

L'EROSIONE DELLE COSTE MEDITERRANEE

ENNIO COCCO (*)

Abstract

All studies carried out during the last decades along the Mediterranean coasts by Italian and foreign researchers stressed that this zone is more or less affected by erosion. The Mediterranean coasts have geo-morphological, sedimentological and meteo-marine features (shores on river deltas and minor waterstream mouths, lack of relevant tides, wave height of about 2-3 metres) which allow to study their evolutive dynamics with similar methodologies. By reconstructing the old coast lines dating back to the Greek and Roman eras (more than 2,000 years ago), some coastal areas have constantly advanced up to the '50s. Later, while rebuilding and industrialization took place in the post-war period, an opposed trend occurred, with generalized erosion phenomena. It is the case of the Nile delta in Egypt rapidly withdrawing to the Damietta and Rosetta tributaries mouths, following the Assuan dam building, or of the Ebro river in Spain, of the Rhone in France (in this case, the amount of solids transported decreased from 40 to 5 million tons per year) and of the major Italian river deltas (Po, Volturno, etc.). As for the Italian coasts, about 50% of the 2,500 km of shores under study are affected by erosion, while the remaining 50% are safeguarded by protection works. Erosion should be attributed to human activities on the territory: the construction of soil-saving dams for hydroelectrical or irrigation aims on the major rivers and on their tributaries, the hydraulic and forest works of the mountain basins, the indiscriminate extraction of gravelly and sandy materials along rivers, reduced solid supply on shores. The exaggerated extraction of gas and water from the subsoil (for example the Po coast) should be also stressed, causing subsidence, together with the construction of harbour or defence works, which often turn into an irreversible unbalance on the same coastal areas.

Résumé

Les études menées pendant ces dernières décennies le long des côtes de la Méditerranée par des chercheurs italiens et étrangers ont mis en évidence des problèmes d'érosion plus ou moins sérieux. Les côtes de la Méditerranée ont des caractères géomorphologiques, sédimentologiques et météorologiques (des plages créées sur le delta des grands rivages ou sur les embouchures des cours d'eau mineurs, le manque de marées importantes, la hauteur des vagues de 2-3 mètres) permettant d'en étudier la dynamique évolutive avec des méthodologies similaires.

A travers la reconstruction de vieilles lignes de rive remontant souvent à l'époque grecque ou romaine (il y a 2.000 ans) on a reconstitué des phases d'avancement des bandes côtières jusqu'aux années '50. Parallèlement aux processus de reconstruction et d'industrialisation de l'après guerre, une inversion de tendance s'est réalisée, avec des phénomènes érosifs généralisés. C'est le cas du delta du Nil en Egypte, rapidement reculant auprès des bouches des tributaires Damietta et Rosetta, suite à la réalisation du barrage d'Assuan, du delta du fleuve Ebro en Espagne, du delta du Rhône en France (dans ce cas on a remarqué une réduction du transport solide de 40 à 50 millions de tonnes par an) et des deltas des principaux fleuves italiens (Po, Volturno, etc.).

En ce qui concerne les côtes italiennes, il faut savoir que presque 50% des 2.500 km de plages examinés, sont en érosion nette, tandis que l'autre partie a été stabilisée par des ouvrages de protection. La cause des phénomènes érosifs est à imputer aux activités humaines sur le territoire: la réalisation de barrages de retenue pour des usages hydroélectriques ou d'irrigation, sur les principaux rivages et sur leurs tributaires, les ouvrages d'aménagement hydraulique des bassins montagneux, l'extraction sans discrimination des matériaux graveleux et sableux le long des fleuves ayant réduit l'approvisionnement solide des plages. Enfin, l'extraction exagérée de gaz et d'eau du sous-sol (par ex. le littoral de la plaine du Po) avec l'augmentation des phénomènes de subsidence et la construction d'ouvrages portuaires et de défense qui comportent des phénomènes de déséquilibre irréversible le long des aires côtières.

Alla conoscenza della cronologia evolutiva dei litorali l'archeologia ha indubbiamente apportato un contributo decisivo soprattutto ricordando che le radici di tutta la cultura mediterranea sono comuni; grazie, così, al ritrovamento di complessi di foce relitti, di siti di età greca e romana è possibile ricostruire le linee di riva di oltre 2.000 anni fa.

Nessuna notizia precisa, salvo rare eccezioni, è possibile invece reperire per i secoli successivi fino all'avvento della cartografia scientifica (1800) anche se, l'esistenza di antiche carte (1400/1600) che descrivono con una buona approssimazione i contorni costieri delle varie nazioni e la presenza di torri di guardia costiera, costruite in più riprese

tra il 1200 e il 1600 avverso le incursioni di turchi e saraceni, consente in molti casi di ricostruire le fasi evolutive in questo intervallo di tempo.

Variazioni storiche e recenti delle spiagge mediterranee

Le coste mediterranee della Spagna sono caratterizzate da ampie spiagge, ma i segni di un continuo accrescimento sono limitati ad una porzione del delta dell'Ebro e alla foce di fiumi minori, come ad esempio il Fluvia, che sboccano nel Golfo delle Rose, in Catalogna.

Gli studi condotti negli ultimi decenni lungo le coste del Mediterraneo (figura 1) da vari ricercatori italiani e stranieri, hanno evidenziato che gran parte di esse è soggetta a fenomeni erosivi più o meno spinti.

Ci si riferisce in questo caso alle coste basse sabbiose le quali, a differenza delle coste alte, rocciose, presentano una dinamica evolutiva più facilmente osservabile a dimensione umana.

Le coste Mediterranee hanno caratteri geomorfologici, sedimentologici e meteomari peculiari (spiagge impostate sui delta di grandi fiumi, assenza di maree rilevanti, altezze d'onda mediamente intorno a 2/3 m) i quali consentono di studiarne la dinamica evolutiva con metodologie similari, basate essenzialmente su confronti cartografici e sulla determinazione del regime sedimentologico e idrodinamico.

Evoluzione costiera

La storia evolutiva delle coste mediterranee prende inizio alla fine della trasgressione post-glaciale versiliana (7000 anni fa) quando il livello del mare risalì all'incirca alla posizione che occupa attualmente.

Imponenti fenomeni di alluvionamento costiero favoriti dal regime pluviometrico, dalla morfologia delle aree di bordo e dalla scarsa difesa operata dalla vegetazione, modificarono velocemente il paesaggio costiero consentendo la colmata delle aree più depresse e la formazione di ampie spiagge impostate sui delta dei grandi fiumi quali il Nilo, il Rodano, l'Ebro, il Po nonché sui complessi di foce di corsi d'acqua minori (ad esempio per l'area campana Volturno e Sele).

I fattori che sovrintendono alle modificazioni della linea di riva di una spiaggia vanno ricercati nelle variazioni del livello marino, nel «clima ondoso», nella subsidenza, nelle stesse caratteristiche morfologiche, geologiche e strutturali del paraggio in studio; fra di essi solo il «clima ondoso» è in grado di esprimere variazioni a dimensione umana sebbene negli ultimi tempi sempre più evidente appare l'azione degli interventi antropici, sia a terra che a mare, a modificare radicalmente l'ambiente costiero.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università «Federico II», Napoli.

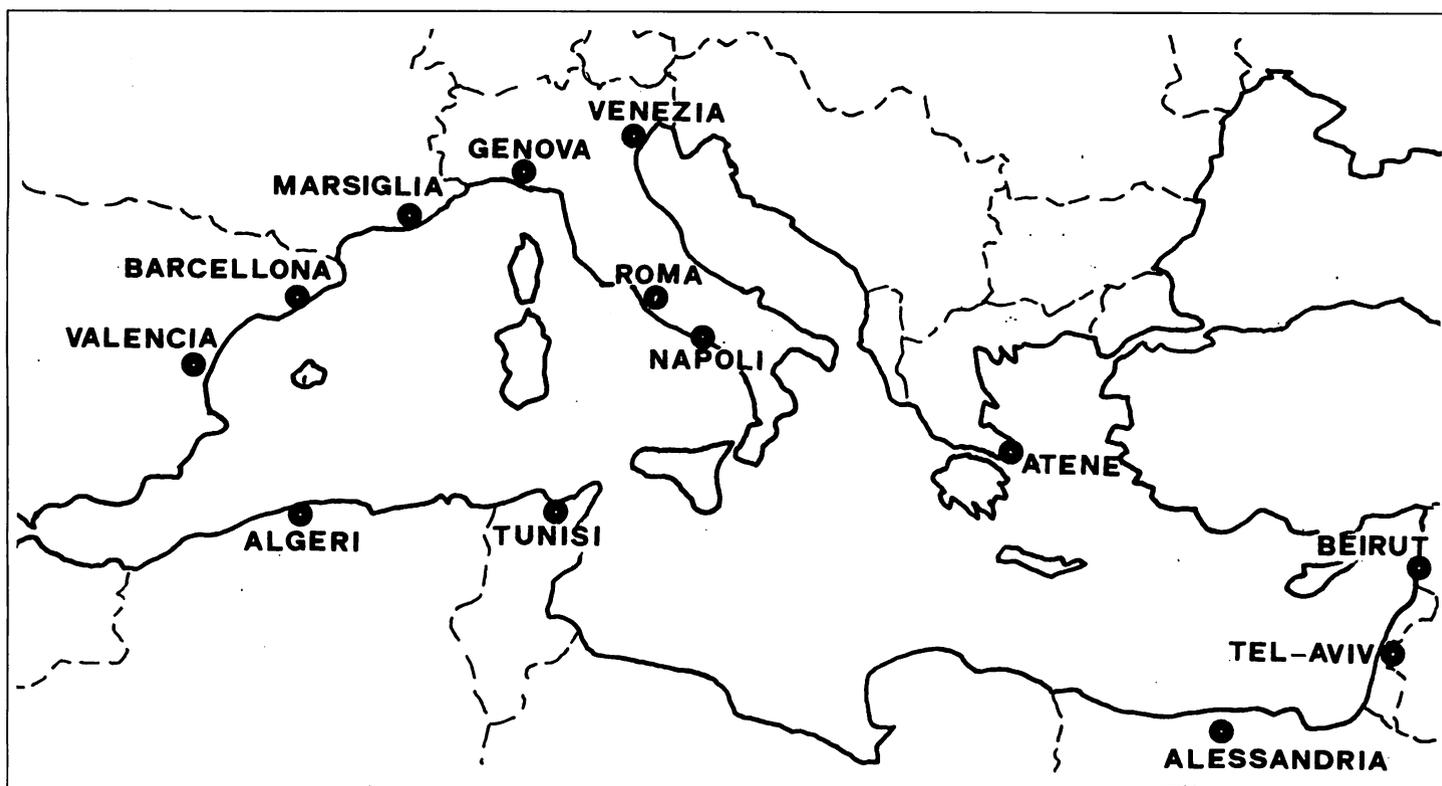


Figura 1 - Perimetro costiero del Mediterraneo.

IL litorale prospiciente il F. Llobregat mostra, invece, un forte arretramento che tra il 1950 e il '68 è stato stimato pari a 10 m/anno (Marques e Julià, 1983).

Un'antica linea di riva di età compresa tra il II sec. a.C. e il I sec. d.C., ubicata 3 km all'interno nell'area del delta del F. Llobregat attesta una costante progradazione fino a metà del nostro secolo.

Fenomeni localizzati di forte accrescimento sono riferiti dagli autori citati alla realizzazione di strutture artificiali lungo la costa. Nel sud della Francia le spiagge impostate sul delta del F. Rodano (figura 2) risultano soggette a fasi di avanzamento ed arretramento associate alle variazioni di regime dei numerosi distributari; tra il 1906 e il 1954 si osserva un avanzamento della linea di riva alla foce del Rodano grande di 1.300 m (Van Straaten 1959). In particolare lo sbarramento su questo fiume e sui suoi affluenti ha determinato una riduzione del carico solido da 40 a 12 milioni di tonnellate tra la fine dell'800 ed il 1956 e quindi a 4/5 milioni nel 1970 causando così un arretramento, in quest'ultimo periodo, di circa 400 metri (Guilcher, 1985).

Le coste dell'ex Jugoslavia sono per lo più rocciose e le piccole spiagge che si ritrovano sono limitate ai corsi d'acqua che drenano l'entroterra montuoso, pertanto le variazioni storiche sono pressoché insignificanti.

Al contrario i 385 km di coste albanesi mostrano una notevole variabilità: circa il 30% è stabile, il 28% in avanzamento e il 42% in arretramento durante l'ultimo secolo. Le aree in avanzamento sono per lo più quelle

prospicienti i corsi d'acqua quali il Buna, Drin, Mat al Nord e il Shumbrin, Senot nel settore centrale, mentre un forte arretramento interessa il vecchio delta del fiume Sennon (Shuisky, 1985).

La Grecia è caratterizzata da un'alternanza di scarpate, coste rocciose con insenature e piccole baie alimentate da fiumi ove la deposizione è stata certamente notevole durante gli ultimi 2.500 anni, come si può notare presso Salonicco, dove a causa dell'accrescimento del delta dell'Axios nella Baia di Thermaikos, l'antica città costiera di Pella si trova ora molti km all'interno completamente insabbiata (Kraft et al., 1977 figura 3a).

Anche nel Golfo di Maliakos si è verificata

a partire dal V sec. a.C. (Tziavos, 1977) una progradazione di oltre 12 km, come è testimoniato dalla attuale ubicazione del Passo delle Termopili il quale si trovava a poca distanza dal mare ai tempi della guerra tra Spartani e Persiani (figura 3b).

Le cause dell'arretramento sono da correlare alla realizzazione di dighe di sbarramento e alle opere connesse alla sistemazione idrogeologica dei bacini montani dei principali fiumi congiuntamente ad una fase climatica relativamente secca durante l'ultimo secolo.

Analoga evoluzione è riscontrabile lungo le coste della Turchia prospicienti il Mar Egeo: un'imponente progradazione del Golfo di Mileto negli ultimi 2.500 anni è documen-

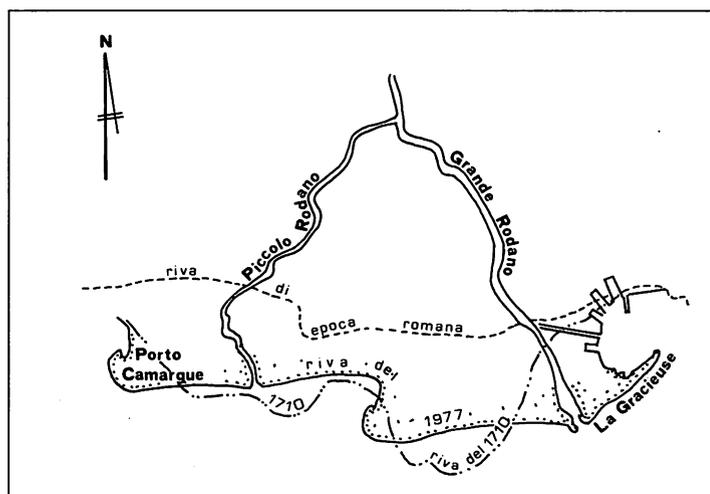
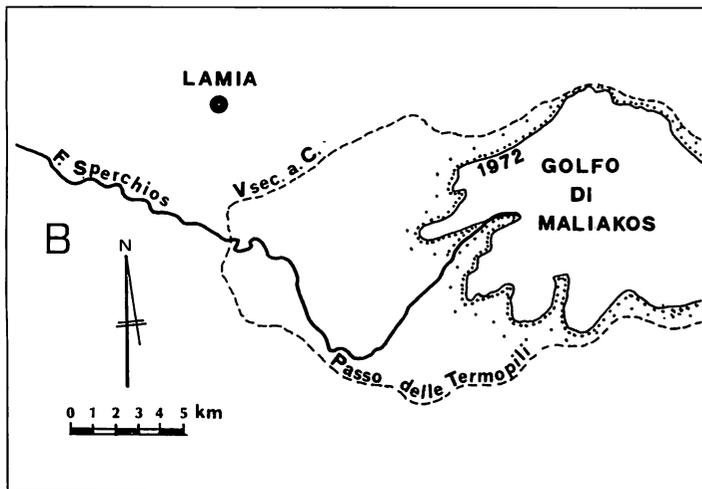
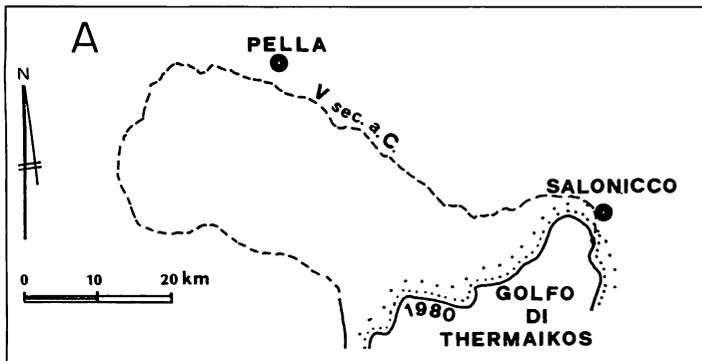


Figura 2 - Schema generale della Camargue (da Blanc, 1977 modificato).



3

tata grazie all'ubicazione, 24 km all'interno rispetto all'attuale riva, (Kraft et al., 1977) dell'antico porto di Eraclea e della città costiera di Efeso; attualmente vaste aree litoranee risultano soggette a crisi erosive (Erol, 1983).

Circa il 55% delle coste israeliane è di tipo sabbioso e anche se l'estrazione di inerti ha contribuito all'arretramento di alcune spiagge, in generale l'entità dell'erosione è limitata poichè le stesse continuano a ricevere sedimenti erosi dalle regioni del delta del Nilo (Goldsmith, 1980).

La costa mediterranea dell'Egitto è prevalentemente sabbiosa, soprattutto lungo il delta del Nilo dove negli ultimi decenni il continuo avanzamento ha ceduto il posto ad una rapida erosione (figura 4). La linea di riva di Ras el Bar, prospiciente Damietta, è arretrata di circa 1.800 m tra il 1902 ed il 1960 mentre a Rosetta è arretrata di 1.650 m tra il 1898 e il 1954 (Nielsen, 1973). Tutto ciò è imputabile alla riduzione dell'apporto solido in seguito alla costruzione di vari sbarramenti sul fiume fino al completamento della diga di Assuan (Orlova e Zenkovich, 1974).

Di particolare gravità è il fenomeno dell'arretramento lungo le spiagge della Tunisia; di circa 480 km di coste basse, 10 km sono in avanzamento, 360 stabili e 115 in arretramento (Paskoff, 1981). Da ricordare la progradazione del delta del F. Medjerta testimoniata dall'attuale ubicazione, a 10 km

all'interno, del porto di Utica, molto attivo nel IV sec. a.C.

A Cartagine, al contrario, dove vi sono sicure evidenze archeologiche di un avanzamento della linea di riva a partire dall'epoca romana, la spiaggia è in arretramento: un'intera «insula» è scomparsa e i resti di un'antica strada romana risalente al II sec. a.C. sono stati rinvenuti sommersi ad una distanza di 50 m dalla riva attuale (Oueslati et al., 1987).

Secondo questi autori la causa principale è da ricercare nella riduzione del trasporto solido fluviale in relazione alla costruzione di dighe negli ultimi decenni.

Relativamente avanzate sono invece le coste dell'Algeria nei piccoli tratti prospicienti i fiumi, essendo queste, per lo più rocciose.

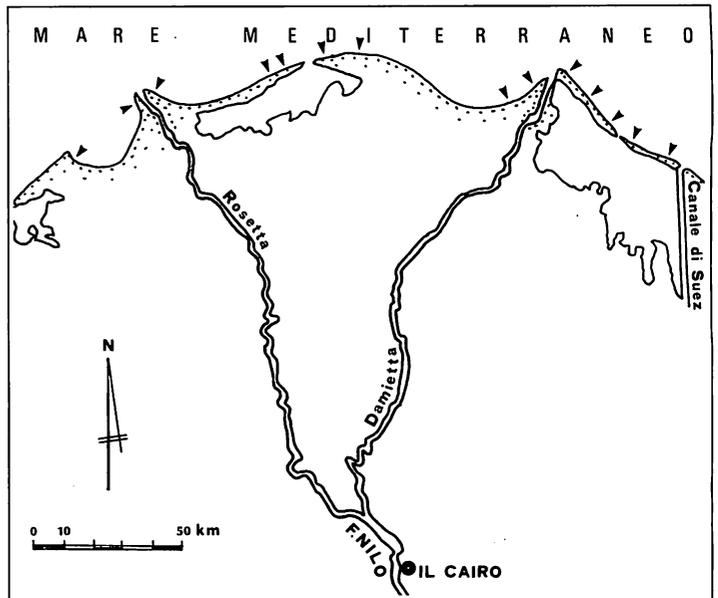
In Libia le spiagge basse e sabbiose mostrano erosione nella zona di Tripoli e Bengasi a causa probabilmente di alcuni insediamenti portuali.

In Marocco infine, sulle coste mediterranee l'erosione si osserva ad E di Nadar.

Le spiagge italiane

Per quanto riguarda i litorali italiani le tendenze evolutive recenti e in atto sono sintetizzate nei Fogli dell'Atlante delle Spiagge edito dal CNR nel 1984 e in fase di completamento.

Su circa 2.500 km di spiagge indagate quasi



4

Figura 3 - Progradazione costiera nel golfo di Thermaikos (a) e nel golfo di Maliakòs (b) negli ultimi 2500 anni (a: da Kraft et al., 1977 modificato; b: da Tziavos, 1977 modificato).

Figura 4 - Tendenza erosiva lungo le coste del delta del Nilo. Le frecce indicano arretramenti superiori ad 1 m/anno (da Bird, 1985 modificato).

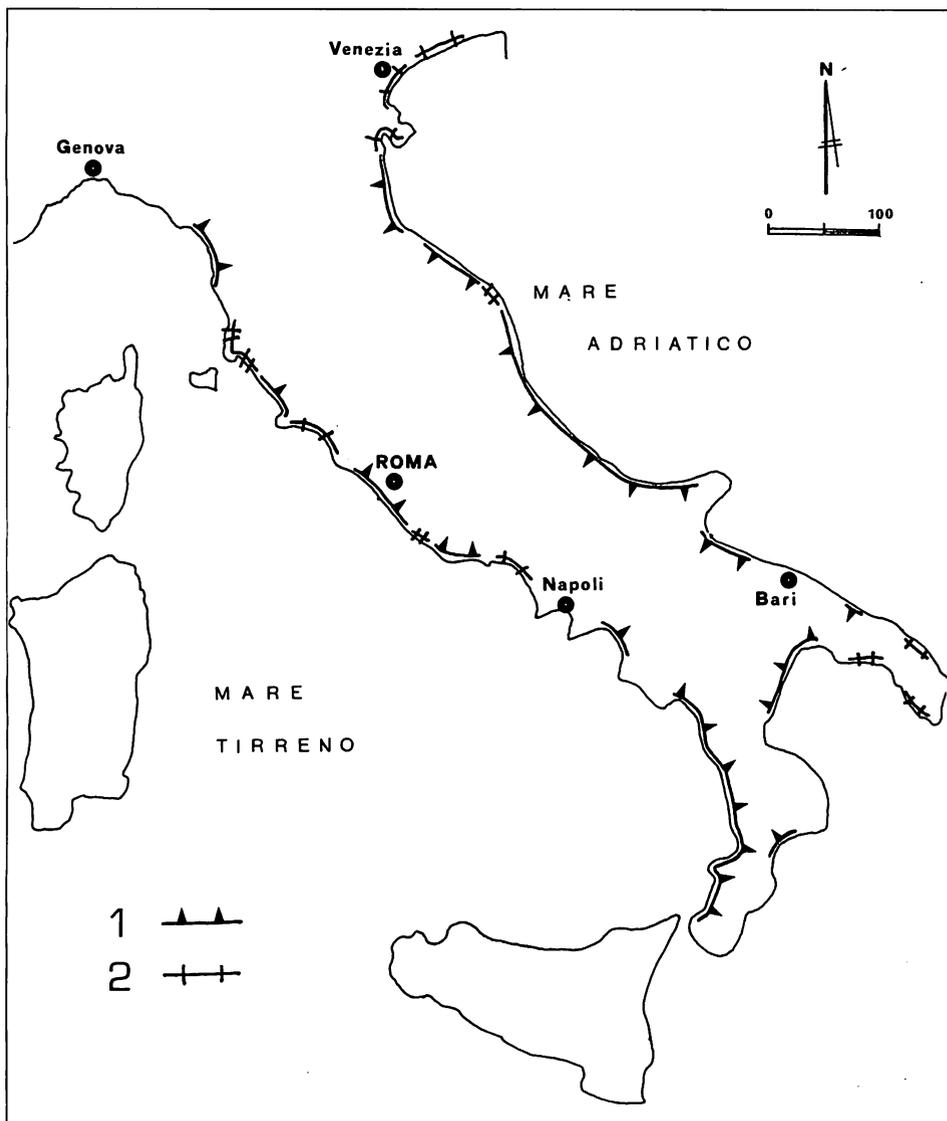
il 50% è in erosione con una tendenza manifestatasi generalmente a partire dall'immediato dopoguerra, in concomitanza con il processo di industrializzazione. Il rimanente 50% risulta stabilizzato da opere di protezione (figura 5).

Rispetto a precedenti analisi si evidenzia la tendenza all'arretramento del litorale Calabro Tirrenico e dell'Alto Ionio; viene confermata l'erosione del settore toso-laziale e di ampi tratti delle spiagge adriatiche (Marche, Emilia e Romagna) sottoposti a massicci interventi di difesa.

Le spiagge a nord di Venezia presentano situazioni alquanto diversificate, con ampi tratti soggetti ad erosione ed ampi tratti stabilizzati artificialmente. Come già detto, è possibile, in molti casi, tracciare l'andamento delle linee di riva in epoca greca e romana grazie al rinvenimento di complessi di foce relitti ed all'ubicazione di antichi porti e città marittime delineando una costante progradazione delle cimose costiere fino ai nostri giorni.

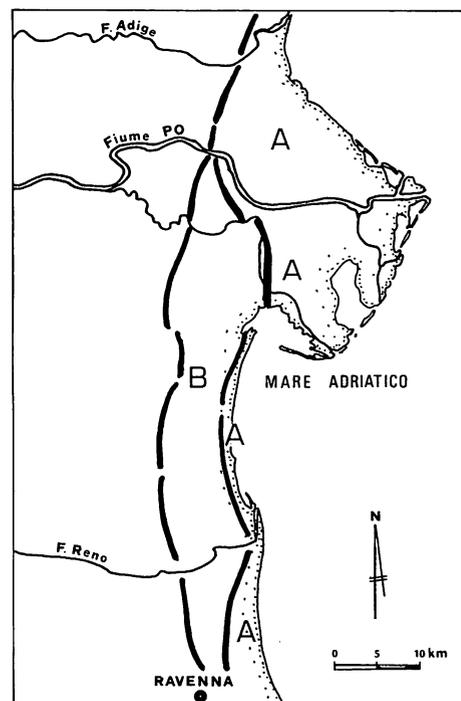
In maggior dettaglio, per quanto riguarda la platea delizia del F. Po, le fasi evolutive fino al 1600 sono state ricostruite a grandi linee attraverso l'individuazione degli antichi allineamenti dei cordoni dunari che hanno marcato via via le varie linee di costa che oggi si trovano nell'entroterra (figura 6).

La velocità media di progradazione dall'epoca etrusca (VI sec. a.C.) fino al 1600 ri-



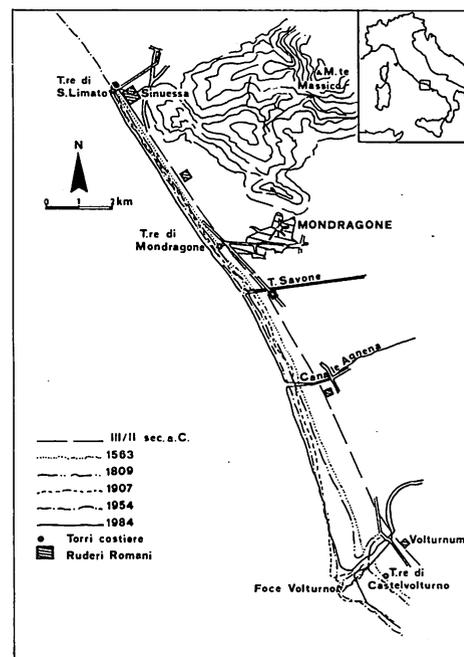
5

Figura 5 - Tendenze evolutive delle spiagge italiane. 1: tratti in erosione. 2: tratti stabilizzati (da Zunica, 1987 modificato).



6

Figura 6 - Progradazione della plarea deltizia del F. Po dall'epoca etrusca ai nostri giorni. A: area dei delta antichi. B: area dei delta moderni (posteriori al 1600).



7

Figura 7 - Variazioni della linea di riva dall'epoca romana al 1984 lungo il litorale campano.

sulta di circa 450 m/secolo (circa 10 Km in 23 secoli, Marabini 1985).

Tra il 1600 e gli anni '50, il tasso di avanzamento è di gran lunga più elevato — 7 Km/secolo — considerando i circa 25 Km che separano la linea di riva del 1600 dall'attuale.

Ciò è da mettere in relazione (Zunica, 1987) al fatto che prima del 1600 i delta erano di tipo triangolare, mentre i delta posteriori al 1600 sono di tipo plurilobato.

Tale cambiamento di stile è stato determinato dal taglio di Porto Viro effettuato dai veneziani nel 1604 per difendere la laguna

veneta dall'interrimento minacciato dalle torbide dei rami settentrionali del fiume. Dopo gli anni '50 il litorale del delta del Po mostra una netta tendenza erosiva con una perdita di ingenti volumi di materiali sabbiosi (circa 20 milioni di mq di spiaggia emersa e 7 milioni di mc di fondali entro la profondità di 10 m, nel periodo 1953-1968 (Bondesan et al., 1990)).

I processi erosivi continuano con andamento simile fino ai nostri giorni.

La tendenza all'arretramento fino al 1964 è da correlare alla forte subsidenza dovuta all'estrazione di acqua metanifera, mentre nei

periodi successivi è da correlare al diminuito trasporto solido da parte del fiume in conseguenza soprattutto dell'enorme prelievo di sabbie e ghiaie dagli alvei.

Per le spiagge campane è stato possibile ricostruire la linea di riva d'epoca romana per il tratto Mondragone-Castelvolturturno (Cocco et al., 1992) grazie al rinvenimento di probanti reperti archeologici quali il tracciato dell'antica via Domitiana, ruderi di «villae maritimae», gli insediamenti termali delle «Aquae Sinuessanae» (figura 7).

La costa risultava pressoché coincidente con l'attuale in prossimità dell'antica Sinuessa

(poco a Nord di Mondragone) ma molto arretrata — fino a circa 2 km — in corrispondenza di Volturnum (attuale Castelvolturmo) una colonia marittima risalente al III sec. d.C.

La progradazione prosegue attraverso i secoli con ritmo immutato fino ai nostri giorni fatta eccezione per le aree limitrofe allo sbocco fluviale (qualche km a Nord e a Sud) dove sono stati registrati (Cocco et al., 1980, 1982, 1984) arretramenti notevolissimi a partire dal 1954 (6-18 metri per anno) con una erosione di materiali sabbiosi dalla spiaggia emersa e dai fondali entro la profondità di 5 m, valutabile intorno a 20 milioni di mc nell'ultimo secolo (Cocco et al., 1989).

Tali fenomeni sono da correlare ad un naturale processo di rettilineazione del delta esaltato negli ultimi decenni da una diminuzione degli apporti solidi in conseguenza della realizzazione della traversa di Ponte Annibale e del massiccio prelievo di inerti in alveo.

Per il litorale della Piana del F. Sele (Golfo di Salerno), è stato possibile ricostruire le linee di riva risalenti a circa 5.000 e 2.500 anni grazie alla datazione con C14 dei depositi marini sottostanti i cordoni dunari di Laura e di Sterpina — ubicati rispettivamente 1 km e 500 m all'interno rispetto alla linea di riva attuale (Brancaccio et al., 1988). La progradazione continua con valori massimi di 1,5 m/anno, specialmente per le aree sottese dal complesso di foce, fino agli anni '50; da tale periodo si osserva una decisa attenuazione dell'avanzamento, anzi lungo le spiagge in destra Sele si assiste a fenomeni erosivi molto accentuati (Cocco e de Magistris, 1988).

L'inversione della tendenza plurisecolare alla progradazione è da correlare al diminuito apporto solido fluviale in conseguenza della realizzazione della diga di Persano.

Cause dell'erosione

Come accennato nelle pagine precedenti le cause dell'attuale fase di recessione costiera possono essere ricercate nel complesso degli interventi umani eseguiti «a terra» e «a mare».

I primi, connessi con tutte le opere di assetto idrogeologico e conservazione del suolo — dighe di ritenuta, sistemazione dei bacini montani, estrazione degli inerti in alveo — hanno come risultato una forte riduzione del trasporto solido da parte dei corsi d'acqua.

L'estrazione degli inerti in alveo in particolare è ritenuta una delle cause della tendenza all'arretramento manifestatasi lungo il litorale Alto Ionico (Golfo di Taranto): 35 milioni di mc estratti nel periodo 1965-1977 per la realizzazione soprattutto di dighe di sbarramento (16,5 milioni) e strade a scorrimento veloce di fondovalle (12,5 milioni) (Cocco et al., 1978).

I secondi, connessi con tutte le opere di pianificazione costiera — realizzazione di porti, opere di difesa delle vie di comunicazio-

ne, degli abitati e delle ferrovie prossimi alla spiaggia, la stessa urbanizzazione della cospicua costiera — comportano modificazioni notevoli nel regime litoraneo provocando sovente crisi erosive irreversibili nei tratti che si intendeva proteggere o in quelli adiacenti.

Valga come esempio la costruzione del porticciolo di Cetraro, lungo le coste tirreniche della Calabria, il cui molo foraneo, intercettando i sedimenti litoranei trasportati da nord verso sud dalle correnti lungo costa, ha provocato una crisi irreversibile nelle spiagge sottoflutto (Cocco et al., 1986).

Tra l'altro lo stesso bacino portuale si è completamente interrato.

Le coste del Mediterraneo appartengono a 15 nazioni con cultura e linguaggio diversi pur se caratterizzati da una radice comune: è auspicabile che sulla scorta delle preoccupazioni crescenti per le fonti permanenti di inquinamento e per l'espandersi della distruzione degli ecosistemi litoranei (Zunica, 1987) le numerose iniziative intraprese a livello di istituzioni competenti conduca in breve tempo a progetti integrati per la salvaguardia e valorizzazione dell'intero perimetro costiero del Mediterraneo. ●

Riferimenti bibliografici

Albani D. (1933): *Indagine preventiva sulle recenti variazioni della linea di spiaggia delle coste italiane*. C.N.R. — Ric. sulle variazioni delle spiagge italiane — Roma.

Bird Eric C.F. (1985): *Coastline changes* — A Global Review — John Wiley & sons - Chichester.

Blanc J. (1977): *Recherches de sédimentologie appliquée au littoral du delta du Rhône, de Fos au grau du Roi*. CNEXO, 1-69.

Bondesan M., Dal Cin R., Dazzi R., Galeati G., Minarelli A., Russo P., Simeoni U., Todini E., Tomasino M. (1990): *Evoluzione fisica del delta padano*. Po Acqua Agricoltura Ambiente, vol. II.

Brancaccio L., Cinque A., Russo F., Santangelo N., Alessio L., Allegri M., Improta S., Belluomini G., Branca M., Delitala A. (1988): *Nuovi dati cronologici sui depositi marini e continentali della Piana del Sele e della costa settentrionale del Cilento* (Campania, Appennino Meridionale). Atti 74° Congr. Soc. Geol. It.

Cocco E., De Magistris M.A., De Pippo T. (1978): *Studi sulle cause dell'arretramento della costa lucana ionica: 1. L'estrazione degli inerti lungo le aste fluviali*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 369-376.

Cocco E., De Magistris M.A., De Pippo T., D'orio G. (1980): *Dinamica ed evoluzione del litorale campano-laziale: 1. Il tratto a Sud del F. Volturmo*. Atti 4° Congresso AIOL - Chiavari 1980, 58, 1-11.

Cocco E., De Magistris M.A., De Pippo T., Perna A. (1982): *Dinamica ed evoluzione del litorale campano-laziale: 2. Il settore a Nord del F. Volturmo*. Atti 5° Congresso AIOL - Stresa 1982, 305-321.

Cocco E., De Magistris M.A., De Pippo T., Perna A. (1984): *Dinamica ed evoluzione del litorale campano-laziale: 3. Il complesso di foce del F. Volturmo*. Atti 6° Congresso AIOL - Livorno 1984, 8 p.

Cocco E., De Magistris M.A., De Pippo T. (1987): *Variazioni del regime litoraneo indotte da interventi antropici nell'area di Cetraro marina*. Mem. Soc. Geol. It., 37, 453-458.

Cocco E., De Magistris M.A., Giulivo I., Tarallo F. (1989): *Variazioni della linea di costa e dei fondali antistanti i complessi di foce dei fiumi Garigliano, Volturmo e Sele (Campania)*. Atti Conf. Scient. Annuale sulle attività di ricerca dei Dipartimenti, Univ. «Federico II», Napoli 13-15/12/89, 79-80.

Cocco E., Crimaco L., De Magistris M.A. (1992): *Dinamica ed evoluzione del litorale campano-laziale: 5. Variazioni della linea di riva dall'epoca romana ad oggi nel tratto compreso tra Foce Volturmo e Torre S. Limato (Mondragone)*. Atti Conf. Scient. ann. sulle attività di ricerca del Dip. di Scienze della Terra, Università «Federico II» Napoli 12-13/2/92, 115-117.

Erol O. (1983): *Historical changes on the coastline of Turkey*. Coastal Problems of the Mediterranean Sea - University of Bologna Italy, 95-107.

Goldsmith V. (1983): *Dynamic geomorphology of the Israeli coast: a brief review*. Coastal Problems in the Mediterranean sea, University of Bologna, 109-120.

Gülcher A. (1985): *France*. In Bird E.C.F. and Schwartz M. L. The World's Coastline. Van Nostrand Reinhold, Stroudsburg, Pennsylvania.

Kraft J.C., Aschenbrenner S.E., Rapp G. (1977): *Palaeogeographic reconstruction of coastal Aegean archaeological sites*, Science, 195, 941-7.

Marabini F. (1985): *Alcune considerazioni sull'evoluzione del delta del Po*. Nova Thalassia, 7, suppl. 2, 443-451.

Marques M.A., Julià R. (1987): *Données sur l'évolution du littoral dans le nord-est de l'Espagne*. Colloques internationaux C.N.R.S. Déplacements des lignes de rivage en Méditerranée. Paris.

Nielsen E. (1973): *Coastal erosion in the Nile delta*. Nature and Resources 1973, n. 1, 16-18.

Orlova G., Zenkovich V.P. (1974): *Erosion on the shore of Nile delta*. Geoform 18/74, 68-72.

Ouslati A., Paskoff R., Slim H., Troussset P. (1987): *Déplacements de la ligne de rivage en Tunisie d'après les données de l'archéologie a l'époque historique*. Colloques internationaux C.N.R.S. Déplacements des lignes de rivage en Méditerranée. Paris.

Paskoff R. (1981): *L'erosion des plages en Tunisie*. Revue Tunisienne de Géographie 8, 81-96.

Schwartz M.L. (1985): *Libya*. In The World's coastline.

Shuisky J. (1985): *Albania*. In The World's coastline.

Tziavos C. (1977): *Sedimentology, ecology and palaeogeography of the Sperchios Valley and Maliakos Gulf, Greece*. Univ. Delaware USA.

Zunica M. (1987): *Lo spazio costiero italiano*. V. Levi Ed. Roma.

Relazione tenuta nel corso della Conferenza Internazionale su «Problemi ambientali e sanitari di suolo ed acque costiere nell'area mediterranea». Napoli, 8-10 ottobre 1992. Accademia europea per l'ambiente, Napoli.