

ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

---

ATTI DEI CONVEGNI LINCEI

205

XXI GIORNATA DELL'AMBIENTE

# AREE COSTIERE

(Roma, 5 giugno 2003)



*(Estratto)*

ROMA  
ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

2004

EMANUELA IANNANTUONO <sup>(a)</sup>, CARMEN MARIA ROSSKOPF <sup>(a)</sup>,  
ANGELA STANISCI <sup>(a)</sup>, ALICIA ACOSTA <sup>(b)</sup>, PIETRO PATRIZIO CIRO AUCELLI <sup>(a)</sup>

EFFETTI DELLA DINAMICA COSTIERA SULL'EVOLUZIONE  
DEI SISTEMI DUNALI  
PRESENTI LUNGO LA COSTA MOLISANA  
(ITALIA MERIDIONALE)

1. INTRODUZIONE

La costa molisana si estende da nord-ovest verso sud-est per ca. 35 km dal Canale Formale del Molino (posto poco più a nord del Fiume Trigno) fino alla foce del Torrente Saccione (Fig. 1). Il litorale molisano è costituito in prevalenza da costa bassa, comprendente piccole pianure alluvionali costiere e cordoni dunali olocenici, e da brevi tratti di costa alta, localizzati in corrispondenza del promontorio di Termoli e lungo il versante di Petacciato. I bacini idrografici dei corsi d'acqua che sfociano lungo esso (Trigno, Biferno, Saccione e minori ad essi interposti), risultano impostati in prevalenza su terreni arenaceo-marnosi e pelitico-argillosi, come d'altronde anche i rilievi costieri che si affacciano direttamente sulla costa. Le spiagge presenti lungo la costa, di conseguenza, sono generalmente sabbiose e soltanto in alcuni tratti, come nell'area intorno alla foce del Trigno, di tipo ghiaioso.

Dal punto di vista climatico la costa molisana è inquadrabile nell'ambito della regione mediterranea e, secondo recenti studi concernenti la classificazione fitoclimatica della Regione Molise, nella tipologia meso-mediterranea sub-umida (Paura-Lucchese 1997).

L'evoluzione recente della costa molisana è stata caratterizzata da una tendenza prevalente all'arretramento che si è manifestata in modo crescente durante gli ultimi 50 anni (Iannantuono 2002; Aucelli *et al.* 2003b, 2003c).

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente ed il Territorio – Università del Molise – Via Mazzini, 8 – 86170 Isernia.

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Biologia – Università di Roma Tre – Viale Marconi, 446 – 00146 Roma.

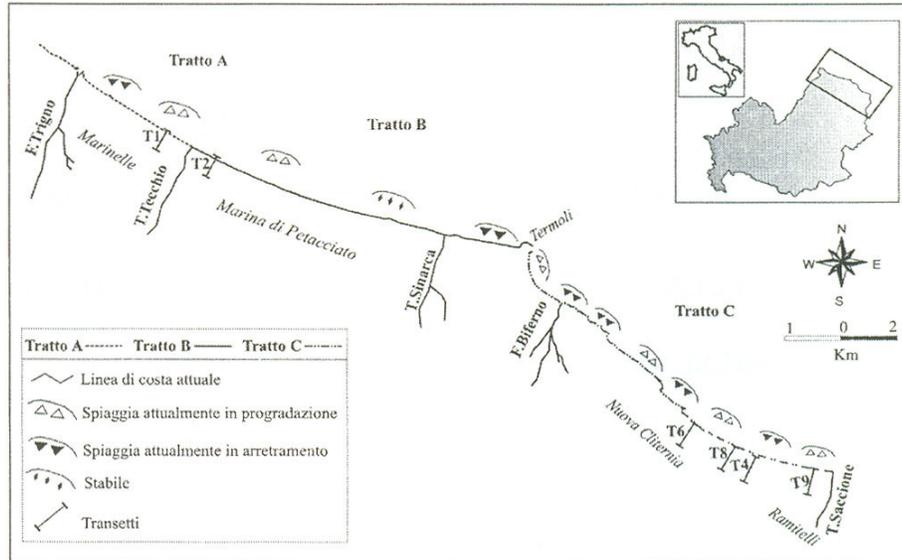


Fig. 1 – Dinamica recente della costa molisana con ubicazione dei transetti studiati.

Tale tendenza si è manifestata con modalità differenti in diversi tratti della costa (tratti A, B e C in figura 1) a testimonianza del fatto che i tratti A e C, caratterizzati dalla presenza di importanti foci fluviali (rispettivamente dei fiumi Trigno e Biferno), sono risultati quelli più sensibili all'erosione, con tendenze marcate e crescenti all'arretramento.

La persistenza generale della tendenza all'erosione – che in alcuni tratti si è aggravata significativamente proprio in questi ultimi anni – sta oggi mettendo a serio rischio il sistema duna-spiaggia attivo e le ivi presenti strutture antropiche.

Tra le principali cause che hanno contribuito all'attuale configurazione della linea di riva, oltre ai fattori naturali legati essenzialmente ad aspetti climatici (Vittorini 1991; Iannantuono 2002; Aucelli *et al.* 2003b, 2003c) vanno ricordati una serie di interventi antropici (variazioni dell'uso del suolo, sistemazioni idraulico-forestali, prelievi in alveo, sbarramenti artificiali, ecc.) che hanno in modo consistente contribuito ad una riduzione degli apporti fluviali più grossolani alle foci. Tra i fattori naturali, in particolare, va ricordato il regime anemometrico che influisce sulla dinamica costiera controllando la direzione dei treni d'onda e dunque conseguentemente anche quella delle correnti litoranee. Infatti recenti studi riguardanti il regime dei venti durante l'ul-

timo cinquantennio (Iannantuono 2002; Aucelli *et al.* 2003b) evidenziano un aumento delle intensità dei venti di grecale nel periodo 1970-1990 che hanno provocato l'interrimento progressivo dell'imboccatura del porto di Termoli e una forte erosione nel tratto C.

Al fine di indagare sulle possibili relazioni tra la dinamica costiera recente e lo stato di naturalità e conservazione dei sistemi dunali, è stato effettuato uno studio interdisciplinare, che ha visto da un lato l'analisi geomorfologica di dettaglio del sistema duna-spiaggia, e dall'altro lato l'analisi della distribuzione spaziale delle comunità psammofile che si sviluppano a ridosso della battigia fino alle prime dune mobili.

## 2. METODOLOGIE DI STUDIO

Ai fini del proposito di studio, sono stati individuati i settori costieri ritenuti più significativi per le caratteristiche geomorfologiche e vegetazionali dei sistemi dunali presenti. Si tratta di due aree dall'estensione complessiva di ca. 7 km, classificate come siti SIC, e poste in corrispondenza delle spiagge di Marinelle-Marina di Petacciato, e di Nuova Cliternia-Ramitelli (Fig. 1).

Queste aree, se da un lato possono vantare un maggiore grado di conservazione e di integrità dei loro ecosistemi dunali, dall'altro risultano caratterizzate da un elevato grado di vulnerabilità imputabile innanzitutto alla crescente pressione antropica.

### 2.1. *Analisi della vegetazione dunale*

Le conoscenze relative alla vegetazione dunale lungo i litorali adriatici si riferiscono principalmente alle descrizioni fitosociologiche delle comunità psammofile residuali, presenti in modo frammentario lungo le coste sabbiose. In particolare per quanto riguarda le coste sabbiose del Molise è possibile fare riferimento ai contributi di Géhu *et al.* (1984), Taffetani e Biondi (1989), Stanisci e Conti (1990), Biondi (1997; 1999); Stanisci *et al.* (2002). Mancano invece analisi di dettaglio della zonazione delle comunità vegetali in relazione agli effetti del disturbo antropico e della dinamica costiera sull'evoluzione recente dei sistemi dunali.

Gli effetti del disturbo antropico sulla zonazione delle comunità vegetali psammofile sono stati invece studiati per il litorale laziale (Acosta *et al.*, 1998; Blasi *et al.*, 1999; Acosta *et al.*, 2000; 2003) e in altri lavori di sintesi riguardanti le coste italiane (Géhu - Biondi 1994; Géhu *et al.*, 1984; Biondi

1999). Tali ricerche hanno evidenziato che le cenosi si comportano da ottimi bioindicatori dello stato di conservazione dell'ambiente dunale e la loro distribuzione spaziale può essere utilizzata per svolgere azioni di biomonitoraggio della qualità ambientale dei litorali.

Nell'ambito del presente studio sono stati effettuati campionamenti lungo la zonazione della vegetazione dunale che si sviluppa subito dopo la battigia fino alle prime dune mobili. È stato applicato il metodo del "transetto a fascia" (Whittaker 1965), già sperimentato sulle dune laziali (Acosta *et al.* 1998; Blasi *et al.* 1999; Acosta *et al.* 2000). Questo metodo prevede rilevamenti di quadrati contigui (1m x 1m) disposti perpendicolarmente alla linea di riva, all'interno dei quali viene registrato l'elenco dei taxa di piante vascolari presenti e stimata la loro relativa copertura tramite la scala di abbondanza-dominanza di Braun-Blanquet (1932).

Sono stati effettuati 6 transetti (Fig. 3): *transetto T1*: lunghezza 122 m, n° specie 39; *transetto T2*: lunghezza 122 m, n° specie 38; *transetto T4*: lunghezza 75 m, n° specie 27; *transetto T6*: lunghezza 103 m, n° specie 33; *transetto T8*: lunghezza 105 m, n° specie 40; *transetto T9*: lunghezza 118 m, n° specie 32. Le matrici ottenute sono state elaborate con tecniche di analisi multivariata e sono state individuate 9 comunità vegetali di duna embrionale e duna mobile. La nomenclatura dei taxa segue Lucchese (1994), la nomenclatura dei syntaxa segue Biondi (1999).

## 2.2. Analisi geomorfologica

Partendo dalle ricostruzioni fatte da Iannantuono (2002) e Aucelli *et al.* (2003b, 2003c) e con l'ausilio delle stesse fonti cartografiche e aerofotografiche – carte topografiche in scala 1:25.000 e 1:5.000 (rispettivamente I.G.M., 1954 e CTR Molise, 1992), foto aeree in scala 1:33.000 e 1:13.000 (rispettivamente I.G.M., 1954 e R.T.A., 1992), nonché ortofoto piane in scala 1:10.000 (A.I.M.A., 1998) – è stata effettuata un'analisi geomorfologia di dettaglio dei settori costieri selezionati in relazione alla loro evoluzione recente, alla dinamica evolutiva in atto e le caratteristiche morfologiche e sedimentologiche dei sistemi dunari ivi presenti. I settori costieri indagati sono di tipo sabbioso, e soltanto in alcune zone interessate da una più marcata erosione, si nota l'incremento della componente ghiaiosa. All'interno di essi sono state poi definiti dei piccoli tratti di spiaggia con una estensione di 300 m, ognuno dei quali comprende un singolo transetto. Per questi tratti è stata effettuata un'analisi quantitativa riguardo le variazioni lineari ed areali avvenute nei periodi 1954-1992 e 1992-1998 e complessivamente.

### 3. DISCUSSIONE DEI DATI

In base agli studi fitosociologici effettuati precedentemente nell'area di studio (Taffetani-Biondi 1989; Stanisci-Conti 1990; Stanisci *et al.* 2002), è stato possibile ricostruire la sequenza ideale di comunità vegetali psammofile nel caso di scarso disturbo antropico e generale stabilità della linea di riva.

Attualmente solo nel sito SIC di Campomarino, in particolare nell'area di Nuova Cliternia è possibile osservare una zonazione vegetazionale dunale molto simile a quella ideale, in quanto in questo caso anche il retroduna conserva delle caratteristiche più naturali ed è occupato da macchia mediterranea con isolati nuclei di bosco di leccio. Nel resto del litorale molisano, è possibile ad oggi ritrovare solo in avanduna (dune embrionali e dune mobili) la zonazione della vegetazione psammofila, mentre il retroduna è per lo più occupato da rimboschimenti ad *Acacia cyanophylla*, *Pinus halepensis* e altre conifere.

La vegetazione naturale potenziale del litorale sabbioso del Molise prevede la seguente sequenza catenale di comunità vegetali, partendo dalla spiaggia fino alle dune fisse:

- *Salsolo-Cakiletum aegyptiacae*, vegetazione a specie annuali alo-tolleranti della prima fascia fitoica inclusa all'interno della linea della berma di tempesta (cakileto);
- *Echinophoro spinosae-Elytrigetum junceae*, vegetazione erbacea perenne delle dune embrionali (elytrigeto);
- *Echinophoro spinosae-Ammophiletum australis*, vegetazione erbacea perenne delle dune mobili (ammofileto);
- *Asparago-Juniperetum macrocarpae*, macchia a ginepri delle prime dune più stabili;
- *Maresion nanae*, pratelli terofitici interdunali;
- Macchia a *Phyllirea angustifolia* e *Rhamnus alaternus*, delle dune consolidate, al riparo dai venti e dalla salsedine (macchia a fillirea);
- *Orno-Quercetum ilicis*, bosco retrodunale a leccio e ornello.

Nelle locali piccole depressioni umide retrodunali si hanno giuncheti e canneti riferibili all'*Eriantho-Schoenetum nigricantis* ed altre comunità degli *Juncetalia maritimae*.

Considerando il contesto dinamico generale ricostruito per la costa molisana nei vari tratti A, B e C si può osservare che non c'è sempre corrispondenza tra questo e la dinamica che caratterizza i tratti precedentemente definiti in cui ricadono i singoli transetti.

Il transetto T1 si inserisce nel Tratto A che è caratterizzato da una tendenza complessiva all'arretramento e un conseguente bilancio sedimentario negativo per il periodo indagato (1992-1998). Il transetto T2 ricade nel tratto B che risulta essere in progradazione dal 1954 al 1998.

I transetti T6, T8, T4 e T9 sono ubicati nel tratto C che è caratterizzato anch'esso da una tendenza complessiva e crescente all'erosione che ha coinvolto soprattutto l'area intorno alla foce del F. Biferno.

Analizzando invece i tratti comprendenti i singoli transetti (Fig. 2), emerge che solo in corrispondenza del transetto 4 si ha un bilancio areale negativo. Tutti gli altri tratti risultano essere complessivamente in progradazione, anche se hanno subito oscillazioni della linea di riva nell'arco degli ultimi 50 anni. Il tratto da considerare in continua progradazione dal 1954 è quello che comprende il transetto 2.

In dettaglio le situazioni locali riferibili ai singoli transetti mostrano che:

- Per il *transetto T1*, le posizioni delle linee di riva evidenziano dal 1954 al 1992 una tendenza alla progradazione con una variazione lineare di 36 m; a questa segue una inversione di tendenza e l'inizio di una fase di erosione con arretramenti complessivi massimi di circa 10 m, pari a 1.6 m/a circa per il periodo 1992-1998. L'evidenza di un episodio di ingressione del mare, da collocare con ogni probabilità all'interno di questa fase di arretramento, è la scarpata di erosione, colonizzata nuovamente dalla vegetazione, che coincide con il margine esterno della duna mobile. Il transetto è caratterizzato da una

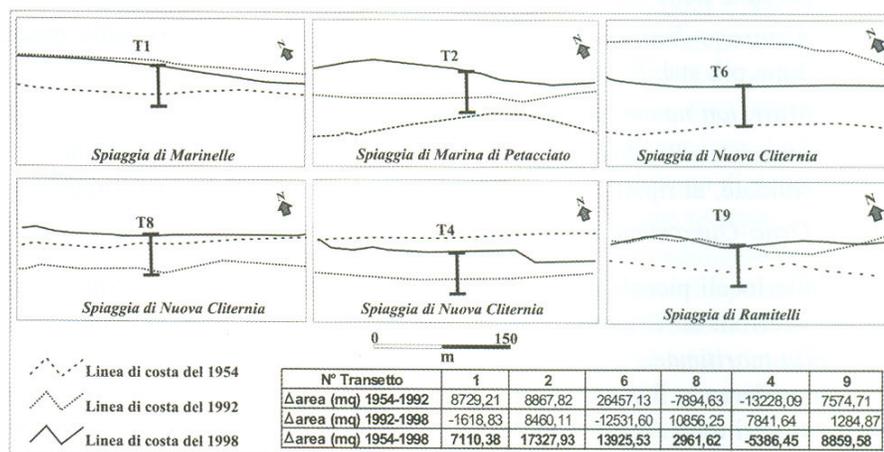


Fig. 2 - Variazioni lineari ed areali dei tratti costieri in cui sono localizzati i transetti.

seconda piccola scarpata di erosione alta circa 30 cm posta al margine della battigia. Essa presenta una copertura ghiaiosa piuttosto abbondante che evidenzia in alcuni punti il limite della berma di tempesta. Senza alcun segno di degrado, questa scarpata di erosione deve riferirsi ad una o più episodi di recente mareggiata.

L'analisi della zonazione vegetazionale rivela in questo caso una sequenza completa delle comunità psammofile ma con evidente riduzione della prima fascia a vegetazione perenne e con processi di insabbiamento in atto delle dune mobili (13 m di elytrigeto, 17 m di ammofileto, 39 m di ammofileto aperto, 5 m di pratelli legati al calpestio, rimboschimento).

– Il *transetto T2* è caratterizzato da una progradazione continua per l'intero periodo considerato, raggiungendo valori massimi di rispettivi 40 m nei periodi 1954-1992 e 1992-1998, a testimonianza di un rafforzamento della tendenza nel secondo periodo per il quale si calcola una variazione positiva di ca. 6.6m/a. La variazione complessiva della superficie di spiaggia nel transetto è di 17.327 mq. Non si notano scarpate di erosione a conferma della persistenza fino allo stato attuale della tendenza alla progradazione.

In questo caso la zonazione vegetazionale di avanduna è completa e le comunità vegetali sono ben strutturate ed estese. Purtroppo però, nell'area di Marina di Petacciato, si ha un'alterazione morfologica e strutturale per cause antropiche delle dune mobili arretrate maggiormente per cause legate allo spianamento, calpestio e presenza di rimboschimenti con specie non autoctone (23 m di elytrigeto, 27 m di ammofileto, 13 m di pratelli di sostituzione della macchia a ginepro, rimboschimento).

– Il *transetto T6* è interessato da una fase di progradazione dal 1954 al 1992 con valori massimi di avanzamento della linea di costa di 80 m; tra il 1992 e il 1998 la tendenza si inverte e si manifesta una fase di erosione con valori massimi di arretramento di 46 m, corrispondenti a ca. 7.6 m/a. A testimonianza della persistenza della tendenza all'erosione si osserva, lungo la battigia attuale, una scarpata di erosione che in alcuni punti raggiunge anche una altezza di 60 cm. La zonazione vegetazionale è fortemente incompleta, essendo stata eliminata la prima fascia di vegetazione perenne (elytrigeto) ed essendo alterata la composizione floristico-strutturale dell'ammofileto (0 m di elytrigeto, 23 m di ammofileto aperto, 56 m di pratelli di sostituzione della macchia a ginepro).

– Il *transetto T8* mostra una tendenza all'erosione dal 1954 al 1992, con arretramenti lineari massimi di 30 m; nel periodo successivo la costa riavanza fino ad oltrepassare l'antica linea di riva del 1954 e la progradazione rag-

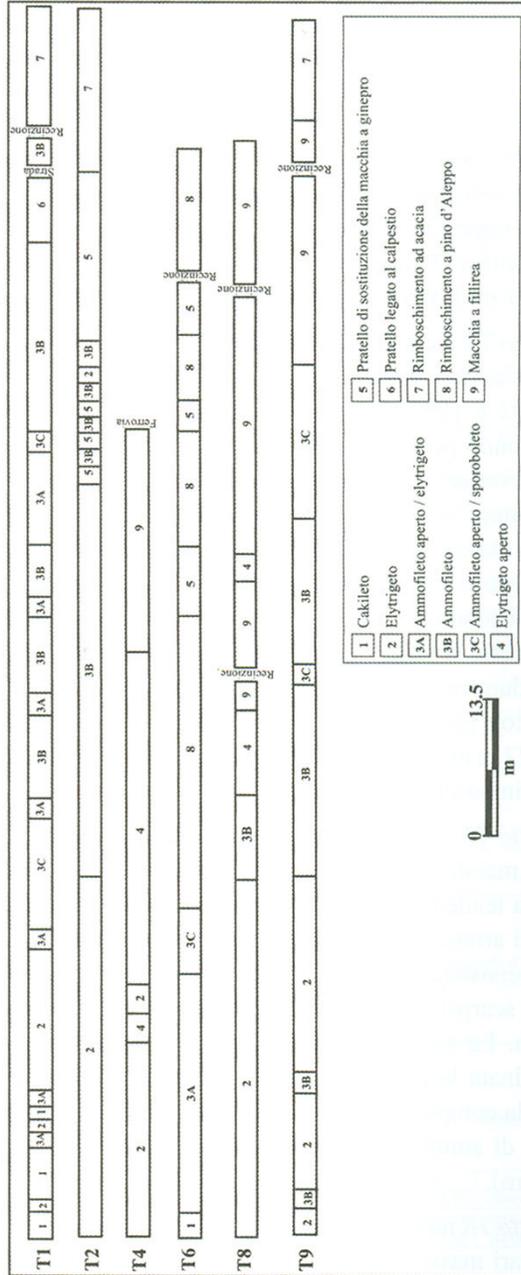


Fig. 3 - Zonazione vegetazionale reale riscontrata lungo i transetti.

giunge valori massimi di 36 m (circa 6 m/a). In questo tratto risultano assenti scarpate di erosione riferibili a possibili tendenze erosive in atto. L'analisi della distribuzione della vegetazione rivela una prima fascia di vegetazione perenne (elytrigeto) ben sviluppata ed una fascia di ammoreto molto ridotta in estensione (25 m di elytrigeto, 6 m di ammoreto, 8 m di elytrigeto aperto, 36 m di macchia a fillirea).

– Il *trasetto 4*, similmente a quello precedente, risulta interessato da erosione nel primo periodo (valori massimi di 50 m pari a 1.3 m/a) e da progradazione nel secondo periodo. In questo caso, però, la progradazione (valori massimi di 30 m) non consente il recupero di quanto eroso precedentemente per cui il bilancio complessivo è negativo. La zonazione della vegetazione non è completa in quanto manca la comunità ad *Ammophila arenaria*, stabilizzatrice delle dune mobili (16 m di elytrigeto, 26 m di elytrigeto aperto, 0 m di ammoreto, 16 m di macchia a fillirea).

– Il *trasetto 9* è interessato da progradazione nel primo periodo preso in esame (valori massimi 30 m). Durante il periodo successivo, questo tratto evidenzia una forte dinamicità e tendenze divergenti da punto a punto. Nell'insieme, comunque, tenendo conto anche dei calcoli areali effettuati, il tratto può definirsi sostanzialmente stabile e vi corrisponde una zonazione vegetazionale di avanduna completa e in un buono stato di conservazione (26 m di elytrigeto, 29 m di ammoreto, 13 m di ammoreto aperto, 18 m di macchia a fillirea, rimboschimento).

#### 4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'approccio di studio integrato ha dato chiara evidenza della stretta relazione tra le dinamiche geomorfologiche e vegetazionali del sistema spiaggia-duna. In particolare, l'analisi della distribuzione spaziale della vegetazione psammofila ha mostrato che l'assenza dell'elytrigeto è da imputare ad un arretramento recente che ha comportato l'erosione di 30-40 m di spiaggia; quando invece è l'ammoretto a mancare mentre l'elytrigeto si è ricostituito, allora l'arretramento è stato di almeno 50 m, ma ha riguardato il periodo 1954-1992, seguito poi da una recente progradazione. L'analisi floristico-strutturale delle comunità vegetali dunali rivela quindi l'entità e la consistenza dei processi avvenuti. Si può quindi affermare che le comunità psammofile delle dune embrionali e delle dune mobili possono essere utilizzate per il monitoraggio dello stato di conservazione del litorale, fungendo da ottimi bioindicatori delle dinamiche evolutive del sistema duna-spiag-

gia. Viceversa, l'analisi geomorfologica, e con essa la ricostruzione della dinamica evolutiva del litorale e dei ritmi medi con cui le fasi di arretramento/progradazione si sono susseguite e si stanno attualmente verificando, consente di effettuare delle previsioni riguardanti l'evoluzione a breve termine del litorale in base alle tendenze in atto riscontrate, e di valutare la vulnerabilità dei sistemi dunali e il loro rischio di degrado. Inoltre, la ricostruzione delle recenti tendenze evolutive, protratte anche nel futuro attraverso il monitoraggio, e supportato da un certo dettaglio cronologico, può dare informazioni importanti circa i tempi necessari e le modalità di ricostituzione dell'ecosistema dunale a seguito di determinati episodi di avanzamento/arretramento della linea di riva.

In conclusione, l'approccio analitico utilizzato, supportato da un attività di monitoraggio integrato del sistema spiaggia-duna, oltre a consentire di fare delle previsioni sulla vulnerabilità del litorale in relazione alle tendenze attuali ed a possibili modificazioni della dinamica dovute ad influenze antropiche e/o climatiche, può risultare utile nel definire interventi di protezione finalizzati alla sua salvaguardia.

#### BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA A., ANZELLOTTI I., BLASI C., STANISCI A., 1998. *Sequenza fitotopografica nella duna costiera del Parco Nazionale del Circeo*. In: A. STANISCI, S. ZERUNIAN (eds.), *Flora e vegetazione del Parco Nazionale del Circeo*. Ministero per le politiche agricole, Gestione ex A.S.F.D., Sabaudia: 169-170.
- ACOSTA A., BLASI C., STANISCI A., 2000. *Spatial connectivity and boundary patterns in coastal dune vegetation in the Circeo National Park, Central Italy*. *Journal of Vegetation Science*, 11: 149-154.
- ACOSTA A., STANISCI A., ERCOLE S., BLASI C., 2003. *Sandy coastal landscape of the Lazio region (Central Italy)*. In stampa su *Phytocoenologia*.
- AUCELLI P.P.C., DE PIPPO T., IANNANTUONO E., ROSSKOPF C., 2003a. *Evolutionary trends and present morphodynamics along the Molise coast and their relationship to shore protection structures (Southern Italy)*. Atti del Convegno 4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Bologna.
- AUCELLI P.P.C., DE PIPPO T., IANNANTUONO E., ROSSKOPF C., 2003b. *Preliminary results about the role of winds as principal regulators of Molise's coastline dynamics during the last 50 years (Adriatic Sea, Italy)*. In stampa su: *Magazine geomorphologie*.

- AUCELLI P.P.C., BRANCACCIO L., FAILLACE P.I., PELLEGRINO P., ROSSKOPF C.M., SCAPILLATI N., 2003c. *L'evoluzione recente della costa molisana (Italia meridionale)*. In stampa su *Il Quaternario*.
- BIONDI E., 1997. *Syntaxonomy of the mediterranean chamaephytic and nanophanerophytic vegetation in Italy*. *Colloques Phytosociologiques*, 27: 123-145.
- BIONDI E., 1999. *Diversità fitocenotica degli ambienti costieri italiani*. *Suppl. Boll. Museo Civ. Sc. Nat. Venezia*, 49, 1998: 39-105.
- BLASI C., ANZELLOTTI I., ACOSTA A., STANISCI A., DI MARZIO P., 1999. *Vegetazione e disturbo antropico nella duna costiera del Parco Nazionale del Circeo*. *Suppl. Boll. Museo Civ. Sc. Nat. Venezia*, 49, 1998.
- GÉHU J.M., COSTA M., SCOPPOLA A., BIONDI E., MARCHIORI S., PERIS J.B., FRANCK J., CANIGLIA G., VERI L., 1984. *Essay synsistematique et synchorologique sur les végétations littorales italiennes dans un but conservatoire*. *Doc. Phytosoc.*, 8: 393-474.
- GÉHU J.M., BIONDI E., 1994. *Antropizzazione delle dune del Mediterraneo*. In: C. FERRARI, F. MANES, E. BIONDI (eds.), *Alterazioni ambientali ed effetti sulle piante*, Ed agricole, Bologna: 160-176.
- IANNANTUONO E., 2002. *Studio della dinamica della costa molisana dal 1954 ad oggi attraverso l'analisi geomorfologica e climatica*. Tesi di Laurea, Università degli Studi del Molise: 120 pp.
- LUCCHESI F., 1995. *Elenco preliminare della flora spontanea del Molise*. *Ann. Bot. (Roma)*, 53, Studi sul territorio, Suppl. 12.
- PAURA B., LUCCHESI F., 1997. *The phytoclimate of Molise region*. *Atti del 97° IAVS Symposium, Ceské Budejovice, 18-23 August 1997, Repubblica Ceca*.
- STANISCI A., ACOSTA A., CECORO N., PETRARCA M., 2002. *Fitodiversità della costa molisana a Nord di Termoli (Molise)*. *Atti del 97° Congresso della Società Botanica Italiana, Lecce (Italia)*.
- STANISCI A., CONTI F., 1990. *Aspetti vegetazionali di un settore costiero molisano-abruzzese*. *Ann. Bot. (Roma)*, 48, Studi sul Territorio, Suppl. 7: 85-94.
- TAFFETANI F., BIONDI E., 1989. *La vegetazione del litorale molisano e pugliese tra le foci dei fiumi Biferno e Fortore (Adriatico Centro-Meridionale)*. *Colloques Phytosoc.*, 18: 323-350.
- VITTORINI S., 1991. *La diminuzione del trasporto solido nei fiumi italiani tra il periodo prebellico e quello attuale*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 14: 252-258.
- WHITTAKER R.H., 1965. *Gradient analysis of vegetation*. *Biol.Rev.*, 49: 207-264.