

E. CECCHI (*), L. PIAZZI (**), F. SERENA (*)

APPLICAZIONE DEL METODO CARLIT LUNGO LA COSTA DI CALAFURIA (LIVORNO)

Riassunto - Il presente studio presenta i risultati dell'applicazione del metodo CARLIT nell'area costiera di Calafuria (Livorno). Lo scopo dello studio è stato l'ottenimento di una mappatura lineare dei principali popolamenti superficiali e di un'indicazione della qualità ecologica dell'area. L'unità di campionamento era rappresentata da tratti di costa lunghi 50 metri e ad ogni unità di campionamento è stato attribuito un valore di sensibilità in relazione al popolamento dominante. La costa di Calafuria è risultata caratterizzata principalmente da popolamenti fotofili dominati da *Cystoseira compressa*, che rappresentano il 63,2% dei popolamenti riscontrati. Il rapporto di Qualità ecologica (EQR) per l'intera area è risultato pari a 0,65, mentre tale valore variava tra i settori da un minimo di 0,60 ad un massimo di 0,76.

Parole chiave - Bioindicatori, macroalghe, popolamenti litorali, fondo roccioso, Mar Ligure.

Abstract - Use of CARLIT method along the coast of Calafuria (Leghorn). The present paper reports results of the use of CARLIT method in the marine coastal area of Calafuria (Livorno). The study aimed to obtain a mapping of the main shallow benthic assemblages and an evaluation of the ecological quality of the area. The sampling units was represented by traits of coast 50 m long and a sensitivity value related with the dominant assemblages was evaluated for each unit. Calafuria coast resulted mostly characterized by photophilus assemblages dominated by *Cystoseira compressa* that colonized the 63,2% of the mapped area. The mean ecological quality ratio calculated for the area was 0,65; this value varied among sectors between 0,60 and 0,76.

Key words - Bioindicators, macroalgae, littoral assemblages, rocky bottom, Ligurian Sea.

INTRODUZIONE

I popolamenti superficiali di substrato roccioso sono considerati ottimi indicatori ambientali, in quanto rispondono in tempi relativamente brevi ai cambiamenti delle condizioni ambientali (Arevalo *et al.*, 2007; Pinedo *et al.*, 2007). In Mediterraneo, tali popolamenti sono normalmente dominati da macroalghe (Boudouresque, 1984). Il disturbo antropico, di origine sia chimica che meccanica, può provocare profondi cambiamenti nella struttura dei popolamenti di macroalghe degli orizzonti più superficiali. Specie strutturanti, quali *Cystoseira* spp, tendono a scomparire in seguito a stress, mentre specie tolleranti e opportuniste possono divenire dominanti (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2001, 2003; Thibaut *et al.*, 2005).

Nell'ambito della Direttiva Quadro in Materia di Acque (WFD 2000/60/EU), per gli ambienti superficiali di costa rocciosa in Mediterraneo, è stato proposto il metodo CARLIT (Cartography of Littoral and Upper-Sublittoral Benthic Communities, Ballesteros *et al.*, 2007) come strumento per definire un indice di qualità ambientale. Si tratta di un metodo cartografico che determina lo sviluppo lineare dei popolamenti, permettendo l'inserimento di tali dati in un Sistema d'Informazione Geografica (GIS).

Tale metodo è stato applicato lungo le coste catalane (Ballesteros *et al.*, 2007), mentre in Italia una prima applicazione sperimentale è stata realizzata in Liguria (Mangialajo *et al.*, 2007).

Il presente studio si propone di applicare il metodo CARLIT nell'area costiera di Calafuria (Livorno), allo scopo di ottenere una mappatura lineare dei principali popolamenti superficiali e di ricavare dalla loro presenza e abbondanza un'indicazione della qualità ecologica dell'area.

MATERIALI E METODI

Lo studio ha interessato 3 km di costa alta rocciosa del massiccio di Calafuria (Livorno). La costa è stata suddivisa in 4 settori di 850 metri. Il supporto cartografico è stato ottenuto da carte topografiche scala 1:5000. L'unità di campionamento era rappresentata da tratti di costa lunghi 50 metri. I dati sono stati raccolti nel giugno 2007, seguendo la costa su una piccola imbarcazione alla distanza di 3-4 metri. La presenza dei principali popolamenti è stata annotata sul supporto cartografico unitamente alle caratteristiche geomorfologiche della costa. Ad ogni unità di campionamento è stato attribuito un valore di sensibilità in relazione al popolamento dominante. I Valori di Qualità Ecologica (Ecological Quality Values, EQV) sono stati quantificati per ogni settore e per l'intero tratto di costa come media dei valori di sensibilità in funzione del numero di unità di campionamento.

Il Rapporto di Qualità Ecologica (Ecological Quality Ratio, EQR) è stato ottenuto rapportando i valori di qualità ecologica riscontrati con i valori di riferimento per ogni determinata categoria geomorfologia della costa: $EQR = \frac{\sum EQV_i \cdot L_i}{\sum L_i}$, dove L_i rappresenta la lunghezza in metri della linea di costa interessata dalla categoria morfologica i . L'EQR è un

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

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

valore dimensionale compreso tra 0 e 1 e permette di classificare le aree secondo 5 classi di stato ecologico (Ballesteros *et al.*, 2007; Mangialajo *et al.*, 2007).

RISULTATI

La costa di Calafuria è risultata caratterizzata principalmente da popolamenti fotofili dominati da *Cystoseira compressa*, che rappresentano il 63,2% dei popolamenti riscontrati. Altre tipologie individuate erano rappresentate da popolamenti fotofili costituiti da Dictyotales e Sphacelariales e da popolamenti sciafili dominati da corallinacee incrostanti (Fig. 1). Quest'ultima tipologia è stata riscontrata principalmente sulle porzioni di costa con maggiore pendenza.

La distribuzione delle tipologie mostra una dominanza pressoché totale di popolamenti a *C. compressa* nel settore più settentrionale, mentre negli altri si ha un'alternanza di tali popolamenti con quelli a corallinacee incrostanti (Fig. 2). Popolamenti a Dictyotales e Sphacelariales erano presenti nel settore più meridionale. I valori di qualità ecologica (EQV) sono risultati quindi più alti nel settore più settentrionale.

Il rapporto di Qualità ecologica (EQR) per l'intera area è risultato pari a 0,65, mentre questo valore variava tra i settori da un minimo di 0,60 ad un massimo di 0,76 (Fig. 3).

DISCUSSIONE

L'applicazione del metodo CARLIT alla costa di Calafuria ha permesso di ottenere un valore complessivo di qualità che rientra nella categoria «buono» indicata da Ballesteros *et al.* (2007). Questo valore, se confrontato con quelli ottenuti da studi simili, può essere considerato medio-alto, visto che, tra le 34 località studiate lungo le coste catalane, 11 hanno presentato valori maggiori e 23 valori inferiori (Ballesteros *et al.*, 2007). In Liguria, tale valore risulta intermedio tra quello rilevato nelle località urbanizzate e quello di località inserite in aree sottoposte a protezione (Mangialajo *et al.*, 2007).

I valori degli indici di qualità che sono risultati dal presente studio sono in parte legati alle caratteristiche di distribuzione dei popolamenti algali nell'area. Infatti, non sono stati rilevati tratti di costa con valore supe-

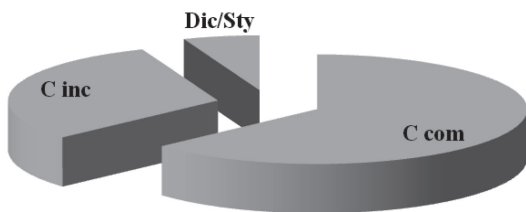


Fig. 1 - Percentuali della costa di Calafuria caratterizzata da popolamenti dominati da *Cystoseira compressa*, Corallinacee incrostanti e popolamenti fotofili di Dictyotales e Sphacelariales.

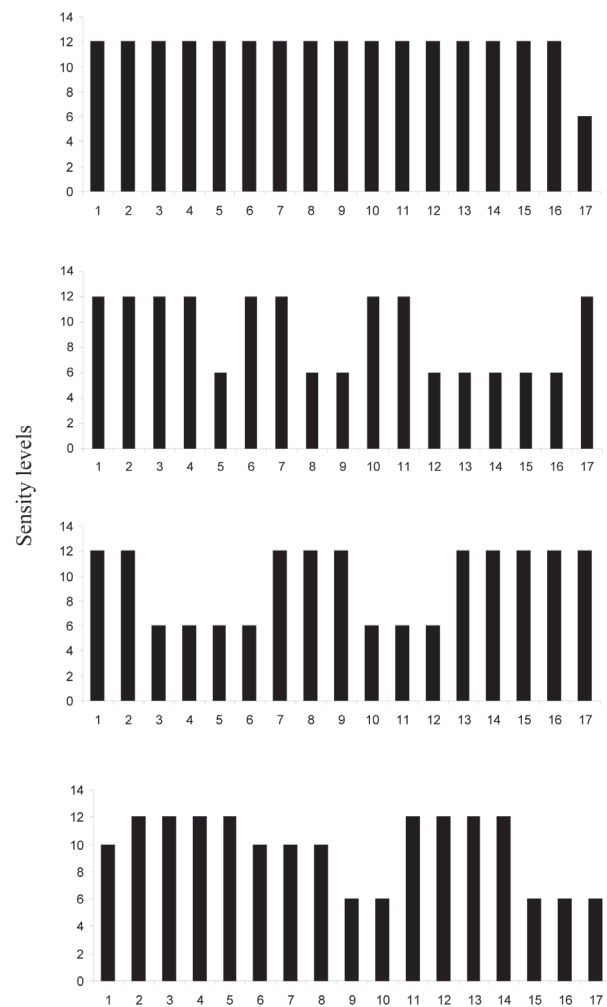


Fig. 2 - Valori di sensibilità, definiti in relazione al popolamento dominante, di ciascuna unità di campionamento (50 m) dei 4 settori nei quali è stata suddivisa la costa di Calafuria.

riore a 12, corrispondente ai popolamenti di *Cystoseira compressa*, anche se nell'area è segnalata la presenza di *C. brachycarpa* var. *balearica*, *C. humilis* e *C. crinita* (Benedetti-Cecchi & Cinelli, 1992, 1993; Pardi *et al.*, 2000). I popolamenti di queste specie sono distribuiti principalmente nelle pozze mesolitorali, mentre sono pochissimo rappresentati nella frangia infralitorale (Benedetti-Cecchi & Cinelli, 1992). La suddetta distribuzione influenza negativamente i valori di qualità ottenuti mediante il metodo CARLIT che tiene conto solo di ciò che è colonizzato la frangia infralitorale escludendo così il sistema delle pozze. Anche la presenza di scogliere verticali, che impediscono lo sviluppo del cistoseireto, può contribuire a spiegare i valori di EQV riscontrati. Ad ogni modo, il valore complessivo rispecchia la situazione ecologica di Calafuria, che può essere considerata intermedia tra quella di aree a basso distur-

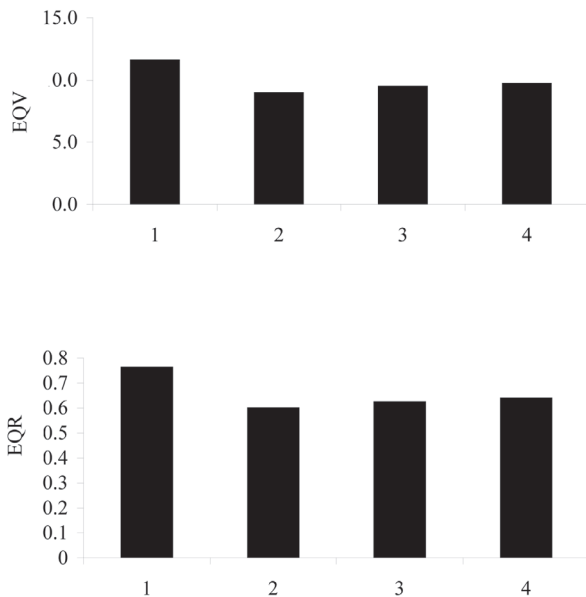


Fig. 3 - Valori di Qualità Ecologica (EQV) e del Rapporto di Qualità Ecologica (EQR) dei 4 settori nei quali è stata suddivisa la costa di Calafuria.

bo, come le isole dell'Arcipelago Toscano, e quella di aree a forte disturbo (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003). Il presente studio rappresenta uno dei primi tentativi di applicazione del metodo CARLIT e uno dei primissimi in Italia. Questo metodo presenta gli indiscutibili vantaggi di non essere distruttivo, di permettere l'ottenimento di dati direttamente dal lavoro sul campo, di poter avere rapidamente dati su ampie aree, di definire una mappatura della distribuzione dei principali popolamenti e di poter inserire questi dati in un sistema GIS. I maggiori problemi che presenta sono legati all'attribuzione dei valori di sensibilità ai differenti popolamenti e alla definizione dei valori di riferimento. Infatti, questi valori possono essere dipendenti da fattori biogeografici o ambientali che dovrebbero essere valutati nelle differenti situazioni. Nonostante le suddette problematiche, l'applicazione di questo metodo permette, come nel caso di Calafuria, di ottenere importanti informazioni sulla distribuzione dei popolamenti superficiali che possono rappresentare un fondamentale strumento di monitoraggio.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- 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., 1993. Seasonality and Reproductive Phenology of Algae Inhabiting Littoral Pools in the Western Mediterranean. *Mar. Ecol.* 14: 147-157.
- Benedetti-Cecchi L., Pannacciulli F., Bulleri F., Moschella P., Airolidi 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. Progr. Ser.* 214: 137-150.
- Benedetti-Cecchi L., Maggi E., Bertocci I., Vaselli S., Micheli F., Osio G.C., Cinelli F., 2003. Variation in rocky shore assemblages in the northwestern Mediterranean: contrasts between islands and the mainland. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 293: 193-215.
- Boudouresque C.F., 1984. Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée nord-occidentale: une revue. *Giorn. Bot. Ital.* 118: 12-42.
- Mangalajo L., Ruggieri N., Asnaghi V., Chiantore M., Povero P., Cattaneo-Vietti R., 2007. Ecological status in the Ligurian Sea: the effect of coastline urbanisation and the importance of proper reference sites. *Mar. Pollut. Bull.* 55: 30-41.
- Pardi G., Piazzini L., Cinelli F., 2000. Demographic study of a *Cystoseira humilis* Kützinger (Fucales: Cystoseiraceae) population in the western Mediterranean. *Bot. Mar.* 43: 81-86.
- Pinedo S., Garcia M., Satta M.P., de Torres M., Ballesteros E., 2007. Rocky-shore communities as indicators of water quality: a case study in the northwestern Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.* 55: 126-135.
- 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.
- 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.
- Thibaut T., Pinedo S., Torras X., Ballesteros E., 2005. Long-term decline of the population of Fucales (*Cystoseira* spp and *Sargassum* spp.) in the Albères coast (France, northwestern Mediterranean). *Mar. Pollut. Bull.* 50: 1472-1479.

