

Stato delle conoscenze e alterazioni indotte dal disturbo sulle fitocenosi delle coste sabbiose laziali

S. Ercole, A. Acosta¹ & C. Blasi²

Dipartimento Difesa della Natura, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, via Curtatone, 3, 00185 Roma; e-mail: stefania.ercole@apat.it

¹*Dipartimento di Biologia, Università di Roma Tre, V.le Marconi 446, 00146 Roma*

²*Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma La Sapienza, P.le Aldo Moro 5, 00185 Roma*

Abstract

Knowledge and alterations caused by disturbance of sandy coastal phytocoenoses of Lazio. In this paper we discuss the effects of disturbance on the plant communities of fixed and mobile dunes. Human driven alterations may act on these environments modifying the entire ecosystem, including both biotic and abiotic components, and transforming the structure and composition of the community. In order to interpret these alterations the comparison between Actual Real Vegetation and Potential Natural Vegetation results very useful. Presently the Actual Real Vegetation along our coasts differs increasingly from the Potential one and provides, therefore, a useful reference for the evaluation of the conservation state of a site. Moreover the understanding of the role of substitution phytocoenoses, the interpretation of spatial and floristic alterations of the communities, in addition to an attention for the morphological transformations of the system, may also be useful for such an evaluation.

Key words: fragmentation, psammophilous species, potential natural vegetation, substitution communities.

Riassunto

Vengono discussi gli effetti provocati dal disturbo sulle fitocenosi delle dune costiere mobili e fisse. Le alterazioni antropogeniche possono agire su questi ambienti modificando l'intero ecosistema nelle sue componenti biotiche ed abiotiche e trasformando, a livello cenologico, la struttura e la composizione delle comunità. Per l'interpretazione di tali alterazioni è molto utile il confronto tra Vegetazione Reale e Vegetazione Naturale Potenziale. Lungo i nostri litorali attualmente la Vegetazione Reale si discosta sempre più da quella Potenziale e fornisce quindi un riferimento per la valutazione dello stato di conservazione di un certo sito. Per questa valutazione può essere utile anche la comprensione del ruolo delle fitocenosi di sostituzione, l'interpretazione delle alterazioni spaziali e floristiche delle comunità, oltre che l'attenzione alle trasformazioni morfologiche del sistema.

Parole chiave: comunità di sostituzione, frammentazione, specie psammofile, vegetazione naturale potenziale.

Gli ambienti dunali costieri sono sede di ecosistemi estremamente vulnerabili nei quali le relazioni tra la componente biotica ed abiotica sono molto strette e complesse. Le biocenosi infatti sono fortemente influenzate dalle caratteristiche fisiche e microtopografiche del sito, collocandosi in questi habitat lungo un gradiente complesso che si sviluppa a partire dalla linea di battigia, procedendo verso l'entroterra, perpendicolarmente alla linea di costa (Ranwell, 1972; Barbour & de Jong, 1977).

Nei sistemi sabbiosi costieri del Mediterraneo, tale gradiente mare-entroterra è caratterizzato dalla variazione delle condizioni ambientali in una breve distanza. Lungo questa direttrice mare-terra si sviluppano comunità vegetali che hanno ampiezza ecologica estremamente limitata, caratterizzate da piante molto specializzate e dotate di particolari adattamenti eco-fisiologici.

Questi ecosistemi sono sede di processi chimico-fisici che sono alla base del loro funzionamento, e proprio la complessità dei pattern abiotici e dei processi tipici di tali ambienti sono responsabili della diversità e della peculiarità delle biocenosi (Westhoff, 1989). La

pressione delle attività antropiche che si concentra sulle coste in Italia, porta però ad una progressiva alterazione di tali processi, provocando trasformazioni dal punto di vista sedimentologico, morfologico e idrogeologico, causando come conseguenza una modificazione delle comunità animali e vegetali che vivono sia negli ambienti sommersi, che in quelli emersi.

Queste alterazioni divengono irreversibili nei casi in cui il disturbo sia molto intenso e si protragga nel tempo. Inoltre il fatto che le specie che vivono in tali ambienti abbiano esigenze ecologiche molto peculiari, ovvero scarsa ampiezza ecologica, comporta che, se viene distrutto il loro habitat, esse non sono in grado di adattarsi a vivere in condizioni diverse.

I principali fattori di minaccia per questi ambienti litoranei sono rappresentati dalle attività antropiche collegate all'urbanizzazione ed al turismo e dall'erosione costiera. A seconda della severità del disturbo, si hanno diversi effetti, che vanno dall'alterazione della composizione in specie delle comunità, al cambiamento della disposizione delle cenosi, fino alla loro completa scomparsa.

Le problematiche connesse alla valutazione della

naturalità, qualità e stato di conservazione delle coste sono state affrontate in numerosi studi (Géhu *et al.*, 1984; Pignatti, 1993; Van der Maarel, 1993; Biondi, 1999; Acosta *et al.*, 2000a; Van der Maarel, 2003; Acosta *et al.*, 2003a; Buffa *et al.*, 2005). Le comunità vegetali delle dune possono essere considerate dei bioindicatori dello stato di conservazione degli ecosistemi costieri, fornendo indicazioni sul disturbo naturale ed antropico (Van Leeuwen & Van der Maarel, 1971; Géhu & Biondi, 1994). La conoscenza delle biocenosi ed in particolare della vegetazione potenziale può essere uno strumento adatto per valutare gli effetti del disturbo, rappresentando quindi una conoscenza utile anche ai fini della gestione e del monitoraggio.

Lo stato di conservazione di un determinato sistema costiero può essere valutato attraverso l'analisi delle fitocenosi, utilizzando criteri floristico-vegetazionali e strutturali. Tra i diversi criteri possono essere considerati per ciascuna comunità:

- composizione floristica, con particolare attenzione alla presenza delle specie caratteristiche dei vari *syntaxa*, di specie vulnerabili, rare e di rilievo;
- presenza di specie ruderali, ad ampia distribuzione ed esotiche;
- struttura, estensione areale, diffusione ed eventuale frammentazione della comunità;
- posizione della comunità lungo la seriazione psammofila e coerenza con la situazione ideale;
- presenza di comunità di sostituzione al posto delle comunità appartenenti alla Vegetazione Naturale Potenziale.

Il presente lavoro, riepilogando lo stato delle conoscenze relative alla vegetazione costiera del Lazio sulla base dei lavori pubblicati in precedenza, si propone di identificare le principali alterazioni indotte sulle fitocenosi psammofile dalle diverse forme di disturbo. L'ipotesi di partenza è che si possano ricavare informazioni relative alla qualità ed allo stato di conservazione degli ecosistemi costieri, basandosi sul raffronto tra Vegetazione Naturale Potenziale (VNP) e Vegetazione Reale (VR).

Stato delle conoscenze sulle coste sabbiose laziali

Il settore costiero italiano analizzato per questa ricerca corrisponde al litorale sabbioso della regione Lazio, conosciuto grazie a numerosi studi che si protraggono da più di un decennio.

Un lavoro di sintesi (Stanisci *et al.*, 2004), risultato degli studi che hanno indagato tali ambiti dal punto di

vista cenologico, descrive 13 comunità vegetali per gli ambiti psammofili laziali, sulla base di 235 rilievi fitosociologici, di cui 154 originali, realizzati tra il 1999 ed il 2002, e 81 già pubblicati (Géhu *et al.*, 1984; Lucchese & Pignatti, 1990; Vagge & Biondi, 1999, Acosta *et al.*, 2000b; Filesi & Ercole, 2000; Biondi, 2000).

Per la costa laziale è stato inoltre proposto un modello di classificazione gerarchica, basato su una metodologia che si avvale dei caratteri fisici del territorio (Blasi *et al.*, 2000). In particolare nella ricerca sono stati utilizzati i caratteri climatici, litologici ed idrogeologici, riconoscendo un sistema di paesaggio, tre sottosistemi e tre unità ambientali (Acosta *et al.*, 2003b).

Le conoscenze acquisite permettono quindi di descrivere la Vegetazione Naturale Potenziale dei diversi settori costieri, individuando tre differenti sequenze catenali ideali, per le tre unità ambientali che coprono l'intero sviluppo del litorale (Acosta *et al.*, 2003b).

I siti che ancora conservano lembi di dune con vegetazione naturale comprendono a nord di Roma la zona di Montalto di Castro e Tarquinia e una parte della Riserva del Litorale Romano, mentre a sud di Roma sono situati nella Tenuta di Castelporziano, a Tor Paterno-Capocotta, su parte del litorale di Lavinio, Torre Astura e lungo il litorale del Parco Nazionale del Circeo e di Fondi-Sperlonga.

Si può affermare che non esistono più, in questo settore dell'Italia centrale, siti inalterati, nei quali sia possibile osservare le comunità vegetali indisturbate e la sequenza fito-topografica completa. Nelle località citate in precedenza si rilevano però ancora alcune delle cenosi psammofile, organizzate spesso lungo una seriazione più o meno alterata, nella quale cioè una o più comunità sono molto ridotte e frammentate o talvolta completamente scomparse.

Vegetazione Reale e Vegetazione Naturale Potenziale

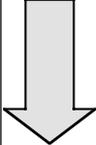
Si è osservato che lungo il litorale in studio la distanza tra VNP e VR è tanto maggiore quanto più i siti si trovano in vicinanza di Roma o in prossimità di centri abitati. Infatti le conseguenze più gravi del disturbo antropico sono visibili lungo le coste del Lazio centrale, dove si riversa il maggior afflusso turistico proveniente dalla capitale e dove si concentrano le più grandi aree residenziali. In corrispondenza di questi settori costieri, nei quali l'intensità del disturbo è estremamente elevata, la vegetazione spontanea è spesso completamente scomparsa e le conseguenze sull'ecosistema divengono

quindi irreversibili.

Nei tratti costieri più distanti dai centri urbani invece, la distanza tra VNP e VR è minore, come dimostra la presenza di fitocenosi psammofile ancora rilevabili, disposte lungo una sequenza fito-topografica, seppur parziale.

In Tab. 1 vengono schematizzati i principali effetti del disturbo sulle fitocenosi, tutti attualmente osservabili lungo le coste del Lazio.

Tab. 1 - Effetti sulle fitocenosi all'aumentare dell'intensità del disturbo

	Disturbo debole	Aumento delle specie ruderali e ad ampia distribuzione
		Comparsa di comunità di sostituzione al posto della VNP
		Frammentazione delle comunità
		Alterazione della sequenza delle comunità lungo la zonazione
	Disturbo elevato	Totale scomparsa delle fitocenosi

Se l'intensità del disturbo non è molto elevata le conseguenze riguardano in primo luogo la composizione specifica della comunità. Questa può variare in seguito ad alterazioni di lieve entità, quali calpestio dovuto a frequentazione turistica, vicinanza di strade, campi coltivati o di giardini, con conseguente ingressione di specie ad ampia distribuzione, di specie ruderali quali *Centaurea sphaerocephala*, o di entità esotiche, talvolta introdotte per scopi ornamentali, come *Carpobrotus acinaciformis*.

In seguito a disturbo di intensità di livello medio, si può osservare invece la comparsa di comunità di sostituzione in luogo delle cenosi potenziali. Le cenosi di sostituzione sono legate alla rimozione della VNP attraverso azioni quali taglio, incendio, spianamento e sono dinamicamente legate a specifiche comunità potenziali (Tab. 2). Quando invece l'impatto antropico diviene più intenso e si protrae nel tempo avviene prima la frammentazione e l'alterazione progressiva della sequenza fito-topografica, poi la perdita di alcune cenosi, ed infine la totale scomparsa della vegetazione delle dune (Tab. 1).

Il disturbo sulle comunità della spiaggia e delle dune mobili

Nel settore della spiaggia propriamente detta, ovvero quello compreso tra il mare e le prime dune, le forme di disturbo prevalenti nel Lazio sono di due tipi: la forte erosione costiera e l'impatto del turismo estivo. L'erosione costiera agisce in moltissimi tratti di litorale e spesso provoca la completa scomparsa di tutto il settore delle sabbie mobili e della spiaggia (Fig. 1a), mentre la pulizia e lo spianamento della spiaggia, finalizzati alla fruizione estiva da parte dei bagnanti ed effettuati spesso con mezzi meccanici, causano la distruzione della naturale morfologia della spiaggia. Come conseguenza le comunità vegetali possono scomparire totalmente attraverso progressiva frammentazione (Fig. 1b).

Nei casi in cui il disturbo è meno intenso si possono osservare comunità di sostituzione in luogo della VNP. Legate all'impatto del turismo estivo ed in particolare all'alterazione dovuta a calpestio eccessivo, sono ad esempio le cenosi di sostituzione del *Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae*, tipiche del Lazio meridionale, che si collocano nel settore di transizione tra dune mobili e dune stabilizzate, in sostituzione per lo più del *Crucianelletum maritimae* (Tab. 2). Anche le comunità erbacee inquadrabili nel *Sileno coloratae-Ononidetum variegatae* hanno un importante ruolo di sostituzione, potendo rimpiazzare sia le cenosi annuali della spiaggia e delle dune mobili, sia quelle perenni della duna stabilizzata (Tab. 2).

In generale dall'analisi dei siti studiati nel Lazio, si è visto che le cenosi della spiaggia e delle dune mobili sono quelle più vulnerabili all'impatto antropico. Negli ultimi anni si è assistito alla loro completa scomparsa in molte delle località in studio, tanto che oggi sono divenute molto rare.

Come detto le cenosi della spiaggia vengono messe in pericolo per lo più dai fenomeni di ingressione marina, in seguito ai quali si rinviene spesso una seriazione "tagliata", ovvero mancante di tutta la prima porzione, poiché spesso comincia dal ginepreto (Fig. 1a). Questa situazione è molto grave poiché comporta la distruzione delle comunità della prima parte della seriazione, ma soprattutto la completa scomparsa delle specie psammofile che le componevano, che potrebbero non essere in grado di tornare a colonizzare quel sito.

Le specie tipicamente psammofile, quali *Ammophila arenaria* subsp. *australis* o *Crucianella maritima*, sono caratterizzate da adattamenti peculiari che gli permettono di sopravvivere in questi ambienti, ma le rendono anche particolarmente sensibili alle alterazioni del loro habitat,

Tab. 2 - Descrizione sintetica delle fitocenosi psammofile potenziali e delle comunità di sostituzione

Vegetazione Naturale Potenziale	Fisionomia	Habitat
<i>Salsolo-Cakiletum (Sal-Cak)</i>	Vegetazione effimera delle sabbie mobili	Spiaggia
<i>Echinophoro-Elytrigetum (Ech-Ely)</i>	Vegetazione pioniera perenne	Embriodune
<i>Echinophoro-Ammophiletum (Ech-Amm)</i>	Vegetazione perenne a dominanza di ammofila	Dune mobili
<i>Crucianelletum maritimae (Cru mar)</i>	Vegetazione camefitica	Dune mobili
<i>Maresion nanae</i>	Pratelli annuali	Dune mobili
<i>Asparago-Juniperetum macrocarpae (Asp-Jun)</i>	Ginepreto pioniero	Dune semi-fisse
<i>Phillyreo-Juniperetum phoeniceae (Phi-Jun)</i>	Macchia sempreverde	Dune fisse
<i>Pistacio-Rhamnetum alaterni (Pi -Rha)</i>	Macchia sempreverde	Dune fisse
<i>Viburno-Quercetum ilicis (Vib-Que)</i>	Bosco sempreverde a dominanza di leccio	Dune fisse
Comunità di sostituzione	Fisionomia	Legami successionali con la VNP
<i>Sileno coloratae-Ononidetum variegatae</i>	Pratelli annuali delle radure	<i>Sal-Cak, Ech-Ely, Ech-Amm, Cru mar, Asp-Jun</i>
<i>Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae</i>	Vegetazione camefitica	<i>Cru mar, Asp-Jun</i>
<i>Helychriso stoechadis-Cistetum eriocephali</i>	Gariga	<i>Pi -Rha, Phi -Jun, Vib-Que</i>
<i>Phillyreo angustifoliae-Ericetum multiflorae</i>	Macchia bassa sempreverde	<i>Pi -Rha, Phi -Jun</i>
<i>Myrto-Lentiscetum</i>	Macchia sempreverde	<i>Vib-Que</i>

dovute ad esempio a mutate condizioni morfologiche, idrologiche, sedimentologiche e chimico-fisiche e quindi le espongono maggiormente al rischio di estinzione locale.

In tal senso le conseguenze indotte dalla pressione turistica sono meno gravi poiché spesso comportano la scomparsa delle comunità, ma non sempre portano alla distruzione completa delle popolazioni delle specie (Fig. 1b). Ciò fa sì che, se il disturbo terminasse, esse potrebbero tornare a colonizzare il sito, strutturandosi con il tempo in cenosi e contribuendo a ricostituire progressivamente la naturale morfologia dunare (Fig. 1c).

Il disturbo sulle comunità delle dune fisse

Le specie che compongono le cenosi delle dune fisse, quali *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, hanno esigenze ecologiche meno ristrette di quelle tipicamente psammofile, e sono adattate a vivere anche in contesti di diverso tipo, risultando da questo punto di vista meno vulnerabili.

Tra le cenosi che sostituiscono la VNP, in seguito a disturbo, si può osservare il *Phillyreo angustifoliae-Ericetum multiflorae*, che rimpiazza la macchia sempreverde quando viene rimossa e si rinviene sulle dune stabili interne, protette dai venti salsi, del settore

più meridionale del Lazio (Circeo e Sperlonga).

I cisteti inquadrabili nell'*Helychriso stoechadis-Cistetum eriocephali*, sono invece presenti soprattutto nel Lazio settentrionale, dove costituiscono gli orli delle comunità di macchia sempreverde delle dune stabili che si formano quando vengono create (per taglio, incendio, ecc.) delle radure all'interno di queste fitocenosi. Tali cisteti sono in contatto anche con i pratelli effimeri che colonizzano tali radure, inquadrabili nel *Sileno coloratae-Ononidetum variegatae*.

Oltre a tagli ed incendio, diverse sono le forme di disturbo che agiscono sulle comunità delle dune stabilizzate. L'impatto dovuto all'edificazione di insediamenti e centri urbani provoca in generale la completa distruzione di tali ambienti, con spianamento, cementificazione ed impermeabilizzazione di vasti tratti di litorale sabbioso. Gli effetti sono in generale irreversibili.

Talvolta l'area di pertinenza delle dune stabili è invece interessata da rimboschimenti (Fig. 1d) o da aree agricole. Nel primo caso in numerosi siti nel Lazio, nei quali i rimboschimenti non vengono più gestiti ed utilizzati, è possibile osservare la progressiva ricolonizzazione delle specie autoctone, al di sotto del rimboschimento (Fig. 1e). In questo caso, se tale processo proseguisse, partendo da centri di colonizzazione rappresentati spesso da nuclei di macchia residuale, rimasti al margine del rimboschimento, lentamente avverrebbe la strutturazione delle comunità di macchia e la

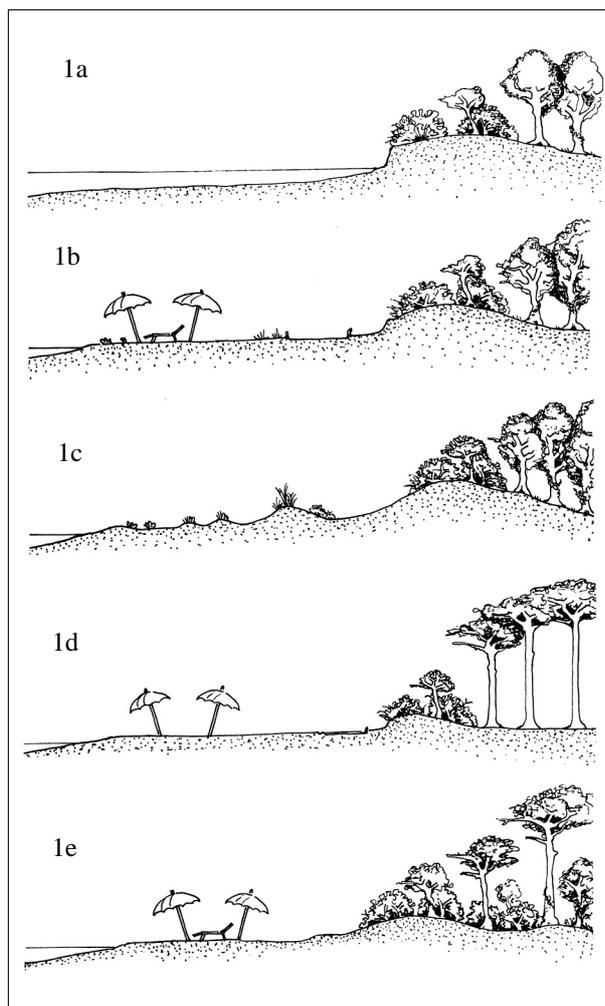


Fig. 1 (a-e) - Sezioni schematiche della seriazione catenale psammofila in alcuni casi particolari. 1a: effetto dell'erosione della spiaggia per ingressione marina; 1b: alterazione della morfologia della spiaggia in seguito a spianamento e pulizia; 1c: seriazione psammofila ideale e morfologia naturale delle dune; 1d: alterazione della morfologia della spiaggia per scopi turistici e della duna fissa per impianto di rimboscimento; 1e: ricolonizzazione sotto al rimboscimento da parte delle specie autoctone e inizio di riformazione della morfologia naturale

progressiva ricostruzione della morfologia dunare, necessaria affinché con il tempo si possa formare anche una vera e propria lecceta, che progressivamente andrebbe a sostituire il rimboscimento.

Considerazioni conclusive

Il confronto tra la VR e la VNP, ai fini dell'interpretazione delle dinamiche in atto in un

determinato sito, deve comprendere non solo l'analisi della presenza/assenza delle fitocenosi, ma anche l'osservazione della loro struttura e della loro composizione specifica. Inoltre l'analisi della sequenza catenale con la quale le comunità si susseguono lungo il gradiente mare-terra, se confrontata con la seriazione ideale, fornisce utili informazioni sui processi di alterazione passati e su quelli in corso e sulla eventuale presenza di cenosi di sostituzione, al posto delle comunità potenziali

Lo stato di conservazione dei siti studiati lungo la costa del Lazio, ha messo in luce che l'integrità di questi sistemi decresce progressivamente con l'aumentare dell'intensità del disturbo e con il protrarsi nel tempo di questo. Maggiore è il disturbo, più evidenti divengono i fenomeni di frammentazione delle cenosi, di destrutturazione e di impoverimento floristico. All'estinzione locale delle specie psammofile più vulnerabili si può accompagnare l'ingressione di specie ruderali ed esotiche, a scapito delle specie collegate alla VNP.

Una elevata incidenza dell'impatto antropico, rappresentato per lo più da pressione turistica ed erosione su spiagge e dune mobili e da edificazione, rimboscimenti ed agricoltura sulle dune stabili, ha portato nel Lazio alla completa scomparsa delle comunità lungo la gran parte del litorale. Si è inoltre osservato che gli effetti del disturbo divengono progressivamente più evidenti avvicinandosi al litorale prospiciente i centri urbani più importanti.

All'interno della seriazione psammofila le comunità pioniere ed erbacee della spiaggia e delle dune mobili, costituite da specie aventi nicchia ecologica molto ristretta, si trovano raramente in un buono stato di conservazione, divenendo sempre più rare nel Lazio, mentre le cenosi legnose tipiche delle dune fisse, quando presenti, sono risultate in generale meglio conservate.

Ringraziamenti

Si ringrazia Carlo Percopo per l'esecuzione dei disegni.

Bibliografia

- Acosta A., Blasi C. & Stanisci A., 2000a. Spatial connectivity and boundary patterns in coastal dune vegetation in the Circeo National Park, Central Italy. *J. Veg. Sci.* 11: 149-154.

- Acosta A., Blasi C., Esposito S. & Stanisci A., 2000b. Analisi della vegetazione delle dune costiere del Lazio centro-meridionale. *Inf. Bot. Ital.* 32 (1): 5-10.
- Acosta A., Carranza M.L., Ricotta C., Stanisci A. & Blasi C., 2003a. Quantifying ecological mosaic connectivity and hemeroby with a new topoecological index. *Phytocoenologia*, 33 (4): 623-631.
- Acosta A., Stanisci A., Ercole S. & Blasi C., 2003b. Sandy coastal landscape of the Lazio region (Central Italy). *Phytocoenologia* 33 (4): 715-726.
- Barbour M. & De Jong T., 1977. Response of West coast beach taxa to salt spray, seawater inundation and soil salinity. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 104(1): 29-34.
- Biondi E., 1999. Diversità fitocenotica degli ambienti costieri italiani. *Boll. Museo Civ. Sc. Nat. Venezia* 49: 39-105. Arsenale ed.
- Biondi E., 2000. Syntaxonomy of the Mediterranean chamaephytic and nanophanerophytic vegetation in Italy. *Coll. Phytosoc.* 27: 123-145.
- Blasi C., Carranza M.L., Frondoni R. & Rosati L., 2000. Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscapes. *J. Appl. Veg. Sci.* 3: 233-242.
- Buffa G., Mion D., Gamper U., Ghirelli L. & Sburlino G., 2005. Valutazione della qualità e dello stato di conservazione degli ambienti litoranei: l'esempio del S.I.C. "Penisola del Cavallino: biotopi litoranei" (Venezia, NE-Italia). *Fitosociologia* 42 (2): 3-13.
- Files L. & Ercole S., 2000. Vegetazione costiera e qualità ambientale del litorale di Montalto di Castro (Lazio settentrionale). *Inf. Bot. Ital.* 32 suppl. 1: 63-69.
- Géhu J.M. & Biondi E., 1994. Antropizzazione delle dune del Mediterraneo. In : Ferrari C., Manes F. & Biondi E. (eds.), *Alterazioni ambientali ed effetti sulle piante*. Edagricole, Bologna, Italy. Pp. 160-176.
- Géhu J.M., Costa M., Scoppola A., Biondi E., Marchiori S., Peris J.B., Franck J., Caniglia G. & Veri L., 1984. Essay synsystématique et synchorologique sur les végétations littorales italiennes dans un but conservatoire. *Doc. Phytosoc.* 8: 393-474.
- Lucchese F. & Pignatti S., 1990. Sguardo sulla vegetazione del Lazio marittimo. In: *Ricerche ecologiche, floristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana*. Quad. Accademia Naz. dei Lincei, Roma, 261: 5-48.
- Pignatti S., 1993. Dry coastal ecosystems of Italy. In: van der Maarel E. (ed.): *Dry coastal ecosystems. Ecosystems of the world*. Elsevier, Amsterdam: 379-390.
- Ranwell D., 1972. *Ecology of Salt Marshes and Sand dunes*. London, Chapman and Hall, 258p.
- Stanisci A., Acosta A., Ercole S. & Blasi C., 2004. Plant communities on coastal dunes in Lazio (Italy). *Annali di Botanica n.s.*, vol. IV: 7-16.
- Vagge I. & Biondi E., 1999. La vegetazione delle coste sabbiose del Tirreno settentrionale italiano. *Fitosociologia* 36 (2): 61-96.
- Van der Maarel E., 1993. *Ecosystems of the world: dry coastal ecosystems*. Elsevier, Amsterdam.
- Van der Maarel E., 2003. Some remarks on the functions of European coastal ecosystems. *Phytocoenologia* 33 (2-3): 187-202.
- Van Leeuwen C.G. & Van der Maarel E., 1971. Pattern and process in coastal dune vegetation. *Acta Bot. Neerl.* 20: 191-204.
- Westhoff V., 1989. Dunes and dune management along the North Sea coasts. In: van der Meulen F., Jungerius P.D. & Visser J.H. (eds.): *Perspectives in coastal dune management*. SPB Academic Publishing bv. The Hague, The Netherlands: 41-51.