche dei depositi noti, con rilevamenti geognostici specifici (carotiere e benna);
- Realizzazione di campagne di ricerca geofisiche e geognostiche (carotieri e benna) sulla piattaforma, per determinare la presenza di eventuali depositi sabbiosi;
- Ottenere una batimetria di dettaglio 2D e 3D, per osservare le morfologie superficiali dei fondali e determinare, possibilmente, l'eventuale continuità/discontinuità dei depositi;
- Indagine Side Scan Sonar (SSS) per osservare strutture sedimentarie superficiali, presenza di praterie di Posidonia (alle batimetriche più basse) e anche eventuali presenze di resti

- archeologici, con dimensioni tali da rientrare nel potere risolutivo delle apparecchiature usate;
- Acquisizione geofisica (sub Bottom Profiler, Boomer, ecc.);
- Campionamenti ed analisi granulometriche;
- Utilizzo dei nuovi dati e sintesi a campagna conclusa. Redazione del rapporto finale definitivo;
- Diffusione dei risultati;
- Condivisione del protocollo metodologico con i partner interessati e valutazione di eventuali esigenze territoriali specifiche;
- Perfezionamento e applicazione pratica del protocollo ad attività di dragaggio e ripascimento programmati dai partner interessati.

Il Sottoprogetto ReSaMMé

Ricerca di Sabbia sottomarina nel Mar Mediterraneo.

Ricerche di depositi sottomarini nell'area mediterranea per la determinazione delle potenziali masse sabbiose utilizzabili per il ripascimento delle spiagge soggette ad erosione, nonché per la definizione e la condivisione di linee guida per ricerche future.



Mentino Preti (Capofila)¹, Margherita Aguzzi¹, Nunzio De Nigris¹, Maurizio Morelli¹, Eleonora Martorelli², Francesco Giuseppe Falese², Francesco Chiocci², Giovanni Battista La Monica², Giuliano Fierro³, Nicola Corradi³, Marco Ferrari³, Ileana Balduzzi³, Michel Tesson⁴, Isabelle Lortal⁴, Belen Alonso⁵, Gemma Ercilla⁵, Ferran Estrada⁵, Marcel·lí Farran⁵, Vassilios A. Tsihrintzis⁶, Georgios K. Sylaios⁶

1 ARPA-IA

2 Università degli studi di Roma "La Sapienza" DST

3 Università degli studi di Genova DIPTERIS

4 Université de Perpignan BDSI

5 ICM

6 DUTh

Parole chiave: sabbie, piattaforma continentale, erosione, spiagge, ripascimento

Introduzione

La gestione e la ricostruzione di tratti del litorale soggetti all'erosione rappresentano un tema fondamentale dell'Operazione BEACHMED-e, tanto in termini di difesa e di messa in sicurezza dei territori costieri, che da un punto di vista economico e di sfruttamento turistico delle spiagge, aspetti di grande importanza per le amministrazioni pubbliche competenti in materia. Nel corso degli ultimi due decenni, la tecnica di ripascimento delle spiagge con sabbia proveniente dai fondali marini è migliorata su scala internazionale, sia a livello di costi che a livello d'impatto ambientale, entrambi ormai ridotti, per questo tipo d'intervento.

La richiesta di materiali provenienti dai giacimenti marini è aumentata in modo importante così come la necessità da parte delle amministrazioni di stabilire un

quadro molto dettagliato della loro localizzazione, caratteristiche e potenzialità. Ciò allo scopo di gestire in modo sostenibile tali risorse, considerate strategiche per la difesa delle zone costiere e per il mantenimento delle spiagge.

Il tema è stato già studiato nel primo progetto BEACHMED (INTERREG III B - Medocc) allo scopo di descrivere una prima "ipotesi di linee guida per la ricerca in mare di depositi di sabbia da utilizzare per il ripascimento dei litorali in erosione". Nell'ambito dell'Operazione BEACHMED-e, le amministrazioni partner hanno deciso, com'è indicato nel Rapporto degli Obiettivi (misura 2.3), non soltanto di finanziare una linea di ricerca per conoscere più precisamente i depositi sommersi che possono essere utilizzati per il ripascimento delle spiagge, ma anche per perfezionare i protocolli di studio e di caratterizzazione di tali giacimenti.

Il sottoprogetto ReSaMMé "Ricerca di Sabbie sottomarine nel Mar Mediterraneo - Misura 2.3" s'inserisce nella seconda componente del progetto BEACHMED-e, che s'intitola "Progettazione e realizzazione di strumenti tecnici per la caratterizzazione del fenomeno erosivo su scala mediterranea e per lo sfruttamento sostenibile delle risorse". In questo sottoprogetto sei partner europei condividono le loro esperienze nei settori della ricerca dei giacimenti sabbiosi in mare, destinati al ripascimento di spiagge in erosione, allo scopo di scoprire nuove risorse e valutare le loro potenzialità estrattive.

Lo scopo di questa prima fase di lavoro (fase A) è la sistematizzazione dei dati di base e delle metodologie (strumenti tecnici, criteri scientifici) disponibili per la ricerca dei materiali inerti in mare, sulle piattaforme continentali, al fine di elaborare un protocollo comune ed una terminologia comune, che siano adeguati a questo tipo di analisi. In questa relazione di fine fase A, ogni partner espone i risultati delle ricerche condotte fino ad oggi sulla piattaforma antistante le regioni d'appartenenza, e dà la definizione dello stato attuale degli studi condotti sulle piattaforme continentali del mare Mediterraneo dallo studio della bibliografia disponibile.

Regione Emilia-Romagna (Italia)

L'area mare-coste di ARPA Ingegneria Ambientale di Bologna (ex IDROSER Spa) ha realizzato nel 1984 la prima ricerca in Italia di depositi sabbiosi in mare da destinare al ripascimento delle spiagge in erosione. La partecipazione al progetto europeo BEACHMED-e, ha i seguenti obiettivi:

- ampliare le conoscenze riguardanti i depositi sabbiosi presenti in Adriatico Settentrionale;
- contribuire al quadro conoscitivo europeo inerente la ricerca nel Mediterraneo delle risorse sabbiose sottomarine, mettendo a disposizione 25 anni di esperienza maturati in mare, di fronte alla costa emiliano-romagnola.

Inquadramento geologico e stratigrafico dell'Adriatico settentrionale

Il Mare Adriatico settentrionale consiste, dal punto di vista geomorfologico, in un'ampia piattaforma continentale a gradiente estremamente basso.

L'evoluzione geologica recente è strettamente legata alle numerose fluttuazioni eustatiche tardo-quadernarie. Durante l'ultimo acme glaciale, 18.000 anni fa quando il livello del mare era oltre 100 m più in basso rispetto alla quota attuale, l'Adriatico settentrionale rappresentava una pianura alluvionale emersa (FST/LST; fig. 2.3.1) attraversata dal fiume Po che sfociava circa 250 km a sud del delta attuale.

Durante la successiva risalita eustatica, concomitante il progressivo riscaldamento climatico olocenico, larga parte di questa pianura glaciale è stata sommersa evolvendo così in una piattaforma continentale sulla quale si sono depositati sedimenti trasgressivi (TST) in facies di retrobarriera e marina (TST; Trincardi *et al.*, 1994; Correggiari *et al.*, 1996 a, b; Fabbri *et al.*, 1999).

Il successivo sistema di stazionamento alto (HST; fig. 2.3.1) è rappresentato da un cuneo fangoso progradante di prodelta, accumulato negli ultimi 5.500 anni lungo la costa sotto l'effetto delle vicine foci fluviali (Correggiari *et al.*, 2001; 2005). Il cuneo pelitico si estende fino a 35-40 km di distanza dalla costa, zona in cui compaiono una serie di dossi sabbiosi legati alla precedente fase trasgressiva (Brambati *et al.*, 1973; Colantoni *et al.*; 1990).

Questi accumuli sabbiosi rappresentano cordoni litorali relitti, depositati approssimativamente 8-9.000 anni fa e testimonianti la progressiva retrogradazione degli ambienti deposizionali parali (Colantoni *et al.*, 1990; Correggiari *et al.*, 1996).

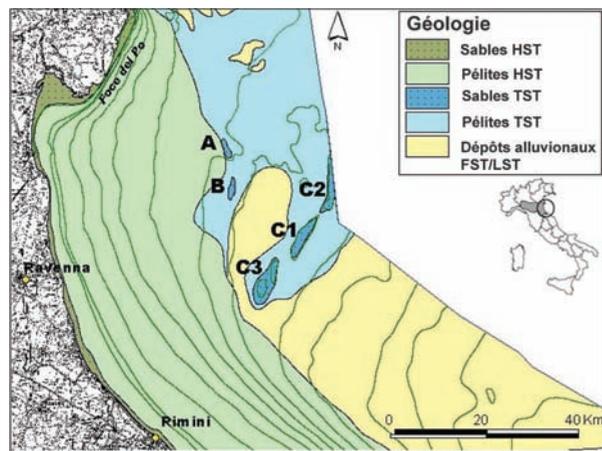


Fig. 2.3.1 - Carta geologica del Mar Adriatico settentrionale. A, B, C1, C2, C3: accumuli sabbiosi.

Ricerca e sfruttamento dei giacimenti sabbiosi sottomarini nel Mar Adriatico

Negli ultimi 25 anni in Emilia-Romagna, la collaborazione di IDROSER prima, e ARPA-IA a partire dal 1996, con ISMAR CNR di Bologna ha permesso di approfondire notevolmente le conoscenze inerenti questi corpi

sabbiosi sommersi (Brambati *et al.*, 1967; 1973; Colantoni *et al.*, 1990; IDROSER, 1985; 1990; Correggiari *et al.*, 1996; 2001).

Numerose campagne oceanografiche, realizzate con mezzi navali di ARPA (Daphne di Cesenatico), del CNR e di altre aziende private, sono state eseguite al fine di caratterizzare geologicamente questi rilievi (ARPA-Regione Emilia-Romagna, 2001; 2006).

Le indagini geofisiche e geognostiche sono state concentrate principalmente su tre aree denominate A, B e C (fig. 2.3.1), dove i rilievi batimetrici e sismoacustici hanno permesso di individuare accumuli sabbiosi sui quali sono state eseguite indagini geognostiche di dettaglio (bennate e vibrocarotaggi). L'analisi sedimentologica e stratigrafica dei dati, ha portato alla definizione della geometria dei corpi sabbiosi sommersi e dei relativi rapporti stratigrafici con le unità pelitiche circostanti. Sulla base di tali ricostruzioni è stata valutata la strategia di sfruttamento di questi accumuli come cave di prestito di sabbia da destinare al ripascimento delle spiagge emiliano-romagnole.

I dossi A e B, posti alla profondità di 34 m e a circa 40 km dalla costa, risultano costituiti da sabbie dello spessore rispettivamente di 2 m e 1 m e risultano ricoperti da una coltre pelitica.

L'area C è formata da tre dorsali (C1, C2, C3) lunghe circa 12-15 km ubicate su un fondale di 41 m, alla distanza di circa 55 km dal litorale. Le sabbie affiorano all'interfaccia acqua-sedimento e raggiungono lo spessore massimo di 3 m.

Dal dosso C1, nel 2002, sono stati dragati 800.000 m³ di sabbia (Preti, 2002) e, visti i buoni risultati ottenuti, Regione ed ARPA-IA hanno in programma per il 2007 di prelevare 900.000 m³ di sabbia dalla porzione meridionale di questo rilievo morfologico e 100.000 m³ dall'area A. Quest'ultimo dosso, ricoperto da alcuni decimetri di peliti, sarà oggetto di un monitoraggio al momento del dragaggio, volto a valutare l'impatto sull'ambiente circostante prodotto dalla diffusione dei fini.

Regione Lazio (Italia)

Nel corso della fase A è stata svolta un'analisi preliminare della bibliografia esistente relativa a studi effettuati per l'individuazione di depositi sabbiosi in mare. La ricerca bibliografica è finalizzata ad una sintesi delle conoscenze che verrà realizzata nella fase successiva, in maniera da valutare le metodologie utilizzate in aree con caratteristiche geologiche-stratigrafiche differenti.

La bibliografia esistente è piuttosto vasta, tuttavia gran parte del materiale fa riferimento a ricerche effettuate in contesti extra-mediterranei (es. piattaforma continentale nord-atlantica americana ed europea, si veda ad es. Williams *et al.*,

2003). Ciononostante tale letteratura fornisce alcuni spunti di interesse per la realizzazione del protocollo metodologico (es. Williams and Poppe, 2006; Zarillo, 2006; Finkl *et al.*, 2004; Finkl and Khalil, 2005; Wienberga and Bartholoma, 2005). In generale si osserva una certa variabilità nella tipologia dei depositi di potenziale interesse per la ricerca di sabbie. Le tipologie di prospezione utilizzate nelle diverse aree risultano piuttosto omogenee (sismica ad alta e altissima risoluzione, sonar a scansione laterale, batimetria multifasci e vibrocarotaggi); tuttavia, le fasi di realizzazione dei diversi rilievi, il grado di approfondimento e il peso delle singole metodologie risulta variabile nei diversi contesti.

Con riferimento all'analisi delle linee guida riportate nel 3° Quaderno Tecnico del precedente progetto BEACHMED, sono stati individuati alcuni aspetti da ampliare e nuove tematiche da trattare:

- Differenziazione dei rilievi/procedure in relazione all'assetto morfologico-sedimentologico-stratigrafico;
- Elasticità nella realizzazione del programma con possibili variazioni nel piano dei rilievi.

È stata inoltre effettuata l'analisi dei dati in possesso del Dipartimento (piattaforma continentale laziale, toscana e abruzzese, aree ove sono state svolte numerose attività di ricerca sabbie), in maniera da individuare situazioni tipo da utilizzare per la definizione del protocollo metodologico. I depositi sabbiosi potenzialmente sfruttabili per il ripascimento dei litorali in erosione individuati nelle diverse aree di piattaforma investigate sono di origine molto recente (essenzialmente tardo-quadernaria) con formazione nell'ambito dell'ultimo ciclo di variazione del livello del mare (all'incirca gli ultimi 125.000 anni). Essi sono piuttosto variabili sia per tipologia (es. depositi litorali, terrazzi deposizionali sommersi, forme di fondo, riempimento di paleoalvei) che per collocazione stratigrafica (es. depositi formati durante l'ultima fase di caduta-basso stazionamento del livello del mare o nel corso della trasgressione versiliana).

In considerazione delle ricerche svolte sino ad oggi, dell'analisi dei dati esistenti e al fine di ottimizzare la metodologia di ricerca delle sabbie, si ritiene di particolare importanza approfondire l'analisi dei diversi assetti geologico-stratigrafici che presiedono alla formazione-preservazione dei depositi sabbiosi.

Regione Liguria (Italia)

La ricerca di depositi "relicti" sulle piattaforme continentali è uno dei più recenti sviluppi applicativi della geologia marina. I risultati del progetto U.E. Interreg III B BEACHMED appena concluso hanno consentito di fornire un quadro evolutivo

della sedimentazione lungo la piattaforma continentale ligure sufficientemente esaustivo, soprattutto per quanto riguarda l'evoluzione tardo quadernaria e in particolare il deposito di sedimenti trasgressivo-regressivi durante l'ultimo ciclo glacioeustatico (Corradi *et al.*, 2004). Infatti durante l'ultimo massimo glaciale risalente a 18-20.000 anni fa, il livello marino era depresso di circa 120 metri, la piattaforma continentale era completamente emersa e costituiva una piana alluvionale le cui dimensioni erano condizionate dall'evoluzione strutturale e sedimentaria del margine. In questo contesto i sistemi deltizi e i depositi litorali erano confinati in corrispondenza del ciglio della piattaforma continentale, formando corpi progradanti (Low Standing System Tract) e determinando nuove estensioni delle unità fisiografiche, conferendo ai sistemi deposizionali diverse ampiezze e continuità laterali.

Durante la trasgressione versiliana, corrispondente alla risalita del livello marino verso l'alto stazionamento proprio dell'optimum climatico, i sistemi costieri sono migrati progressivamente dal ciglio della piattaforma alla posizione attuale. Poiché

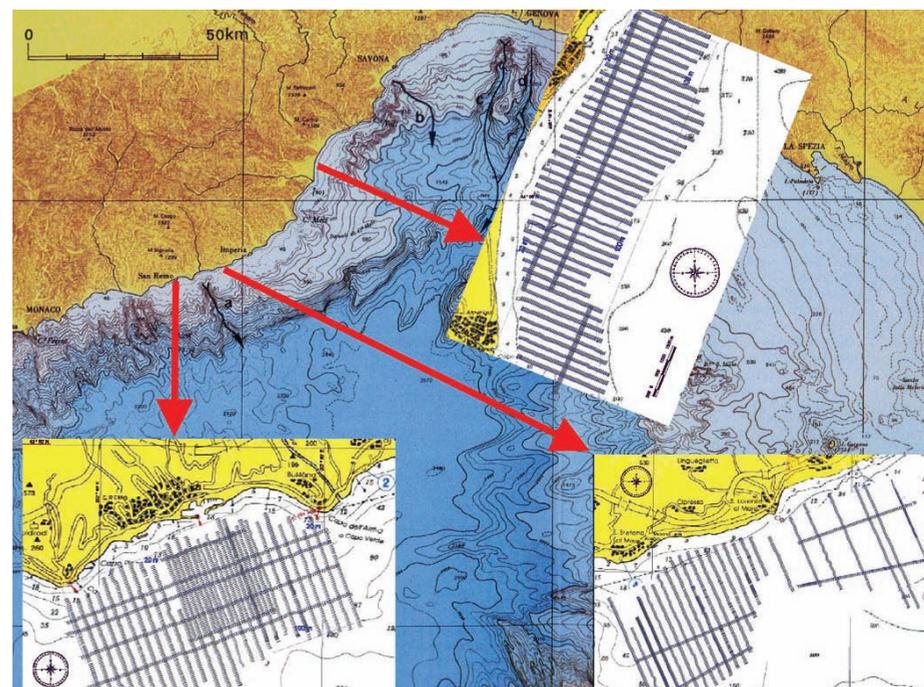


Fig. 2.3.2 - Zone oggetto di indagini geofisiche e di carotaggi nel periodo Marzo-Agosto 2004 (campagna BEACHMED).

questa migrazione non è stata continua, durante le stasi si sono depositati accumuli sedimentari riferibili a sistemi deltizi e litorali (Corradi *et al.*, 2005). La campagna di geologia marina condotta nell'ambito delle attività finanziate dalla U.E. Interreg IIIB BEACHMED e dalla Regione Liguria nel periodo Marzo-Agosto 2004 con l'esecuzione di 340 Km di survey sismico e 40 carotaggi vibracore (fig. 2.3.2) ha consentito di individuare depositi litorali e deltizi sottocosta a batimetrie comprese tra 20 e 40 m e nella piattaforma esterna tra 60 e 80 m, in zone a scarsa copertura di fanghi pelitici olocenici (di alto stazionamento del l.m.m.) (Ivaldi *et al.*, 2006) nei settori di Ospedaletti-Capo dell'Arma e Albenga-Loano e S. Stefano-Imperia.

Nel primo settore (Balduzzi *et al.*, 2005), al di sotto di una debole copertura pelitica, sono stati campionati sedimenti da sabbiosi a sabbioso-ciottolosi corrispondenti a depositi deltizi e litorali (fig. 2.3.3), mentre nel secondo settore (Balduzzi *et al.*, 2005), che costituirà l'area di interesse per il progetto ReSaMMé, le analisi tessiturali sui campioni, al di sotto dei livelli pelitici olocenici, hanno rilevato tessiture comprese tra sabbie, sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose riferibili a depositi litorali di spiaggia (fig. 2.3.4). Nella terza area i sedimenti sono risultati

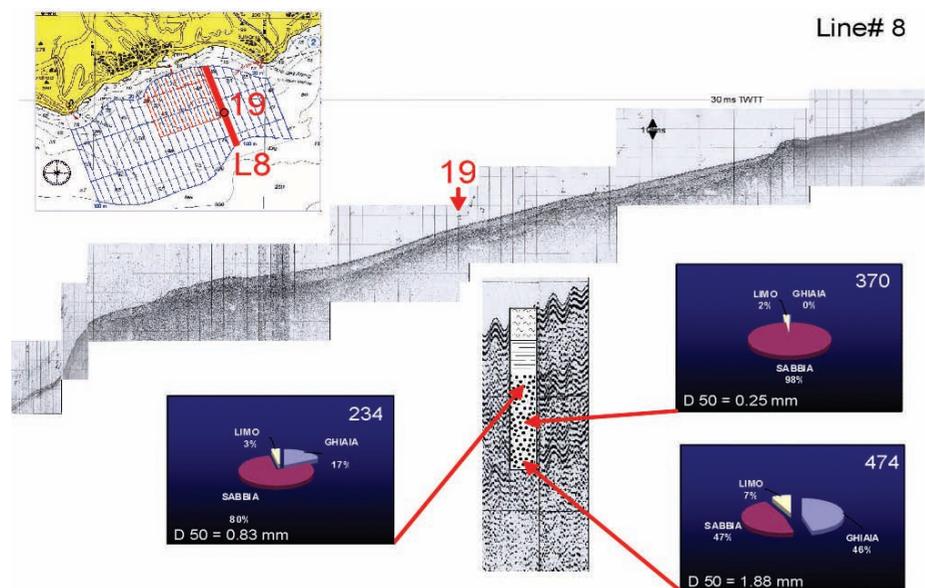


Fig. 2.3.3 - Linea sismica L8 (Sub Bottom Profiler 3,5 kHz) che mostra dei depositi litorali «relitti», la posizione del carotaggio 19 con la calibratura sismo-stratigrafica e la composizione granulometrica dei livelli d'interesse.

cementati (beach rock), pertanto non idonei ad un possibile dragaggio. Le ricerche condotte durante la fase A del progetto “ReSaMMé” hanno riguardato principalmente:

- Il completamento delle indagini bibliografiche in parte già disponibili dal progetto BEACHMED.
- Riesame delle linee sismiche corrispondenti ai depositi litorali individuati.
- Completamento dell'apertura delle carote recuperate durante la campagna BEACHMED 2004.

Le ricerche condotte nell'ambito dei due progetti BEACHMED e BEACHMED-e hanno consentito di esporre i risultati, in diversi convegni nazionali ed internazionali.

Regione Languedoc–Roussillon (Francia)

Il laboratorio BDSI dell'Università di Perpignan, quarto partner del progetto ReSaMMé, ha scelto di esplorare le riserve di sabbie e ghiaie di un settore della piattaforma esterna del Golfo del Leone, situato a profondità comprese tra 90 e 105 m.

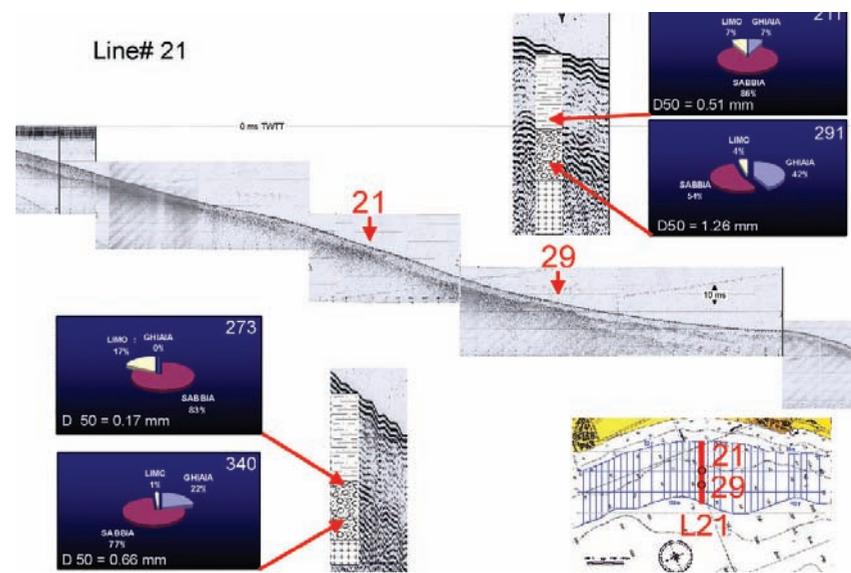


Fig. 2.3.4 - Linea sismica L21 (Sub Bottom Profiler 3,5 kHz) che mostra due cordoni litorali «relitti», la posizione dei carotaggi 21 e 29 con le rispettive calibrature sismo-stratigrafiche e la composizione granulometrica dei livelli d'interesse.

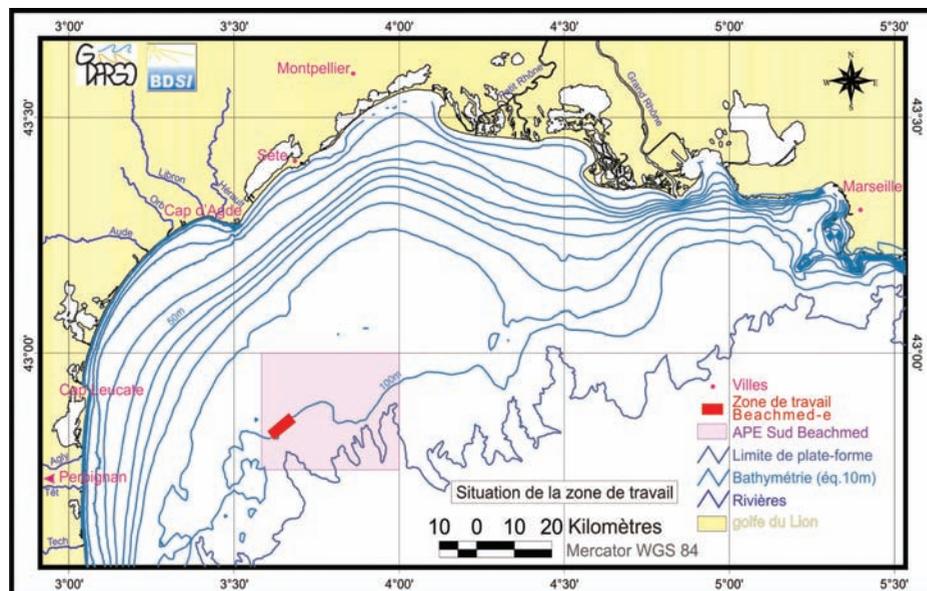


Fig. 2.3.5 - Posizione della zona di lavoro.

Zona di studio

Cominciando dai lavori realizzati nel corso del precedente progetto BEACHMED, al quale aveva partecipato il laboratorio BDSI, è stata contemplata una prima zona di studio situata nella zona «APE» Sud BEACHMED. Tuttavia, a seguito dell'analisi delle recentissime pubblicazioni (Lobo e al., 2004; Boyer e al., 2005; Labaune, 2005; Labaune e al., 2005 a,b; Tesson e al., 2005) e delle consultazioni della base SISMER dell'IFREMER, è stato deciso di ridurre la superficie di studio prevista inizialmente, e di scegliere la zona di lavoro nella fascia ovest dell'APE Sud, dove si sono svolti i recenti lavori dell'IFREMER e dello SHOM (batimetria e geoacustica), con l'auspicio di trarre, dei risultati significativi. La parte della campagna d'acquisizione nell'ambito del sottoprogetto ReSaMMé ha potuto dunque limitarsi alla realizzazione di vibrocarotaggi, divenendo finanziariamente realizzabile.

La zona di lavoro scelta si colloca al margine della piattaforma continentale del Golfo del Leone, a una profondità di circa cento metri (fig. 2.3.5). Misurando circa 2 per 7 km, questa zona costituisce una potenziale riserva di numerosi milioni di metri cubi di sabbia.

Metodologia di lavoro

La ricerca di depositi sabbiosi in ambiente sottomarino si articola in due fasi, attraverso lo studio dei dati di natura complementare (Penland e al., 1990; Augris e Cressard, 1991; Conkwright e al., 2000; Anderson e Wellner, 2002). Una prima prospezione indiretta dei fondali marini (morfo-batimetria, geofisica), offre una visione generale dell'organizzazione dei depositi. Successivamente, indagini dirette più costose (perforazioni o carotaggi) in dei punti strategici individuati nel corso della fase I, permettono di affinare lo studio dei depositi e d'individuare le caratteristiche litologiche.

Inventario dei dati esistenti

Due enti hanno lavorato sulla zona di interesse. Il GD ARGO dispone di dati geofisici (profili Sparker) acquisiti tra il 1990 e il 1998 nel corso di 7 campagne. L'IFREMER dispone di dati recenti (tra il 2002 e il 2005), acquisiti nel corso di 3 campagne: dati sedimentologici (perforazioni), morfo-batimetrici (multibeam e sonar laterale) e geofisici (profili Chirp e scandaglio del sedimento 2,5 kHz) (fig. 2.3.6).

Sulla base dei dati di riferimento descritti nel rapporto della fase A, è stata proposta una strategia di acquisizione dati. Questa strategia prevede la predisposizione di regole applicative, con l'IFREMER da un lato, per l'accesso ad alcuni dati esistenti, e la società Alpine Ocean, dall'altro, per l'acquisizione di nuovi dati.

Seguendo questa strategia, potranno essere raggiunti gli obiettivi definiti nel sottoprogetto ReSaMMé per la Regione del Golfo del Leone, ovvero la caratterizzazione dei depositi sabbiosi marini, la stima dei volumi disponibili e la definizione delle caratteristiche geotecniche.

Generalitat de Catalunya (Spagna)

Sintesi delle attività

In questo rapporto sono state sintetizzate le attività realizzate dall'Istituto di Scienze del Mare (ICM) di Barcellona nell'ambito del progetto nel corso della fase A. Queste attività sono le seguenti: raccolta bibliografica, in particolare dei sedimenti sabbiosi della piattaforma continentale catalana; raccolta di carte (geologiche, di tessitura del suolo, geomorfologiche, batimetriche e di navigazione) e inventario dei dati accessibili all'ICM (dati di geofisica e di campionamento dei sedimenti).

Bibliografia

L'informazione bibliografica di seguito presentata, si riferisce agli studi geologici

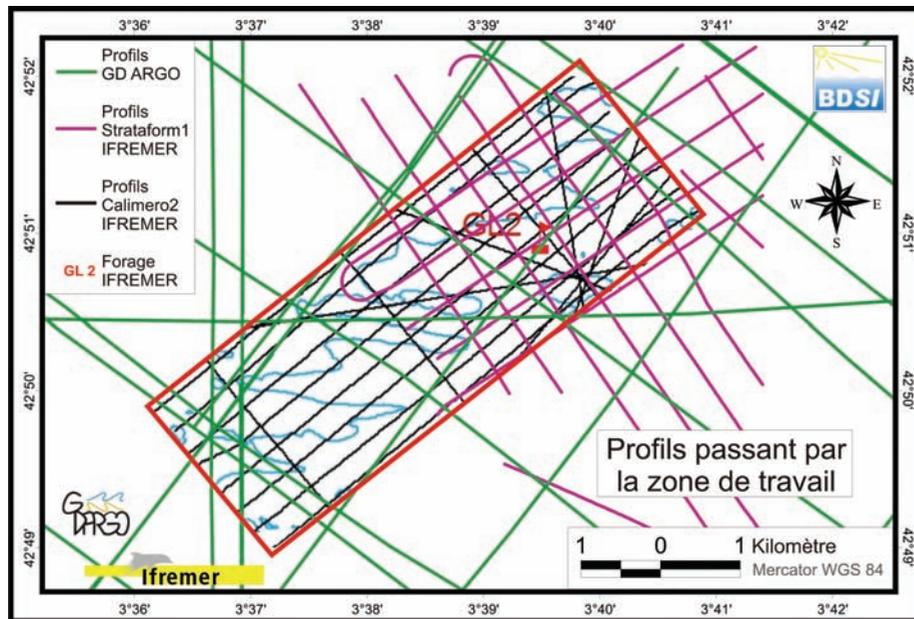


Fig. 2.3.6 - Profili che attraversano la zona di lavoro.

della piattaforma continentale catalana (Maldonado e Zamarreño, 1983; Storia naturale, 1992) e in particolare a delle pubblicazioni riguardanti i sedimenti superficiali (Sainz-Amor, 1974), Subsuperficiali del Quaternario (Ercilla e al., 1995), la dinamica sedimentaria ed elementi morfosedimentari (Díaz e al., 1984; Díaz e Maldonado, 1990; Diaz e al., 1996). Sono riportati di seguito i riferimenti a carte geologiche di vario tipo (IGME, 1989).

Carte

L'archivio delle carte geologiche della piattaforma continentale catalana è composto da carte geologiche (stratigrafia), strutturali (tettonica), che presentano gli elementi morfostutturali e tessiturali dei sedimenti superficiali (percentuali di ghiaia, sabbia, fango, argilla e carbonato di calcio). E' stata altresì realizzata una carta batimetrica del litorale catalano, a partire dall'integrazione di varie fonti di dati. L'Istituto di Scienze del Mare di Barcellona dispone di un archivio costituito da varie carte in versione cartacea, utili alla navigazione e alla localizzazione dei campioni delle campagne oceanografiche.

Queste carte geologiche sono disponibili in vari formati: numerico, vettoriale e cartaceo:

- Carte geologiche (stratigrafia, morfostrutture, strutture tettoniche superficiali) (1:200.000);
- Carte del rapporto tessitura/carbonato (1:400.000);
- Carte di tessitura superficiale (1:400.000 e 1:200.000);
- Carte morfostrutturali (1:200.000);
- Carte geomorfologiche (1:1.000.000);
- Carte batimetriche;
- Carte nautiche.

Dati sedimentologici e geofisici

In questo paragrafo si espongono i dati disponibili contenuti nell'archivio dell'Istituto di Scienze del Mare di Barcellona, relativi alla piattaforma continentale catalana. Questi dati emergono da campioni di sedimenti, ottenuti con diverse tecniche di campionamento, e da dati di geofisica raccolti anch'essi secondo tecniche diverse (fig. 2.3.7).

Dati sedimentologici

L'elenco delle stazioni di campionamento di sedimenti dalla piattaforma continentale catalana consiste in 3.128 campioni (fig. 2.3.7). Sono state inoltre

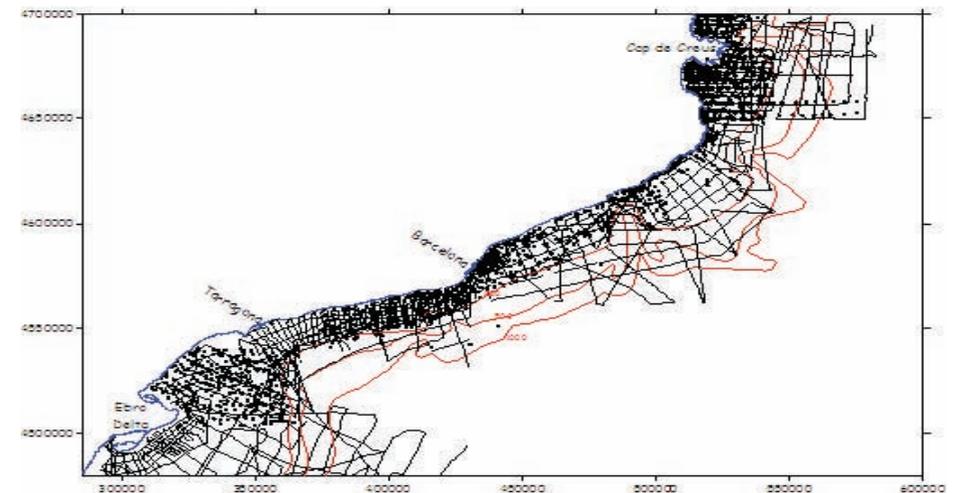


Fig. 2.3.7 - Carta di posizione delle stazioni di campionamento e delle linee sismiche registrate lungo la piattaforma continentale catalana.

eseguite 257 foto subacquee. L'insieme di questi campioni è stato ottenuto con delle campagne oceanografiche effettuate tra il 1978 e il 1988, e utilizzando diverse tecniche di campionamento (Tabella 2.3.1): Carotiere Kulleberg (169 campioni), box corer (106 campioni), rock corer (1557 campioni), Benna Van Been (1134 campioni), carotiere a gravità (71 campioni) e draga (3 campioni).

Tabella 2.3.1 - Campagne di campionamento di sedimenti realizzate nella piattaforma continentale catalana e numero di campioni prelevati in funzione della tecnica utilizzata.

Carotiere a gravità	Carotiere Kulleberg	Rock corer	Box corer	Benna Van Been	Draga	Foto subacquee
71	169	1557	106	1134	3	257

Dati geofisici

La raccolta delle campagne di geofisica effettuate lungo la piattaforma continentale catalana rivela l'esistenza di profili sismici per una lunghezza totale di 15071 km (fig. 2.3.7). L'insieme di questi profili sismici è stato ottenuto grazie a numerose campagne oceanografiche, realizzate tra 1979 e il 1988, utilizzando diverse tecniche di geofisica (Tabella 2.3.2): Sparker (3225 km), Geopulse (1926 km), Surfboom (2145 km), 3,5 kHz (5157 km), Airguns (465 km) e Side Scan Sonar (2153 km).

Tabella 2.3.2 - Campagne di geofisica realizzate nella piattaforma continentale catalana e chilometri coperti in funzione della tecnica utilizzata.

Sparker (km)	Geopulse (km)	Surfboom (km)	3.5 kHz (km)	Airguns (km)	SSS (km)
3225	1926	2145	5157	465	2153

Regione Macedonia dell'Est e Tracia (Grecia)

La fascia litoranea della Regione Macedonia dell'Est e Tracia, che soffre di gravi problemi d'erosione, si estende a ovest del delta del fiume Nestos, dove si sviluppano una serie di laghi costieri e il promontorio arenaceo di Keramoti. Quest'area coincide con una parte della piattaforma continentale del mare di Tracia (Perisoratis e al., 1984; fig. 2.3.8). Questa regione rappresenta la parte più a est del Golfo di Kavala, il secondo per dimensioni tra i golfi del mar di Tracia e della piattaforma continentale dell'Egeo Settentrionale.

Lo studio della batimetria, della morfologia, della sedimentologia e della geologia del fondale marino è essenziale per il rilevamento e la caratterizzazione dei depositi di sabbia adatti all'esecuzione di progetti di

ripascimento delle spiagge nei settori maggiormente esposti al fenomeno dell'erosione costiera. Lo studio della batimetria, della morfologia e la caratterizzazione sedimentologica dei depositi sabbiosi possono essere condotti utilizzando dei sonar particolarmente avanzati e altre sonde acustiche (strumentazione d'emissione/ricezione del suono), che emettono onde sonore alle frequenze appropriate. Questi strumenti sono costituiti da una fonte d'energia, un trasmettitore, un ricevitore, e un dispositivo di registrazione. Lo strumento acustico più semplice è il sonar frequentemente utilizzato per le ricerche batimetriche. Per le ricerche morfologiche e geologiche vengono utilizzati degli strumenti più complicati, come i sonar a scansione laterale (side scan sonars SSS) e profilatori che penetrano il fondo marino (Lykousis, 2001; Hasiotis e al., 2005; Karageorgis e al., 2005; Smith e al., 2003). Il SSS è un sistema idraulico-acustico che consiste nel trainare uno strumento a forma di "pesce" (fish) dietro la nave. Ai lati del "pesce" (fish) ci sono dei sensori che producono un fascio acustico a forma di "V".

Nel corso della fase B l'Università Democritus di Tracia intraprenderà le seguenti attività:

- Acquisto di uno strumento SSS «C-max CM2» digitale.
- Analisi della performance dello strumento nel settore del Mar di Tracia.
- Ricerca, mediante questo strumento, dei giacimenti sabbiosi nel settore situato a Sud-Ovest dell'isola di Thassos (fig. 2.3.8, settore 1) e in caso di risultati negativi, si volgeranno le indagini al settore Est-/Sud-Est dell'isola di Thassos (fig. 2.3.8, settore 2).
- Raccolta dei campioni di sedimento per l'analisi granulometrica.
- Combinazione delle immagini laterali SSS e delle carte batimetriche prodotte dai sonar semplici.
- Sviluppo di sistemi GIS che contengono l'informazione necessaria a individuare dei giacimenti sabbiosi.

Conclusioni

Questa prima fase di scambio d'esperienze acquisite nell'ambito della ricerca di giacimenti sabbiosi in mare, ha permesso di ottenere una descrizione preliminare della distribuzione dei depositi sabbiosi della piattaforma del Mediterraneo, e di porre le basi in previsione della definizione di un protocollo metodologico comune e di una terminologia comune, utilizzabile da parte di tutti i partner coinvolti.

La necessità di affrontare questo tema in modo condiviso deriva dai numerosi aspetti che i partner hanno in comune. Infatti, tutte le regioni partecipanti sono accomunate da problemi d'erosione delle coste e ritengono che il migliore

metodo per combattere questo fenomeno sia il ripascimento delle spiagge. Da qui la necessità di ricercare il materiale per il ripascimento delle spiagge sulle piattaforme continentali.

In particolare, in questo rapporto ogni partner ha contribuito allo stato delle conoscenze in materia di risorse sabbiose sommerse presentando i risultati finora ottenuti e gli obiettivi da perseguire, organizzando la bibliografia e le tecnologie utilizzabili in ogni regione.

Per quanto riguarda la distribuzione di queste risorse, diversi accumuli di sabbia e di ghiaia sono stati rilevati sulla maggior parte delle piattaforme esaminate ad una profondità compresa tra 20 e 100 m.

In generale si constata una certa omogeneità nella metodologia d'indagine (strumenti per gli studi geofisici e geologici) e nei criteri scientifici (sedimentologia e stratigrafia) utilizzati nelle varie zone. Quasi tutti i partner intendono approfondire le loro conoscenze tramite nuove campagne di ricerche in mare.

Così come messo in evidenza nelle linee guida di BEACHMED 2004, il protocollo metodologico non deve essere considerato come una procedura da seguire in modo rigoroso. Al contrario, in occasione della pianificazione degli studi, è fondamentale procedere secondo schemi che possono essere modificati secondo i risultati acquisiti nel corso delle campagne di ricerca.

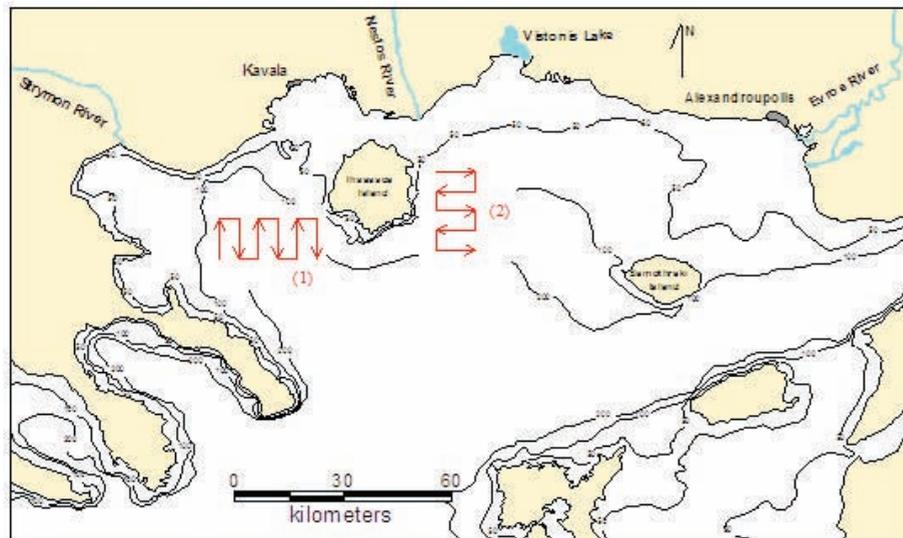


Fig. 2.3.8 - Piattaforma continentale del mare di Tracia. Settori 1 e 2: aree d'indagine con Side Scan Sonar.



- ARPA-Regione Emilia-Romagna (2001) - Relazione Specialistica. Progetto esecutivo. Ricerca e individuazione dell'area di prelievo in mare. Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine. pp. 43.
- ARPA-Regione Emilia-Romagna (2006) - Relazione specialistica. Progetto esecutivo. Individuazione dell'area di prelievo in mare. interventi di messa in sicurezza di taluni tratti critici del litorale emiliano-romagnolo, interessati da erosione e subsidenza, mediante ripascimento con sabbie sottomarine. pp. 32.
- BALDUZZI I., BOZZANO A., CORRADI N., FERRARI M., IVALDI R., MORELLI D. (2005) – Submarine sources of sand and gravel: discovery of a littoral deposits related to the versilian transgression between albenga and loano, western Liguria. – 5° Forum Italiano di Scienze della Terra, Spoleto 21-23 Settembre 2005, pp. 85 (abs).
- BALDUZZI I., BOZZANO A., CORRADI N., FERRARI M., IVALDI R., MORELLI D. (2005) – The transgressive submarine of the Western sector of the Ligurian continental shelf: the case of San Remo. 5° Forum Italiano di Scienze della Terra, Spoleto 21 – 23 Settembre 2005., pp. 169-170 (abs)
- BOYER J., DUVAIL C., LE STRAT P., GENSOUS B., TESSON M. (2005) - High resolution stratigraphy and evolution of the Rhône delta plain during postglacial time, from subsurface drilling data bank. *Marine geology*, 222-223: 267-298.
- BRAMBATI A., BREGANT D., LENARDON G., STOLFA D. (1973) - Transport and sedimentation in the Adriatic Sea. *Museo Friulano St. Nat.*, 20:1-160.
- COLANTONI P., PRETI M., VILLANI B. (1990) - Sistema deposizionale e linea di riva olocenica sommersi in Adriatico e al largo di Ravenna. *Giornale di Geologia*, 52: 1-18.
- CORRADI N., IVALDI R., BALDUZZI I., BOZZANO A. (2004) – *La ricerca delle sabbie sulla piattaforma continentale ligure: campagna di geologia marina per la localizzazione dei depositi sedimentari idonei al ripascimento dei litorali.* – In: La ricerca di sabbie nel Mar Ligure, U.E. Interreg IIIB Medoc Beachmed Regione Liguria (Ed), pp.29-59.
- CORRADI N., FERRARI M., FANUCCI F., FIERRO G. (2005) – *The search for submarine relic sands on the Ligurian Continental Shelf.* . 5° Forum Italiano di Scienze della Terra, Spoleto 21 – 23 Settembre 2005., p. 221 (abs)
- CORREGGIARI, A., FIELD, M. E., TRINCARDI, F. (1996a) - Late Quaternary transgressive large dunes on the sediment-starved Adriatic shelf. In: De Batist, M., Jacobs, P. (Eds.), *Geology of Siliciclastic Shelf Seas. Geological Society Special Publication*, 117: 155-169.
- CORREGGIARI, A., ROVERI, M., TRINCARDI, F. (1996b) - Late-Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic Sea. In: Late-Glacial and early Holocene climatic and environmental changes in Italy. *Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences*, 9: 697-704.
- CORREGGIARI, A., TRINCARDI, F., LANGONE, L., ROVERI, M. (2001) - Styles of failure in heavily-sedimented highstand prodelta wedges on the Adriatic shelf. *Journal of Sedimentary Research*, 71: 218-236.
- CORREGGIARI A., CATTANEO A., TRINCARDI F. (2005) - Depositional The modern Po Delta system:Lobe switching and asymmetric prodelta growth. *Marine Geology*, 222-223: 49-74.
- DÍAZ J.I., ALONSO B., FARRAN M., GIRÓ S., MALDONADO A. et VÁZQUEZ A. (1984) - Tipos geomorfológicos en las plataformas continentales de los márgenes pasivos del Mediterráneo Español. I Congreso Español de Geología, Segovia, Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, 1: 313-325.
- DÍAZ J.I., MALDONADO A. (1990) - Transgressive Sand Bodies on the Maresme Continental Shelf, Western Mediterranean Sea. *Marine Geology*, 91: 53-72.
- DIAZ J.I., PALANQUES A., NELSON H. ET GUILLÉN J., (1996) - Morpho-structure and sedimentology of the Holocene Ebro prodelta mud belt (northwestern Mediterranean Sea). *Continental Shelf Research*, 16 – 4: 435-456.
- ERCILLA G., DÍAZ J.I., ALONSO B. ET FARRAN M. (1995) - Late Pleistocene-Holocene sedimentary evolution of the northern Catalonia continental shelf (northwestern Mediterranean Sea). *Continental Shelf Research*, 15 - 11/12: 1435-1451.
- HISTÒRIA NATURAL DELS PAÏSOS CATALANS, (1992) - Vol. 2; Geologia II. Editorial: Enciclopedia Catalana.
- IGME (1989) - Mapa Geológico de la Plataforma Continental Española y Zonas Adyacentes. Escala 1:200.000. Memoria y hojas nº 35-42E. Barcelona. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 117 pp. + mapas.
- FABBRI A., ARGNANI A., BORTOLUZZI G., CORREGGIARI A., GAMBERI F., LIGI M., PENITENTI D., ROVERI M., & TRINCARDI F. (1999) - Cartografia Geologica dei mari italiani scala 1:250.000: Foglio NL 33-10 Ravenna.
- FINKL C. W., ANDREWS J. L., CAMPBELL T. J., BENEDET L. AND WATERSB J. P. (2004) - Coupling Geological Concepts with Historical Data Sets in a MIS Framework to Prospect for Beach-Compatible Sands on the Inner Continental Shelf: *Experience on the Eastern Texas Gulf Coast. Journal of Coastal Research*, 20-2: 533-549.
- FINKL C. W. AND KHALIL S. M. (2005) - Offshore Exploration for Sand Sources: General Guidelines and Procedural Strategies along Deltaic Coasts. *Journal of Coastal Research*, 44: 203-233.
- HASIoTIS, T., PAPATheodorou, G., FERENTINOS, G. (2005) - A high resolution approach in the recent sedimentation processes at the head of Zakynthos Canyon, western Greece. *Marine Geology* 214(1-3): 49-73.
- IDROSER Spa (1985) - Ricerca di depositi sabbiosi sul fondo del Mare Adriatico da utilizzare per il ripascimento delle spiagge in erosione. A cura di Preti M., Villani B. e Colantoni P.. Bologna, Ottobre 1985.
- KARAGEORGIS, A.P., KABERI, H., PRICE, N.B., MUIR, G.K.P., PATES, J.M., LYKOUSIS, V. (2005) - Chemical composition of short sediment cores from Theraikos Gulf (Eastern Mediterranean): Sediment accumulation rates, trawling and winnowing effects. *Continental Shelf Research* 25(19-20): 2456-2475.
- LYKOUSIS, V. (2001) - Subaqueous bedforms on the Cyclades Plateau (NE Mediterranean) — evidence of Cretan Deep Water Formation? *Continental Shelf Research* 21(5): 495-507.
- LABAUNE C. (2005) - Architecture, genèse et évolution du littoral du Languedoc-Roussillon: impact des facteurs physiques aq cours du Quaternaire terminal. *Thèse de Doctorat, Université de*

Perpignan, 301 p.

- LABAUNE C., JOUET G., BERNE S., GENSOUS B., TESSON M., DELPEINT A. (2005 a) - Seismic stratigraphy of the Deglacial deposits of the Rhône prodelta and of the adjacent shelf. *Marine Geology*, 222-223: 299-311.
- LABAUNE C., TESSON M., GENSOUS B. (2005 b) - Integration of high and very high-resolution seismic reflection profiles to study Upper Quaternary deposits of a coastal area in the western Gulf of Lion, SW France. *Marine Geophysical Researches*, 26: 109-122.
- LOBO F.J., TESSON M., GENSOUS B. (2004) - Stratal architectures of late Quaternary regressive-transgressive cycles in the Roussillon Shelf (SW Gulf of Lions, France). *Marine and Petroleum Geology*, 21: 1181-1203.
- MALDONADO A. et ZAMARREÑO I. (1983) - Modelos sedimentarios en las plataformas continentales del Mediterráneo español: Factores de control, facies y procesos que rigen su desarrollo. J. Castellví (Ed.). Estudio Oceanográfico de la Plataforma Continental Española, Gráficas Buper. Barcelona, p. 15-52.
- PENLAND S., SUTER J.R., RAMSEY K.E., McBRIDE R.A., WILLIAMS S.J., GROAT C.G. (1990) - Offshore sand resources for coastal erosion in Louisiana. *Gulf Coast Association of Geological Societies*, 40: 721-31.
- PERISORATIS, K., AGGELOPOULOS, I., MATARAGKAS, D., MITROPOULOS, D., KONISPOLIATIS, N. (1984) - Bathymetry, morphology and characteristics of surface sediments at lerissos-Alexandroupolis area. *Proc. of 1st Panhell. Conf. in Ocean. & Fish*, Athens, 1: 14-18.
- PRETI M. (2002) – Ripascimento di spiagge con sabbie sottomarine in Emilia-Romagna. *Studi costieri*, 5: 107-134.
- SAINZ-AMOR E. (1974) - Estudio de las arenas del litoral catalán. IV. Tramo Sitges-Río Gaiá. *Estudios Geológicos*, 30: 159-166.
- SMITH, C.J., RUMOLU, H., KARAKASSIS, I., PAPAPOPOULOU, K-N. (2003) - Analysing the impact of bottom trawls on sedimentary seabeds with sediment profile imagery. *Journal of Experimental Marine Biology & Ecology* 285-286: 479-496.
- TESSON M., LABAUNE C., GENSOUS B. (2005) - Small rivers contribution to the Quaternary evolution of a Mediterranean littoral system : The western gulf of Lion, France. *Marine Geology*, 222-223: 313-334.
- TRINCARDI F., CORREGGIARI A., ROVERI M. (1994) - Late Quaternary transgressive erosion and deposition in a modern epicontinental shelf: The Adriatic Semienclosed Basin. *Geo-Marine Letters*, 14: 41-51.
- UNIVERSITE "LA SAPIENZA" DE ROME – UNIVERSITE DE GENES (2005) - Hypothèse pour des lignes guide pour la recherche en mer de sable à utiliser pour le remblaiement des littoraux en érosion. Projet BEACHMED – 3° CAHIER
- WIENBERGA C., BARTHOLOMA A. (2005) - Acoustic seabed classification in a coastal environment (outer Weser Estuary, German Bight)—a new approach to monitor dredging and dredge spoil disposal. *Continental Shelf Research*, 25: 1143–1156.

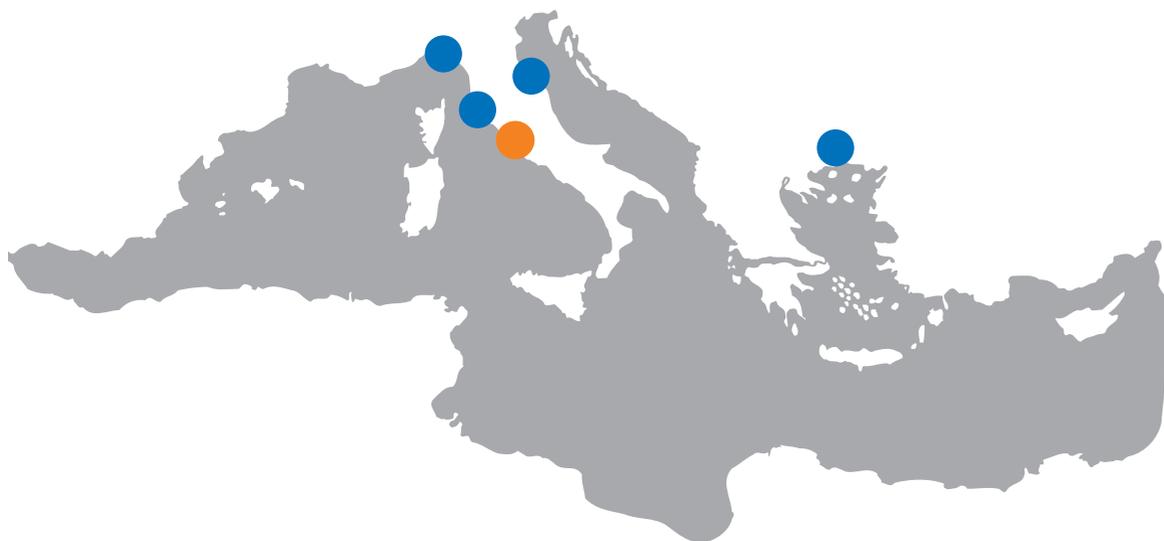
Websites

- ANDERSON J. & WELLNER J.S. (2002) - Evaluation of Beach Nourishment Sand Resources along the East Texas Coast. Report to the Texas General Land Office, 5 p., [gulf.rice.edu, http://gulf.rice.edu/coastal/report.html](http://gulf.rice.edu/coastal/report.html)
- AUGRIS C. et CRESSARD A.P., (1991). Les matériaux marins. Mines et Carrières, 73, <http://www.ifremer.fr/drogm/Realisation/Miner/Sable/presentation.htm>
- CONKWRIGHT R.D., WILLIAMS C.P., CHRISTIANSEN L.B. (2000) - Offshore Sand Resources in Northern Maryland Shoal Fields. Coastal and Estuarine Geology File Report, 00-2°. 94 p., <http://www.mgs.md.gov>, http://www.mgs.md.gov/coastal/pub/OF00_2.pdf.
- IVALDI R., BOZZANO A., CORRADI N., FERRARI M. (2006) - Last cycle regressive-transgressive deposits of the Western Ligurian shelf. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 08564, 2006 Sref-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-08564 © European Geosciences Union 2006, <http://www.cosis.net/abstracts/EGU06/08564/EGU06-J-08564.pdf>
- TECHNIQUE (PHASE "C") Rome, mai 2005, http://www.beachmed.it/Portals/0/doc_beachmed/documents/Rapporti_Fase_C/3_CT_Fr/Activite_03B.pdf
- WILLIAMS S. J., REID J. M., AND MANHEIM F. T. (2003) - A Bibliography of Selected References to U.S. Marine Sand and Gravel Mineral Resources. U.S. Geological Survey Open-File Report, 03-300, <http://pubs.usgs.gov/of/2003/of03-300/>
- WILLIAMS S. J. AND POPPE L. J. (2006) - Marine Aggregate Resources and Processes, <http://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/aggregates/index.htm>
- ZARILLO G.A. (2006) - Combining Remote Sensing, GIS and Visualization Methods for Efficient Sand Source Exploration in Florida Coastal Waters; <http://www.fsbpa.com/05Proceedings/>.

EuDREP

PROTOCOLLO AMBIENTALE EUROPEO DI DRAGAGGIO E RIPASCIMENTO:

CONDIVISIONE, DEFINIZIONE ED APPLICAZIONE DEL PROTOCOLLO ENV1 ALLE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO E RIPASCIMENTO CON SABBIE RELITTE ED APPLICAZIONI SPECIFICHE PER LO STUDIO DELLA TORBIDITÀ



CAPOFILA

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica
Applicata al Mare ICRAM (Lazio)

Responsabile: Luisa Nicoletti (l.nicoletti@icram.org)

ARPA Ingegneria Ambientale (Emilia-Romagna)

Responsabile: Mentino Preti (mpreti@arpa.emr.it)

Università di Bologna

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti,
delle Acque, del Rilevamento, del Territorio DISTART
(Emilia-Romagna)

Responsabile: Alberto Lamberti (alberto.lamberti@unibo.it)

Provincia di Livorno (Toscana)

Responsabile: Alessandro Bini
(a.bini@provincia.livorno.it)

Université Democritus de Thrace

Faculté des Ingénieurs de l'Environnement DUTH
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)

Responsabile: Vassilios A. Tsihrintzis (tsihrintz@otenet.gr)

ARPA Liguria (Liguria)

Responsabile: Rosella Bertolotto
(rosella.bertolotto@arpal.org)

Responsabile di misura: Paolo Lupino Regione Lazio	Partner OCR	Budget
2.4. Lo sfruttamento sostenibile: compatibilità ambientale delle attività di dragaggio e ripascimento Identificazione delle componenti ambientali sensibili, definizione delle zone protette, effetti sottoposti a studi di impatto	Regione Emilia-Romagna	€ 84.000,00
	Regione Toscana	€ 103.500,00
	Région Macédoine de l'Est-Thrace	€ 43.094,00
	Regione Lazio	€ 107.000,00
	Regione Liguria	€ 68.040,00
	TOTALE	€ 405.634,00



LA MISURA 2.4

Lo sfruttamento sostenibile: compatibilità ambientale delle attività di dragaggio e ripascimento

Uno dei risultati ottenuti dal progetto europeo BEACHMED (Interreg IIIB-Medoc) è il «Protocollo Metodologico Specifico per lo Studio degli Aspetti Ambientali per l'Utilizzo dei Depositi Marini Sabbiosi a Largo e per il Ripascimento delle Spiagge (BEACHMED-ENV1)» elaborato e sviluppato a cura dell'ICRAM per la Regione Lazio.

Questo Protocollo (BEACHMED-ENV1) è particolarmente importante poiché è stato condiviso da altri partner del progetto (Regione Toscana, Regione Liguria, Regione Lazio e Generalitat Valenciana) e rappresenta un punto di riferimento per un futuro sviluppo normativo in materia. Il documento, in effetti, è stato ritenuto un protocollo metodologico appropriato alla particolare specificità degli interventi di dragaggio dei depositi sabbiosi sommersi a largo e di ripascimento, a seguito dei confronti operati sui diversi studi di settore ma soprattutto a seguito delle esperienze maturate in campo da parte dei diversi partner. Nella complessa materia dello sfruttamento dei depositi marini, molti sono i fattori che occorre prendere in considerazione ma molto spesso non si hanno ancora parametri di raffronto per valutare il vero impatto di alcune attività. È il caso, ad esempio, dei problemi di torbidità generati dalle operazioni di dragaggio e di ripascimento o problemi collegati alle coperture pelitiche presenti sui depositi sabbiosi. Approfondimenti particolari sono previsti a proposito di queste argomentazioni per valutare la fattibilità delle attività di sfruttamento e dei lavori di ripascimento, con l'intento di dare un contributo alla definizione di un protocollo generale su questo argomento.

Obiettivo generale

Perfezionamento del Protocollo ENV1 con delle applicazioni specifiche (torbidità, coltri pelitiche) per valutare la fattibilità degli interventi in questo settore.

Obiettivi specifici

- Condivisione del protocollo metodologico con i partner interessati e valutazione di eventuali esigenze territoriali specifiche;
- Perfezionamento ed applicazione del protocollo ad attività di dragaggio e ripascimenti programmati dai partner interessati;
- Caratterizzazione dei siti di dragaggio;
- Cartografia e monitoraggio della prateria di Posidonia Oceanica prospiciente i litorali oggetto di attività di ripascimento ed analisi strumentali per la messa a punto di metodi indiretti di rilevamento delle praterie di Posidonia;

- Acquisizione dei dati necessari per valutare l'impatto dei ripascimenti sulle praterie di Posidonia oceanica;
- Determinazione di una metodologia specifica per la stima ed il monitoraggio della torbidità/tasso di sedimentazione nell'ambiente marino (al largo e sottocosta) in relazione agli interventi di dragaggio dei depositi sabbiosi sommersi e di ripascimento costiero;
- Progetto pilota per la stima ed il monitoraggio della torbidità/tasso di sedimentazione in siti oggetto di attività di movimentazione di sabbie (sito di dragaggio e ripascimento);
- Perfezionamento ed applicazione del protocollo specifico per le attività di caratterizzazione su siti pilota (siti di dragaggio e di ripascimento programmati dai partner interessati);
- Stime e valutazioni dell'impatto che deriva dal dragaggio di sabbia relitta ricoperta da uno strato di pelite.

Il Sottoprogetto EuDREP

Condivisione, definizione ed applicazione del protocollo ENV1 alle attività di dragaggio e ripascimento con sabbie relitte ed applicazioni specifiche per lo studio della torbidità



Luisa Nicoletti (Capofila)¹, Daniela Paganelli¹, Loretta Lattanzi¹, Barbara La Porta¹, Alfredo Pazzini¹, Monica Targusi¹, Paola La Valle¹, Mentino Preti², Maurizio Morelli², Margherita Aguzzi², Nunzio de Nigris², Alberto Lamberti³, Luca Martinelli³, Enrico Bartoletti⁴, Alessandro Bini⁴, Rebecca degl'Innocenti⁴, Irene Nicotra⁴, Jessica Viacava⁴, Vassilios A. Tsihrintzis⁵, Georgios K. Sylaios⁵, Rosa Maria Bertolotto⁶, Eliana Paoli⁶, Cuneo Cecilia⁶, Sergio Tucci⁷, Marco Capello⁷

1 ICRAM

2 ARPA-IA

3 DISTART UNIBO

4 Provincia di Livorno

5 Université Democritus de Thrace DUTH

6 ARPAL

7 DIPTERIS UNIGE (cons.)

Parole chiave: protocollo, dragaggio, ripascimento, impatto ambientale.

Introduzione

In questo sottoprogetto s'intende valutare la validità e l'applicabilità in ambiti territoriali diversi del protocollo ENV1, unico documento ufficiale attualmente disponibile sugli studi ambientali per il dragaggio e il ripascimento con sabbie relitte ed, eventualmente, procedere a possibili aggiornamenti.

Il Protocollo ENV1 "Protocollo Metodologico Specifico per lo Studio degli Aspetti Ambientali per l'Utilizzo dei Depositi Marini Sabbiosi del Largo e per il Ripascimento delle Spiagge (BEACHMED-ENV1)", elaborato e sviluppato a cura dell'ICRAM, è stato prodotto a conclusione del lavoro svolto nell'ambito del progetto europeo INTERREG IIIB MEDOCC – BEACHMED (2004).

Tale protocollo, perfezionato e ottimizzato nel corso di diversi anni di studio e applicazioni di campo, è stato già condiviso nel 2004 dalla Regione Lazio, Regione Toscana, Regione Liguria e dalla Generalitat Valenciana (ES).

Considerato che le attività di dragaggio di sabbie relitte prevedono l'impiego di tecnologie innovative per il bacino mediterraneo e considerato che tale

protocollo è stato redatto su risultati sperimentali inerenti pochi casi, nuovi studi e ulteriori dati potrebbero suggerire l'opportunità di specifiche integrazioni.

Dalle esperienze acquisite negli ultimi anni, e come ben evidenziato anche nel protocollo ENV1, uno degli aspetti più importanti da considerare durante queste attività è l'aumento di solido sospeso, che potrebbe avere effetti rilevanti sull'ambiente.

Nell'area di dragaggio prevale l'effetto connesso all'overflow (rilascio di sedimenti lungo la colonna d'acqua durante il dragaggio), con la formazione di una *plume* di torbida, che determina un aumento localizzato e temporaneo della torbidità (diminuzione di penetrazione della luce). Nell'area di ripascimento si assiste ad un aumento della torbidità dovuto principalmente alla maggiore mobilità del sedimento appena deposto, con l'allontanamento della frazione più fine ad opera del moto ondoso. L'aumentata mobilità del sedimento può comportare inoltre un aumento dei tassi di sedimentazione.

Una review degli effetti indotti dal dragaggio e dal ripascimento sull'ambiente marino è riportata nel rapporto esteso della fase A. Per una trattazione più completa degli effetti si rimanda alla bibliografia citata (BNP, 1995, Newell et al., 1998, Hitcok e Bell, 2004, Green, 2002, Sandpitt 2005, Nicoletti et al., 2006). In generale è opportuno ricordare come la torbidità generata dal dragaggio (fig. 2.4.1) venga prodotta durante le fasi di lavorazione della draga, per lo scarico fuoribordo di una miscela di sedimento fine e acqua (overflow). La nuvola torbida durante la sua discesa verso il fondo subisce gli effetti delle correnti agenti lungo la colonna d'acqua, che favoriscono la diffusione della plume nel



Fig. 2.4.1 – Plume prodotta durante le attività di dragaggio di sabbie relitte

senso della corrente. E' stata osservata la formazione di plumes localizzate in corrispondenza del termoclino, con la creazione di code allungate nel senso della corrente (ICRAM, 2004; Barbanti et al., 2005). Estensione e durata della plume dipendono dalla natura e dal volume del sedimento mobilizzato, dalle caratteristiche della draga e dalle condizioni idrodinamiche locali (Newell et al., 1998).

Un altro effetto da considerare nell'area di dragaggio è l'aumento di torbidità in prossimità del fondo generato per effetto diretto dell'azione esercitata dalla testa aspirante della draga sul fondo. Preesistenti disturbi del fondo (extensive dredging e/o pesca a strascico) possono determinare l'amplificazione dei fenomeni di risospensione del sedimento, già alterato nelle sue caratteristiche meccaniche (Morton, 1996).

Per quanto concerne l'aumento di torbidità nella zona di ripascimento (fig. 2.4.2), questo si verifica a seguito del refluento della sabbia sulla spiaggia ed è prodotto dall'elevata mobilità del sedimento appena depresso (ancora poco compattato). In generale, la torbidità durante le attività di ripascimento risulta elevata nelle immediate vicinanze delle condotte di scarico della sabbia e scompare poche ore dopo il termine dei lavori; il 97-99 % del carico sospeso si deposita entro poche decine di metri dal punto di scarico (Van Dolah et al., 1994). Da sottolineare come sia importante valutare la durata di tale effetto,



Fig. 2.4.2 - Plume prodotta durante le attività di ripascimento con sabbie relitte

direttamente correlata alla durata dei lavori di ripascimento, in quanto in condizioni naturali è probabile che torbidità elevate siano registrate per un periodo di tempo limitato (qualche giorno) immediatamente a ridosso degli eventi meteomarinari più importanti. Al contrario le attività di ripascimento possono insistere su una stessa area per tempi decisamente più lunghi.

L'interrogativo fondamentale connesso a queste problematiche, e per il quale non è stata ancora trovata una risposta, è legato al concetto di "aumento significativo" della torbidità ovvero di valore soglia accettabile oltre il quale l'impatto è tale da imporre limitazioni o interruzioni (definitive o temporanee) delle attività di dragaggio e ripascimento.

La letteratura in materia, sia nazionale sia internazionale, non suggerisce soluzioni a questa problematica; per quello che riguarda in particolare l'aumento di torbidità indotto in ambito costiero a seguito del ripascimento, evidenzia la necessità di approfondire sia questo argomento specifico sia quello più generale della modificazione dei processi costieri indotti dal ripascimento. (Orpin et al., 2004; Guillen et al., 2004; Guillen e Hoekstra, 1997; Benedet et al., 2004; Wilber et al., 2005).

Lo stato della Florida ha limitato i livelli di torbidità accettabili a 29 NTU (unità nefelometriche di torbidità) (BNP, 1995); si noti tuttavia che questo dato appare più ufficioso che ufficiale in quanto non è stato stabilito sulla base di ragioni biologiche né è stato basato su studi pubblicati (BNP, 1995). Altri stati non hanno posto limiti sui livelli di torbidità che si hanno in prossimità degli scarichi da condotte utilizzate a fini di ripascimento; in particolare è stata condotta una campagna di misura limitata all'area intorno allo scarico di una condotta durante un'operazione di ripascimento a Hilton Head Island (South Carolina) (BNP, 1995). Sono stati osservati valori di torbidità che superavano i livelli di background di una quantità che variava da 50 a 150 NTU fino a 200 m dal punto di scarico. I livelli di background erano stati determinati in condizioni di calma e dunque non rappresentavano i massimi che si raggiungevano quando il mare era in tempesta.

In Italia, per evitare dei fenomeni di torbidità persistente, la Regione Liguria, in caso di ripascimento, stabilisce i limiti in percentuale di pelite accettabile nel materiale utilizzato. Per questi motivi, uno degli aspetti trattati in questa prima fase (su base bibliografica) è proprio quello relativo alla torbidità e ai tassi di sedimentazione naturali nelle aree di dragaggio e in quelle di ripascimento per le regioni partecipanti al sottoprogetto. Lo scopo è, infatti, quello di confrontare la torbidità "naturale" con quella presente durante i dragaggi e i ripascimenti con sabbie relitte e quindi tentare di stabilire dei "valori soglia" di attenzione ai fini di

una corretta gestione ambientale.

A tal fine, saranno altresì condotti dei progetti pilota specifici in tutte le regioni partecipanti a EuDREP. Nelle aree del largo, dove si riscontrano questo tipo di depositi sabbiosi, si studierà la variazione di torbidità indotta dal dragaggio, con riferimento specifico ai diversi tipi di depositi (depositi affioranti o coperti da uno strato di sedimenti pelitici). Nelle aree costiere interessate da interventi di ripascimento sarà dunque studiata la variazione del tasso di sedimentazione sia in condizioni naturali, sia durante tali attività, sia in presenza di ecosistemi sensibili come nel caso della *Posidonia oceanica*.

La *Posidonia oceanica*, fanerogama marina endemica del mar Mediterraneo, può formare vere e proprie praterie sommerse ad una profondità compresa tra 0 e 45 m. Le praterie di *Posidonia* e le fanerogame in genere rivestono una grande importanza da un punto di vista ecologico ed ambientale e sono oggetto di specifiche norme di protezione (Direttiva "Habitat" 92/43 CEE, UNEP Mediterranean Action Plan del 19 marzo 2001) (Terrados e Borum, 2004).

Per la particolare sensibilità della *Posidonia* alle alterazioni delle caratteristiche ambientali e per il fatto che rappresenta uno dei popolamenti vegetali più estesi e comuni del piano infralitorale mediterraneo, viene normalmente utilizzata quale indicatore biologico (Pergent, 1991; Pergent et al., 1995; Ardizzone e Pelusi, 1983; Peirano e Bianchi, 1995). In particolare, le caratteristiche generali delle praterie di *Posidonia* quali il limite inferiore, la densità, la produzione primaria e la morfometria delle foglie, vengono spesso utilizzate come indicatori di eventuali impatti antropici e/o naturali (Pergent et al., 1995).

Nel caso del ripascimento, gli effetti attesi sulle praterie sono essenzialmente quelli legati all'aumento della torbidità dell'acqua e al possibile seppellimento a causa della maggior mobilità dei sedimenti appena depositi (ipersedimentazione) (Tunesi e Boudouresque, 2006).

Viene di seguito riportata una sintesi dei risultati di questa prima fase inerenti l'analisi critica del protocollo ENV1 (valutando la sua applicabilità nelle regioni di appartenenza, anche in rapporto alla normativa nazionale e regionale vigente), la ricerca bibliografica sulla torbidità e sui tassi di sedimentazione naturali (nelle regioni partecipanti), gli effetti del dragaggio e del ripascimento con sabbie relitte sulle praterie di *Posidonia oceanica*.

Il protocollo ENV1

Le normative di riferimento nelle nazioni e nelle regioni partecipanti

In Italia, non esiste una legislazione specifica che disciplina le attività di dragaggio delle sabbie relitte.

La movimentazione di sedimenti marini nel caso specifico del ripascimento con sedimenti provenienti dai fondali marini è essenzialmente regolata dalle disposizioni contenute nel Decreto Ministeriale 24 gennaio 1996 per quanto attiene al contenuto delle attività istruttorie e alla Legge 31 luglio 2002, n. 179 che definisce il passaggio delle competenze per l'autorizzazione dallo Stato alla Regione, che diviene l'autorità competente per l'istruttoria e il rilascio dell'autorizzazione, ma che deve rispettare i criteri stabiliti nel citato Decreto Legislativo 152/1999 (art. 35 e art. 62, comma 8).

Nel caso vengano impiegati per il ripascimento materiali provenienti dall'escavo di fondali marini la Regione, all'avvio dell'istruttoria per il rilascio dell'autorizzazione, deve acquisire il parere della commissione consultiva della pesca e informarne il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare.

Nel caso di interventi che interessano o che possono influenzare siti di importanza comunitaria pSIC e SIC (tipico il caso della presenza di *Posidonia oceanica*) o Zone di protezione speciale ZPS, è prevista la Valutazione di incidenza di cui all'articolo 6, comma 3, della Direttiva 92/43/CEE (Habitat), e all'articolo 5 del D.P.R. n. 357 dell'8 settembre 1997 e successive modificazioni. La procedura viene attivata con la stessa istanza di attivazione delle procedure relative alla valutazione di impatto ambientale. Le Regioni, infatti, dovranno presentare istanza di assoggettabilità a VIA regionale, in ottemperanza alla Dir. 85/377/CEE (all.II) e al DPR 12 aprile 1996.

Un ultimo accenno riguarda la normativa più propriamente connessa alla qualità del sedimento marino, in particolare il decreto ministeriale 367/2003, che riporta gli standard di qualità per l'ambiente marino costiero relativamente ad alcune sostanze pericolose e prioritarie (2455/2001/EC). Il succitato D.M., sebbene non specifico per valutare la conformità di sedimenti di piattaforma, è tuttora l'unico riferimento nazionale per la tutela dell'ambiente marino.

In Grecia, la legislazione in materia di protezione costiera e di alimentazione delle spiagge si basa sulle leggi nazionali seguenti:

- Legge 1650/1986, sull'ambiente e la tutela ambientale;
- Legge 2344/1940, sulle spiagge e la protezione costiera;
- Legge 2791/2001, sulla protezione delle spiagge e della zona costiera;
- EU direttiva 85/337/CEE (27/6/95) sulla valutazione dell'impatto ambientale di interventi pubblici e privati sulla zona costiera.

Più specificamente, la legge 2791/2001 costituisce il quadro giuridico di riferimento per la protezione, il restauro e l'alimentazione delle spiagge e della zona costiera.

La legge 2791/2001 consente gli interventi di ripristino delle spiagge erose sulla base di uno studio tecnico approvato, che descrive in maniera dettagliata i lavori e i processi di deposizione della sabbia che sono individuati durante il dragaggio del fondale marino. Tali interventi possono essere intrapresi solo dopo l'approvazione di un Comitato, che certifichi che la spiaggia è in erosione a causa dell'azione dalle onde o di smottamenti.

A tale riguardo, esistono anche degli atti ministeriali comuni e delle circolari ministeriali che sono presentati nel rapporto conclusivo della fase A.

Norme regionali

La Regione Lazio, come tutte le Regioni italiane, ha assunto univocamente le competenze autorizzative per gli interventi di tutela della fascia costiera ed in particolare di ripascimento della costa in seguito all'abrogazione della L.319/76 da parte del DLgs 152/99 e con le precisazioni di cui all'art.21 della L. 179/2002. Come indicato da quest'ultima, nel caso l'attività di ripascimento preveda l'utilizzo di sabbie prelevate da fondali marini, la Regione acquisisce il parere della Commissione Locale Pesca istituita presso la Regione stessa (DLgs 154/2004) e ne informa il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

La Regione Lazio attualmente applica a tutti gli interventi di dragaggio marino e ripascimento costiero il protocollo ENV1.

Per quanto riguarda le modalità di autorizzazione ambientale alle attività di dragaggio dei fondali marini e di ripascimento costiero, la Regione Lazio fa riferimento, in attesa di nuove direttive, al DM 24/01/96 e al DMA 367/03, alle norme nazionali per la VIA e per la Valutazione di Incidenza e alle relative leggi regionali.

La legge regionale che disciplina la procedura di assoggettabilità obbligatoria alla VIA dei progetti di ripascimento e dragaggio di fondali marini è la legge regionale 7 giugno 1999 n. 6.

In Emilia-Romagna, non esiste alcuna legislazione in materia di tutela degli effetti dei dragaggi sul fondo marino, ragion per cui non esistono alcune prescrizioni relative ai livelli di torbidità durante le fasi di dragaggio e del successivo ripascimento delle spiagge.

Contrariamente, la Legge Regionale n.7 del 2004 introduce la Valutazione d'Incidenza dei Piani e dei Progetti, includendo quelli di ripascimento che interessano siti SIC (Siti d'Interesse Comunitario) e ZPS (Zone a Protezione Speciale), volta a quantificare e descrivere l'impatto delle attività di Progetto sugli habitat e sulle specie animali e vegetali presenti.

Inoltre, nel 2005 la Regione Emilia-Romagna ha approvato le «Linee guida per la

gestione integrata delle zone costiere (GIZC)». Per la difesa e la riqualificazione del sistema costiero, la GIZC prevede delle strategie basate sul ripascimento con sabbie sottomarine.

La Regione Toscana ha approvato il "Progetto del Piano Regionale di gestione integrata della costa per la riorganizzazione idrogeologica" (Delibera della Commissione Regionale n. 1214 del 5 novembre 2001). Inoltre, in data 22 novembre 2002, ha validato un Protocollo d'Intesa con le «Province» costiere di Massa, Carrara, Lucca, Pisa, Livorno e Grosseto per condividere i medesimi obiettivi. Per la realizzazione del suddetto Protocollo, è stata istituita una Commissione Tecnica, al fine di garantire l'omogeneità e il carattere organico degli studi e dei progetti su scala regionale. Infine, sono stati approvati il Programma straordinario per gli investimenti strategici e la lista degli interventi prioritari di recupero e di riequilibrio del litorale (Delibera del Consiglio Regionale n. 47 dell'11 marzo 2003).

La Regione Toscana, è inoltre l'unica in Italia ad aver trasferito alle Province le competenze in materia di movimentazione del materiale di escavo dei fondali marini e in materia di difesa della fascia costiera mediante la L.R.T. del 4 aprile 2003, n. 19; mentre la Regione è competente in materia di localizzazione e di gestione dei depositi marini sabbiosi del largo (depositi marini).

Affinché siano garantiti l'omogeneità e il carattere organico degli studi e dei progetti su scala regionale, la Provincia di Livorno è stata l'unica in Toscana a stipulare un Protocollo d'Intesa con i comuni costieri (D.G.P. n° 228 del 16/09/2003). In questo modo sono state realizzate delle "Linee guida" per definire gli interventi tra Vada e Cecina dove sono stati fissati il piano del progetto e le scelte strategiche di base per definire gli interventi di riequilibrio della costa. Queste linee guida rappresentano attualmente le sole indicazioni sugli interventi costieri previsti dalla Regione Toscana.

Per quanto inoltre concerne le procedure di VIA, in Toscana queste sono regolate dalla L.R. 3.11.1998, n. 79.

La Région Macédoine de l'EST et de la Thrace non ha norme regionali specifiche. Attualmente nella regione Liguria il ripascimento stagionale (subordinato all'autorizzazione della Regione) è regolamentato dai documenti seguenti:

- Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento delle spiagge (decreto n° 173/2006); il documento stabilisce le norme tecniche necessarie alla caratterizzazione dell'intervento, così come alla sua valutazione, sia sotto il profilo dell'efficacia, sia sotto il profilo della compatibilità ambientale del materiale;
- Regolamento regionale n°6 «Disciplina del procedimento relativo

all'approvazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili» (procedura amministrativa), con riferimento all'applicazione della DDG 173/2006.

Per la valutazione delle sabbie sommerse, la regolamentazione in vigore della Regione Liguria prevede di osservare il D.M. 24/01/1996.

Inoltre, ARPAL definisce i metodi d'analisi al fine di garantire una coerenza sia tra le analisi effettuate nei diversi dipartimenti ARPAL sia per quelle effettuate in altri laboratori (protocollo ARPAL). Tra i vari limiti e riferimenti, ARPAL indica i limiti in percentuale di pelite accettabile nel materiale utilizzato per evitare dei fenomeni di torbidità persistente.

Le proposte di integrazione per ENV1

Vengono di seguito sintetizzate le proposte di integrazione al protocollo ENV1 suggerite dai diversi partners. Queste saranno oggetto di discussione all'interno del partenariato e, insieme ai risultati che emergeranno nel corso delle successive fasi di indagine, contribuiranno alla revisione di ENV1.

L'ICRAM, sulla base delle ultime esperienze acquisite, propone di aggiungere alla lista delle indagini da eseguire per la caratterizzazione chimica del sedimento nell'area di dragaggio (vedi ENV1) il contenuto in sostanza organica e, per gli inquinanti, alcuni IPA attualmente non compresi, l'esaclorobenzene e il tributilstagno, al fine di migliorare la comprensione dello stato di qualità dell'ambiente.

Per ARPA-IA e DISTART-UNIBO, in linea generale, il Protocollo ENV1 risulta applicabile alla situazione del tratto di mare antistante e alle spiagge della Regione Emilia-Romagna.

Inoltre, possono essere evidenziate alcune proposte di perfezionamento, come definire la stratigrafia dei giacimenti sabbiosi sottomarini, limitare il numero di punti di campionamento interni al sito di dragaggio in caso di uniformità del fondo sottomarino e determinare dei criteri per l'utilizzo dei campioni effettuati precedentemente in siti limitrofi.

La Provincia di Livorno condivide in pieno le modalità di indagine del Protocollo ENV1, sia per l'area di dragaggio che per quella soggetta a ripascimento.

L'Università Democritus di Tracia (DUTH) ha esaminato interamente il protocollo ENV1 e ha concluso che la metodologia proposta adempie le condizioni ambientali predisposte dalla legislazione nazionale greca e regionale in materia dei progetti di dragaggio e di ripascimento delle spiagge. DUTH ha altresì elaborato le seguenti indicazioni, volte al miglioramento del protocollo ENV1:

- Studio dei dati meteorologici e del clima ondoso del settore di dragaggio, per meglio definire la dinamica dei popolamenti bentonici fornendo delle informazioni sugli indici di ricchezza e di abbondanza di specie della flora e della fauna bentonica, e per includere l'informazione relativa alle nursery ittiche;
- Acquisizione di qualche caratteristica geotecnica (per esempio la densità relativa) della sabbia sversata le cui variazioni potrebbero determinare effetti sulla fauna locale. Inoltre, il colore della spiaggia dovrà anch'esso essere oggetto di valutazione ad esempio i sedimenti più scuri possono avere come conseguenza temperature più elevate, da 0,5 a 1°C.

L'ARPAL, organo strumentale della Regione Liguria, è in grado, da un punto di vista operativo, di condividere il protocollo ENV1 redatto al termine della prima fase del progetto BEACHMED-e e già condiviso dalla stessa Regione Liguria.

Torbidità e tasso di sedimentazione in condizioni naturali nelle regioni partecipanti

Regione Lazio

Sono stati reperiti studi tecnici svolti nelle fasi di caratterizzazione ambientale nell'ambito degli studi sui dragaggi di sabbie relitte, in cui ampia parte è stata dedicata agli studi sulla torbidità e sul particolato sospeso (ICRAM, 2000a; 2001a; 2001b; 2001c; 2003a; 2003b; 2004a; 2004b; 2004c; 2004d; 2005a; 2005b; 2005c; 2005d). La letteratura scientifica specialistica è invece risultata piuttosto carente (Ferretti et al., 1986; 1989; Tucci, 1989a). Una trattazione completa dei dati rinvenuti è riportata nel rapporto finale della Fase A.

I valori di concentrazione del particolato sospeso sono risultati estremamente variabili con la stagione e con l'area considerata. In generale, i valori sono risultati più elevati sottocosta e nella stagione invernale. A titolo di esempio, nella tabella che segue sono riportati, per il solo strato superficiale, i valori estremi di solido sospeso totale e di trasmittanza.

Per la Regione Lazio sono, inoltre, disponibili le osservazioni compiute dall'ICDM (Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare) nelle stazioni di Ladispoli, Fiumicino, Rio Martino e Monte d'Argento Zannone (ICRAM, 2000b). I dati relativi sono disponibili sul sito internet www.sidimar.it.

Regione Toscana

Per la Regione Toscana ci sono pochi dati. In particolare, Corradi et al. (1981) presentano i dati di trasparenza delle acque e di concentrazione delle particelle in sospensione davanti alla foce dei fiumi Magra e Arno, riassunti nella tabella seguente.

Tabella 2.4.1 – Concentrazioni di solido in sospensione totale e di trasmittanza per le acque di superficie della piattaforma continentale del Lazio.

Area di indagine	Riferimento bibliografico	Solido in sospensione totale (mg/l)	Trasmittanza (%)
		Min-Max	Min-Max
Montalto di Castro	ICRAM, 2003a; 2004a; 2005a.	0,67-7,17	71,70-83,20
Torvaianica	ICRAM, 2004b; 2004c.	0,44-15,73	57,6-93,68
Anzio	ICRAM, 2000a; 2001a; 2001b; 2001c; 20005b.	0,71-12,21	-
Sabaudia	ICRAM, 2005c	0,58-7,01	-
Terracina	ICRAM, 2005d	1,44-10,64	-
Gaeta	Ferretti <i>et al.</i> , 1986; 1989; Tucci, 1989a; ICRAM, 2003b, 2004d	0,98-6,43	60,0-83,0

Alcuni dati di torbidità, raccolti da ARPAT e relativi a misure di trasparenza effettuate in 11 stazioni, sono disponibili sul sito http://www.arpat.toscana.it/acqua/ac_ma_poseidon.html.

Regione Emilia-Romagna

Le conoscenze più recenti disponibili in Emilia-Romagna sono relative alle informazioni raccolte nel 2001, durante la caratterizzazione dell'area di dragaggio utilizzata per il primo intervento di ripascimento delle spiagge con sabbie sottomarine effettuato nella Regione nel 2002. Il sito di dragaggio è ubicato a circa 55 km dalla costa regionale e si colloca a profondità compresa tra 38,5 m e 43 m; si è riscontrata una torbidità naturale, stimata con un trasmissometro, compresa tra il 40% in superficie (dove si è registrato il valore più elevato), e il 70%, in prossimità del fondale.

Nella Regione Emilia Romagna il monitoraggio delle acque costiere è condotto dalla Struttura oceanografica Daphne dell'ARPA Emilia-Romagna. Le stazioni

Tabella 2.4.2 - Concentrazioni dei solidi totali in sospensione e trasparenza delle acque alla foce dei fiumi Magra e Arno.

Zone di studio	Trasparenza (%T/m)	Solidi totali in sospensione (mg/l)
	Min-Max	Min-Max
Foce del fiume Magra	46-68%	0,810-1,950
Foce del fiume Arno	15-58%	1,027-3,440

indagate sono 41: la localizzazione delle stazioni e i dati relativi sono disponibili sul sito internet <http://www.arpa.emr.it/daphne>.

Regione Macédoine de l'Est et de la Thrace

Non si hanno a disposizione dati sistematici del grado di torbidità della Regione oggetto di studio. Tuttavia, esistono dei dati incompleti delle misure di concentrazione dei sedimenti in sospensione e del disco di Secchi per quel che concerne la Regione di Keramoti. Sylaios *et al.* (2005) hanno esaminato la trasparenza della colonna dell'acqua, ottenuta a partire dalle misure del disco di Secchi, e hanno constatato una variazione nella Regione di Keramoti da 3,5 m a 7,0 m, moderatamente correlata alle concentrazioni di fosfato ($R = -0,66$). Alcune concentrazioni dei sedimenti in sospensione sono state misurate nel periodo 2003-2005, su base bimestrale, lungo il litorale occidentale del fiume Nestos, e i valori vanno da 4,70 mg/l in estate a 12,16 mg/l in inverno (dati dell'anno 2004). La distribuzione delle concentrazioni mostra inoltre l'impatto del fiume Nestos sul trasporto di sedimenti e la distribuzione di torbidità nel settore.

Regione Liguria

Dai lavori censiti, risulta che il mar ligure è caratterizzato da un'alta variabilità di materiale in sospensione (Pierce *et al.*, 1981; Tucci e Fierro, 1981; Corradi *et al.*, 1982; Piccazzo e Tucci, 1983; Tucci, 1989; Aubert *et al.*, 1990; Tucci *et al.*, 1992; Tucci *et al.*, 1996). Una breve sintesi dei dati disponibili per il mar Ligure sono riportati nella tabella 2.4.3.

La Posidonia oceanica

In merito agli effetti del dragaggio e del ripascimento sulla Posidonia, la letteratura specialistica è risultata alquanto carente. Alcuni autori (Guidetti e Fabiano, 2000; Guidetti, 2001) hanno studiato la diminuzione di luminosità osservata dopo attività di ripascimento. Hanno osservato una diminuzione del 20% di produzione fogliare nella prateria, pur rimanendo inalterato il tasso di crescita dei rizomi; valori normali sono stati raggiunti solo dopo 2-3 anni. Ruiz e Romero (2003) hanno osservato una regressione del 20% di una prateria nei pressi della quale era stato condotto un ripascimento, dovuta all'aumento di torbidità dell'acqua. La torbidità è aumentata non solo per la risospensione del sedimento, ma anche per l'aumento di nutrienti nella colonna d'acqua. In generale, la diminuzione della trasparenza delle acque comporta inevitabilmente, la risalita del limite inferiore, fino a 10-15 m di profondità (Tunesi e Boudouresque, 2006), con grave danno per tutta la prateria.

Tabella 2.4.3 – Synthèse des données disponibles dans la littérature sur la turbidité naturelle (concentration de solide en suspension total, mg/l) dans la mer Ligure.

Zona di studio	Riferimento bibliografico	Media	Min-Max
Linea di costa Liguria-Corsica	Pierce <i>e al.</i> , 1981	1,06	0,63-1,83
Canyon di Genova	Pierce <i>e al.</i> , 1981	-	0,5-9
Tra le foci dei fiumi Var e Roia	Tucci <i>e al.</i> , 1992	2 (estate e primavera) >4 (autunno e inverno)	
Tra Alassio e Ventimiglia	Tucci <i>e al.</i> , 1996	-	0,77-2,77 (livello superficiale) 0,41-2,44 (livello profondo)
Mar Ligure	Ferretti <i>e al.</i> , 1989	1,85	

Anche l'accumulo eccessivo di sedimento può determinare una regressione delle praterie: l'alto tasso di sedimentazione influenza direttamente la crescita verticale dei rizomi, densità dei fasci e la risposta delle piante è correlata all'intensità e alla durata della dell'ipersedimentazione (Manzanera et al., 1998). Se il tasso di sedimentazione supera i 5-7cm/anno si osserva un'alta mortalità degli apici vegetativi o, nei casi estremi, la prateria può restare seppellita (Tunesi e Boudouresque, 2006).

Da considerare che i ripascimenti a cui si fa riferimento nei succitati lavori non hanno previsto l'impiego di sabbie relitte.

Conclusioni

Il lavoro svolto in questa fase ha confermato la validità e l'importanza del protocollo ENV1, poiché nessuna delle regioni partecipanti al sottoprogetto dispone di una normativa specifica.

Tutti i partners, dopo aver condotto un'attenta analisi critica del protocollo ENV1, hanno fornito suggerimenti specifici. Tali suggerimenti saranno oggetto di discussione nel lavoro di revisione del protocollo, che costituisce uno degli obiettivi primari di questo sottoprogetto.

La ricerca bibliografica condotta sui valori naturali di torbidità e di tassi di sedimentazione nelle regioni coinvolte ha evidenziato una notevole carenza di informazioni.

Anche la ricerca bibliografica condotta sui possibili effetti che l'aumento di

torbidità e/o dei tassi di sedimentazione può indurre sulla *Posidonia oceanica*, ha mostrato come il numero di lavori specifici sia decisamente esiguo.

- AUBERT M., BOISSON M., FIERRO G., TUCCI S., DRAI C.G., EMERJ C., FALCHI G., HUGUES G., MARMENEAU C., MATHONNET S., PUCCI R., REVILLON P., ZACCONE P. (1990) - Mers d'Europe: etudes hidrologiques, chimiques et biologiques. 2° Tome: Mer Ligure du Cap de Bordighera au Cap d'Antibes. Campagnes RAMOGE 1984 - 1987. Rev. Intern. Océanogr. Méd., Tome XCIX: 36 pp.
- ARDIZZONE G.D., PELUSI P. (1984) - Yield and damage evaluation of bottom trawling on *Posidonia oceanica* meadows. In: International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, eds. C. F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac, J. Olivier, GIS Posidonie publ, vol. 1: 63 :72.
- BARBANTI A., CHIARLO R., FORNASIERO P., GABELLINI M., P. LA VALLE, L. NICOLETTI (2005) - Innovative monitoring of turbidity due to dredging activities. MEDCOAST 2005 - The Seventh International Conference on the Mediterranean Coastal Environment 25 - 29 October 2005, Kusadasi, Turkey: 803-814.
- BENEDET L., FINKL C. W., CAMPBELL T., KLEIN A. (2004) - Predicting the effect of beach nourishment and cross-shore sediment variation on beach morphodynamic assessment, Coastal Engineering, 51, 839-861
- BNP- Beach Nourishment and Protection, 1995, <http://www.nap.edu/books/0309052904/html/index.html>
- CORRADI N., PICCAZZO M., TUCCI S. (1981) - Dispersione del materiale in sospensione nelle acque superficiali antistanti le foci dei Fiumi Magra ed Arno: misure di trasparenza ed analisi di particellato. Quaderni Ist. Geol. Univ. Genova, 2 (6): 131-144.
- FERRETTI O., NICCOLAI I., BIANCHI C.N., TUCCI S., (1986) – Indagine ambientale dei sistemi marino-costieri: Il tratto compreso fra il Capo Circeo e l'Isola d'Ischia. Acqua-Aria, 6: 599-611.
- FERRETTI O., NICCOLAI I., BIANCHI C.N., TUCCI S., MORRI C., VENIALE F.; (1989) – An environmental investigation of a marine coastal area: : Gulf of Gaeta (Tyrrhenian Sea). Idrobiologia, 176/177: 171-187.
- GREEN K. (2002) - Beach Nourishment: A Review of the Biological and Physical Impacts. ASMFC (Atlantic States Marine Fisheries Commission) Habitat Management Series 7: 174 pp.
- GUIDETTI P. (2001) - Detecting environmental impacts on the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: the use of reconstructive methods in combination with 'beyond BACI' designs. J. Exper. Mar. Biol. and Ecol., 260: 27-39.
- GUIDETTI P., FABIANO M. (2000) - The use of lepidochronology to assess the impact of terrigenous discharges on the primary leaf production of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. Mar. Pollut. Bull., 40: 449-453.
- GUILLEN J., HOEKSTRA P. (1997) - Sediment distribution in the nearshore zone: grain size evolution in response to shoreface nourishment (Island of Terschelling, the Netherlands), Estuarine, Coastal and Shelf Science, 45, 693-652
- GUILLEN J., PALANGUES A., PUIG P., SORIANO S. (2004) - Temporal grain-size variability of marine shallow sediment : natural and man induced processes, Int. Workshop HWK Delmenhorst 15-18 April 2004 From Particle Size to Sediment Dynamics
- HITCHCOCK D.R., BELL S. (2004) – Physical impacts of marine aggregate dredging on seabed resources in coastal deposits. Journal of Coastal Research, 20 (1): 101-114
<http://www.sidimar.it>
http://www.arpat.toscana.it/acqua/ac_ma_poseidon.html
<http://www.arpa.emr.it/daphne>
- ICRAM (2000a) - Studio pilota per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento: il caso Anzio. Fase III/p – Prima campagna di monitoraggio. ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2000b) – Qualità degli ambienti marini costieri italiani (1996-1999). Valutazione preliminare del monitoraggio realizzato in convenzione con le regioni costiere. Quaderno ICRAM 272pp.
- ICRAM (2001a) - Studio pilota per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento: il caso Anzio. Fase III/s – Seconda campagna di monitoraggio. ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2001b) - Studio pilota per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento: il caso Anzio. Fase III/t – Terza campagna di monitoraggio. ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2001c) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi lungo la piattaforma continentale laziale ai fini di ripascimento: Sito Anzio AZ. Relazione preliminare. Fase C1 – Caratterizzazione del sito – ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2003a) – Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale. Area Montalto di Castro. Fase B – Caratterizzazione area vasta – ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2003b) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi lungo la piattaforma continentale laziale ai fini di ripascimento: Area di Gaeta (LT). Fase B – Caratterizzazione area vasta. ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2004a) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento: area di Montalto di Castro – Sito A2. Fase C1 – Caratterizzazione del sito – ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2004b) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: area di Torvaianica. Fase B – Caratterizzazione area vasta – ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2004c) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: area di Tor Vaianica. Fase C1 – Caratterizzazione del sito C2 – ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2004d) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi lungo la piattaforma continentale laziale ai fini di ripascimento: Area di Gaeta. Fase C1 – Caratterizzazione del sito. ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2005a) - Studio in corso d'opera e monitoraggio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento del deposito sabbioso sommerso ai fini di ripascimento Cava A2 - Montalto di

- Castro Fase C3 – Monitoraggio – ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2005b) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: Sito Anzio (AZ). Fase di Monitoraggio C3: luglio 2003, settembre 2003 e aprile 2004. ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2005c) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale ai fini di ripascimento: Macroarea D (Sabaudia) . Fase B – Caratterizzazione area vasta – ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- ICRAM (2005d) - Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale ai fini di ripascimento: Macroarea E (Terracina) . Fase B – Caratterizzazione area vasta – ICRAM, per conto della Regione Lazio.
- MANZANERA M., PEREZ M., ROMERO J. (1998) – Seagrass mortalità due to oversedimentation: an experimental approach. *Journal of Coastal Conservation* 4: 67-70.
- MORTON B. (1996) – The subsidiary impacts of dredging (and trawling) on a subtidal benthic molluscan community in the southern waters of Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, 32(10): 701-710.
- NEWELL R.C., SEIDERER L.J., HITCHCOCK D.R. (1998) - The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 36:127-178.
- NEWELL R.C., SEIDERER L.J., SIMPSON N.M., ROBINSON J.E. (2004) – Impacts of marine aggregate dredging on benthic macrofauna off the South coast of the United Kingdom.
- NICOLETTI L., PAGANELLI D., GABELLINI M. (en impression) – Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte ai fini di ripascimento: proposta di un protocollo di monitoraggio.
- ORPIN A. R., RIDD P. V., SEVERINE T., KENNETH R. N. A., MARSHALL P., JAMIE O. (2004) - Natural turbidity variability and weather forecasts in risk management of anthropogenic sediment discharge near sensitive environments, *Marine Pollution Bulletin*, 49, 602-612
- PEIRANO A., BIANCHI C.N. (1995) - Decline of the seagrass *Posidonia oceanica* in response to environmental disturbance: a simulation-like approach off Liguria (NW Mediterranean Sea). In: *Proceedings of the 30th E.M.B.S., Southampton, UK, September 1995*: 87-95.
- PERGENT G. (1991) - Les indicateurs ecologiques de la qualite du milieu marin en Mediterranee. *Oceanis*, 17 (4): 341-350.
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F. (1995) - Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualite du milieu littoral en Mediterranee: etat des connaissances. *Mesogee*, 54: 3-27.
- PICCAZZO M., TUCCI S. (1983) - Distribuzione e trasporto di materiale particolato sospeso nei canyons di Genova. *Atti 5° Congr. Ass. It. Oceanol. Limnol., Stresa (1982)*: 675-690.
- PIERCE J.W., TUCCI S., FIERRO G. (1981) - Assessing variations in suspensates, Ligurian Sea (North-western Mediterranean). *Geo-Marine Letters*, 1: 149-154.
- RUIZ J.M., ROMERO J. (2003) - Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Pollution Bulletin*, 46 : 1523-1533.
- SANDPIT (2005) – Sand Transport and Morphology of Offshore Sand Mining Pits. Process knowledge and guidelines for coastal management. L.C. van Rijn, R.L. Soulsby, P. Hoekstra, A.G. Davies (Eds.). EC Framework V Project No. EVK3-2001-00056, 816 pp.
- SYLAIOS G., STAMATIS, N., KALLIANIOTIS, A. & VIDORIS, P. (2005) - Monitoring and assessment of land-based nutrient loadings, distributions and cycling within Kavala Gulf. *Water Resources Management* , 19(6), 713-735.
- TERRADOS J., BORUM J. (2004) - Why are seagrasses important? – Goods and services provided by seagrass meadows. In: *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. Edited by Jens Borum, Carlos M. Duarte, Dorte Krause-Jensen and Tina M. Greve: 8-10.
- TUCCI S. (1989a) - Trasporto e sedimentazione del materiale particellato sospeso nelle acque comprese fra Gaeta e la foce del Voltumo. Nuove osservazioni sul sistema marino costiero dal Golfo di Gaeta alla foce del Voltumo. A cura di Ferretti O. e Tucci S. *Serie Studi Ambientali ENEA*: 61-73.
- TUCCI S. (1989b) - Caratterizzazione dimensionale del materiale particolato sospeso nelle acque costiere (Varazze - Capo Noli). In "Studi ambientali dell'area costiera di Vado Ligure". *Serie Studi Ambientali, ENEA*: 105-123.
- TUCCI S., FIRPO M., PICCAZZO M. (1992) - Caratterizzazione e dinamica del materiale in sospensione nella acque marine tra le foci dei Fiumi Var e Roia. *Atti 9° Congr. Ass. It. Oceanog. Limnol., S. Margherita Ligure 20-23 novembre 1990*: 263-273.
- TUCCI S., CORRADI N., CENTURIONE L., ORSI M. (1996) - Dinamica del materiale sospeso lungo la piattaforma continentale compresa tra Alassio e Ventimiglia (Liguria occidentale). *Atti 11° Congr. Ass. It. Oceanol. Limnol., Sorrento, 26-28 ottobre 1994*: 807-817.
- TUCCI S., CORRADI N. (1996) - Applicazione di un'analisi multivariata ad una ricerca sulle acque costiere dell'area italo-franco-monegasca. *Ist. Enc. Ital.*, 1:401-408.
- TUNESI L, BOUDOURESQUE C.F. (2006) - Les causes de la régression des herbiers à *Posidonia oceanica*. In : *Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica*. Ramoge pub.: 32-47.
- WILBER, D. H., BROSTOFF, W., CLARKE, D. G., AND RAY, G. L. (2005) - Sedimentation: Potential biological effects from dredging operations in estuarine and marine environments," *DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-E20)*, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. <http://el.erdc.usace.army.mil/dots/doer/doer.html>

Medplan

VALUTAZIONE DEI RISCHI E PIANIFICAZIONE INTEGRATA DELLE COSTE MEDITERRANEE.

PROCESSO DI ANALISI E GESTIONE DELLE ZONE COSTIERE: METODI DI VALUTAZIONE DEI RISCHI, DI RIDUZIONE DEGLI IMPATTI E DI PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO



CAPOFILA
Università di Genova
Dipartimento di Storia e Progetto dell'Architettura del Territorio e del Paesaggio POLIS (Liguria)
Responsabile: Roberto Bobbio (r.bobbio@arch.unige.it)

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare ICRAM (Lazio)
Responsabile: Sergio Silenzi (s.silenzi@icram.org)

Università di Ferrara
Dipartimento di Scienze della Terra DST (Emilia-Romagna)
Responsabile: Umberto Simeoni (g23@unife.it)

Université de Montpellier 1
Faculté des Sciences Economiques, Laboratoire de recherche LASER-CEP (Hérault)
Responsabili: Hélène Rey-Valette e Sébastien Roussel (roussel@lameta.univ-montp1.fr)

Université Democritus de Thrace
Lab Hydraulique et Travaux Hydrauliques (Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Nikos Kotsovinos (kotsovin@otenet.gr)

Institut de Mathématiques Appliquées IACM-FORTH (Crète)
Responsabile: Evangelos V. Koutandos (ekoutant@iacm.forth.gr)

Organisme de Développement de Crète Orientale OANAK (Crète)
Responsabile: Michalis Lipakis (m.lipakis@oanak.gr)

Responsabile di misura: Corinna Artom Regione Liguria	Partner OCR	Budget
3.1. La fascia costiera: recupero della fascia costiera e sua gestione territoriale e urbanistica Valutazione del rischio, stime di tipo socio-economico nella scelta della priorità degli interventi o nel quadro dell'imposizione di vincoli, processi di naturalizzazione, scenari a lungo termine rispetto ai fenomeni d'innalzamento del livello medio marino.	Regione Liguria	€ 219.380,63
	Regione Lazio	€ 140.000,00
	Département de l'Hérault	€ 14.600,00
	Région Macédoine de l'Est-Thrace	€ 38.480,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 52.000,00
	Région Crète	€ 50.000,00
	TOTALE	€ 514.460,63



LA MISURA 3.1

La fascia costiera: recupero della fascia costiera e sua gestione territoriale e urbanistica

Il litorale occupa un posto centrale nell'ambito delle attività umane, come luogo di scambio, di produzione, di urbanizzazione e d'innovazione. Ha così la caratteristica di concentrare su un piccolo spazio un grande numero di questioni: demografiche, economiche, ambientali e sociali. La fascia costiera, ultimo limite tra la terra ed il mare, è stata oggetto di uno sviluppo di attività multiple e si è trovata, dove le pressioni erano più forti, conquistata dall'urbanizzazione, quindi difesa contro il mare spesso tramite tecniche pesanti di lotta contro l'erosione, che in seguito hanno mostrato i tutti i propri limiti in termini di effettiva difesa e di durata. Di fronte a questa constatazione e davanti alla necessità di considerare non più i problemi su scala amministrativa locale ma sulla scala dei contesti ambientali, sono stati avviati studi per precisare la natura dei fenomeni erosivi, per definire il corretto livello di esame dei problemi, per prevedere soluzioni definitive da un punto di vista economico, ambientale e sociale, in grado di tenere in conto tutte le componenti socio-ambientali in gioco. La complessità particolare della geomorfologia, con lo sviluppo rapido delle infrastrutture e degli impianti produttivi, ha comportato un forte aumento della vulnerabilità dei litorali, messi in evidenza, ad esempio, della percentuale elevata delle spiagge in erosione. Ai problemi di urbanizzazione e di occupazione del territorio costiero, si sono sovrapposti negli ultimi decenni gli effetti dei cambiamenti climatici, sia naturali sia indotti. I fenomeni correlati all'arretramento della linea di riva mettono in grave pericolo gli ambienti naturali, le attività economiche che si svolgono su di essa, la sicurezza delle opere pubbliche e delle infrastrutture.

Obiettivi generali

- Valutazione del rischio d'inondazione delle zone costiere per effetto dei fenomeni meteo-marini, dei cambiamenti del clima, delle variazioni morfologiche e criteri per l'individuazione delle zone di rischio. Verifica dei sistemi per la pianificazione integrata finalizzata alla mitigazione o all'eliminazione del rischio d'inondazione.
- Integrare le emergenze e i criteri di difesa dall'erosione della fascia costiera nella pianificazione territoriale ed urbanistica. Verificare la necessità di soluzioni specifiche sulla base delle caratteristiche dei vari territori.

Obiettivi specifici

- Raffronto fra le diverse metodologie di valutazione del rischio adottate dai partner
- Valutazione dei parametri caratterizzanti il rischio d'inondazione delle zone costiere
- Valutazione dei parametri che indicano il rischio di risalita del livello del mare, anche

attraverso l'elaborazione dei tassi probabili di oscillazione eustatica, subsidenza, neotettonica, idrostasia glaciale, sia a livello locale sia regionale, per vari scenari (2025, 2050 e 2100);

- Redazione di cartografie tematiche relative al pericolo integrato ed al rischio di risalita del livello del mare per gli anni 2025 - 2050 - 2100;
- Redazione di linee guida per la valutazione del rischio;
- Confronto fra le diverse soluzioni di mitigazione dei rischi adottate dai partner;
- Individuazione di siti pilota per svolgere verifiche sull'applicabilità di una pianificazione territoriale - urbanistica integrata e finalizzata alla mitigazione o all'eliminazione dei rischi;
- Analisi e valutazione delle esperienze di recupero della fascia costiera
- Analisi dei parametri considerati nella valutazione dei fattori che influenzano lo sviluppo urbano costiero;
- Valutazione delle indicazioni dei Piani della Costa esistenti e necessità di aggiornamenti;
- Selezione di una o più località pilota con caratteristiche specifiche che corrispondono a modelli di interesse generale (località a sviluppo turistico avanzato, località di qualità ambientale elevata, località oggetto di interventi di trasformazione considerevole) dove sviluppare scenari di pianificazione e di gestione del territorio.

Il Sottoprogetto Medplan

Processo d'analisi e di gestione delle zone costiere : metodi di valutazione dei rischi, di riduzione degli impatti e di pianificazione del territorio



Roberto Bobbio (Capofila)¹, Lidia Bisio¹, Sergio Silenzi², Saverio Devoti², Luca Parlagreco², Umberto Simeoni³, Corinne Corbeau³, Simona Gragnaniello³, Umberto Tessari³, Hélène Rey-Valette⁴, Sébastien Roussel⁴, Nikos Kotsovinos⁵, Panayotis Prinos⁵, Panagiota Galiatsou⁵, Achilleas Samaras⁵, Nikos A. Kampanis⁶, Th.V. Karambas⁶, Maria Kazolea⁶, Michalis Lipakis⁷.

1 Universit  di Genova POLIS

2 ICRAM

3 Universit  di Ferrara DST

4 Universit  de Montpellier 1 LASER-CEP

5 Universit  Democritus de Thrace-Lab Hydraulique et Travaux Hydrauliques

6 IACM-FORTH

7 OANAK

Parole chiave: rischi, scenari, pianificazione, sviluppo sostenibile.

Introduzione

Il sottoprogetto MEDPLAN esplora le componenti di un piano di tutela e di pianificazione della costa al fine d'inserire misure di riduzione del rischio e azioni di difesa dei litorali nella pratica della pianificazione territoriale. La pianificazione   dunque considerata come ambito di integrazione della gestione della fascia litoranea con i progetti di sviluppo dei territori costieri.

Le differenti componenti considerate da MEDPLAN sono:

- la costruzione di scenari del rischio costiero a breve e lungo termine;
- l'identificazione di modalit  d'analisi e d'intervento per la salvaguardia dell'ambiente e la protezione degli insediamenti costieri;
- la messa a punto di strategie operative per la gestione e la pianificazione della costa.

Queste componenti sono perseguite secondo due linee di ricerca:

- la definizione di metodi di pianificazione dei territori costieri rispettosi dei criteri di gestione equilibrata della fascia costiera;
- lo studio e la conoscenza delle dinamiche costiere utili per implementare nuovi metodi di pianificazione.

Medplan si applica a territori situati in sei Regioni europee (delle otto che partecipano a BEACHMED-e): la Liguria (Regione capofila), la Macedonia Orientale – Tracia, Creta, l'Emilia Romagna, il Dipartimento dell'Hérault ed il Lazio.

Questo sottoprogetto   condotto da sette gruppi di ricerca riuniti in partenariato: Dipartimento Polis dell'Universit  di Genova (capofila dei partner), IACM-FORTH, ICRAM, OANAK, LASER-CEP dell'Universit  di Montpellier I, il Laboratorio di Idraulica e di Lavori idraulici dell'Universit  Democrito di Tracia, il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Universit  di Ferrara.

Ciascuno dei partner conduce, nella propria regione d'appartenenza, un programma di lavoro che approfondisce un aspetto specifico di un processo di gestione della costa che mira a coniugare la conoscenza delle problematiche e delle dinamiche costiere con gli interventi di protezione della costa, nel quadro della pianificazione territoriale; questo quadro deve considerare le opportunit  di sviluppo sostenibile dei territori costieri (fig. 3.1.1).

Le linee di ricerca ed i Contributi Tematici

Linea 1. Pianificazione e gestione della fascia costiera

Questa linea di ricerca tratta di metodologie di pianificazione e di gestione delle coste in erosione e degli interventi di protezione e ripascimento delle spiagge.

Si considerer  un esempio di studio per ciascuna delle tre tematiche seguenti:

- 1 le politiche di gestione del litorale;
- 2 la protezione della costa nelle pratiche di pianificazione;
- 3 le strategie di gestione della costa e i progetti di riqualificazione della fascia costiera.

1. Le politiche di gestione del litorale.

Valutazione della politica di gestione del litorale relativa all'erosione e alle inondazioni costiere nella Languedoc-Roussillon

Nel corso della fase A, soprattutto basata sul riesame della bibliografia e sull'identificazione delle problematiche chiave, sono state identificate tre tematiche:

- I meccanismi dell'erosione costiera e di sommersione, e le politiche di tutela e di riqualificazione delle spiagge;
- La valutazione economica delle spiagge;
- Le procedure di valutazione e gli indicatori di sviluppo sostenibile per le politiche pubbliche e le collettivit  territoriali.

Si   potuta dunque effettuare una selezione dei documenti necessari per stabilire

gli aspetti metodologici.

L'erosione delle spiagge deriva concretamente dall'azione congiunta dei venti, del clima ondoso sottocosta, delle maree e delle tempeste, meccanismi che devono essere affrontati a livelli più ampi rispetto a quello esclusivo delle spiagge.

In merito al valore economico delle spiagge, numerosi lavori riguardano le relazioni fra le forme di proprietà e l'efficacia delle politiche e degli strumenti di gestione applicati, in particolare in relazione ai conflitti potenziali che possono verificarsi a causa dell'acquisizione di risorse. L'analisi del degrado delle zone costiere rientra nella logica dell'economia ambientale e può essere interpretata come la conseguenza di una crisi del mercato, o del fallimento dell'intervento pubblico.

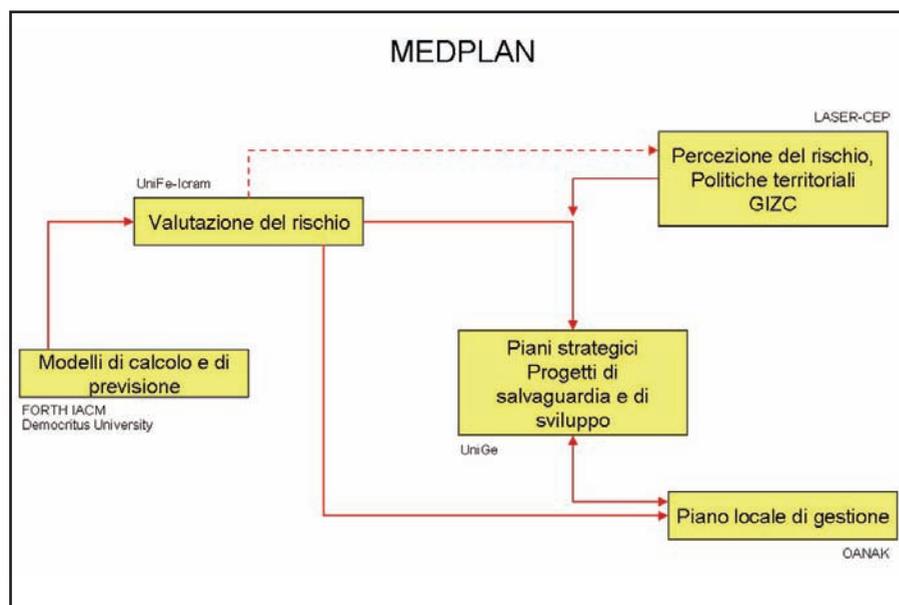


Fig. 3.1.1 – Modello organizzativo del Sottoprogetto Medplan.

Relativamente alle politiche di gestione dell'erosione costiera possiamo distinguere due grandi fasi nella gestione classica del fenomeno dell'erosione: (i) politiche volte a regolare gli effetti e che presentano delle misure condivise; (ii) politiche relative alle cause o alle fonti dei malfunzionamenti che portano a una riformulazione delle problematiche per valutare l'insieme dei meccanismi in una

logica di approccio, in termini di sistema. Questa seconda ondata di cause politiche sarà alla base della formulazione del concetto di gestione integrata, che analizzeremo in un capitolo specifico.

Il problema dell'inondazione costiera, determinato da eventi marini estremi e riguardante il litorale costiero, è metodologicamente simile alla problematica connessa all'erosione e, in numerosi casi, associata a dei fenomeni di erosione: le mareggiate che causano i fenomeni erosivi, i quali a loro volta determinano, a seconda della morfologia del territorio, le inondazioni. L'analisi deve integrare gli elementi fisici connessi al fattore rischio e, in particolar modo, alla sua caratterizzazione, grave o moderata, in funzione dei criteri considerati e degli usi che contraddistinguono le diverse parti del territorio per tenere conto della presenza di abitazioni, di vie di comunicazione e di strutture sensibili.

Il fatto di mettere in relazione il fattore rischio con gli usi, determina l'individuazione di zone e consente, conseguentemente, di prescrivere delle nuove normative in materia di urbanizzazione, in particolare relativamente all'individuazione delle zone non edificabili o edificabili.

Per identificare le zone a rischio di inondazione e di erosione e per sviluppare i piani di gestione, bisogna prendere in considerazione le dinamiche costiere. I metodi di valutazione del rischio costiero che produrranno delle carte del rischio (linea 2) potranno essere utili per la gestione della fascia costiera e dare delle informazioni utili per la GIZC.

I siti pilota considerati nel nostro studio si trovano nei Dipartimenti dell'Hérault e del Gard. Questi siti sono a livello comunale: Valras-Plage, il lido di Sète a Marseillan, Palavas-les-Flots e Grau-du-Roi/Port-Camargue.

Le fasi B e C presenteranno dati legati alla definizione di indagini metodologiche e alla realizzazione di indagini di percezione dei meccanismi e delle politiche riguardanti i rischi di erosione e inondazione. Tali indagini sono rivolte agli utilizzatori della spiaggia (residenti e turisti), e ai gestori della spiaggia.

2. Protezione della costa e azioni di pianificazione comunale. Un caso di studio nella costa Nord di Creta

La ricerca condotta sulla costa settentrionale della costa di Creta riguarda le metodologie e le esperienze di protezione del litorale in un quadro di pianificazione per lo sviluppo sostenibile del territorio relativamente a un piano di gestione comunale. Viene affrontato un caso reale di pianificazione locale che permetterà di confrontare le azioni e i programmi possibili alla scala delle Amministrazioni comunali con le strategie e i progetti a più grande scala che devono essere condotti con la partecipazione di più Comuni (e con l'eventuale

sostegno di un'agenzia regionale), come nel caso di pianificazione strategica considerata in Liguria.

Durante la fase A si è effettuato un lavoro sul campo al fine d'identificare le principali problematiche territoriali legate alla gestione della fascia costiera e di acquisire i dati necessari per definire ipotesi di sviluppo. L'obiettivo è studiare le pressioni antropiche sulla costa che costituiscono un fattore determinante nel processo di erosione, oltre al legame esistente tra queste pressioni e le procedure istituzionali e procedurali nell'applicazione della pianificazione spaziale e urbana.

Nell'ambito della fase A sono state effettuate le seguenti operazioni:

- Individuazione di un sito pilota (Comune di Géorghioupoli) avente caratteristiche confacenti agli obiettivi del progetto;
- definizione di un metodo di approccio applicabile a questo sito;
- panoramica generale del territorio;
- studio specifico dell'organizzazione dello spazio costiero;
- identificazione dei problemi e delle proposte che riguardano lo sviluppo urbano del litorale e dei fattori che prendono parte alla procedura di pianificazione.

Le operazioni seguenti sono in fase di elaborazione:

- lo studio degli interventi specifici necessari alla protezione del litorale in un quadro di sviluppo sostenibile;
- un progetto globale di applicazione;
- la scelta dei siti da analizzare, il censimento delle problematiche locali, le compatibilità degli interventi nei vari siti.

Il Comune considerato è quello di Géorghioupoli, che si trova nella baia d'Almyros, all'estremità Nord-Est del dipartimento della Canea (Hania) e copre una superficie di 53.498 km².

La popolazione residente per l'anno 2001 ammontava a 2.483 abitanti, mentre la popolazione stagionale (residenti più villeggianti e turisti), secondo le stime del Piano d'Organizzazione urbana della città aperta (SXOOAP), ammontava a 12.000 persone. Nel Comune, e soprattutto sul litorale, ci sono 9.500 posti letto, distribuiti su tutta una gamma di alloggi che va dagli hotel 5 stelle fino alle camere in affitto.

L'area è caratterizzata da una costa sabbiosa di circa 9 km di lunghezza, da una zona intermedia di pianure (dove si trova il lago di Kourmas e che è attraversato da corsi d'acqua), e, al sud, dalla regione montuosa dei Lefka Ori (monti bianchi). Queste tre unità - il litorale, la pianura e le montagne - costituiscono un fattore

determinante per lo sviluppo della rete di spostamenti, dell'attività edilizia, per l'aumento turistico, come pure per l'accesso al litorale. L'ambiente naturale del Comune ha un elevato valore estetico e presenta una notevole biodiversità.

Per proteggere l'area dall'importante aumento turistico, è stata realizzata nel 1985 una Zona di Controllo degli Habitat (ZOE), normata da uno strumento urbanistico grazie al quale è stato possibile regolamentare le costruzioni e l'uso del suolo nelle aree pianeggianti non comprese all'interno del piano urbanistico. Oggi è in fase di elaborazione il Piano d'organizzazione urbana della città aperta (SXOOAP) del Comune, che presto sostituirà la ZOE.

I dati sull'ambiente, associati con il modello di sviluppo turistico in vigore in Grecia, mostrano una tendenza allo sviluppo delle strutture costiere. Le caratteristiche naturali e geografiche del luogo rinviano al modello tradizionale di sviluppo turistico, all'eccessivo sfruttamento delle zone costiere e alla scarsa valorizzazione dell'entroterra. Sul litorale esistono grandi complessi costituiti da unità alberghiere difficilmente accessibili dalla viabilità principale, in generale l'accessibilità al litorale è problematica.

L'asse stradale a scorrimento veloce della costa cretese settentrionale, definito come strada nazionale, ha incidenze estremamente importanti sullo sviluppo della regione. Notiamo anche che la disposizione attuale di quest'asse, oggi vicino alla spiaggia, è un ostacolo tra la costa sabbiosa e l'entroterra.

Dal punto di vista geologico il litorale è omogeneo, con suoli morbidi e poco consistenti, una falda freatica abbastanza alta (0,50 – 0,70 m). Sono esposti a una forte azione erosiva del mare, che provoca condizioni sfavorevoli per le fondazioni degli edifici. In particolare, a causa dello sviluppo edilizio indotto dall'asse stradale a scorrimento veloce, dalla presenza dei corsi d'acqua, dalle condizioni geologiche e dalla natura del suolo, è alto il rischio di inondazioni (un esempio recente è fornito dalle inondazioni dell'ottobre 2006). La zona compresa tra l'asse stradale e la costa si divide in 2 sotto-zone:

- Zona 2, area residenziale e per la ricettività; a causa della composizione geologica del suolo, in questa zona ci sono problemi d'inondazione degli edifici e di disgregazione del terreno; di conseguenza, è indispensabile elaborare uno studio geotecnico speciale - che sarà proposto nel Piano di Organizzazione urbana della città aperta (SXOOAP) per l'intera regione;
- Zona 3, area di protezione particolare (P.E.P.); per quest'area sarà elaborato uno studio particolare, che preciserà le attività autorizzate e i lavori indispensabili, con strutture leggere e con materiali che rispettano l'ambiente, dove saranno delimitate zone di parcheggio, itinerari realizzati con l'impiego di passerelle in legno, spazi per lo sport, ecc.

3. Strategie di gestione della costa e progetti di riqualificazione della fascia costiera. Piano-progetto di riqualificazione di aree costiere nella Riviera ligure di Ponente

La costa dell'estremità occidentale della Liguria, nella quale sono stati effettuati interventi di ripascimento ed altri ne sono previsti, è stata assunta come caso studio per sperimentare un metodo d'elaborazione di un piano-progetto finalizzato alla riqualificazione di un tratto di costa.

Questo piano comprende:

- una strategia generale di protezione/riqualificazione;
- alcune linee d'azione prioritarie, che tengano conto delle caratteristiche e delle vocazioni delle zone considerate, e che saranno confrontate con gli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti, con le politiche in essere e con progetti e programmi d'intervento;
- alcuni progetti pilota di sviluppo che riguardano aree di particolare interesse per il loro valore e che possono servire da catalizzatori per processi di protezione della costa e di valorizzazione dei territori costieri a scala più vasta.

Scegliendo un tratto di costa che presenta interesse sia a motivo dei caratteri intrinseci, sia perché è già stato oggetto di operazioni di ripascimento, intendiamo inserire le azioni localizzate di protezione del litorale entro prospettive di gestione della costa di scala più vasta.

Le diverse operazioni avviate sono le seguenti:

Identificazione d'un tratto di costa per lo studio pilota

In prima ipotesi sono stati considerati quattro diversi settori della costa ligure. Dopo una serie di sopralluoghi e una valutazione dei vantaggi e degli svantaggi di ciascuno dei siti, è stata scelta la porzione di costa più occidentale della Liguria (Comuni di Ventimiglia, Camporosso, Vallecrosia, Bordighera; figura 3.1.2). Questo tratto di costa per una parte è occupato da una conurbazione costiera che presenta aspetti piuttosto vari: centri storici, ville e alberghi circondati da giardini esotici che risalgono all'epoca del primo sviluppo turistico di fine Ottocento, periferie recenti prive di qualità. Lungo la costa tra Ventimiglia e la frontiera con la Francia si stendono zone rurali e seminaturali (fig. 3.1.3), alcune delle quali presentano notevole interesse dal punto di vista paesaggistico e ambientale.

Il sito è stato prescelto sulla base delle seguenti considerazioni:

- la varietà delle situazioni (figure 3.1.4, 5, 6) permette un test significativo del metodo di lavoro; in particolare la presenza di aree urbane intercluse non edificate permette di avanzare ipotesi di riqualificazione importanti, mentre la presenza di siti significativi dal punto di vista naturalistico, paesaggistico, storico

e archeologico può servire come punto di partenza per progetti di valorizzazione del territorio;

- il progetto Medplan ha suscitato l'interesse e la disponibilità a collaborare delle Amministrazioni comunali;
- rilevanti interventi di ripascimento, realizzati grazie ai fondi europei, sono già stati effettuati in quest'area; è quindi opportuno continuare l'opera già iniziata, favorendone l'inserimento in un programma più ampio di recupero e riqualificazione ambientale.

Definizione del metodo

Il metodo di lavoro si basa sulle seguenti tre principali linee.

- Definizione di un quadro delle conoscenze che consiste in:
 - raccogliere, integrare ed elaborare i dati disponibili;
 - elaborare strumenti cartografici (in collaborazione con la Regione Liguria) in modo da ottenere l'inserimento immediato dei risultati nel sistema informativo regionale (in futuro, tale sistema potrà accogliere i dati derivanti da carte del rischio, come quelle che sono prodotte nella linea 2 della ricerca).
- Elaborazione di un programma di protezione del litorale e sviluppo durevole della costa attraverso:
 - l'apertura di un dialogo con attori e comunità locali;
 - l'organizzazione di incontri e di tavole di discussione in una prospettiva di governance;
 - la ricerca di omogeneità e compatibilità fra i differenti strumenti di



Fig 3.1.2 - L'area di studio sulla costa della Liguria



Fig. 3.1.3 - Una porzione della costa allo stato semi-naturale presso le Grotte dei Balzi Rossi (rinvenimenti archeologici preistorici).

pianificazione del territorio;

- la ricerca di convergenze e di sinergie fra le politiche territoriali delle differenti comunità e amministrazioni locali;
- la valutazione delle prospettive per la creazione di un'agenda strategica locale.

- Presentazione di un piano progetto così organizzato:
 - elaborazione di un programma quadro d'intervento che stabilisce criteri generali e linee direttrici per la gestione della zona costiera;

- ricerca di aree adatte a progetti di sviluppo, incrociando dati territoriali, previsioni di piano e condizioni locali;
- elaborazione di progetti di massima per situazioni locali specifiche.

Avvio e risultati delle prime fasi del programma

Una delle prime operazioni è consistita nella creazione di contatti con gli uffici tecnici della Regione e degli enti locali e nell'apertura di un dialogo con le Amministrazioni comunali dei territori oggetto di studio, che hanno reagito positivamente all'iniziativa; il Comune di Camporosso ha messo a disposizione un locale quale base logistica.

Nel gruppo di lavoro costituito sono presenti diverse categorie di specialisti: urbanisti, architetti, tecnologi, esperti di paesaggio, di scienze ambientali, di geologia, di beni storici architettonici e di archeologia (tenuto conto della particolare



Fig. 3.1.4 - Erosione della spiaggia a Bordighera (IM).

importanza dei ritrovamenti di antichità romane e preistoriche). Coordina il gruppo un urbanista, con il supporto di un assistente con formazione specialistica nel settore del territorio e del paesaggio.

E' stata effettuata una selezione di pubblicazioni scientifiche, della cartografia tecnica disponibile, dei dati di analisi



Fig. 3.1.5 - Ripascimento recente a Vallecrosia (IM).

contenuti all'interno degli strumenti di pianificazione. Sono stati compiuti confronti e una prima serie di verifiche in loco. Queste verifiche hanno lo scopo di permettere l'elaborazione di scenari evolutivi dei processi di trasformazione del territorio e andranno integrate con la raccolta di dati sul campo che si effettuerà nel corso delle attività.

Sulla base delle indicazioni raccolte, si sta procedendo a una prima identificazione dei territori che possono presentare interesse per le loro qualità intrinseche e per la loro importanza strategica; sono stati individuati siti adatti allo sviluppo di progetti d'intervento prioritario che dovranno non solamente permettere una riqualificazione dei contesti locali di maggior valore o sottoposti a particolari situazioni di rischio, ma avere anche ricadute significative sul territorio circostante e produrre nuovi esempi di intervento.

Incontri con le istituzioni e gli attori locali

Un aspetto essenziale di Medplan in Liguria riguarda gli incontri con gli attori istituzionali e locali. Le prime prese di contatto sono consistite in riunioni interne avute presso la sede della Regione, le quali hanno permesso di meglio precisare gli obiettivi generali e il programma di lavoro e hanno contribuito alla scelta dei territori pilota.

I contatti presi con i possibili partner locali, a livello sia tecnico sia politico, hanno permesso di accelerare la raccolta dei materiali e inaugurare un dialogo costruttivo con le Amministrazioni comunali.

Contributi degli esperti e ricerche bibliografiche

Primo prodotto di Medplan in Liguria è stata la raccolta di bibliografie tematiche specifiche, legate ai temi della ricerca, e di una cartografia del territorio considerato. L'elenco dei materiali è contenuto nel Rapporto completo di fase A.

Linea 2. Analisi delle dinamiche costiere

La conoscenza delle dinamiche costiere è indispensabile per definire criteri di gestione e per lo sviluppo dei piani di sistemazione della fascia litorale. La messa a punto di metodi per valutare i rischi e l'elaborazione di carte dei rischi e delle trasformazioni prevedibili del litorale devono essere un passaggio obbligato in un processo di pianificazione di una regione costiera.

Questa linea di ricerca è finalizzata a investigare la vulnerabilità della costa in risposta alle forzanti meteorologiche che agiscono sul territorio, in relazione alle caratteristiche geomorfologiche e agli usi dello stesso.

Si sono considerate in particolare le tematiche seguenti:

- la valutazione della vulnerabilità connessa all'aumento del livello del mare e degli eventi estremi;
- la messa a punto di tecniche e modelli per la previsione degli effetti delle inondazioni causate da mareggiate.

Valutazione dei rischi nell'ambiente costiero. Studi di casi di erosione e di subsidenza nelle coste del Lazio e dell'Emilia Romagna

La zona costiera riveste un'importanza centrale per l'economia, l'ambiente e la cultura dei paesi mediterranei. Il crescente carico antropico ha prodotto un forte incremento nella vulnerabilità dei litorali, oggi per buona parte in erosione. La necessità di porre rimedio ai sempre più frequenti fenomeni dannosi che colpiscono i litorali ha prodotto, in ambito scientifico, numerosi ricerche e studi per approntare nuove metodologie per la comprensione delle dinamiche evolutive ambientali e per la previsione evolutiva del territorio, anche in funzione dei cambiamenti climatici in atto.

L'istituzione nel 1988 dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ha permesso di valutare come durante il ventesimo secolo i cambiamenti climatici sono stati più veloci dei secoli precedenti: le stime dell'aumento della temperatura media globale a partire dal 1900 sono passate da 0,45 °C nel 1996 a 0,6 °C nel 2001 e 0,74° nel 2007 (IPCC, 2001 e 2007). In conseguenza di tale riscaldamento è atteso un sollevamento del livello marino fra +18 e +59 cm per il 2100. Seppure diversi studi indipendenti tendono a diminuire l'entità degli scenari IPCC, tali previsioni possono essere considerate utilizzabili nella valutazione del rischio costiero, inserendosi in un approccio di tipo precauzionale. La prevista risalita del livello del mare determinerà importanti impatti negativi sulle coste e, in particolare, su quelle che bordano pianure alluvionali fortemente subsidenti.

Le emergenze più probabili saranno determinate:

- dalla variabilità della frequenza e intensità dei fenomeni estremi;
- dal peggioramento o dall'innesco di fenomeni erosivi;
- dall'aumento della frequenza e dell'intensità delle alluvioni;
- dall'intrusione d'acqua marina negli acquiferi e dall'allagamento delle aree altimetricamente depresse.

Sebbene, come riporta il TAR dell'IPCC (2001), non ci sia una chiara relazione tra il cambiamento climatico e la variabilità dell'attività degli eventi estremi, studi modellistici (Knutson and Tuleya, 2004) e considerazioni sui sistemi costieri

(Emanuel, 2005; Trenbert, 2005; Webster et al., 2005) indicano come l'intensità degli eventi estremi potrebbe aumentare al crescere della temperatura media del pianeta, sovrapponendosi all'effetto connesso al solo sollevamento del livello marino (Lowe et al., 2001). Tutto ciò determinerà situazioni di crisi in noti settori dell'economia, come l'agricoltura e l'itticoltura delle aree lagunari, e provocheranno danni alle proprietà ed alle infrastrutture.

Agli impatti connessi ai cambiamenti climatici si sovrappongono, con frequenze e modalità complesse e non facilmente quantificabili, quelli legati all'azione dell'attività antropica sulle dinamiche naturali che, in molti casi, ha prodotto un irrigidimento del sistema costa compromettendone la capacità di adattamento.

La necessità di definire il rischio in ambito costiero ha assunto sempre più importanza soprattutto ai fini gestionali. Ciò ha dato impulso allo sviluppo di metodi di classificazione basati su parametri geomorfologici, idrodinamici ed antropici che sono stati applicati sia a grande che a piccola scala. Le metodologie e i parametri utilizzati nella valutazione del rischio variano in funzione dello scopo del lavoro, dei dati disponibili, dell'area di studio, dell'agente di pericolosità considerato (erosione, tempeste, innalzamento del livello del mare, ecc.) e della sua intensità.

In letteratura sono stati proposti varie metodologie per quantificare la vulnerabilità costiera nei confronti del Sea Level Rise (SLR). I più diffusi sono: IPCC Common Methodology, Le Technical Guidelines, L'UNEP Handbook Methodology, South Pacific Islands Methodology e Caribbean disaster Mitigation Project.

Sono altresì disponibili numerosi studi che sviluppano alcune applicazioni metodologiche per la definizione dello stato ambientale, dei possibili impatti e del rischio prodotto dall'innalzamento del livello marino, dall'erosione costiera e da mareggiata (OECD, 1993; Dal Cin and Simeoni, 1994; Gomitz et al., 1994; Berger and Iams, 1996; Frankel et al., 1996; Bush et al., 1999; European Environment Agency, 1999; Simeoni et al., 1999; Thieler and Hammar-Klose, 1999; Brewster, 2002; Simeoni et al., 2003). Bisogna sottolineare che i vari metodi proposti in letteratura necessitano, però, d'opportune calibrazioni necessarie per le peculiarità dei sistemi litorali oggetto d'indagine e per gli impatti biofisici (ad es. aumento dell'erosione costiera) e socioeconomici (ad es. perdita di risorse rinnovabili e sostenibili).

Nell'ambito del presente progetto verranno sviluppate due principali metodologie per la definizione di un rischio a lungo termine (cambiamenti climatici globali, sea-level rise) ed uno a breve-medio termine (rischio da sommersione da eventi estremi), fornendo uno strumento di classificazione e di

prima analisi utile per interventi programmatori e gestionali diretti (pubblica amministrazione, valutazioni di impatto, ecc.).

Utilizzando queste metodologie, si potranno produrre carte tematiche del rischio. Queste carte indicheranno i settori del litorale che hanno gradi diversi di vulnerabilità; potranno essere utilizzate per valutare le zone critiche del territorio e quindi, forniranno un appoggio importante alla pianificazione ed alla gestione delle zone costiere.

Le valutazioni saranno adottate in due contesti costieri italiani afferenti alle Regioni Lazio (fig. 3.1.7) ed Emilia-Romagna (fig. 3.1.6).

La costa laziale è contraddistinta dalla presenza di spiagge sabbiose interrotte da modesti tratti di costa alta. L'elemento caratterizzante l'intero tratto è rappresentato dall'unità fisiografica del fiume Tevere. Attualmente, dei 220 chilometri di spiagge circa il 18% circa è a rischio di erosione molto elevato e il 42% è a rischio elevato.

L'alta percentuale dei settori in erosione è riferibile sia alla forte diminuzione dell'apporto solido fluviale, principalmente il Tevere, sia agli effetti diretti e indiretti dell'antropizzazione.

Considerando la morfologia della costa laziale come il prodotto dell'interazione tra la risalita eustatica olocenica ed l'attività tettonica e vulcano-tettonica, è stato individuato come sito pilota di studio il settore compreso fra il Promontorio del Circeo e Terracina (Latina).

L'area in esame si colloca nel settore meridionale della Pianura Pontina, Lazio Meridionale, e rappresenta uno dei settori morfologicamente più depressi dell'intera regione. Tale Pianura si estende per circa 20 km parallelamente alla costa tirrenica fino a 50 km circa nell'entroterra, coprendo una superficie di circa 100 km². Il litorale in esame è costituito da una spiaggia sabbiosa in cui il promontorio del Circeo costituisce l'unico elemento di rottura del paesaggio.

La situazione dei 130 km di spiagge dell'Emilia-Romagna è sintetizzata dai seguenti dati: quelle in avanzamento (39 km)

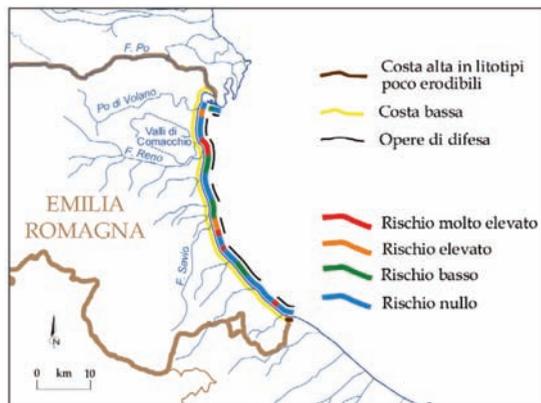


Fig. 3.1.6 - Carta del rischio di erosione dei litorali dell'Emilia-Romagna (GNDCI, 1999).

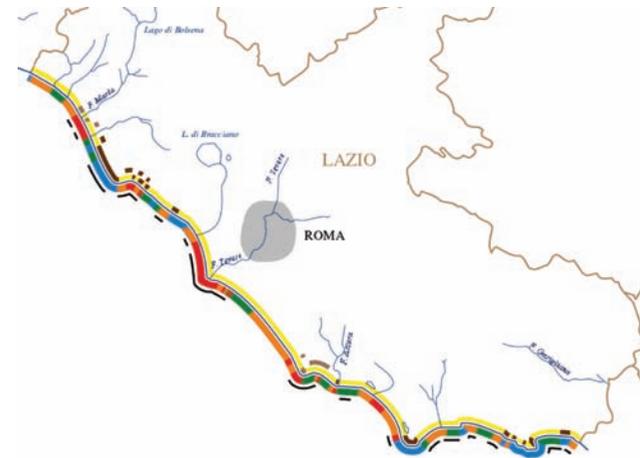


Fig. 3.1.7 - Carta del rischio di erosione dei litorali del Lazio (GNDCI, 1999) per la legenda vedere Fig. 3.1.6.

e stabili (59 km) sono soprattutto legate alla presenza d'opere portuali e di difesa, mentre quelle in arretramento (32 km) sono ubicate tra il Lido di Spina e la foce del Reno, a sud di Ravenna ed a nord di Cesenatico e Riccione.

La crisi evolutiva di questo litorale è determinata principalmente dalla drastica diminuzione degli apporti solidi dei fiumi e dall'alterazione della dinamica idrosedimentaria sottocosta dovuta alla presenza delle opere difensive e portuali, unitamente alle perdite legate ai rilevanti abbassamenti subsidenza. Sommando a questi gli effetti del cambiamento climatico previsti (innalzamento del livello del mare e variazioni degli eventi estremi) è ipotizzabile un aggravarsi delle situazioni di disequilibrio costiero nel breve-medio termine. Infatti, in base alle elaborazioni condotte con i più recenti modelli previsionali, nei prossimi decenni è prevedibile un intensificarsi degli eventi d'inondazione che amplificheranno i fenomeni d'erosione della spiaggia. Ciò pone in primo piano la necessità di valutare con grande attenzione la vulnerabilità ed il rischio d'inondazione del territorio costiero sia a breve che a medio termine.

Rischio d'inondazione nelle regioni costiere. Tecniche e modelli di previsione

Il rischio d'inondazione è definito come la combinazione della probabilità di occorrenza di un dato evento d'inondazione e delle conseguenze potenziali sulla salute umana, l'ambiente e l'attività economica associata a tale evento. Per comprendere il sistema fisico dell'inondazione, è utile considerare il modello

concettuale comunemente adottato: Fonte-Percorso-Ricettore-Conseguenza (Source-Pathway-Receptor-Consequence). Partendo da questi processi fisici dominanti, è altresì utile descrivere il sistema fisico come composto da elementi connessi ma distinti. Le cause delle inondazioni sono definite dalla connessione tra le onde ed il livello marino a largo e sottocosta. Le modalità di propagazione dell'inondazione sono definiti in funzione della 'risposta della costa'.

Nell'ambito della gestione integrata delle zone costiere, una classificazione delle tempeste risulta essere indispensabile per agevolare lo studio dei loro effetti. Le scale di classificazione che sono state sviluppate, e che spesso si ritrovano nella bibliografia corrispondente, sono:

- la scala di Saffir-Simpson (1971), che viene impiegata per la valutazione della potenzialità distruttiva e viene utilizzata come base qualitativa per ogni tentativo di classificazione. Questa scala è graduata su cinque livelli d'intensità, che prendono in considerazione gli intervalli di velocità dei venti, della pressione atmosferica e dell'onda di tempesta (storm surge);
- la scala di Dolan e Davis (1992), basata sull'analisi di 1347 eventi di tempesta, codifica cinque classi di tempeste in funzione dei seguenti parametri: altezza d'onda massima, durata, frequenza di occorrenza e tempo di ritorno;
- la scala di Mendoza e Jimenez (2004), simile a quella di Dolan e Davis, è basata sull'osservazione dell'intensità del vento e delle onde della Catalonia, su un periodo di 14 anni, ed è dipendente dal contenuto energetico di ogni tempesta;
- la scala di Mendoza e Jimenez (2006), basata sulla potenzialità erosiva di ogni categoria di tempesta, introduce l'innovazione di una classificazione delle tempeste basata sulle caratteristiche delle conseguenze indotte;
- la scala di MacClenahan e al. (2001) deriva dall'analisi di dati anemometrici sulle coste occidentali dell'Irlanda. Il criterio di classificazione si basa sulla definizione di determinate soglie di superamento dei seguenti parametri: velocità del vento, durata dell'evento di tempesta e intervallo temporale tra due tempeste consecutive.

Considerando che i lavori d'ingegneria idraulica devono essere progettati per essere efficienti in determinate condizioni estreme, deve essere posta particolare attenzione alla ricorrenza dei singoli eventi (anche se irregolari), più che alla media degli eventi stessi. Secondo i dati a disposizione vengono utilizzati i valori massimi di un evento e il superamento del valore limite, per estrarre dei valori di riferimento per le diverse strutture. Il metodo dei valori estremi è generalmente utilizzato in statistica per estrapolare dei livelli più estremi del processo in atto rispetto a quelli osservati. L'analisi dell'insieme dei valori estremi, mediante il

metodo Bayesiano, è solitamente preferita a causa della carenza di dati e della facilità, offerta da questa metodologia, di comprendere ed analizzare altre fonti informative, mediante le diverse suddivisioni dei parametri preliminari della funzione di probabilità. La valutazione delle misure estreme, che corrispondono a una bassa probabilità di superamento, costituisce un punto critico dell'analisi della pericolosità (rischio) delle opere idrauliche.

Dato che numerosi modelli di previsione delle inondazioni utilizzano una funzione primaria analoga, ma differiscono rispetto al metodo di rappresentazione dei processi, talvolta è difficile determinare quale sia il modello più appropriato.

A tal fine può essere utile definire delle categorie di modelli. Quando si sviluppa un sistema di classificazione è necessario identificare la finalità e il significato della suddivisione. La funzione primaria di un sistema di classificazione è quella di agevolare la scelta dei modelli di previsione per un determinato sito. Il sistema dovrebbe agevolare lo sviluppo di un approccio coerente, appropriato e trasparente di selezione del modello.

La base del sistema di classificazione descritta, costituisce il livello di complessità del modello. Questo è stato definito in modo da dipendere dai requisiti dei dati richiesti nel modello, dalla risoluzione necessaria, dai processi fisici considerati e dalle caratteristiche delle equazioni. La suddivisione dei modelli in diverse categorie segue due criteri principali. In primo luogo suddivide l'applicabilità del modello in funzione della variabilità fisiografica: mare aperto (offshore), settore costiero (nearshore), linea di riva, e aree inondabili. In secondo luogo, si utilizzano le informazioni concernenti le proprietà dei modelli per elaborare una serie di categorie di complessità crescente così suddivise: a) il giudizio, b) la rilevazione empirica, c) la prima generazione d) la seconda generazione e la terza generazione.

Considerando l'ambiente naturale come un sistema di regioni/zone che, seppure interagiscono fra loro, sono distinte, si arriva a una classificazione più ampia dei modelli. Di conseguenza esistono:

- modelli applicati al mare aperto,
- modelli applicati al settore costiero,
- modelli d'evoluzione costiera,
- modelli della risposta della costa nella zona di sovrizzo,
- modelli d'inondazione.

Per quel che concerne la risoluzione territoriale delle equazioni, esistono: modelli unidimensionali "1-D"; modelli bidimensionali "2-D", che descrivono i fenomeni in

due dimensioni orizzontali (considerando condizioni uniformi per la dimensione verticale), oppure a una dimensione orizzontale ed una verticale (considerando delle condizioni uniformi per la seconda orizzontale); modelli tridimensionali "3-D", più esatti ma anche più complessi, cosicché in ragione della pressione calcolata si limitano allo studio di microaree.

In questo studio, l'Università Democritus di Tracia utilizzerà modelli semplici per valutare l'evoluzione costiera e per tarare le altezze d'onda previste (e.g. SBeach, Oneline, Genesis), mentre IACM-FORTH per il calcolo di quest'ultime utilizzerà modelli più avanzati (equazioni di Navier-Stokes).

Valutazione del rischio e pianificazione integrata delle coste. Metodi di calcolo per la simulazione delle inondazioni

Nella fase A, IACM/FORTH contribuisce al Sottoprogetto Medplan, con lo studio bibliografico di metodi di calcolo di simulazione diretta allo studio delle procedure di aumento del livello del mare e dell'inondazione delle regioni costiere. La necessità di tali metodi è fondata sul fatto che possono prevedere l'evoluzione dei fenomeni in modo più rapido e meno costoso delle osservazioni in sito e delle registrazioni dei dati. Grazie alle ricerche bibliografiche, si è identificata la possibilità e l'efficacia dei metodi moderni di simulazione che sono applicati a partire dalla meccanica costiera rispetto alla specificità delle regioni dove sono state applicate. I metodi citati nella bibliografia sono i seguenti:

- Applicazione di un modello digitale di circolazione a due dimensioni orizzontali (2DH) per la simulazione della marea meteorologica generatrice di tempesta;
- Stima del valore della marea astronomica mediante misure di campo (registrazione di marea);
- Applicazione di modelli di flusso con estensione alla zona costiera e stima del set-up per espressioni analitiche.

La metodologia descritta potrebbe essere integrata anche in un modello (al posto dei tre) secondo Choia et al. Tuttavia, si preferirà la metodologia descritta perché fornisce stime con un grado minore d'incertezza (*uncertainty*). L'inondazione delle regioni costiere sarà apprezzata geometricamente grazie all'utilizzo di rilievi topografici. Creta è la più grande e una delle più turistiche isole della Grecia. Si trova al sud estremo del paese ed è bagnata a nord dal Mare di Creta e a Sud dal Mare di Libia. Uno dei problemi per gli abitanti dell'isola, con ripercussioni sfavorevoli sul turismo e sull'economia locale, è l'aumento del livello del mare e l'inondazione delle regioni costiere. Questo problema è dovuto all'influenza dei fenomeni seguenti:

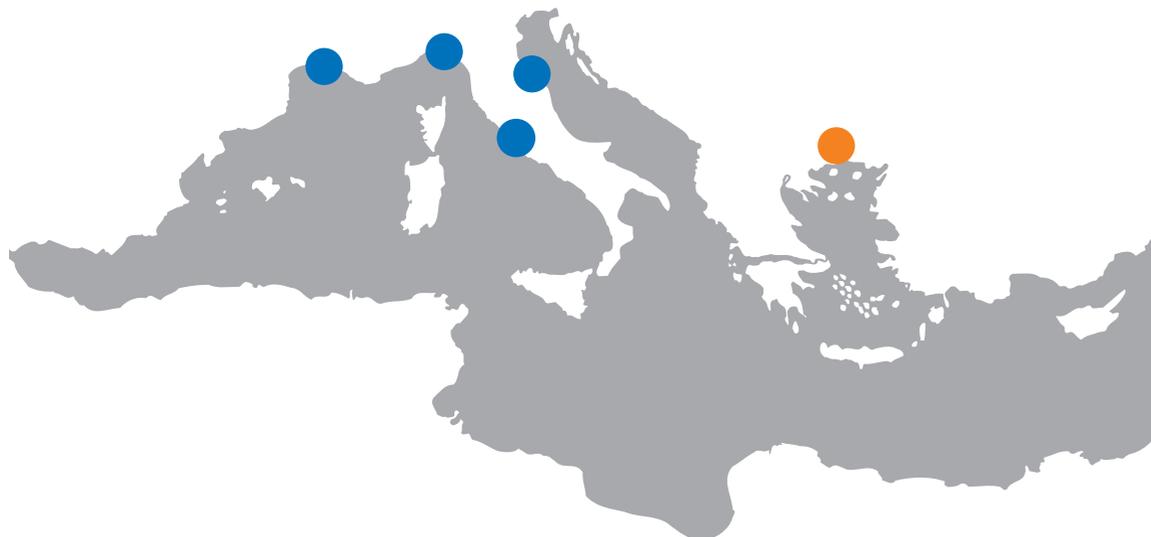
- Marea meteorologica generatrice di tempesta (*storm surge*), dovuta all'effetto del vento e delle variazioni di pressione alle masse dei bacini costieri;
- Marea astronomica causata dall'effetto della massa lunare;
- Aumento del livello medio del mare nella zona di rottura delle onde (set-up) che è dovuta alla perdita di energia del moto ondoso a causa della rottura delle onde.

La situazione più sfavorevole è la sovrapposizione dei fattori sopra descritti. La costa che verrà esaminata nell'ambito del Sottoprogetto Medplan si trova a sud di Creta, nella Regione più ampia dei dipartimenti del Chanée – Réthymnon, ha una direzione est-ovest e riceve i flussi del nord-ovest, nord, e nord-est. I flussi che sono generati da venti d'intensità superiore a 7 BF possono avere una lunghezza attiva di crescita di centinaia di chilometri, che può cominciare dalla parte nord del paese o dalle coste del nord dell'Africa.

- BERGER A.R. and IAMS W.J. (1996) - Geoinicators: assessing rapid environmental changes in earth systems. Rotterdam: A.A. Balkema.
- BREWSTER L. F. S. (2002) - The development of a comprehensive littoral vulnerability assessment approach for a small island developing state: a case study for Barbados. In: Littoral 2002, The Changing Coast. EUROCOAST/EUCC, Porto, Portugal, 189-198.
- BUSH D.M., NEAL W.J., YOUNG R.S. AND PILKEY O.H. (1999) - Utilization of geoinicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. *Ocean & Coastal Management*, 42, 647-670.
- DAL CIN R. AND SIMEONI U. (1994) - A model for determining the classification, vulnerability and risk in the southern coastal zone of the Marche (Italy). *Journal Coastal Research*, 10, 1: 18-29.
- EMANUEL K.A. (2005) – increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*, 436, 686-688.
- FRANKEL, A., MUELLER, C., BARNHARD, T., PERKINS, D., LEYENDECKER, E.V., DICKMAN, N., HANSON, S., AND HOPPER, M. (1996). National Seismic Hazard Maps, June 1996, Documentation. U.S. Geological Survey, Open-File Report 96-532, 100 p.
- GORNITZ V.M., DANIELS R.C., WHITE T.W. AND BIRDWELL K.R. (1994) - The development of a coastal risk assessment database: vulnerability to sea-level rise in the U.S. Southeast. In: (C.W. Finkl Ed.) Coastal hazards: perception, susceptibility and mitigation. *Journal of Coastal Research*, 12, Florida, 327-338.
- IPCC SRES (2001) – Special Report on Emissions Scenarios.
<http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>
- IPCC TAR (2001) – Climate Change 2001, Third Assessment Report. Impacts, Adaptation and Vulnerability. http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/
- KNUTSON T.R. AND TULEYA R.E. (2004) – impact of CO₂ – induced warming on simulated hurricane intensity and precipitation: Sensitivity to the choice of climate model and convective parametrization. *J. Clim.*, 17, 3477-3495.
- LOWE J.A., GREGORY J.M. AND FLATHER R.A. (2001) – Changes in the occurrence of storm surges around the United Kingdom under a future climate scenario using a dynamic storm surge model driven by the Hadley Centre climate models. *Climate Dynamics*, 18, 179-188.
- SIMEONI U., CALDERONI G., TESSARI U., MAZZINI E. (1999). A new application of system theory to foredunes intervention strategies. *Journal of Coastal Research*, 15, 2, 457-470.
- SIMEONI U., TESSARI U., GABBIANELLI G., SCHIAVI C. (2003) - Sea storm risk assessment in the Ravenna littoral (Adriatic Sea, Northern Italy). In: Ozhan E. (Ed), Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, 7-11 October 2003, Ravenna, Italy, 1-3, 2223-2234.
- THIELER E.R. AND HAMMAR-KLOSE E.S. (1999) - National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise: preliminary results for the U.S. Atlantic Coast. USGS Open File Report99, 593 pp.
- TRENBERT K. (2005) – uncertainty in hurricanes and global warming. *Science*, 308, 1753-1754.
- WEBSTER P.J., HOLLAND G.J., CURRY J.A. AND CHANG H.R. (2005) – changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science*, 309, 1844-1846.
- ABBOTT, M.B. (1980). 'Computational Hydraulics', Pitman Advanced Publishing Program, Boston, Mass.
- ABBOTT, M.B., MCCOWAN, A. AND WARREN, I.R. (1981). 'Numerical modelling of free-surface flows that are two-dimensional in plan'. H.B. Fischer (Editor), *Transport Models for Inland and Coastal Waters*. Academic Press, New York, pp. 222-283.
- BOOIJ N., RIS R.C. AND HOLTHHUIJEN L.H. (1999). A third-generation wave model for coastal regions I. Model description and validation. *Journal of Geophysical Research*, 104, C4, 7649-7666.
- CHOIA, B. H., H. M. EUMA, S. B. WOOB (2003). 'A synchronously coupled tide-wave-surge model of the Yellow Sea', *Coastal Engineering*, 47, 381-398.
- HOLTHHUIJEN L.H., HEMRAN A. AND BOOIJ N. (2003). Phase-decoupled refraction-diffraction for spectral wave models. *Coastal Engineering*, 49, 291-305.
- HUGHES S.A. (2004). 'Estimation of wave run-up on smooth, impermeable slopes using the wave momentum flux parameter'. *Coastal Engineering*, 51, 1085- 1104.
- KOUTITAS C. (1988). 'Mathematical Models in Coastal Engineering', Pentech Press.
- MADSEN, P.A., RUGBJERG, M. AND WARREN, I.R. (1988). 'Subgrid modelling in depth integrated flows', Proc. 21 st Int. Conf. Coastal Eng., Malaga.
- MASE H., OKI K., HEDGES T. S., LI H-J (2005). Extended energy-balance-equation wave model for multidirectional random wave transformation. *Ocean Engineering*, 32, 961-985.

ICZM-MED

AZIONI CONCERTATE, STRUMENTI E CRITERI PER L'APPLICAZIONE DELLA GESTIONE INTEGRATA DELLE ZONE COSTIERE (GIZC) MEDITERRANEE



CAPOFILA
Fondation Nationale de Recherche Agricole
Institut de Recherche Halieutique NAGREF-FRI
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Emmanuil Koutrakis (manosk@inale.gr)

Università di Bologna
Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti,
delle Acque, del Rilevamento, del Territorio DISTART
(Emilia-Romagna)
Responsabile: Silva Marzetti (marzetti@economia.unibo.it)

Litorale Spa (Lazio)
Responsabile: Antonio Mastrapasqua (info@litoralespa.it)

Università della Tuscia, Dipartimento di Ecologia e Sviluppo
Economico Sostenibile DECOS (Lazio)
Responsabile: Giuseppe Nascetti (nascetti@unitus.it)

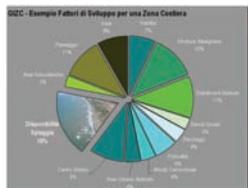
Università degli Studi di Genova, Dipartimento per lo
Studio del Territorio e delle Sue Risorse DIPTERIS (Liguria)
Responsabile: Mauro Fabiano
(corradi@dipteris.unige.it, fabianom@unige.it)

Landscape Natural and Cultural Heritage ICCOPS (Liguria)
Responsabile: Emanuele Roccatagliata (gisig@gisig.it)

Université de Montpellier 1 CEP/LASER (Hérault)
Responsabile: Sébastien Roussel
(roussel@ameta.univ-montp1.fr)

Bas Rhône Languedoc BRL (Hérault)
Responsabile: Franck Bellet (Franck.Bellet@brl.fr)

Resp. di misura: Maria Valasaki Région de Macédoine Est-Thrace	Partner OCR	Budget
3.2 GIZC: messa in opera di studi strategici operativi per la manutenzione e la ricostruzione delle spiagge (ICZM) Bilancio dell'evoluzione del tratto di costa, analisi socio-ambientali e paesaggistiche, proposta di scenari di gestione integrata delle zone costiere, proposta di un piano direttore di gestione, sviluppo di programmi d'intervento puntuali, il valore economico delle spiagge ed i costi di intervento.	Département de l'Hérault	€ 94.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 44.500,00
	Regione Liguria	€ 54.120,00
	Regione Lazio	€ 50.000,00
	Macédoine de l'Est-Thrace	€ 58.752,00
	TOTALE	€ 301.372,00



LA MISURA 3.2

Messa in opera di studi strategici operativi per la manutenzione e la ricostruzione delle spiagge (ICZM)

Il tema della gestione integrata della zona costiera è attualmente sviluppato in misura notevole a livello teorico e recepito, sotto diverse forme, negli atti di pianificazione costiera a diversa scala. A livello Europeo il documento di riferimento è costituito dalla Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio 2002/1413/CE e, nel quadro della convenzione di Barcellona (e dunque a livello dei paesi del Mediterraneo) con la recente iniziativa sviluppata dal PAP/RAC del Protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo. A questo riguardo occorre sottolineare i diversi livelli d'approfondimento raggiunti dai partner Europei del Mediterraneo. Ad esempio, numerosi tratti di litorale dell'Europa mediterranea sono ormai coinvolti, o lo saranno a breve, in studi di gestione integrata della costa (ICZM), realizzati tuttavia ad una scala intercomunale e che quindi necessitano di una metodica per un coordinamento ed un'omogeneizzazione su scala regionale. Un altro aspetto specifico che caratterizza i processi decisionali della gestione integrata è il raffronto tra i costi di un intervento, di ricostruzione e difesa di una spiaggia e i benefici che si possono ottenere da questo intervento (CBA).

Obiettivi generali

- Raccolta degli studi già effettuati nel settore per strutturare la gestione integrata delle zone costiere a livello regionale;
- Sviluppo di un modello d'analisi costi/benefici per il raffronto tra più tipologie di interventi di difesa costiera ed il valore economico delle spiagge, determinato tramite specifiche analisi socioeconomiche;
- Verificare l'applicabilità della Raccomandazione e del Protocollo a livello locale su una zona pilota estesa a scala sovra comunale, che possa corrispondere almeno ad un'unità fisiografica.

Obiettivi specifici

- Bilancio dell'evoluzione di un tratto di costa;
- Analisi socio-ambientale e paesaggistica;
- Proposte di scenari di gestione integrata delle zone costiere;
- Realizzazione di un piano direttivo di gestione;
- Impegno di programmi di intervento specifici;
- Confronto e scambio di esperienze con le regioni partner sui temi della gestione integrata delle zone costiere;

- Sviluppo di indicatori dello stato costiero (CSI - Coastal State Indicators) legati alle risorse, per descrivere lo stato dinamico delle coste sottoposte alla gestione integrata delle zone costiere (GIZC);
- Un monitoraggio realizzato con questionari per stimare il valore "non di mercato" della spiaggia (valore ricreativo di uso), mediante intervista ai turisti;
- Un monitoraggio realizzato con questionari per scoprire le preferenze dei turisti e degli operatori sui vari tipi di strutture di difesa costiera;
- Caratterizzazione delle spiagge del Mediterraneo in relazione al loro valore;
- Definizione di una metodologia specifica per la determinazione del valore delle spiagge ai fini delle analisi costi/benefici;
- Definizione di una metodologia per la parametrizzazione e la valutazione dei costi per le varie tipologie di interventi di difesa della costa;
- Applicazione del metodo costi/benefici a siti pilota;
- Definizione di una metodologia per la determinazione dell'avanzamento ideale/ottimale della spiaggia con ripascimento artificiale;
- Applicazione della definizione di zona costiera;
- Determinazione degli elementi di gestione a livello locale;
- Verifica degli strumenti di pianificazione e della loro coerenza con le prescrizioni/indicazioni del Protocollo;
- Verifica degli aspetti dell'organizzazione amministrativa/informazione e partecipazione;
- Contributo alla predisposizione di una strategia mediterranea e nazionale di gestione integrata.

Il Sottoprogetto ICZM-MED

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



Emmanuel Koutrakis (Capofila)¹, Franck Bellet⁸, Fulvio Cerfolli⁴, Mauro Fabiano⁵, Valentino Giuliani³, Simone Martino⁴, Silva Marzetti², Giuseppe Nascetti⁴, Emmanuele Roccatagliata⁶, Sébastien Roussel⁷, Argiris Sapounidis¹, Hélène Rey-Valette⁷

1 NAGREF-FRI

2 Università di Bologna DISTART

3 Litorale SPA

4 Università della Tuscia DECOS

5 Università degli Studi di Genova DIPTERIS

6 ICCOPS

7 Univerité de Montpellier 1 CEP/LASER

8 BRL

Parole chiave: Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC), Mediterraneo, erosione, paesaggio, turismo sostenibile, Analisi Costi-Benefici.

Introduzione

La fascia costiera è stata fino ad oggi uno spazio privilegiato per lo sviluppo della società umana; d'altronde, la maggior parte delle risorse marine, a livello globale, e della più ricca biodiversità, si trova nella fascia costiera. Tuttavia, la biodiversità dei sistemi costieri è oggetto, direttamente o indirettamente, delle numerose attività umane concentrate sulla fascia costiera. Quando queste attività si sviluppano simultaneamente su una fascia costiera ristretta, si riscontra il sorgere di numerosi problemi e si creano dei conflitti per l'utilizzo delle risorse costiere rinnovabili e non. Definire e risolvere le questioni ambientali connesse alle zone costiere diviene dunque un problema cruciale. Tuttavia, la necessità di fornire una griglia di analisi per la gestione e la formulazione delle risposte risulta essere altresì importante. Gli ambienti sono di tipo dinamico e comportano dei flussi continui di masse e di energia. La gestione dei litorali deve tener conto di queste dinamiche adattando le proprie strutture.

Il rapporto Brundtland, così come la Convenzione di Rio, hanno evidenziato l'esigenza di uno sviluppo sostenibile delle zone costiere. È proprio attraverso

l'approccio multidisciplinare di Gestione Integrata delle Zone Costiere-GIZC (Integrated Coastal Zone Management-ICZM) che questo obiettivo può essere raggiunto. GIZC è un processo che raggruppa tutti i soggetti che intervengono sullo sviluppo, la gestione e l'utilizzo del litorale, in un quadro che agevola l'integrazione e identifica le responsabilità degli stessi. GIZC è «un processo continuo, dinamico e adattabile, che ha l'obiettivo generale di applicare lo sviluppo sostenibile alle zone costiere e di mantenere la loro diversità. A tal scopo, il processo si prefigge, attraverso una gestione più efficace, di stabilire e mantenere i livelli ottimali (sostenibili) di utilizzo, sviluppo e attività nelle zone costiere, ed infine migliorare lo stato dell'Ambiente costiero» (EC, 1997).

GIZC nell'Unione Europea

L'Europa ha una piattaforma continentale ampia ed un lungo litorale (89.000 km), rispetto all'entroterra, che accoglie alcuni habitat tra i più fragili e preziosi. Le zone costiere europee devono affrontare problemi di deterioramento delle risorse ambientali, socio-economiche e culturali. Tali zone presentano dei problemi che non possono più essere affrontati dai diversi Paesi separatamente, mentre le politiche dell'Unione Europea tendono ad influenzare l'evoluzione delle zone costiere. Dal 1996 la Commissione Europea sta lavorando per individuare e favorire delle misure di ripristino a fronte di questo deterioramento, volte a migliorare la situazione globale delle nostre zone costiere.

Dal 1996 al 1999, la Commissione ha attivato un Programma Dimostrativo sulla GIZC, concepito sulla base di 35 progetti dimostrativi e 6 studi tematici (legislazione e strumenti di normalizzazione, partecipazione, tecnologia, cooperazione settoriale e territoriale, ruolo della politica dell'UE e informazione). Di conseguenza, il Programma Dimostrativo è stato articolato intorno a tre parole chiave: coordinamento, cooperazione, concertazione. Questo Programma è stato realizzato per fornire delle informazioni tecniche sulla gestione sostenibile delle zone costiere, e anima un ampio dibattito tra i diversi soggetti coinvolti nella pianificazione, la gestione o l'utilizzo delle zone costiere europee. Il Programma è stato inoltre concepito per favorire un consenso sulle misure necessarie per promuovere la GIZC in Europa. Nel 2000, sulla base delle esperienze e dei risultati ottenuti dal Programma Dimostrativo, la Commissione ha adottato due documenti:

- La Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo su «la Gestione Integrata delle Zone Costiere: Una strategia per l'Europa» (COM/00/547, 17 settembre 2000).
- La Proposta di Raccomandazione del Consiglio e del Parlamento Europeo

riguardante l'attuazione della Gestione Integrata delle Zone Costiere in Europa (COM/00/545 8 Settembre 2000). Questa Raccomandazione è stata adottata dal Consiglio e dal Parlamento, il 30 maggio 2002.

La Comunicazione spiega come la Commissione lavorerà per favorire la GIZC attraverso l'applicazione degli strumenti e dei programmi comunitari. La Raccomandazione descrive le misure che gli Stati Membri dovranno adottare per sviluppare delle strategie nazionali per la GIZC. Le strategie nazionali erano attese per la primavera dell'anno 2006. Secondo questi documenti, la Commissione Europea non dovrà attuare le misure legislative per la gestione delle zone costiere, ma promuovere l'integrazione dei principi e degli obiettivi di una GIZC nelle varie politiche settoriali.

L'esperienza con i programmi d'intervento ambientale, e il lavoro di pianificazione del territorio, hanno dimostrato chiaramente che l'applicazione dello sviluppo sostenibile è esageratamente lenta rispetto alla gravità e alla complessità dei problemi specifici delle zone costiere. L'azione comune dell'Unione Europea e degli Stati Membri risulta dunque essere di fondamentale importanza per accrescere l'efficacia della legislazione e degli strumenti finanziari e di pianificazione (EC, 2001).

GIZC nel Mediterraneo

La zona del Mediterraneo svolge un ruolo essenziale per la definizione delle strategie regionali di GIZC. Effettivamente, a causa delle particolari caratteristiche ambientali e socio-culturali, all'inizio degli anni '70 gli Stati rivieraschi hanno avvertito l'esigenza di tutelare la ricchezza della biodiversità marina mediante forme di collaborazione. Per affrontare la questione, nel 1975, nel quadro della Convenzione di Barcellona, è stato adottato il Piano d'Azione per il Mediterraneo (PAM). Il PAM ha acquisito grande efficacia mediante lo sviluppo di programmi specifici realizzati dai Centri Regionali, in particolare il Regional Activity Centre for the Priority Actions Program (PAP/RAC). L'attività del PAP/RAC consiste, essenzialmente, nella realizzazione di numerosi programmi pilota di GIZC, istituendo nel 1989 il Coastal Area Management Program (CAMP) (UNEP/MAP/PAP, 2001).

Tuttavia, la mancanza di efficacia e di successo di questi protocolli è divenuta evidente, nel corso degli ultimi anni, con la conseguente ed urgente necessità di compiere dei progressi più concreti. La prima fase di questo processo è stata la realizzazione di un nuovo strumento giuridico per la gestione integrata del litorale nel bacino del Mediterraneo. Questo obiettivo ha condotto, nel 2002 e nel 2003,

alla redazione di uno studio di fattibilità, (PAP/RAC, 2002), che è stato in seguito accettato da tutte le Parti Contraenti (PC). Le prime conclusioni di questo processo sono state presentate nel corso della tredicesima riunione delle PC, svoltasi a Catania (Novembre 2003). Sulla base dei risultati dello studio, le PC hanno adottato la raccomandazione "...di elaborare il progetto di testo di un Protocollo regionale sulla gestione integrata del litorale, in virtù di un ampio processo di consultazione degli esperti e di tutte le altre parti interessate, in attesa dell'esame dello stesso da parte delle PC". Il gruppo di redazione del testo del Protocollo, composto da cinque esperti legali e tecnici, è stato creato in occasione di una riunione tenutasi a Split (ottobre 2004). Durante questa riunione si è discusso della struttura e del contenuto del Protocollo, del percorso da intraprendere e di eventuali ostacoli. Durante le riunioni del gruppo di redazione (Atene: Gennaio 2004; Parigi: Febbraio, 2005) sono state redatte due diverse versioni del testo del Protocollo, a cui è seguita una terza versione, ultimata nel marzo 2005, e discussa durante un forum di consultazione svoltosi a Oristano, nel Giugno 2005. L'ultima versione redatta del protocollo è stata presentata nel corso della quattordicesima Riunione Ordinaria delle PC, in vista della sua eventuale adozione nel corso della quindicesima riunione delle PC, che avrà luogo nel 2007, proponendo la convocazione di una Conferenza diplomatica immediatamente dopo la riunione.

Data l'importanza che il PAP/RAC ha nella preparazione del Protocollo del Mediterraneo relativo alla GIZC, sono stati stabiliti dei contatti per discutere delle possibilità di collaborazione con il Sottoprogetto ICZM-MED, riguardanti gli indicatori che potranno essere impiegati, l'omogeneizzazione di tutte le attività dei partner, i risultati e la preparazione di un documento che contribuirà allo sviluppo del Protocollo regionale per la GIZC nel Mediterraneo. Seguirà inoltre la collaborazione con altri Progetti di Ricerca (per esempio DEDUCE) che è già stata avviata (riunione di Barcellona del 2/2/2007).

Obiettivi

I principali sforzi in materia di GIZC sono stati realizzati a scala locale, ragion per cui è opportuno sviluppare un coordinamento a scala regionale. L'obiettivo generale di questo Sotto-progetto è la raccolta degli studi esistenti al fine di creare una griglia di analisi per la GIZC a livello regionale, e selezionare un/dei luogo/luoghi pilota in ogni Regione partecipante a questa misura. Sarà creato un piano direttivo di GIZC (la zona sarà descritta e analizzata, saranno valutati gli indicatori di stato della zona costiera e della GIZC, saranno stabiliti dei criteri d'intervento per la gestione, saranno proposti o applicati gli strumenti da

utilizzare). Le conclusioni di tutte le attività menzionate, così come le migliori iniziative politiche internazionali, supportate dall'esperienza acquisita sui luoghi di studio, contribuiranno ad elaborare una strategia di GIZC Mediterranea e nazionale.

Regione Macedonia dell'Est e Tracia (Grecia)

Informazioni generali

La strategia nazionale più recente per la tutela delle coste, è stata presentata nel rapporto della Grecia sulla gestione della zona costiera (YPEHODE, 2006). Sulla base dei progetti di ricerca e degli studi effettuati nel corso degli anni precedenti, nel 2002-2003 è stata approvata una Disposizione Ministeriale per «un quadro speciale della pianificazione spaziale e dello sviluppo sostenibile dei settori costieri». Questo quadro rappresenterebbe una strategia nazionale per l'intero spazio costiero, che comprende le regioni continentali e insulari della Grecia. L'idea era quella di sviluppare una politica per i settori costieri a tre livelli: a) a livello nazionale, che prevedesse obiettivi di pianificazione spaziale, gli orientamenti e i criteri per avere accesso a una concretizzazione della politica a vari livelli inferiori di gestione; b) a livello regionale, che prevedesse l'individuazione delle zone geografiche specifiche in cui applicare, in maniera efficace, la nuova politica mediante linee guida e obiettivi più concreti; c) a livello locale/comunale, all'interno di zone geografiche specifiche in cui sviluppare dei piani concreti e delle misure specifiche per la gestione delle zone costiere, garantendo tutte le politiche settoriali e quelle relative alla pianificazione del territorio, in una prospettiva di sviluppo sostenibile.

L'obiettivo prioritario di questa strategia era individuare delle azioni e delle politiche, a medio termine, per integrarle al Programma Operativo 2000-2006 affinché le regioni costiere greche potessero essere gestite in maniera razionale, sostenendo la popolazione e le attività necessarie per lo sviluppo e tutelando, al contempo, le risorse naturali e gli ecosistemi.

GIZC nella Regione

Come precisato nel paragrafo precedente, la versione più recente della strategia nazionale greca concernente la tutela delle zone costiere, è stata presentata da YPEHODE (2006).

Tra i 35 progetti dimostrativi, due sono stati realizzati nella zona costiera della Regione della Macedonia Est e Tracia. Il primo era il progetto di Strymonikos, "Azioni Combinate per la Gestione della Zona Costiera di Strymonikos", realizzato nella costa occidentale della Regione (Koutrakis e al., 2003). Il progetto

è stato finanziato dal programma LIFE, con l'obiettivo di contribuire allo sviluppo e all'applicazione della politica Comunitaria per l'Ambiente, mediante azioni combinate nella zona costiera di Strymonikos. È stato realizzato da due Istituti di ricerca, l'Istituto di Ricerca Alieutica ed il Centro Greco del Biotopo/Zone Umide. L'esperienza acquisita dal progetto dimostrativo di Strymonikos ha provato che una buona conoscenza delle caratteristiche ambientali, sociali, economiche e amministrative della regione da gestire, costituisce il primo passo essenziale da compiere in prospettiva di una pianificazione di gestione integrata e di sviluppo sostenibile. Allo stesso modo, un monitoraggio costante della regione è necessario per rilevare i cambiamenti causati all'Ambiente. Inoltre, l'Osservatorio creato in occasione di questo progetto si è rivelato uno strumento prezioso per sostenere le azioni a favore dell'ecologia, la diffusione delle informazioni e per promuovere la partecipazione del pubblico e delle autorità locali.

Il coordinamento delle attività, gestito da un organismo di gestione istituito legalmente, si è rivelato indispensabile per l'applicazione della GIZC. Le carenze della legislazione sono ancora numerose e ostacolano considerevolmente l'applicazione di una gestione programmata della regione (Koutrakis, 2002).

Il secondo progetto è stato realizzato nella zona costiera della Prefettura di Kavala ed è stato finanziato dal progetto TERRA. Il progetto TERRA GZC, "Piano Integrato di Gestione della Zona Costiera di Kavala", è stato realizzato dall'Agenzia per lo Sviluppo dell'Amministrazione Prefetturale di Kavala S.A. (AENAK), la Prefettura di Kavala e la Regione Macedonia Est e Tracia, nell'ambito del Progetto TERRA, cofinanziato dalla Direzione Generale della Politica Regionale e di Coesione della Commissione Europea.

La Prefettura di Kavala è stata anche partner della Rete TERRA GZC, formato dalle Organizzazioni Governative di tre Regioni dell'Unione Europea (Prefettura di Kavala-Grecia, Regione delle Fiandre-Belgio, e Regione dell'Algarve-Portogallo). Oltre a questo progetto, la Prefettura di Kavala ha realizzato il Progetto dimostrativo intitolato "Osservatorio Costiero per la Prefettura di Kavala", che prevede attività odierne e future nella zona costiera, con l'applicazione di tecnologie moderne (Prefettura di Kavala, 2001).

Descrizione del sito pilota

Il sito pilota scelto per il progetto ICZM-MED è il Delta del fiume Nestos. Il Delta è situato ad Est del porto di Kavala. La regione, scelta come sito pilota anche per altri sottoprogetti, è soggetta a fenomeni d'erosione costiera. Il Delta del fiume Nestos è una regione protetta (Parco nazionale, sito Ramsar della rete Natura 2000). Il Delta del fiume Nestos (fig. 3.2.1) è situato sulla costa Ovest del Golfo di Kavala,

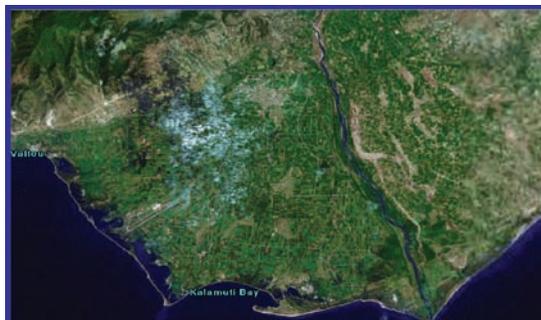


Fig. 32.1 - Il delta del Fiume Nestos (Sito pilota) situato a sud del Golfo di Kavala

che costituisce un settore con numerosi problemi connessi all'erosione delle spiagge. Sulla zona costiera si abbattano i venti che soffiano da Sud (Se, S e O) ed è soggetta all'azione del mare, dei moti ondosi e delle correnti (Xeidakis e al., 2006). Le attività principali della zona costiera sono l'agricoltura, la pesca, l'acquacoltura, (lagune, coltivazione dei mitili) e turismo.

Attività realizzate e future

Il primo semestre del progetto è stato dedicato alla raccolta delle informazioni bibliografiche, supportate da tesi scientifiche, articoli pubblicati nelle riviste nazionali e da libri. Si sono inoltre svolti incontri con gli organismi locali, come la giunta di Keramoti, l'Ispettorato delle foreste, il centro informazioni per il fiume Nestos, con l'obiettivo di acquisire le informazioni necessarie per la preparazione dei Sistemi GIS (Geographic Information System). E' stato inoltre impiegato un collaboratore part-time.

Durante la fase successiva, una carta GIS costituirà le informazioni disponibili relative alla GIZC del sito selezionato a differenti livelli; saranno valutati i diversi sistemi di difesa che possono essere applicati nella zona prescelta, e sarà presentato un questionario relativo alla zona selezionata per considerare e valutare l'opinione della collettività locale, degli utenti delle zone costiere (ad esempio i pescatori), e dei turisti rispetto ai diversi sistemi di difesa costiera. Infine, si effettuerà la scelta degli strumenti da utilizzare (secondo il protocollo PAP/RAC) e applicare, e/o la descrizione di una eventuale applicazione di questi strumenti nei progetti futuri.

Regione Lazio (Italia) GIZC nella Regione

Il Lazio è stata una delle prime Regioni italiane ad aver applicato la metodologia della GIZC, grazie al Programma Integrato degli Interventi (Legge Regionale 01/01 – Azione I.1.7.), con l'istituzione di una Commissione GIZC, composta da Regione Lazio, Università della Tuscia, Università di Roma, Università di Cassino e dalla Litorale S.p.A.

Nel 2005 i Comuni di Tarquinia e di Montalto di Castro sono stati selezionati dalla Commissione GIZC come una delle tre zone pilota del litorale del Lazio, per sperimentare e applicare la metodologia GIZC attraverso la costituzione di un Forum locale permanente e la redazione di un Capitolato per la realizzazione della GIZC.

Il lavoro della Commissione GIZC è stato articolato in tre fasi:

- La prima fase di ricerca è stata finalizzata al riconoscimento di ambiti territoriali (definiti ambienti costieri locali) caratterizzati da differenti sistemi di relazioni tra risorse fisico-ambientali, assetti insediativi e funzionali, sistemi di permanenze storico-culturali, risorse economico-produttive, risorse sociali e simboliche, valori di identità. Il risultato è stata la formulazione di schede che sintetizzano punti di forza e debolezza dei diversi sistemi costieri del Lazio.
- La seconda fase è consistita nella definizione di criteri per l'individuazione delle aree pilota e nella definizione di matrici uso-uso, che portassero alla scelta di tre aree diverse sotto l'aspetto ambientale e socio-economico, all'interno delle quali andare a sperimentare approcci GIZC.
- Infine, l'attività di ricerca inerente la gestione integrata della costa laziale vuole arrivare alla formulazione di linee guida da adottare su scala locale (in aree pilota), in grado di informare le decisioni di pianificazione ottimali da adottare sull'intero territorio costiero della regione.

Descrizione del sito pilota

Il sito pilota scelto per testare la metodologia presentata è la spiaggia di Tarquinia Lido, situata lungo la costa tirrenica della Regione Lazio, 90 chilometri a nord di Roma. La città etrusca, famosa per le sue tombe archeologiche, appartiene al Comune di Tarquinia, che si trova a 5 km dalla costa, nella fascia interna (fig. 3.2.2). Il sito di Tarquinia risulta essere una zona strategica per sperimentare la metodologia GIZC. Su questo territorio è presente una serie di fattori e di componenti che presentano tutte le problematiche e le caratteristiche della gestione integrata.

Il carattere centrale che la costa e la risorsa "mare" rivestono nelle decisioni amministrative della comunità locale trovano conferma nell'approvazione da parte del Comune e della Regione Lazio del P.U.A. (Piano d'Utilizzazione degli Arenili), uno strumento normativo che, attualmente, è stato adottato solo da 12 Amministrazioni comunali del litorale laziale.

Tarquinia ha 15.162 abitanti, su una superficie di 279 km² (Comune di Tarquinia, 2004).

L'economia si basa soprattutto sul settore terziario (66%), nonostante la percentua-



Fig. 3.2.2 - La spiaggia di Tarquinia Lido lungo la costa tirrenica della Regione Lazio.

le degli agricoltori sia ancora elevata (15%) rispetto ad altre zone della Regione. Il settore secondario assorbe il 18,4% della popolazione attiva. Il totale della popolazione attiva era nel 2001 di 5.412 persone (Istat, 2001). Le strutture alberghiere rappresentano il 25% del totale delle strutture d'accoglienza della Provincia. Tuttavia, a partire dalla metà degli anni '90, quando gli arrivi e le presenze negli alberghi erano rispettivamente 17.000 e 39.000, vi è stato un calo di affluenza e presenze, registrando nel 2004 rispettivamente 5.720 e 19.463 presenze.

Attività realizzate e future

La valutazione sociale del progetto si è svolta nel modo seguente:

- Ricerca bibliografica con riferimento ai progetti riguardanti la gestione integrata e la gestione delle spiagge, il soddisfacimento degli utenti finali, gli indici applicabili all'analisi relativa al progetto e agli strumenti di programmazione e gestione delle spiagge esistenti.
- Elaborazione e distribuzione di questionari per i gestori degli stabilimenti e gli utenti delle spiagge. Sviluppo delle relazioni con gli operatori locali.

Questa parte descrive la metodologia e i progressi successivi da compiere, necessari per valutare costi e benefici socio-economici del progetto di ripascimento, realizzato nel sito pilota di Tarquinia Lido. Occorre precisare che questo «esercizio» è basato su una valutazione post-operam, nonostante l'analisi Costi-Benefici sia generalmente usata per valutare, tra differenti scenari, quale risulti

essere maggiormente vantaggioso, sia dal punto di vista sociale che finanziario. Nonostante il grande utilizzo in altri ambiti progettuali, l'Analisi Costi/Benefici (ACB) non è ancora frequentemente utilizzata nella progettazione dei ripascimenti delle spiagge in Europa, mentre negli Stati Uniti è utilizzata nelle analisi eseguite dall'U.S. Army Corps of Engineers (USACE). La ragione per cui l'USACE è a favore di questo tipo di approccio data dalla necessità di valutare dapprima i benefici associati alla riduzione dei danni creati da eventi meteomarinari estremi e successivamente i miglioramenti delle attività ricreative e dello sviluppo regionale. Negli ultimi anni in Europa l'UE ha consigliato l'utilizzo dell'ACB sociale nella gestione delle coste (Eurosion, 2004).

L'analisi dei costi e benefici sociali, applicata ai ripascimenti, considera i beni o servizi non destinabili alla vendita in un vasto orizzonte temporale (50 anni), nella scala spaziale della cella sedimentaria (zona in cui il sedimento può essere considerato autonomo), e i costi ambientali del progetto ricadono all'interno della cella.

Gli ultimi costi sono utili per identificare dove i benefici vengono a ricadere e per definire una politica di distribuzione equa inerente i costi di costruzione e di manutenzione delle strutture difensive. Tuttavia l'obiettivo primario dell'ACB è l'efficacia, come sottolinea Kaldor-Hicks, e non se essa debba essere separata da concetti di equità distributiva nei costi e benefici. Applicata alla valutazione del ripascimento delle spiagge, l'ACB determina l'efficacia dell'intervento non soltanto per il turismo e le attività ricreative, ma anche nel campo della gestione ambientale in genere; l'obiettivo è, quindi, quello di tenere conto di attività potenzialmente incompatibili come lo sviluppo turistico di massa e la tutela dell'ambiente.

Per ciò che riguarda la valutazione economica della spiaggia, la ricerca proposta consiste nel definire i costi e i benefici secondo le guide di settore aggiornate che si trovano in letteratura (EU, 2004), e in rapporto ad alcune applicazioni più pratiche realizzate dal NOAA (2006). I costi sono relativamente facili da determinare, e interessano la realizzazione, il monitoraggio, la manutenzione delle spiagge, la conservazione e le indagini dei fondali marini. I principali benefici ottenuti da un'opera di difesa come il ripascimento, sono dati dalla diminuzione dell'erosione e dal rischio di inondazioni. Tuttavia sono stati riconosciuti altri benefici importanti come, ad esempio, quello legato alla diffusione dell'informazione sullo stato e gestione della costa, e quelli legati a miglioramento dei servizi di regolazione ecosistemici (Eurosion project 2004).

Nell'ambito di questo progetto, i temi prioritari saranno: la riduzione dei danni causati da eventi estremi, il valore ricreativo e la valutazione delle proprietà patrimoniali così come l'analisi economica ottenuta attraverso gli impatti diretti e indiretti trovati in letteratura e aggiornati con dati primari.

Inoltre la metodologia ACB, a supporto delle Amministrazioni Pubbliche, intende proporre una serie di considerazioni su come indirizzare la scelta della durata economica della vita utile del progetto (ripascimento delle spiagge); quale potrebbe essere il tasso di sconto più adeguato (EU, 2003), se utilizzare un tasso costante o decrescente; come includere nel quadro Costi-Benefici concetti di equità e sostenibilità (OCSE, 2006) e infine, la sensibilità dei parametri tecnici ed economici, della stima degli indicatori dell'analisi Costi-Benefici (rapporto costi-benefici, valore attuale netto) (EU, 2003). Inoltre, saranno proposte delle iniziative pratiche a sostegno dell'amministrazione pubblica per valutare gli impatti economici diretti e per trasferirli ad altri siti.

Regione Liguria (Italia)

GIZC nella Regione

Le autorità regionali liguri, riconoscendo l'importanza centrale di una gestione appropriata della zona costiera per lo sviluppo regionale futuro, sono profondamente impegnate ad amministrare, tutelare e gestire il proprio litorale (Regione Liguria-Arpal, 2004). Uno strumento caratteristico sviluppato a livello regionale è costituito dal Piano di Coordinamento Territoriale della Costa (PCTC), approvato dal Consiglio Regionale nel 1999. Il PCTC si prefigge di ottenere un livello di qualità superiore della zona costiera, per le sue componenti naturali e antropiche, tenendo in considerazione la tutela dell'ambiente costiero, la ricostruzione del paesaggio costiero e, al contempo, lo sviluppo delle attività economiche liguri. Il PCTC prende in considerazione, in particolare, quattro settori: la protezione della costa dall'erosione mediante l'applicazione dei cosiddetti metodi "morbidi" (ripascimento delle spiagge), l'incremento del turismo da diporto attraverso lo sviluppo dei porti turistici regionali, il ripristino di zone costiere attraversate da linee ferroviarie in disuso, e il miglioramento dell'efficienza della viabilità costiera. A livello regionale, il PCTC assume un ruolo di riferimento per la gestione costiera e costituisce l'unica esperienza nel contesto di una gestione integrata. Altre attività connesse al settore della GIZC possono essere individuate a livello territoriale inferiore.

Descrizione dei siti Pilota

Riviera del Beigua

Il sito pilota è una zona costiera situata tra le città di Genova e Savona (ovest della Liguria). Questo settore, che nel 2002 è stata definita come il distretto territoriale della Riviera del Beigua, è composta da sei Comuni di piccola taglia.(fig. 3.2.3). Considerando le parti più interne del territorio, l'area è caratterizzata dalla



Fig. 3.2.3 - Immagine da satellite della Riviera del Beigua (Terra, Google).

presenza del Parco Regionale del Beigua, riconosciuto quale zona di particolare interesse a livello europeo (rete NATURA 2000, UNESCO). All'ambiente marino e costiero è stato riconosciuto un valore naturale relativamente basso, quale conseguenza di una scarsa conservazione degli habitat marini e delle modifiche antropiche, ad eccezione di una porzione di litorale roccioso ben conservato e caratterizzato dalla presenza di due SIC (Sito di Importanza Comunitaria) marini (Regione Liguria, 1999; 2002). Il mare della Costa del Beigua appartiene al Santuario dei Cetacei del Mar Mediterraneo.

La qualità dell'ambiente della Costa del Beigua è stata compromessa, in particolar modo, da due gravi episodi: l'inquinamento diffuso e cronico da metalli pesanti indotto da un'industria chimica, e l'incidente avvenuto nel 1991, quando l'area è stata coinvolta in uno dei più grandi disastri ecologici avvenuti nel Mediterraneo, causato dal naufragio della petroliera Haven (ICRAM, 1999).

Il flusso turistico nell'area è elevato (oltre 1 milione di presenze in totale), con una tendenza prettamente stagionale, che raggiunge i picchi in luglio e agosto. Il turismo balneare locale è principalmente nazionale e si rivolge alle famiglie, composto da turisti provenienti dalle regioni limitrofe. La grande presenza di turisti, durante l'alta stagione, comporta spesso delle tensioni dovute ad uno sfruttamento eccessivo delle risorse locali (acqua, smaltimento dei rifiuti, ecc.) e

delle infrastrutture (parcheggio, traffico, ecc.).

In questo quadro, la Riviera del Beigua può essere considerata come un ottimo sito pilota. In effetti, l'evento drammatico del naufragio della petroliera Havent nel 1991 ha obbligato le comunità locali a confrontarsi con i problemi della tutela ambientale e a lavorare di concerto per perseguire una gestione integrata, e maggiormente sostenibile, dell'intera regione.

Comune di Porto Venere

Il secondo settore individuato corrisponde al Comune di Porto Venere, settore protetto dal 1985, riconosciuto patrimonio dell'Umanità dall'UNESCO nel 1997, e nominato parco regionale nel 2001. Il Parco Regionale di Porto Venere (279 ettari) include le isole Palmaria, Tino e Tinetto, il promontorio di Porto Venere, la zona della Punta della Castagna a S. Pietro, le falesie di Castellana e di Muzzerone; e due piccoli paesini: Le Grazie e Fezzano (fig. 3.2.4).

Il settore, caratterizzato dall'insularità e da una morfologia particolarmente scoscesa (fig. 3.2.5a), possiede un carattere intimamente mediterraneo. Costituisce la zona con il valore ambientale maggiore in tutta la provincia di La Spezia, grazie alla presenza di specie faunistiche interessanti e dagli importanti



Fig. 3.2.4 - Carta della Regione Liguria – Comune di Porto Venere.



Fig. 3.2.5 - Comune di Porto Venere caratterizzato dall'insularità e da una morfologia particolarmente scoscesa, possiede un carattere intimamente mediterraneo (a). La pressione turistica implica la necessità di affrontare urgentemente le questioni ambientali (b).

aspetti «fitogeografici». In uno spazio estremamente limitato, i profondi valori naturalistici delle isole e delle falesie, così come l'importante eredità storica e archeologica, contrastano con le zone sfavorite e abbandonate, delle cave e delle enormi costruzioni.

I temi principali di gestione del settore di studio sono connessi a:

- La pressione turistica, anche sulle falesie, che implica la necessità di affrontare urgentemente le questioni ambientali (fig. 3.2.5b);
- Potenziali conflitti sociali ed economici dovuti allo squilibrio tra gli spazi fisici limitati, ancora disponibili, e la domanda crescente dello spazio, su terra e su mare;
- La pressione costiera elevata (essenzialmente turistica) da un lato, e dall'altro l'abbandono delle zone rurali nell'interland;
- La presenza di zone militari che, pur contribuendo alla protezione ambientale, impediscono la fruizione di alcune zone costiere.

Tuttavia, malgrado le condizioni attuali, esiste un enorme potenziale per il recupero dell'habitat naturale e per la realizzazione di una gestione maggiormente sostenibile del settore.

Regione Emilia-Romagna (Italia)

GIZC nella Regione

Il progetto GIZC riguardante le coste dell'Emilia-Romagna è uno dei maggiori progetti pubblici regionali. Esso costituisce la risposta politica all'esigenza di uno

sviluppo sostenibile costiero. La costa costituisce un sistema complesso e i diversi usi antropici sono interdipendenti. Il progetto è iniziato nel 2002, e si basa sugli obiettivi della GIZC (2000) della EU.

Il Governo Regionale ha istituito un Comitato Istituzionale, composto dai rappresentanti locali territoriali, al fine di stabilire le linee guida per la gestione futura della costa. Nel 2005 sono state pubblicate le linee guida regionali per la GIZC (Legge regionale n. 645, 20/01/2005).

L'attuazione dei primi investimenti pubblici regionali secondo queste linee guida è iniziata nel 2006: 13 investimenti per 7,8 milioni di euro saranno finanziati dal Piano di Azione Ambientale. La principale caratteristica è l'integrazione dei diversi aspetti della costa nei progetti interdisciplinari (caratteristiche fisiche, erosione, biodiversità, inquinamento, pesca, turismo, ecc.).

Descrizione del sito Pilota

La spiaggia di Riccione, scelta come sito pilota per questo sottoprogetto, è una zona turistica a Nord-Ovest della costa adriatica vicino a Rimini (fig. 3.2.6).

I residenti sono circa 34.800. Il valore di utilizzo diretto dipende dal settore turistico locale molto sviluppato, basato sulle attività ricreative della spiaggia.

Il valore di utilizzo indiretto è basato sulla protezione contro le mareggiate e le correnti marine. I turisti frequentano principalmente gli hotel. Nel 2004, il totale degli arrivi fu circa 600.000, con un picco in luglio e agosto. I turisti soggiornano in media 6 giorni. I visitatori giornalieri non sono ufficialmente registrati, ma risultano numerosi principalmente nei weekend (Turner, 1999; Marzetti, 2006).



Fig. 3.2.6 – Riccione sulla costa dell'Emilia-Romagna.

La spiaggia di Riccione è soggetta ad erosione e deve essere protetta artificialmente. I lavori di protezione infatti sono frequenti, la figura 3.2.7 mostra due fotografie della spiaggia prima e dopo l'erosione.

Attività realizzate e future

Quattro nazioni forniscono prevalentemente dati

sulle diverse componenti del valore economico totale di una risorsa: USA, Gran Bretagna, Olanda e Italia. In merito al valore di utilizzo diretto della spiaggia da parte dei visitatori, i dati europei e americani presentano valori che vanno da 1 a 92 euro nel 2001 (Polomé, Marzetti, van der Veen, 2005). Riguardo alle regioni del Mediterraneo, dati pubblicati sul valore di utilizzo e i valori di non utilizzo sembrano disponibili solo per l'Italia. In particolare, riguardo alle spiagge, nell'ambito del progetto europeo di ricerca DELOS (Environmental Design of Low Crested Coastal Defence Structures) 2000-03, nel 2002 sono state effettuate quattro indagini di valutazione contingente in alcuni siti italiani per stimarne il valore di utilizzo: Lido di Dante (Ravenna), Barcola (Trieste), Ostia (Roma) e Pellestrina (Venezia) (Marzetti, 2003; Marzetti and Zanuttigh, 2003; Marzetti and Lamberti, 2004; Marzetti, 2006). Questi dati vanno da 5 a 27 euro nel 2002 (Marzetti, 2003). Inoltre, per i valori di utilizzo esiste una funzione di trasferimento dei benefici (FTB) che determina il valore per un nuovo sito utilizzando i benefici di altri siti con caratteristiche simili. (Polomé, Marzetti, van der Veen, 2005). Relativamente al valore di preferenza e ai valori di non utilizzo, sembra che non esistano dati sulle spiagge italiane. In Europa, Goodman et al. (1993 e 1999) hanno stimato valori di non



Fig. 3.2.7 - Spiaggia di Riccione prima e dopo il ripascimento.

utilizzo per la conservazione della qualità della costa britannica, mentre Polomè et. al. (2005) ha stimato il valore di non utilizzo di alcune aree naturali olandesi. In merito alle attività future, saranno effettuate due indagini tramite questionario a Riccione. Sarà utilizzato il Metodo della Valutazione Contingente (MVC), che si basa sull'idea di base seguente: se si vuole stimare il valore di una risorsa che il mercato non stabilisce, la cosa migliore è creare un mercato ipotetico tramite un questionario che permette agli intervistati di esprimere tale valore. In questo modo, i benefici relativi ad un progetto di difesa della spiaggia possono essere valutati in termini economici. In ICZM-MED il MVC sonderà la disponibilità a pagare per stimare il valore di utilizzo indiretto, il valore di preferenza e i valori di non utilizzo della spiaggia di Riccione. Il questionario sarà creato secondo le caratteristiche della spiaggia di Riccione. In particolare, per gli operatori balneari saranno introdotte nel questionario domande specifiche sul tipo di lavori di manutenzione che essi sono disposti a fare.

In sintesi:

Fase B) – da luglio 2006 a giugno 2007 saranno realizzati due questionari, uno per i visitatori e uno per gli operatori balneari, e saranno effettuate due indagini pilota (30/50 interviste) per provare i questionari in versione preliminare.

Fase C) – da luglio 2007 a dicembre 2007, saranno effettuate le vere e proprie indagini (complessivamente 760 interviste) con i questionari definitivi. Saranno poi calcolate le statistiche descrittive, e saranno individuate le principali variabili che determinano la disponibilità a pagare mediante regressioni. Saranno evidenziati i principali lavori di manutenzione che gli operatori balneari sarebbero disposti a fare. Infine, saranno presentati suggerimenti di gestione della spiaggia dal punto di vista socio-economico.

I risultati attesi dell'indagine sono:

- 1) dati originali sulla disponibilità a pagare (DAP) per il progetto di difesa e i principali motivi della disponibilità a pagare;
- 2) dati originali sui lavori di manutenzione della spiaggia che gli operatori balneari sono disposti a fare.

I dati del punto 1) saranno utili per l'analisi costi-benefici del progetto considerato; mentre i dati del punto 2) saranno utili per la programmazione dei lavori annuali di difesa della spiaggia. Inoltre, questi dati potrebbero essere utili per siti con caratteristiche molto simili a quelle di Riccione, e per costruire una funzione di trasferimento dei benefici riguardo a questo tipo di valori non di mercato.

Regione Languedoc-Roussillon (Francia)

GIZC nella Regione

In seguito ad una maggiore consapevolezza nell'impiego della GIZC e all'appello recente dell'Unione Europea con le raccomandazioni agli Stati membri per l'adozione di strategie nazionali (DIACT e SGMer, 2006), la volontà di inserire le politiche pubbliche del litorale in questa prospettiva si è concretizzata attraverso molte evoluzioni legislative e regolamentari (Lozachmeur, 2005). Il Comitato Interministeriale di Gestione e Sviluppo del Territorio (CIADT) del 9 luglio 2001 è stato il primo punto di riferimento di un GIZC a livello nazionale (DIACT e SGMer, 2006) e ha promosso le logiche di progetti e di partenariati che superano le politiche fondate sulle regolamentazioni. E' stato inoltre aggiunto un nuovo capoverso all'articolo L322-1 del Codice dell'Ambiente. Nel febbraio del 2004 lo Stato francese ha finalmente adottato un "nuovo quadro per la politica del litorale, fondato su un approccio di GIZC che mira ad un orientamento propositivo e regolatore controllato dallo Stato rispetto ad un approccio partenariale e contrattuale che associa in gran parte gli attori interessati e che privilegia i progetti integrati di zona". La logica è quella "di un territorio, un progetto, un contratto". In un'ottica operativa, la CIADT del 14 settembre 2004, in comune con il CIMer del 29 aprile 2003 e del 16 febbraio 2004, ha lanciato un bando di gara per uno sviluppo sostenibile dei litorali. Questo bando è ormai effettivo con 25 Progetti in corso che danno luogo a sperimentazioni e allo scambio di esperienze comuni. Infine, la legge del 23 gennaio 2005 sullo Sviluppo dei Territori Rurali (DTR) ha creato il Consiglio Nazionale dei Litorali (CNL), che è stato avviato il 13 luglio 2006, ed il cui ambito d'azione è esplicitamente quello del GIZC.

Del bando precedentemente accennato, 2 progetti sono attualmente in via di sviluppo nella Regione Languedoc-Roussillon, ovvero, il sito di Thau, condotto dal Sindacato Misto del Bacino del Thau (SMBT) dove un approccio in termini di GIZC si effettua nella realizzazione di uno Schema di Coerenza Territoriale (SCoT) ed in uno Schema di Gestione delle Acque (SAGE), e il sito del Parco Naturale Regionale (PNR) della Narbonnaise. D'altra parte, la CIADT del 9 luglio 2001 aveva deciso la messa in atto di un Consiglio di Sviluppo del Litorale del Languedoc-Roussillon che riguarda i principali soggetti che agiscono sul litorale: gli enti territoriali, i principali servizi dello Stato, i soggetti economici, e gli istituti di tutela dell'ambiente. Ha come obiettivo la definizione di una strategia globale e la messa in opera dei programmi di azione. La CIADT del 13 dicembre 2002 ha deciso che per garantire l'attuazione del Piano di Sviluppo Sostenibile del Litorale, la Presidenza del Consiglio di Sviluppo del Litorale della Languedoc-



Roussillon sarebbe stata assicurata dal Prefetto della Regione congiuntamente al Presidente del Consiglio Regionale con finanziamenti di 28 M€. Il Consiglio di Sviluppo del Litorale della Languedoc-Roussillon si è riunito per l'ultima volta il 27 gennaio 2005.



Descrizione dei siti pilota

I siti pilota di studio sono situati nei Dipartimenti dell'Hérault e di Gard grazie alla loro rappresentatività dei tratti di spiaggia (spiagge naturali e/o spiagge urbane) e alle esperienze condotte nella gestione per la lotta contro l'erosione costiera. Si tratta di 4 località a scala comunale, sia ad Ovest che ad Est della Regione:

Fig. 3.2.8 - I siti pilota localizzati nella Regione Languedoc-Roussillon.

(a) le spiagge del Comune di Valras-Plage; (b) il lido di Sète a Marseillan dove è in corso un progetto di recupero del lido con un percorso strategico (che include una strada, dei terreni agricoli, ecc.) e dove è già stata attuata una consultazione pubblica per la lotta all'erosione costiera; (c), le spiagge di Palavas-les-Flots e di Grau-du-Roi/Port-Camargue (in particolare il settore dell'Espiguette) situate sul Golfo di Aigues Mortes, che riguarda contemporaneamente il problema dell'erosione e della subsidenza marina (fig. 3.2.8).

Attività realizzate e future

Per il Partner 7 (Università di Montpellier 1), le attività realizzate durante la Fase A del progetto corrispondono alle analisi bibliografiche preliminari volte ad affinare la collocazione dello studio, a individuare gli strumenti teorici disponibili e a fissare un approccio metodologico comune ai vari Paesi (Fase B). Questa prima fase copre tre linee d'azione: la caratterizzazione dei processi fisici dell'erosione; lo stato attuale delle leggi regionali, dei bisogni, e delle politiche di gestione; la sintesi dei lavori bibliografici nel campo della valutazione economica applicata all'erosione e relativa all'applicazione della GIZC. La fase successiva ha l'obiettivo di definire una metodologia comune, della misura 3.2, tra i numerosi

partner, al fine di valutare la percezione del rischio legato all'erosione e la percezione dei meccanismi di difesa contro l'erosione costiera. Sui siti pilota saranno svolte delle indagini territoriali e definiti e sperimentati gli indicatori del GIZC. Per il Partner 8 (BRL), durante la Fase A sono state realizzate le seguenti attività: raccolta dei dati disponibili grazie al reperimento delle seguenti quattro fonti informative: database regionali, dati estratti dai documenti regionali di pianificazione, dati estratti dagli studi tematici locali; realizzazione di un importante database bibliografico sulla GIZC in Languedoc-Roussillon. La classificazione e la sintesi dei dati è stata realizzata considerando gli obiettivi funzionali dello strumento finale. Le possibilità di interrogazione saranno di tipo geografico e tematico, e riprenderanno gli argomenti del GIZC. Su quest'ultimo punto, le tematiche devono permettere di rispondere alle aspettative degli operatori del settore. In questo senso, i dati dovranno essere classificati con il contributo dei gestori delle spiagge. Sono stati organizzati degli incontri con il Consiglio Generale dell'Hérault e con l'Università di Montpellier 1 per la definizione di indicatori sul valore economico delle spiagge, da cui sono emerse nozioni su: i bacini di affluenza delle spiagge, le celle di gestione delle spiagge e il valore aggiunto del suolo.

- BRL, EID, SMNLR (2003) - Propositions d'orientations stratégiques pour la gestion de l'érosion en Languedoc Roussillon; rapport élaboré dans le cadre de la Mission littoral.
- COMUNE DI TARQUINIA. (2004) - P.U.A. - Piano di Utilizzazione degli Arenili di Tarquinia Plan for beach management, Regione Lazio. DIPARTIMENTO TERRITORIO REGIONE LAZIO, (2006) - Attività di ricognizione della costa laziale, Survey on the coast of Lazio Region - Regione Lazio.
- CORINE LAND COVER (2000) - Données et indicateurs, <http://www.ifen.fr/donIndic/Donnees/corine/presentation.htm>
- CORLAY J.-P. (Coord.) (2001) - Atlas permanent de la Mer et du Littoral : le littoral français, Géolittomer – LETG UMR CNRS 6554 / Infomer – CNRS, 5, 67 p.
- Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale (DATAR) (2004) – Construire ensemble un développement équilibré du littoral. La Documentation Française. 156 p.
- Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires (DIACT), Secrétariat Général de la Mer (SGMer) (2006) - Rapport français d'application de la Recommandation du parlement européen et du Conseil du 30 mai 2002 relative à la mise en oeuvre d'une stratégie de gestion intégrée des zones côtières en Europe, 87 p.
- EMILIA-ROMAGNA, 2004, Osservatorio turistico regionale (<http://regione.emilia-romagna.it>).
- EU (2003) - Guidelines to project investments Cost Benefit Analysis (ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02_it.pdf, June 2006).
- EU (2004) - Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability (www.euroosion.org).
- EUROBUILDING & NOMISMA, (2004) - La valutazione economica delle località balneari, Economic valuation of sunbathing establishment (studio sviluppato dalla EUROBUILDING S.r.l. con la consulenza della NOMISMA S.p.A. ed il contributo della Regione Lazio nell'ambito del progetto BEACHMED- fase C).
- EUROPEAN COMMISSION (1997) - Better Management of Coastal Resources. A European Programme for Integrated Coastal Zone Management. ECSC-EEC-EAEC, Brussels, Luxembourg, 47 p.
- EUROPEAN COMMISSION (2001) - EU focus on coastal zones. Turning the tide for Europe's coastal zones. Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection. Office for Official Publications of the European Communities. 29 p.
- ICRAM (1999) - Sinistro Haven, interventi di bonifica, Technical Report, 17 p.
- ISTAT, (2001) - XIV Censimento generale delle popolazioni e delle abitazioni. Census on Italian population (www.istat.it, May 2006).
- KAVALA PREFECTURE (2001) - Integrated Management Plan for the Kavala Prefecture Coastal Zone. TERRA-CZM Project, Euroconsultants - the Prefecture of Kavala - the Development Agency of the Prefectural Administration of Kavala (AENAK) S.A., Kavala.
- KOUTRAKIS E.T. (2002) - Improving the design of projects, planning and programming of interventions for Integrated Coastal Zone Management. Reports and Proceedings of the MAP/PAP/METAP Workshop: Coastal Area Management Projects: Improving the implementation, Malta, January 17-19, 2002. MAP/METAP/W.2/1. Priority Actions Programme / Regional Activity Centre (PAP/RAC), Split, p. 215-227.
- KOUTRAKIS E.T., LAZARIDOU T. & ARGYROPOULOU M. (2003) - Promoting integrated management in the Strymonikos Coastal Zone (Greece): A step-by-step process. Coastal Management, 31: 195-200.
- LOZACHMEUR O. (2005) - Le concept de «Gestion Intégrée des Zones Côtières» en droit international, communautaire et national. Droit Maritime Français, 657: 259-277.
- MARZETTI DALL'ASTE BRANDOLINI S. (2006), Investing in biodiversity for recreational activities: the natural coastal area of Lido di Dante (Italy) (Chemistry and Ecology, No 22 (Supplement 1), pp. 443-62.
- NOOA, 2006, Beach Nourishment. (<http://www3.csc.noaa.gov/beachnourishment/>, June 2006).
- OBSERVATOIRE DU LITTORAL (2006) - Chiffres-clefs du littoral, <http://www.ifen.fr/donIndic/Donnees/corine/presentation.htm>
- OECD (2006) - Cost Benefit analysis and the Environment. OECD, Paris. PHILLIPS M.R., and JONES A.L. (2006) - Erosion and tourism infrastructure in the coastal zone: problems consequences and management. Tourism Management 27: 517-524.
- PAR/PAC (2002) - Integrated Coastal Zone Management in the Mediterranean: from concept to implementation. MAP/METAP Workshop: CAMP: Improving the Implementation, Malta, 17-19- January 2002.
- REGIONE LIGURIA (1999) - Piano Territoriale di Coordinamento della Costa, 4: 1-5.
- REGIONE LIGURIA (2002) - Biodiversità in Liguria: la rete Natura 2000, Genova, 299 p.
- REGIONE LIGURIA-ARPAL (2004) - Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Liguria 2003, 245 p.
- THEODOROPOULOS M., SALMAN A. & KOUTRAKIS E.T. (2002) - 'Coastal Guide, Country File: Greece', EUCC, Leiden. (<http://www.coastalguide.org/icm/index.html>)
- TURNER R.K. (1999), The Place of Economic Values in Environmental Valuation, in Bateman IJ. and Willis K.G. (Eds.), Valuing Environmental Preferences, Oxford University Press, Oxford.
- UNEP/MAP/PAP (2001) - White paper: Coastal Zone Management in the Mediterranean. Split, Priority Actions Programme, 74 p.
- XEIDAKIS G.S., DELIMANIS P.K. and SKIAS S.G. (2006) - Sea Cliff Erosion in the Eastern Part of the North Aegean Coastline, Northern Greece, Journal of Environmental Science and health. Part A, 41:1989-2011.
- YPEHODE – Hellenic Ministry for the Environment, Physical Planning & Public Works (2006) - Report of Greece on Coastal Zone Management. Athens. 92 p.

GESA

GESTIONE DEI DEPOSITI DI SABBIA INTERCETTATI DALLE OPERE COSTIERE E FLUVIALI.
RECUPERO DEL TRASPORTO SOLIDO



Responsabile di misura: Miriam Moyes Generalitat de Catalunya	Partner OCR	Budget
<p>3.3. Il ciclo sedimentario: gestione degli stock sabbiosi intercettati dalle infrastrutture costiere e recupero del trasporto solido dai letti fluviali</p> <p>Stima dei volumi coinvolti, possibilità e metodologie per il riutilizzo dei materiali parzialmente contaminati, gestione dei depositi accumulati nelle riserve artificiali, difesa del suolo compatibile, metodi di monitoraggio e controllo del ciclo sedimentario</p>	Generalitat de Catalunya	€232.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€55.500,00
	Regione Toscana	€75.600,00
	Département de Hérault	€133.000,00
	Région Macedoine de l'Est-Thrace	€96.760,00
	Regione Lazio	€73.000,00
	Crète	€85.000,00
	TOTALE	€750.860,00



CAPOFILA

Instituto de Ciències del Mar ICM (Catalunya)
Responsabile: Belen Alonso (belen@icm.csic.es)

Universitat de Barcelona (Catalunya)
Responsabile: Jordi Serra (jordi.serra@ub.edu)

Università di Bologna
Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti, delle Acque, del Rilevamento, del Territorio DISTART (Emilia-Romagna)
Responsabile: Alberto Lamberti (alberto.lamberti@unibo.it)

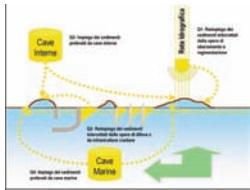
Università degli Studi di Firenze
Dipartimento Ingegneria Civile DIC (Toscana)
Responsabile: Pierluigi Aminti (aminti@dicea.unifi.it)

Registro Italiano Dighe RID (Lazio)
Responsabile: Alberto Petaccia (alberto.petaccia@registroitalianodighe.it)

Université de Perpignan
Lab d'Etudes des Géo-Environnements Marins LEGEM (Hérault)
Responsabile: Raphael Certain (certain@univ-perp.fr)

Université Democritus de Thrace
Laboratoire de l'Hydraulique et des Travaux Hydrauliques (Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Nikolaos Kotsovinos (kotsovin@civil.duth.gr)

Institut des Mathématiques Appliquées IACM-FORTH (Crète)
Responsabile: Evangelos Koutantos (ekoutant@iacm.forth.gr)



LA MISURA 3.3

Il ciclo sedimentario: gestione degli stock sabbiosi intercettati dalle infrastrutture costiere e recupero del trasporto solido dai letti fluviali

I lavori di difesa (dighe) dei porti agiscono come barriere rispetto agli spostamenti longitudinali dei sedimenti, poiché intercettano le sabbie che si muoverebbero lungo la costa in modo naturale. Quest'effetto è particolarmente importante nelle zone in cui esiste una direzione predominante di questo spostamento che causa, a sua volta, fenomeni di erosione molto importanti dove le sabbie non arrivano più poiché intercettate e accumulate a monte. Per una migliore gestione degli stock sabbiosi è necessario valutare l'entità volumetrica delle riserve sabbiose sotto costa, i processi sedimentari responsabili del loro deposito e il tasso annuale medio degli scambi tra le celle sedimentarie contigue. Questi volumi possono essere stimati dalla valutazione degli spessori sedimentari misurati da rilievi sismici. L'analisi del Ciclo Sedimentario deve estendersi lungo le reti idrografiche, risalendo le bocche fluviali dalle quali hanno origine gli spostamenti longitudinali delle sabbie. L'andamento del trasporto solido lungo i litorali rappresenta il risultato del bilancio sedimentario tra i contributi del fiume e la loro distribuzione verso le zone più lontane del delta, attivato dalle correnti generate dal movimento ondoso. Vari fattori influenzano l'entità dei contributi solidi fluviali che sono di vitale importanza per l'equilibrio del bilancio sedimentario sotto costa. La linea di costa subisce nel tempo arretramenti o avanzamenti proporzionali all'entità di questi apporti.

Obiettivi generali

- Individuare la disponibilità di sabbia dei corpi sedimentari e delle unità geografiche lungo il litorale per una migliore gestione delle riserve sabbiose sottocosta tramite ripascimenti controllati.
- Quantificazione dei volumi di sedimento recuperabile dal ciclo sedimentario e definizione dei tempi di recupero e dei costi di realizzazione oltre alle modalità d'intervento ottimali.

Obiettivi specifici

- Raccolta di informazioni di base relative agli studi esistenti a proposito delle tecnologie di trattamento dei materiali sedimentari e dei costi relativi di realizzazione e di gestione;
- Inventario regionale e modello 2D 1/2 del prisma sedimentario litoraneo con la sismica HR e THR;
- Studio mirato del prisma sedimentario litoraneo con sismica THR;
- Metodologia per la caratterizzazione delle località di interesse con quantificazione dei volumi presenti e dei volumi annuali che possono essere movimentati, della granulometria, della chimica, della mineralogia, della microbiologia e della tossicologia;
- Metodologia per la scelta delle località di ripascimento in relazione alle necessità, alle caratteristiche tessiturali e del colore dei depositi ed all'analisi costi/benefici dell'intervento;
- Metodologia di dragaggio e ripascimento (censimento dei migliori mezzi e studio di fattibilità

di tecniche innovative finalizzate a migliorare la loro efficacia);

- Linee guida per gli amministratori per illustrare le diverse tecniche di ripascimento (includendo i ripascimenti sottocosta);
- Realizzazione di modelli numerici di evoluzione del ripascimento in siti prescelti;
- Valutazione dei possibili impatti connessi ai prelievi di sabbia da litorali limitrofi;
- Valutazione dei risultati e conseguenze delle metodologie utilizzate e dei volumi di sabbia mobilitati, specialmente nei casi in cui le zone di prelievo e ripascimento implicano un by-pass in un porto;
- Divulgazione dei risultati tramite implicazione dei diversi soggetti interessati a vari livelli e realizzazione di un'interfaccia di facile utilizzazione per l'utente al fine di consentire l'utilizzo di tali modelli da parte degli amministratori;
- Simulazioni di ripascimento sottocosta in modello fisico;
- Realizzazione e monitoraggio di un ripascimento pilota sottocosta in un sito naturale includendo operazioni aggiuntive di trattamento, scelte tra quelle identificate come "Best Demonstrable Available Technique".
- Stima dei volumi dei sedimenti necessari al recupero dell'equilibrio del ciclo sedimentario ;
- Studio dei possibili interventi localizzati da effettuare a breve e medio termine (es. trasporto di materiale, sfruttamento di depositi resi inutilizzabili, interventi su strutture di sbarramento presenti, ecc.);
- Studio dei possibili interventi sull'intero sistema da effettuare al lungo termine (es. interventi sulla morfologia e/o l'utilizzo del territorio, realizzazione di piani idrogeologici, ecc.);
- Stima della quantità di sedimenti recuperabili in seguito alla realizzazione di nuovi interventi;
- Stima dei tempi e costi necessari per un recupero parziale del trasporto solido finalizzato alla stabilizzazione del ciclo sedimentario;
- Linee guida per il recupero e la stabilizzazione del ciclo sedimentario.

Il Sottoprogetto GESA

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



B. Alonso (Capofila)¹, R. Durán¹, A. Bernabeu¹,
G. Ercilla¹, J. Serra², X. Valois², A. Lamberti³, L. Martinelli³, E. Clementi³, A. Aminti⁴, C. D'Eliso⁴,
G. Barbieri⁴, A. Battistini⁴, L. Cappietti⁴, E. Mori⁴, G. Tecchi⁴, A. Petaccia⁵, A. Greco⁵, A.
Maistri⁵, R. Certain⁶, N. Kotsoyinos⁷, G. Xeidakis⁷, V. Hrissanthou⁷, P. Angelidis⁷, P. Delimani⁷,
A. Georgoulas⁷, M. Andredaki⁷, E. V. Koutandos⁸, N.A. Kampanis⁸, Th.V. Karambas⁸, M.
Kazolea⁸

1 Instituto de Ciencias del Mar CSIC

2 Universitat de Barcelona

3 Università di Bologna DiSTART

4 Università degli Studi di Firenze DIC

5 Registro Italiano Dighe RID

6 LEGEM

7 Université Democritus de Thrace Laboratoire de l'Hydraulique et des Travaux Hydrauliques

8 IACM-FORTH

Parole chiave: depositi sabbiosi, dinamica sedimentaria, dragaggi, sistemi sedimentari.

Introduzione

Le attività previste dal progetto riguardano la gestione degli stock sabbiosi intercettati dalle infrastrutture costiere e il recupero del trasporto solido dei fiumi. Una ricerca bibliografica estensiva è stata realizzata sulle quattro grandi tematiche affrontate nell'ambito del sottoprogetto GESA, che sono le seguenti: i) Problematica generale concernente la dinamica sedimentaria e l'erosione/accumulo; ii) Interventi di gestione dei depositi sabbiosi di origine fluviale e marina; iii) Interventi di gestione dei depositi sabbiosi di origine marina; e iv) Modelli numerici e fisici come ausilio alla decisione di ricariche e previsione dell'evoluzione costiera.

La bibliografica tematica è stata altresì integrata da un censimento regionale delle informazioni relative ai casi di studio, sulla base dei dati esistenti. Tali informazioni saranno necessarie per la comprensione dei siti prescelti e delle loro dinamiche nell'ambito del sottoprogetto. Questo studio prenderà in considerazione differenti

settori dei litorali di quattro paesi europei: Spagna, Italia, Francia e Grecia.

Problematica generale

Le attuali opere di urbanizzazione e la crescente costruzione d'infrastrutture costiere/fluviali lungo il litorale del Mediterraneo hanno avuto delle conseguenze molto negative sulla sedimentazione delle sabbie costiere. L'attività turistica rappresenta un importante fattore per le regioni ed è auspicabile un suo ulteriore sviluppo a causa dei flussi migratori previsti per i prossimi decenni. L'interesse economico ha comportato il moltiplicarsi degli studi sull'influenza delle strutture artificiali sulle correnti costiere e i loro effetti sul litorale. Attualmente, lo stato e l'evoluzione dell'ambiente costiero sono al centro delle preoccupazioni delle istituzioni europee. Tutti gli Stati rivieraschi europei sono interessati dal problema dell'erosione del litorale. Per poter comprendere e risolvere questo problema, è di fondamentale importanza avere accesso a una maggiore conoscenza delle zone di studio e della dinamica sedimentaria. Ci si concentrerà in particolare sulle aree pilota oggetto dello studio.

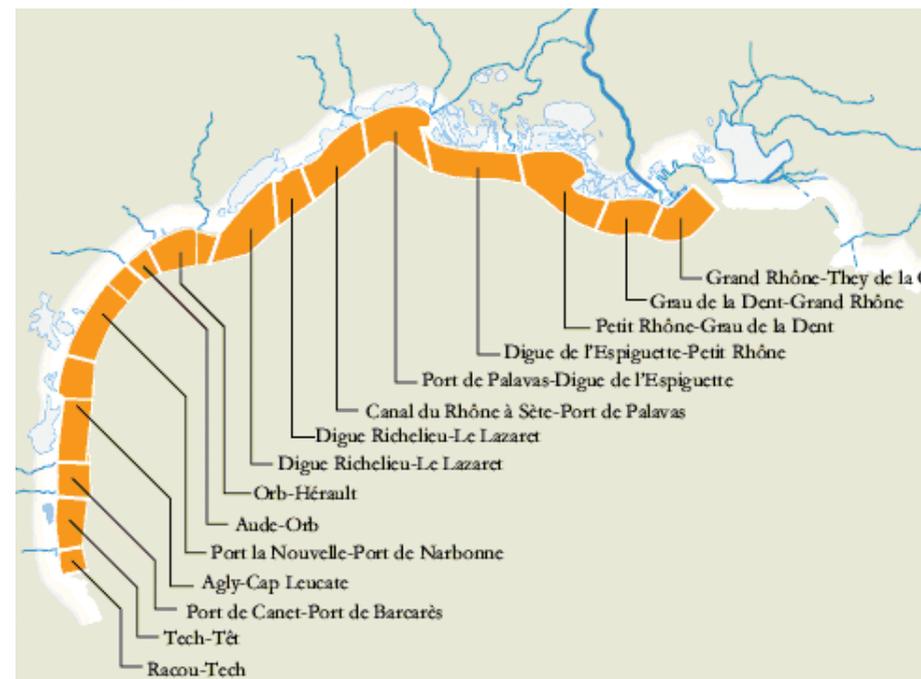


Fig. 3.3.1 - Le celle sedimentarie nel Golfo del Leone (Fonte: Comitato di Bacino, Agenzia delle Acque RMC, 1995).

Problemi d'erosione/accumulo e dinamica sedimentaria costiera legati alla gestione dei depositi sabbiosi

La presenza d'infrastrutture costiere e fluviali provoca dei mutamenti nel ciclo sedimentario, in particolare dei problemi d'erosione/accumulo. Per poter comprendere e risolvere i problemi legati all'erosione costiera, è importante elaborare una strategia che si basi sulla nozione di cella sedimentaria costiera, definita per la prima volta in occasione del Congresso Internazionale di Geologia di Copenaghen (Inman e Chamberlain, 1960). Essa è generalmente delimitata da due ostacoli nel transito sedimentario longitudinale, ostacoli naturali (promontori, fiumi) e ostacoli artificiali (opere edili), all'interno dei quali si verifica una ridistribuzione dei sedimenti. Ogni litorale può dunque essere suddiviso in un numero maggiore di unità, le celle sedimentarie (fig. 3.3.1).

Per valutare la dinamica sedimentaria e le modifiche avvenute sulla costa all'interno di una cella costiera, occorre identificare l'ingresso, il trasferimento, l'accumulo e la perdita di sedimenti in quei compartimenti marittimi connessi e differenti (Short, 1999). Le misure di gestione costiera attualmente proposte si prefiggono di mantenere l'equilibrio dei sedimenti all'interno di ogni singola cella. Affrontare il problema dell'erosione partendo dalla nozione di cella sedimentaria presenta vari limiti determinati da molteplici fattori, generalmente esterni alla cella. Per quel che concerne il deposito di sedimenti, quanto avviene sulla terraferma non è oggetto di considerazioni malgrado influisca sulla variazione dei volumi di sedimenti,



Fig. 3.3.2 - Accumulo ed erosione dei sedimenti (Porto di Masnou).

comportando ad esempio la riduzione dell'apporto fluviale. Il trasferimento tra celle non è oggetto di ulteriore studio: la cella può essere considerata come un compartimento isolato solo a breve termine ma non a lungo termine.

È possibile citare i seguenti problemi d'erosione/accumulo nelle regioni oggetto di studio del progetto: (A) Bilancio sedimentario negativo delle formazioni deltaiche e della costa; (B) Erosione di alcuni segmenti di costa e l'accumulo d'ingenti volumi di sabbia intorno alle infrastrutture costiere; e (C) Rischio idrogeologico lungo la costa e nel bacino fluviale.

(A) Il bilancio sedimentario negativo delle formazioni deltaiche e della costa

In particolare nella Regione della Catalogna la cella sedimentaria del Maresme presenta, a partire dagli anni 60, un deficit sedimentario che si traduce in un arretramento generalizzato delle spiagge. Il problema del bilancio sedimentario negativo si rivela grave o molto grave su alcune formazioni deltaiche ampiamente studiate come i delta dell'Ebro, del Llobregat e della Tordera, dove può arrivare (Ebro) ai 2.000.000 m³/anno. È stata realizzata l'analisi di uno dei suddetti sistemi, quello della Tordera, in quanto si tratta di un'unità semplice e particolare con un'influenza diretta sulla cella sedimentaria nord-barcellonaese, di evidente importanza socio-economica. Il deficit sedimentario esistente, visibile sotto forma d'erosione delle spiagge, costituisce una conseguenza attribuibile agli interventi diretti quali la costruzione dei porticcioli, protezioni rigide e altro, sebbene occorra ancora analizzare altri elementi che influenzano la morfodinamica. In particolare, l'analisi dei transiti sedimentari lungo le celle, come quella della Tordera, di cui s'intraprende qui lo studio.

(B) L'erosione di alcuni segmenti di costa e l'accumulo d'ingenti volumi di sabbia intorno alle infrastrutture costiere



Fig. 3.3.3 - Principali infrastrutture portuali toscane.

Possiamo ritenere che la quasi totalità dei settori in cui intervengono lavori costieri soffrono di problemi d'erosione transito sottoflutto e di accumulo sopraflutto. Possiamo citare gli esempi seguenti. I porti del Maresme (Catalogna) (fig. 3.3.2) e Canet (Languedoc-Roussillon), che accumula sopraflutto una bella spiaggia di sabbia fine e che induce sottoflutto un'erosione acuta. Allo stesso modo, nel caso dei porti della Regione Toscana, possiamo citare il porto di Marina di Carrara (MS) che ha indotto l'erosione delle spiagge di Marina di Massa, intercettando la sabbia apportata dal fiume Magra (fig. 3.3.3). Il porto di Viareggio (LU), ha causato delle conseguenze minori sulle spiagge adiacenti poiché i sedimenti erosi dal delta del fiume Arno sono stati trasportati fino ad alimentare le spiagge ubicate a sud del porto. Alcuni porti turistici, di dimensioni minori, sono stati anch'essi coinvolti dai fenomeni d'erosione nelle zone adiacenti. Nella Regione dell'Emilia-Romagna, per salvaguardare l'entroterra e preservare le coste dall'arretramento del litorale, il Governo Italiano ha finanziato numerose strutture di difesa. Al principio, sono state costruite alcune barriere emerse parallele a riva, rivelatesi estremamente efficaci nella riduzione dell'energia dell'onda incidente e molto efficaci nell'interferenza col trasporto longitudinale. Successivamente, il noto meccanismo di trasferimento dei problemi erosivi ai settori adiacenti, non protetti, ha determinato la costruzione di ulteriori strutture, per un totale di 40 km di barriere lungo la costa (fig. 3.3.7). Le barriere hanno impedito il trasporto sedimentario lungo la costa e, conseguentemente, la distribuzione dei sedimenti, aumentando il deficit locale. La Regione Macedonia dell'Est e Tracia presenta numerosi problemi legati all'erosione in prossimità della foce del Nestos, con un tasso d'erosione venutosi ad accelerare in seguito alla costruzione della diga (Xeidakis e al, 2006) (figure. 3.3.4, 3.3.5). La bibliografia indica che il tasso d'erosione cambia da zero a 25 metri all'anno. A Creta, i gravi problemi di deposito e d'erosione, principalmente nella parte



Fig. 3.3.4 - Costa di Piges, 10 chilometri a ovest della foce del fiume Nestos, Luglio 1999. Il suolo alla base del palo topografico è stato attaccato dal mare e presenta problemi legati all'erosione.

setentrionale dell'isola, turisticamente sviluppata, sembrano dipendere dalle numerose opere costiere realizzate.

L'accumulo di sabbia nei porti, associato all'erosione, è il risultato di quattro processi che possono manifestarsi in maniera isolata o congiunta, ovvero:

- L'interruzione del trasporto longitudinale di sabbia attraverso la costruzione di numerose infrastrutture portuali sulla costa; queste numerose opere portuali consentono la navigazione da diporto ma ostruiscono considerevolmente la deriva sedimentaria longitudinale e creano localmente delle forti erosioni.
- Il trasporto di sedimenti attraverso il moto ondoso, in direzione dell'ingresso del porto, determina un cumulo importante di sabbia che riduce la profondità del fondale, limitando l'accesso al porto.
- La sedimentazione sotto l'effetto della diffrazione delle onde, nella parte più estrema della diga del porto.
- I sedimenti provenienti dai fiumi che si gettano direttamente nel porto.

L'erosione è altresì determinata dalla riduzione degli apporti dei fiumi, attualmente sbarrati e antropizzati, e i cui apporti sedimentari sono estremamente poveri di materiali sabbiosi; di conseguenza, si osserva l'arretramento dei lidi sulle lagune, un processo particolarmente intenso nella parte settentrionale del Languedoc-Roussillon. Occorre altresì menzionare la compromissione dell'equilibrio di sedimenti lungo la costa della Regione della Macedonia dell'Est e Tracia, con gravi fenomeni d'erosione indotti dalla costruzione della grande diga nel bacino idrologico del fiume Nestos (fig. 3.3.6).

(C) *Il rischio idrogeologico lungo la costa e bacino fluviale*

In figura 3.3.7 è presentato in scala di grigi il rischio idrogeologico lungo la costa della Regione dell'Emilia-Romagna evidenziato da Viel e al. (2002). Rischi più elevati sono



Fig. 3.3.5 - Lo stesso palo topografico della foto della figura 5, 2 Aprile 2000. In questo sito, l'arretramento della riva indotto dall'erosione, è rilevato mediante una serie di misurazioni, è stato registrato intorno a 1 metro all'anno. Due anni fa (2004), il palo topografico è andato perso in mare.



Fig. 3.3.6 - La grande diga nel bacino del fiume Nestos (La diga di Thisavros).

rappresentati da una tonalità più intensa. Nella figura è stato inserito il sistema della difesa della costa (linee nere). Si vede chiaramente che la costa è quasi interamente protetta da opere artificiali ed è pertanto bloccata in una configurazione del tutto non naturale, come dimostra il rischio generalizzato di ingressione marina nell'entroterra. Nella Regione Toscana, una diagnosi sul bacino scolante ha determinato la localizzazione di 2 zone ad alto rischio idraulico nel bacino del Magra, caratterizzate da fenomeni evidenti di accumulo di sedimenti o di sprofondamento del letto di magra con un aumento della velocità del flusso, e delle situazioni a rischio, in prossimità d'infrastrutture particolari e/o di centri abitati.

Interventi delle gestioni di depositi sabbiosi d'origine fluviale

Considerazioni generali

Il processo di interrimento dei serbatoi artificiali rappresenta un aspetto



Fig. 3.3.7 - Rischio idrologico lungo la costa della Regione dell'Emilia-Romagna e indicazione delle barriere per la protezione costiera contro l'erosione. Adattato da Viel e al. (2002).

“gestionale” del sistema di ritenuta in quanto influenza la vita utile dello sbarramento, il buon funzionamento delle opere realizzate, la capacità di accumulo della risorsa idrica ed i problemi connessi alla sicurezza dello sbarramento sia in relazione agli aspetti statici che a quelli del funzionamento degli organi di scarico profondi.

I fattori principali che influenzano l'interrimento sono le caratterizzazioni geologiche, pedologiche ed i regimi idrologici dei bacini confluenti negli invasi. All'analisi di tale processo si risponde già in fase progettuale attraverso la stima di una aliquota della capacità complessiva del serbatoio (c.d. capacità morta) da destinare all'accumulo della frazione solida competente agli afflussi afferenti il serbatoio.

In Italia l'approccio metodologico in fase progettuale finalizzato alla previsione del tasso di interrimento medio annuo si basa comunemente su dati di portata torbida, riportati negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, relativi a stazioni di misura ubicate nell'ambito del bacino idrografico sotteso dallo sbarramento. In tal senso, a fronte di carenze informative sia qualitative sia quantitative, l'analisi progettuale si fondava sull'estrapolazione al bacino in esame dei dati provenienti da bacini limitrofi di analoghe caratteristiche geomorfologiche, coniugandoli poi al contesto locale.

La valutazione dell'interrimento avviene considerando il contributo unitario del bacino, la capacità unitaria d'invaso (rapporto tra capacità d'invaso e superficie del bacino), e la velocità d'interrimento intesa come quantità di interrimento che si accumula nel serbatoio nell'unità di tempo.

In Italia le problematiche connesse al fenomeno dell'interrimento dei serbatoi artificiali sono diventate di grande attualità a seguito del “Progetto di gestione degli invasi” contenuto nel Decreto Ministero Ambiente e Tutela del Territorio del 30 giugno 2004 in attuazione a quanto disposto dall'art. 40 del D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152 (recepimento delle direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE concernenti il trattamento delle acque reflue urbane e la protezione delle acque dall'inquinamento).

Il Decreto ha innovato profondamente la precedente normativa di settore, prevedendo una specifica disciplina di carattere statale in materia di rilasci idrici

dei serbatoi artificiali, ampliando i compiti del Registro Italiano Dighe in materia di interrimento degli invasi, finora limitati agli aspetti connessi con la sicurezza degli sbarramento e dei relativi organi di scarico.

In particolare, il comma 2 del citato art. 40 ha introdotto l'obbligo a carico dei Gestori degli invasi di predisporre il "Progetto di gestione dell'invaso". Tale documento rappresenta, nell'ambito delle necessarie attività di manutenzione, lo strumento che, sulla base delle caratteristiche delle opere e di analisi conoscitive della realtà chimico-fisica delle acque e dei sedimenti, disciplina e pianifica le operazioni (svaso, sghiaimento e sfangamento) finalizzate al mantenimento della capacità d'invaso ed alla salvaguardia della qualità delle acque, sia di quelle invasate sia di quelle rilasciate a valle durante le operazioni stesse.

L'approvazione del documento è di competenza delle regioni italiane su parere del Registro Italiano Dighe che provvederà anche ad allegarlo al Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione della diga.

A tal fine, occorre che nella predisposizione dei progetti di gestione vengano analizzate le problematiche appresso descritte:

- **Grado di interrimento del serbatoio:** La conoscenza del grado di interrimento dell'invaso ai fini della valutazione della funzionalità degli scarichi profondi, ed eventualmente delle spinte sulla struttura, rappresenta un aspetto di rilevante interesse per la sicurezza. Pertanto il progetto di gestione deve quantificare, di norma mediante rilievo batimetrico o rilievo topografico a serbatoio vuoto, lo stato attuale di interrimento del serbatoio e confrontarlo con le condizioni originarie definite in fase di progetto della diga. Il progetto di gestione deve inoltre contenere una valutazione quantitativa dell'apporto medio annuo dei sedimenti, al fine di poter definire la cadenza dei successivi rilievi batimetrici o topografici.
- **Funzionalità degli scarichi profondi:** Nel progetto di gestione deve essere esplicitamente indicato lo stato degli scarichi profondi e gli interventi, ordinari o straordinari, che si intendono eseguire per mantenere o ripristinare il funzionamento di detti organi di sicurezza. Nel caso in cui l'efficienza degli scarichi non sia garantita, lo stesso progetto deve prevedere interventi di carattere straordinario per il recupero della loro efficienza
- **Stabilità delle sponde dell'invaso:** Le eventuali operazioni di svasso del serbatoio devono avvenire con velocità compatibili con la natura dei versanti. In particolare, per gli invasi che presentino fenomeni di instabilità delle sponde le velocità di svasso devono essere valutate in modo appropriato. Nei casi in cui il progetto di gestione preveda la sistemazione sulle sponde del materiale rimosso, devono essere richieste verifiche di stabilità tenendo conto della

geometria e delle caratteristiche meccaniche sia del materiale accumulato, sia dei terreni naturali e di eventuali opere di contenimento.

- **Portate massime nel caso di rilascio a valle dei sedimenti:** Nel caso sia previsto il rilascio dei sedimenti nel corso d'acqua a valle, il Progetto di gestione deve indicare il volume d'acqua da rilasciare, la portata media e massima che dovrà comunque essere inferiore al valore della massima portata di piena transitabile in alveo ai sensi del punto B della Circolare PCM DSTN/2/22806.

Nel corso di questa fase è stata realizzata la raccolta dei dati relativi al grado di interrimento delle grandi dighe italiane in "funzione normale", realizzando anche delle elaborazioni degli stessi dati che alludano in particolare a tre regioni meridionali (fig. 3.3.8). I dati sono stati ottenuti anche dalle informazioni contenute nei progetti di gestione pervenuti fino ad oggi al R.I.D.

Trasporto solido fluviale per la gestione dei depositi sabbiosi

Uno studio completo per la gestione dei sedimenti dovrà tenere in considerazione differenti problematiche legate alla velocità del processo di sedimentazione del fiume

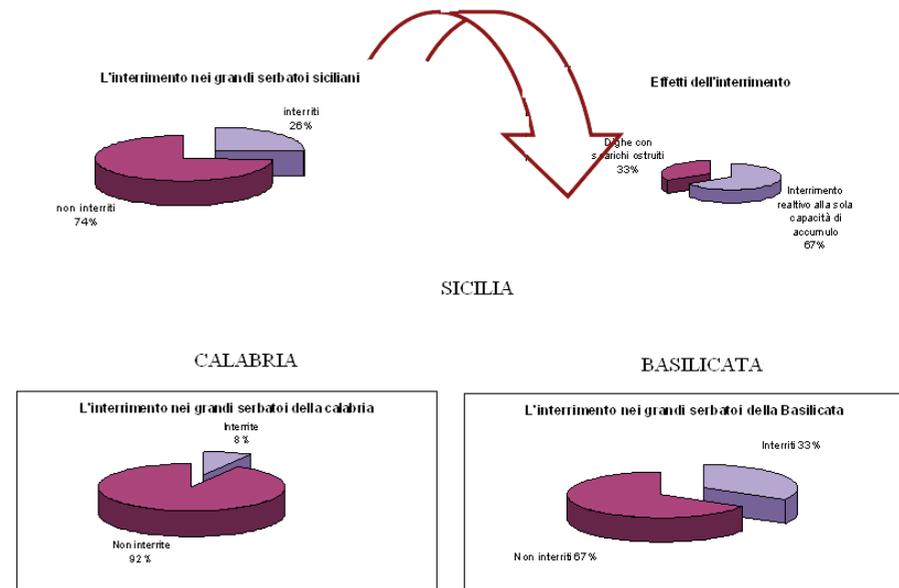


Figure 3.3.8 - Grado di colmata delle grandi dighe italiane in «funzione normale».

analizzato, ai siti preferenziali, al modo in cui la sedimentazione influisce sulla morfologia e l'ecologia del fiume, alla quantità di sedimenti che potrebbe essere rimossa per contenere il rischio di straripamento, a un cambiamento degli ecosistemi in seguito alla rimozione del materiale e anche come e fino a che punto tale rimozione altererebbe l'ecologia e gli ecosistemi. Inoltre, occorre considerare anche la manutenzione eventuale di alcuni punti particolari che, a causa di opere trasversali ad esempio, hanno la tendenza ad accumulare in maniera localizzata il materiale trasportato dai fiumi; in questo caso. In Italia l'Autorità di Bacino predispone dei piani specifici per la manutenzione (prevedendo altresì delle azioni di ricarica a valle). In quest'ottica, la scelta del bacino del Magra (al confine tra la Regione Liguria e la Regione Toscana) risulta appropriata, soprattutto nella parte più elevata del bacino, poiché esso presenta delle condizioni di sedimentazione in corso che attualmente causano delle situazioni, a livello locale, di riduzione delle sezioni fluviali, in particolare in prossimità dei centri urbani.

I depositi del fiume Magra (fig. 3.3.9) presentano una tendenza progressiva alla riduzione del diametro medio dei sedimenti in direzione del fondovalle; vi si reperiscono grandi sassi e ghiaia nella parte alta del bacino, con una prevalenza di sabbie medie e fini nella parte della valle in prossimità della foce. Per quel che concerne il trasporto solido del fondale del fiume Magra, nella parte più alta del bacino, è caratterizzato da rocce di grandi dimensioni in particolare dove la pendenza ne permette il movimento. Al contrario, si trovano dei depositi di materiale più fine in quei punti dove le pendenze appaiono considerevolmente inferiori (ad esempio: Calamazza), ma anche dei depositi di misure intermedie, con dei volumi spesso più importanti, a valle dei siti con pendenze notevoli dove si trovano dei sedimenti che non sono stati tratti nella parte a monte. Il materiale è costituito quasi sempre dall'arenaria "macigno" e da calcari mamosi, sabbiosi e argille scisti. Per quel che

concerne il trasporto solido in sospensione, il fiume Magra è caratterizzato da depositi estremamente fini di materiale limo argilloso costituiti dal quarzo, dai fillosilicati, dalla calcite; materiali che provengono dalle due formazioni rocciose predominanti, l'arenaria "macigno" e i sedimenti composti da alternanze a spessore variabile di calcari mamosi e/o di parti calcaree con delle argille scisti. I bacini della sponda sinistra hanno la tendenza a fornire la maggiore quantità di materiale, sia per quel che concerne il trasporto solido del fondale, sia il trasporto in sospensione; in queste zone si assiste spesso a dei fenomeni franosi in prossimità degli afflussi che, insieme a una forte tendenza all'erosione delle formazioni rocciose presenti, apportano ghiaia nel letto del fiume. Le formazioni geologiche con una tendenza ridotta all'erosione riguardano i bacini della riva destra che, di conseguenza, contribuiscono per una misura inferiore al 50% al trasporto solido globale.

Ricariche/dragaggi d'origine fluviale

Per quel che riguarda il deposito di sedimenti nei bacini fluviali, si è iniziato solo recentemente a studiare la gestione dei sedimenti accumulati nel letto del fiume e il modo in cui reimpiegarli per il ripascimento della costa.

Per la Regione Toscana, l'Autorità del bacino del Magra è uno dei primi organismi che affronta questo problema. Gli escavi nel letto fluviale sono oramai vietati da alcuni anni, nel senso commerciale del termine, sebbene la legge consenta il trasporto del materiale sedimentario con l'obiettivo di garantire la funzionalità idraulica e fluviale. Il problema resta, dunque, tecnico e riguarda il ruolo che i depositi derivanti dal trasporto solido svolgono aumentando il rischio di alluvioni. Attualmente esiste un accordo per utilizzare una parte dei sedimenti del fiume Magra scavati in seguito a interventi di recupero ambientale e idraulico di sezioni fluviali ostruite da depositi alluvionali che, nel corso degli anni, si sono depositati sui fondali dei corsi d'acqua, e che oggi non

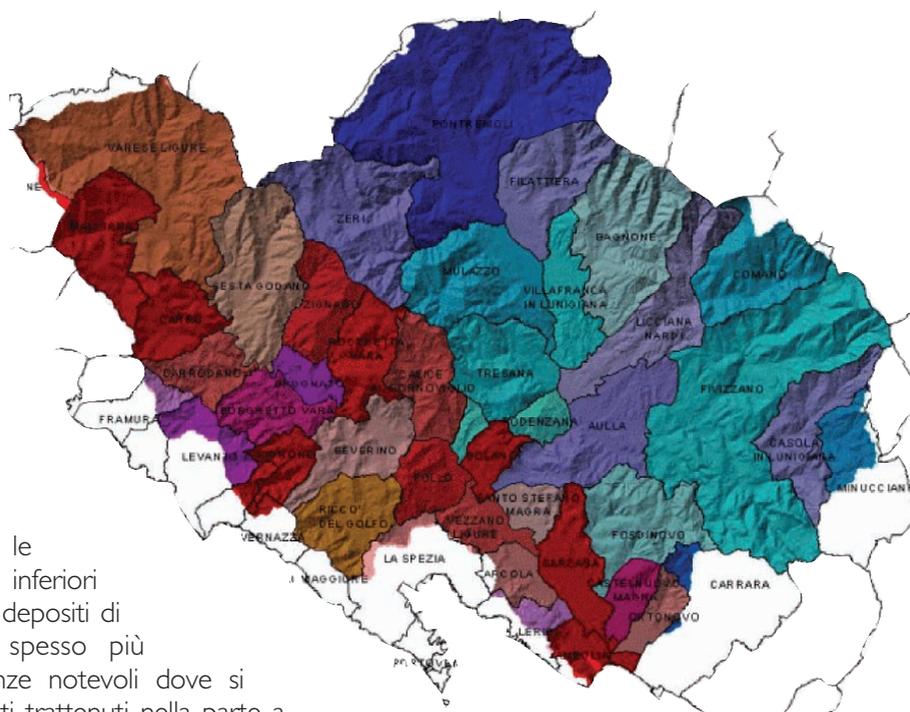


Fig. 3.3.9 - Bacino idrografico interregionale del Magra.

sono più funzionali al mantenimento del percorso naturale delle acque. Per la Regione della Macedonia Est e Tracia, in letteratura si evidenzia come negli ultimi anni la tendenza è quella di controllare i sedimenti depositati negli invasi. Tuttavia, non esiste alcun vincolo (attualmente) per il proprietario della diga di garantire il trasporto parziale dei sedimenti fluviali a valle, per l'alimentazione della spiaggia e per la protezione della costa contro l'erosione. Il procedimento è basato sulla disponibilità dell'acqua "in eccesso" in grado di trasportare i sedimenti oltre gli invasi, prima che siano trattiene. L'acqua in eccesso corrisponde all'apporto annuale che va oltre la quantità riversata involontariamente nell'invaso. Quando l'acqua in eccedenza è disponibile, il responsabile deve considerare questo specifico utilizzo, altrimenti verrebbe confiscato nel serbatoio per un futuro impiego di tipo produttivo, come ad esempio la produzione di energia idroelettrica (acqua di «non eccedenza»).

Interventi di gestione di depositi sabbiosi di origine marina

Dinamica sedimentaria sottocosta per la gestione dei depositi sabbiosi

Per una migliore gestione dei depositi sabbiosi sembra dunque opportuno controllare l'importanza volumetrica delle riserve di sabbia sottocosta, così come dei fiumi, finora poco conosciute, e il tasso annuale medio degli scambi tra celle (caratterizzati ad esempio dalle cubature delle opere portuali transito a valle). La quantificazione dei depositi sab-

Tabella 3.3.1 - Registrazione dei volumi di sabbia : (A) sabbia dragata per rigenerare le spiagge della costa del Maresme (Sener, 2002, DGC, Dirección General de Costas); (B) sabbia dragata per la manutenzione dei porti in attività e depositata sulle spiagge erose (Generalitat de Catalunya e Porto di Masnou); (C) sabbia dragata per il recupero del trasporto longitudinale di sabbia (Generalitat de Catalunya) e depositata sulle spiagge in erosione.

	Anno	Dragaggio	Ripascimento	Vol. stimato	Responsabile
A	1988	Besós-Premiá	Nova Icaria, Ferrocarril Poble Nou	101465 m ³	DGC
A	1988	Masnou et Premiá	Platje Mar Bella Masnou-Premiá	904517 m ³	DGC
A	1990	Premiá	Malgrat	145000 m ³	DGC
A	1991	Premiá	Bogatell Mar Bella Nova Icaria, Bogatell	494877 m ³	DGC
A	1993	Tordera-Sta. Susana	Malgrat	145000 m ³	DGC
A	1993	Premiá	Premiá	610452 m ³	DGC
A	1994	Tordera-Sta Susana	Malgrat-Sta Susana	944 810 m ³	DGC
B	2002	Masnou	Alella	6500 m ³	Port d'El Masnou
B	2003	Masnou	Alella	41600 m ³	Port d'El Masnou
B	2004	Masnou	Alella	22700 m ³	Port d'El Masnou
B	2005	Masnou	Alella	38000 m ³	Port d'El Masnou
B	2006	Masnou	Alella	42000 m ³	Port d'El Masnou
A	2006	Masnou	Barceloneta	96287 m ³	DGC
C	2006	Maresme	Platges del Maresme	396517m ³	Generalitat Catalunya

biosi sui fondali antistanti le regioni costiere, associate alla morfodinamica e al trasporto sedimentario, costituisce anch'essa una fase essenziale e fondamentale per conseguire una gestione durevole della linea di costa. In tal senso, è importante tenere in considerazione che la formazione di una spiaggia è essenzialmente determinata dall'apporto di sedimenti detritici trasportati dai corsi d'acqua o prodotti dall'erosione marina delle coste rocciose. L'equilibrio tra il deposito di sedimenti e la loro redistribuzione attraverso le correnti costiere determina la stabilità della spiaggia, mentre lo squilibrio di uno di questi due meccanismi comporta rispettivamente alimentazione o erosione. La nozione di spiaggia deve essere estesa a uno spazio che includa non solo la stretta fascia sabbiosa emersa, ma anche le zone dunari e lagunari a monte e sottocosta, fino approssimativamente a -10 m di profondità. La realizzazione di bilanci sedimentari dei volumi trasportati sulla base unica dei profili batimetrici non è sufficiente per realizzare un'analisi adeguata della vulnerabilità delle coste. Occorre tenere in considerazione i volumi globali di sedimenti disponibili per questi scambi su tutto il litorale, partendo dai sistemi lagunari fino alla piattaforma continentale, con particolare riferimento al sottocosta caratterizzato dai depositi maggiori. Gli aspetti essenziali di questa analisi possono invece essere realizzati sulla base d'immagini geofisiche che consentono di visualizzare e di quantificare questi depositi.

Ripascimenti/dragaggi d'origine marina

Per risolvere il problema dell'erosione delle spiagge del Mediterraneo, dal 1980 si eseguono regolarmente interventi di dragaggio e di ripascimento. Si contano oltre 600 operazioni di ripascimento effettuate sul Mediterraneo dal 1998, su circa 400 zone costiere, per approssimativamente 110 milioni di m³ di sabbia riversata (Hanson e al. 2002).

Nella *Regione della Catalogna*, l'incessante accumulo di sabbia nei porti preoccupa le amministrazioni pubbliche catalane che si vedono obbligate a realizzare periodicamente delle opere di dragaggio e di ripascimento su tutto il litorale catalano. Nella zona del Maresme, in particolare nel porto di Masnou, ogni anno la sabbia che si accumula sull'imboccatura viene dragata e depositata nella zona a sud del porto. Quest'anno la Generalitat di Catalogna ha dragato 396.517 m³ di sabbia sulla costa del Maresme per garantire la funzionalità dei porti (Tabella 3.3.1), di cui 92.456 m³ provenienti dal porto di Masnou.

Nel corso dell'ultimo secolo, il sistema fluviale del Tordera è stato oggetto di un'intensa attività di sfruttamento delle risorse sabbiose per oltre 2.000.000 di m³. Si tratta di un fattore che influenza direttamente il bilancio negativo della costa e la risposta morfodinamica. A partire dagli anni '80, è stato vietato ogni tipo di

sfruttamento. In mare è stato realizzato solo un intervento di dragaggio, di minore portata, dinanzi a Blanes, lontano dalla zona d'influenza del trasporto sedimentario attuale.

La *Regione Languedoc-Roussillon* è stata oggetto di numerosi studi preliminari delle zone litorali sensibili, studi che hanno determinato l'elaborazione di schemi guida di pianificazione. Fino a non molto tempo fa le opere rigide sono state privilegiate in quei settori soggetti a gravi problemi d'erosione; oggi si sta sviluppando una tendenza a ricorrere ad opere meno impattanti. Possiamo citare, a titolo d'esempio, il lido di Sète per il quale è stato avviato un progetto di ripascimento totale dei sedimenti ed è stato proposto di realizzare un arretramento strategico delle infrastrutture minacciate. Fino ad oggi i ripascimenti realizzati nei settori minacciati corrispondevano a volumi irrilevanti a causa della mancanza di risorse utilizzabili (il materiale comunemente impiegato proviene dal dragaggio regolare degli avamposti), ma il programma BEACHMED ha evidenziato delle potenziali risorse sulla piattaforma continentale.

Nella *Regione Toscana*, nel corso degli ultimi anni, la difesa dei litorali è stata affidata a strutture con un minore impatto ambientale: si tratta di strutture sommerse, sia parallele sia perpendicolari alla riva come quelle di Marina di Massa e Marina di Ronchi (MS), e di ripascimenti di sabbia (foce del Palmignola, MS) o di ghiaia (Marina di Pisa, PI). Tuttavia si tratta sempre di azioni di relativa portata. È stato necessario ricorrere a delle operazioni di dragaggio in considerazione del fenomeno d'insabbiamento che da sempre caratterizza il porto di Viareggio (LU), con l'obiettivo di garantirne l'accesso. Nel 1980 i canali che garantiscono il trasporto della sabbia sono entrati in funzione: essi servono l'intero avamposto e la zona antistante. Questi impianti sono rimasti in attività fino al 1995, quando è stato introdotto un bypass che ha funzionato fino al 1998. Non si hanno altri esempi significativi di gestione di depositi sedimentari per gli altri porti della regione.

Nella *Regione dell'Emilia-Romagna* un piano costiero del 1981 ha ricostituito il bilancio dei sedimenti lungo la costa, sottolineando l'esigenza di ripascimenti periodici e rivelandosi dunque estremamente efficace nella riduzione di alcune delle cause di subsidenza. Un nuovo piano costiero del 1996 ha evidenziato che il bisogno di ripascimenti lungo la costa era dell'ordine di 2.000.000 m³/anno. Il principale problema è legato alla disponibilità di sabbia di qualità idonea e a buon mercato. Tali problemi sono stati parzialmente risolti grazie al ritrovamento di alcuni depositi di sabbia sommersi. Tuttavia, a causa della cronica mancanza di risorse finanziarie, solo un decimo del quantitativo necessario è stato effettivamente sversato (2.000.000 m³ in 10 anni), con delle conseguenze evidenti, ovvero l'erosione generalizzata delle coste. Una piccola ma non trascurabile fonte di

sedimenti è stata ottenuta dall'attività di dragaggio dei canali di accesso ai porti, rimettendo in circolo un volume che spesso viene perso. I settori regolarmente oggetto di interventi di dragaggio sono, da nord verso sud: foce di Goro Po; Goro sede; Porto Garibaldi; foce di Logonovo; Porto di Ravenna; Porto di Cervia; Porto di Cesenatico; Porto di Bellaria; Porto di Rimini; Porto di Riccione; Porto Verde; Porto di Cattolica.

Il caso di studio scelto, fra Milano Marittima ed il Porto di Cervia, è un esempio in cui il volume dragato e rimesso in circolo raggiunge circa il 30% del quantitativo necessario al mantenimento dell'equilibrio della spiaggia. La ricerca e la raccolta di informazioni disponibili per tale sito ha infatti portato a determinare la quantità di ripascimento che in passato ha garantito l'equilibrio della spiaggia (circa 30.000 m³/anno) e il quantitativo di dragaggio complessivamente asportato (circa 10.000 m³/anno).

Modellizzazione numerica: erosione e ricariche delle spiagge

Concetti fondamentali di modelli numerici

IACM/FORTH contribuisce al sottoprogetto attraverso lo studio bibliografico dei metodi di calcolo di simulazione diretta d'erosione della costa. L'esigenza di questi metodi si basa sul fatto che essi possono prevedere l'evoluzione del fenomeno d'erosione, nel corso del tempo, in maniera estremamente più rapida e meno onerosa rispetto all'osservazione del sito, qualora la registrazione dei dati lo consenta. Attraverso questa ricerca bibliografica sono stati evidenziati i metodi moderni di simulazione che sono stati applicati nell'analisi dei processi costieri, quali sono le loro potenzialità e la loro efficacia in considerazione delle specificità delle regioni in cui sono stati applicati. I tre modelli ISE (Modelli Iniziali di Sedimentazione/Erosione), LTM (Modelli Morfologici a lungo termine) e MTM (Modelli Morfodinamici a medio termine) sono descritti nel Sottoprogetto 2.1 OpTIMAL.

La costa prescelta, previo accordo con le autorità locali e con il coordinamento delle autorità della Regione di Creta affinché si realizzi lo studio pilota nell'ambito del sottoprogetto 3.3, si trova nella città di Rethymnon, nella parte settentrionale di Creta e costituisce una costa ad alto interesse turistico. Essa è situata ad est del porto della città e in una posizione est-ovest che riceve dei flussi da nord-ovest, nord e nord-est.

Modelli numerici: "aiuto alla decisione degli interventi di ripascimento e previsione dell'evoluzione costiera"

L'uso dei modelli numerici come strumento decisionale diviene essenziale nel

momento in cui gli interventi di ripascimento diventano una possibile soluzione contro l'erosione delle spiagge. L'obiettivo è quello di sviluppare delle strategie e delle metodologie valide di ripascimento. Nella Regione Languedoc-Roussillon il codice numerico MODHYS è stato sviluppato nell'ambito dell'IMFT (Spelmann, 2002) per analizzare i benefici che si potrebbero trarre da una modifica dei profili costieri, in presenza di erosione del litorale. Questo modello consente di prevedere l'evoluzione a breve e medio termine del profilo della spiaggia essenzialmente in condizioni idrodinamiche di moto ondoso medio-forte. L'evoluzione delle strutture morfologiche, come le barre costiere, è valutata solo relativamente da questo strumento. Le Regioni della Toscana e della Catalogna realizzano la previsione dell'evoluzione delle zone di erosione e di accumulo così come gli effetti, in termini di morfodinamica, generati dal dragaggio o dal ripascimento artificiale di una spiaggia.

Queste previsioni sono generalmente stimate mediante dei modelli semplificati di calcolo di trasporto solido oppure mediante dei complessi modelli numerici morfodinamici (ad esempio: modello CAMS del pacchetto MIKE21, oppure SMC). Tuttavia, spesso ci si limiterà alla descrizione del potenziale di erosione o di accumulo, ovvero del tasso d'erosione iniziale, legato alla batimetria di una linea di costa.

Base di dati sui sistemi sedimentari

Dragaggi

Regione Catalogna: sulla base dell'informazione fornita dalla Dirección General de Costas (Direzione generale delle coste), di rapporti tecnici di dragaggi, di articoli scientifici e dell'informazione raccolta presso il governo catalano (la Generalitat de Catalunya) sui dragaggi effettuati ogni anno, si evince che il volume di sabbia dragato all'ingresso dei porti e impiegato per il ripascimento delle spiagge adiacenti risulta costante a partire dal 1990. Il volume di sabbia mobilitato sulla costa del Maresme corrisponde a 492.804 m³/anno e nel porto di Masnou corrisponde a 188.743 m³/anno.

Regione Languedoc-Roussillon: quasi annualmente tutti gli avamposti della regione sono oggetto d'interventi di dragaggio dei sedimenti sabbiosi per consentire la navigazione. Effettivamente la deriva sedimentaria longitudinale, che può essere stimata a diverse decine di migliaia di metri cubi l'anno, si accumula nei bacini portuali. I volumi estratti rappresentano, per ogni porto, dei volumi superiori a migliaia di metri cubi all'anno, i quali, dopo essere stati riversati al largo per molto tempo, vengono depositati sulla spiaggia sottoflutto, qualora le analisi chimiche presentino un risultato positivo.

Regione Toscana: Solo nel caso del Porto di Viareggio si dispone di dati precisi sulle

quantità di materiali dragati, importanti per un'analisi dell'evoluzione morfologica dei fondali. Nel porto di Viareggio, nel periodo compreso tra il 1980 e il 1998, sono stati dragati all'incirca 1.100.000 m³ all'imboccatura e 1.000.000 m³ all'esterno dell'area portuale. Approssimativamente 1.800.000 m³ di materiale di dragaggio sono stati trasportati sulle spiagge a nord del porto. Nel porto di Marina di Carrara si stimano circa 10.000 m³/anno di materiale dragato, con l'obiettivo di liberare il canale di accesso al porto.

Regione dell'Emilia Romagna: La ricerca e la raccolta delle informazioni disponibili è relativa al tratto di spiaggia che va dal canale di Via Cupa, a Milano Marittima, sino al Porto di Cervia. Sono stati raccolti dati sui volumi dragati (dal 1998 al mese di gennaio 2005 per un totale di 64.000 m³) e i ripascimenti eseguiti (dal 1983 al mese di gennaio 2005 per un totale di 598.000 m³). Questi ultimi hanno consentito il mantenimento dell'equilibrio della spiaggia. Sulla base delle foto aeree è possibile vedere che la linea di riva è molto stabile.

Batimetrie

Regione Catalogna: la ricerca e la raccolta delle batimetrie del porto di Masnou sono state realizzate nei mesi di novembre 2004, dicembre 2005 (INSTECTOP), marzo 2006 (03-03-06 e 29-03-06), e all'inizio (09-04-06) e alla fine (21-06-06) delle attività di dragaggio realizzate nel porto. Sono stati raccolti inoltre dati riguardanti la topografia della spiaggia di Masnou, prima (08-04-06) e dopo (21-06-06) gli interventi di ripascimento. I lavori e gli studi batimetrici più recenti della Tordera, che saranno utili alle analisi risalgono al 1997 (MMA). Saranno integrati con altri studi specifici, da realizzare nel corso del presente progetto.

Regione Languedoc-Roussillon: Il DRE-RL (ex SMNLR) ha condotto fino a pochi anni fa una serie di campagne annuali di profili batimetrici lungo l'intero litorale della regione. I suddetti profili sono tutt'ora disponibili. L'EID sta attualmente realizzando nell'Hérault dei rilievi tridimensionali nei settori di interesse.

Regione Toscana: con l'obiettivo di caratterizzare l'evoluzione morfologica a lungo termine dei fondali, sulla base sia dei dati misurati, sia dei valori stimati mediante previsioni di modelli numerici, sono state analizzate carte batimetriche a partire dal XIX secolo disponibili in formato cartaceo, fino ai rilievi batimetrici più recenti effettuati con la tecnica «Single Beam» disponibili in formato digitale. In questa fase della ricerca sono disponibili 3 rilievi riguardanti Marina di Carrara (1882, 1977 rilievi effettuati con navi oceanografiche della Marina Militare, 2001 rilievi effettuati con la tecnica «Single Beam»), 2 per Viareggio (1997, 2005 rilievi effettuati con la tecnica «Single Beam») e 5 per Livorno (1881, 1958, 1976 rilievi effettuati con navi oceanografiche della Marina Militare, 1997 e 2002 rilievi effettuati con la tecnica

«Single Beam»).

Regione Emilia Romagna: per lo studio del Porto di Cervia sono stati raccolti e confrontati i profili batimetrici dei mesi di novembre 2003, gennaio 2004, aprile 2004, giugno 2004, dicembre 2004, gennaio 2005.

Foto aeree

Regione Catalogna, le foto aeree dei porti di Masnou, Premiá de Mar, Arenys de Mar, Mataró e El Balís sono state archiviate prima e dopo i ripascimenti effettuati tra febbraio e maggio 2006.

Regione Languedoc-Roussillon, le campagne aeree sono state realizzate nel Golfo del Leone dopo la fine della seconda guerra mondiale. Esse non sono oggetto di una copertura sistematica si sono rivelate utili per gli studi svolti nel tempo sul litorale.

Regione Toscana, sono state archiviate le foto aeree dei porti di Marina di Carrara, Viareggio e Livorno, scattate nel 1976 dalla Regione Toscana e le foto aeree dei porti di Marina di Carrara, Viareggio e Livorno scattate nel 1999-2000 dal servizio aereo della polizia costiera della Città di Sarzana (SP).

Nella *Regione dell'Emilia-Romagna,* per lo studio del Porto di Cervia sono state archiviate delle fotografie aeree scattate negli anni 1945, 1976, 1982, 1991, 1998 e 2003.

Clima meteomarinario

Regione Catalogna, nell'ambito dello studio del clima meteomarinario della zona del Maresme sono stati raccolti i dati seguenti:

- valori medi e valori massimi delle altezze d'onda raccolti dalle boe REMRO di Tarragona, Barcellona e Palamós, della banca dati dei Porti nazionali;
- dati rilevati dalla boa della rete costiera di Barcellona dopo il suo ancoraggio nel marzo 2004; dati degli ultimi cinque anni rilevati dalle boe oceanografiche 2065050, 2066051, 2067051, 2068052, 2059062, 2070053, 2071053, 2072054, 2075055. Valori di altezza significativa, periodo di picco, rose delle altezze significative e periodi di picco, tavole di confronto tra le altezze significative e i periodi di picco;
- rapporti sul clima meteomarinario degli ultimi cinque anni per il litorale catalano. Valori di picco massimo dell'altezza d'onda.

Regione Toscana, al fine di determinare il trasporto solido del litorale, è stato caratterizzato il clima meteomarinario in corrispondenza di tre porti:

- dati della Rete Ondametrica Nazionale Italiana (RON) di La Spezia, per il porto di Marina di Carrara;
- dati del World Wave Atlas (WWA) per i porti di Viareggio e di Livorno.

Sono state effettuate analisi direzionali e analisi statistiche delle onde massimali per dei tempi di ritorno fissati e per vari livelli di rischio.

Regione Creta, la valutazione del clima ondoso è stata realizzata nella Regione di Rethimno. Utilizzando i dati anemometrici raccolti dalla stazione Rethimno nell'ultimo decennio, si sono ottenuti i risultati riportati nella Tabella 3.3.2.

Tabella 3.3.2 - Dati anemometrici della stazione Rethimno durante gli ultimi dieci anni (Regione Creta).

BF	Nord-Ouest				Nord				Nord-Est			
	U (m/s)	Fréq. %	H _o (m)	T _o (sec)	U (m/s)	Fréq. %	H _o (m)	T _o (sec)	U (m/s)	Fréq. %	H _o (m)	T _o (sec)
4	7,0	1,878	1,21	5,80	7,0	3,535	1,21	5,80	7,0	1,127	1,21	5,80
5	9,8	1,016	1,72	6,54	9,8	1,491	1,97	7,16	9,8	0,552	1,90	7,00
6	12,7	0,784	2,22	7,13	12,7	1,248	2,63	7,98	12,7	0,508	2,46	7,63
7	15,7	0,376	2,75	7,65	15,7	0,696	3,26	8,57	15,7	0,309	3,04	8,19
8	19,0	0,077	3,33	8,16	19,0	0,221	3,94	9,13	19,0	0,044	3,68	8,73
9	22,5	0,000	3,94	8,41	22,5	0,000	4,67	9,41	22,5	0,000	4,36	9,00
10	26,0	0,000	4,55	8,84	26,0	0,000	5,40	9,88	26,0	0,000	5,04	9,45
>11	31,0	0,000	5,43	9,38	31,0	0,000	6,43	10,49	31,0	0,000	6,01	10,03
total		4,131				7,191				2,54		

Regione Emilia Romagna: il clima meteomarinario è stato caratterizzato in base ai dati delle piattaforme PCB, delle boe RON di Ancona e Punta della Maestra e dei dati anemometrici dell'Aeronautica Militare. Il trasferimento a riva è affidato ad un modello che riproduce a scala adeguata la batimetria del nord Adriatico.

Dati sedimentologici

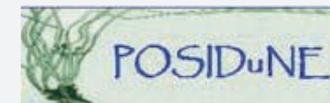
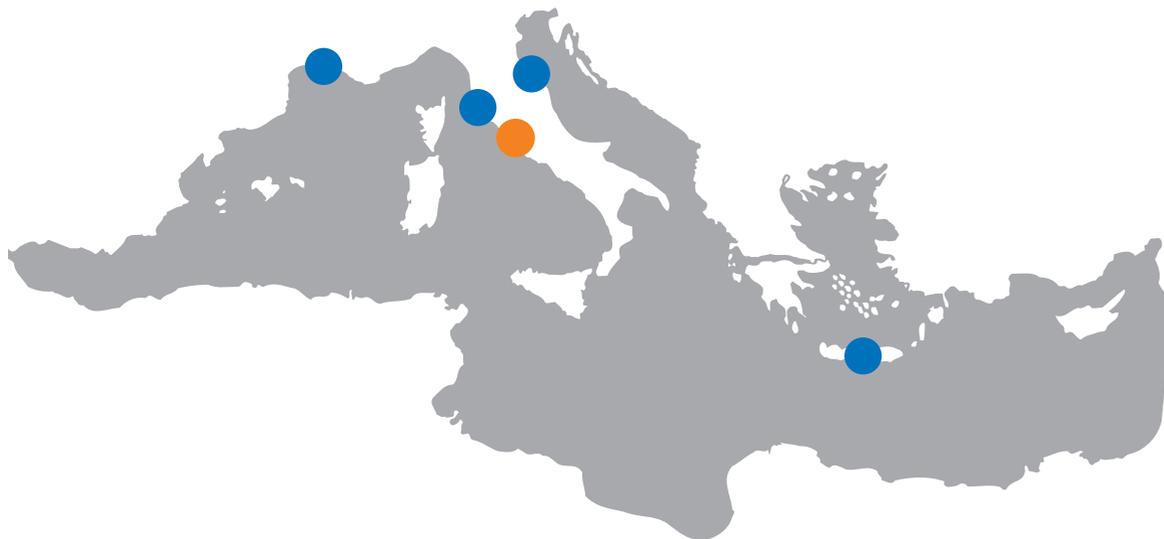
Per la *Regione Catalogna,* è stata ricompilata l'interpretazione dei parametri fisici, chimici e batteriologici dei sedimenti: interpretazione dei parametri granulometrici; concentrazione delle materie organiche, concentrazione di microrganismi (coliformi fecali, streptococchi fecali e funghi) e concentrazione di metalli pesanti nella frazione di sedimenti inferiori a 2 mm. L'analisi sedimentaria effettuata precedentemente sul sistema della Tordera (tesi e/o rapporti tecnici) risulta ampia (Serra, 1975; Generalitat di Catalogna 1989). L'obiettivo dello studio è quello di realizzare una cartografia delle unità deltilie e al contempo di realizzarne una cronologia al fine di stabilirne l'evoluzione e l'influenza sulla dinamica sedimentaria dell'area costiera.

Nella *Regione Emilia Romagna,* per lo studio del Porto di Cervia è stato realizzato un confronto fra i dati raccolti nel 1993 e nel 2004, caratterizzanti una condizione naturale e una condizione post-ripascimento.

- BARTOLINI C., CELESTRE P., FIERRO G., GAZZI P., GNACCOLINI M., LA MONICA G.B., PAOLETTI A. (1973) - Area Campione Alto Tirreno fra le foci del Magra e dell'Ombrone. In: Ricerche sul Regime e la Conservazione dei litorali. Progress Report N. 1. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, 27-38.
- DE VRIEND H.J. (1987) – 2DH mathematical modeling of morphological evolutions in shallow water. Coastal Engineering, 11(1): 1-27.
- DE VRIEND H.J. (1991) – G6 Coastal Morphodynamics. In: N.C. Kraus, K.J. Gingerich and D.L.Kreibel, Proc. Coastal Sediments '91, Seattle, WA., ASCE, New York, 356-370.
- HANSON H., BRAMPTON A., CAPOBIANCO, M., DETTE H. H., HAMM L., LAUSTRUP C., LECHUGA A., PANHOFF R. (2002) – Beach nourishment projects, practices, and objectives—a European overview. Coastal Engineering, 47 (2): 81-111.
- INMAN, D. L., AND CHAMBERLAIN, T. K., 1960. Littoral sand budget along the southern California coast. In Volume of Abstracts, Report of the 21st Int Geological Congress, Copenhagen, Denmark, pp. 245-246.
- KARAMBAS TH.V., KOUTANDOS E.V. CHRISTOPOULOS S., KOUTITAS C.G., 2002, Méthodes douces de protection des côtes : description et simulation mathématique, Congrès Panhellénique «Helleco 2002», Athènes, volume A, p. 481-488 .
- SENER (2002). Estudi, definició i dimensionament del Server de dragatges de Catalunya. Encargado por la Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Direcció General de Ports i Transports Clav. P210393. Juny 2002.
- SERRA, J. (1975) - El precontinente catalán entre Cap Begur y Arenys de Mar. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- SHORT A.D. (1999) - Wave-dominated beaches. In : A.D. SHORT (ed.) - Handbook of beach and shoreface morphodynamics. John Wiley and sons Ltd, 7: 174-203.
- SPIELMANN, K. (2002) - Modélisation de la dynamique morphologique d'un profil de plage, Doctorat de l'Université d'Aix-Marseille II.
- VIEL G., M.T. DE NARDO, M. MONTAGUTI, G. MANIERI, L. MARTELLI, L. PERINI (2002) - Schema direttore della pericolosità geo-ambientale, Servizio Geologico d'Italia & Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, System Cart, Roma.
- TSANIS I.K., SAIED V.M., VALAVANIS V., (2006), Impacts of coastal protection strategies on the coast of Crete: numerical experiments, International Conference 'Protection and Restoration of the Environment VIII, Chania, Greece (full paper available in CD-ROM).
- XEIDAKIS, GEORGE S., DELIMANI, P.K., SKIAS S.G. (2006) - Sea Cliff Erosion in the Eastern Part of the North Aegean Coastline, Northern Greece. Journal of Environmental Science and Health Part A, 41: 1989–2011.

POSIDuNE

INTERAZIONI DELLE SABBIE E DELLA *POSIDONIA OCEANICA* CON L'AMBIENTE
DELLE DUNE NATURALI



CAPOFILA

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica
Applicata al Mare ICRAM (Lazio)

Responsabile: Sergio Cappucci (s.cappucci@icram.org)

Provincia di Pisa (Toscana)

Responsabile: Giovanni Bracci (g.bracci@provincia.pisa.it)

Università degli Studi di Ferrara
Dipartimento di Scienze della Terra DST (Emilia-
Romagna)

Responsabile: Umberto Simeoni (g23@unife.it)

Università di Bologna

Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze
Ambientali CIRSA (Emilia-Romagna)

Responsabile: Giovanni Gabbianelli
(giovanni.gabbianelli@unibo.it)

EID Méditerranée (Hérault)

Responsabile: Hugues Heurtefeux
(hheurtefeux@eid-med.org)

Institute des Mathématiques Appliquées IACM-FORTH
(Crète)

Responsabile: Evangelos Koutantos
(ekoutant@iacm.forth.gr)

Resp. di misura: Philippe Carbonnel Département de l'Hérault	Partner OCR	Budget
3.4. I sistemi di difesa naturali: il potenziale delle dune e delle praterie di Posidonia per la difesa dei litorali Metodologie per la mappatura e l'identificazione delle praterie di fanerogame, metodi di reimpianto artificiale e recupero delle praterie di fanerogame, metodi di naturalizzazione o ricostruzione dei sistemi dunari anche nel quadro delle infrastrutture	Regione Lazio	€ 107.000,00
	Département de l'Hérault	€ 40.000,00
	Regione Toscana	€ 99.750,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 42.500,00
	Région Crète	€ 25.000,00
	TOTALE	€ 314.250,00



LA MISURA 3.4

I sistemi di difesa naturali: il potenziale delle dune e delle praterie di Posidonia per la difesa dei litorali

Nell'obiettivo di fare progredire ancora le conoscenze tecniche e la gestione di queste tipologie ambientali, si propone di effettuare delle operazioni sulla base dell'esperienza in materia di restauro e di protezione di cordoni dunari e dello scambio di esperienze sviluppate in questo settore. Questo scambio d'esperienze deve anche permettere una riflessione sui miglioramenti possibili, l'innovazione sul piano tecnico (tipo di materiali, tecniche di vegetazione, miglioramento della biodiversità, gestione della frequenza, metodi "morbidi" innovativi come il ripascimento con sabbia sottocosta), e consentire una maggiore considerazione degli aspetti ambientali e socioeconomici in questo tipo di interventi sui litorali.

Ad esempio, la protezione delle dune costiere si affronta usando tecniche "tradizionali" della protezione biotecnica, concepite per ridurre l'erosione del vento e l'impatto della pressione antropica. Lo scopo della presente misura è anche quello di valutare l'efficacia di nuove tecnologie biologiche, in corso di sviluppo, concepite allo scopo di servirsi da resti dei Posidonia oceanica depositati sulle spiagge, che non dovrebbe più essere considerata come rifiuto, ma come una materia prima utilizzabile. Questo approccio innovativo presenta il vantaggio di ridurre la massa di questi residui, che sono di solito tolti delle spiagge con costose attività di pulizia, e di fertilizzare il sedimento mantenendo il tasso di umidità più elevato all'interno delle dune. Seguendo quest'approccio, inoltre, si prevedono dei meccanismi positivi di feed-back tra la biologia e la sedimentologia, così come un aumento della flessibilità, della resilienza e della stabilità dinamica del sistema spiaggia-duna.

Obiettivo generale

Le opere di ripristino delle dune come strumento tecnico di lotta contro l'erosione del litorale e condivisione dei metodi morbidi di difesa del litorale tra i diversi partner europei.

Obiettivi specifici

- Realizzare un bilancio quantitativo e qualitativo delle azioni di restauro e di protezione dei cordoni dunari messi in opera nelle Regioni OCR, dalle prime sperimentazioni di ricerca applicata, fino ai più recenti trasferimenti di tecnologia, come ad esempio in Tunisia e Marocco;
- Messa in atto degli scambi di esperienze da sviluppare in questo settore con i partner implicati nell'operazione effettuando un trasferimento delle conoscenze scientifiche e

tecniche acquisite da ciascuno;

- Raffronto con le regioni OCR sulle esperienze, quadri normativi e forme esistenti di protezione di sistemi di dune e redazione di documenti comuni (guide metodologiche, strumenti di supporto decisionale);
- Caratterizzazione delle località dove il restauro del sistema di dune è possibile ;
- Studio di fattibilità in siti pilota per la rinaturalizzazione e la ricostruzione dei sistemi di dune;
- Descrizione del sistema sabbia-duna dal punto di vista fisico (morfologico e sedimentologico) e biologico (sistema vegetazionale);
- Descrizione della distribuzione e delle caratteristiche (composizione e struttura) della biomassa nella colonna d'acqua e sulla spiaggia;
- Elaborazione di linee guida per la protezione e la ricostruzione delle dune.

Il Sottoprogetto POSIDuNE

Interazioni delle Sabbie e della *Posidonia Oceanica* con l'Ambiente delle Dune Naturali

Sergio Cappucci (Capofila)¹, Giancarlo Bovina⁹,
Giovanni Bracci², Valentina Campo⁶, Andrea Carli²,
Laura Caruso⁴, Corinne Corbau³, Giovanni Gabbianelli⁴, Simona Gragnaniello³, Stéphanie Grosset⁵, Hugues Heurtefeux⁵, Giovanni Battista La Monica⁶, Stéphanie Mathieu⁵, Elena Pallottini¹, Philippe Richard⁵, Giovanni Sarti⁸, Umberto Simeoni³, Eric Sire⁵, Maria Speranza⁷

1 ICRAM

2 Provincia di Pisa

3 Università di Ferrara DST

4 Università di Bologna CIRSA

5 EID Méditerranée

6 Università "La Sapienza" di Roma DST (cons.)

7 Università di Bologna DISTA (cons.)

8 Università di Pisa DST (cons.)

9 MAREVIVO (cons.)

Parole chiave: dune costiere, tecniche di protezione, biomasse vegetali.

Introduzione

Il sottoprogetto POSIDuNE si configura come un progetto multidisciplinare che vede coinvolti enti e istituti di ricerca impegnati nello studio dei sistemi di difesa naturali delle coste: le dune e le praterie di *Posidonia oceanica*.

Sia le dune costiere che i depositi di biomasse vegetali spiaggiate (in particolare quelli costituiti dai resti della *Posidonia oceanica*) rappresentano infatti due importanti elementi che contribuiscono alla resilienza e all'equilibrio del sistema spiaggia-duna. Le dune costiere costituiscono una difesa naturale della costa e rappresentano anche un habitat di importante valore naturalistico e paesaggistico. Possono essere mobili o fisse; le prime sono costituite da sabbia incoerente mossa dai venti, le seconde sono fissate dalla vegetazione che, in parte con le radici, in parte con l'humus prodotto, stabilizzano e trattengono umidità nella sabbia.

Le dune fisse hanno benefici effetti sul retrospiaggia e in generale sull'ambiente costiero perché costituiscono (1) un argine per le acque, (2) una riserva di sabbia che alimenta la spiaggia in occasione di bilancio sedimentario in deficit (3) una

barriera fisica a protezione dei territori retrostanti. Di conseguenza, le azioni finalizzate alla difesa delle dune si rivelano particolarmente strategiche ai fini della difesa dei litorali.

Le operazioni di gestione della duna devono essere volte a preservarne l'integrità come argine contro le ingressioni marine e ad assicurarne la sussistenza come sistema ecologico, soprattutto dal punto di vista vegetazionale. A tale proposito è particolarmente importante:

(1) mantenere la falda di acqua dolce sottostante, evitando il prelievo da pozzi artificiali limitrofi e facilitando la percolazione delle acque piovane; (2) favorire lo sviluppo e contribuire alla stabilità della vegetazione presente nelle parti più esposte e vulnerabili quali quelle che fronteggiano il mare, colonizzate prevalentemente da specie erbacee che fissano la sabbia (vegetazione colonizzatrice) e quelle retrostanti, colonizzate da specie cespugliose (vegetazione schermante). In questo caso, una funzione importantissima viene svolta dai depositi di biomasse vegetali spiaggiate che, grazie al contenuto di elementi nutritivi e alla grande capacità di accumulo di umidità, favoriscono lo sviluppo e la stabilizzazione della vegetazione pioniera delle spiagge e delle dune. La struttura vegetazionale della duna può essere usata anche come indicatore di processi erosivi in atto. Infatti, durante le fasi di regressione della spiaggia, vengono a trovarsi esposte sulla riva associazioni che non hanno funzione colonizzatrice.

La rinaturalizzazione della fascia costiera, la tutela e la ricostituzione della duna litoranea dovrebbero essere ottenute con interventi e tecniche atti a minimizzare l'impatto ambientale e conseguire, nel lungo periodo, l'obiettivo di una generale ricostituzione delle spiagge e degli habitat in prossimità delle coste.

I progetti d'intervento dovrebbero essere predisposti sulla base di idonee misure del moto ondoso, di studi sulla natura geologica e stratigrafica della fascia costiera e sull'habitat costiero nonché di previsioni sulla evoluzione dei processi litoranei. In particolare, la ricostruzione dei cordoni dunali e la realizzazione di opere volte a facilitarne l'attraversamento (quali sentieri e passerelle) dovrebbero servirsi di tecniche naturalistiche in grado di favorire meccanismi di feedback positivo tra la componente biologica e sedimentologica quali ad esempio processi di deposizione delle sabbie, di ricarica della falda freatica, di insediamento di specie pioniere, ecc.

Nell'ambito di POSIDuNE si vuole infatti valutare l'efficacia di tecniche "innovative" di intervento, le quali prevedono anche l'utilizzo di biomasse spiaggiate provenienti dalle praterie di fanerogame per ridurre la quantità di biomassa che viene rimossa dagli arenili (nella gran parte dei casi con mezzi

meccanici) ed allo stesso tempo fertilizzare il sedimento. A tale proposito, nell'ambito della presente ricerca sono stati approfonditi gli aspetti legati alla gestione delle biomasse vegetali spiaggiate.

In accordo con le finalità del Sottoprogetto sopra esposte, il documento riporta una ricerca bibliografica sintetica inerente:

- caratteristiche delle dune costiere presenti lungo le coste dei partner locali e regionali coinvolti;
- gli approcci metodologici finora sviluppati per svolgere attività specifiche di monitoraggio (falda freatica, tasso di trasporto eolico), conservazione (aspetti vegetazionali) e ripristino di tali ambienti (tecniche naturalistiche);
- la presenza e le caratteristiche delle biomasse vegetali spiaggiate e le problematiche generali legate alla gestione delle stesse.

Ricerca bibliografica: inquadramento generale e caratterizzazione delle dune costiere Regione Lazio

Nel contesto di un litorale caratterizzato da una generale condizione di diminuzione dell'ampiezza delle spiagge (almeno il 40% del litorale di competenza regionale è in

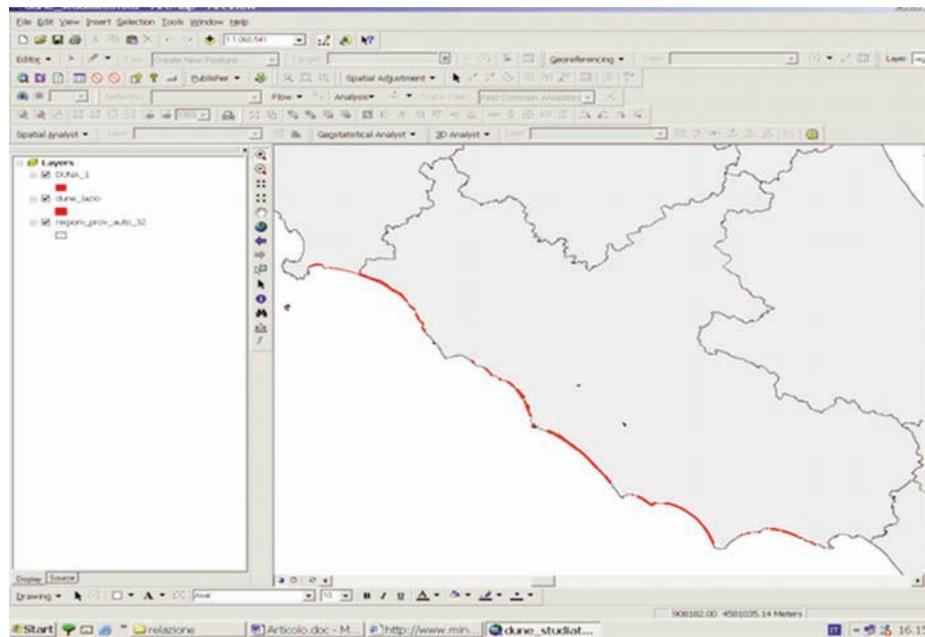


Fig. 3.4.1 - Localizzazione delle dune costiere lungo il litorale laziale.

arretramento – Regione Lazio, 2000) è emerso che tra i sistemi dunali individuati non sono presenti dune integre o in un accettabile stato di naturalità. Non è stato altresì rilevato alcun cordone embrionale, in fase di crescita, (antistante la duna;) ma si sono osservati solo accumuli temporanei di sabbia non colonizzati da vegetazione, legati alla presenza di recinzioni, che impediscono il trasporto di sedimenti da parte del vento (GNRAC, 2006).

Complessivamente i cordoni dunali rilevati, prevalentemente inattivi, occupano una superficie superiore a 20 Km², interessando, con andamento sub-parallelo alla linea di riva e diversa ampiezza, un tratto di costa di circa 200 km (fig. 3.4.1) di estensione totale (Campo et La Monica, 2006).

Su gran parte di queste dune è stata riconosciuta una copertura vegetale più o meno densa, prevalentemente di tipo arbustivo e cespuglioso, secondariamente di tipo arboreo, con caratteristiche proprie della macchia mediterranea. In alcuni casi, tuttavia, sono state individuate zone in cui la vegetazione naturale è ridotta a frammenti, localizzati sulla duna mobile, ed è ancora presente una spiaggia: su di esse l'eliminazione delle cause del disturbo, congiuntamente a interventi di ripristino ambientale, potrebbero rendere possibile il recupero di condizioni naturali.

Allo stato attuale l'equilibrio del litorale in esame appare quasi ovunque intaccato dagli interventi sul territorio (non solo costiero): la massiccia antropizzazione dei tratti costieri sabbiosi è in alcuni casi così intensa da compromettere le dune stesse, dando inizio al processo della loro demolizione. Le indagini hanno evidenziato come siano molto rari i tratti costieri in cui l'antropizzazione e/o l'urbanizzazione non sia ancora intervenuta in modo distruttivo.

I meccanismi che contribuiscono a determinare l'elevato stato di degrado e di erosione che presentano quasi tutte le dune rilevate nel Lazio risultano essere principalmente legati all'erosione costiera, al grado di antropizzazione del litorale e alla fruizione turistica.

Ad un'azione "naturale" si aggiunge quindi quella antropica che, in particolare, genera sui cordoni dunali assai frequenti elementi di discontinuità, rappresentati per lo più da sentieri; tali solchi, frequentemente utilizzati per l'accesso incontrollato alla spiaggia, costituiscono una via da cui si dipartono altre zone di calpestio diffuso da parte di una popolazione di bagnanti e turisti che, in occasione della stagione estiva, spesso raggiunge frequenze insostenibili per un ambiente tanto vulnerabile.

In molti casi l'attraversamento disordinato delle dune innesca anche importanti fenomeni erosivi, il depauperamento della vegetazione autoctona e la diffusione di specie aliene. Bisogna quindi prendere dei provvedimenti per evitare una pressione turistica troppo invasiva per un ambiente così delicato.

Regione Toscana

L'analisi degli studi condotti sui litorali toscani e su quello pisano in particolare, è rivolta principalmente alla ricostruzione delle caratteristiche geomorfologico-strutturali dei sistemi dunari (forma ed orientazione in rapporto all'esposizione eolica, caratteristiche sedimentologico-petrografiche legate alle condizioni di trasporto solido litoraneo e del bacino di alimentazione, caratteristiche vegetazionali e stato di conservazione, ecc.). Questi studi hanno anche permesso di analizzare le variazioni causate dalle modifiche del sistema di alimentazione: fenomeni di erosione che sono all'origine dell'arretramento o della scomparsa delle spiagge. (Belloni et Schiano, 1995). Nello specifico è stata analizzata la situazione del tratto di litorale del Parco naturale di "Migliarino - San Rossore", nel quale sarà condotto un intervento sperimentale finalizzato al ripristino di un cordone dunale in avanzato stato di erosione e alla sua ricostruzione nei tratti dove è stato demolito dall'azione del moto ondoso (fig. 3.4.2).

Riguardo lo studio delle caratteristiche morfodinamiche del litorale, inteso nella sua accezione più ampia e quindi comprendente l'intera zona costiera (spiaggia sommersa, linea di costa, spiaggia emersa e sistemi dunari), i principali lavori

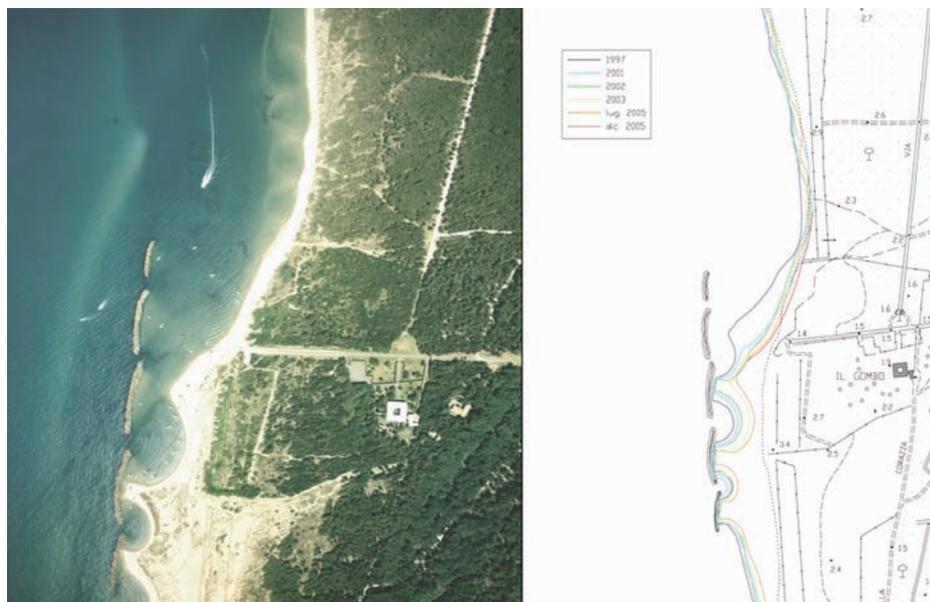


Fig. 3.4.2 – Litorale del "Gombo" (Pisa) – Stato attuale ed evoluzione del tratto di costa dal 1997 al 2005.

esaminati sono basati su metodologie comprendenti il rilievo topografico tramite l'utilizzo di strumenti tecnologicamente avanzati come il sistema di posizionamento globale (GPS) da terra o aerotrasportato (LIDAR), l'interpretazione di foto aeree ed immagini da satellite, ecc. (Carli et al, 2004). Tali tecnologie hanno permesso una veloce ed accurata acquisizione di una grossa mole di dati consentendo di monitorare i cambiamenti di un sistema deposizionale in rapida evoluzione.

I lavori inerenti le dinamiche sedimentarie dei litorali toscani sono basati su analisi composizionali, mineralogiche e chimiche dei sedimenti costituenti la spiaggia emersa e sommersa che hanno permesso di definire la direzione del trasporto lungo riva; i risultati sono stati confermati tramite l'utilizzo di *drifters*. Non sono invece disponibili significativi studi riguardo la caratterizzazione granulometrica, mineralogica e petrografica dei cordoni dunari presenti nei siti di studio. A tale riguardo, la metodologia delle indagini già condotte per la spiaggia emersa, sarà applicata ai sistemi dunari. Per questo i profili trasversali della spiaggia, utilizzati negli studi precedenti saranno estesi al sistema dunare.

Numerose, invece, sono le analisi relative agli aspetti vegetazionali e alla conservazione dei sistemi dunari, sviluppati sia in ambito regionale che in specifico sui sistemi del Parco naturale di "Migliarino-San Rossore" (Macchia, 1996).

Gli studi effettuati in molti tratti delle coste italiane hanno consentito di definire la zonazione delle associazioni vegetali presenti nella fascia dunare (duna erbosa, duna cespugliosa, duna boscata). È stato, inoltre, osservato che le dune presenti lungo le coste toscane possiedono una differente zonazione vegetazionale rispetto a quelle degli altri litorali. La conoscenza della distribuzione areale delle comunità vegetali all'interno della fascia dunare e la relativa variazione o anomalia, rappresenta uno strumento di osservazione e stima del grado di alterazione del sistema spiaggia-duna prodotto dal processo dell'erosione costiera. Risulta, infatti, evidente l'influenza diretta che i fattori climatico-ambientali e geologici hanno sulle dinamiche sedimentarie ed ecologiche dei litorali.

Regione Emilia Romagna

La costa dell'Emilia-Romagna, che si estende per circa 130 Km tra il delta del Po e Cattolica, è caratterizzata da spiagge sabbiose interrotte da vaste zone lagunari, da numerose opere portuali e di difesa che hanno determinato la comparsa di celle idro-sedimentarie complesse.

Tra il 1955 e il 1980, l'insieme del litorale regionale ha subito una riduzione della superficie dunare (da 940 ha a circa 420 ha). Attualmente, le dune costituiscono il 29% dei 130 Km del litorale regionale. Soltanto il 3% della superficie è occupato

da dune attive, direttamente alimentate dalle spiagge antistanti, che tuttavia presentano uno stato di conservazione preoccupante a causa della presenza di evidenti scalzamenti alla base della duna e di varchi di origine antropica e marina (fig. 3.4.3). Alcuni cordoni dunari sono mal conservati e frammentati a causa della presenza di edifici o strutture alberghiere ed alcune dune isolate. Al contrario, le dune della Provincia di Ravenna presentano un buono stato di conservazione. Tra queste, quelle situate in corrispondenza della foce del fiume Bevano, appartenente al Parco Regionale del Delta del Po, appartengono ad un'area considerata Sito d'Importanza Comunitaria (SIC), Zona a Protezione Speciale (ZPS) e Riserva Naturale Speciale Nazionale (D.M. 5/6/79).

Un buon indicatore della qualità complessiva dei sistemi dunari è la vegetazione delle dune costiere. Da questo punto di vista, i sistemi dunari della Regione Emilia Romagna sono ben conosciuti. La vegetazione è descritta in una serie di lavori (Piccoli et al, 1996; Pellizzari et al, 2004) e di carte della vegetazione in scala 1:25.000 e 1:35.000, pubblicati dal Servizio Cartografico e Geologico.

La vegetazione delle dune emiliane, anche nelle situazioni relativamente meglio conservate, presenta alterazioni più o meno significative (riduzione e

compenetrazione di comunità o ingrandimento di una comunità a scapito di altre) rispetto al modello di zonazione di popolamenti psammofili (Cakiletum, Agropyretum, Ammophiletum) che, in funzione della distanza dal mare, contraddistingue le situazioni in equilibrio. L'azione umana svolge indubbiamente un ruolo importante su queste modificazioni, ma non si possono dimenticare le dinamiche naturali di erosione-accumulo di sabbia e i conseguenti arretramenti o avanzamenti della linea di riva, che si manifestano con una velocità superiore alla capacità di risposta delle comunità vegetali ai cambiamenti geomorfologici.

Regione de l'Hérault

Il litorale del Golfo di Lione ha delle caratteristiche particolari: oltre alla debolezza dell'escursione di marea (inferiore alle variazioni del livello marino dovute alla pressione atmosferica o all'azione dei venti), un fattore essenziale dell'evoluzione dei litorali sabbiosi mediterranei è da attribuirsi al regime dei venti locali (fig. 3.4.4). I venti provenienti da mare soffiano da sud-est a sud-ovest, e generano delle mareggiate violente che si abbattono sul litorale del golfo di Lione, seguendo direttrici spesso trasversali alla costa; i venti provenienti da terra (Tramontana e Maestrale, provenienti dal settore nord/nord-ovest) soffiano frequentemente, talvolta in maniera estremamente violenta, e con una continuità maggiore rispetto ai venti provenienti da mare. Questi venti, soffiando da direzioni opposte, hanno effetti devastanti per le dune (Heurtefeux et Richard, 2005).

Si tratta di venti che incidono profondamente sulla morfologia delle dune: in effetti, a partire da 5 m/s (18 Km/h), la velocità di un vento è sufficiente per movimentare delle sabbie quarzose asciutte, da 0,2 a 0,3 mm di diametro (Paskoff, 1998).

Se aggiungiamo a questo fattore delle zone intertidali quasi inesistenti (dinamica micro-tidale), eliminando una potenziale fonte di sedimenti per l'alimentazione delle dune, così come dei fattori climatici limitanti per lo sviluppo della vegetazione (umidità concentrata su brevi periodi, carestia estiva prolungata), si ottiene una dinamica dunare mediocre, che giustifica le dimensioni ridotte delle dune mediterranee. Esse sono generalmente composte da un cordone rettilineo, stretto, poco elevato e singolo, antistante un'avanduna: quest'ultima, dalla pendenza dolce, segna il confine con le zone umide, spesso presenti nella zona retrostante (le dune boscate costituiscono una rarità nel contesto del golfo di Lione).

Sfavorita a causa di fattori naturali, la dinamica vegetale è spesso messa a dura prova da una affluenza turistica poco o mal gestita, che si concentra in un periodo (quello estivo) in cui la vegetazione è maggiormente vulnerabile. La scomparsa della vegetazione e l'azione eolica sulle zone sabbiose messe a nudo ostacola

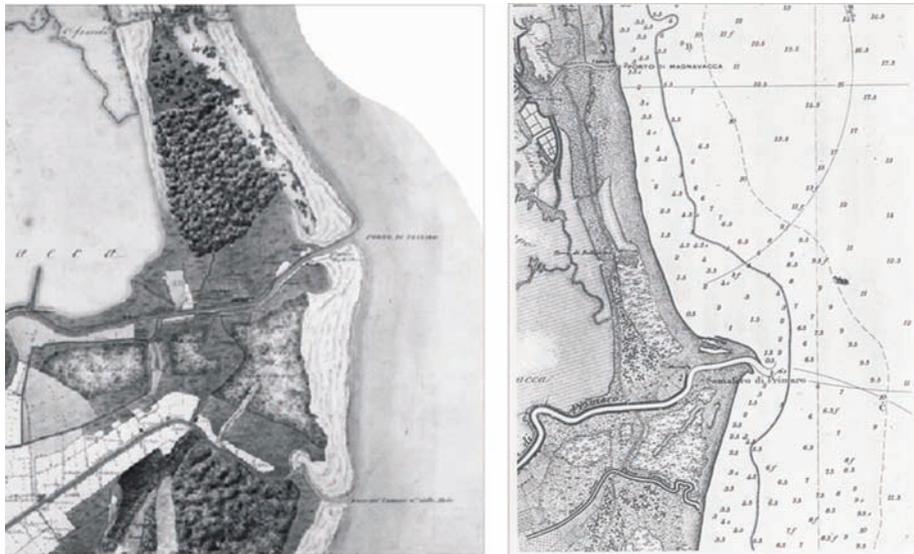


Fig. 3.4.3 - Estratto della carta napoleonica del 1814 e della carta costiera del "Faro di Goro a Fiumi Uniti", pubblicato per il Servizio Idrografico della Marina nel 1869 che mostra lo sviluppo consistente dei cordoni dunari lungo la costa prima di Ferrara.

lo sviluppo spontaneo di nuova vegetazione. Gli interventi dell'EID nel contesto dunare intendono risanare questo aspetto della dinamica vegetale.

Il lido di Villeneuve-lès-Maguelone (sito pilota di questo progetto), presenta la particolarità di essere composto per la maggior parte da ciottoli: questi possono essere sia ciottoli silicei rotondeggianti, di origine alpina o delle Cevenne, sia ciottoli arena-cci, detriti apportati dalle tempeste dell'antico Lido sommerso a qualche centinaio di metri dalla riva (Durand et Heurtefeux, 2006). Questa spiaggia possiede una granulometria diversa (ghiaioso-sabbiosa), rispetto a quella delle coste del Languedoc-Roussillon (prevalentemente sabbiose). Il lido di Villeneuve-lès-Maguelone è un ambiente profondamente alterato, e sottoposto ad un'erosione considerevole. Questo sito deve affrontare delle serie sfide economiche (attività agricole, ittiche, grande affluenza turistica), così come un interesse patrimoniale ingente dovuto alla presenza dell'antica cattedrale di St. Pierre de Maguelone, edificio romano (XII° e XIII° secolo). Si tratta di una zona di transizione tra un'area poco mutata, il lido di Pierre Blanche, e un'area estremamente antropizzata, la spiaggia di Palavas.

Approcci metodologici

Tecniche tradizionali di protezione e di ricostruzione dei cordoni dunari

Gli Interventi di restauro dunare devono rispettare i profili naturali della zona seguendo alcuni criteri generali. Considerato che le piante sono fondamentali per la crescita naturale e la conservazione della duna, si considera positivo l'esito di

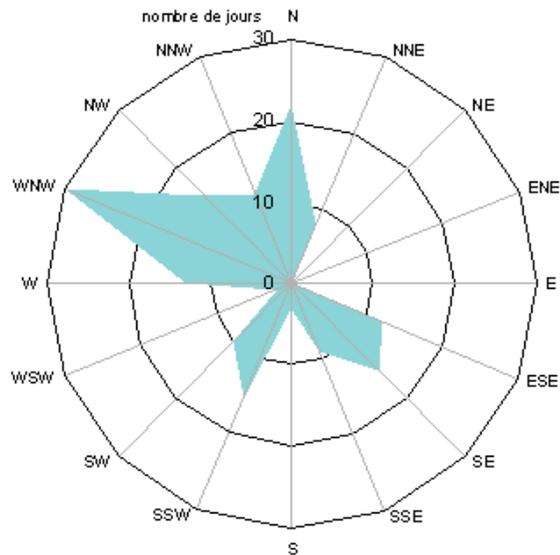


Fig. 3.4.4 - Direzione del vento per il periodo luglio 2004 – maggio 2005; giorni di vento medio > 15 Km/h – stazione di Montpellier-Fréjorgues.

un restauro dunare nel momento in cui la copertura vegetale della duna risulta sufficiente.

Differenti tecniche possono essere utilizzate, isolate o combinate tra loro. Si possono citare ad esempio:

- la “copertura morta” che consiste nel sistemare sulla superficie sabbiosa dei resti vegetali che assicurano una certa protezione contro l'azione del vento e favoriscono lo sviluppo spontaneo della vegetazione dunare; le specie vegetali possono essere sostituite da una rete geotessile biodegradabile (tessuta a partire da fibre vegetali) fissata sulla sabbia;
- le strutture ad “effetto frangivento” che permettono di proteggere la sabbia dall'azione eolica, ed intrappolare la sabbia in movimento. E' possibile accelerare i risultati di questa tecnica, che può risultare troppo lenta, realizzando, con l'uso di mezzi meccanici, un cordone sabbioso che costituirà il “corpo” della futura duna. Tale nucleo sarà in seguito protetto dall'azione eolica da una struttura ad “effetto frangivento” che faciliterà la deposizione delle sabbie in accordo con la forma del cordone ricostituito. Questo tipo di intervento richiede l'impiego di macchine d'ingegneria civile, ed implica una disponibilità sufficiente di sedimenti;
- il consolidamento/restauro di dune per mezzo di vegetazione (vedi “Metodologie per la coltura, la piantagione e la propagazione delle specie vegetali «consolidanti»”);
- talvolta, quando le strutture di difesa e/o i sistemi frangivento che favoriscono il deposito dei sedimenti (stuoie di canne, fascinate, chiusure porose in legno e in geotessile, ecc.) risultano insufficienti, si rivelano necessari dei veri e propri interventi di “ricostruzione del cordone dunare” (ad esempio in corrispondenza di *blowout*). La costruzione di dune artificiali deve riprodurre, in termini di morfologia e di dimensioni, le forme naturali corrispondenti quanto più possibile a quelle originali.

A seguito di queste operazioni, si dovrà intraprendere una politica di gestione della frequentazione delle dune. In particolare, si potranno mettere in corrispondenza degli accessi pedonali dei pannelli di sensibilizzazione, perché la comunicazione al pubblico è molto importante (Moulis et Barbel, 1999).

In Italia il volume di riferimento per avere un quadro aggiornato delle tecniche tradizionali di ingegneria naturalistica è il “Manuale di Ingegneria Naturalistica-Applicabile ai settori delle strade, cave, discariche e coste sabbiose” (Bovina et al, 2003).

Dalle ricerche bibliografiche effettuate sul web, merita di essere segnalato “A gui-



Fig. 3.4.5 - Esempio di opera naturalistica utilizzata per ricostruire i cordoni dunari.

dal 31 Marzo al 2 Aprile 2005 che in altri articoli (Adriani et Terwindt, 1974; Matias et al, 2004; Savage et Woodhouse, 1968; Simeoni, 2002). I campi di applicazione delle opere naturalistiche utilizzate per ricostruire i cordoni dunari (fig. 3.4.5) sono diversi e funzionali a contrastare le differenti forme di erosione (eolica, da calpestio, da ruscellamento, ecc).

Ruolo dei depositi delle biomasse spiaggiate (anche associate alle praterie di fanerogame marine) nella difesa strategica dei litorali

Per approfondire il ruolo delle biomasse vegetali spiaggiate ai fini di un loro utilizzo nell'ambito di tecniche innovative di restauro delle dune costiere, è stata condotta una ricerca bibliografica inerente la distribuzione e le caratteristiche di tali materiali, con particolare attenzione alle informazioni relative al litorale toscano-laziale.

Gli studi finora condotti non permettono di ricostruire un quadro completo circa la distribuzione delle biomasse vegetali spiaggiate lungo le coste italiane: le informazioni a disposizione sono estremamente sporadiche e frammentarie, seb-

de to managing coastal erosion in beach/dune systems" prodotto da HR Wallingford per lo "Scottish Natural Heritage" nell'ottobre del 2003.

Quest'ultimo affronta le problematiche connesse alla gestione dei litorali con particolare attenzione riguardo i diversi approcci metodologici per la protezione delle dune costiere. Altri esempi di interventi di protezione e ricostruzione delle spiagge e dei cordoni dunari sono riportati sia negli atti del convegno "I depositi eolici delle coste italiane ed il flusso di sedimenti spiaggia-duna" svoltosi ad Arbus Loc. Piscinas (Cagliari)

bene il problema legato alla loro funzione ecologica e corretta gestione coinvolga in pratica tutti i comuni rivieraschi. Date le loro caratteristiche peculiari e in accordo con gli obiettivi del sottoprogetto, è stata approfondita la ricerca bibliografica relativa ai depositi di *Posidonia oceanica* spiaggiate e alle *banquette* da essi formate (fig. 3.4.6). Attualmente risulta disponibile un unico studio sulla distribuzione e caratterizzazione degli spiaggiamenti di *Posidonia oceanica* ed altre fanerogame marine (MAREVIVO, 2002). Lo studio, che ha interessato il litorale toscano-laziale (Civitavecchia - foce del Fiume Magra), non è tuttavia esaustivo per la definizione di una strategia di difesa, ma può essere preso come punto di riferimento per la scelta di eventuali aree di studio e come indirizzo metodologico.

In termini generali, quanto sinora evidenziato dalla letteratura, dimostra come gli spiaggiamenti di fanerogame marine (*Posidonia oceanica*) dovrebbero essere lasciati lungo i litorali, in modo tale da consentire loro di poter completare il proprio ciclo biologico e svolgere le proprie funzioni ecologiche (MAREVIVO, 2002). Qualora, per motivazioni turistico-balneari, si renda necessaria la rimozione, e nell'impossibilità di una loro reimmissione in mare, tali biomasse dovrebbero poter essere utilizzate per interventi di restauro e protezione dei litorali sabbiosi e dei sistemi dunali in particolare, in modo tale da sfruttarne le proprietà benefiche, mantenendo queste risorse all'interno del sistema spiaggia-duna. A tale proposito di fondamentale importanza si sono rivelati gli accertamenti analitici condotti in precedenti studi sia sui depositi stessi che, soprattutto, direttamente sulle piante viventi di *Posidonia oceanica* (Baldissera et al, 1967; Vitale et Chessa, 1998). La ricerca bibliografica condotta ha messo in evidenza come *Posidonia oceanica* sia in grado di concentrare metalli pesanti li



Fig. 3.4.6 - Esempio di *banquette* lungo il litorale di S. Agostino (Lazio settentrionale).

dove le condizioni ambientali ne rendano possibile la disponibilità (es. presenza di scarichi industriali, aree geochemiche peculiari, ecc.).

E' pertanto emersa la necessità di approfondire ulteriormente gli aspetti legati alla distribuzione e all'entità degli spiaggiamenti di biomasse vegetali lungo il litorale toscano-laziale ma soprattutto a quelli riguardanti le caratteristiche chimiche delle biomasse vegetali spiaggiate ed in particolare dei depositi di fanerogame marine e delle *banquette*.

Le problematiche generali connesse alla gestione delle biomasse vegetali spiaggiate (associate alle praterie di fanerogame marine)

La gestione delle biomasse vegetali spiaggiate è una problematica che riguarda non solo le regioni interessate dagli spiaggiamenti di *Posidonia oceanica* e di altre fanerogame marine, ma anche tutti quegli arenili su cui si depositano altre tipologie di biomasse vegetali, quali tronchi e materiale simile. Tuttavia, la *Posidonia oceanica* dà origine ai depositi più caratteristici e di maggiori dimensioni (*banquette*) e per questo motivo, oltre che per rispondere meglio alle finalità del sottoprogetto, è stata dedicata una particolare attenzione agli spiaggiamenti di tale fanerogama marina.

Per la comprensione oggettiva della problematica e per una gestione responsabile delle biomasse vegetali spiaggiate si ritiene opportuno elencare alcuni punti che sono emersi durante la ricerca bibliografica condotta durante la prima fase del progetto:

- Gli spiaggiamenti di posidonia sono costituiti da foglie e rizomi della pianta e quindi da materiale naturale confrontabile al detrito vegetale di un bosco; come per un bosco, la caduta delle foglie rappresenta un fenomeno del tutto naturale, e non è indicativo di degrado dell'ambiente marino. Al contrario proprio quando sono cospicui e ben strutturati i depositi di foglie morte traducono la presenza di ampie praterie di posidonia nelle vicinanze. Per la loro presenza indicano un mare sano ed in equilibrio (Diviacco et al, 2001).
- La possibile presenza di rifiuti costituisce quindi elemento di contaminazione di una risorsa naturale la quale essa stessa non può essere considerata come elemento di contaminazione.
- Le forme di deposito sono molteplici in ragione della distanza della prateria madre, dell'età del materiale, delle condizioni meteomarine occorse e delle caratteristiche geomorfologiche del paraggio.
- Il ciclo delle foglie morte di posidonia avviene in mare, dove si svolge il ciclo detritico, e dove, in condizione seppur molto transitoria, sotto forma di ammassi flottanti, viene ricostituito il proprio habitat; è in mare il suo destino

finale (chiusura del ciclo). I resti di posidonia non possono essere quindi considerati uno "scarto" del mare poiché non hanno concluso la propria funzione naturale ma al contrario, sono inseriti in un ciclo ecologico complesso e funzionale per la rete trofica marino costiera e costiera (Boudouresque et al, 2006).

- In termini di bilancio di massa, la frazione abbandonata a terra è molto ridotta. Ma anche a terra svolge un ruolo insostituibile ed irrinunciabile nell'ecologia dell'ambiente litorale, dove infatti innesca e sostiene meccanismi di colonizzazione della vegetazione dei litorali sabbiosi e/o rocciosi.
- Le *banquette* e le relative sospensioni di biomasse vegetali flottanti, per quanto comunque transitorie, concorrono significativamente alla riduzione dell'energia del moto ondoso, specie se poste in relazione a singoli eventi meteomari.
- Nell'ambito del protocollo SPAMI della Convenzione di Barcellona, spiaggiamenti e *banquette* rientrano come habitat meritevoli di salvaguardia e in tal senso sono considerati come "*habitat determinanti*".
- La posidonia spiaggiata, come tutte le biomasse vegetali, non appartiene alla categoria dei rifiuti, né per origine né per definizione, tanto che non è mai citata dalla normativa. Rientra forzatamente nella categoria di rifiuto solo quando, attraverso azioni antropiche, viene rimossa senza separare i rifiuti che la contaminano.

Metodologie per la coltura, la piantagione e la propagazione delle specie vegetali «consolidanti»

In ambiente dunare possono essere realizzate delle piantumazioni per migliorare le capacità di cicatrizzazione naturale nei settori che hanno subito una riduzione della copertura vegetale (specialmente a causa del calpestio e del ruscellamento). Esse permettono di accelerare il ripristino della copertura vegetale di una zona restaurata e consentono di migliorare la diversità vegetale nei settori degradati. Nel caso di una ricostruzione del cordone dunare, un intervallo minimo di un anno (con una stagione invernale), si rende necessario prima di procedere alla rivegetazione, al fine di ridurre la salinità presente nella sabbia utilizzata (in particolare quando si mobilitano degli *stock* sabbiosi sottomarini). E' ugualmente importante rallentare la mobilità della sabbia prima di procedere alle piantumazioni e impedire l'attività di calpestio su questi siti. Le specie vegetali da utilizzare saranno selezionate in base alla diversità specifica presente sul sito da restaurare e in base alla loro ripartizione sulla duna (duna viva, duna fissata, ...). La rivegetazione necessita, dunque, di conoscere esattamente l'ecologia e l'habitat delle specie prescelte.

L'impianto di ammofila (*Ammophila arenaria*) è relativo esclusivamente ai settori contraddistinti da una forte dinamica sedimentaria. L'*Ammophila arenaria* è infatti una specie edificatrice per eccellenza. Questa specie raggiunge il massimo sviluppo quando la duna raggiunge una determinata altezza, le piogge hanno diluito il contenuto salino della sabbia e gli apporti di sedimenti diventano significativi.

La moltiplicazione può essere realizzata attraverso sementi e talee, conseguendo risultati differenti con la coltivazione in vivaio e *in situ*. La percentuale della germinazione nella produzione vivaistica è piuttosto elevata e le piante ottenute da semi risultano estremamente vigorose. La coltivazione di talee in vivaio presenta anch'essa un elevato tasso di ripresa (96%), mentre, durante la primavera, il tasso di ripresa *in situ* è del 10% (AGENC, 1994).

Agropyron junceum (Gramigna delle spiagge) è una specie più pioniera rispetto all'ammofila; essa colonizza le dune embrionali, occupa una posizione più vicina al mare e può sostenere valori di salinità fino al 6%; inoltre presenta una maggiore resistenza al calpestio ed è meno esigente rispetto agli apporti sabbiosi.

La moltiplicazione di *Agropyron junceum* può essere realizzata con semi e talee, conseguendo risultati migliori attraverso la coltivazione vivaistica, in particolar modo per quel che concerne i semi. La coltivazione diretta di talee, nel periodo autunnale, offre degli ottimi risultati, (70% di ripresa). Sembrerebbe dunque che l'*Agropyron junceum* possa contribuire alla ricostruzione degli ambienti dunari, con costi inferiori rispetto alle coltivazioni di ammofila (AGENC, 1994).

Sul litorale dell'Hérault sono state condotte sperimentazioni realizzando impianti di specie caratteristiche delle dune mediterranee: *Helichysum stoechas*, *Anthemis maritima*, *Crucianella maritima*, ecc.

E' possibile realizzare semine o coltivazioni di talee; le condizioni per le coltivazioni in vivaio devono essere il più possibile vicine alle condizioni naturali per garantire un sufficiente livello di adattamento. Le piantumazioni sono da realizzare in autunno, per agevolare la radicazione invernale.

Trasporto eolico

Dal momento che il trasporto eolico è un processo continuo, è importante poter quantificare il materiale sabbioso in entrata e quello in uscita dal bilancio della spiaggia. Per effettuare queste stime, è fondamentale disporre di una conoscenza approfondita dei venti, a scala regionale e locale, dei meccanismi di trasporto sedimentario, dei fattori che modificano la rugosità della superficie e di quelli che creano perturbazioni locali (Willets, 1989).

Per determinare il potenziale di crescita delle dune costiere, sono state introdotte

diverse formule di previsione del tasso di trasporto eolico (Bagnold, 1941; Hsu, 1973). Tuttavia, queste formule prendono in considerazione solo l'eventuale apporto costruttivo, tralasciando il fatto che alcuni processi possono provocare lo smantellamento dei cordoni dunari. Un altro limite dell'utilizzazione di queste formule riguarda i fattori di disturbo, che sono difficilmente quantificabili. Per calibrare i modelli teorici, sono stati realizzati vari esperimenti di misurazione diretta del trasporto eolico.

Numerosi sono gli esempi di trappole costruite per catturare la sabbia trasportata dal vento, analizzate in laboratorio e utilizzate in campagna (Bagnold 1941; Leatherman, 1978; Jackson, 1996; Bauer et Namikas, 1998; Rasmussen et Mikkelsen, 1998; Gomes et al, 2002). Queste trappole differiscono per la forma, le dimensioni e/o per il principio di funzionamento. Tuttavia, qualsiasi struttura interferisce con il flusso d'aria, pertanto le misure dirette del trasporto eolico sono da considerare con molta cautela (Bagnold, 1941). Ciononostante, le misurazioni effettuate *in situ* risultano molto importanti in quanto permettono di determinare con un ragionevole grado di approssimazione il tasso di trasporto sedimentario di una spiaggia.

Metodologie per le misure sperimentali a livello della falda freatica

Le dune si trovano in una posizione sopraelevata rispetto al livello del mare e costituiscono un serbatoio d'acqua dolce grazie alla loro alta permeabilità; per questo motivo la falda che si sviluppa all'interno si posiziona al di sopra del livello marino (solo nel caso in cui la duna sia ben conservata e con un'altezza sufficiente). Maggiore sarà il livello piezometrico, maggiore sarà la profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata (il rapporto è di circa: 1:40).

La presenza delle dune costiere costituisce dunque un ostacolo all'infiltrazione del cuneo salino. In effetti, le dune garantiscono un accumulo d'acqua piovana "al loro interno", essendo più elevate rispetto alle zone vicine ed avendo maggiore capacità di infiltrazione; è grazie a questo meccanismo che la falda freatica arriva ad una quota superiore rispetto al livello del mare (Kumar, 2000). Un carico d'acqua della falda freatica dolce, al di sopra del livello del mare, consente un controllo idrostatico dell'ingressione marina nella porzione inferiore dell'acquifero.

Questo contribuisce a ridurre il rischio d'intrusione del cuneo salino nelle zone più interne dell'acquifero freatico. Il fenomeno può essere spiegato ricorrendo alla celebre equazione di Ghyben-Herzberg che dimostra la relazione esistente tra il livello della falda freatica dolce rispetto al livello del mare, e la profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata.

Per approfondire il fenomeno dell'intrusione dell'acqua salata, importantissimo dal punto di vista ambientale, sono state raccolte e studiate numerose pubblicazioni, tra cui è doveroso citare quella di Oude Essink (2001), nella quale si può trovare un eccellente passaggio sul principio di Ghyben-Herzberg.

Per il monitoraggio di questo fenomeno è stata realizzata una piccola rete piezometrica (con 4 piezometri, localizzati a valle e a monte delle due dune scelte come sito pilota) e sono state avviate delle ricerche geoelettriche.

Le ricerche geoelettriche permettono di misurare la resistività elettrica del terreno misurando la variazione spaziale della differenza del potenziale al passaggio dell'elettricità tra gli elettrodi collocati in superficie (Gnanasundar, 1999). La resistività elettrica del terreno è collegata a vari parametri: i più importanti sono la litologia, la quantità d'acqua e la sua salinità. Le misure sono state realizzate con due coppie di elettrodi piantati nel terreno: una per la trasmissione dell'energia elettrica e l'altra per la misura della differenza di potenziale.

Aumentando la distanza tra gli elettrodi è stato possibile misurare la resistività a diverse profondità (Edwards, 1977).

I due metodi (che consentono di paragonare le misure dirette con quelle indirette) hanno fornito delle informazioni sullo spessore della falda d'acqua dolce e sulla profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata.

- ADRIANI M.J., TERWINDT J.H.J. (1974) - Sand stabilization and dune building. Rijkswaterstaat Commun., 19, The Hague.
- AGENC (1994) – Restauration des dunes à faible dynamique édifcatrice en Corse. Bastia.
- BAGNOLD R.A. (1941) - The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. Morrow, New York.
- BALDISSERA NORDIO C., GALLARATI SCOTTI G., RIGONI M. (1967) – Valore nutritivo e possibilità di utilizzazione zootecnica di *Posidonia oceanica*. Atti del Convegno nazionale sulle Attività subacquee ital 1: 21-28.
- BAUER B.O., NAMIKAS S. (1998) - Design and Field Test of a Continuously Weighing, Tipping-bucket Assembly for Aeolian Sand Traps. Earth Surface Processes and Landforms, 23: 1171-1184.
- BELLONI G., SCHIANO E. (1995) - La duna costiera in Toscana. Proposte per la protezione e il ripristino. Ed. Dell'Acero, Empoli.
- BOUDOURESQUE C. F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L. (2006) – Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub.: 202 pp.
- BOVINA G., CALLORI DI VIGNALE C., AMODIO M. (2003) – L'approccio dell'ingegneria naturalistica nella conservazione degli ambienti dunali. Manuale di Ingegneria Naturalistica – Applicabile ai settori delle strade, cave, discariche e coste sabbiose, 2(19): 367-386. Regione Lazio, Roma.
- CAMPO V., LA MONICA G.B. (2006) - Le dune costiere oloceniche prossimali lungo il litorale del Lazio. Studi costieri 11.
- CARLI S., CIRPIANI L.E., BRESCI D., DANESE C., IANNOTTA P., PRANZINI E., ROSSI L., WETZEL L. (2004) - Tecniche di monitoraggio dell'evoluzione delle spiagge. Regione Toscana - Il Piano Regionale di gestione integrata della costa: 125-166.
- DIVIACCO G., SPADA E., VIRNO LAMBERTI C. (2001) – Le fanerogame marine del Lazio. ICRAM, Roma: 113 pp.
- DURAND P., HEURTEFEUX H. (2006) - Impact de l'élévation du niveau marin sur l'évolution future d'un cordon littoral lagunaire: une méthode d'évaluation ; exemple des étangs de Vic et de Pierre Blanche (littoral méditerranéen, France). Zeitschrift fur Géomorphologie, 50 (2): 221-243.
- EDWARDS L.S. (1977) - A modified pseudo-section for resistivity and induced-polarization. Geophysics, 42: 78-95.
- EID (MOULIS D., BARBEL P.) (1999) – Réhabilitation et gestion des dunes littorales Méditerranéennes Françaises. Collection Manuels et méthodes. BRGM Ed, pp. 75-91
- GNANASUNDAR D., ELANGO L. (1999) - Groundwater Quality Assessment Of A Coastal Aquifer Using Geoelectrical Techniques. Journal of Environmental Hydrology, 2 (7).
- GOMES N., DOMINGOS J., JARDIN N., SANTOS R. (2002) - Wind distribution over beach/dune surface: improving Aeolian sand transport estimation. J.C.R., SI 36: 317-324.
- GRUPPO NAZIONALE PER LA RICERCA SULL'AMBIENTE COSTIERO (2006) - Le spiagge del Lazio. Studi costieri - Lo stato dei litorali italiani, 10: 21-26.
- HEURTEFEUX H., RICHARD P. (2005) - Vingt ans de protection des dunes littorales par des techniques douces: bilan et perspectives à travers quelques exemples en Méditerranée française. Editions l'Harmattan, 143-166.
- HEURTEFEUX H., RICHARD P. (2005) – Vingt ans de protection des dunes littorales par des techniques douces: bilan et perspectives à travers quelques exemples en Méditerranée française. Éditions l'Harmattan, Paris: 143-166.
- HSU S.A. (1973) - Computing Eolian Sand Transport from Shear Velocity Measurements. Journal of Geology, 81: 739-743.
- JACKSON D.W.T. (1996) - A new, instantaneous Aeolian sand trap design for field use. Sedimentology, 43: 791-796.
- KUMAR C.P. (2000) - Management of Groundwater in Saltwater Ingress Coastal Aquifers. Technical Notes (<http://www.angelfire.com/nh/cpkumar/publication>).
- LAMMERTS E.J., MAAS C., GROOTJANS A.P. (2001) - Groundwater variables and vegetation in dune slacks. Ecological Engineering, 17 (1): 33-47.
- LEATHERMAN S.P. (1978) - A new aeolian sand trap design. Sedimentology, 25 (2): 303-306.
- MACCHIA U. (1996) - La duna costiera in Toscana, un paesaggio vegetale da conoscere e da difendere. Uccelli d'Italia, pagine del Museo Ornitologico e di Scienze Naturali di Ravenna, n. 1, gennaio-dicembre, 1: 104-108; 2: 95-100.
- MAREVIVO (2002) - Programma di indagine sulle banquettes di *Posidonia oceanica* come indicatore dello stato di conservazione delle praterie. Convenzione Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio/Associazione Ambientalista Marevivo. Relazione finale.
- OUDE ESSINK G.H.P. (2001) - Density Dependent Groundwater Flow Salt Water Intrusion and Heat Transport. KHTP/GWM II Hydrological Transport Processes/Groundwater Modelling II L3041/L4019, Utrecht University Interfaculty Centre of Hydrology Utrecht Institute of Earth Sciences Department of Geophysics.
- PASKOFF R. (1998) - Les littoraux. Impact des aménagements sur leur évolution. Armand colin Ed. 260 pp.
- PELLIZZARI M., SALA G., FERIOLI A. (2004) – Linee guida per una banca dati delle aree sensibili: il ruolo dell'analisi fitosociologica. Fitosociologia, 41 (1), suppl.1: 117-123.
- PICCOLI F., CORTICELLI S., DELL'AQUILA L., MERLONI N., PELLIZZARI M. (1996) – Vegetation map of the Regional Park of the Po Delta (Emilia-Romagna Region). Allionia, 34: 325-331.
- PSUTY N.P. (1988) - Sediment budget and dune/beach interaction. J.C.R., SI 3: 1–4.
- RASMUSSEN K.R., MIKKELSEN H.E. (1998) - On the efficiency of vertical array aeolian field traps. Sedimentology, 45: 789-800.
- SCHNEIDER J.C., KRUSE S.E. (2005) - Assessing selected natural and anthropogenic impacts on freshwater lens morphology on small barrier Islands: Dog Islands and St. George Island, Florida, USA. Hydrogeology Journal 14:131-145.
- SIMEONI U. (2002) - La duna: da elemento del paesaggio ad opera di difesa. Suppl. Atti

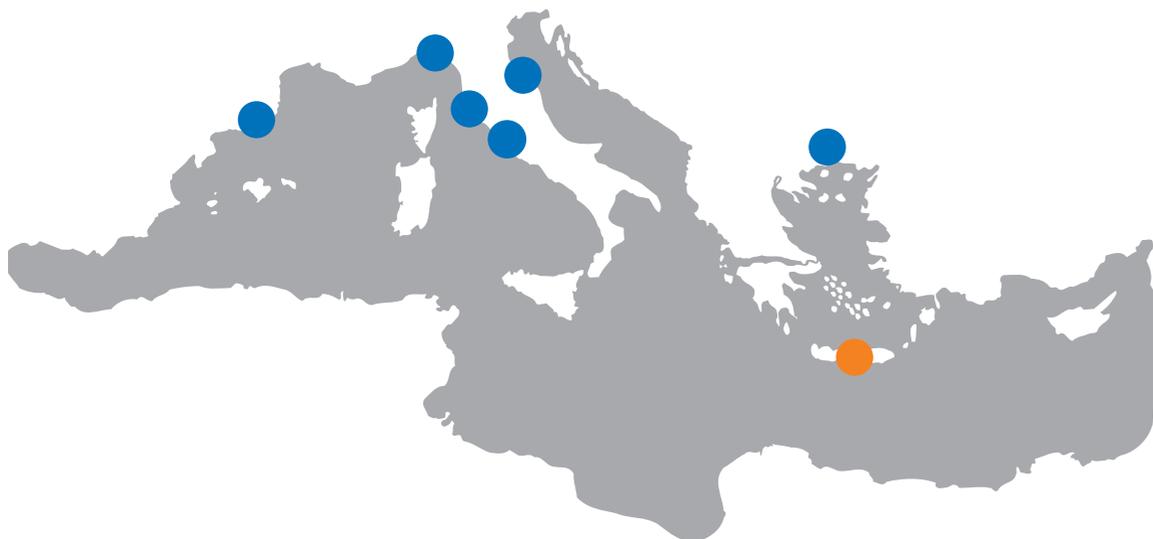
dell'accademia delle Scienze di Ferrara, 78, 178, pp 7-19.

VITALE L., CHESSA L.A. (1998) – Indagini sulle banquettes di *Posidonia oceanica* (L.) Delile sul litorale di Stintino (Sardegna NW). Bio. Mar. Medit., 5(1): 657-660.

WILLETTS B.B. (1989) - Physics of sand movement in vegetated dune systems. Symposium: coastal sand dunes, Eds. Gimingham, C.H., Ritchie, W., Willetts, B.B. and Willis, A.J., Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, B 96: 37-49.

ObsEMedi

REGOLAZIONE E PROMOZIONE DI UN OSSERVATORIO EUROPEO PER LA DIFESA DELLE COSTE DEL MEDITERRANEO



Resp. di misura: Alkmini Minadaki Région de Crète	Partner OCR	Budget
<p>4.1. Gli aspetti normativi e organizzativi: definizione di una normativa europea in materia di sfruttamento dei depositi sommersi e di ripascimento, studio per la promozione di un Osservatorio Europeo per la Difesa delle Coste del Mediterraneo</p> <p>Norme di protezione e recupero dei sistemi dunari, norme di protezione e recupero delle praterie di fanerogame, norme di regolamentazione delle attività estrattive dei depositi sommersi</p> <p>Valutazione degli interessi comuni, attività di monitoraggio dei fenomeni erosivi e dei climi ondososi incidenti, implicazione del settore privato, centro dati delle risorse naturali e di strumenti disponibili, contributo per definizione di strumenti normativi</p>	Regione Lazio	€ 64.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 32.590,00
	Région Macédoine de l'Est-Thrace	€ 52.350,00
	Regione Liguria	€ 77.130,00
	Regione Toscana	€ 46.400,00
	Région de Crète	€ 45.000,00
	Generalitat de Catalunya	€ 10.000,00
	TOTALE	€ 327.470,00



CAPOFILA
 Institut des Mathématiques Appliquées IACM-FORTH (Crète)
 Responsabile: Nikolaos Kampanis (kampanis@forth.iacm.gr)

Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare ICRAM (Lazio)
 Responsabile: Giordana De Vendictis (g.devendictis@icram.org)

Università degli Studi di Ferrara Dipartimento di Scienze della Terra DST (Emilia-Romagna)
 Responsabile: Umberto Simeoni (g23@unife.it)

Landscape Natural and Cultural Heritage ICCOPS (Liguria)
 Responsabile: Emanuele Roccatagliata (Roccatagliata@iccops.it)

Università di Bologna Centro interdipartimentale di ricerca per le scienze ambientali CIRSA (Emilia-Romagna)
 Responsabile: Giuseppe Garzia (giuseppe.garzia@unibo.it)

Chambre Technique de Grèce Section Régionale de Thrace (Macédoine de l'Est et de la Thrace)
 Responsabile: Dimitris Petridis (dpetrid@tee.gr)

Comune di Follonica (Toscana)
 Responsabile: Gabriele Lami (glami@comune.follonica.it)

Università degli Studi di Firenze Dipartimento di Scienze della Terra DST (Toscana)
 Responsabile: Enzo Pranzini (epranzini@unifi.it)

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure ARPAL (Liguria)
 Responsabile: Rosa Maria Bertolotto (rosella.bertolotto@arpal.org)

Consorci El Far (Catalunya)
 Responsabile: Andor Serra (elfar.aserra@diba.es)

Organisme de Développement de Crète Orientale OANAK (Crète)
 Responsabile: Michalis Lipakis (lipakis@oanak.org.gr)



LA MISURA 4.1

Gli aspetti normativi e organizzativi: definizione di una normativa europea in materia di sfruttamento dei depositi sommersi e di ripascimento, studio per la promozione di un Osservatorio Europeo per la Difesa delle Coste del Mediterraneo

Le amministrazioni pubbliche che hanno maturato la decisione di utilizzare i ripascimenti come mezzo strategico di difesa dei litorali in erosione, trovano un quadro normativo sull'argomento molto povero e lacunoso. Dalle autorizzazioni per effettuare ricerche, raccogliere dati, prospettare le metodologie di sfruttamento a chi è competente per effettuare i controlli ambientali, definire le restrizioni e dare le autorizzazioni in questo settore. La demanialità delle zone marine territoriali comporta in più la necessità di stabilire precise procedure di concessione. Occorre anche considerare il ruolo potenziale dei soggetti privati nello sfruttamento dei depositi marini e la regolamentazione necessaria per gestire questa eventualità. Dopo le attività prospettate per circoscrivere gli aspetti tecnici di questa tematica, è indispensabile definire il corrispondente quadro normativo per rendere effettivamente realizzabile e credibile una politica di difesa integrata dei litorali per mezzo dell'utilizzo dei depositi sommersi e dei ripascimenti.

Il capitolo III della Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio 2002/413/CE raccomanda agli Stati membri l'istituzione di un archivio globale per identificare gli attori principali, la legislazione e le istituzioni che esercitano un'influenza sulla gestione del loro litorale. L'art.14 della bozza del protocollo GIZC alla convenzione di Barcellona riprende questa raccomandazione, introducendo la figura di un osservatorio nazionale per la gestione costiera. Questi elementi presuppongono, fra gli altri strumenti, l'introduzione di sistemi GIS atti a descrivere e seguire gli elementi caratteristici della zona costiera ed i criteri di valutazione delle dinamiche di trasformazione della stessa. Occorre quindi definire degli oggetti, parametri ed indicatori che possano assumere validità a livello europeo e che siano effettivamente condivisibili a livello internazionale. Un'esigenza coincide con la valutazione delle modificazioni dei litorali a scala regionale che può bene essere affrontata con un'attività sistematica di rilevamento delle coste europee del Mediterraneo tramite le tecnologie satellitari e di gestioni delle immagini. Nell'ambito di BEACHMED-e questi aspetti possono essere affrontati a partire dal tema dell'erosione costiera, utilizzando l'esperienza dei partner per garantire un approccio a scala mediterranea degli elementi in gioco. L'esigenza è a volte la necessità di strutture specializzate emerge in particolare quando serve, ad esempio, aggiornare i protocolli di valutazione dell'impatto ambientale, quando occorre esaminare dei depositi sabbiosi sommersi che si trovano vicino ai confini regionali o nazionali, quando bisogna reperire informazioni sulle tecnologie più moderne e più avanzate e le metodologie d'azione in relazione anche alle esperienze dei paesi del nord-Europa e degli altri paesi del mondo.

Obiettivi generali

- Proposta di un protocollo/procedura a livello europeo per la disciplina dell'utilizzo dei depositi sabbiosi sommersi della piattaforma continentale ai fini di ripascimento.
- Definizione degli elementi utili alla realizzazione di osservatori, di archivi nazionali e di reti europee finalizzate alla produzione di dati per la gestione integrata dei litorali a livello europeo del Mediterraneo.

Obiettivi specifici

- Indagine conoscitiva finalizzata all'esame della regolamentazione che disciplina l'utilizzo dei depositi sabbiosi della piattaforma continentale ai fini di ripascimento in ogni regione partner;
- Valutazione ed analisi dei punti in comune e delle discordanze;
- Elaborazione da parte di uno staff di esperti giuridici e di rappresentanti di tutte le regioni partner di un protocollo comune a disciplina delle attività di dragaggio dei depositi sabbiosi sommersi;
- Proposta del protocollo alle amministrazioni implicate, diffusione del protocollo stesso a scala europea;
- Integrazione del protocollo con la regolamentazione tecnica per la valutazione degli impatti ambientali;
- Inventario dei soggetti interessati alla gestione integrata della costa a livelli significativi d'associazione (nazionale, regionale, territoriale);
- Valutazione delle banche dati delle diverse amministrazioni interessate;
- Determinazione degli elementi necessari alla descrizione del fenomeno erosivo a scala mediterranea;
- Applicazione per temi località/pilota ;
- Studio di fattibilità per un'attività sistematica di rilievo delle coste europee del Mediterraneo, finalizzato alla pianificazione ed alla programmazione (analisi di una procedura generale, analisi delle strutture necessarie, tempi operativi, costi, risultati realizzabili, collegamento con strutture simili) ;
- Valutazione dei sistemi organizzativi attualmente esistenti in Europa per il controllo dei fenomeni corrosivi, valutazione dell'interesse per la creazione di una rete di osservatori, valutazione della fattibilità di un organismo di coordinamento e di promozione delle nuove tecnologie nel settore.

Il Sottoprogetto ObsEMedi

Regolazione e promozione di un Osservatorio Europeo per la difesa delle coste del Mediterraneo



Nikolaos Kampanis (Capofila)¹, Giordana De Vendictis², Umberto Simeoni³, Emanuele Roccatagliata⁴, Giuseppe Garzia⁵, Dimitris Petridis⁶, Gabriele Lami⁷, Enzo Pranzini⁸, Rosa Maria Bertolotto⁹, Eliana Paoli⁹, Cuneo Cecilia⁹, Andor Serra¹⁰, Agnes Gispert¹⁰, Michalis Lipakis¹¹.

1 IACM-FORTH

2 ICRAM

3 Università di Ferrara DST

4 ICCOPS

5 Università di Bologna CIRSA

6 Chambre Technique de Grèce Section Régionale de Thrace

7 Comune di Follonica

8 Università degli Studi di Firenze DST

9 ARPAL

10 Consorci El Far

11 OANAK

Parole chiave: normativa, regolazione, sistema osservatorio, fattibilità, questionario.

Introduzione

Il sotto-progetto ObsEMedi si caratterizza per il fatto di contenere due diverse aree di attività nell'ambito delle quali realizzare obiettivi diversi ma, allo stesso tempo, fortemente collegati ed integrabili. Quella che chiameremo Parte I si propone di realizzare un'analisi del quadro normativo e regolativo delle attività di gestione e difesa delle coste di alcune regioni del Mediterraneo, operando una comparazione tra best-practices ed esperienze regolative e proponendosi di elaborare un protocollo contenente procedure per le amministrazioni coinvolte contenente: a) una proposta metodologica per la regolazione, b) soluzioni regolamentari e regolative per lo svolgimento delle diverse azioni di difesa e gestione della costa.

La Parte II del sotto-progetto è volta a realizzare uno studio di fattibilità per un Osservatorio europeo sul fenomeno dell'erosione nelle coste del Mediterraneo. Gli undici partner del sotto-progetto ObsEMedi sono stati coinvolti nelle attività della Parte I e della Parte II attraverso una divisione iniziale tra le due aree del

progetto. In particolare, i partner ICRAM (IT), Università di Bologna – CIRSA (IT), ICCOPS (IT), Camera Tecnica Greca – Sezione Regionale della Tracia (GR), Comune di Follonica (IT), hanno scelto di curare in modo particolare le attività della Parte I e i partner FORTH-IACM (GR), Università di Ferrara (IT), Camera Tecnica Greca – Sezione Regionale della Tracia (GR), Università di Firenze (IT), ARPAL (IT), Consorzio EL FAR (ES), OANAK (GR), si sono dedicati alla Parte II. Naturalmente questa ripartizione di fondo non ha impedito in più momenti di interagire reciprocamente in entrambe le attività del progetto e di contribuire, a seconda delle necessità, al migliore svolgimento delle azioni previste dal progetto. Va sottolineato che in questa prima fase, relativamente alla Parte I del sottoprogetto, è emersa la consapevolezza di doversi avvalere di competenze giuridiche particolarmente qualificate, in mancanza delle quali l'analisi della normativa e della regolazione in un settore tanto complesso appare impossibile. Su questa base i partner italiani coinvolti in questa parte dello studio, laddove non dotati di professionalità al proprio interno, hanno ritenuto di avvalersi di esperti esterni specificamente competenti nella materia del diritto del demanio marittimo e della costa. Attraverso tale apporto specialistico si è voluto garantire al meglio la capacità di approfondimento richiesta dagli obiettivi del progetto. Ciò premesso si descrivono di seguito le attività del Sottoprogetto ObsEMedi secondo la suddivisione summenzionata (Parte I e Parte II), come delineata nel Dossier di Candidatura presentato.

Parte I – Motivazioni dello studio e aspetti metodologici

Questa parte del Sottoprogetto è stata stabilita sulla base di una premessa metodologica di grande importanza, tale da conferire una connotazione particolarmente innovativa allo studio in oggetto.

Si è scelto, infatti, di privilegiare l'analisi delle esperienze di "regolazione" piuttosto che quella delle norme giuridiche che disciplinano a vario titolo le attività di gestione e difesa delle coste. Questa scelta si fonda su una serie di considerazioni che attengono sia alla natura delle attività oggetto dello studio che alla particolare tipologia di rapporti che hanno impatto sulla costa.

Le misure di difesa della costa, e in particolare le attività di ripascimento delle spiagge, vanno inserite nell'ambito, ampio e complesso, della gestione integrata delle zone costiere. L'attività di ripascimento, infatti, di per sé, non ha una sua autonomia funzionale e non è dotata di una disciplina specifica, ma rappresenta l'oggetto di una serie di atti di tipo autorizzativo e concessorio nonché di competenze diverse e potenzialmente confliggenti.

Più in generale la difesa della costa dai fenomeni erosivi non può essere intesa

solo come difesa dai fenomeni naturali, tra cui quelli collegati al mare, ma deve essere considerata come tutela da una varietà di fatti e fenomeni diversi ed eterogenei. I fatti che hanno impatto sulle coste derivano anche e soprattutto da una congerie di attività socio-economiche che si insediano e si sviluppano necessariamente sulla fascia costiera: attività turistiche, industriali e commerciali, insediamenti portuali, insediamenti residenziali, piccola pesca, etc.

Ciò posto le normative settoriali che disciplinano le diverse attività socio-economiche, da un lato, non sempre si spingono a considerare i profili di difesa fisica e strutturale dell'ambiente e degli spazi costieri; dall'altro, quasi mai hanno presente l'impatto complessivo del sovrapporsi e del confliggere di diversi interessi e attività in spazi ristretti e sensibili, quali sono quelli costieri.

Per altro verso, le attività di salvaguardia, difesa e recupero delle aree costiere - che costituiscono l'oggetto più prossimo della ricerca e che hanno fortissime implicazioni di carattere tecnico-scientifico - non possono essere disciplinate totalmente con gli strumenti ordinari di legislazione e regolamentazione, che hanno intrinsecamente il carattere della generalità e della stabilità nel tempo.

Le due linee tracciate - quella dell'impatto multiforme e quella della inadeguatezza delle norme giuridiche tradizionali nella disciplina delle questioni, dei fatti e degli obiettivi considerati nella ricerca - conducono a privilegiare come modalità e modello in vista di una richiesta disciplina europea la categoria concettuale e funzionale della "regolazione": essa, infatti, diversamente dalla regolamentazione formale, anche di tipo esecutivo, consente di intrecciare elementi tecnico-scientifici e profili squisitamente normativi, esigenze procedurali di garanzia dei diversi interessi e adattabilità alle nuove scoperte scientifiche e alle innovazioni tecnologiche disponibili. Ciò si attaglia con evidenza al campo di indagine come sopra riassunto.

In sostanza la regolazione in senso proprio, basandosi sulle conoscenze tecnico-scientifiche e sull'apporto costante degli esperti, si compone di "regole" che se non posseggono in sé l'efficacia imperativa delle norme giuridiche, sono tuttavia più efficaci nella disciplina e nel controllo delle situazioni, delle dinamiche, dei conflitti e dei rimedi, che, in definitiva, la ricerca deve meglio individuare proprio in chiave di regolazione.

Parte I – Indice degli argomenti e raccolta della documentazione bibliografica, della regolazione e della normativa

Sulla base delle premesse concettuali sopra esposte si è proceduto ad elaborare una griglia di lavoro comune tale da permettere che le attività dei diversi partner potessero essere suscettibili di un successivo lavoro di comparazione.

E' stato, pertanto, elaborato un indice delle categorie tematiche che, oltre a rappresentare la base di lavoro per la raccolta bibliografica, normativa e di regolazione, costituisce l'indice degli argomenti che saranno sviluppati nelle fasi successive del progetto. Sono stati definiti in esso i contenuti da privilegiare suddividendoli nei diversi livelli ordinamentali: internazionale, comunitario, nazionale e regionale.

Le regioni del Mediterraneo oggetto dell'esame sono Lazio, Toscana, Emilia-Romagna, Liguria, Veneto, Macedonia est Tracia, Creta, Catalogna.

E' necessario precisare che gli ambiti tematici di studio sono stati selezionati in base alle indicazioni scaturite dall'analisi del Rapporto degli Obiettivi e della successiva elaborazione del Dossier di Candidatura, approfondendo pertanto gli aspetti che in essi sono stati maggiormente sottolineati. Lo sviluppo dello studio, tuttavia, potrà presentare, relativamente ad alcune regioni, un approfondimento di diverso livello che dipenderà dal tipo di contesto normativo che caratterizza i diversi ordinamenti regionali esaminati. Un buon lavoro comparativo, tuttavia, dovrebbe rendere possibile evidenziare lacune o aspetti carenti presenti in determinati ordinamenti nazionali o regionali relativamente alla disciplina normativa o all'attività regolativa di alcuni settori. Ciò premesso, le aree tematiche principali oggetto dell'indice bibliografico e normativo sono stati:

- gli impatti e delle attività sulle coste di alcune regioni del Mediterraneo;
- le attività di difesa della costa con particolare riguardo agli interventi di ripascimento delle spiagge;
- il ruolo specifico del Comune nell'ordinamento italiano: il caso di Follonica;
- Le attività di monitoraggio, prevenzione e informazione.

Segue il dettaglio dell'indice degli argomenti con la suddivisione in titoli, paragrafi e sotto-paragrafi:

1. Criteri ed esperienze di "regolazione" in ambito internazionale. Ue e in ambito statale e regionale nel settore delle attività di gestione e difesa della costa

- 1.1 Nell'Unione europea
- 1.2. Nei singoli Stati membri
- 1.3. In specifiche regioni del Mediterraneo

2. Aspetti normativi ed esperienze di "regolazione" di attività e di impatti su aree costiere in regioni del Mediterraneo

- 2.1 le attività di fruizione della costa e del mare a scopi ricreativi, ludici, sportivi e turistici;

- 2.2. le attività edificatorie costiere in prossimità del mare;
- 2.3. le aree costiere sensibili e protette.

3. Specifici criteri ed esperienze di "regolazione" di interventi ed azioni per la difesa delle coste in regioni del Mediterraneo

- 3.1 La regolazione di specifici interventi di difesa della costa.
 - 3.1.1. la regolazione del ripascimento con utilizzo di materiali provenienti da depositi sottomarini;
 - 3.1.2. la regolazione del ripascimento con sabbie intercettate da strutture costiere;
 - 3.1.3. la regolazione del ripascimento con materiale proveniente da cava terrestre;
 - 3.1.4. la regolazione della protezione e del recupero dei sistemi dunari;
 - 3.1.5. la regolazione della protezione e del recupero delle praterie di fanerogame
- 3.2 Specificità del ruolo del Comune nell'ordinamento italiano: il caso di Follonica. Ruolo programmatico e provvedimentale del Comune di Follonica e prospettive regolative in ambito comunale per la difesa delle coste ed il ripascimento delle spiagge nel quadro regionale ed a fronte di una concreta dimensione di interessi aventi impatto sulle aree costiere.

4. Modelli ed esperienze per il monitoraggio, informazione e prevenzione

- 4.1 Organizzazione e svolgimento delle attività;
- 4.2. Raccolta, analisi, coordinamento e trasferimento dei dati.

Per quel che riguarda le categorie di documenti da raccogliere sono state individuate le seguenti tipologie:

- a) Legislazione e regolamentazione internazionale, comunitaria, nazionale e regionale
- b) Regolazione comunitaria, nazionale e regionale (direttive a contenuto amministrativo e tecnico-scientifico, linee guida, codici di comportamento, disciplinari, best practises, etc)
- c) Giurisprudenza comunitaria e nazionale
- d) Pubblicazioni scientifiche nell'ambito delle diverse discipline (giuridico-amministrative, socio-economiche, biologiche, geologiche, chimico-fisiche, ingegneristiche, etc.) integrando le raccolte bibliografiche realizzate nell'ambito di altri sotto-progetti.

Ciascuna pubblicazione è schedata nel modo seguente:

- autore/i con qualifica professionale ed appartenenza istituzionale;
- titolo e sottotitolo;
- editore ed anno di pubblicazione;
- numero di pagine;
- tipologia degli eventuali allegati.

Ciascuna scheda bibliografica è accompagnata da un summary o abstract di dieci-quindici righe.

- e) Diversa documentazione (atti preparatori comunitari – libri verdi, libri bianchi, proposte normative, dibattiti parlamentari, etc, - atti preparatori di livello statale e regionale, resoconti sommari di convegni e congressi, etc.).

Il contesto normativo italiano. Seminario sulla Gestione del Demanio Marittimo nella realizzazione di opere per la difesa delle coste italiane

Il contesto normativo italiano relativo alla realizzazione delle opere di difesa della costa contiene degli aspetti critici di particolare rilievo e che rappresentano per le amministrazioni regionali fonte di confusione e di incertezza nella gestione delle relative procedure amministrative.

Per rispondere alle esigenze di chiarimento e discussione provenienti dai soggetti italiani coinvolti in tali azioni amministrative, il 23 giugno 2006, è stato organizzato a Roma un Seminario tecnico dal titolo "La Gestione del Demanio Marittimo nella realizzazione di opere per la difesa delle coste italiane".

Sono intervenuti molti rappresentanti delle amministrazioni delle regioni costiere italiane nonché esponenti del Ministero dell'Ambiente, e della Tutela del Territorio e del Mare, del Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture, del Ministero dello Sviluppo Economico, e alcuni partner italiani del Sottoprogetto.

Gli argomenti del dibattito sono scaturiti dall'esigenza, espressa in più occasioni da parte di molte Regioni costiere italiane, di comprendere meglio e di chiarire taluni aspetti del conferimento delle funzioni amministrative operato con il D.Lgs 112/98 in materia di difesa delle coste e gestione del demanio marittimo.

In effetti, al chiaro ed inequivocabile conferimento alle Regioni delle Responsabilità Amministrative circa la "programmazione, pianificazione e gestione integrata degli interventi di difesa delle coste e degli habitat costieri", non corrisponde un adeguato trasferimento da parte di alcuni organi dello Stato, di tutte quelle competenze indispensabili per l'esercizio in forma compiuta delle responsabilità assegnate.

Sono state discusse, pertanto, le competenze connesse alle autorizzazioni per l'esecuzione delle opere di difesa delle coste sul demanio marittimo (art.34 del Codice della Navigazione) e la conseguente competenza circa i pareri tecnici sulle

stesse opere di difesa (art. 12 Regolamento Codice della Navigazione). Sono stati altresì presi in considerazione i problemi connessi alla estrazione di materiale sabbioso dai fondali marini per il ripascimento delle spiagge.

Al fine di presentare il quadro generale degli iter procedurali che attualmente vengono seguiti nelle diverse Regioni italiane per la realizzazione di opere di difesa, sono stati forniti dalle amministrazioni regionali del Lazio, Emilia-Romagna e Liguria degli schemi in cui si rappresenta la sequenza dei passaggi amministrativi.

Tale analisi ha messo in evidenza che le tre Regioni hanno adottato diverse procedure pur dovendo esercitare le stesse funzioni e conseguire le stesse finalità. Le incongruenze sono molteplici ed in particolare si evidenzia che il parere tecnico per l'esame delle opere di difesa di cui all'art.12 del Reg.Cod.Nav. non è previsto che venga rilasciato da un ufficio dello Stato (oggi SIIT, già Ufficio Genio Civile OO.MM) secondo l'interpretazione della stessa Amministrazione Ministeriale (Circolare Ministeriale 120/2001).

E' stato, inoltre, dibattuto l'argomento dell'estrazione delle sabbie da fondali marini ai fini di ripascimento, approfondendo le questioni relative alle concessioni amministrative e agli aspetti ambientali connessi agli interventi di ripascimento.

A conclusione del seminario è stata condivisa la necessità di:

- predisporre un documento a firma delle Direzioni regionali interessate per la richiesta al Ministero dei Trasporti di emanare una Circolare di chiarimento sull'applicazione dell'art.34 del Codice della Navigazione per interventi pubblici di difesa della costa;
- predisporre un documento a firma delle Direzioni regionali interessate in risposta alla nota del Ministero dello Sviluppo Economico 0003472 del 22/02/2006 circa le "Funzioni conservate dallo Stato in materia estrattiva e mineraria in relazione all'avvenuta attuazione del decentramento amministrativo ai sensi degli artt. 33-34-35 del DLgs 112/98";
- costituire un tavolo tecnico di lavoro in sede di conferenza Stato-Regioni, sulla base dei contenuti sopra discussi, più dettagliatamente espressi nei sopra citati documenti.

Parte II – Motivazioni dello studio e aspetti metodologici

La motivazione principale che sta alla base di questa parte del Sottoprogetto nasce dalla consapevolezza diffusa di un'esigenza di monitoraggio del fenomeno dell'erosione nella sua globalità, come fenomeno territoriale di scala continentale e di natura strutturale.

L'esigenza di monitorare è ovviamente connessa a cosa si vuole osservare ed a cosa si vuole ottenere.

Premesso che l'obiettivo principale è la pianificazione territoriale, quello che si vuole osservare è la modificazione morfologica nel medio e lungo periodo della costa (5-10-20 anni) e che quello che si vuole ottenere è uno strumento per analizzare il fenomeno erosivo su scala territoriale (regionale, nazionale, internazionale).

Altre motivazioni che possono essere associate all'obiettivo principale, sono connesse alla ricerca di standard di qualità anche per le attività di monitoraggio di natura più locale al fine di rendere comunque più agevole ed affidabile il lavoro di controllo e analisi delle problematiche legate all'erosione costiera.

La ragione, infine, della scala mediterranea è legata alle peculiarità di quest'ambito affacciato su tre continenti, con delle sensibilità costiere di natura morfologica, climatica, ambientale e sociali che distinguono questi litorali da quelli europei oceanici.

Parte II – II "Sistema Osservatorio"

Per mantenere un indispensabile carattere di generalità e flessibilità, lo studio di fattibilità non riguarda "un osservatorio" bensì un "Sistema Osservatorio" che deve trovare negli attuali assetti organizzativi esistenti o potenziali, gli elementi costitutivi fondanti.

Le unità organizzative che già possiedono esperienza nell'ambito del monitoraggio morfologico costiero, assumono una rilevanza fondamentale soprattutto se già integrati nelle strutture amministrative preposte o comunque con competenze in materia di difesa delle coste.

La strategia da perseguire è quella di preferire e porre in evidenza quelle realtà di natura amministrativa direttamente connesse alla gestione diretta della difesa della costa, in quanto la connessione tra "Sistema Osservatorio" e pianificazione può essere in tal modo efficacemente realizzata ed in qualche modo assicurata (per evidenti ragioni strutturali).

Il metodo di lavoro per lo sviluppo del sottoprogetto si concentra quindi, tramite il necessario contributo delle realtà tecnico-scientifiche, attorno a quanto esistente ed a quanto potenzialmente sviluppabile nelle Amministrazioni Pubbliche territorialmente competenti in materia di pianificazione e gestione della difesa delle coste, prevedendo la definizione delle seguenti attività:

- STATO ATTUALE: censimento ed analisi delle strutture che svolgono attività di monitoraggio della costa principalmente sotto l'aspetto dei fenomeni erosivi e climatologici.
- FABBISOGNI: indagine conoscitiva delle necessità informative delle strutture preposte alla difesa delle coste.

- **METODOLOGIA:** proposta di sistemi di osservatorio dal punto di vista organizzativo e dal punto di vista operativo (forma di aggregazione, possibili attività da svolgere, costi, ecc.).
- **RISORSE:** indagine conoscitiva sui costi (in termini monetari ed organizzativi) attualmente sostenuti per il monitoraggio delle coste, dei costi potenzialmente sostenibili, degli operatori anche non pubblici interessati al sostegno delle attività di monitoraggio.

Il "Sistema Osservatorio" può, quindi, essere rappresentato efficacemente 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 di natura extraterritoriale nell'ambito mediterraneo con compiti più specialistici.

Il rapporto che deve sussistere tra il "Sistema Osservatorio" e la comunità scientifica od altre realtà che hanno rilevanza in questa materia, si svilupperà mediante connessioni ad altre reti per favorire un adeguato flusso informativo per arrivare possibilmente alla condivisione di prodotti e servizi.

A tale proposito, e in particolare allo scopo di creare connessioni più estese, si auspica lo sviluppo di una collaborazione con la leadership del progetto IGCP-UNESCO 515 (Vulnerability and resilience assessment of coastal zone in Mediterranean and Black Sea areas related to the forecast sea level rise for management purposes), iniziato nel febbraio 2005 e della durata di cinque anni. Questa collaborazione con il progetto UNESCO, che coinvolge 23 Paesi del Mediterraneo e del Mar Nero, offre la possibilità d'usufruire di una rete strutturata sul controllo e monitoraggio delle coste.

Parte II - Analisi dello Stato Attuale

I momenti caratteristici di questa prima fase possono essere così distinti:

- Censimento unità organizzative: raccolta di informazioni indiretta, tramite Internet, contatti telefonici o altri strumenti volta a produrre un elenco di strutture (amministrative o di altra natura, europee ed extra-europee) corredato di riferimenti, descrizione delle caratteristiche ed attività svolte, ecc.
- Censimento unità organizzative mediante interviste: preparazione di un questionario tipo finalizzato a svolgere un'indagine conoscitiva sui fabbisogni della struttura interpellata.
- Produzione di un documento "Quadro delle strutture di monitoraggio delle coste nel Bacino Mediterraneo".
- Produzione di una corrispondenza con le strutture contattate.

Dato che quest'attività comporta anche delle interviste dirette, così come l'attività 2-Fabbisogni e 4-Risorse, è stata proposta una campagna di interviste a tre fasi temporali per sviluppare una conoscenza progressivamente più approfondita delle strutture intervistate.

Questa sarà anche un'importante occasione per far conoscere l'Operazione e per mettere in contatto diretto o indiretto le diverse realtà toccate. La natura partenariale del sottoprogetto aiuterà quest'azione di diffusione.

A) Censimento delle strutture di monitoraggio delle coste nel Bacino Mediterraneo

L'attività ha consistito essenzialmente nel dare un quadro il più possibile completo delle strutture che attualmente si occupano di effettuare monitoraggi della costa sia in forma sistematica che in forma saltuaria.

L'indagine è stata condotta sulla base di ricerche tramite internet e contatti telefonici con le diverse amministrazioni regionali. Le modalità di reperimento delle informazioni, in forma anche diretta, hanno permesso di individuare in modo piuttosto preciso le strutture e gli uffici che effettivamente si occupano di monitoraggio del fenomeno erosivo delle coste, permettendo di effettuare un censimento mirato e puntuale.

Il quadro, pertanto, consente una valutazione approssimativa, ma veritiera, di quanto sia diffusa e strutturata l'attività di monitoraggio nel Mediterraneo ed in genere nei territori costieri.

In particolare, il censimento ha coinvolto tutte le regioni costiere italiane (Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Lazio, Veneto, Marche, Basilicata, Sardegna, Sicilia, Puglia, Abruzzo, Campania), per la Spagna Catalogna e Valencia, per la Grecia Est Macedonia – Tracia e Creta, per la Francia, il Dipartimento dell'Herault e infine le amministrazioni competenti di Cipro, Malta, Tunisia e Marocco.

Prodotto della Fase A, pertanto, è stato il "Quadro delle strutture di monitoraggio delle coste nel Bacino Mediterraneo".

B) Preparazione e invio del questionario

La fase A del progetto ha visto l'elaborazione di un Questionario sullo stato dell'arte delle strutture e dei servizi tecnici per la difesa della costa (Allegato).

Allo scopo di raccogliere indicazioni, dati e informazioni chiari e potenzialmente comparabili, nel questionario si richiedono:

- informazioni relative alla natura, competenze, funzioni dell'Ente corredate da riferimenti sui recapiti, gli uffici, i soggetti responsabili;
- informazioni relative ai servizi operativi;
- informazioni relative ai servizi consultivi.

Il documento è stato strutturato in modo tale da permettere agli intervistati di fornire indicazioni sia circa l'esistenza o meno del servizio presso la propria struttura che su un'eventuale interesse nel servizio laddove non esistente.

Inoltre, in aggiunta agli specifici quesiti individuati, sono stati inseriti spazi su commenti e informazioni aggiuntive.

Il questionario è stato inviato a tutte le strutture individuate nel "Quadro delle strutture di monitoraggio delle coste nel Bacino del Mediterraneo".

La scadenza per la ricezione del documento compilato è stata fissata al 30 ottobre 2006.

QUESTIONARIO SULLO STATO DELL'ARTE DELLE STRUTTURE E DEI SERVIZI TECNICI PER LA DIFESA DELLA COSTA

Nome dell'Ente:

.....

Forma giuridica:

Ente pubblico regionale

Ente pubblico locale

Ente pubblico equivalente

Altro

Indirizzo:

.....

Codice Postale:

Città:

Stato:

Regione:

Compiti ed obiettivi dell'istituzione nell'ambito della gestione della costa:

.....

Anno di avvio delle attività sulla fascia costiera:

.....

Numero addetti:

Di cui:

Personale strutturato:

Personale non strutturato:

Sito Internet:

Persone di riferimento per questo settore:

.....

e-mail:

Telefono (ufficio):

Fax:

Si richiede cortesemente di barrare con una **X** la casella prescelta (a destra del foglio) per tutte le attività ed i servizi operativi sotto indicati:

Informazioni generali		
1	Raccolta informazioni sullo stato dei litorali e sulle emergenze del territorio (da Amministrazioni, Operatori Pubblici e Privati, ecc.).	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
2	Esistenza di un sistema di organizzazione e raccolta dei dati per la difesa e pianificazione della costa (raccolta ed informatizzazione elementi cartografici di base e tematici, usi del suolo e del mare, opere di protezione, elementi urbanistici, ecc.)	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>

Raccolta ed archiviazione dei dati		
3	Archivio Immagini: esistenza di un archivio d'immagini (foto aeree o immagini satellitari, ecc.).	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
4	Rilievo periodico della linea di costa a scala locale con sistemi topografici, di telerilevamento (<i>webcam</i> , aereo, satellite).	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
5	Rilievo periodico della linea di costa a scala regionale con sistemi topografici o di telerilevamento.	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
6	Caratterizzazione sedimentologica e mineralogica con campionamenti periodici sulla spiaggia emersa e sommersa.	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
7	Presenza di reti di capisaldi costieri: reti dedicate o acquisizione di reti esistenti.	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
8	Rilievi batimetrici e topografici della morfologia dei litorali (dune, spiagge emerse e sommerse) mediante sistemi di precisione (<i>multibeam</i> , <i>singlebeam</i> , GPS RTK, ecc.).	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
9	Acquisizione di dati sedimentologici e stratigrafici dei fondali (geofisica, carotaggi, ecc.).	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>

10	Raccolta ed elaborazione dei dati meteorologici e atmosferici.	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
11	Acquisizione dei dati per la valutazione del fenomeno di subsidenza della fascia costiera (per es. livellazioni GPS, rilievi radar).	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
12	Sistema di monitoraggio dell'evoluzione della linea di costa con metodologie manuali e informatiche per valutare od aggiornare le stime areali o volumetriche di modifica dei litorali.	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>

Uso del Suolo ed opere di difesa		
13	Censimento opere ed interventi che interessano la costa.	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
14	Acquisizione ed aggiornamento informazioni sull'uso del suolo e del mare in prossimità della fascia costiera.	Attività/ Servizio Disponibile Si e funzionante <input type="checkbox"/> Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/>
15	Elaborazione di cartografia tematica per la pianificazione territoriale in funzione degli scenari evolutivi della linea di costa.	Attività/ Servizio Disponibile Si ma attualmente sospeso <input type="checkbox"/> Non attivo, ma d'interesse <input type="checkbox"/> Non attivo e non d'interesse <input type="checkbox"/> Si e funzionante <input type="checkbox"/>

Commenti sulle voci sopraindicate:

.....

Commenti/informazioni aggiuntive:

.....

Siete a conoscenza di altre strutture a voi associate che si occupano della gestione, del monitoraggio e della protezione della fascia costiera? Se sì, quali?

.....

Si richiede cortesemente di barrare con una **X** la casella prescelta (a destra del foglio) per tutte le attività ed i servizi consultivi sotto indicati:

COMMENTI SULLE VOCI SOPRAINDICATE:

.....

COMMENTI/INFORMAZIONI AGGIUNTIVE:

.....

1	La raccolta dei dati sullo stato dei litorali è effettuata secondo le linee guida e/o le raccomandazioni europee (es. EuroSION).	Attività/ Servizio Disponibile	Si	<input type="checkbox"/>	
			No	D'interesse	<input type="checkbox"/>
				Non d'interesse	<input type="checkbox"/>
2	Vengono utilizzati indicatori per il monitoraggio dello stato morfologico della costa (in erosione, avanzamento, ecc.)	Attività/ Servizio Disponibile	Si	<input type="checkbox"/>	
			No	D'interesse	<input type="checkbox"/>
				Non d'interesse	<input type="checkbox"/>
3	Vengono utilizzati indicatori per il monitoraggio dello sviluppo socio-economico delle zone costiere.	Attività/ Servizio Disponibile	Si	<input type="checkbox"/>	
			No	D'interesse	<input type="checkbox"/>
				Non d'interesse	<input type="checkbox"/>
4	Vengono attuate procedure di certificazione dei dati (foto aeree, immagini satellitari, rilievi di campagna) che vengono inseriti nelle banche dati.	Attività/ Servizio Disponibile	Si	<input type="checkbox"/>	
			No	D'interesse	<input type="checkbox"/>
				Non d'interesse	<input type="checkbox"/>
5	Vengono effettuate valutazioni sulla vulnerabilità e sul rischio costiero (per cause climatiche, aumento degli eventi estremi, erosione, ecc.).	Attività/ Servizio Disponibile	Si	<input type="checkbox"/>	
			No	D'interesse	<input type="checkbox"/>
				Non d'interesse	<input type="checkbox"/>
6	Vengono condivisi dei dati con altre strutture e con gli <i>stakeholders</i> , ovvero con tutti i portatori di legittimi interessi ambientali, sociali ed economici che agiscono sul territorio.	Attività/ Servizio Disponibile	Si	<input type="checkbox"/>	
			No	D'interesse	<input type="checkbox"/>
				Non d'interesse	<input type="checkbox"/>
7	Vengono attuate azioni specifiche per la comunicazione, la sensibilizzazione e la raccolta di richieste da parte del pubblico e degli operatori che hanno attività lungo la fascia costiera e/o in mare (per es. adozione di uno sportello, anche telematico, dedicato alle relazioni con il pubblico sui problemi della fascia costiera).	Attività/ Servizio Disponibile	Si	<input type="checkbox"/>	
			No	D'interesse	<input type="checkbox"/>
				Non d'interesse	<input type="checkbox"/>

Coordinamento Generale:

Paolo Lupino (*Regione Lazio - Gestione Aree Marine Protette*)

Team di redazione:

Silvia Bellacico (*consulente*)

Manuela Di Cosimo (*consulente*)

Ciro Riccardi (*Regione Lazio - Centro di Monitoraggio*)

Piergiorgio Scaloni (*consulente*)

Organizzazione:

Alessandro Bratti (*Regione Lazio - Centro di Monitoraggio*)

Fabio Fabbri (*Regione Lazio - Centro di Monitoraggio*)

Impostazione grafica e stampa:

GIER Graphic Srl - Roma (Italia)

Finito di stampare nel mese di settembre 2007