

L. PIAZZI (*), E. CECCHI (**), G. PARDI (*), F. CINELLI (*)

I POPOLAMENTI MACROALGALI DI CALAFURIA (LIVORNO)

Riassunto - Lo scopo del presente studio è stato quello di mettere insieme i dati, sia pubblicati che non pubblicati, derivanti da studi effettuati nell'area di Calafuria negli ultimi 15 anni. Da questi dati si è cercato di definire la composizione in specie dei popolamenti algali in relazione ai differenti habitat che caratterizzano l'area. In totale sono state determinate 197 specie macroalgali, tra le quali 27 Chlorophyta, 30 Fucophyceae e 140 Rhodophyta. La dominanza di feltro algale, principalmente dominato da *Womersleyella setacea*, rappresenta una caratteristica peculiare dell'area di studio e può essere legata agli elevati tassi di sedimentazione che caratterizzano l'area. Sono state identificate alcune specie considerate rare e alcune specie introdotte. I popolamenti algali di Calafuria, nonostante i fattori di disturbo evidenziati, presentano ancora un'alta biodiversità probabilmente legata all'eterogeneità morfologica dell'area.

Parole chiave - Costa rocciosa, habitat, popolamenti macroalgali, Mar Ligure.

Abstract - *Macroalgal assemblages of Calafuria (Leghorn)*. The present paper aimed to review data of studies carried out along the coast of Calafuria during the last 15 years. By these data, the species composition of macroalgal assemblages has been determined for the main habitat of the area. A total of 197 species has been reported, among them 27 Chlorophyta, 30 Fucophyceae and 140 Rhodophyta. The dominance of algal turf, mostly constituted by *Womersleyella setacea*, characterize the area and it may be related to high sedimentation rates. Several rare and introduced species were identified. Although factors of disturbance that characterized the area, macroalgal assemblages of Calafuria, show a high biodiversity probably related to the high morphological heterogeneity of the area.

Key words - Rocky shores, habitats, macroalgal assemblages, Ligurian Sea.

INTRODUZIONE

La conoscenza della distribuzione e della struttura delle comunità bentoniche rappresenta uno strumento fondamentale per la gestione dell'ambiente marino. I popolamenti macroalgali, in particolare, sono stati ampiamente utilizzati per caratterizzare e monitorare gli ecosistemi costieri (Rindi & Guiry, 2003; Arevalo *et al.*, 2007; Ballesteros *et al.*, 2007). Le macroalghe rappresentano, infatti, la componente dominante nei popolamenti bentonici di costa rocciosa nei mari temperati, dove rivestono un ruolo fondamentale nel determinare la biomassa, la produzione e la diversità dei sistemi costieri. Inoltre rappresentano degli ottimi indicatori ecologici, dal momento che cambiamenti nella struttura di popolamenti macroalgali

riflettono modificazioni ambientali sia naturali che legate alle attività umane. Infatti, la distribuzione delle macroalghe è legata sia a fattori abiotici, come la luce, la salinità, il tipo di substrato e l'idrodinamismo (Kautsky & Van der Maarel, 1990; Lüning, 1993; Andrew & Viejo, 1998), sia biotici, come la competizione con altri organismi bentonici e la predazione (Paine, 1990; Benedetti-Cecchi & Cinelli, 1995; Sala & Boudouresque, 1997), ma anche a fattori di disturbo antropici, quali l'inquinamento, la degradazione degli habitat e l'introduzione di specie alloctone (Verlaque & Fritayre, 1994; Chapman *et al.*, 1995; Rodriguez Prieto & Polo, 1996; Walker & Kendrick, 1998; Soltan *et al.*, 2001; Piazzini & Balata 2008a, b). Lo studio della struttura dei popolamenti macroalgali rappresenta quindi un importante strumento per la caratterizzazione e il monitoraggio degli ecosistemi costieri, in particolar modo nel Mar Mediterraneo dove questi popolamenti sono alla base dei modelli di zonazione biogeografica e bionomica (Boudouresque, 1984; Giaccone & Geraci, 1989; Giaccone *et al.*, 1993; 1994).

Lungo la costa toscana, il litorale roccioso a sud di Livorno rappresenta una tra le aree più studiate al mondo per quanto riguarda l'ecologia dei popolamenti bentonici e dei popolamenti macroalgali in particolare. Dopo un primo studio finalizzato a definire la struttura dei principali popolamenti presenti nell'area (Cinelli, 1969), molti lavori sia descrittivi che sperimentali hanno investigato differenti aspetti riguardanti la struttura e il funzionamento dei popolamenti algali sia nella zona intertidale sia in quella subtidale (Airoldi, 2000b; Rindi & Cinelli, 2000; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2006; Bulleri & Benedetti-Cecchi, 2006; Piazzini & Balata, 2008b; e loro bibliografia). Lo scopo del presente studio è quello di mettere insieme i dati, sia pubblicati che non pubblicati, derivanti da studi effettuati nell'area negli ultimi 15 anni (Tab. 1). Questi dati possono permettere di definire la composizione in specie dei popolamenti algali in relazione ai differenti habitat che caratterizzano l'area. Inoltre, un confronto con la prima descrizione dei popolamenti può permettere di valutare eventuali modificazioni che hanno interessato la zona.

MATERIALI E METODI

L'area investigata è rappresentata da un tratto di costa alta rocciosa lungo 2 km, situato a circa 15 km a sud di Livorno. La linea di riva è caratterizzata da numerose pozze di scogliera (Benedetti Cecchi & Cinelli, 1992).

(*) Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, via Volta 6, 56126 Pisa, Italy. E-mail: lpiazzini@biologia.unipi.it

(**) ARPAT Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, via Marradi 114, 57126 Livorno, Italy.

Tab. 1 - Elenco delle pubblicazioni da cui è stata ricavata la lista floristica dell'area di Calafuria.	
Publicazione	Habitat
Airoldi L., Rindi F., Cinelli F., 1995. Structure seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore. <i>Bot. Mar.</i> 38: 227-237.	Infralitorale
Balata D., Piazzì L., Cinelli F., 2004. A comparison among macroalgal assemblages in areas invaded by <i>Caulerpa taxifolia</i> and <i>C. racemosa</i> on subtidal Mediterranean reefs. <i>PSZNI Mar. Ecol.</i> 25: 1-13.	Infralitorale
Balata D., Nesti U., Piazzì L., Cinelli F., 2007. Patterns of spatial variability of seagrass epiphytes in the north-western Mediterranean Sea. <i>Mar. Biol.</i> 151: 2025-2035.	<i>P. oceanica</i>
Benedetti-Cecchi L., Cinelli F., 1992. Canopy removal experiments in <i>Cystoseira</i> -dominated rockpools from the western coast of the Mediterranean (Ligurian Sea). <i>J. Exp. Mar. Biol. Ecol.</i> 155: 69-83.	Costa
Benedetti-Cecchi L., Cinelli F., 1993. Seasonality and Reproductive Phenology of Algae Inhabiting Littoral Pools in the Western Mediterranean. <i>Mar. Ecol.</i> , 14: 147-157.	Costa
Benedetti-Cecchi L., Cinelli F., 1995. Habitat heterogeneity, sea urchin grazing and distribution of algae in littoral rock pools on the west coast of Italy (western Mediterranean). <i>Mar. Ecol. Prog. Ser.</i> 126: 203-212.	Costa
Bulleri F., Benedetti Cecchi L., 2006. Mechanisms of recovery and resilience of different components of mosaics of habitats on shallow rocky reefs. <i>Oecologia</i> 149: 482-492.	Infralitorale
Pardi G., Piazzì L., Cinelli F., 2000. Demographic study of a <i>Cystoseira humilis</i> Kutzing (Fucales: Cystoseiraceae) population in the western Mediterranean. <i>Bot. Mar.</i> 43: 81-86.	Costa
Piazzì L., Balata D., 2008. The spread of <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> in the Mediterranean Sea: an example of how biological invasions can influence beta diversity. <i>Mar. Environ. Res.</i> 65: 50-61.	Infralitorale, Circalitorale
Piazzì L., Cinelli F., 2001. The distribution and dominance of two introduced turf-forming macroalgae in the coast of Tuscany (Italy, northwestern Mediterranean) in relation to different habitats and sedimentation. <i>Bot. Mar.</i> 44: 509-520.	<i>P. oceanica</i>
Piazzì L., Balata D., Cinelli F., 2002a. Epiphytic macroalgal assemblages of <i>Posidonia oceanica</i> rhizomes in the western Mediterranean. <i>Eur. J. Phycol.</i> 37: 69-76.	<i>P. oceanica</i>
Piazzì L., Pardi G., Balata D., Cecchi E., Cinelli F., 2002b. Seasonal dynamics of a subtidal north-western Mediterranean macroalgal community in relation to depth and substrate inclination. <i>Bot. Mar.</i> 45: 243-252.	Infralitorale, Circalitorale
Piazzì L., Balata D., Cecchi E., Cinelli F., 2003. Co-occurrence of <i>Caulerpa taxifolia</i> and <i>C. racemosa</i> in the Mediterranean Sea: interspecific interactions and influence on native macroalgal assemblages. <i>Cryptogamie Algol.</i> 24: 233-243.	Infralitorale
Piazzì L., Balata D., Pertusati M., Cinelli F., 2004. Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substrate inclination. <i>Bot. Mar.</i> 47: 105-115.	Circalitorale
Piazzì L., Balata D., Ceccherelli G., Cinelli F., 2005. Interactive effect of sedimentation and <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> invasion on macroalgal assemblages in the Mediterranean Sea. <i>Estuar. Coast. Shelf Sc.</i> 64: 467-474.	Infralitorale
Piazzì L., Balata D., Cinelli F., 2007. Invasions of alien macroalgae in Mediterranean coralligenous assemblages. <i>Cryptogamie Algol.</i> 28: 289-301.	Circalitorale
Rindi F., Cinelli F., 2000. Phenology and small-scale distribution of some rhodomeleacean red algae on a western Mediterranean rocky shore. <i>Eur. J. Phycol.</i> 35: 115-125.	Costa, Infralitorale
Rindi F., Papi I., Cinelli F., 1996. New records of Ceramiales (Rhodophyta) for the North-western Mediterranean. <i>Cryptogamie Algol.</i> 17: 223-238.	Costa, Infralitorale

Un pianoro di 200-300 m di ampiezza interrompe la scogliera tra i 10 e 20 metri circa di profondità. Al di sotto di questa profondità, scogliere pressoché verticali terminano su un fondo sabbioso a circa 40 metri. Il pianoro è colonizzato da una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, con copertura variabile, mentre la scogliera profonda è caratterizzata da popolamenti coralligeni (Piazzì *et al.*, 2002b; 2004b). I dati raccolti sono riferiti a studi effettuati tra il 1991 e il 2007 (Tab. 1). È stata elaborata una lista floristica per i 4 principali habitat presenti nell'area: costa (comprendente il piano mesolitorale, la frangia infralitorale e le pozze di scogliera), infralitorale (fondo roccioso tra i 5 e i 20-25 metri di profondità), prateria di *P. oceanica*

(suddiviso in foglie e rizomi) e circalitorale (tra i 20-25 e i 40 metri di profondità).

RISULTATI

In totale sono state determinate 197 specie macroalgali, tra le quali 27 Chlorophyta, 30 Fucophyceae e 140 Rhodophyta (Tab. 2). Il mesolitorale superiore è caratterizzato da *Rissoella verruculosa* e *Nemalion helminthoides*, mentre il mesolitorale inferiore da *Ralfsia verrucosa* e da Rhodophyta quali *Ceramium ciliatum*, *Callithamnion* spp., *Laurencia glandulifera*, *Boergeseniella fruticolosa*, *Polysiphonia flocculosa*.

Tab. 2 - Lista floristica delle macroalghe segnalate a Calafuria nei differenti habitat; M = mesolitorale e pozze di scogliera, I = infralitorale, C = circalitorale, Pf = foglie di *P. oceanica*, Pr = rizomi di *P. oceanica*.

TAXA	M	I	C	Pf	Pr
Chlorophyta					
<i>Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P.C. Silva	+	+	-	-	-
<i>Bryopsis corymbosa</i> J. Agardh	-	+	-	-	-
<i>Bryopsis cupressina</i> J.V. Lamouroux	+	+	+	-	-
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) C. Agardh	-	+	+	-	-
<i>Caulerpa taxifolia</i> (Vahl) J. Agardh	-	+	-	-	-
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützinger	+	+	-	+	+
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützinger	-	+	-	-	-
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützinger	+	+	-	+	+
<i>Cladophora echinus</i> (Biaioletto) Kützinger	-	+	+	-	-
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützinger	+	+	-	+	-
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindberg) Kützinger	-	+	-	-	-
<i>Cladophora pellucida</i> (Hudson) Kützinger	+	+	-	-	-
<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützinger	+	+	+	-	+
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützinger	+	+	-	-	-
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) Van den Hoek	-	+	-	-	-
<i>Codium bursa</i> (Linnaeus) C. Agardh	-	+	+	-	-
<i>Codium coralloides</i> (Kützinger) P.C. Silva	-	+	-	-	-
<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot subsp. <i>tomentosoides</i> (Van Goor) P.C. Silva	-	+	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i> (Moris et De Notaris) P.L. et H.M. Crouan	+	+	-	-	-
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	-	+	+	-	+
<i>Halimeda tuna</i> (J. Ellis et Solander) J.V. Lamouroux	-	+	+	-	-
<i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst	-	-	+	-	-
<i>Pedobesia lamourouxii</i> (J. Agardh) J. Feldmann, Loreau, Codomier et Couté	+	+	-	-	-
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i> (Zanardini) Børgesen	-	+	+	-	+
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützinger	-	+	-	-	-
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh	+	-	-	-	-
<i>Ulva compressa</i> Linnaeus	+	-	-	-	-
<i>Ulva rotundata</i> Bliding	+	-	-	-	-
<i>Valonia macrophysa</i> Kützinger	-	+	+	-	+
<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh	+	-	-	-	-
Ochrophyta					
<i>Asperococcus bullosus</i> J.V. Lamouroux	-	-	-	+	-
<i>Cladosiphon cylindricus</i> (Sauvageau) Kylin	-	-	-	+	-
<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh	+	+	-	-	-
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Martens ex Roth) Derbès et Solier	+	-	-	-	-
<i>Cutleria chilosa</i> (Falkenberg) P.C. Silva (sporophyte « <i>Aglaozonia</i> »)	-	-	+	-	-
<i>Cutleria multifida</i> (J.E. Smith) Greville (sporophyte « <i>Aglaozonia</i> »)	+	+	-	-	-
<i>Cystoseira brachycarpa</i> J. Agardh var. <i>baleatica</i> (Sauvageau) Giaccone	+	-	-	-	-
<i>Cystoseira compressa</i> (Esper) Gerloff et Nizamuddin	+	-	-	-	-
<i>Cystoseira crinita</i> Duby	+	-	-	-	-
<i>Cystoseira humilis</i> Kützinger	+	-	-	-	-

<i>Cystoseira spinosa</i> Sauvageau	-	+	+	-	-
<i>Dictyopteris polypodioides</i> (A.P. De Candolle) J.V. Lamouroux	+	+	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	+	+	-	+	+
<i>Dictyota fasciola</i> (Roth) J.V. Lamouroux	-	+	-	-	+
<i>Dictyota linearis</i> (C. Agardh) Greville	-	+	+	+	+
<i>Dictyota spiralis</i> Montagne	+	-	-	-	-
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye	-	-	-	+	-
<i>Elachista stellaris</i> Areshoug	-	+	-	+	-
<i>Feldmannia caespitula</i> (J. Agardh) Knoeppfler-Péguy	+	-	-	+	-
<i>Giraudia sphacelarioides</i> Derbès et Solier	-	-	-	+	-
<i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützing	-	+	+	-	+
<i>Myriactula stellulata</i> (Harvey) Levring	-	+	-	-	-
<i>Nereia filiformis</i> (J. Agardh) Zanardini	-	+	+	-	-
<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy	+	+	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i> (Areshoug) Areshoug	+	-	-	-	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lynbye) Link	+	-	-	-	-
<i>Spatoglossum solieri</i> (Chauvin) Kützing	-	+	-	-	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (P.H. Roth) C. Agardh	+	+	+	+	+
<i>Sphacelaria fusca</i> (Hudson) S.F. Gray	-	+	-	+	-
<i>Sphacelaria plumula</i> Zanardini	-	+	+	-	-
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Meneghini	+	-	-	-	-
<i>Styopcaulon scoparium</i> (Linnaeus) Kützing	+	+	-	-	-
<i>Taonia atomaria</i> (Woodward) J. Agardh	+	-	-	-	-
<i>Zanardinia typus</i> (Nardo) G. Furnari	-	+	+	-	-
Rhodophyta					
<i>Acrodiscus vidovichii</i> (Meneghini) Zanardini	-	+	+	-	-
<i>Acrosorium venulosum</i> (Zanardini) Kylin	+	+	+	+	+
<i>Acrosymphyton purpuriferum</i> (J. Agardh) Sjoested	-	+	+	-	-
<i>Acrothamnion preissii</i> (Sonder) Wollaston	+	+	+	+	+
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i> (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer	-	+	+	+	-
<i>Aglaothamnion tripinnatum</i> (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer	-	+	-	-	+
<i>Alsidium heminthocorton</i> (Schwendimann) Kützing	+	-	-	-	-
<i>Amphiroa cryptarthrodia</i> Zanardini	-	-	+	-	-
<i>Amphiroa rigida</i> J.V. Lamouroux	+	+	-	-	-
<i>Anotrichium barbatum</i> (C. Agardh) Nägeli	-	+	-	+	-
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli	+	+	+	+	+
<i>Antithamnion heterocladum</i> Funk	-	+	+	-	-
<i>Antithamnion piliferum</i> Cormaci et Furnari	-	+	+	-	+
<i>Antithamnion tenuissimum</i> (Hauck) Schiffner	-	+	+	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turner) J. Agardh	-	+	+	-	+
<i>Asparagopsis armata</i> Harvey (sporophyte « <i>Falkenbergia</i> »)	-	+	+	+	+
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan	-	+	-	-	-
<i>Boergesenella fruticolosa</i> (Wulfen) Kylin	+	-	-	-	-
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i> (Woodward) C. Agardh	-	+	-	-	+
<i>Bornetia secundiflora</i> (J. Agardh) Thuret	+	-	-	-	-

<i>Botryocladia boergesenii</i> Feldmann	-	+	+	-	+
<i>Botryocladia botryoides</i> (Wulfen) Feldmann	-	+	+	-	-
<i>Callithamnion corymbosum</i> (J.E. Smith) Lyngbye	+	+	-	-	-
<i>Callithamnion granulatum</i> (Ducluzeau) C. Agardh	+	-	-	-	-
<i>Ceramium bertholdii</i> Funk	-	+	+	-	-
<i>Ceramium ciliatum</i> (J. Ellis) Ducluzeau	+	-	-	-	-
<i>Ceramium cimbricum</i> H.E. Petersen	-	+	+	-	-
<i>Ceramium circinatum</i> (Kützing) J. Agardh	-	+	+	+	-
<i>Ceramium codii</i> (H. Richards) Feldmann-Mazoyer	+	+	+	+	+
<i>Ceramium comptum</i> Boergesen	-	+	+	-	-
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lighthfoot) Roth	+	+	+	+	-
<i>Ceramium echionotum</i> J. Agardh	+	-	-	-	-
<i>Ceramium flaccidum</i> (Kützing) Ardissonne	+	+	+	-	-
<i>Ceramium siliquosum</i> (Kützing) Maggs et Hommersand	+	-	-	-	-
<i>Ceramium tenerrimum</i> (G. Martens) Okamura	-	+	-	-	-
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	+	-	-	-	-
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey	+	+	+	-	+
<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq					
<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh	+	+	+	-	+
<i>Chondria capillaris</i> (Hudson) M.J. Wynne	-	+	+	+	-
<i>Chondria mairei</i> Feldmann-Mazoyer	-	+	-	-	-
<i>Chrysiomenia ventricosa</i> (Lamouroux) J. Agardh	-	+	+	-	-
<i>Chroodactylon ornatum</i> (C. Agardh) Basson	-	+	-	-	-
<i>Contarinia peyssonneliaeformis</i> Zanardini	-	-	+	-	-
<i>Contarinia squamariae</i> (Meneghini) Denizot	-	+	+	-	-
<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander	+	+	+	-	-
<i>Corallophila cinnabarina</i> (Grateloup ex Bory de Saint-Vincent) R.E. Norris	-	+	-	-	-
<i>Crouania attenuata</i> (C. Agardh) J. Agardh	+	+	+	-	+
<i>Cruoria cruoriaeformis</i> (P.L. et H.M. Crouan) Denizot	-	-	+	-	-
<i>Dasya corymbifera</i> J. Agardh	+	+	+	-	-
<i>Dasya huthcinsiae</i> Harvey	+	-	-	-	-
<i>Dasya ocellata</i> (Grateloup) Harvey	-	+	+	-	-
<i>Dasya punicea</i> Meneghini	-	+	-	-	-
<i>Dasya rigidula</i> (Kützing) Ardissonne	+	+	+	+	+
<i>Dipterosiphonia rigens</i> (Schousboe) Falkenberg	-	+	-	-	-
<i>Drachiella minuta</i> (Kylin) Maggs et Hommersand	-	+	+	-	-
<i>Erithrocystis montagnei</i> (Derbès et Solier) Silva	+	-	-	-	-
<i>Erythroglossum sandrianum</i> (Kützing) Kylin	-	-	+	-	-
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	+	+	-	+	-
<i>Eupogodon planus</i> (C. Agardh) Kützing	-	+	+	-	+
<i>Feldmannophycus rayssiae</i> (Feldmann et Feldmann-Mazoyer) Augier et Boudouresque	+	+	+	-	+
<i>Gastroclonium clavatum</i> (Roth) Ardissonne	+	-	-	-	-
<i>Gelidiella lubrica</i> (Kützing) Feldmann et Hamel	-	+	-	-	-
<i>Gelidium bipectinatum</i> G. Furnari	-	+	+	-	-
<i>Gelidium pulchellum</i> (Turner) Kützing	+	-	-	-	-
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	+	-	-	-	-

<i>Gloiocladia furcata</i> (C. Agardh) J. Agardh	-	-	-	-	+
<i>Griffithsia schousboei</i> Montagne	-	+	-	-	-
<i>Haliptilon virgatum</i> (Zanardini) Garbary et H.W. Johansen	+	+	-	-	+
<i>Halopithys incurva</i> (Hudson) Batters	+	+	-	-	-
<i>Halydyction mirabile</i> Zanardini	-	+	+	-	-
<i>Halymenia floresia</i> (Clemente et Rubio) C. Agardh	-	-	+	-	-
<i>Haraldia lenormandii</i> (Derbès et Solier) J. Feldmann	-	+	+	-	-
<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Ambronn	+	+	-	+	+
<i>Heterosiphonia crispella</i> (C. Agardh) M.J. Wynne	+	+	+	+	+
<i>Hydroliton farinosum</i> (Lamouroux) Penry et Chamberlain	-	-	-	+	+
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamouroux	+	-	-	-	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i> (Stackhouse) Collins et Harvey	+	+	+	+	+
<i>Jania adhaerens</i> J. V. Lamouroux	-	+	+	-	+
<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux	+	-	-	-	-
<i>Janczewskia verrucaeformis</i> Solms-Laubach	+	-	-	-	-
<i>Laurencia chondrioides</i> Børgesen	-	-	+	+	+
<i>Laurencia glandulifera</i> (Kützing) Kützing	+	-	-	-	-
<i>Laurencia microcladia</i> Kützing	+	-	-	-	-
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	+	+	-	+	+
<i>Lejolisia mediterranea</i> Bornet	+	-	-	+	-
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	-	-	+	-	-
<i>Lomentaria chylocladiella</i> Funk	-	+	+	-	-
<i>Lophosiphonia cristata</i> Falkenberg	+	-	-	-	-
<i>Lophosiphonia obscura</i> (C. Agardh) Falkenberg	-	-	-	-	-
<i>Meredithia microphylla</i> (J. Agardh) J. Agardh	-	+	+	-	-
<i>Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioch et Mendoza	-	+	+	-	-
<i>Monosporus pedicellatus</i> (J.E. Smith) Solier	+	+	+	+	+
<i>Myriogramme carnea</i> (Rodriguez) Kylin	-	+	-	-	-
<i>Nemalion helminthoides</i> (Velley) Batters	+	-	-	-	-
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i> (Harvey) Setchell et L.R. Mason	+	+	-	-	-
<i>Nitophyllum micropunctatum</i> Funk	-	+	+	+	+
<i>Nitophyllum punctatum</i> (Stackhouse) Greville	+	-	-	-	-
<i>Osmundea pelagosae</i> (Schiffner) F.W. Nam	-	+	+	-	-
<i>Osmundea truncata</i> (Kützing) Nam et Maggs	+	-	-	-	-
<i>Peyssonnelia bornetii</i> Boudouresque et Denizot	-	+	+	-	+
<i>Peyssonnelia dubyi</i> P.L. et H.M. Crouan	-	+	-	-	-
<i>Peyssonnelia harveyana</i> P.L. et H.M. Crouan ex J. Agardh	+	+	-	-	-
<i>Peyssonnelia orientalis</i> (Weber van Bosse) Boudouresque et Denizot	-	-	-	-	-
<i>Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz	-	-	-	-	-
<i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	-	+	+	-	+
<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G. Gmelin) Decaisne	-	+	+	-	+
<i>Peyssonnelia stoechas</i> Boudouresque et Denizot	-	+	+	-	-
<i>Phyllophora crispa</i> (Hudson) Lamouroux	-	+	+	-	-
<i>Pleonosporium borneri</i> (J.E. Smith) Nägeli	-	+	+	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i> (Linnaeus) P.S. Dixon	+	+	+	+	+
<i>Pneophyllum fragile</i> Kützing	-	-	-	+	+

<i>Polysiphonia ceramiaeformis</i> Crouan et Crouan	+	-	-	-	-
<i>Polysiphonia elongata</i> (Hudson) Sprengel	-	+	+	-	-
<i>Polysiphonia flocculosa</i> (C. Agardh) Kützing	+	-	-	-	-
<i>Polysiphonia furcellata</i> (C. Agardh) Harvey	+	+	+	-	+
<i>Polysiphonia opaca</i> (C. Agardh) Moris et De Notaris	+	-	-	-	-
<i>Polysiphonia perforans</i> Cormaci, G. Furnari, Pizzuto et Serio	-	+	+	-	-
<i>Polysiphonia pulvinata</i> (Roth) Sprengel	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey	+	+	+	-	-
<i>Polysiphonia sertularioides</i> (Grateloup) G. Agardh	+	-	-	-	-
<i>Polysiphonia subulata</i> (Ducluzeau) J. Agardh	+	-	-	-	-
<i>Polysiphonia subulifera</i> (C. Agardh) Harvey	-	+	+	-	+
<i>Polysiphonia tripinnata</i> J. Agardh	-	+	-	-	-
<i>Pterocladia melanoidea</i> (Schousboe ex Bornet) Santelices et Hommersand	+	-	-	-	-
<i>Pterothamnion plumula</i> (Ellis) Nägeli	-	+	+	-	-
<i>Ptilothamnion pluma</i> (Dillwyn) Thuret	-	-	+	-	+
<i>Radicilingua reptans</i> (Kyllin) Papenfuss	-	+	+	-	-
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss	-	+	+	-	-
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann	-	+	+	-	+
<i>Rissoella verruculosa</i> (Bertoloni) J. Agardh	+	-	-	-	-
<i>Rodriguezella strafforelloi</i> F. Schmitz	-	+	+	-	-
<i>Rytiphlaea tinctoria</i> (Clemente) C. Agardh	+	+	+	-	-
<i>Schottera nicaensis</i> (J.V. Lamouroux ex Duby) Guiry et Hollenberg	+	-	-	-	-
<i>Sebdenia monardiana</i> (Montagne) Berthold	-	-	+	-	-
<i>Seirospora interrupta</i> (Smith) Scmitz	-	+	-	+	-
<i>Spermothamnion flabellatum</i> Bornet	-	+	-	+	+
<i>Spermothamnion repens</i> (Dillwyn) Rosenvinge	+	-	+	+	+
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i> Stackhouse	-	+	+	-	+
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey	+	+	+	+	+
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M. Drew	+	+	+	+	+
<i>Stylonema cornu-cervi</i> Reinsch	-	+	-	-	+
<i>Tricleocarpa fragilis</i> (Linnaeus) Huisman et R.A. Townsend	-	+	+	-	-
<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R.E. Norris	-	+	+	+	+
<i>Wrangelia penicillata</i> (C. Agardh) C. Agardh	+	+	+	+	-

La frangia infralitorale e le pozze di scogliera risultano colonizzate da popolamenti di alghe fotofile dominati dalle Fucophyceae *Cystoseira brachicarpa* var. *baleatica* e *C. compressa*. I popolamenti sciafili superficiali sono caratterizzati da *Valonia utricularis*, *Schottera nicaensis* e *Corallina elongata*.

Il piano infralitorale può essere suddiviso in due parti, una più superficiale, costituita dalla scogliera che degrada fino a circa 10 metri di profondità, la seconda che rappresenta il pianoro vero e proprio. La scogliera è colonizzata da un popolamento fotofilo dominato dalle Ochrophyta *Stypocaulon scoparium*, *Cladostephus spongiosus*, *Dictyota dichotoma* e *Padina pavonica* alternato ad aree dominate da corallinee incrostanti. Il pianoro vero e proprio è caratterizzato da biocostru-

zioni di Rhodophyta calcaree che ospitano un popolamento che presenta sia specie fotofile che sciafile. Lo strato eretto è caratterizzato dalle Rhodophyta *Laurencia obtusa*, *Sphaerococcus copronipifolius* e *Halopithys incurva* e dalle Chlorophyta *Cladophora prolifera* e *Halimeda tuna*. Il feltro algale è risultato dominato da *Haliptilon virgatum*, *Womersleyella setacea*, *Sphacelaria cirrosa* e *Wrangelia penicillata*.

Sui rizomi di *Posidonia oceanica* sono abbondanti le Rhodophyta *Acrothamnion preissii*, *Womersleyella setacea* e *Peyssonnelia* spp. mentre il popolamento delle foglie è caratterizzato da corallinee incrostanti (*Hydrolithon farinosum*, *Pneophyllum fragile*) e poche specie erette, tra le quali le più abbondanti sono risultate le Ochrophyta *Cladostephon irregularis*, *Sphacelaria cirrosa* e *Dictyota* spp.

I popolamenti coralligeni del piano circalitorale sono caratterizzato da uno strato eretto dominato nella parte meno profonda da *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna*, *Tricleocarpa fragilis* e *Laurencia chondroides*; nel feltro sono comuni *Womersleyella setacea*, *Jania adhaerens*, *Eupogodon planus*, *Feldmannophycus raissiae*; specie del genere *Peyssonnelia* sono sempre abbondanti. La porzione più profonda della scogliera è caratterizzata da *Phyllophora nervosa*, *Meredithia microphylla*, *Osmundea pelagosae*, *Ritiphloea tinctoria* e *Peyssonnelia* spp., mentre diminuiscono le Udoteaceae e le specie costituenti il feltro.

Alcune specie individuate nell'area risultano rare o comunque poco segnalate nella stessa zona geografica, come *Cystoseira humilis*, *Antithamnion piliferum*, *Spatoglossum solierii*.

Tra le specie introdotte in Mediterraneo, sono risultate presenti nell'area di studio *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*, *Womersleyella setacea*, *Acrothamnion preissii*, *Asparagopsis taxiformis*, *Codium fragile*.

Il rapporto R/P riferito all'aria dell'aria di studio è risultato pari a 4,66. Questo rapporto cambia profondamente nei differenti habitat: 3,55 nel mesolitorale e pozze, 4,72 nei popolamenti infralitorali, 10 nel circalitorale, 3,1 sulle foglie di *P. oceanica*, 8,6 sui rizomi di *P. oceanica*.

DISCUSSIONE

I popolamenti macroalgali dell'area di studio hanno mostrato una composizione specifica simili a quella di altre comunità del Mediterraneo nord occidentale (Boudouresque, 1984; Boudouresque & Perret-Boudouresque, 1977; Ribera Siguan & Gomez Garreta, 1984, 1985; Cossu *et al.*, 1992; Rindi *et al.*, 2002), ma al contempo presentano anche alcune peculiarità.

Il popolamento superficiale evidenzia un alto numero di specie legato all'eterogeneità di habitat, a sua volta legata alla morfologia costiera, che crea un susseguirsi di situazioni diverse caratterizzate da maggiore o minore esposizione alla luce e al moto ondoso, oltre che un sistema particolarmente esteso di pozze di scogliera. Inoltre le interazioni biotiche quali la competizione e la predazione contribuiscono a creare una distribuzione degli organismi a chiazze che incrementa la biodiversità e la variabilità spaziale a piccola scala (Benedetti-Cecchi & Cinelli, 1992, 1995; Menconi *et al.*, 1999; Bulleri & Benedetti-Cecchi, 2006).

La parte più superficiale del piano infralitorale, pur mancando i popolamenti a *Cystoseira* spp che ritroviamo nella stessa fascia batimetrica in aree meno sottoposte a disturbo antropico (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2001), presenta un tipico popolamento fotofilo di costa rocciosa (Boudouresque, 1984). Questo popolamento manca in aree soggette a pascolo intensivo da parte di echinoidi, dove è sostituito da un popolamento dominato da corallinacee incrostanti (Bulleri *et al.*, 1999).

La presenza di biocostruzioni e specie sciafile sul pianoro può essere messa in relazione all'elevata torbidità media dell'acqua legata all'alta sedimentazione che caratterizza la zona (Airoldi *et al.*, 1996). Questa situazione favorisce tra i 10 e i 20 metri di profondità la costituzione di un

popolamento algale di transizione caratterizzato da un'alta biodiversità legata alla coesistenza di specie sciafile e fotofile (Piazzi *et al.*, 2002b; 2003; Balata *et al.*, 2004). La scogliera profonda presenta popolamenti coralligeni tipici dominati da corallinacee incrostanti e Peyssonneliaceae, sopra le quali si insediano specie sciafile. I popolamenti coralligeni di Calafuria presentano una composizione specifica tipica di questo ambiente (Ballesteros, 2006; Piazzi *et al.*, 2004b, 2007), anche se l'elevata torbidità dell'acqua fa sì che siano presenti a profondità relativamente limitata popolamenti che in condizioni normali si insediano al di sotto dei 40 metri (Balata *et al.*, 2006). Questi popolamenti sono caratterizzati da un elevato numero di specie, in accordo con quanto riscontrato in altre aree, favorito dalla stabilità dei fattori fisici e dall'eterogeneità del substrato costituito da biocostruzioni (Cocito, 2004; Ballesteros, 2006). I popolamenti epifiti di *Posidonia oceanica* hanno mostrato una struttura tipica di questi ambienti, con una dominanza di Rhodophyta incrostanti e Ochrophyta filamentose sulle foglie e di Rhodophyta sciafile sui rizomi (Balata *et al.*, 2007). L'elevata abbondanza delle specie introdotte *A. preissii* e *W. setacea* sui rizomi rappresenta una situazione comune anche ad altre aree della Toscana e del Mediterraneo nord-occidentale, dal momento che questo habitat sembra risultare particolarmente adatto alla colonizzazione di queste specie (Piazzi *et al.*, 2002a).

Rispetto ai risultati presentati negli studi antecedenti (Cinelli, 1969), alcune specie importanti sono scomparse o fortemente ridotte, quali *Cystoseira amentacea* var. *stricta* e *C. spinosa*, mentre sono comparse alcune specie alloctone.

Tra le specie introdotte, *Caulerpa racemosa* e *Womersleyella setacea* presentano un comportamento invasivo. *W. setacea* è presente ovunque nell'area, costituendo feltri consistenti principalmente tra i 15 e i 25 metri di profondità. *C. racemosa*, stabilitasi nell'area nel 1996, attualmente ha invaso la porzione più settentrionale tra i 10 e i 30 metri di profondità, mentre altrove risulta per il momento sporadica. La colonizzazione di queste due specie sembra aver avuto una forte influenza sui popolamenti invasivi, causando una diminuzione della biodiversità e alterandone profondamente la struttura (Airoldi *et al.*, 1995; Airoldi, 2000a, b; Piazzi *et al.*, 2003; 2007; Balata *et al.*, 2004; Piazzi & Balata, 2008a, b). Entrambe le specie sembrano inoltre essere favorite dalla loro capacità di tollerare gli alti tassi di sedimentazione che caratterizzano l'area (Airoldi & Cinelli, 1997; Piazzi *et al.*, 2005).

Asparagopsis taxiformis è stata segnalata recentemente nell'area. L'origine di questa specie in Mediterraneo è ancora dibattuta (Andreakis *et al.*, 2004). Ad ogni modo, in questi ultimi anni la specie ha mostrato un ampliamento del suo areale invadendo ampie aree dell'Italia meridionale (Flagella *et al.*, 2005). Anche a Calafuria la specie sembra presentare caratteristiche invasive: la fase sporofitica ha infatti rapidamente colonizzato ampie aree dell'infralitorale superiore.

L'abbondanza di feltro algale, dominato da *W. setacea*, tra i 10 e i 30 metri circa di profondità rappresenta una caratteristica peculiare dell'area di studio rispetto ad altre aree delle coste e isole toscane. La dominanza di

feltro può essere legata, oltre alle caratteristiche di competitività della specie dominante, anche alle particolari condizioni ambientali caratterizzate da elevati tassi di sedimentazione (Airoldi & Cinelli, 1997; Airoldi & Virgilio, 1998). Infatti, il disturbo legato al deposito e all'abrasione causata dal sedimento può influenzare profondamente la struttura del popolamento macroalgale, selezionando peculiari popolamenti dominati da specie tolleranti (Airoldi *et al.*, 1995). Specie opportunistiche, come *W. setacea*, hanno la possibilità di ricostituire velocemente i loro popolamenti successivamente ad un disturbo, monopolizzando rapidamente il substrato e impedendo lo sviluppo di specie riprodotte mediante spore (Airoldi, 1998, 2000a). Inoltre, la capacità di *W. setacea* di intrappolare il sedimento, incrementa le sue capacità di competizione con le altre specie macroalgali (Airoldi *et al.*, 1996).

Tra le specie considerate rare nell'area geografica, *Cystoseira humilis* è distribuita in Atlantico e in alcune aree del Mediterraneo, quali Spagna, Francia, Sardegna, Sicilia e Malta (Pardi *et al.*, 2000). Nell'Italia continentale è segnalata solo a Calafuria, dove colonizza due pozze di scogliera (Pardi *et al.*, 2000). Circa la presenza della specie a Calafuria possono solo essere fatte delle ipotesi: il popolamento può essere considerato un relitto derivato dalla rarefazione dell'areale di distribuzione della specie o, più facilmente, essere legato al traffico marittimo che ha favorito la dispersione a partire da altri popolamenti separati geograficamente. Anche *Anthithamnion piliferum* e *Spatoglossum solierii* sono specie poco segnalate nell'area geografica considerata. *A. piliferum* è stato segnalato solo in Italia Meridionale e in Spagna (Rindi *et al.*, 1996); Calafuria rappresenta, insieme all'Elba, l'unica stazione di questa specie nel Mediterraneo nord occidentale. *S. solierii* è riportato per la Toscana solo a Calafuria e a Gorgona. Il rapporto R/P della flora dell'area di studio è risultato superiore sia a quello dell'intera flora della Toscana (3,5 in Rindi *et al.*, 2002) sia di altre zone del Mediterraneo occidentale, quali la Corsica (3,5 in Boudouresque & Perret-Boudouresque, 1979) e le Isole Baleari (3,5 in Ribera Siguan & Gomez Garreta, 1984; 1985). Queste differenze possono essere legate alla mancanza di estesi popolamenti a Ochrophyta che invece caratterizzano aree caratterizzate da minore tasso di sedimentazione e torbidità dell'acqua. La presenza sul pianoro tra 10 e 20 metri di profondità, che rappresenta l'habitat più esteso all'interno dell'area, di popolamenti caratterizzati da specie sciafile contribuisce probabilmente ad abbassare il valore di R/P. L'alto valore riscontrato è probabilmente da riferire più a motivazioni ecologiche che biogeografiche. Profonde differenze sono risultate tra gli habitat, con valori più alti per i popolamenti sciafili, confermando altre osservazioni su comunità macroalgali mediterranee (Boudouresque, 1973; Piazzi *et al.*, 1999).

I popolamenti algali di Calafuria, nonostante i fattori di disturbo evidenziati, quali la pressione antropica, l'incremento di sedimentazione e l'invasione di specie alloctone, che hanno causato importanti cambiamenti nella struttura e composizione dei popolamenti stessi, nonché la scomparsa di alcune specie chiave, come *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, presentano ancora un'alta biodi-

versità. Infatti le 197 specie che sono state individuate rappresentano un numero piuttosto alto se rapportato a quello dell'intera Toscana (460 in Rindi *et al.*, 2002) o di altre flore di aree limitrofe considerate ad alta biodiversità (216 a Giannutri in Piazzi & Cinelli, 2003; 230 a Gorgona in Piazzi *et al.*, 2004a), considerando che si tratta di appena due km di costa. Questi valori sono probabilmente legati all'eterogeneità morfologica dell'area che crea un elevato numero di habitat incrementando il numero di specie in rapporto alla superficie.

BIBLIOGRAFIA

- Airoldi L., 1998. Roles of disturbance, sediment stress and substratum retention on spatial dominance in algal turf. *Ecology* 79: 2759-2770.
- Airoldi L., 2000a. Responses of algae with different life histories to temporal and spatial variability of disturbance in subtidal reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 195: 81-92.
- Airoldi L., 2000b. Effects of disturbance, life-history and overgrowth on coexistence of algal crusts and turfs. *Ecology* 8: 798-814.
- Airoldi L., Cinelli F., 1997. Effect of sedimentation on subtidal macroalgal assemblages: an experimental study from a Mediterranean rocky shore. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 215: 271-290.
- Airoldi L., Virgilio M., 1998. Response of turf-forming algae to spatial variations in the deposition of sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 165: 271-282.
- Airoldi L., Rindi F., Cinelli F., 1995. Structure seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore. *Bot. Mar.* 38: 227-237.
- Airoldi L., Fabiano M., Cinelli F., 1996. Sediment deposition and movement over a turf assemblage in a shallow rocky coastal area of the Ligurian Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 133: 241-251.
- Andreakis N., Procaccini G., Kooistra W.H.C.F., 2004. Asparagopsis taxiformis and Asparagopsis armata (Bonnemaisoniales, Rhodophyta): genetic and morphological identification of Mediterranean populations. *Eur. J. Phycol.* 39: 273-283.
- Andrew N.L., Viejo R.M., 1998. Effects of waves exposure and intraspecific density on the growth and survivorship of *Sargassum muticum* (Sargassaceae: Phaeophyta). *Eur. J. Phycol.* 33: 251-258.
- Arevalo R., Pinedo S., Ballesteros E., 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: descriptive study and test proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Mar. Pollut. Bull.* 55: 104-113.
- Balata D., Piazzi L., Cinelli F., 2004. A comparison among macroalgal assemblages in areas invaded by *Caulerpa taxifolia* and *C. racemosa* on subtidal Mediterranean reefs. *PSZNI Mar. Ecol.* 25: 1-13.
- Balata D., Acunto S., Cinelli F., 2006. Spatio-temporal variability and vertical distribution of a low rocky subtidal assemblage in the north-west Mediterranean. *Estuar. Coast. Shelf Sc.* 67: 553-561.
- Balata D., Nesti U., Piazzi L., Cinelli F., 2007. Patterns of spatial variability of seagrass epiphytes in the north-western Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 151: 2025-2035.
- Ballesteros E., 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanog. Mar. Biol. Ann. Rev.* 44: 123-195.
- Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., Garcia M., Mangalajo M., De Torres M., 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of European Water Framework Directive. *Mar. Pollut. Bull.* 55: 172-180.
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F., 1992. Canopy removal experiments in *Cystoseira*-dominated rockpools from the western coast of the Mediterranean (Ligurian Sea). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 155: 69-83.
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F., 1995. Habitat heterogeneity, sea urchin grazing and distribution of algae in littoral rock pools on the west coast of Italy (western Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 126: 203-212.

- Benedetti-Cecchi L., Pannacchiulli F., Bulleri F., Moschella P., Airoidi L., Relini G., Cinelli F. 2001. Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: large-scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 214: 137-150.
- Benedetti-Cecchi L., Bertocci I., Vaselli S., Maggi E., 2006 Morphological plasticity and variable spatial patterns in different populations of the red alga *Rissoella verruculosa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 315: 87-98.
- Boudouresque C.F., 1973. Recherche de bionomie analytique structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Les peuplements sciaphiles de mode relativement calme sur substrats durs. *Bull. Musée Hist. Nat.* 33: 147-225.
- Boudouresque C.F., 1984. Groupes écologiques d'algues marines et phytocenoses benthiques en Méditerranée nord-occidentale: une revue. *Giorn. Bot. Ital.* 118: 12-42.
- Boudouresque C.F., Perret M., 1977. Inventaire de la Flore Marine de Corse (Méditerranée): Rhodophyceae, Phaeophyceae, Chlorophyceae et Bryopsidophyceae. *Bibl. Phycol.* 25, 171. Cramer ed. Berlin.
- Boudouresque C.F., Perret-Boudouresque M., 1979. Dénombrement des algues benthiques et rapport R/P le long des côtes françaises de la Méditerranée. *Rapp. P. V. Réun. Comm. Int. Mer Médit.* 4: 149-152.
- Bulleri F., Benedetti Cecchi L., 2006. mechanisms of recovery and resilience of different components of mosaics of habitats on shallow rocky reefs. *Oecologia* 149: 482-492.
- Bulleri F., Benedetti-Cecchi L., Cinelli F., 1999. Grazing by the sea urchins *Arbacia lixula* L. and *Paracentrotus lividus* Lam. in the northwest Mediterranean. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 241: 81-90.
- Chapman M.G., Underwood A.J., Skilleter G.A., 1995. Variability at different spatial scales between a subtidal assemblage exposed to the discharge of sewage and two control assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 189: 103-122.
- Cinelli F., 1969. Primo contributo alla conoscenza della vegetazione algale bentonica del litorale di Livorno. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 37:545-566.
- Cocito S., 2004. Bioconstruction and biodiversity: their mutual influence. *Sci. Mar.* 68: 137-144.
- Cossu A., Gazale V., Baroli M., 1992. La flora marina della Sardegna: inventario delle alghe bentoniche. *Giorn. Bot. Ital.* 126: 651-707.
- Flagella M.M., Lorenti M., Buia M.C., 2005. Assessment of the potential success of *Asparagopsis taxiformis*. *Proceedings of the Seventh Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MRDCOAST 05*, E. Ozhan (Editor), 25-29 October 2005, Kusadasi, Turkey.
- Giaccone G., Geraci R.M., 1989. Biogeografia delle alghe del Mediterraneo. *Ann. J. Bot. Madrid* 46: 27-35.
- Giaccone G., Alongi G., Cossu A., Di Geronimo R., Serio D., 1993. La vegetazione bentonica marina del Mediterraneo: I. Sopralitorale e Mesolitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* 26: 245-291.
- Giaccone G., Alongi G., Pizzuto F., Cossu A., 1994. La vegetazione bentonica marina del Mediterraneo: II. Infralitorale e Circolitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* 27: 111-157.
- Kautsky H., Van der Maarel E., 1990. Multivariate approaches to the variation in phytobenthic communities and environmental vectors in the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 60: 169-184.
- Lüning K., 1993. Environmental and internal control of season growth in seaweeds. *Hydrobiol.* 260/261: 1-14.
- Menconi M., Benedetti-Cecchi L., Cinelli F., 1999. Spatial and temporal variability in the distribution of algae and invertebrates on rocky shores in the northwest Mediterranean. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 233: 1-24.
- Paine R.T., 1990. Benthic macroalgal competition: complications and consequences. *J. Phycol.* 26: 12-17.
- Pardi G., Piazzì L., Cinelli F., 2000. Demographic study of a *Cystoseira humilis* Kützinger (Fucales: Cystoseiraceae) population in the western Mediterranean. *Bot. Mar.* 43: 81-86.
- Piazzì L., Balata D., 2008a. The spread of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the Mediterranean Sea: an example of how biological invasions can influence beta diversity. *Mar. Environ. Res.* 65: 50-61.
- Piazzì L., Balata D., 2008b. Invasion of alien macroalgae in different Mediterranean habitats. *Biol. Inv.* 11: 193-204.
- Piazzì L., Cinelli F., 2003. Contributo alla conoscenza dei popolamenti macroalgali dell'Isola di Giannutri (Arcipelago Toscano). *Inf. Bot. Ital.* 34: 79-86.
- Piazzì L., Balata D., Cinelli F., 2002a. Epiphytic macroalgal assemblages of *Posidonia oceanica* rhizomes in the western Mediterranean. *Eur. J. Phycol.* 37: 69-76.
- Piazzì L., Balata D., Cinelli F., 2004a. Species composition and morphological groups of macroalgal assemblages around Gorgona Island (north-western Mediterranean Sea). *Cryptogamie Algol.* 25: 19-38.
- Piazzì L., Balata D., Cinelli F., 2007. Invasions of alien macroalgae in Mediterranean coralligenous assemblages. *Cryptogamie Algol.* 28: 289-301.
- Piazzì L., Pardi G., Cinelli F., 1999. Algal vertical zonation and seasonal dynamics along a subtidal cliff on Gorgona Island (Tuscan Archipelago, Italy). *Plant Biosystems* 1: 3-13.
- Piazzì L., Balata D., Cecchi E., Cinelli F., 2003. Co-occurrence of *Caulerpa taxifolia* and *C. racemosa* in the Mediterranean Sea: interspecific interactions and influence on native macroalgal assemblages. *Cryptogamie Algol.* 24: 233-243.
- Piazzì L., Balata D., Ceccherelli G., Cinelli F., 2005. Interactive effect of sedimentation and *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* invasion on macroalgal assemblages in the Mediterranean Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sc.* 64: 467-474.
- Piazzì L., Balata D., Pertusati M., Cinelli F., 2004b. Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substrate inclination. *Bot. Mar.* 47: 105-115.
- Piazzì L., Pardi G., Balata D., Cecchi E., Cinelli F., 2002b. Seasonal dynamics of a subtidal north-western Mediterranean macroalgal community in relation to depth and substrate inclination. *Bot. Mar.* 45: 243-252.
- Ribera Siguán M.A., Gomez Garreta A., 1984. Catalogo de la flora marina bentonica de las Islas Baleares. I. Rhodophyceae. *Collect. Bot.* 15: 377-406.
- Ribera Siguán M.A., Gomez Garreta A., 1985. Catalogo de la flora marina bentonica de las Islas Baleares. II. Phaeophyceae, Chlorophyceae. *Collect. Bot.* 16: 25-41.
- Rindi F., Cinelli F., 2000. Phenology and small-scale distribution of some rhodomelacean red algae on a western Mediterranean rocky shore. *Eur. J. Phycol.* 35: 115-125.
- Rindi F., Guiry M.D., 2003. A long-term comparison of benthic algal flora of Clare Island, County Mayo, western Ireland. *Biodiv. Conserv.* 13: 471-492.
- Rindi F., Papi I., Cinelli F., 1996. New records of Ceramiales (Rhodophyta) for the North-western Mediterranean. *Cryptogamie Algol.* 17: 223-238.
- Rindi F., Sartoni G., Cinelli F., 2002. A floristic account of the benthic marine algae of Tuscany (Western Mediterranean Sea). *Nova Hedwigia* 74: 201-250.
- Rodriguez-Prieto C., Polo L., 1996. Effects of sewage pollution in the structure and dynamics of the community of *Cystoseira mediterranea* (Fucales, Phaeophyceae). *Sci. Mar.* 60: 253-263.
- Sala E., Boudouresque C.F., 1997. The role of fishes in the organisation of a Mediterranean sublittoral community. I: algal communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 212: 25-44.
- Soltan D., Verlaque M., Boudouresque C.F., Francour P., 2001. Changes in macroalgal communities in the vicinity of a Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant. *Mar. Pollut. Bull.* 42: 59-70.
- Verlaque M., Fritayre P., 1994. Modifications des communautés algales méditerranéennes en présence de l'algue envahissante *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh. *Oceanol. Acta* 17: 659-672.
- Walker D.I., Kendrick G.A., 1998. Threats to macroalgal diversity: marine habitat destruction and fragmentation, pollution and introduced species. *Bot. Mar.* 41: 105-112.

(ms. pres. il 23 settembre 2009; ult. bozze il 25 giugno 2010)