

Agenti Biodeteriogeni – Alghe

A cura di Sandra Ricci*, Carlotta Sacco Perasso**, Federica Antonelli**,

*Biologo ISCR, Direttore dell'Area di Biologia Marina e delle Acque interne Via di San Michele, 23
sandra.ricci@beniculturali.it

**Collaboratore esterno alla ricerca, ISCR Via di San Michele, 23 – carlotta.sacco@hotmail.it; fedantonelli@gmail.com

Alghe

Il gruppo eterogeneo delle Alghe comprende organismi fotosintetizzanti, unicellulari o pluricellulari, isolati o riuniti in colonie, filamenti o talli. La riproduzione può essere asessuata e sessuata con modalità differenti nei diversi raggruppamenti tassonomici.

I principali gruppi coinvolti nel biodeterioramento dei manufatti sommersi sono: Phaeophyceae, Rhodophyceae e Chlorophyceae.

Phaeophyceae o Alghe Brune

Questo gruppo di alghe comprende forme pluricellulari con strutture molto varie, costituite da filamenti o da talli di varia forma e dimensioni che possono raggiungere anche alcune decine di metri. Le specie presenti nel Mediterraneo, circa un centinaio, sono di dimensioni modeste. Possono avere consistenza gelatinosa, cartilaginea, coriacea o calcarea. Il colore del tallo varia dal giallo-bruno al marrone olivastro, in relazione alla presenza nelle cellule, oltre che di clorofilla *a* e *c*, di caroteni e xantofille, soprattutto fucoxantina. La parete cellulare è formata da cellulosa e pectina. Il principale prodotto di riserva è il polisaccaride laminarina.

I taxa più frequenti sui substrati lapidei sommersi sono: *Cutleria*, *Halopteris*, *Dictyota*, *Padina*, *Sargassum*, *Cystoseira*.

Cystoseira sp.

Questo genere comprende specie ampiamente diffuse nel piano infralitorale Mediterraneo. Le varie aree del Mediterraneo sono caratterizzate da specie diverse, ma in generale il piano infralitorale inizia sempre con una fascia a *Cystoseira amentacea*. Le specie più comuni sono *C. compressa*, *C. barbata*, che raggiunge dimensioni di diverse decine di centimetri, e *C. corniculata* tipica dell'Adriatico.

Padina pavonica (L.) Thivy 1960

Alga pedunculata inferiormente, aperta a ventaglio nella porzione superiore; non ramificata. Alta fino a 10 cm, ha una colorazione biancastra con strisce trasversali brune. Vive su rocce nella zona costiera superiore, in acque ben illuminate. Inizia a crescere verso la fine dell'inverno per raggiungere le massime dimensioni a primavera inoltrata. Pluriennale.



Dictyota dichotoma (Hudson) J.V. Lamouroux, 1809

Alga nastriforme, eretta, ha una struttura a ramificazione dicotomica regolare. Presenta un colore verde oliva o giallo-bruno. Vive su rocce in luoghi riparati prossimi alla superficie. Perenne.



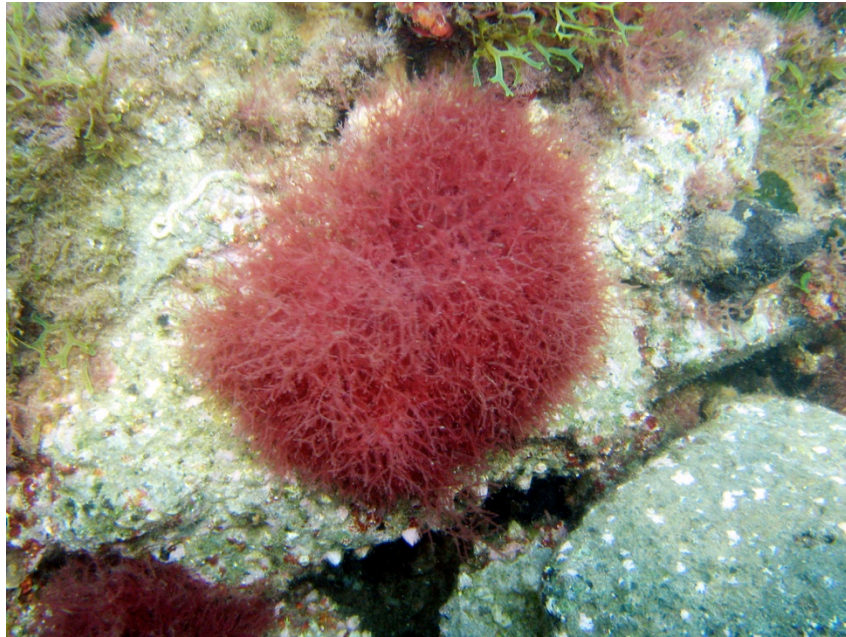
***Sargassum* sp.** C. Agardh, 1820

Questo genere comprende specie che vivono attaccate al fondale ma possono sopravvivere anche libere, se staccate dal moto ondoso, trasportate alla deriva dalle correnti (alghe bentopleustofite). Il galleggiamento viene garantito da piccole vescicole piene di gas.

Rhodophyceae o Alghe Rosse

Questo gruppo di alghe comprende organismi unicellulari o più spesso pluricellulari. Sono in grado di vivere a differenti profondità (fino a 200 m), grazie alla presenza di pigmenti accessori che catturano le radiazioni luminose che la clorofilla non riesce a trattenere. Presentano clorofilla *a* e *d*,

ficocianina (blu), alloficocianina (blu) e ficoeritrina (rossa). Le Rhodophyta comprendono oltre 5000 specie, la maggior parte marine.

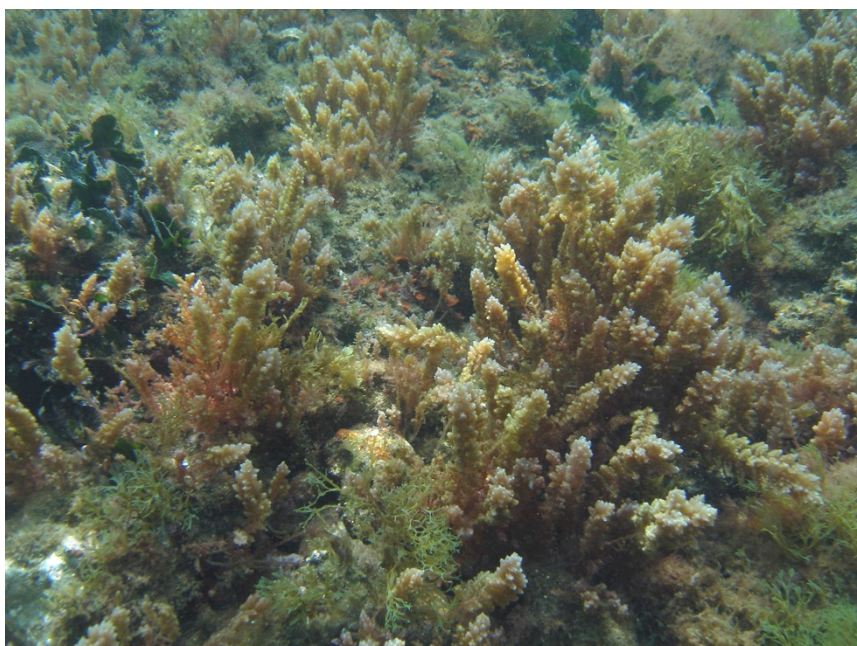


Polysiphonia sertularioides (Grateloup) J. Agardh 1863

Alga dal tallo filamentoso, eretto e ramificato, con colorazione rosso-bruno. Costituisce ciuffi folti e ramificati che formano popolamenti puri, al di sotto del limite della bassa marea. Colonizza substrati rocciosi e calcarei sia in inverno che in primavera, particolarmente in acque esposte ed aperte. Comune in buona parte delle coste europee; assai frequente nel Mar Mediterraneo

Asparagopsis armata Harvey & Drew, 1949

Presenta un tallo a cespuglio, alto 10-15 cm, ramificato a pennello nella parte superiore, di colore rosa-rossastro. Vive come epifita in acque basse o profonde.



Peyssonnelia squamarina (S.G. Gmelin) Decaisne, 1841

Alga di aspetto foglioso, aderente al substrato mediante rizoidi. Il margine è lobato ed il tallo mostra linee radiali o concentriche. Colore rosso scuro. Vive su rocce o, come epifita, in luoghi ombreggiati, da bassa a alta profondità (fino a 60 m).



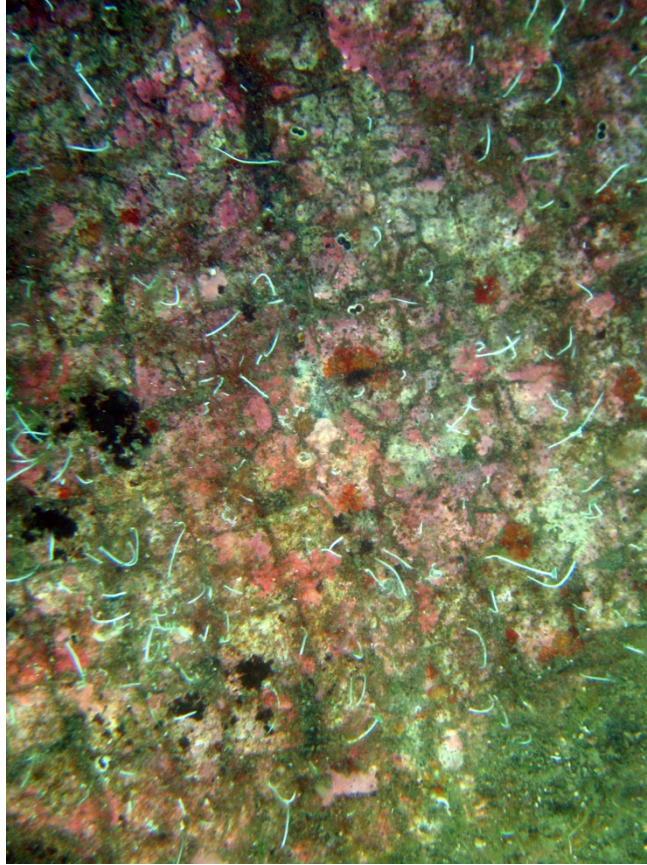
***Porphyra* sp.** Linneo, 1758

Le specie del genere *Porphyra* hanno un ciclo vitale caratterizzato da gametofiti macroscopici di aspetto foliaceo di colore rosa-violaceo. Lo stadio endolitico è rappresentato dagli sporofiti (stadio *Conchocelis*) che vivono perforando una larga varietà di substrati calcarei, la maggior parte dei quali biogenici, come conchiglie di Molluschi, Balani e tubi di Anellidi sedentari. I substrati colonizzati mostrano zone decolorate o biancastre e parti interessate da macchie rosse o viola: queste ultime rappresentano le porzioni femminili fertili e le zone di riproduzione.

Corallinaceae

Fra le Rhodophyta, alcune specie appartenenti alla famiglia delle Corallinaceae hanno la parete cellulare ricoperta di carbonato di calcio (CaCO_3) depositato sotto forma di calcite o aragonite. Queste alghe possono originare biocostruzioni come i così detti *trottoir* nella zona di marea o il coralligeno dell'infralitorale e del circa litorale; tali strutture creano microhabitat che facilitano l'insediamento di molte specie animali e vegetali dando origine a comunità complesse e ad elevata biodiversità.

Hanno forme molto variabili, con talli appiattiti provvisti di escrescenze rotondeggianti o peduncolate, o con filamenti articolati e ramificati. Le colorazioni variano dal bianco al rosa violaceo. I generi più frequenti sui substrati rocciosi sono: *Lithothamnium*, *Lithophyllum*, *Jania*, *Corallina*. Lo studio si basa su caratteri morfologici osservati anche mediante SEM.



Chlorophyceae o Alghe Verdi

Questa Classe comprende alghe eucariote, uni-pluricellulari, generalmente caratterizzate da una colorazione verde dovuta alla presenza nei cloroplasti di clorofille *a* e *b* e di carotenoidi. Le Cloroficee hanno cellule delimitate da una parete celluloso-pectica, che in alcuni gruppi è spessa e stratificata, o in alcuni casi, calcificata. La riproduzione è sessuale per isogamia, anisogamia oppure oogamia.

Le alghe verdi possono essere microscopiche o macroscopiche; le microalghe sono immobili o munite di flagelli della stessa lunghezza, isolate, riunite in filamenti o in piccoli talli fogliacei; le forme macroscopiche formano talli ramificati e complessi. Comprendono circa 700 specie di cui 130 presenti nel Mediterraneo.

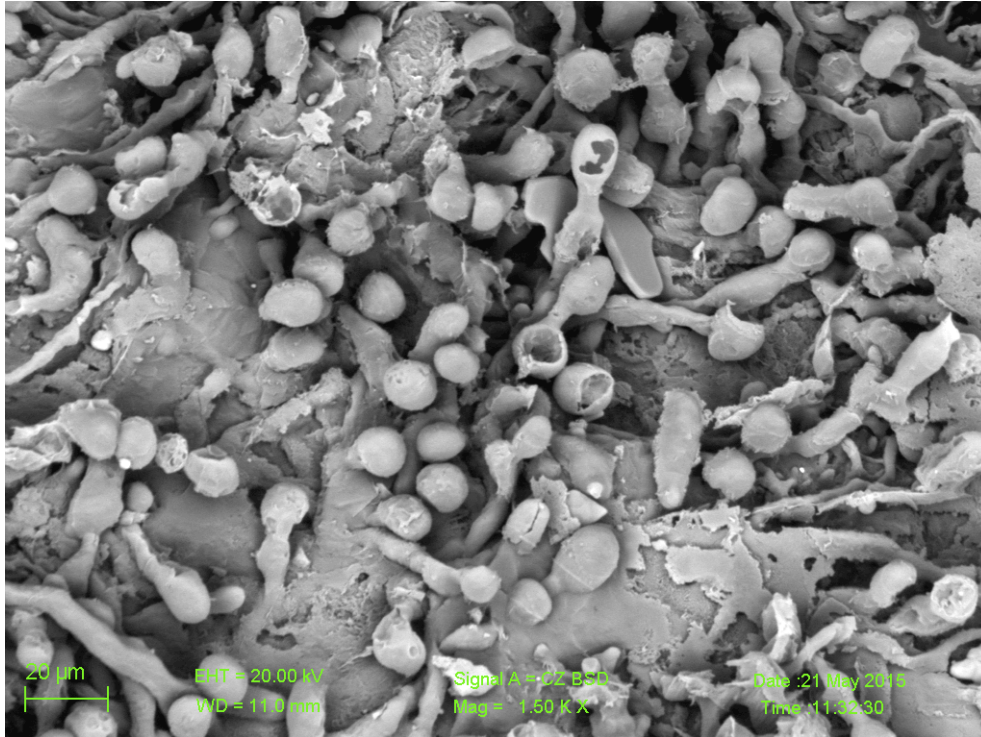
1. Specie endolitiche

È noto che alcune specie sono in grado di perforare le rocce carbonatiche e di vivere all'interno di esse. Queste specie penetrano nelle rocce calcaree ma anche nelle conchiglie e nei gusci di diversi animali o nelle incrostazioni delle alghe calcaree.

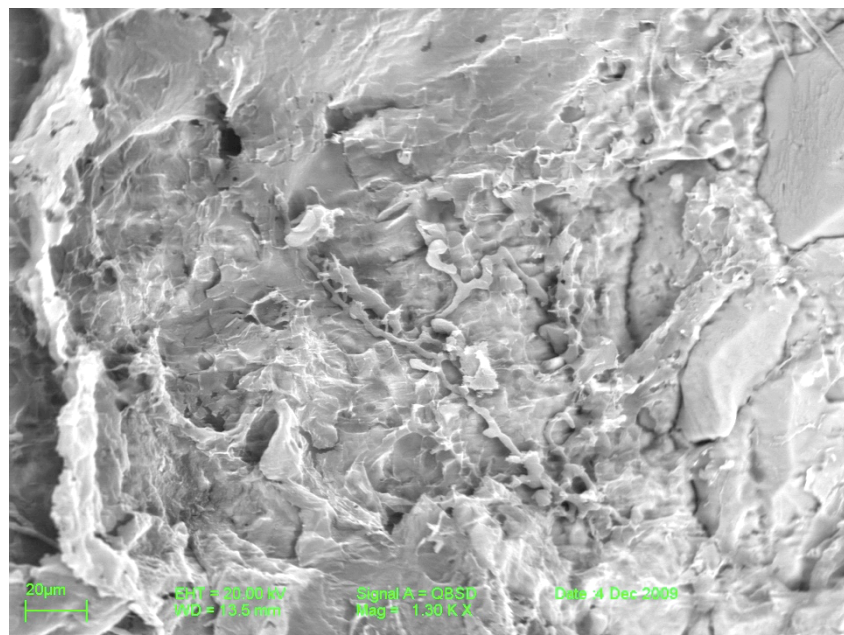
Le specie endolitiche più frequenti sono:

Phaeophila dendroides, (Crouan) Batters 1902 e *Eugomonothia sacculata* Kornm.

Queste due specie producono l'ichnospecie *Rhopalia catenata* Radtke, 1991 (vedi figura in basso). Entrambe sono soggette ad una elevata variabilità morfologica dovuta a determinati fattori ambientali così come il loro ciclo vitale articolato in diversi stadi. Nonostante la variabilità morfologica e dimensionale, esse mostrano un fitto sistema di filamenti ramificati paralleli al substrato, con ingrossamenti sferici e irregolari nei punti di ramificazione e nelle parti terminali. Le gallerie e gli ingrossamenti si insinuano nel substrato mediante sottili apofisi.



Ostreobium quekettii, Bornet and Flahault, 1889 (Ord. Bryopsidales, Fam. Ostreobiaceae) è un'alga verde, frequentemente rinvenuta nella colonizzazione endolitica dei materiali calcarei sommersi. *Ostreobium quekettii* produce l'ichnospecie *Ichnoreticulina elegans*, Radtke and Golubic 2005 (vedi figura sottostante). La morfologia di questo microrganismo è alquanto variabile in relazione allo stadio di sviluppo. Il primo stadio è caratterizzato da filamenti dritti, talvolta ramificati, che si restringono gradualmente in direzione distale. Nella seconda fase di crescita i filamenti si ramificano dicotomicamente secondo un tipico andamento a zig-zag. Successivamente si formano ingrossamenti piriformi che si innalzano dai filamenti; si notano inoltre strutture simili a piccoli ponticelli con i quali i filamenti si inseriscono nel substrato.



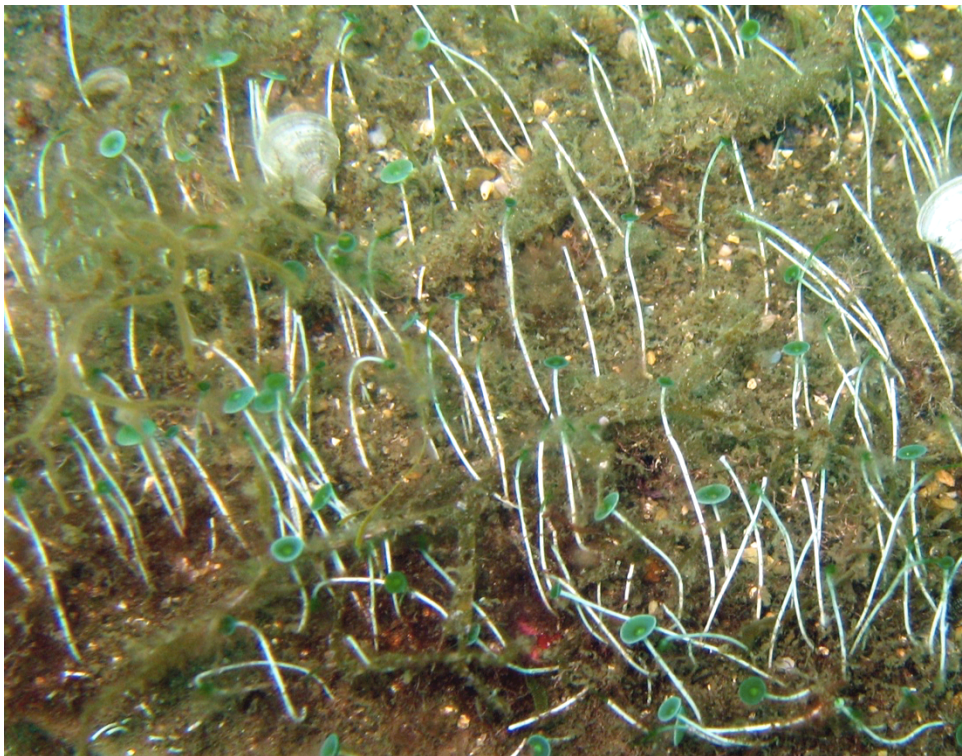
2. Specie epilitiche

Tra le alghe verdi più diffuse si ricordano i generi *Acetabularia*, *Bryopsis*, *Caulerpa*, *Codium*, *Halimeda*, *Udotea*, *Ulva*.

Si riportano alcune specie che rivestono un ruolo maggiore nella colonizzazione dei manufatti sommersi.

Acetabularia acetabulum (L.) Lamouroux, 1812

Questa specie presenta un tallo peduncolato che porta all'apice un disco a forma di ombrello (largo 1 cm e alto circa 5 cm) diviso in camere radiali contenenti i gametangi con i gameti. Vive su scogli fino a 3-4 m di profondità, raramente fino a 30 m, dove forma densi tappeti. La specie è annuale; la parte filamentosa è presente tutto l'anno mentre il cappello si sviluppa solo in primavera. La porzione basale può essere endolitica.



Caulerpa prolifera (Forsskål) J.V.Lamouroux, 1809

L'alga ha un tallo costituito da stoloni orizzontali ramificati provvisti di rizoidi nella parte inferiore e di strutture fogliacee, piatte ed ovali, nella parte superiore, entrambi disposti ad intervalli regolari. Questa specie vive su fondali sabbiosi da 1 a 20 m di profondità.



Halimeda tuna (Ellis & Sol.) Lamouroux, 1816

Alga dal tallo ramificato, formato da segmenti appiattiti uniti tra loro per i margini, raggiunge 10- 15 cm di altezza. Di colore verde, può diventare biancastra per la presenza di incrostazioni calcaree. Vive su rocce o come epifita su alghe più grandi, in zone non molto illuminate, fino a 40 m di profondità.

Ulva lactuca Linneo, 1753 (lattuga di mare)

Questa specie presenta un tallo foglioso pedunculato o quasi sessile, fogliforme, membranaceo o palmato, di colore verde brillante, lungo fino a 40 cm. Vive in acque poco profonde, 4-5 m di profondità, spesso anche inquinate.

Codium bursa (L.) Agardh, 1817

Alga dalla forma sferica, di diametro fino a 30 cm, ha consistenza spugnosa e colore verde brillante. Vive sulle rocce a profondità variabili da pochi metri fino a 50 m circa.

Udotea petiolata (Turra) Nizamuddin, 1987

Presenta un tallo a forma di piccolo ventaglio, con margine lobato e fissato alla roccia mediante un peduncolo. Vive in zone ombreggiate da pochi metri fino a 60 m di profondità.



Bibliografia

BRODIE J.A., IRVINE L.M. 2003. *Seaweeds of the British Isles*, Vol. I: Rhodophyta. Part 3b. Pag. 130-135. British Museum, Natural History, London.

DAVIDDE B., RICCI S., POGGI D., BARTOLINI M., 2010. *Marine bioerosion of stone artefacts preserved in the museo Archeologico dei campi Flegrei in the Castle of Baia (Naples)*. *Archaeologia Maritima Mediterranea* 7: 75-115.

RICCI, S. 2004. *La colonizzazione biologica di strutture archeologiche sommerse: i casi di Torre Astura e Baia*. *Archaeologia Maritima Mediterranea*. 1, pp. 127- 135.

RICCI, S., PIETRINI, A. M., BARTOLINI, M., SACCO PERASSO, C. 2013. *Role of the microboring marine organisms in the deterioration of archaeological submerged lapideous artifacts (Baia, Naples, Italy)*. *International Biodeterioration & Biodegradation* 82 (2013) 199-206. Elsevier.

RIEDL R., 1991. *Fauna e flora del Mediterraneo*. Franco Muzzio Editore.

WISSHAK, M., TAPANILA, L. 2007. *Current developments in Bioerosion*. Springer.