

## **AREE COSTIERE: ATTUALI E FUTURE CRITICITÀ**

**Antonio Felice Petrillo**

*Laboratorio di Ricerca e Sperimentazione per la Difesa delle Coste  
Politecnico di Bari - Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica*

### **RIASSUNTO**

*Nella relazione, dopo un'introduzione sull'erosione delle coste sabbiose e sulle principali cause che, nell'ultimo secolo, hanno determinato l'accentuarsi del fenomeno, viene esaminata l'evoluzione dei litorali su scala europea, italiana e pugliese.*

*A livello europeo è richiamato lo studio "EUROSION", i cui risultati sono stati presentati e discussi a Bruxelles il 28 maggio 2004, nel quale, oltre ad un'analisi del fenomeno, è riportato un quadro attuale della situazione delle coste continentali e delle linee guida per la gestione della fascia costiera.*

*Per i litorali italiani si sono esaminati i principali studi degli ultimi anni (Commissione De Marchi - 1968, Atlante delle spiagge italiane - 1997, GNRAC - 2005, Ministero dell'Ambiente - 2006, APAT - 2006 in fase di pubblicazione).*

*Si sono poi analizzati alcuni studi a carattere regionale (Regione Puglia "Studi preliminari per la redazione del Piano di Bacino Regionale" - 2000, Regione Puglia "Studi per la redazione del Piano Regionale delle Coste" - 2007, Regione Puglia POR 2000 - 2006 "Monitoraggio degli interventi di difesa costiera e dell'evoluzione dei litorali" - in fase di conclusione), per individuare le evoluzioni del litorale sabbioso della costa pugliese.*

*L'analisi alle tre scale territoriali ha evidenziato che la gran parte dei processi erosivi sono imputabili ad azioni antropiche, diffuse e locali, messe in atto sulla fascia costiera e nei bacini idrografici. In generale, il trend di arretramento è elevato e facilmente definibile nella fase iniziale del processo, superata la quale tende a diminuire. Nel tempo, tenendo presente anche la naturale variabilità temporale del profilo della spiaggia emersa e sommersa, è difficile, se non impossibile, effettuare uno studio attendibile dell'evoluzione del litorale senza un adeguato e continuo monitoraggio. Numerosi sono poi i fenomeni di erosione locali che interessano tratti di estensione variabile da pochi a diversi chilometri, imputabili specificatamente ad opere a mare, portuali o di difesa, realizzate senza un rigoroso studio preventivo, esteso all'intera unità fisiografica, delle variazioni a cui le dinamiche dei sedimenti vengono inevitabilmente assoggettate a seguito dell'inserimento di nuove opere. E' confortante però, notare che casi di questo tipo si sono molto ridotti negli ultimi decenni grazie alla maggiore sensibilità politica e sociale al problema, oltre che alle maggiori conoscenze scientifiche, cui si sono accompagnate normative e tecniche di progettazione certamente più adeguate.*

*Anche se le criticità attuali tenderanno ad aumentare nel futuro, esse potranno essere contenute applicando in modo stringente il concetto che la gestione della fascia costiera è una parte della più generale gestione del territorio.*

*Altro aspetto importante, strettamente connesso alla stabilità futura dei litorali, è quello relativo ai possibili cambiamenti climatici, in specie alla diminuzione della piovosità e all'innalzamento del livello medio del mare, dovuti a diversi fattori ambientali. Riguardo, in particolare, all'ultimo dei due aspetti, si è aperto, nella comunità scientifica internazionale e, ultimamente anche in quella nazionale, un ampio ed articolato dibattito sull'attendibilità degli algoritmi e dei risultati dei diversi modelli di previsione. Tutti, però, concordano sul fatto che il trend dell'innalzamento del livello del mare, anche se determinato sulla base di dati derivanti dal monitoraggio di un numero limitato di siti, impone di intraprendere azioni incisive per poter individuare le zone a rischio potenziale ed applicare ad esse idonee politiche di uso del territorio e nuovi criteri progettuali delle opere, allo scopo di minimizzare i possibili danni alle persone e alle cose. Per far ciò occorre però, come già è stato fatto in molti casi per la pianificazione dei bacini idrografici, avviare subito azioni finalizzate all'acquisizione di maggiori e più dettagliate conoscenze dell'intera fascia costiera (morfologia, topografia, dati fisici ambientali, etc.) ed individuare zone omogenee sempre più piccole su cui condurre tali indagini conoscitive, in modo da poter fornire idonei input ai modelli di pianificazione e di determinazione del rischio già oggi disponibili.*

*Per meglio far fronte alle criticità future è opportuno poi creare, o rendere operativo a livello regionale, un Osservatorio delle Coste, con il compito di gestire nel tempo tutte le informazioni disponibili sulla fascia costiera e svolgere un ruolo di collegamento fra i diversi uffici regionali coinvolti nella gestione integrata delle coste. Alcune regioni italiane hanno già attivato tale struttura e la Regione Puglia ne ha previsto l'attivazione in una recente legge regionale di "Disciplina della Tutela e dell'Uso della Costa".*



## 1. INTRODUZIONE

La fascia costiera ha assunto negli ultimi decenni un'importanza socio economica elevatissima.

Negli ultimi 50 anni la popolazione dell'Unione Europea che vive nelle città costiere è più che raddoppiata, portandosi a 70 milioni di abitanti nel 2001, pari al 16% del totale; in Italia, poi, tale percentuale è molto maggiore e raggiunge il 60%.

Con l'aumento della popolazione si sono incrementate anche le attività commerciali, ricreative e industriali; tutto ciò ha portato ad un aumento dell'urbanizzazione della fascia costiera, per i diversi usi, e alla realizzazione di un'infrastrutturazione trasportistica sia a terra (strade, ferrovie, etc.), che a mare (porti, approdi, etc.).

Purtroppo negli anni, la fascia costiera sta mano mano perdendo le sue qualità ambientali e si stanno manifestando numerosissimi casi di arretramento della costa sabbiosa.

L'erosione costiera è il risultato della combinazione di fattori, sia naturali che indotti dall'uomo, operanti su diversa scala. I più importanti fattori naturali sono:

- vento, moto ondoso, correnti ai bassi fondali, sollevamento del livello del mare nella zona di riva durante una mareggiata;
- apporto liquido e solido dei fiumi a mare;
- subsidenza del suolo;
- innalzamento del livello medio del mare.

I principali fattori indotti dall'uomo sono:

- a) interventi nella fascia costiera
  - utilizzazione della fascia costiera con la realizzazione di infrastrutture e opere per insediamenti abitativi, industriali, ricreativi, etc.;
  - estrazioni di acqua dal sottosuolo;
  - realizzazione di nuove opere a mare, di difesa o portuali, che interferiscono con la dinamica dei sedimenti;
  - dragaggi.
- b) interventi nei bacini idrografici dei fiumi che sfociano sul litorale
  - uso del suolo, alterazione della vegetazione e sistemazioni idraulico forestali, etc.;
  - lavori per la regimazione dei corsi d'acqua per la difesa del suolo e/o per il prelievo di risorsa idrica per uso potabile, irriguo e industriale;
  - estrazione di inerti dai fiumi.

L'erosione costiera comporta il rischio di inondazione dell'entroterra a causa dei seguenti fenomeni:

- perdita di arenili sabbiosi e di eventuali sistemi naturali di protezione (spiagge, sistemi dunali etc.);
- distruzione delle opere di difesa artificiali (sco-

gliere emerse o sommerse, barriere radenti, pennelli).

## 2. LE DIMENSIONI DEL FENOMENO A LIVELLO EUROPEO

Molte coste europee sono interessate dall'erosione; i dati cambiano da paese a paese, ma sono comunque, nel complesso, allarmanti.

Si riportano di seguito alcuni dati del Progetto EUROSION, studio affidato nel 2002 dalla Commissione Europea ad un Consorzio di Ricerca al quale partecipavano gruppi di quasi tutti le nazioni dell'Unione.

Lo scopo del Progetto era di tracciare un quadro che permettesse di quantificare il fenomeno dell'erosione costiera in Europa, i problemi ad essa connessi, nonché i successi e gli insuccessi degli interventi realizzati al fine di contenerlo e, soprattutto, fornire un set di proposte alle quali rapportarsi per attivare concreti e corretti piani di gestione dei fenomeni di erosione, diversamente strutturati a livello europeo, nazionale e regionale.

Tutto ciò perché l' U.E. ritiene, a ragione, che la gestione delle coste debba essere collocata all'interno di un più grande progetto, denominato "Strategia tematica per il suolo", che, con diverse azioni, l'Unione stessa intende lanciare.

I risultati conseguiti sono stati presentati e discussi a Bruxell il 28 maggio 2004, nell'ambito della conferenza "Vivere con l'erosione costiera in Europa". Di seguito si utilizzeranno alcuni dati del Progetto per effettuare una analisi a carattere generale, mentre per aspetti più particolari si rinvia allo studio nella sua completezza (EUROSION, 2004).

L'erosione interessa circa 20.000 km di costa della UE, pari al 20% della lunghezza totale. Nella figura 1 sono evidenziati i tratti di costa continentale in erosione, con i diversi gradi di criticità.

L'impatto dell'erosione sui litorali è notevole da qualsiasi lato lo si guardi. Il 36% delle coste europee (47.500 km<sup>2</sup> su 132.300 km<sup>2</sup> di una superficie misurata su una banda di 500 metri dal litorale) è costituito da siti naturali di valore ecologico inestimabile. Sulla stessa fascia di litorale si sviluppa un'attività economica stimata tra i 500 ed i 1.000 miliardi di euro, fatta di turismo, agricoltura ed installazioni industriali, molte delle quali a rischio, come anche le numerosissime abitazioni.

L'area persa a causa dell'erosione, o comunque seriamente compromessa, è stimata in circa 15 km<sup>2</sup> all'anno.

Ingenti sono anche i danni alle infrastrutture viarie ed alle comunicazioni.



Le misure adottate per l'attenuazione di tali fenomeni sono in continuo e netto aumento, anche se, come si è detto, non sempre efficaci.

Nel 2001 la spesa pubblica destinata alla protezione delle coste contro i rischi dell'erosione e dell'inondazione si è attestata a 3.200 milioni di euro, contro i 2.500 milioni del 1986.

Recenti studi dell'UN-IPCC hanno stimato che i costi relativi all'erosione saranno, per il periodo che va dal 1990 al 2020, mediamente di 5.400 milioni di euro l'anno.

Dallo studio EUROSION si evince che la gran parte dei fenomeni erosivi è attribuibile alle azioni antropiche messe in atto negli ultimi decenni sulla fascia costiera e nei bacini idrografici. E' evidenziato che, se da un lato è possibile attuare interventi a protezione delle aree direttamente minacciate, dal-

consistente, in modo da arrivare a costituire delle «riserve strategiche di sedimenti», dalle quali prelevare materiale per «puntellare» altre zone, senza compromettere l'equilibrio naturale.

Per approntare una strategia di gestione dell'erosione costiera che risulti attuabile ed efficace, di fondamentale importanza è, secondo lo studio, la costituzione di un organico riferimento legislativo strutturato ai diversi livelli (comunitario, nazionale, regionale e locale) tramite l'emendamento di direttive esistenti o la proposta di nuove.

In questo contesto, le raccomandazioni relative alla gestione dell'erosione costiera dovrebbero decretare la scomparsa definitiva delle tradizionali strategie d'azione, consistenti quasi sempre in interventi frammentari, dettati dall'urgenza piuttosto che da un'attenta programmazione.

In conclusione, lo studio propone di giocare in anticipo, di non lavorare solo per arrestare l'erosione quando si produce ma, preferibilmente, di pianificare delle soluzioni a lungo termine. I piani dovrebbero prevedere una valutazione approfondita dei rischi e dei costi e le conseguenze delle differenti azioni possibili: proteggere, non intervenire, abbandonare la zona.

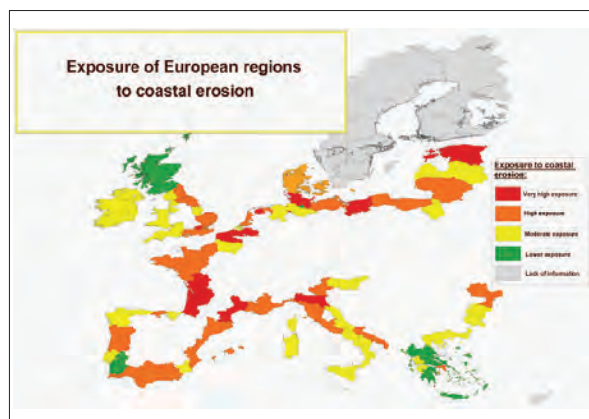


Figura 1 - Regioni europee esposte al rischio di erosione costiera

l'altro la presenza di strutture di difesa, specie se concepite al di fuori di una logica che tenga conto dell'intera Unità Fisiografica, può influire negativamente sulla «capacità del litorale» di reagire ai cambiamenti indotti naturalmente dalle condizioni climatiche o da azioni antropiche moderate (nel progetto, detta «capacità del litorale» è stata chiamata «resilienza del litorale»). Inoltre emerge con forza l'importanza della comprensione della dinamica dei sedimenti nella fascia costiera, considerata, allo stato delle cose, il fattore chiave nella gestione dell'erosione.

Le azioni consigliate partono dal rafforzamento delle zone costiere di resistenza naturale: spiagge dunose, lagune e laghi salati, i quali assorbono la violenza delle mareggiate e costituiscono un habitat prezioso per variegate specie vegetali ed animali. Per poter attuare queste azioni è fondamentale la fase preliminare di individuazione e monitoraggio delle aree in cui la produzione di sedimenti è più

### 3. LE DIMENSIONI DEL FENOMENO A LIVELLO NAZIONALE

Dagli anni cinquanta, anche lungo le coste italiane si sono manifestati in modo palese, locali e diffusi fenomeni di erosione delle coste sabbiose, sia come trend naturale sia come fenomeno indotto dalla pressione antropica.

Fenomeni erosivi erano stati già evidenziati nei decenni precedenti, anche se non erano stati effettuati studi organici, poiché non si era ancora sviluppata una «sensibilità» al problema. I primi veri segnali di interesse per la questione sono sorti man mano che sulla fascia costiera si sono incrementate l'urbanizzazione, le attività commerciali ed industriali e la fruizione turistica.

Dal punto di vista legislativo, il primo richiamo alle «opere e lavori di costruzione e di manutenzione dei porti, dei fari e delle spiagge marittime» è fatto nella Legge fondamentale sui Lavori Pubblici del 20 marzo 1865, n. 2248.

Solo con la legge n. 542 del 14 luglio 1907, però, furono stabiliti i principi fondamentali delle opere che «abbiano lo scopo di arrestare il processo di corrosione e per difendere gli abitati dalle corrosioni prodotte dal mare». La legge era stata sollecitata da diversi fenomeni erosivi che, negli ultimi decenni del 1800, si erano innescati su alcuni tratti di litorale



italiano, quale ad esempio quello di Marina di Pisa, dove a causa dell'erosione prodottasi alla foce dell'Arno, erano a rischio le abitazioni realizzate sul litorale in sponda sinistra. La legge prevedeva di "difendere gli abitati dalla corrosione dal mare" e non le spiagge. Furono così posti in opera svariati tipi di manufatti di difesa con lo scopo di proteggere gli insediamenti (Fierro G.).

I primi veri studi organici sull'erosione costiera in Italia, che poi servirono da base di partenza per l'emanazione della prima Legge nazionale sulla Difesa del Suolo (Legge del 18 maggio 1989, n. 183), furono quelli effettuati nell'ambito dei lavori della Commissione Interministeriale per lo Studio della Sistemazione Idraulica e della Difesa del Suolo, nota come "Commissione De Marchi", dal nome del prof. Giulio De Marchi che la presiedeva. La Commissione, istituita dopo tanti anni di dibattiti parlamentari tenuti per fornire una risposta alla necessità di difesa del suolo, manifestatasi tragicamente anche a seguito di eventi noti quali l'alluvione del Polesine del 1951 e di Firenze del 1966, era ben conscia delle difficoltà di coniugare la difesa dei territori dalle inondazioni dai fiumi, con la difesa dei litorali sabbiosi. Infatti, nell'ambito della Commissione fu istituita una apposita Sottocommissione, la V<sup>a</sup>, presieduta dal prof. Guido Ferro, che operò spe-

cificamente sul tema "Difesa dal Mare dei Territori Litoranei".

I lavori della Sottocommissione portarono alla produzione di 39 Fogli, in scala 1:250.000, che coprono l'intero territorio nazionale e che riportano lo stato del fenomeno erosivo e delle opere a mare al 1968.

Dallo studio risultò che i processi erosivi interessavano ormai la maggior parte delle foci dei fiumi italiani e vasti tratti della fascia costiera. Questa tendenza generalizzata era imputata principalmente alle sistemazioni idrauliche e forestali nei bacini idrografici italiani (rimboschimenti e sistemazioni idrauliche dei corsi d'acqua delle aree interne prealpine e collinari degli appennini, lavori avviati su larga scala alla fine della seconda guerra mondiale, anche per far fronte alla grande disoccupazione di massa esistente a quei tempi). Queste azioni furono avviate dopo decenni di indiscriminato disboscamento delle aree interne per produrre legname, per far fronte alla forte domanda proveniente dall'industrializzazione del paese, che aveva favorito la formazione di ampie foci fluviali e l'avanzamento dei litorali sabbiosi. Nell'ambito dei lavori della Commissione fu redatta, tra l'altro, una carta di sintesi dei tratti costieri in erosione, riportata in figura 2, e fu stimato che la lunghezza dei litorali in arretramento, per i quali si rendevano necessari interventi di difesa, era di circa 600 km (C.I.S.S.I.D.S., 1970).

Analisi successive a livello nazionale fotografano la situazione a distanza di 15-30 anni e ad una scala di dettaglio maggiore. In particolare l'Atlante delle Spiagge Italiane (lavoro prodotto nell'ambito di Progetti del C.N.R. e del M.U.R.S.T. coordinati dal prof. Giuliano Fierro) fornì 108 Fogli in scala 1:100.000 in cui, tra l'altro, sono riportate le ricerche finanziate dal C.N.R. e dal M.U.R.S.T. nel periodo 1985 - 1997. Nella figura 3 è riportata la tendenza evolutiva delle spiagge scaturita dallo studio; si nota che il processo di arretramento dei litorali, trattato in termini di tendenza evolutiva a medio periodo, si era aggravato rispetto allo studio precedente; infatti, la lunghezza delle spiagge in erosione nel 1997 era di 1.039 km (quasi il doppio dei 600 km stimati dalla Commissione De Marchi nel 1970), mentre quella delle spiagge in avanzamento era di 166 km.

Tutto ciò era avvenuto nonostante la realizzazione di un cospicuo numero di opere di difesa (questo aspetto era stato analizzato nell'ambito di un altro progetto CNR, che aveva portato alla redazione delle prime raccomandazioni tecniche italiane per la protezione delle coste (Cortemiglia G.C. *et al.*,

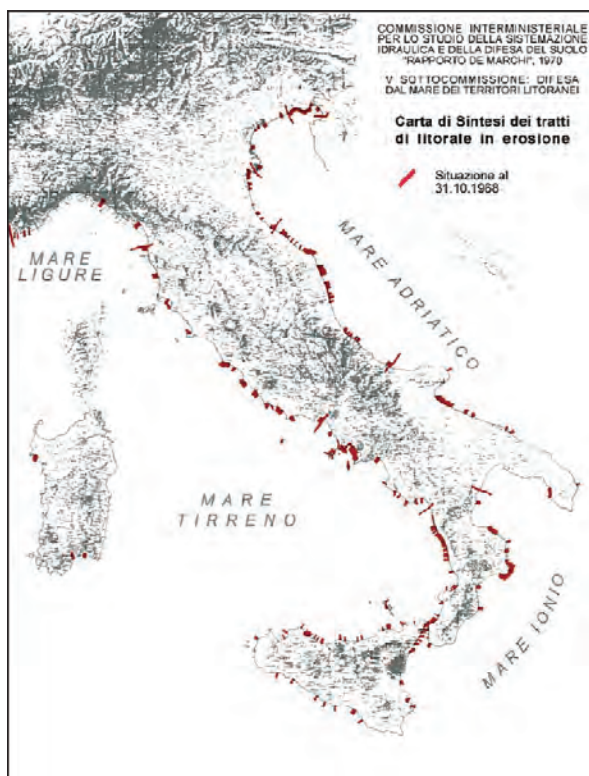


Figura 2 - Carta di sintesi dei tratti di litorale in erosione - Commissione della C.I.S.S.I.D.S.. Situazione al 31.10.68



1981).

Nel 2005 è stato pubblicato, a cura del GNRAC (Gruppo Nazionale per la Ricerca in Ambienti marini e Costieri), un volume in cui sono riportate, tra l'altro, indicazioni sulle ultime tendenze evolutive della costa italiana (Aucelli P.C., 2006).

Nel 2006 la segreteria tecnica per la difesa del suolo della Direzione Generale per la Difesa del Suolo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, al fine di avere indicazioni quantitative sull'arretramento costiero in Italia, ha fatto eseguire uno studio nel quale si sono analizzate le linee di costa ricavate tramite digitalizzazione dalle tavolette IGM 1:25.000 e dalle ortofotografie aeree del volo IT2000, (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2006). L'intersezione delle due linee isola dei poligoni che rappresentano arretramenti o avanzamenti della costa. Sulla base di tali poligoni, trascurando quelli con una larghezza inferiore a 10 m, sono stati determinati i tratti di costa in arretramento o in avanzamento, riportati nella figura 4. Nello studio, tuttavia, non è stata operata nessuna distinzione fra le diverse tipologie di costa bassa, il che non rende possibile un confronto puntuale con l'Atlante delle Spiagge italiane.

Secondo questo studio, nell'arco temporale tra il 1950 e il 2000 le coste basse in arretramento hanno una lunghezza di 1.597 km, mentre quelle in avanzamento 1.470 km. Questo ultimo dato, peraltro molto maggiore di quello indicato nello studio dell'Atlante, è molto discutibile; esso infatti potrebbe includere i numerosi tratti in cui, negli anni, si sono effettuati riempimenti di costa.

Nel 2006 l'APAT ha eseguito uno studio della fascia costiera italiana analizzando, tra gli altri aspetti, l'evoluzione della costa bassa. Lo studio è ancora in fase di pubblicazione, tuttavia alcune informazioni sono state fornite cortesemente dall'APAT e altre sono desumibili dal sito dello stesso ente, oltre che da un lavoro di presentazione (BARBANO A. ed altri, 2006). Nello studio, la linea di costa è stata ricavata, come era stato fatto per il lavoro del Ministero dell'Ambiente, dalle ortofoto digitali a colori del volo IT2000 e dalle tavolette IGM in scala 1:25.000. E' qui da evidenziare che la procedura adottata può introdurre degli errori di difficile quantizzazione, legati sia alla scala e/o precisione dei documenti di partenza che alla capacità interpretativa dell'operatore.

Un altro aspetto da considerare è che con la digi-



Figura 3 - Tendenza evolutiva delle spiagge italiane al 1997 (FIERRO G., 1999)



Figura 4 - Variazione della linea di costa italiana dal 1960 al 2000



talizzazione, in generale, si riescono ad individuare, e quindi a valutare, molti dettagli della sinuosità della costa, motivo per cui le lunghezze sono sempre maggiori di quelle determinate con i tradizionali metodi cartografici. Infatti, mentre dall'Atlante le lunghezze delle coste basse e alte risultano essere, rispettivamente, pari a 3.252 km e 2.719 km, dallo studio dell'APAT tali quantità assumono valori molto maggiori (4.863 km e 2.824 km rispettivamente).

Nel lavoro dell'APAT, "dall'intersezione delle due linee di costa si sono ricavati tratti con valori negativi o positivi rispetto alla linea di riferimento e sono stati definiti in arretramento o avanzamento i tratti che contenevano almeno un punto con valore inferiore o superiore a 30 m, mentre tutti gli altri sono stati definiti stabili" (Barbano, *et al.*, 2006). Ne consegue che la differenza sostanziale tra la valutazione della linea di costa derivante dalle analisi condotte per il Ministero dell'Ambiente e per l'APAT sta nel valore scelto per determinare il tipo di evoluzione: 10 m nel primo e 30 m nel secondo. Ovviamente, utilizzando il secondo discriminante le lunghezze dei tratti in arretramento o avanzamento diminuiscono e diventano rispettivamente 1.170 km e 1.058 km. Per le medesime motivazioni indicate per lo studio del Ministero, anche nel caso dell'APAT, ovviamente, si può ritenere che i tratti in avanzamento siano sovrastimati. Per quello che concerne la lunghezza dei tratti in arretramento, essa risulta maggiore di quella trovata con lo studio dell'Atlante che era pari a 1.039 km, anche se è ad essa comparabile. La procedura proposta dall'APAT può essere però considerata una valida base di partenza per futuri confronti.

Alla luce di quanto esposto, e facendo riferimento ai dati dell'Atlante al 1997, la percentuale di costa bassa sabbiosa italiana con tendenza all'arretramento, rapportata alla lunghezza totale di tale tipo di costa era di circa il 32%.

#### 4. LE DIMENSIONI DEL FENOMENO A LIVELLO REGIONALE

Anche sulle coste della Regione Puglia si sono manifestati in modo palese, locali e diffusi fenomeni di erosione dei litorali sabbiosi. Le prime indicazioni in questo senso, come si è detto nel paragrafo precedente, sono state fornite dagli studi della Commissione De Marchi. Nella figura 5 è riportato un dettaglio della costa regionale estratta dalla carta di sintesi redatta dalla suddetta Commissione, nella quale sono evidenziati i principali tratti regionali in erosione al 1968. La figura evidenzia a nord delle criti-

cità nei tratti adiacenti ai fiumi Saccione e Fortore; tali criticità, considerato che la fascia costiera, all'epoca dello studio, non era ancora stata interessata da significativi interventi antropici e non era ancora entrata in esercizio la diga di Occhito sul Fortore, sono da attribuire principalmente alle sistemazioni idrauliche dei corsi d'acqua e a quelle idraulico forestali delle aree interne della Puglia, Molise e Campania, realizzate in modo consistente dopo la seconda guerra mondiale. Tutto ciò a sottolineare, ancora una volta, la contrapposizione più volte richiamata, tra gli interventi compiuti nell'entroterra e legati all'utilizzo del suolo e la conservazione dei litorali.

Altre criticità isolate sono segnalate in più punti della costa pugliese, sia adriatica che ionica (nel Gargano, nel barese e nel leccese), mentre è da evidenziare la totale assenza di aree a rischio erosivo sulla costa ionica, da Taranto fino al confine con la Basilicata. Fenomeni analoghi a quelli riscontrati in corrispondenza dei fiumi Fortore e Saccione, si ritrovano invece più a sud, sulla costa lucana, in prossimità della foce del fiume Sinni, anche questi presumibilmente attribuibili a sistemazioni idraulico-forestali operate nelle zone interne del bacino idrografico. Invero, già negli anni immediatamente successivi ai lavori della commissione De Marchi, alcuni studi (Cotecchia, *et al.*, 1971 e Cocco, 1975) mostrarono una inversione di tendenza nell'intero litorale ionico pugliese che, dall'essere storicamente in avanzamento, incominciava a manifestare fenomeni di arretramento.

Tornando alla figura 5 si nota una zona di arretramento nel tratto di costa tra il Porto di Margherita di Savoia e Manfredonia. Qui le motivazioni dell'instaurarsi dei fenomeni erosivi sono certamente da ricercarsi nella costruzione dello stesso porto di Margherita di Savoia, avvenuta nel 1952 ed, in particolare, nella realizzazione del molo di levante che ha intercettato il trasporto solido netto proveniente dall'Ofanto, determinando un notevole avanzamento del litorale a monte, in parte subito interessato da un ampliamento dell'urbanizzazione della città, ed un arretramento nella zona a ponente che, negli anni, si è protratta fino a Siponto.

Questo, insieme a tanti altri che si sono verificati in Italia e all'estero, è un caso paradigmatico dell'effetto di un'opera a mare realizzata senza il dovuto studio della dinamica dei sedimenti sull'intera Unità Fisiografica.

Negli anni successivi alla costruzione del porto, per contenere l'arretramento, sulla costa tra Margherita di Savoia e Siponto sono state realizzate nume-



rosissime opere di protezione, quasi l'80% del totale delle opere di difesa realizzate sui litorali pugliesi. I pennelli e le scogliere radenti hanno stabilizzato in parte il litorale, anche se, visto il ridotto apporto di sedimenti alla fascia litoranea, non si sono verificati gli avanzamenti della linea di riva auspicati. La tendenza evolutiva è ancora in atto; dalla figura 6 si vede che l'arretramento della linea di riva a ponente del porto, dal 1952 al 2005 è di circa 120 m e l'avanzamento a levante di circa 210 m.

Come si è detto nel paragrafo precedente, una analisi più dettagliata della costa pugliese è stata eseguita per la redazione dell'Atlante delle Spiagge Italiane, 1997; nella figura 7 è riportata la tendenza evolutiva della costa pugliese risultata dallo studio. Un confronto di questa figura con quella della Commissione De Marchi (redatta nel 1968, ossia circa trenta anni prima) evidenzia una situazione molto evoluta, purtroppo, in senso negativo. Infatti i fenomeni di arretramento della costa, siano essi puntuali o estesi a lunghi tratti, sono notevolmente aumentati. Non è possibile in questa sede fare una trattazione circostanziata, ma certamente alcune considerazioni interessanti si possono trarre dal confronto dell'evoluzione dei tratti costieri della zona del Saccione – Fortore, dell'Ofanto e della costa ionica, da Taranto al confine regionale.

Nel primo tratto si nota che le criticità che nel 1968 erano circoscritte alle foci del Fortore e del Saccione, nel 1997 si erano allargate all'intero tratto di costa, situazione, questa, che permane ancora oggi, come si vede dalla figura 8 nella quale è riportata l'evoluzione storica della foce del Fortore dal 1970 al 2005; l'arretramento della linea di riva a ponente è di circa 146 m e a levante di circa 154 m.

Le cause di tale situazione possono essere ricercate in numerosi fenomeni, di seguito richiamati,



Figura 5 - Stralcio della carta di sintesi dei tratti di litorale in erosione. Situazione al 31.10.68 (C.I.S.S.I.D.S.)

che sono tutti intervenuti negli anni e che certamente hanno contribuito ciascuno alla determinazione delle condizioni attuali, anche se in misura diversa.

Nell'area, ad esempio, vi è certamente stata una urbanizzazione della fascia costiera, ma i dati indicano che essa non è stata particolarmente consistente; nella piana alluvionale, inoltre, sono state eseguite sistemazioni del suolo ed è stata avviata una agricoltura intensiva a cui si sono accompagnati consistenti emungimenti di acqua dal sottosuolo, che potrebbero aver determinato subsidenza, anche se dati specifici significativi, in questo senso, non sono stati reperiti; infine in trenta anni (periodo per il quale si hanno informazioni di questo genere) non si è avuto un forte sollevamento del livello del mare. La causa, perciò, che forse più delle altre ha inciso è

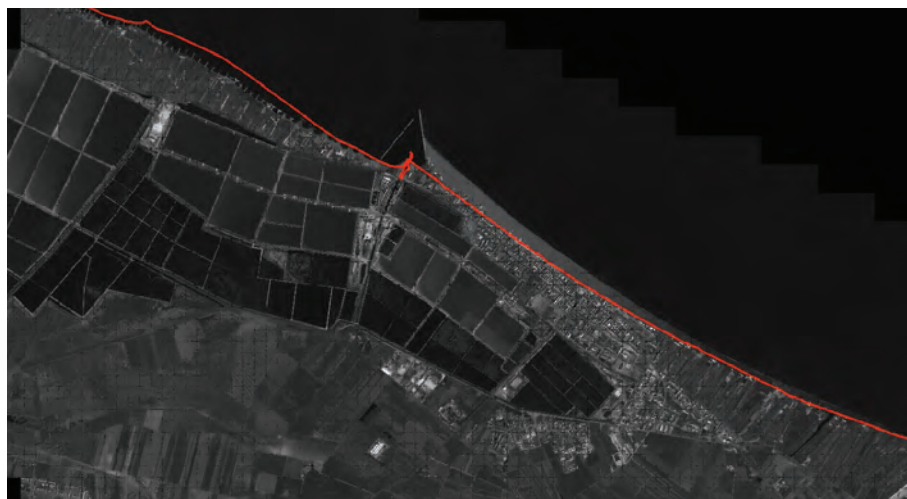


Figura 6 - Immagine IKONOS (maggio 2005) del litorale a levante e a ponente del porto di Margherita di Savoia e - in rosso - della linea di costa del 1952 (Immagine acquisita nell'ambito del Progetto IMCA)



la drastica riduzione di sedimenti trasportati dai fiumi a mare, causata da azioni antropiche e dalle sistemazioni idrauliche nel bacino idrografico a cui, nel caso del Fortore, si è accompagnata la realizzazione dell'invaso di Occhito, diga in terra del volume di 250.000.000 mc.

La figura 8 indica, anche se solo in modo qualitativo, che il trend dell'arretramento sembra diminuire negli anni; cioè ad un forte arretramento nella fase iniziale dell'impatto, ossia subito dopo la realizzazione dell'invaso, ne segue uno più lento. In que-



Figura 7 - Stralcio della Puglia dell'Atlante delle Spiagge Italiane

st'ultima fase, tenendo presente anche la naturale variabilità temporale del profilo della spiaggia emersa e sommersa, è difficile, se non impossibile, effettuare una analisi attendibile dell'evoluzione del litorale senza un adeguato e continuo monitoraggio.

Per quanto riguarda il tratto di costa tra Barletta e Manfredonia, l'Atlante conferma la criticità a valle del porto di Margherita di Savoia, innanzi descritta. A questa, però, i dati dell'Atlante ne aggiungono altre due situate alla foce dell'Ofanto e nel tratto di litorale tra l'Ofanto e Barletta. Gli arretramenti, in questo caso, sono in parte dovuti ad una precedente deviazione artificiale della foce del corso d'acqua e, principalmente, alla riduzione dell'apporto solido dal fiume dovuto sia alle azioni antropiche nel bacino idrografico, che, anche qui, alla realizzazione di diversi invasi lungo l'asta fluviale.

Per quanto riguarda la costa ionica, da Taranto (Lido Azzurro) al confine regionale (Ginosa Marina – sponda sinistra del fiume Bradano), l'Atlante delle spiagge, a differenza dello studio della Commissione De Marchi, indica che tutta la fascia costiera nel 1997 presentava una tendenza all'arretramento. Numerosi sono i corsi d'acqua che sfociano nell'unità fisiografica in cui è inserito il tratto di costa. Le spiagge presenti sono quasi ovunque di tipo basso e sabbioso, delimitate verso l'entroterra da vaste zone umide o da cordoni dunari con altezza variabile da pochi metri, nella zona più ad Ovest, fino a raggiungere i 10-12 metri in quella più ad Est.

Le cause della sensibilità della costa sono imputabili, ancora una volta, ad azioni antropiche quali:

- la realizzazione della linea ferroviaria e di altre strade litoranee;
- il massiccio intervento di bonifica delle aree paludose e malsane presenti nella piana costiera;
- la costruzione di abitazioni, stabilimenti balneari, accessi alle spiagge e aree di campeggio, verificatasi in seguito alla crescita del turismo di massa del secondo dopoguerra;
- le sistemazioni idraulico forestali nei bacini idro-



Figura 8 - Evoluzione della linea di costa in adiacenza al Fiume Fortore



grafici prima, e i numerosi invasi e traverse realizzate sui vari corsi d'acqua poi (tra i quali San Giuliano, Camastra, Pertusillo e Sinni), che hanno ridotto drasticamente il quantitativo di sedimenti trasportati verso il mare, fenomeno aggravato anche dall'incontrollata estrazione di ghiaia e sabbia dagli alvei.

Infine, non si possono certamente trascurare gli effetti prodotti dalla costruzione delle opere per il porto di Taranto che, insieme ad alcune foci armate, costituiscono le uniche opere a mare significative che interessino il litorale ionico pugliese. In particolare nella zona Ovest della città, influenza certamente rilevante ha avuto la costruzione del Molo Polisettoriale, con la diga sottoflutto di lunghezza pari a circa 1.500 metri. Tale opera, insieme alla deviazione verso est del fiume Tara, ha di fatto modificato la dinamica dei sedimenti nel tratto di costa adiacente, per cui subito a ridosso del molo si è avuto un forte avanzamento della linea di riva, mentre più ad est (zona lido Azzurro), si è innescato un fenomeno erosivo che è ancora in atto, anche se parzialmente mitigato dalla realizzazione di alcune opere di protezione parallele alla linea di costa.

Fra i tanti aspetti negativi, però, è da citare il fatto che ancora oggi, nella fascia costiera in parola, la pressione antropica, se pure consistente, è fortemente localizzata in pochi centri quali Ginosa Marina, Riva dei Tessali, Castellaneta Marina, Chiatona, mentre esistono larghi tratti di litorale ancora totalmente privi di insediamenti abitativi. E' probabilmente questa una delle ragioni per cui il trend erosivo manifestatosi negli anni sembra in fase di diminuzione, se si fa eccezione per la zona di Lido Azzurro sopra citata. Alcuni studi recenti sembrano addirittura segnalare una situazione di "quasi stabilità" del litorale.

Ciò nulla toglie al fatto che il tratto di litorale resta fra quelli ad alta sensibilità e che rimane necessaria una riduzione della pressione antropica, oltre che un monitoraggio continuo che consenta di isolare i fenomeni di arretramento veri e propri, che denotano situazioni patologiche dei litorali, da altri che, seppure indichino anch'essi un arretramento della costa, in realtà possono essere classificati come estemporanei perché ritraggono una situazione fotografata in un determinato momento: sono, per esempio, le variazioni stagionali della linea di riva – fenomeni del tutto naturali, che in litorali sabbiosi molto bassi, come appunto quelli dell'arco ionico, possono provocare variazioni anche di alcune decine di metri fra una stagione e l'altra; oppure, più banal-

mente, le variazioni dovute alla sistemazione delle spiagge da parte dei gestori all'inizio della stagione balneare. Tutti aspetti che devono essere inquadrati nel giusto contesto temporale mediante un attento e continuo monitoraggio.

Nello studio dell'Atlante delle spiagge italiane, oltre alla tendenza evolutiva dei litorali, è infine riportato anche il dato relativo alla costa sabbiosa pugliese che risulta in arretramento per un totale di 89 Km ed in avanzamento per solo 1 Km. Quindi al 1997, in Puglia, la percentuale di costa bassa sabbiosa con tendenza all'arretramento, rapportata alla lunghezza totale di tale tipo di costa era di circa il 29%, valore appena inferiore a quello nazionale che, come si è detto innanzi, è del 32%.

Successivamente alla pubblicazione dell'Atlante delle spiagge, la Regione Puglia ha affidato, nel 1997, al Dipartimento di Geologia e Geofisica (DGG) dell'Università di Bari, al Dipartimento di Ingegneria delle Acque (DIA) del Politecnico di Bari e all'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA) del C.N.R., gli "Studi preliminari per la redazione del Piano di Bacino Regionale" e dal 2003 il "Monitoraggio della fascia costiera", nell'ambito del P.O.R. Puglia 2000 – 2006. Questo ultimo studio è ancora in atto e terminerà nel 2008.

Nell'ambito di detti studi, tra l'altro, è stata redatta la "Carta della costa pugliese: geomorfologia e opere di difesa", costituita da 21 fogli e aggiornata al 2003; da essa si ricava che la lunghezza dei tratti di costa sabbiosa in arretramento è circa 117 km e quella in avanzamento circa 10 km. Questo significa che dal 1997 al 2003 la costa in erosione è incrementata, passando da 89 km a 117 km, con una percentuale passata dal 29% al 39%.

Nella figura 9 è riportata una sintesi dello studio, con l'indicazione dei tratti in arretramento in rosso, e in avanzamento in verde. La figura evidenzia che non vi sono state modifiche significative delle zone con tendenza erosiva. Solo nella zona a ponente di Margherita di Savoia si notano tratti in erosione che si alternano a tratti stabili, ad indicare una qualche funzionalità delle opere di difesa.

Riportando su scala regionale gli studi estesi su tutto il territorio nazionale, compiuti più di recente, di cui si è già detto in precedenza, si riscontrano alcuni fenomeni interessanti.

Successivamente al 2003, come si è detto al paragrafo 3.2, vi sono gli studi a livello nazionale del 2006 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio, 2006) e dell'APAT (Barbano, *et al.*,



## CAMBIAMENTI CLIMATICI E RISCHI GEOLOGICI IN PUGLIA

CASTELLO DI SANNICANDRO DI BARI - 30 Novembre 2007

2006). Nella figura 10 è riportato, per esempio, uno stralcio della costa pugliese ripreso dallo studio del Ministero dell'Ambiente, con l'indicazione dei tratti in avanzamento e arretramento nel periodo 1960 – 2000.

Sebbene nel complesso le zone critiche siano le stesse individuate negli studi precedenti, vi sono alcune modificazioni locali di non poco conto. In particolare, per la costa ionica, dalla figura si notano alcune criticità sui litorali a levante di Taranto, mai riscontrate prima; inoltre, fatta eccezione per l'arretramento a Est del Molo Polisettoriale, la restante parte della costa pugliese risulta in avanzamento o in situazione di stabilità, mentre nei due studi precedenti tutto il tratto era stato classificato in arretramento. Sulla costa lucana sono prevalenti i tratti in arretramento, anche se però ve ne sono alcuni in avanzamento. Questi risultati confermano la sensibilità dell'Unità Fisiografica dello Ionio e forniscono dati confortanti per il tratto pugliese, anche se occorrerebbe, per quanto puntualizzato in precedenza, interpretare meglio il dato di partenza, conoscere cioè il periodo dell'anno nel quale è stato eseguito il volo del 2000 da cui è stata estratta la relativa linea di riva.

Riferendosi sempre allo studio del Ministero dell'Ambiente, i tratti di costa pugliese in arretramento hanno una lunghezza di 199,6 km, mentre quelli in avanzamento di 199,2 km. Anche qui sono naturalmente valide le considerazioni fatte innanzi, nell'analisi dei risultati dello studio su scala nazionale.

Nel 2006 il Dipartimento di Architettura e Urbanistica e il Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica del Politecnico di Bari hanno avviato

alcune "Attività finalizzate alla redazione del Piano Regionale delle Coste (P.R.C.) della Regione Puglia"; questo studio, tra l'altro, prevedeva che venissero forniti dati aggiornati dello stato evolutivo delle coste. A questo scopo, oltre all'esame degli studi precedentemente condotti e prima richiamati, si sono effettuate altre analisi facendo riferimento a linee di costa digitalizzate, di diverso periodo. L'APAT ha dato un grande contributo al lavoro, fornendo i dati disponibili relativi al confronto 1950 – 2000 e la linea di costa del volo del 2000. Inoltre il gruppo di studio ha analizzato la linea ricavata dal volo del 1992, ottenuta dal Ministero dei Trasporti, e quella ricavata dalle ortofoto a colori del 2005 commissionate dalla Regione Puglia.

Anzitutto è da evidenziare che, anche se con qualche piccola differenza tra le tre linee di costa, la lunghezza totale è di circa 970 km, di cui 49 km di opere portuali, 599 km di costa non sabbiosa e 322 km di costa sabbiosa. Da notare che, mentre la lunghezza della costa sabbiosa è molto prossima a quella riportata nell'Atlante delle spiagge italiane (302 km), quelle relative alle altre tipologie sono sempre maggiori; tali differenze, come si è detto innanzi, derivano dal fatto che nel presente studio si fa riferimento ad una lunghezza ottenuta dalla digitalizzazione delle foto aeree; questa, infatti, cogliendo meglio le sinuosità della costa - specie di quella alta -, fornisce valori maggiori.

Rifacendosi alla metodologia adottata nello studio dell'APAT, dall'intersezione di due linee di costa si sono ricavati tratti con valori negativi o positivi rispetto alla linea di riferimento e sono stati definiti in arretramento o avanzamento i tratti che conte-

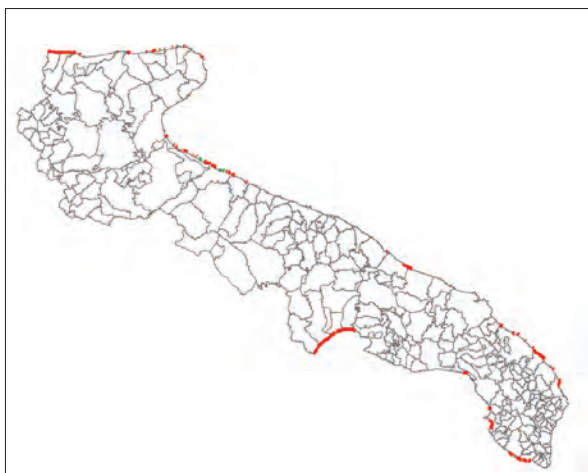


Figura 9 - Carta della costa pugliese con le tendenze evolutive al 2003: in rosso sono indicati i tratti in arretramento e in verde quelli in avanzamento (Progetto Esecutivo POR 2000 – 2006)



Figura 10 - Stralcio della costa pugliese dello studio del Ministero dell'Ambiente



nevano almeno un punto con valore assoluto superiore a 30 m, mentre tutti gli altri tratti sono stati definiti stabili.

Di seguito si riportano indicazioni delle analisi condotte sulle quattro linee di costa del 1950/1960, 1992, 2000 e 2005 solo per la costa bassa sabbiosa.

Nella figura 11 sono riportate le percentuali dei tratti in arretramento; da essa si nota che nell'ultimo periodo di osservazione (1992 - 2005) il valore è di circa il 9%, contro circa il 24% del periodo 1950/1960 - 2000 (risultato APAT). Questo indica che l'erosione maggiore si è avuta in anni antecedenti al 1992, con una legge presumibilmente decrescente a partire dalla data in cui gli effetti antropici si sono manifestati per la prima volta sul litorale.

Se da un lato il trend è confortante, e da tener presente che i tratti ancora in erosione interessano litorali che hanno già subito precedentemente forti arretramenti, per cui ulteriori piccole azioni erosive potrebbero significare la scomparsa completa dell'arenile.

Un altro dato confortante scaturito dall'analisi è l'inversione di tendenza dell'evoluzione della costa ionica pugliese, ove si nota un avanzamento/stabilità, con eccezione del tratto iniziale (lido Azzurro a Ovest del Molo del porto di Taranto).

E' ovvio che questa analisi è suscettibile di ulteriori perfezionamenti, che potrebbero, per esempio, essere ottenuti adottando diversi valori di soglia per definire avanzamento e/o arretramento (utilizzando, cioè soglie di 10 e 20 metri oltre a quella di 30 metri a cui si è accennato sopra), oltre che collocando meglio nel tempo la linea di costa digitalizzata, tenendo conto delle condizioni meteomarine che l'hanno modificata.

In ogni caso, allo stato attuale, tale trend è corroborato dai risultati ottenuti da rilievi di campo della linea di riva, che si stanno eseguendo nell'ambito del Monitoraggio POR 2000-2006 e che sembrano andare nella stessa direzione.

Dal punto di vista operativo, il risultato consente di dare indicazioni significative ai pianificatori pugliesi, fornendo loro uno strumento che permette di associare ai dati di tendenza evolutiva storica (Atlante e risultati POR 2003), quelli riguardanti le evoluzioni più recenti.

E' ancora il caso di ricordare che i risultati ottenuti, per la loro stessa natura, necessitano di continue conferme e aggiornamenti e, quindi, di un monitoraggio.

Per ultimo è interessante, e doveroso, fare delle considerazioni sull'influenza delle variazioni del livello medio mare sulle dinamiche evolutive.

La variazione del livello marino è un fenomeno legato a diversi fattori ambientali e fisici a livello globale e locale; essa rappresenta una delle questioni scientifiche di maggiore rilevanza di questo secolo, in quanto interviene nei processi di erosione dei litorali e nelle inondazioni delle aree costiere.

Un'idea tangibile dell'entità del rischio cui i litorali sono sottoposti si può avere dagli studi di Bruun (Bruun, 1962), in base ai quali l'aumento di 1 cm del livello marino può produrre un'erosione costiera di 50 - 100 cm, in dipendenza della pendenza del profilo di spiaggia.

Numerosi sono gli studi condotti sulla previsione del livello del mare e in alcuni di essi sono stati messi a punto anche modelli matematici; questi però vanno tarati, per cui sono necessarie serie di dati di

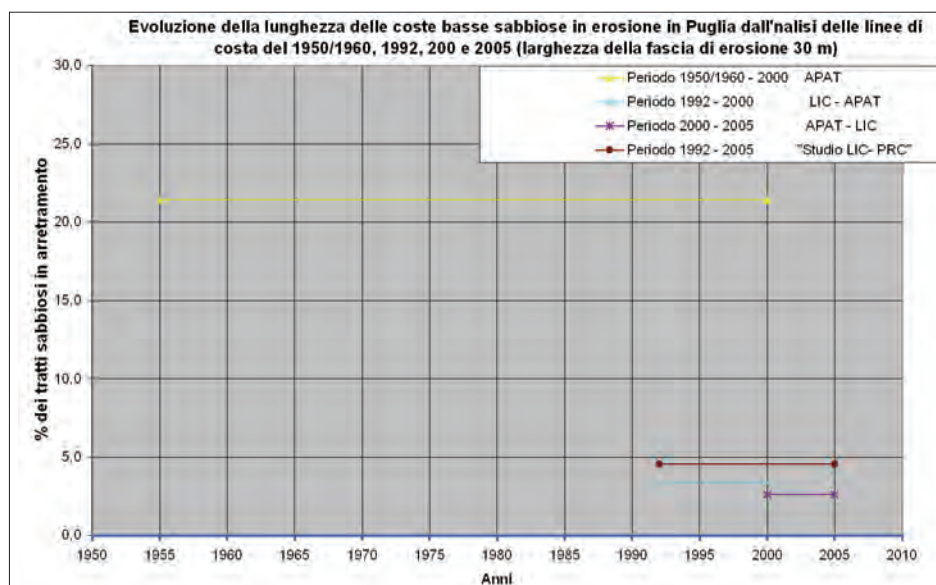


Figura 11 - Percentuali dei tratti in arretramento in diversi periodi di osservazione



campo affidabili e di lunga durata. Infatti, generalmente si impiegano modelli evolutivi, categoria alla quale appartengono anche i modelli per le previsioni meteorologiche oggi ampiamente disponibili e che, come è noto, sono in grado di migliorare le proprie prestazioni man mano che le informazioni di base aumentano. Allo stato attuale, purtroppo, poche sono le grandezze che intervengono nel fenomeno in parola, di cui siano disponibili serie storiche adeguate ed affidabili.

Per quanto riguarda le stazioni mareografiche, solo poche di esse, nel mondo, dispongono di registrazioni di lunga durata, eseguite sempre con la stessa strumentazione, aspetto, quest'ultimo, di primaria importanza per l'affidabilità dei dati.

Il primo mareografo italiano a registrazione automatica venne installato a Trieste nel dicembre 1859, e da allora è stato sempre utilizzato, come sensore, un galleggiante.

Nella figura 12 sono riportate le registrazioni dello strumento, che rappresentano le altezze rispetto a un piano orizzontale di riferimento, lo "zero" della stazione; l'attuale riferimento è stato adottato nel 1919 ed è noto come "Zero Istituto Talassografico (ZIT)".

L'analisi della serie temporale mostra un aumento di circa 15 cm dalla fine del 19° secolo ad oggi, pari a una media di 1,3 mm/a, in linea con la maggior parte delle stime per il resto del mondo (Raicich, 2007).

Dalla figura si osservano delle fluttuazioni non trascurabili intorno al valore medio, legate a cambiamenti periodici dei fattori ambientali.

Queste periodicità possono essere evidenziate

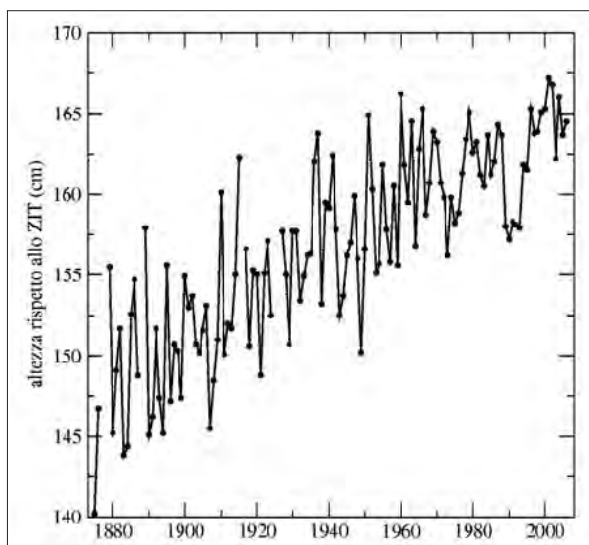


Figura 12 - Altezza del livello del mare misurata con il mareografo di Trieste

effettuando l'analisi spettrale dei dati. Dalle varie indagini finora eseguite è risultato che, su tutti i mari, compaiono sempre oscillazioni con periodi prossimi a quelli indicati dalla successione fondamentale ... 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 32; 44,8... anni. Purtroppo, la conoscenza è alquanto scarsa per i periodi più lunghi, (Mosetti, 2007).

Vista la complessità del fenomeno, tra l'altro influenzato anche da fattori locali, si capisce l'ampio ed articolato dibattito che negli ultimi anni si è aperto nella comunità scientifica internazionale e, ultimamente, anche in quella nazionale, sull'attendibilità dei risultati dei diversi modelli di previsione messi a punto, alcuni dei quali prevedono, nel prossimo secolo, un innalzamento di 80 cm.

Con i dati innanzi indicati e prendendo a riferimento un innalzamento di 15 cm in un secolo ed un arretramento da 50 a 100 cm della linea di riva per ogni cm di innalzamento del livello (Bruun, 1962), l'arretramento della linea di riva in un secolo sarebbe compreso tra 7,5 e 15 m. Valori certamente significativi ma, come si è visto, molto più piccoli di quelli registrati normalmente in molti litorali sabbiosi; questo conferma che, negli ultimi decenni, la causa principale degli arretramenti sono le azioni antropiche.

Non si può però, per questo, trascurare il fatto che i dati bruti del diagramma di figura 12 indicano chiaramente il trend dell'innalzamento del livello del mare; è perciò necessario intraprendere azioni incisive, per poter individuare le zone a rischio potenziale ed applicare ad esse idonee politiche di uso del territorio e nuovi criteri progettuali delle opere, allo scopo di minimizzare i possibili danni alle persone e alle cose. Infatti, uno degli aspetti più importanti legato al sollevamento del livello del mare è quello delle aree inondabili.

Nella figura 13 è riportata una foto di un tratto del litorale a ponente del porto di Margherita di Savoia - zona Ippocampo - ripresa nell'ottobre 2003 dopo un evento meteorico e meteomarinico, dalla quale si nota chiaramente la presenza di vaste aree inondate.

Per poter riprodurre con modellazione matematica tali condizioni, occorrono una serie di input di carattere territoriale (topografia, batimetria, morfologia etc.) e ambientale (condizioni idrologiche, condizioni meteomarine etc.). Inoltre, in condizioni dinamiche il livello del mare è dato dalla somma del livello medio, e qui entra in gioco l'innalzamento dovuto ai cambiamenti climatici, del wind-setup (innalzamento dovuto al vento che in alcune località dell'alto adriatico possono raggiungere e superare il



metro), il wave-setup e la marea.

In un progetto di Ricerca (IMCA, 2004) si stanno studiando tali tematiche con le conoscenze tecniche e scientifiche oggi disponibili, proprio sul tratto di litorale campione compreso tra Barletta e Manfredonia, che presenta criticità sia per la costa sabbiosa che per inondazioni. Dalle prime applicazioni dei modelli disponibili si è visto che per determinare in modo adeguato le aree inondabili, su cui occorrerà poi intervenire con delle azioni operative, senza dati topografici di precisione della fascia costiera si ottengono risultati solo qualitativi e, quindi, tecnicamente non utilizzabili.

Quindi, come già è stato fatto per la pianificazione dei bacini idrografici in Italia e, negli ultimi anni anche in Puglia, occorre avviare subito azioni finalizzate all'acquisizione di maggiori e più dettagliate conoscenze dell'intera fascia costiera (morfologia, topografia, dati fisici ambientali mancanti, etc.) ed individuare zone omogenee sempre più piccole su cui condurre indagini conoscitive, in modo da poter fornire idonei input ai modelli di pianificazione e di determinazione del rischio, già oggi disponibili.

Infine, per meglio far fronte alle criticità future è opportuno creare, o rendere operativo a livello regionale, un Osservatorio delle Coste, con il compito di gestire nel tempo tutte le informazioni disponibili sulla fascia costiera e svolgere un ruolo di collegamento fra i diversi uffici regionali coinvolti nella gestione integrata delle coste.

Alcune regioni italiane hanno già attivato tale

struttura e la Regione Puglia ne ha previsto l'attivazione con legge regionale 23 giugno 2006, n. 17 "Disciplina della tutela e dell'uso della costa".

## BIBLIOGRAFIA

AUCELLI P.C., AMINTI P.L., AMORE C., ARTOM C., BELLOTTI P., BOZZANO A., CAPUTO C., CASTELLITI G., CIPRIANI L.E., COCCO E., CORRADI N., D'ALESSANDRO L., DAMIANI L., DAVOLI L., DE PIPPO T., DEVOTI S., DI GREGORIO F., EVANGELISTA S., FERRARI M., FERRI S., FIERRO G., FONTOLAN G., GINESU S., GIUFFRIDA E., IANNANTUONO E., IULIANO S., LA MONICA G.B., LANDINI B., MASCIOLI F., NESCI O., PALMENTOLA G., PRANZINI E., PIGLIESE F., RANDAZZO G., RAFFI R., ROSSKOPF M., SALVATORE M.C., SILENZI S., SIMEONI U., VELTRI P. (2006) - *Lo stato dei litorali italiani*. Studi costieri, n. 10.

DI NATALE M., MIGLIACCIO F. - *Corso di Laurea Ambiente e Territorio*. Seconda Università di Napoli. Facoltà di Ingegneria.

BARBARO A., CORSINI S., MANDRONE S., PAONE M., ROTUNNO M. (2006) - SIGC Sistema Informativo Geografico Costiero. Atti dell'APAT, Roma.

BIANCO R., CALDARA M., CAPOLONGO D., DAMIANI L., PENNETTA L., PETRILLO A. F., URICCHIO V., VURRO M. (2004) - *Il monitoraggio delle coste pugliesi con l'ausilio di tecniche innovative*. Convegno Nazionale della Società di Metodologie per il Rilevamento a Grande Scala e per il Monitoraggio. Chia Laguna, Cagliari 22-24 Settembre 2004.

BRUNO M. F., CASTELLITI G., DAMIANI L., PALMENTOLA G. (2006) - *La costa pugliese tra degrado e potenzialità di sviluppo*. Giornata di studio in onore del professore Edoardo Benassai. Guardia Piemontese (CS), 20 Giugno 2006.

BRUN P. (1962) - *Sea level rise as a cause of shore erosion*. Proc. Am. Soc. Civ. Eng., J. Waterways and Harbors Division, 88, 117-130, 1962.

CALDARA M., PENNETTA L. (1993) - *Nuovi dati per la conoscenza geologica e morfologica del Tavoliere di Puglia*. Bonifica, VIII(3), pp. 25-42, Bastogi, Foggia.

CALDARA M., CENTENARO E., MASTRONUZZI G., SANSÒ P., SERGIO A. (1998) - *Features and present evolution of Apulian Coast (Southern Italy)*. Int. Coastal Symp., Palm Beach Florida, May 19-23, 1998. Journal of Coastal Research, SI 26, 55-64.

COCCO E. (1975) - *Interpretazione*



Figura 13 - Foto di un tratto del litorale a ponente del porto di Margherita di Savoia dopo un evento meteorico e meteomarinico dell'ottobre 2003 (Foto ripresa nell'ambito del Progetto di Monitoraggio POR 2000 - 2006)



*aerofotografia delle variazioni della linea di costa tra Capo Spulico e Taranto.* Appunti di Geologia Applicata e Idrogeologia. Vol. X, 1975, Parte I.

CORTEMIGLIA G. C., LAMBERTI A., LIBERATORE G., LUPA PALMIERI E., STURA S., TOMASICCHIO U. (1981) - *Raccomandazioni tecniche per la protezione delle coste.* Consiglio Nazionale delle Ricerche, pp 81.

COTECCHIA V., DAI PRA G., MAGRI G. (1971) - *Morfogenesi litorale olocenica tra Capo Spulico e Taranto.* Appunti di Geologia Applicata e Idrogeologia. Vol. VI, 1971.

DAMIANI L., PETRILLO A. F., RANIERI G. (2002) - *L'evoluzione della costa dell'isola del Lago di Varano.* 28° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Potenza 16-19 Settembre 2002.

DAMIANI L., PETRILLO A. F., RANIERI G. (2002) - *Management of coastal area in Apulia Region.* Landscapes of Water, History, Innovation and Sustainable Design, Vol. I, Uniongrafica Corcelli Editrice, Bari.

DAMIANI L., PETRILLO A. F., RANIERI G. (2003) - *The erosion along the Apulian Coast near the Ofanto River.* Coastal Engineering VI, Volume edito da C.A. Brebbia, D. Almorza and F. Lopez-Aguayo, ISBN 1-85312-977-1.

EUROSION (2004) - [www.euroSION.org](http://www.euroSION.org)

FIERRO G. (2003) - *Stato della ricerca sui litorali italiani.* In "Studi per la creazione di strumenti di gestione costiera. Golfo del Tigullio", a cura di Ferretti O., edizione ENEA S.Teresa Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia.

FIERRO G. (1997) - *L'erosione dei litorali nel contesto della gestione integrata delle aree costiere.* L'universo, 1997, n. 5 Settembre-Ottobre, 630-651.

FIERRO G., AA.VV. (1999) - *Atlante delle spiagge italiane.* S.EL.CA. Editore. pp. 4, 108 Tavole.

IMCA INTEGRATED MONITORING OF COASTAL AREAS (2003) - *Progetto PON finanziato dal MIUR in data 26/06/2003 ai sensi dell'Art. 5 del DM 593 del 8/8/2000.* Partecipano al progetto Planetek Italia srl, Bari; Coastal Consulting & Exploration srl, Bari; Spacedat srl, Lecce; Politecnico di Bari: Diparti-

mento Interateneo di Fisica (DIF); Dipartimento di Ingegneria delle Acque e Chimica (LIC); Università degli Studi di Bari: Dipartimento di Zoologia (ZLG).

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO (2006) - *Le principali variazioni della linea di costa dal 1960 al 2000.* Atti Interni del Ministero.

MOSETTI F. (2007) - *Su talune variazioni a lungo periodo del livello marino.* Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste. Atti Interni dell'Osservatorio.

PETRILLO A. F., SELICATO F., BRUNO M. F., GIORDANO A., MAGGIO G. (2007) - *La gestione integrata della fascia costiera nel piano regionale delle coste in Puglia.* VII Congresso Regionale dell'INU "Territori costieri: quali politiche per un governo integrato". Palermo, 29-30 Novembre 2007.

RAICICHN F. (2007) - *Evoluzione secolare del livello marino dalle osservazioni areografiche di Trieste.* Istituto di Scienze Marine, CNR, Trieste.

REGIONE PUGLIA (2000) - *Studi preliminari per la redazione del Piano di Bacino Regionale.* Atti della Regione Puglia.

REGIONE PUGLIA. POR 2000-2006 (2003) - *Monitoraggio degli interventi di difesa costiera e dell'evoluzione dei litorali (- misura 1.3, Area di azione 2, sottoazione 2b, - misura 1.3, Area di azione 4, sottoazione 4c).* Atti della Regione Puglia.

REGIONE PUGLIA (2006) - *Legge Regionale 23 giugno 2006, n. 17 "Disciplina della tutela e dell'uso della costa".* BURP n. 79 del 27.6.2006.

REGIONE PUGLIA (2007) - *Attività finalizzate alla redazione del piano regionale delle coste (P.R.C.) della Regione Puglia.* Atti della Regione Puglia.

UN-IPCC UNITED NATIONS - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - Agenzia Intergovernativa delle Nazioni Unite istituita nel 1988 dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) e dal Programma Ambientale delle Nazioni Unite (UNEP) per valutare le informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche atte a comprendere il cambiamento climatico, i suoi potenziali impatti e le opzioni per la mitigazione degli stessi.