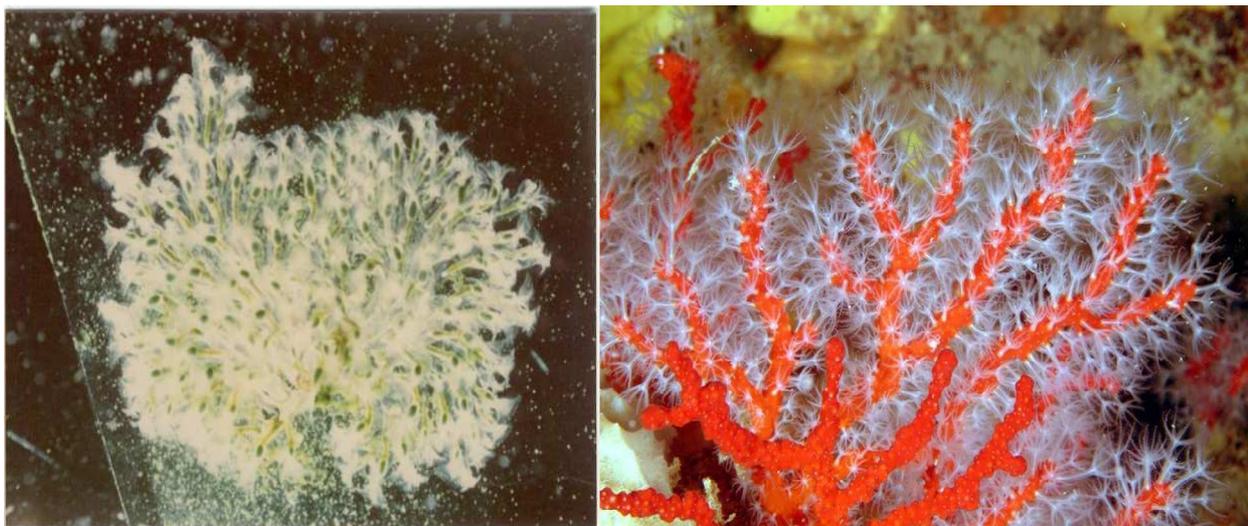


## **Ciao Plumatella o Bryozoan Reef and Coral Reef**



*Colonia dei Briozoi Plumatella Fungosa*

*Colonia del Corallo Corallium rubrum*

Contenuto:

- 1. Bryozoa. Non sono Delfini, Stelle o Ricci marini... Ma sono molto simili ai Coralli.**
- 2. Il Phylum Bryozoa.**  
*Lo sviluppo massiccio delle colonie dei Briozoi nelle acque riscaldate della Centrale Idroelettrica di Beloozersk, Bielorussia. Dieta dei Briozoi, “Impacchettatori” delle alghe blu-verdi.*
- 3. Briozoi nella Repubblica Bielorussia.**
- 4. Crescita e respirazione dei Briozoi. “Sbiancamento” del Bryozoan Reef a temperature oltre 33°C.**
- 5. Riproduzione dei Briozoi. Statoblasti – “navi extraterrestri” e formazioni criptobiotiche. Coltivazione dei Briozoi in laboratorio.**
- 6. Struttura di popolazione delle colonie dei Briozoi durante l’anno nel sistema della Centrale Idroelettrica di Beloozersk.**
- 7. Il flusso di materia e di energia nella catena di cianobatteri – sedimentatori – microfagi.**
- 8. Il problema di biofouling. Danni dei Briozoi ai sistemi di approvvigionamento dell’acqua. Briozoi – indicatori di qualità delle acque ed accumulatori dei metalli pesanti.**
- 9. Bryozoan Reef – “tappeti – filtratori” e meraviglioso Micromondo di Biodiversità. Ruolo pratico dei Briozoi e barriere artificiali.**
- 10. Coral Reef – “tappeti – filtratori” e meraviglioso Micromondo di Biodiversità. Specie in estinzione. Allarme mondiale.**
- 11. CONCLUSIONE**  
*Inno ai Briozoi e ai suoi “associati”*

## **1. Briozoi. Non sono Delfini, Stelle o Ricci marini... Ma sono molto simili ai Coralli.**

*Ho aperto la mia dissertazione, Ph.D. in Idrobiologia, 173 pagine con la bibliografia, diventate gialle dopo 25 anni...5 anni di lavoro in laboratorio e sul campo, esperimenti, grafici, calcoli, bibliografia...*

*Dopo la scuola per un periodo di 17 anni ho fatto l'università, poi Ph.D., uno dei più alti titoli della Russia, che attesta il livello di istruzione, e in questo tratto temporale ho avuto anche un figlio. Poi gli anni bui della "perestrojka", non solo, per la maggiore parte il "nero" era dovuto al disastro di Chernobyl. Il passaggio disastroso dal "sovietismo" al "capitalismo". Ma chi ha detto che il 2<sup>do</sup> era meglio del 1<sup>mo</sup>?*

*Poi, nel 1997, - il mio passaggio nel "capitalismo". Ho portato con me tutto quello che ho scritto, pubblicato fino a quel momento, pure la collezione. Tanti piani. Speravo che l'Ecologia potesse davvero interessare l'Italia, soprattutto dopo il disastro di Chernobyl... Esperienza disastrosa. 18 anni di sopravvivenza. Si potrebbe scrivere il Manuale di Distruzione. Il motto principale dell'ultimo tratto di 18 anni: "Che cos'è l'Ecologia? Si può spalmare sul pezzo di pane e mangiare?" No. Non si può spalmare. Ma anche nel "periodo sovietico" non si poteva spalmare.... A questo punto mi viene il dubbio sulla superiorità del capitalismo sul socialismo. Arroganza di un sistema che privatizza tutto quello sul quale si può fare soldi, senza pensare alle conseguenze quali i rifiuti, l'inquinamento, lo sfruttamento dei beni comuni come l'acqua, il suolo, l'aria, che non hanno un padrone... Mercatizzando spesso le tecnologie che hanno impatto distruttivo sull'ambiente, come il nucleare, OGM, pesticidi ecc.*

*Sto leggendo gli scritti di G.Nebbia di storia dell'ambiente, uno dei più grandi in Italia in campo ecologico, di formazione chimica. E pensare che il profeta del solare ancora più di 100 fa era il chimico Giacomo Ciamician, di origine armena, e prima di lui il fisico italiano Antonio Pacinotti che nel 1863 aveva pubblicato le sue osservazioni sull'effetto fotovoltaico e termoelettrico in cui suggerì l'applicazione per la produzione di elettricità dal Sole. Invece il mondo si è imbattuto nell'energia nucleare.*

*Nel 1983 l'Istituto di Zoologia dell'Accademia delle Scienze di Bielorussia dove lavoravo mi ha proposto 2 temi per il Ph.D: "L'influenza dei radionuclidi della Centrale Nucleare di Ignalina sulla fauna di invertebrati" e "La caratteristica energetica ed ecologica dei Briozoi nel bacino della Centrale Idroelettrica a Beloozersk". Non solo perché ero vicino al villaggio dove ancora viveva la mia vecchia nonna, ma anche perché non volevo occuparmi di una fonte così pericolosa come l'energia nucleare, avendo prima letto la letteratura di base, ho scelto il 2<sup>do</sup> tema. Avrei scelto anche adesso questa direzione.*

*Il Phylum Bryozoa era studiato pochissimo. Non avendo tante applicazioni pratiche e non essendo un gruppo di animali di importanza strategica, ho dovuto inventare interesse e scavare in profondità. I Briozoi non erano delfini, stelle o ricci marini. Ma ho scoperto che erano molto simili ai coralli...*

*Briozoi sono per la maggior parte organismi marini e ci sono pochi studiosi che si occupano di questi animali coloniali. Dovevo occuparmi dei Briozoi di acqua dolce. Mi sono iscritta all'Associazione Internazionale dei Briozoologi (IBA) e ho conosciuto*

*il gruppo di scienziati che studiava i Briozoi marini a Mosca, all'Istituto Paleontologico. Alla fine mi sono innamorata di questi animali e ho scoperto tanta somiglianza con i coralli. Il Ph.D. era il mio libro bianco che dovevo scrivere curando il mio Reef personale.*

*Il 27 maggio 2015, l'Associazione dei Briozoologi IBA ha festeggiato 50 anni dalla sua fondazione, a Stoccolma nel 1965. In occasione di questo evento, tutti i 250 membri attuali dell'Associazione hanno ricevuto gli auguri dal Presidente, con il logo di **Golden Lophophore**, simbolo dell'Associazione IBA.*

*Il gruppo era sconosciuto e quindi era in un certo senso importante per lo studio delle biodiversità. Ma non solo per questo. Importante era il metodo di valutazione del flusso di energia e di materia nell'ecosistema.*

*Il tema mi era stato dato perché sulle acque di raffreddamento che dopo lo scarico dalla Centrale Idroelettrica diventavano "bollenti", fino a **35°C**, si osservava lo sviluppo di massa dei Briozoi. Questo fenomeno era già conosciuto su tante Centrali Idroelettriche, sulle Centrali Nucleari in Russia, in Ucraina, negli Stati Uniti, in Giappone. Era un fenomeno che dovevo studiare. Negli anni 80 il nostro Laboratorio di Ecologia Comparativa degli Animali Acquatici ha organizzato il campo base presso un allevamento di pesci situato sul canale che portava le acque riscaldate dalle turbine della Centrale, nel lago Beloe. La Centrale era situata vicino a una piccola città provinciale Beloozersk al sud ovest di Bielorussia.*

*A marzo i Briozoi, con la temperatura primaverile, si "svegliavano" e io partivo per la provincia. Sul territorio della base erano state portate le casette in legno dove dormiva il nostro personale di turno. In uno degli edifici dell'impresa per la coltivazione dei pesci abbiamo allestito la cucina e il laboratorio. Le condizioni erano minime ma avevamo tutto il necessario per la ricerca sul campo. L'impresa coltivava per la maggior parte il pesce carpa, qualche volta la trota. Nel canale erano installati i pontoni galleggianti arrugginiti sui quali erano fissate le reti per le coltivazioni dei pesci. Ho notato che anche i Briozoi crescevano sulle reti in una massa elevatissima, gli operai si arrabbiavano e distruggevano le colonie, così ho dovuto organizzare le mie reti nei piccoli stagni vicino al canale.*

*Nel laboratorio da campo studiavo la crescita delle colonie, la riproduzione, la respirazione, la nutrizione in gradiente di temperatura da 15 a 35 °C, rappresentando praticamente le temperature di primavera ed estate, quando la pressione termica era al massimo. Ho incluso un altro fattore ecologico per lo studio di fisiologia dei Briozoi, il gradiente di dieta partendo da **35 mg** di sostanza secca al litro, che era la concentrazione naturale nel canale, aumentata e ridotta di 2-3 volte.*

*A mia disposizione c'erano soltanto il binocolare e la bilancia, se ci fossero state le possibilità di foto e video come adesso, non avrei dovuto inventare le applicazioni di ingrandimento per poter fare le foto delle colonie e avrei potuto filmare il processo della crescita e della nutrizione degli zooidi che era uno spettacolo. Il zoide, una singola unità della colonia, indirizza il cibo con l'aiuto di tante piccole ciglia nell'imbuto che si chiama **Lophophore**, che è la sua bocca. Impacchetta il cibo e lo espelle in forma di pellets. E così tutti i giorni e le notti, tutte le stagioni, a seconda della biomassa delle colonie nel canale.*

Nei primi 4 giorni nei pellets eliminati dallo stomaco degli zooidi si osserva ancora il processo di fotosintesi, dopodiché i pellets diventano il detrito per altri consumatori della catena alimentare, quali pesci, molluschi, batteri ecc. Praticamente, i Briozoi erano i primari consumatori, o più precisamente, gli **“impacchettatori” delle alghe blu-verdi** che in eccesso si sviluppavano nelle acque eutrofizzate della Centrale Idroelettrica e negli altri bacini che subiscono la pressione termica. Quando c'erano le temperature ottimali per la crescita dei Briozoi a 25-30°C le colonie formavano enormi tappeti assomigliando ai coralli. Così ho chiamato le colonie dei Briozoi **Bryozoan Reef**. Come gli scogli dei coralli, le colonie dei Briozoi formavano i nascondigli per tante specie: pesci, molluschi, idre, protozoa, vermi, crostacei, sanguisughe, larve delle zanzare, acari d'acqua dolce ecc, creando i rapporti complessi in questo consorzio di animali. Alcune specie usavano le colonie dei Briozoi per insediamenti, come dreissene, idre, rotifere, larve di chironomidae, anfipodi, oligocheti, nematodi. Altre specie si nutrivano di zooidi e di statoblasti, come alcuni pesci, gamberetti, acari, molluschi, vermi, larve di insetti. Le specie nel Reef dei Briozoi formano i rapporti tra di loro simili ai rapporti del Reef dei Coralli. La Bielorussia non ha sbocchi sul mare e non potendo mai studiare i coralli, li adoravo. Così ho creato il **Mio Bryozoan Reef** che a tutti gli effetti aveva un funzionamento simile al **Reef dei Coralli**.

## **2. Il Phylum Bryozoa.**

**Lo sviluppo massiccio delle colonie dei Briozoi nelle acque riscaldate della Centrale Idroelettrica di Beloozersk. Dieta dei Briozoi, “Impacchettatori” delle alghe blu-verdi.**

Il Phylum Bryozoa conta circa 4'000 specie marine e circa 50 specie di acqua dolce. Cominciando dagli anni 80 a causa della forte eutrofizzazione dei bacini idrici che raffreddavano le turbine delle Centrali Idroelettriche e delle Centrali Nucleari, scaricando le acque riscaldate, si osserva la forte crescita delle **alghe blu-verdi** (Cianoficee) e la crescita massiccia delle colonie dei Briozoi d'acqua dolce.

I Briozoi sono organismi modulari, come coralli, spugne, Ascidiacea, Hydrozoa, Protozoa, Mycota, piante. Se tra le piante il modulo di costruzione è una foglia, tra i Briozoi – è uno **zooide** che chiamano anche il **polypide**. I Briozoi sono animali coloniali. Una colonia è rappresentata dai singoli organismi, **zooidi**, interconnessi tra di loro. Uno zooide è una unità funzionale dell'organismo integrale, quale colonia. Uno zooide in una colonia svolge le principali funzioni biologiche: nutrizione, respirazione, crescita e riproduzione. Per questo motivo ho impostato lo studio dei Briozoi su 2 livelli: sul livello dello zooide e dell'intera colonia.

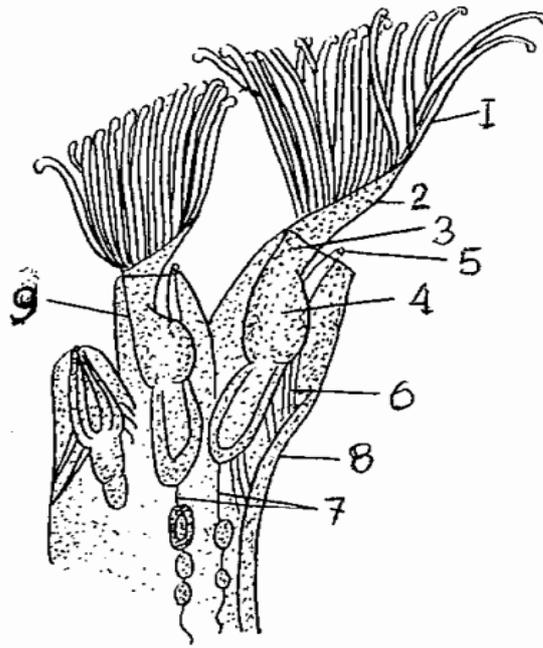


Fig.1. La struttura dello zooide di Bryozoa (Lampert, 1900).

1 – corona dei tentacoli, 2 – lophophore, 3 – esofago, 4 – stomaco, 5 – intestino con anus, 6 – muscolo, 7 – funiculus con statoblasti, 8 – cystidium, 9 – polypide. (1)

I tentacoli dei Briozoi di acqua dolce dei quali il numero può arrivare fino a 90, formano il lophophore nella forma di **ferro di cavallo**. I Briozoi, come alcune infusorie, flagellate, ooloturie, polichaeta ecc sono **sedimentatori** che separano le particelle leggere da quelle pesanti con la forza centrifuga. Attraverso il movimento delle ciglia sui tentacoli del lophophore si crea la rotazione dell'acqua che attira dentro la bocca la sospensione. Il meccanismo di cattura delle particelle si alterna a seconda delle dimensioni: le particelle piccole vengono catturate dal meccanismo ciliare, le particelle più grosse – direttamente con tentacoli.

Dagli anni 80 nei canali riscaldati della Centrale Idroelettrica di Beloozersk situata a sud ovest della Bielorussia, si osservava il massiccio sviluppo delle colonie dei Briozoi. Il sistema del bacino di raffreddamento della centrale è composto dal lago Beloe, un canale che porta l'acqua alla Centrale e da 2 canali che scaricano l'acqua riscaldata nel lago. La superficie del lago è di 490 ettari, profondità – 3 m, lunghezza dei canali 1,5 km, larghezza – 35 m. Il riscaldamento dell'acqua nei canali è di 9 °C, perciò il lago ha una forte impronta termica.

La Centrale di 900 MW è entrata in funzione nel 1961. Durante 20 anni sono stati modificati drasticamente il regime idrochimico ed idrobiologico. La temperatura è aumentata di 9°C, raggiungendo spesso durante l'estate punte di **33-35°C**, e durante l'inverno non scende sotto gli 8°C. La trasparenza dell'acqua è scesa da 2 a 0,4 m, la mineralizzazione totale è aumentata da 110 a 420 mg/l, calcio da 18 a 70 mg/l, cloro da 3,4 a 35 mg/l, solfati da 3,6 a 40 mg/l. E' stata cambiata la flora e la fauna: gli abitanti del bacino con temperatura moderata sono stati sostituiti da quelli delle acque calde. Attualmente, nel lago e nei canali si osserva la "fioritura" annuale delle alghe, come risultato di eutrofizzazione, con la dominazione delle alghe blu-verdi (98%), la parte di diatomee è di 1,5 %, di Protococcophyceae - 0,5 %.

Zooplankton del sistema è rappresentato da 30 specie di cui 9 sono crostacei Cladocera, 20 – rotatoria, 1 – crostacei Copepoda. Dominano nel sistema Rotatoria e Copepoda. Dopo il passaggio attraverso le turbine della Centrale la biomassa di zooplankton viene ridotta di 40 %: la popolazione di rotatoria si riduce di 4 volte, Copepoda e Cladocera, rispettivamente, in 3 e 3,5 volte. Dopo l'utilizzo delle acque del lago Beloe per raffreddare le turbine della Centrale, il regime idrobiologico è cambiato così che non esiste più l'“inverno biologico” e durante l'inverno la biomassa di fitoplancton raggiunge non meno di 33 g/m<sup>3</sup>, di zooplankton – 0,7 g/m<sup>3</sup> (d'estate non meno di 5 g/m<sup>3</sup>). Paragonando con l'anno 1961, dopo la messa in funzione della centrale, con l'aumento della produzione primaria di 20 volte, è aumentata la produzione di invertebrati di 4 volte, dei pesci in 3,3.

Il bentos nel sistema idrico è rappresentato dai chironomidi, dagli olichaetae e dai molluschi di provenienza mediterranea, *Physella integra*.

Il perifiton del sistema idrico è rappresentato da 59 specie di invertebrati, inclusi 28 specie di oligochaetae e 16 forme di chironomidi. Il 52 % della popolazione di zoobentos nel canale riscaldato è rappresentato da chironomidi, nel canale freddo – 86 % e, rispettivamente, la quota di oligochaeta 48 % e 14 %. Nel perifiton dominano le colonie di **Bryozoa Plumatella fungosa**, popolate da numerosi protozoa, idre, chironomidi, oligochaetae, vermi Naididae, ostracoda, rotatorie, gamberetti. Le colonie formano una specie di **Bryozoan Reef** che procura a varie specie cibo e rifugio. Nel 1982 nel bacino idrico è stato introdotto il gamberetto **Macrobrachium nipponense** che ha raggiunto una notevole popolazione.

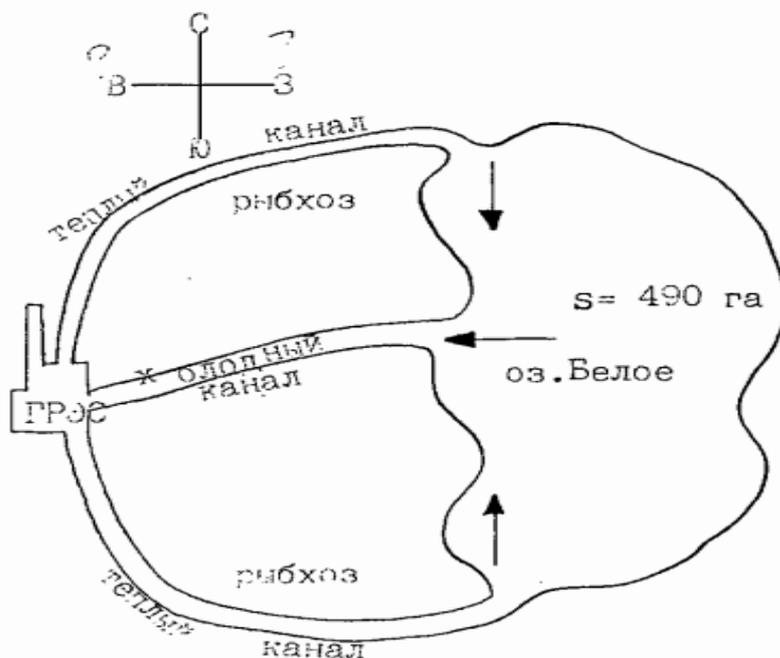


Fig. 2. Schema del sistema del bacino di raffreddamento della Centrale Idroelettrica di Beloozersk, Belarus. Da sopra – canale riscaldato, canale freddo, canale riscaldato, a destra – lago Beloe.

Durante gli studi, nel canale riscaldato della Centrale Idroelettrica di Beloozersk (1982-1989) la dieta di Briozoi veniva determinata dalla composizione del **seston**, dominato dalle **alghe blu-verdi** a causa di forte eutrofizzazione. Nel fitoplankton

nei canali freddo e riscaldato durante il periodo estivo dominavano, rispettivamente, le **alghe blu-verdi Anabaenopsis raciborskii** (53,9 %; 48,5 %), **Aphanisomenon flos-aqua** (29,7 %; 24,3 %), alghe diatomea **Melosira** (8,93 %; 17,11%), **Cyclotella comta** (0,44 %), alga Protococcophyceae *Scenedesmus quadricauda* (0,43 %, 0,29 %). Bisogna sottolineare che il numero delle **alghe diatomee** rappresentava nella dieta dei Briozoi il **24 %**, il che permetteva di ipotizzare che le colonie avevano una certa selettività di nutrizione, favorendo le alghe delle dimensioni minori, come diatomee, in quanto la dimensione media di alga blu-verde *A.raciborskii* era di 192 x 3,5  $\mu\text{m}$ .

Le **alghe blu-verdi** dominanti erano presenti nel seston del canali freddo, del canale riscaldato e nei **pellet dei Briozoi**, rispettivamente, a **98 %**, **97,9% e 94,47%**. Dopo aver passato lo stomaco dei Briozoi, le alghe vengono espulse nella forma di **pellet** – alghe compattate. L'analisi svolta sui pellets ha permesso di stabilire che le alghe "impacchettate" nei pellets avevano alta concentrazione di **clorofilla "a"**. Per determinare la dinamica di fotosintesi, di respirazione, il contenuto di sostanza secca e di clorofilla "a" nei pellets, è stato fatto un piccolo esperimento durato 100 ore: i parametri sopra indicati venivano misurati in un recipiente di 10 litri dove nell'acqua del rubinetto erano stati aggiunti i pellets freschi con concentrazione di 28'000 pellets/litro.

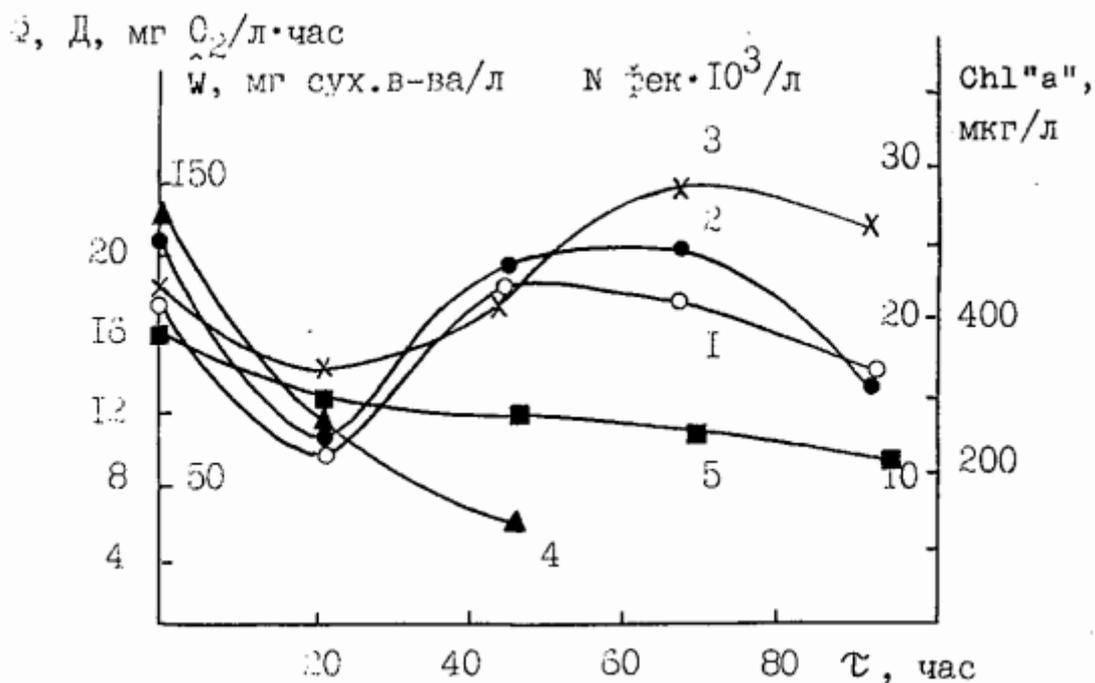


Fig.3. Dinamica di fotosintesi **F**,  $\text{mg O}_2/\text{l} \times \text{ora}$  (1), consumo dell'ossigeno **D**,  $\text{mg O}_2/\text{l} \times \text{ora}$  (2), contenuto di sostanza secca **W**,  $\text{mg/l}$  (3), quantità dei pellets **N**, pellets  $\times 10^3/\text{l}$  (4) e clorofilla "a" **Chl**,  $\mu\text{g/l}$  (5) nell'esperimento con i pellets concentrati dei Briozoi dal canale riscaldato della Centrale Idroelettrica di Beloozersk, Belarus. Asse x sx – F, D, W, asse x dx – Chl "a",  $N_{\text{pellets}}$ , asse y – tempo, ore.

Come dimostra il grafico No 3, si osserva una rapida distruzione dei pellets 40 ore dopo l'inizio dell'esperimento. L'aumento del processo di fotosintesi, il consumo dell'ossigeno e l'alto contenuto di clorofilla "a" hanno permesso di ipotizzare che i

Briozoi forniscono le alghe blu-verdi poco utilizzate per essere trasformate dalla catena dei detritivori.

Tuttavia i Briozoi hanno la capacità di “impacchettare” grande quantità delle alghe essendo praticamente un **potente biofiltro naturale** che cattura la sostanza organica nei bacini idrici. Ho impostato gli esperimenti nel canale riscaldato per determinare la capacità di sedimentazione delle alghe in base alla determinazione di quantità di pellets formati dalle colonie in gradiente di temperatura 15° – 20° – 25° – 30° – 33° – 35° C. Il rapporto tra temperatura e velocità di formazione dei pellets descrive esponente sul grafico No 4.

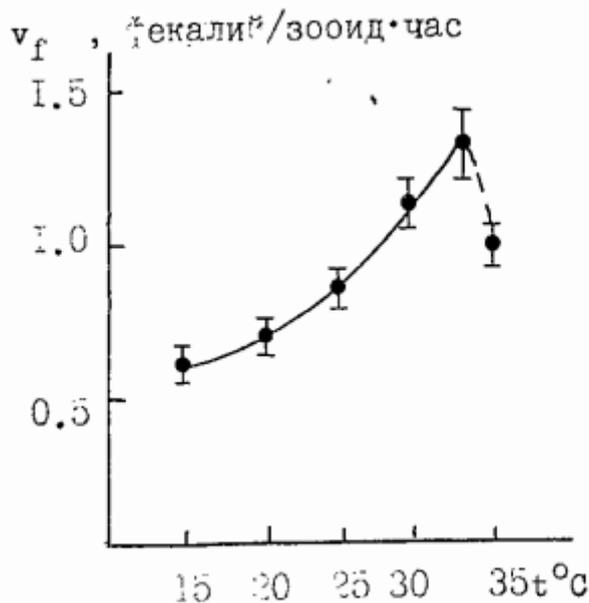


Fig. 4. Il rapporto tra temperatura e velocità di formazione dei pellets di Bryozoa *Plumatella fungosa*. Asse x -  $V_f$  - pellets/zooid x ora, asse y -  $t^\circ C$ .

Come si vede dal grafico No 4, l'aumento di temperatura accelerava la formazione di quantità dei pellets a 20° C di 1,2 volte, a 25° in 1,4, a 30° in 1,9, a 33° in 2,2 volte. La temperatura 35° C inibiva la formazione dei pellets.

### 3. Fauna dei Briozoi nella Repubblica Bielorussia.

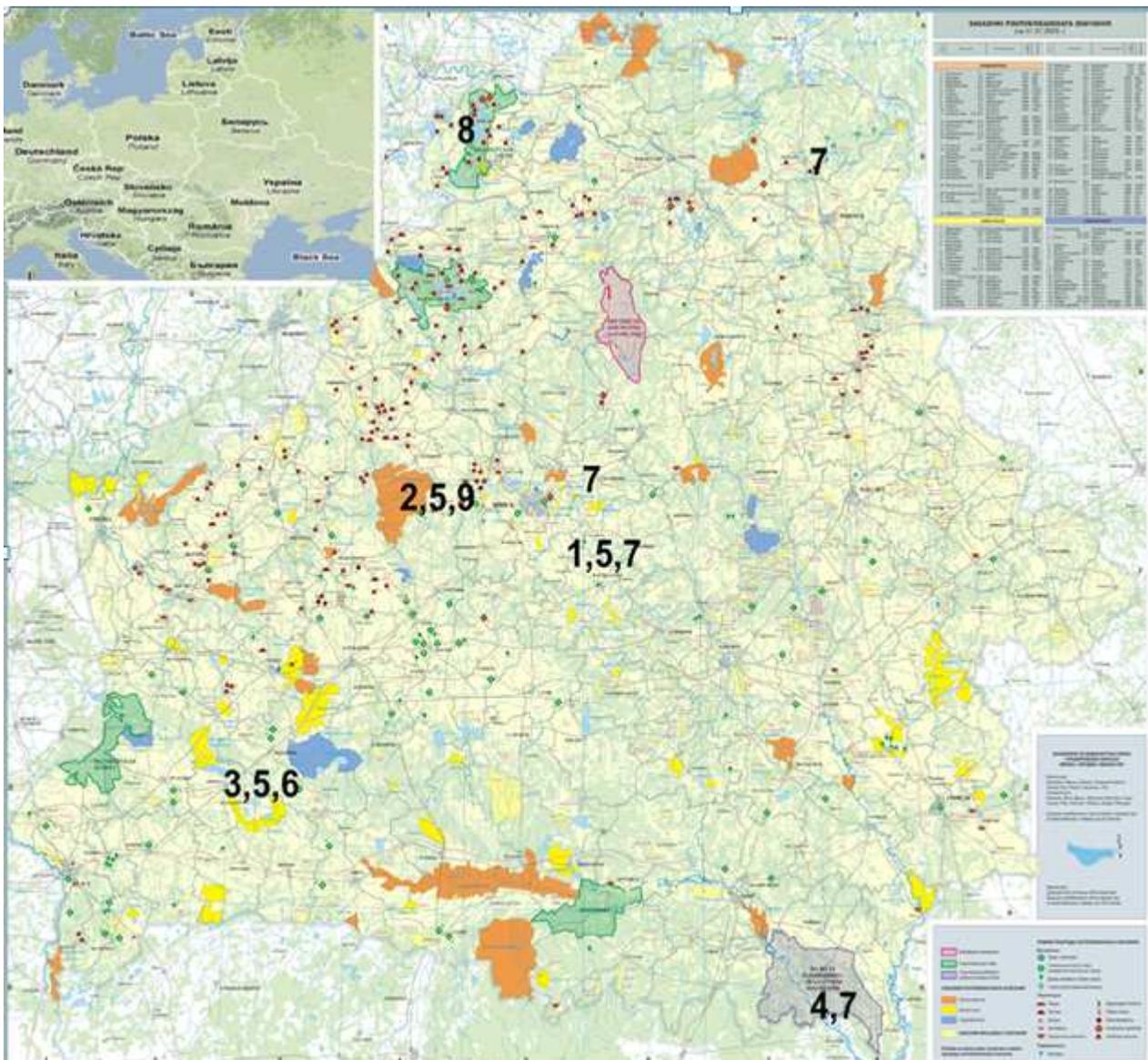
**La fauna dei Briozoi di acqua dolce in Bielorussia** era sconosciuta.

La collezione dei Briozoi è stata raccolta nel corso degli anni 1983-1995 nelle province di Minsk, Gomel, Brest e Vitebsk, in Bielorussia e, in collaborazione con il **Professore Timothy Wood dell'Università di Dayton**, per la prima volta, sono state determinate le loro specie. Attualmente, la fauna dei Briozoi nei bacini della Bielorussia conta 9 specie. (**Fig. 5**):

- 1. Cristatella mucedo**, specie olartica tipica dei bacini idrici freddi dell'Europa, Asia e America del Nord, subito riconoscibile come un “**bruco peloso**”, ritrovata nel fiume Svistolch, nella provincia di Minsk, nella forma di statoblasti.
- 2. Hyalinella punctata**, tipica dell'Europa dell'Est e del Nord Asia, rinvenuta nel fiume Ptitch, nella provincia di Minsk.
- 3. Plumatella bombayensis**, tipica specie tropicale (Cambogia, Indonesia, Thailandia); e per questo la sua presenza nel bacino di raffreddamento della Centrale Idroelettrica di Beloozersk, nella provincia di Brest, si può considerare

**invasiva.** Questa specie di Briozoa vive nel canale riscaldato in combinazione con altre due specie, *Plumatella fungosa* e *P. casmiana*.

4. ***Plumatella emarginata***, tipica dell'Europa dell'Est e del Nord Asia, identificata nel fiume Pripyat, nella provincia di Gomel, nella Riserva Radioecologica Polessky.
5. ***Plumatella fungosa***, olartica, la specie più diffusa nei campionamenti (18 tra i 25), identificata nel canale riscaldato della Centrale Idroelettrica, nei fiumi Ptitch e Svislotch.
6. ***Plumatella casmiana***, specie olartica, simile a *Plumatella fungosa*, rinvenuta nel canale riscaldato della Centrale Idroelettrica.
7. ***Plumatella repens***, anch'essa molto diffusa (12 tra i 25 campionamenti), ritrovata in un piccolo bacino, nella foresta della Riserva Radioecologica Polessky, nei fiumi Gayna e Volma, della provincia di Minsk, nel fiume Svislotch e nel lago Barsuki, della provincia di Vitebsk.
8. ***Plumatella rugosa***, rinvenuta nel lago Drysviaty, nella provincia di Vitebsk.
9. ***Paludicella articulata***, individuata nel fiume Ptitch, della provincia di Minsk.



**Fig. 5.** Fauna dei Briozoi nei bacini della Bielorussia.

#### 4. Crescita e respirazione dei Briozoi. "Sbiancamento" del Bryozoan Reef a temperature oltre 33°C.

Durante lo studio della crescita degli zooidi, nello stesso gradiente di temperatura, ho scoperto che la colonia cresce sia clonando moduli, zooidi normali, di lunghezza media 1,70 mm, che formando dei "leader", di cui lunghezza media è di 2,5 mm. Considerando che la variabilità della lunghezza tra zooidi dei Bryozoi, come dei coralli, di solito è tra 10 e 30 %, la differenza di 1,5 volte tra la lunghezza di questi due tipi di zooidi permette di ipotizzare che questa strategia dello sviluppo della colonia abbia come probabili obiettivi la conquista dei nuovi territori, la crescita tridimensionale e la lotta con le condizioni di vita sfavorevoli. Considerando che la dieta dei Bryozoi influisce fortemente sulla crescita degli zooidi, ho inserito un altro fattore ecologico: il gradiente di **seston** da 8,8 – 17,5 – 35 (la concentrazione durante il periodo estivo nel canale) e 70 mg della sostanza secca/litro.

Come si vede dal grafico No 6, la migliore crescita della colonia da 1 statoblasto durante 15 giorni si osservava a condizione di concentrazione di seston bassa e a temperatura elevata (30 – 33 °C). I parametri massimi della crescita a condizione di concentrazione di seston alta sono spostati nella temperatura ottimale, tra 25 e 28 °C. La temperatura alta, oltre 33°C, danneggiava irreparabilmente gli zooidi, che cominciavano a morire. Ho osservato come grandi tappeti di colonie dei Briozoi diventavano bianchi, a causa della morte termica dei singoli zooidi.

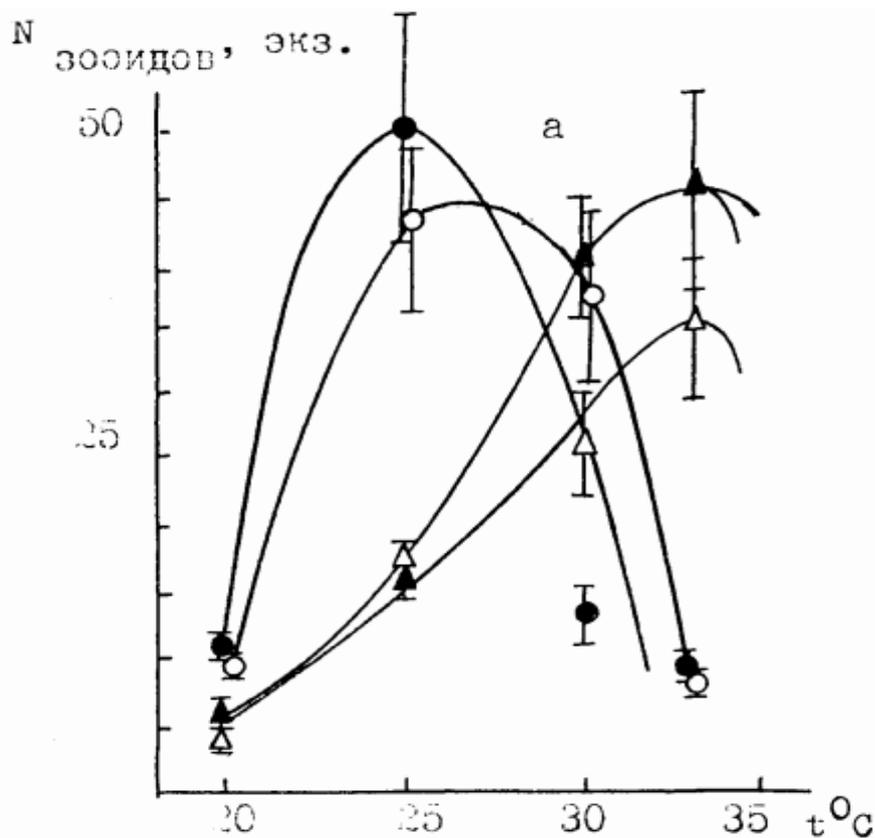


Fig. 6. Crescita di una colonia (**N** zooids) in gradiente di temperatura e di dieta (mg della sostanza secca del seston/litro). Asse x – **N** zooids, asse y – t° C.

● -70, ○ -35, ▲ -17,5, △ -8.8

I dati sul consumo dell'ossigeno per i Briozoi erano carenti. In quanto questi dati servivano per il calcolo del flusso di energia e di materia, sono stati determinati in gradiente di temperatura.

L'analisi dei parametri biologici dei Briozoi come la crescita, il consumo dell'ossigeno, la formazione di pellets hanno permesso di rilevare che **la temperatura oltre 33° C influisce negativamente sull'esistenza delle colonie nel canale riscaldato.**

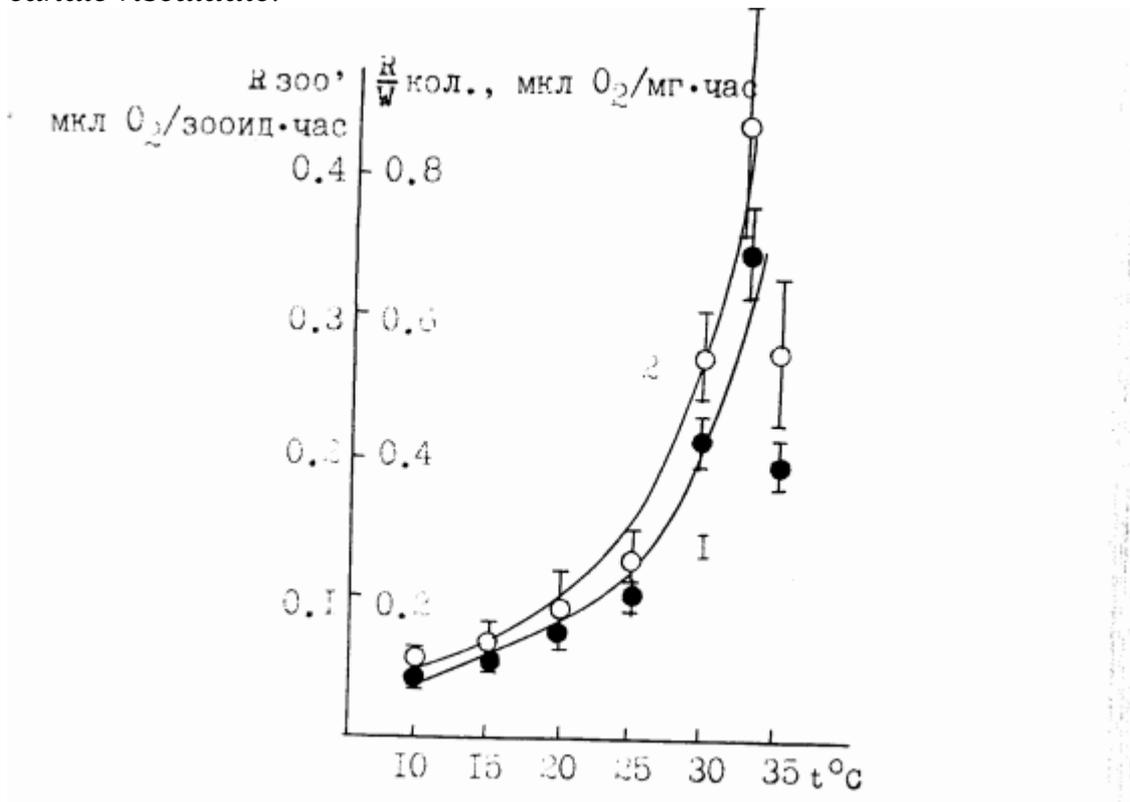


Fig. 7. Influenza di temperatura sulla velocità di consumo dell'ossigeno di uno zooide (1) ( $R_{zoo}$ ,  $\mu\text{l O}_2/\text{zooide} \times \text{ora}$ ) ed intensità di consumo dell'ossigeno della colonia (2) ( $R/W_{col.}$ ,  $\mu\text{l O}_2/\text{mg} \times \text{ora}$ ).

Asse x sx - ( $R_{zoo}$ ,  $\mu\text{l O}_2/\text{zooide} \times \text{ora}$ ), asse x dx - ( $R/W_{col.}$ ,  $\mu\text{l O}_2/\text{mg} \times \text{ora}$ ), asse y -  $t^\circ \text{C}$ .

##### 5. Riproduzione dei Briozoi. Statoblasti – “navi estraterrestri” e formazioni criptobiotiche. Coltivazione dei Briozoi in laboratorio.

I Briozoi d'acqua dolce hanno entrambi i tipi di riproduzione sia sessuale che asessuale. Nel canale riscaldato ho rilevato solo la riproduzione asessuale con formazione degli statoblasti che esistono nelle diverse forme. Sono strutture con altissima adattabilità alle estreme condizioni ecologiche, resistenza e conservazione nel tempo e nello spazio, con l'obiettivo di garantire la sopravvivenza della specie e la riproduzione.

Durante la “scoperta” di queste minuscole strutture che hanno dimensioni di circa 0,3 x 0,2 mm, mi sono meravigliata di come sia complessa la natura che crea organi di riproduzione così piccoli ma così resistenti, simili a piccoli **navi extraterrestri.**



Fig. 8. Foto del flotoblasto di *Plumatella fungosa*. Foto SCAN, ingrandimento 2'000 volte.

Gli statoblasti hanno pochissima variabilità, sono le strutture con dimensioni e disegni specifici che vengono utilizzati in sistematica per la determinazione delle specie dei Briozoi. Le loro dimensioni variano però a seconda dalle condizioni in cui crescono (temperatura, corrente d'acqua). Inoltre, sono strutture antichissime: gli statoblasti sono stati trovati nei depositi del periodo tardo Permiano (c.a. 300 milioni di anni fa) e Cretacico inferiore (c.a. 145 milioni di anni fa) in Siberia e in Mongolia. Questo fatto permette di considerare i Bryozoi promettenti per studiare **la stratigrafia**.

Gli statoblasti dei Briozoi, come cisti dei Protozoa, spore, semi delle piante, galli, gemme delle spugne, hibernacule dei Briozoi marini, sono strutture **criptobiotiche** che si caratterizzano per un metabolismo quasi azzerato. Per esempio, il metabolismo delle spore dormienti raggiunge solo 1/2'000 delle spore attive. La capacità degli statoblasti di germinare può essere mantenuta fino a 7 anni. Sono più adatti a sopravvivere a temperature fredde (**fino a -120°C**) che calde. Il metodo migliore per conservare gli statoblasti è tenerli nel frigo a temperatura 2-5 °C – il metodo che ho usato per la coltivazione delle colonie nel laboratorio. Il trigger per la germinazione degli statoblasti è il **fotoperiodo**. L'illuminazione anche per 1 minuto dava il 60 % della germinazione degli statoblasti, 5 minuti – 100 %. E' eccezionale la resistenza dei flotoblasti ai **metalli pesanti**: la tossicità del **cadmio** per gli zooidi supera di 90 volte quella dei flotoblasti, del **rame** – di 20 volte, dell'**arsenico** – di 10 volte. **Contaminanti organici**, come **etere, alcool, cloroformio, xilolo, toluolo**, inibivano solo per un certo periodo la germinazione dei flotoblasti. Tuttavia, solo piccole tracce di questi elementi sono letali per gli zooidi delle colonie dei Briozoi.

Nel canale riscaldato della Centrale Idroelettrica di Beloozersk i Briozoi formano gli **statoblasti** di 2 tipi: **flotoblasti**, strutture numerose, che si espandono con la corrente dell'acqua e **sessoblasti**, strutture sedentarie e meno numerose il cui scopo è garantire la riproduzione nello stesso posto.

La durata dello sviluppo degli statoblasti, la produzione dei flotoblasti e di sessoblasti, al livello di zooide e di colonia, sono studiate poco. Per determinare questi parametri giornalmente designavo "l'albero di crescita" della colonia:

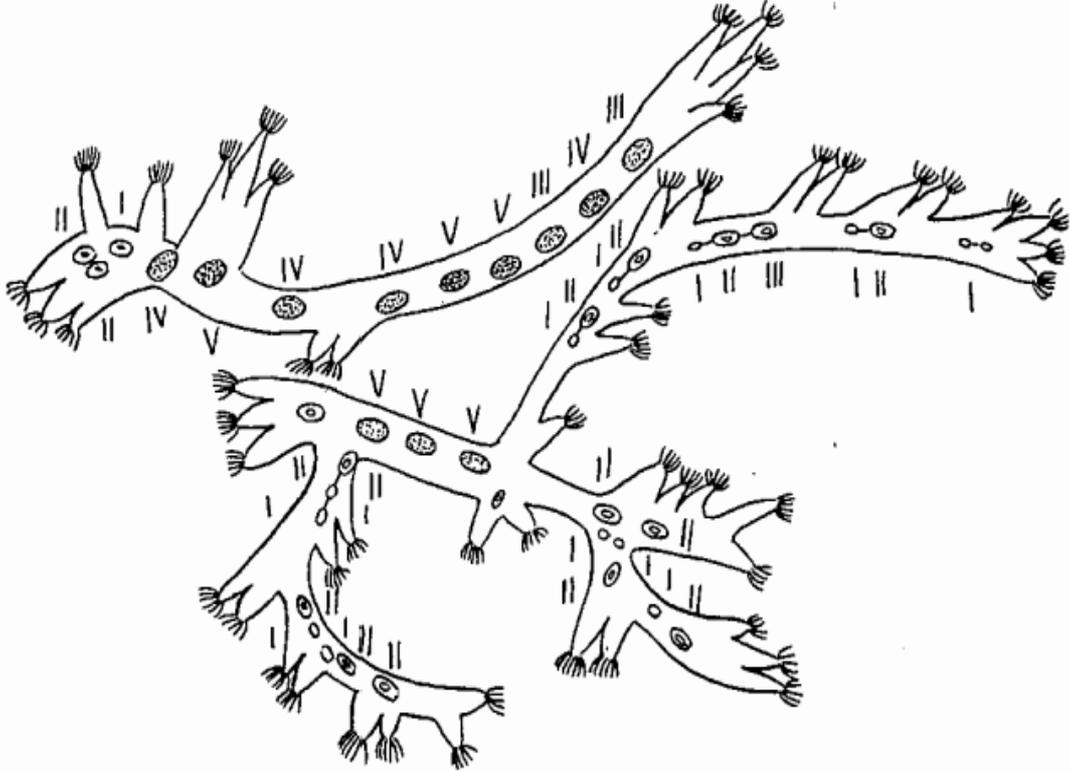


Fig. 9. Schema di crescita della colonia dei Briozoi *Plumatella fungosa* in laboratorio. (Numeri romani – fase di formazione degli statoblasti).

● flotoblasti    ● sessoblasti



Fig. 10. Foto della colonia di *Plumatella fungosa* cresciuta in laboratorio da 1 statoblasto.

E' stato dimostrato che i **sessoblasti** hanno il periodo di formazione più corto (3,84 giorni) e dimensioni medie 0,5x0,35 mm, contro 5,32 giorni e periodo di formazione dei **flotoblasti** che hanno dimensioni medie 0,45x0,31 mm. La massa secca di 1 sessoblasto supera quella di 1 flotoblasto di **3,6 volte**. Il contenuto secco in 1 statoblasto è di 37,5 % (62,5 % - contenuto d'acqua) che è in linea con i dati conosciuti per **le uova dei crostacei**. Il contenuto secco in 1 zooide è di 9,77 % (90 % - contenuto dell'acqua) che è in linea con i dati conosciuti per **i coralli**.

Le strutture riproduttive dei Bryozoi hanno ruoli diversi, come detto sopra, quindi è logico che la quantità dei flotoblasti che si formano in una colonia è molto più grande, rispetto sessoblasti, strutture fisse. Infatti, colonia dei Briozoi cresciuta in laboratorio di 61 zooidi ha formato durante 35 giorni 61,6 flotoblasti e 14,67 sessoblasti, con rapporto 4:1. Invece ricercatori giapponesi Mukai e Kobayashi in una colonia di 140 zooidi hanno osservato la formazione di 741 flotoblasti e 34 sessoblasti, con il rapporto 22:1. Le strutture modulari come i Briozoi si caratterizzano per l'alta plasticità dei parametri biologici e possono cambiare la strategia della crescita a dipendenza delle diverse condizioni ambientali.

## **6. Struttura di popolazione delle colonie dei Briozoi durante l'anno nelle acque riscaldate del sistema della Centrale Idroelettrica di Beloozersk.**

Per valutare il ruolo dei Briozoi nel canale riscaldato, ho determinato la struttura di popolazione durante l'anno. Già a marzo quando la temperatura nel canale sale a 15 ° C, si osserva la germinazione degli zooidi dai flotoblasti e dai fissi sessoblasti. Inizialmente, la colonia è lineare, man mano crescendo si formano le colonie tridimensionali con spessore fino a 3 cm, composti da tre componenti: lo strato più basso è rappresentato dai tubi morti chitinosi degli zooidi (**biofouling** morto), lo strato alto sono gli zooidi vivi che formano gli statoblasti che si accumulano nello strato intermedio, formando una specie di "**deposito riproduttivo**".

La biomassa della sostanza secca di tutto il **biofouling** composto da tre componenti può raggiungere 0,7 kg/m<sup>3</sup>. Nella rete per la coltivazione del pesce la biomassa raggiungeva anche **2,5 kg/m<sup>3</sup>**, crescendo sulle reti fino a una profondità di 3 metri. Con la germinazione degli statoblasti a fine maggio il loro numero si riduce fino al minimo, aumenta la parte degli **zooidi** raggiungendo il massimo numero, **3,25x10<sup>6</sup>/m<sup>2</sup>**, che corrisponde ad una biomassa di 0,12 kg/m<sup>2</sup>. Con le temperature estive alte che raggiungono 30-35°C, la biomassa degli zooidi viene un pò ridotta, poi verso i mesi autunnali si riduce sempre di più, cominciando da agosto una massiccia produzione delle strutture riproduttive, statoblasti, con il culmine a settembre, **9,5x10<sup>7</sup> statoblasti/m<sup>3</sup>**. Man mano che le colonie muoiono, i flotoblasti cominciano ad andare alla deriva. In questo periodo la superficie dell'acqua è coperta delle minuscole strutture natanti di colore marrone, grazie alle camere che contengono il gas, simile a quando il fondo del caffè bevuto viene sciolto nell'acqua. Nel canale riscaldato la temperatura durante l'inverno non si abbassa sotto gli 8°C e abbiamo trovato le colonie dei Briozoi anche a dicembre. Praticamente, il loro ciclo vegetativo nel canale è lungo circa 10 mesi.

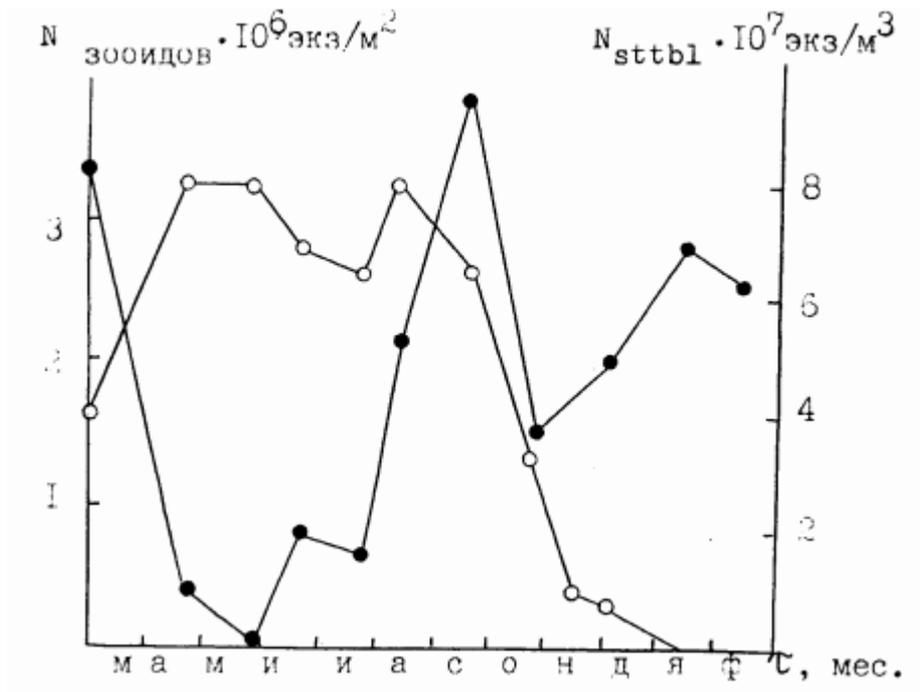


Fig. 11. Dinamica annuale degli zooidi e degli statoblasti *Plumatella fungosa* nel canale riscaldato. Asse x sx –  $N$  numero degli zooidi  $\times 10^6 / m^2$ , asse x dx –  $N$  numero di statoblasti  $\times 10^7 / m^3$ , asse y – mesi dell'anno.

○ zooidi ● statoblasti

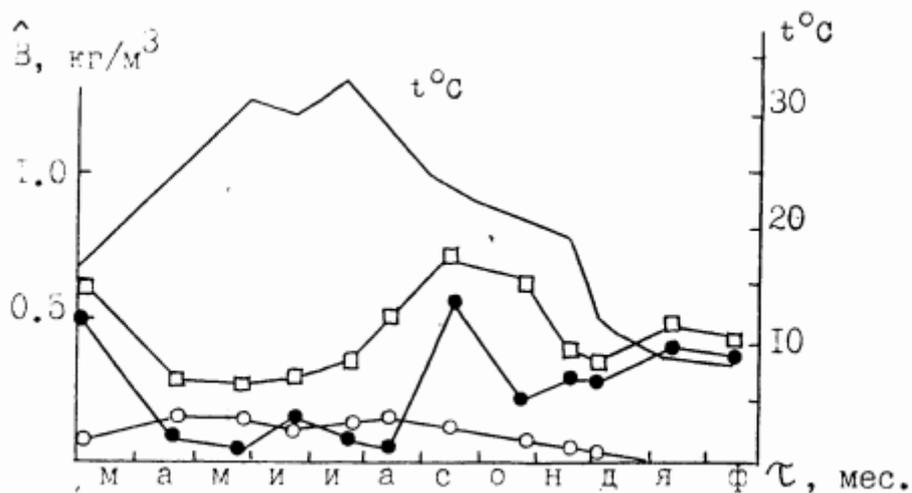


Fig. 12. Dinamica di biomassa secca di biofouling morto, degli zooidi e degli statoblasti *Plumatella fungosa* e temperatura annuale nel canale riscaldato. Asse x sx – Biomassa secca,  $B$ ,  $kg/m^3$ , asse x dx –  $t^\circ C$  nel canale, asse y – mesi dell'anno. □ biofouling morto ○ zooidi vivi ● statoblasti

La quota degli zooidi vivi in tutto il biofouling di tre componenti in primavera è di 28 %, 30 % all'estate, 10 % in autunno e 0,95 % in inverno. La quota di statoblasti, rispettivamente, è di 8,44, 60 e 91 %. La quantità degli **zooidi** raggiunge i massimi parametri all'inizio dell'estate - **3'250'000 es./m<sup>2</sup>**. Alla fine dell'estate le colonie

iniziano a formare gli **statoblasti** e a settembre la loro quantità raggiunge i valori massimali – **95'000'000 es./m<sup>2</sup>**.

Per determinare il flusso di energia nella popolazione di *Plumatella fungosa* servivano i dati sul contenuto energetico degli zooidi, flotoblasti e sessoblasti. Rispettivamente, i parametri del peso secco di 1 zooido, 1 flotoblasto e 1 sessoblasto erano 0,0404 mg, 0,00586 mg e 0,0211 mg. L'equivalente energetico, rispettivamente, 0,148 cal/zooid, 0,0227 cal/flotoblast, 0,0779 cal/sessoblast.



*Fig. 13. Le reti per l'allevamento della carpa con il biofouling dei Bryozoi nel canale riscaldato della Centrale Idroelettrica di Beloozersk, Belarus*



*Fig. 14. I pontoni per l'allevamento della carpa nel canale riscaldato della Centrale Idroelettrica di Beloozersk, Belarus*

## 7. Il flusso di materia e di energia nella catena di cianobatteri – sedimentatori – microfagi.

Visto che nella biocenosi dei canali del sistema della Centrale Idroelettrica, insieme con Briozoi **P.fungosa**, sono largamente rappresentate le popolazioni di ostracoda **Stenocypris major Baird** e il mollusco **Physella integra**, per rivelare i consumatori che trasferiscono la sostanza organica dei cianobatteri nella catena del detrito, abbiamo fatto la valutazione quantitativa di trasformazione della sostanza organica del seston nella catena di **cianobatteri – sedimentatori – microfagi**.

E' stato stimato il flusso di energia che passa con il seston attraverso il canale, considerando la **produzione primaria del fitoplankton**, quando il contenuto della sostanza secca è di 35 mg/l, che corrisponde ai bacini di alta eutrofizzazione, il flusso di energia della popolazione di **P.fungosa**, di **Ostracoda** e di **Physella integra**.

Considerando il flusso dell'acqua che passa durante il periodo estivo attraverso due canali,  $2.16 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/giorno, la biomassa totale del seston di  $3.35 \times 10^6$  kcal x m<sup>2</sup>/giorno, la produzione primaria lorda del fitoplankton, la produzione primaria netta del fitoplankton ammonta a 22.1 kcal/m<sup>2</sup> giorno.

A 30 °C il contenuto della sostanza secca è di 35 mg/l, la biomassa degli zooidi che ammonta a 130 g/m<sup>2</sup> (sostanza secca) "impacchetta" 380.6 g/m<sup>2</sup> dei pellets (sostanza secca) che equivale a 1'639,2 kcal/m<sup>2</sup> (**Fig. 15**). **Questo significa che le colonie dei Bryozoi sulla superficie di 1 m<sup>2</sup> sedimentano sostanza equivalente alla produzione primaria formata in un volume di 74 m<sup>3</sup> della sezione del canale riscaldato.**

Il flusso di energia attraverso le popolazioni dei microfagi ostracoda e mollusco ammonta solamente a 7,3 % dalla produzione primaria netta del fitoplankton. Questi due gruppi utilizzano solamente 0,1-0,2 % dell'energia della sostanza organica dei pellets, formati dalle colonie dei Bryozoi.

La maggior parte della produzione primaria netta del fitoplankton viene trattata dalle colonie dei Bryozoi che impacchettano le alghe blu-verdi dominanti nel sistema dei canali riscaldati, praticamente, senza assimilare la sostanza.

Il parametro di **assimilazione della sostanza organica** calcolato in base alla ragione ecologica era soltanto **6.2 %**.

Parametri così bassi e poco conosciuti hanno permesso di ipotizzare, e questo è stato confermato in un esperimento eseguito separatamente di determinazione della **clorofilla «a»** nelle alghe, descritto sopra, che dopo essere impacchettate nei pellets, i pellets svolgono la fotosintesi ancora come minimo per 4-5 giorni e hanno un alto contenuto di clorofilla «a». Ciò significa che nelle condizioni di alte temperature i Briozoi con alta velocità pompano il seston attraverso il sistema di digestione ed espellono i pellets impacchettati, ma con una **bassa assimilazione**. Considerando la partecipazione esigua delle popolazioni di ostracoda e di *Physella* nella trasformazione dei pellets dei Briozoi, possiamo sostenere che le popolazioni dei Briozoi, nella catena esaminata, hanno un ruolo primario, **precipitando una parte sostanziale del seston e trasportandolo nelle biocenosi sui fondali, per essere trasformati nella catena del detrito da saprofagi (batteri, funghi, protozoa) e detritofagi (chironomidi, oligocheti, acari acquatici ecc).**

Una valutazione dell'**attività di filtrazione** dei Briozoi, in base alla velocità di formazione dei pellets, ha dimostrato che, durante il periodo estivo, i Briozoi possono precipitare oltre a **30 kg/m<sup>2</sup> della sostanza secca dei pellets** che corrisponde a oltre **60 kg/m<sup>2</sup>** durante tutto il loro periodo vegetativo di circa 10 mesi nel canale, da marzo a dicembre.

A tutti gli effetti, le colonie dei Bryozoi, insieme con molluschi filtratori ed altri animali, formano il gruppo degli animali – **potenti bio-filtratori** - che possono essere utilizzati come purificatori ed indicatori di qualità delle acque.

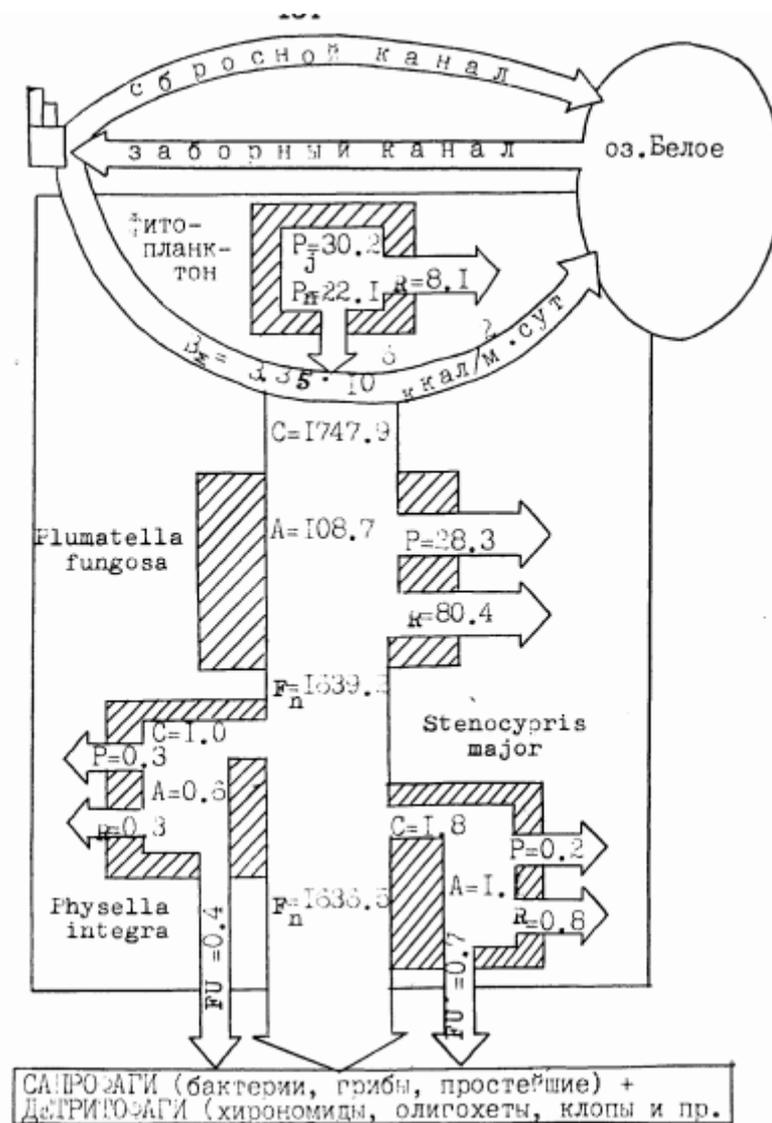


Fig. 15. Diagramma di trasformazione della sostanza organica nella catena di alghe blu-verdi – Bryozoa Plumatella fungosa - Molluschi Physella integra– Ostracoda Stenocypris major (kcal/ m<sup>2</sup> x giorno) nei canali riscaldati del sistema di Centrale Idroelettrica di Beloozersk, Belarus.

$B_{\Sigma}$  - flusso di energia totale del seston che attraversa in canale,

$P_j$  - produzione lorda del fitoplankton,

$P_n$  - produzione netta del fitoplankton,

$P$  = produzione cumulativa,  $C$  - dieta,  $R$  - flusso di energia per la respirazione,  $A$  - energia assimilata,  $F_n$  - pellets delle colonie dei Bryozoi,  $FU$  - alimentazione non assimilata.

## **8. Il problema di biofouling. Danni dei Briozoi ai sistemi di approvvigionamento dell'acqua. Briozoi – indicatori di qualità delle acque ed accumulatori dei metalli pesanti.**

Considerando le biomasse importanti dei Briozoi, di cui si scrive ultimamente, il loro ruolo come biofouling può essere ambiguo.

I Briozoi d'acqua dolce, insieme con quelli marini, mitili, spugne, alghe, anemoni formano **il biofouling** nelle tubazioni formando incrostazioni ed occludendo il flusso idrico sulle navi, moli, nei porti ecc. Il biofouling composto da Briozoi può rallentare la velocità delle navi fino a 50 %. Ancora nel 1913 Harmer informava che i Briozoi creavano un grande problema economico sugli impianti della rete idrica in Amburgo, Parigi e Rotterdam. A Manchester nel 1913 dal sistema delle tubazioni della rete idrica sono state tolte **700 tonn** di colonie di Briozoi. Sul fiume Rein in un tratto lungo 20 km nel 1980 la biomassa di *Plumatella fungosa/P.repens* era di **133 tonn**. La colonia di *Pectinatella magnifica* in un bacino dello stato Ohio pesava **10,83 kg**. La biomassa di *Alcyonidium aff.polyourm*, bryozoa del mare, sul molo Avacinsky nel mare di Bering e sull'ancora raggiungeva alcuni kg/m<sup>2</sup>. **Conopeum seurati**, ha raggiunto la biomassa di **20 kg/m<sup>2</sup>** sul muro in cemento nell'impianto di pompaggio dell'Impresa di Metallurgia sul mare di Asov. Nei porti di Riga e Nikolaev sulle navi osservavano le colonie di *plumatellidae* con il diametro fino a 1,5 m. Nel canale Volga-Mosca la biomassa di **Plumatella fungosa/repens** ammontava a **1,9 kg/m<sup>2</sup>**. Nella riserva artificiale di Kanev, vicino allo scarico della Centrale idroelettrica Tripolskaya, la biomassa di **Plumatella emarginata** era 1 kg/m<sup>2</sup>. La biomassa **7,5 kg/m<sup>2</sup>** della stessa specie si osservava nel canale di scarico vicino alla centrale di Chernobyl nel 1986. La biomassa di *P.emarginata* nei bacini di raffreddamento delle Centrali Idroelettriche Krivorogskaya e Zmievskaya in Ucraina era oltre **1 kg/m<sup>2</sup>**. Nelle camere di raffreddamento della Centrale Krivorogskaya - tra **7 e 18 kg/m<sup>2</sup>**. Nel 1984 la biomassa dei Briozoi ha raggiunto alcuni kg/m<sup>2</sup> sugli impianti di presa d'acqua riducendo il flusso d'acqua della Centrale Termica della città di Minsk.

Considerando la diversa tolleranza per la purezza dell'acqua, diverse specie dei Briozoi possono essere usate in qualità di **indicatori di qualità delle acque**. Come l'esempio pratico di quell'ultimo ruolo dei Briozoi, abbiamo analizzato il contenuto dei **metalli pesanti (Nichel, Cromo, Vanadio, Piombo, Zinco, Rame, Argento, Titanio, Stagno)** nell'acqua, sedimenti e in alcuni idrobionti, tra cui i Briozoi, su un tratto di 90 km del fiume Svislotch, dopo la Stazione di Depurazione della capitale di Bielorussia, Minsk, di 2 milioni di abitanti.

Lo schema del Poligono ed alcuni dati sono rappresentati nella **Fig. 16:**  
**Stazione 1 - 1 km prima della Stazione di Depurazione di Minsk;**  
**Stazione 2 - 2 km dopo la Stazione di Depurazione di Minsk;**  
**Stazione 3 - 90 km Stazione di Depurazione di Minsk.**

Come controllo, sono stati presi i dati del contenuto di microelementi nella sostanza organica sospesa nelle acque del bacino nella Riserva di Biosfera Berezinsky, in cui il contenuto degli elementi era nei limiti 0.1-11.0 µg/l.

La sostanza organica sospesa nel fiume Svislotch era nei limiti 2.00-140 µg/l.

Il contenuto medio di microelementi nella sostanza organica sospesa sulla **Stazione 2** superava quella nella Riserva Berezinsky di 20 volte.

Il contenuto dei metalli nella sostanza organica sospesa sulla **Stazione 2** era superiore di 10 volte, a quello della **Stazione 1**. Nei sedimenti del fiume Svislotch

sulla **Stazione 2** il contenuto di microelementi superava di 5 volte i dati relativi ai sedimenti sulla **Stazione 1**.

Sulla **Stazione 2** le colonie dei Briozoi accumulavano i metalli di 50% in più rispetto la **Stazione 1**. Sulla **Stazione 3** è stata osservata la tendenza alla riduzione di microelementi sia nei sedimenti che nelle colonie dei Briozoi, per più del 30 % rispetto alla **Stazione 2**.

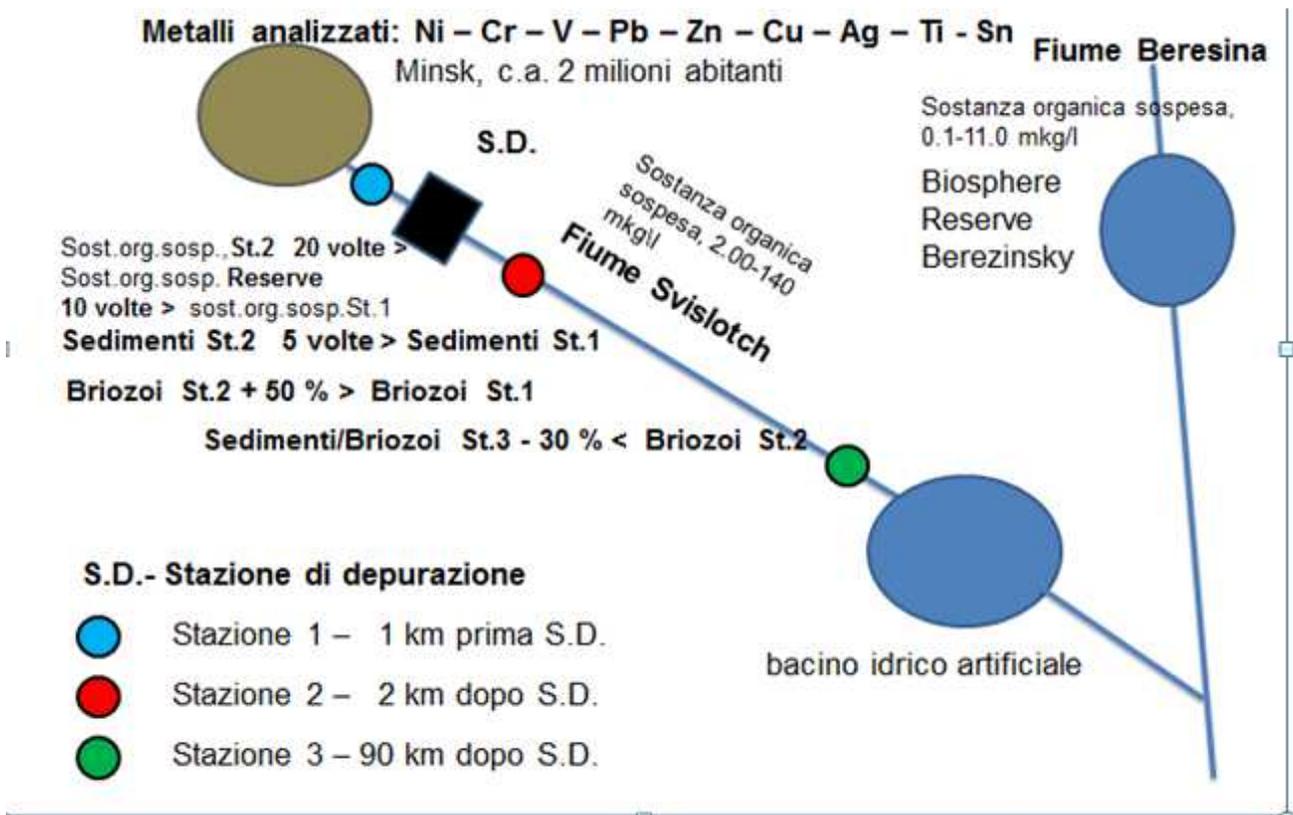


Fig. 16. Schema del poligono per il monitoraggio dei metalli pesanti nel sistema acqua – sedimenti – idrobionti, fiume Svislotch, Bielorussia, 1996.

## 9. **Bryozoan Reef – “tappeti – filtratori” e meraviglioso Micromondo. Ruolo pratico dei Briozoi e barriere artificiali.**

Il ruolo dei Briozoi è ambiguo. Da una parte, esiste il problema di **biofouling**. Dall'altra parte, i Briozoi rappresentano un forte **filtro biologico**, come abbiamo dimostrato, precipitando la sostanza sospesa nell'acqua e trasportandola nella catena del detrito per il successivo utilizzo.

Dall'altra parte ancora, le colonie di Briozoi possono essere utilizzate come **barriere artificiali**, creando un biotopo per tante specie animali. I ricercatori hanno descritto circa **50 specie** di organismi che popolano le colonie dei Briozoi. La biota dei Briozoi nel sistema della Centrale Idrolettrica di Beloozersk è rappresentata da protozoi, infusorie, rotiferi, idre, oligocheti, nematodi, larve dei chironomidi, ostracode, gamberetti, acari acquatici, trichotteri. I Briozoi di acqua dolce hanno il ruolo di edificatori della biota, modificando l'ambiente i cui abitanti sono collegati tra loro con delle relazioni complesse, tra cui le principali sono quelle **topiche, trofiche e di fabbricazione**. Già negli anni 80 i ricercatori italiani creavano barriere artificiali con lo scopo di aumentare la produttività del cibo nelle zone marine, aumentando così la diversità biologica del bentos e del pescato.

Nelle condizioni di progressiva eutrofizzazione dei bacini idrici interni, si ritiene prospettica la creazione delle barriere artificiali dei Briozoi con l'obiettivo di **formazione orientata degli ecosistemi**. Loro permetteranno l'aumento della superficie del filtro biologico naturale per la precipitazione dei solidi sospesi in acqua, favoriranno la depurazione dei bacini, permetteranno di creare un nuovo biotopo per la colonizzazione degli organismi del bentos, aumenteranno la loro biomassa e creeranno un'alimentazione aggiuntiva per molte specie, inclusi i pesci. L'utilizzo delle barriere dei Briozoi permetterà di aumentare la quantità del cibo aggiuntivo e creare il biotopo per molte specie di invertebrati e di pesci.

Sono passata anni dietro il microscopio e binoculare osservando le colonie dei Briozoi, fratelli maggiori dei Coralli, in laboratorio e in campo, studiando il loro ruolo funzionale negli ecosistemi d'acqua dolce.

Grazie a loro facile coltivazione in laboratorio, l'osservazione sul comportamento di queste graziose creature coloniali può rappresentare l'interesse educativo per gli studenti di discipline biologiche ed estetico per gli estimatori della natura e del bello. (1)

## **10. Coral Reef – “tappeti – filtratori” e meraviglioso Micromondo di Biodiversità. Specie in estinzione. Allarme mondiale.**

Le barriere coralline occupano solo lo **0,1 %** della superficie dell'oceano ma contengono il **25 % di biodiversità marina mondiale**. La **Grande Barriera Corallina, Patrimonio dell'Umanità**, conta più di 2'800 barriere sparse su 900 isole. Si estende sulla superficie 344'400 km. Ogni anno la Grande Barriera corallina attira più di 2 milioni di turisti.

Se i Briozoi d'acqua dolce erano **“fiori d'acqua dolce”**, i coralli, classe **Anthozoa**, dal greco vengono tradotti come **“fiori di mare”**. I coralli vengono suddivisi in 2 sottoclassi, **Hexacorallia**, con 8 tentacoli multipli di 6, e la sottoclasse **Octocorallia**, con 8 tentacoli.

La sottoclasse **Hexacorallia** conta circa 3'500 specie, e anche la s/classe **Octocorallia** conta circa 3'500 specie.

**Le barriere coralline possono ospitare nelle loro foreste marine fino a 500 specie di pesci ed innumerevoli invertebrati.**

I coralli hanno una riproduzione sia sessuata che asessuata. La parte terminale del polipo si moltiplica per via **asessuata (vegetale)**, per gemmazione (clonazione), come gli zooidi dei Briozoi, formando le colonie. I polipi di solito sono lunghi 1-3 mm, probabilmente, hanno una lunghezza di vita di circa 2-7 giorni, come gli zooidi dei Briozoi, e avendo alta velocità di moltiplicazione, creano le colonie dei coralli, che rappresentano un organismo unico interconnesso dove in continuazione si intrecciano la nascita di un nuovo polipo, la sua breve vita e la morte del polipo. Questo incredibile costante processo biologico porta alla formazione dello scheletro calcareo delle barriere coralline. Le colonie dei coralli possono raggiungere alcuni metri in altezza, pesare alcune tons e contenere 100'000 (secondo me, molto di più) e oltre polipi.

Secondo alcune stime, la longevità delle colonie può raggiungere fino ad **8 mila anni**. La crescita annuale delle colonie, invece, di solito è soltanto di alcuni mm. Le barriere coralline per la maggiore parte sono distribuite nelle **zone tropicali** a profondità di circa **20 metri**, dove passa la luce, in quanto tante specie vivono in

simbiosi con **le alghe Zooxanthelle** che forniscono loro nutrimento ed hanno bisogno di luce.

I polipi sono molto delicati e vivono dove ci sono le condizioni ottimali per la loro vita: temperatura, salinità, apporto dell'ossigeno, sostanze nutrienti ecc.

Negli ultimi 30 anni è gravemente aumentato il **fenomeno di "sbiancamento"** dei coralli (morte della parte terminale della colonia che si riproduce per gemmazione, come ho descritto sopra per le colonie dei Briozoi). Questo fenomeno è dovuto per la maggior parte all'aumento di temperature, al cambiamento di chimica e fisica delle acque, all'attività di estrazione mineraria e consiste nell'espulsione delle alghe Zooxantelle simbiotiche. Solo lo "sbiancamento" durante gli anni 1998-2002 ha toccato dal 60 al 95 % delle popolazioni di coralli della GBC, di cui la maggior parte si è ricostruita, ma il 10 % sono andate perdute.

Quando l'ecosistema del reef non è in equilibrio, viene minacciata dalle stelle di mare **Acanthaster planci** che drasticamente aumentano di quantità e divorano i coralli.

I polipi dei coralli, come i polipi (zoidi) dei Bryozoa, sono molto delicati.

Nell'esperimento svolto sulle colonie dei coralli prelevati dalla **Grande Barriera Corallina** (GBC) è stato osservato che i polipi morivano quando nell'acqua e nei sedimenti aumentava il contenuto di sostanza organica a causa dell'elevata carica microbica. Osservavo lo stesso processo durante la coltivazione delle colonie dei Bryozoi, che morivano dopo essere stati seppelliti dai rifiuti metabolici e il conseguente sviluppo dei microbi e delle rotatorie.

I dati sperimentali suggeriscono che le condizioni ideali per mantenere per esempio il corallo **Cladocora caespitosa** prevedono l'optimum della crescita intorno ai **24°C**, buona illuminazione e soprattutto una buona fonte di cibo. Negli esperimenti come dieta sono stati utilizzati naupli di **Artemia salina**. Le temperature superiori ai 28°C per periodi prolungati sono letali per le colonie (questo è stato dimostrato anche per le colonie dei Briozoi, come sopra descritto), confermando le morie verificate in mare nell'ultimo quinquennio legate ad anomalie termiche di 4-6°C al di sopra della media stagionale. (2)

Circa la metà delle specie dei coralli vive nelle **acque fredde**, a circa **4 °C**, che non dipendono dalle alghe simbiotiche. A largo delle coste della **Nuova Scozia in Canada** hanno trovato i coralli a profondità di **7 km**.

La specie **Lophelia, corallo bianco**, le cui le dimensioni delle colonie raggiungono **40 km x 3 km**, vive nell'arcipelago Lofoten in **Norvegia** in profondità fino a **400 metri**. Le colonie di **Lophelia** a largo del Carolina del Nord in USA hanno circa **40'00 anni** e ospitano circa **300 specie** di animali.

In Italia esiste la specie **endemica** del **corallo rosso mediterraneo** che è stato per secoli oggetto di prelievo intenso, largamente commercializzato fino ad oggi per la creazione di oggetti, ed è in pericolo di estinzione, **Corallium rubrum**.

**La crescita annuale basale di questo corallo è soltanto di 0,66 mm.**

I coralli delle zone profonde sono studiati pochissimo e solo nel 2000 in Canada è stato organizzato il **1mo Congresso Internazionale sui coralli delle acque profonde**. (3, 4, 5)

Gli atolli esistono da circa **30 milioni di anni**. Un reef per formarsi ha bisogno di circa **10'000 anni**.

Coralli sono specie ingegneri. Le loro **“Foreste Marine”**, costruite da piccoli polipi di appena qualche centimetro, simili agli zooidi dei Briozoi, offrono una casa per tantissimi animali marini, come Briozoi d'acqua dolce creano un rifugio per le specie che abitano nelle acque dolci.

Già nel 2008 il 54 % delle barriere coralline nel mondo erano minacciate.

**Nel 2030 – il 60 % sarà perso per sempre.**

**Alcuni modelli matematici predicono che la calcificazione dei coralli tropicali si ridurrebbe del 54% se il livello attuale di CO<sub>2</sub> raddoppiasse. (6)**

Ho avuto sempre una tenerezza per i coralli e i loro “associati”, fin da quando a 17 anni innamorandomi del lavoro favoloso di **Jacque Yves Cousteau**, ho scelto la professione di biologa. Ho trasmesso questo amore sulle colonie dei miei piccoli Briozoi, il Phylum molto più antico, rispetto ai coralli, che formava i Bryozoan reef quando coralli non c'erano ancora.

L'esotica bellezza dei coralli e della comunità che loro ospitano, affascina tutto il mondo, come **oasi di ricchissima biodiversità**, inestimabili **“quadri” viventi**, autogestibili ed equilibrati.

Nel mondo il **75% delle barriere coralline è in pericolo per la pesca eccessiva, la distruzione degli habitat, l'inquinamento e l'acidificazione dei mari causato dal cambiamento climatico**. Nel suo 5<sup>to</sup> rapporto, **l'Intergovernmental Panel on Climate Change (Ipcc)** ha scritto che i danni alle barriere coralline hanno conseguenze per importanti servizi ecosistemici regionali: nei reef viene pescato **il 10 – 12 %** di tutto il pesce dei Paesi tropicali e **il 20-25 %** di quello dei Paesi in via di sviluppo. Le barriere coralline contribuiscono a proteggere il litorale dall'azione distruttiva di mareggiate e cicloni, sono la protezione per la terra abitabile di diversi Stati insulari, l'habitat ideale per la creazione e la salvaguardia delle mangrovie e delle zone umide e attirano sempre più turisti.

Il rapporto **IPCC** sottolinea che tutto questo è minacciato **dall'innalzamento del livello del mare, dalla diminuzione della copertura di corallo, dalla diminuzione della calcificazione e dagli alti tassi di dissoluzione e bioerosione causati dal riscaldamento e dall'acidificazione degli oceani**.

Secondo l'IPCC, più di 100 Paesi traggono benefici turistici dalle loro barriere coralline, quindi, con il cambiamento climatico i Paesi dei Caraibi devono cominciare ad agire subito, visto che la loro economia si basa sulla loro attuale responsabilità verso le barriere coralline.

Secondo **Dale Rankine**, un ricercatore del **Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology (CIMH) di Barbados**, «Ci sono alcune cose che i paesi devono iniziare a fare subito. Una è limitare davvero la quantità di gas serra. Dobbiamo tutti fare lobby contro i principali responsabili delle emissioni, fare causa comune tra tutti i piccoli Stati insulari che in realtà emettono molto poco. Dobbiamo perseguire una green economy. ... I paesi devono iniziare ad integrare le considerazioni sui cambiamenti climatici in tutta la loro pianificazione dello sviluppo e guardare alla diversificazione nel settore agricolo, perché alcuni delle coltivazioni in futuro non riusciranno a sopravvivere». (7)

Secondo l'**Australian Marine Conservation Society (Amcs)** e il **Wwf Australia** «I governi australiani stanno mettendo a rischio **la Grande Barriera Corallina**, omettendo di attuare le raccomandazioni del Comitato del patrimonio mondiale riguardo alla rapida industrializzazione».

**Ancora nel 2013 Richard Leck**, del **Wwf Australia**, che ha partecipato come osservatore al **World Heritage Meeting dell'Unesco**, ha detto che «L'Australia era stata messa "in mora" del Comitato del Patrimonio Mondiale. I governi australiani hanno ora la ferma deadline del giugno 2014 per l'azione per evitare che questa **icona globale** venga messa nella **lista internazionale della vergogna**. Questi 12 mesi saranno cruciali per garantire il futuro della nostra barriera corallina e dell'industria del turismo da 6 miliardi di dollari australiani che si basa su di essa. La decisione rafforza le forti preoccupazioni che gli scienziati, i pescatori, le comunità locali e le persone di tutto il mondo hanno per la barriera corallina. Il World Heritage Committee ha detto esplicitamente che le più preziose aree incontaminate del Reef tra le quali **Keppel Bay**, a nord di **Curtis Island** e la northern section della barriera **devono essere protette**».

L'**Amcs** ha sfidato il ministro dell'ambiente a rispondere alle preoccupazioni principali del **Comitato del Patrimonio Mondiale dell'Unesco** sulla possibile rovina della **Grande Barriera Corallina**, a partire dalle principali minacce: **industrializzazione e sviluppo portuale** per accogliere altre migliaia di navi per il trasporto del carbone e il dragaggio con **lo scarico dei fanghi nelle acque del Reef**.

La **Wishart** ribadisce: «Abbiamo sentito sempre dire che la barriera corallina è al sicuro perché i governi hanno stanziato fondi per diminuire i reflui delle fattorie e per migliorare la qualità dell'acqua. Questo è un progresso, ma non fermerà **il trasporto, il dragaggio, lo scarico e lo sviluppo portuale** che potrebbe annullare qualsiasi buon lavoro fatto dagli agricoltori e rovinare la barriera corallina. Il ministro Burke deve fare una scelta: vuole lasciare un'eredità che proteggerà il Reef da questa nuova massiccia minaccia o essere ricordato per aver contribuito al suo declino? Esortiamo il ministro Burke a prendere posizione ed a difendere il nostro Great Barrier Reef». (8)

**La Grande Barriera Corallina** australiana fino ad oggi è in preoccupante declino. A marzo del 2015 il governo federale australiano ha diffuso piano di sostenibilità di lungo termine. Un piano che non ha incontrato i favori dei gruppi ambientalisti considerato da loro come assolutamente **inadeguato**. Gli scienziati marini di **5 università** hanno presentato all'Unesco un rapporto alternativo, chiedendo di fermare l'espansione di **miniere di carbone e di strutture portuali**.

Il piano di sostenibilità verrà discusso quest'anno a **Bonn** dove verrà deciso se includere la Barriera nella "**lista nera**" dei siti "**in pericolo**". Secondo la proposta, i rifiuti provenienti dal dragaggio dei fondali per l'espansione di uno dei più grandi **porti di carbone al mondo, ad Abbott Point**, verranno smaltiti a terra anziché all'interno del parco marino della Barriera. (9)

Nella più grande isola dei Caraibi, **East Caicos**, i politici locali vogliono realizzazione un mega-porto che distruggerebbe il paradiso naturale dell'isola, con le barriere coralline e le zone umide.

**Kathleen Wood**, ex direttrice del **Ministero dell'Ambiente del territorio**, ha detto a Yale Environment 360: «East Caicos è un gioiello. E' stata protetta fino ad ora ma una volta che sarà costruito un porto, ci sarà un afflusso di speculatori in tutta l'isola e uno sviluppo illegale. Ognuno vorrà un pezzo della torta. Tutto verrebbe spazzato via».

**East Caicos** è soprattutto un prezioso rifugio per la fauna selvatica dei **Caraibi**. Le sue mangrovie, zone umide, boschi, e savane ospitano specie di uccelli molto rare e stormi di **fenicotteri e pellicani**, in acque poco profonde si trovano **banchi e barriere coralline**. Per costruire il porto **bisognerebbe arare ettari di barriere coralline vitali, scavare zone umide** e creare un bacino che distruggerebbe un acquifero sul quale si basano gli uccelli. Uno sviluppo portuale ecologicamente sensibile non è semplicemente possibile in questa località. (10)

Lo studio "**Surviving in a Marine Desert: The Sponge Loop Retains Resources Within Coral Reefs**" pubblicato su **Science** sottolinea che «Fin da prime descrizioni di Darwin delle barriere coralline, gli scienziati hanno dibattuto su come uno degli ecosistemi più produttivi e diversificati del mondo possa prosperare nell'equivalente marino di un deserto. E' un enigma come il flusso di **materia organica disciolta (dissolved organic matter – D.O.M.)**, la più grande risorsa prodotta sui reefs, venga trasferita agli altri livelli trofici». I ricercatori olandesi dimostrano che «**Le spugne** rendono disponibile i D.O.M. per la fauna, mediante una rapida espulsione dei **detriti** che vengono poi consumati dalla fauna della barriera. Questo "**sponge loop**" è stato confermato in esperimenti sulla rete alimentare **in acquario ed in situ**, utilizzando D.O.M. arricchito con **C** e **N**. Il percorso **D.O.M.-spugna-fauna** spiega perché gli hot spot biologici come le barriere coralline persistono nei mari oligotrofici – **il paradosso del reef** – ed ha implicazioni per il funzionamento degli ecosistemi della barriera corallina e le strategie di conservazione».

Lo studio di **Goeij e Van Oevelen** ha dimostrato che **le spugne** sono **l'anello mancante tra i coralli, le alghe e gli altri abitanti della barriera corallina**. Le spugne **riciclano le scorie** prodotte da coralli ed alghe e le convertono in una fonte di cibo accessibile alle altre creature del reef.

E' questa la catena chiamata "**sponge loop**" che spiega come l'energia e le sostanze nutritive si conservino all'interno della barriera corallina, invece di spargersi nelle acque nel "deserto marino".

**Le spugne** sono note come **efficientissimi filtratori**, si nutrono di **batteri e alghe planctoniche**. La maggior parte della loro dieta però consiste in sostanze organiche disciolte, come gli zuccheri. «In realtà, queste sostanze disciolte costituiscono la più grande fonte di energia e nutrienti sulle barriere coralline e sono prodotte da coralli e alghe, – spiegano **all'Università di Amsterdam**. – Questa fonte di cibo non è disponibile per la maggior parte degli altri organismi che vivono sulla barriera corallina».

Il team di ricercatori olandesi sull'**isola caraibica di Curacao** hanno studiato **4 specie comuni di spugne**, prima **in acquari di laboratorio**, poi in una **barriera naturale** ed hanno dimostrato che le spugne «**Impediscono la dispersione di energia e nutrienti disciolti e rendono queste risorse accessibili agli altri abitanti del reef**».

Hanno **“marcato” i nutrienti disciolti** e li hanno tracciati nell'intero ecosistema, scoprendo che **le spugne assorbono i nutrienti “etichettati” e li trasformano rapidamente in scorie, feci di spugne**. Questa “pioggia” di scorie si sparge nella barriera corallina e diventa una fonte di cibo per altri abitanti del reef, entro 2 giorni, le stesse molecole erano presenti nelle **lumache** di mare, nei piccoli **granchi**, nei **vermi** che si nutrono di sedimenti contenenti le scorie delle spugne. A sorprendere i ricercatori non è stata solo la velocità del riciclo dei nutrienti, ma l'enorme volume di alimenti messi in circolo: 10 volte più del riciclo realizzato dai batteri. Un organismo come la spugna **Halisarca caerulea** assume ogni giorno carbonio disciolto per i 2/3 del suo peso corporeo. Secondo il team olandese, «questo **“sponge loop”** produce tanti nutrienti quasi quanto tutti i produttori primari (coralli e alghe) in un intero reef tropicale».

**De Goeij** sottolinea che «Le spugne sono alla base di una precedentemente sconosciuta linea di riciclaggio – lo sponge loop – che svolge un ruolo fondamentale nella catena alimentare di ecosistemi delle barriere coralline». «Linea di riciclaggio» delle spugne è simile a quella dei Briozoi che svolgono un ruolo importante filtrando e impacchettando le alghe blue-verdi, dominanti nel bacino delle acque riscaldate, portando la materia organica per la trasformazione dalla catena detritica. Lo studio sottolinea il ruolo di spugne nel futuro della ricerca e della gestione delle barriere coralline: «Ad oggi, il loro ruolo è gravemente **sottovalutato**, mentre le barriere coralline, importanti aree socio-economiche per le zone costiere tropicali, sono minacciati in tutto il mondo. Le spugne ci aiutano a capire **come funziona la barriera corallina**, ma anche come questi ecosistemi possono essere **altamente produttivi, senza perdite di energia e rifiuti**. Questa conoscenza può essere applicata allo sviluppo dell'acquacoltura sostenibile ed alla costruzione delle cosiddette **Integrated Ocean Farms**».

**De Goeij** in un'intervista a **BBC News Science & Environment** ha sottolineato che «Fino ad ora nessuno ha davvero dato alle **spugne** molta attenzione. Sono belle da vedere, ma tutti erano più interessati ai **coralli** ed ai **pesci**. Ma ora si scopre che **le spugne sono grandi players** e meritano attenzione per il loro ruolo. Se volete per una barriera colorata e ricca di biodiversità è necessario lo “sponge loop” per mantenerla». «**Riconoscendo le spugne come centrali, gli eroi sconosciuti del reef**, – conclude **De Goeij**, – speriamo di fare gli sforzi per la conservazione di questi fragili paradisi». (11)

Quindi, il pericolo di sopravvivenza delle barriere coralline soprattutto è connesso con le **attività umane** e con i **fattori ambientali** che dipendono dal cambiamento del clima.

Mentre negli ultimi decenni nei **Caraibi** scomparivano il **50%** delle barriere coralline, **Cuba** è riuscita a mantenere intatti alcuni dei reefs corallini più incontaminati e ricchi di biodiversità del pianeta.

**La bassa cementificazione costiera, il turismo limitato**, le relativamente piccole quantità di reflui che finiscono in mare, gli stringenti controlli sulla pesca commerciale, e la creazione di ampie **aree marine protette** hanno finito per conservare a Cuba i più straordinari ambienti di barriera corallina dei Caraibi. Il **Parque Nacional Jardines de la Reina**, il gioiello più splendido delle aree marine protette cubane, si estende su 840 miglia quadrate a 60 miglia al largo della costa meridionale di Cuba e comprende una barriera lunga 30 miglia con un ecosistema integro, che ospita un'incredibile varietà di pesci tropicali e dove si

possono trovare le **cernie Golia**, che raggiungono i **350 kg** di peso e 2,5 metri di lunghezza e molti **squali** della barriera corallina.

C'è da preoccuparsi di come se la passeranno gli ambienti della barriera corallina di **Cuba** quando il Paese di Fidel Castro e Che Guevara ristabilirà le normali relazioni diplomatiche con gli Stati Uniti e, con la fine dell'embargo economico, ci sarà un boom inevitabile del turismo e dello sviluppo **edilizio costiero**.

Il governo cubano ha promesso di proteggere il **25% del mare** che circonda il Paese con riserve marine, ma resta da vedere se la "sostenibile" Cuba comunista potrà sfuggire all'assalto alle coste, alla pesca eccessiva e ad altri problemi dello sviluppo "capitalista", che hanno richiesto un tributo pesante alle barriere coralline dei Caraibi e che non hanno certo reso gli abitanti di **Haiti, Santo Domingo** ed altri piccoli stati insulari dei Caraibi più ricchi e felici. (12)

La ricerca "**Microplastic ingestion by scleractinian corals**" pubblicata su **Marine Biology** conferma quello che fino ad ora era solo un sospetto: un team di ricercatori australiani ha scoperto che i coralli della **Grande Barriera Corallina** mangiano microplastica inquinante.

**Mia Hoogenboom**, ricercatrice capo dell'**ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies** della **James Cook University**, spiega che «I coralli si cibano in maniera **non selettiva** ed i nostri risultati dimostrano che possono consumare microplastiche quando nell'acqua di mare sono presenti delle plastiche. Se nella Grande Barriera Corallina aumenterà l'inquinamento da microplastica, i coralli potrebbero essere colpiti negativamente, dato che le loro piccole cavità stomacali si riempirebbero di plastica non digeribile».

**Le microplastiche** sono **un inquinante** sempre più diffuso negli oceani, causato dalla pessima gestione a terra della raccolta, riciclo e riuso di plastica, diventando così un inquinante degli ecosistemi marini e in particolare nelle **barriere coralline costiere**. A questa minaccia nota dovuta all'incuria ed allo spreco umano, se ne è aggiunta un'altra: le "**microsfere**" utilizzate nei cosmetici che stanno sollevando preoccupazioni sia negli Usa – dove Stati come l'Illinois e New York hanno già adottato misure per vietare o limitare l'uso – e in Europa, dove un recente studio sulle coste spagnole ha rivelato una pericolosa concentrazione di "microsfere" dovuta alle **creme solari**, e in Italia, dove **Ermete Realacci** ha presentato **un'interrogazione parlamentare** per limitare al massimo l'utilizzo di questi materiali.

Ma nonostante la **proliferazione di microplastiche**, il loro impatto sugli ecosistemi marini è **poco conosciuto**, e la **Hoogenboom** sottolinea che «**L'inquinamento marino da plastica è un problema globale e le microplastiche possono avere effetti negativi sulla salute degli organismi marini**. Volevamo determinare se i coralli delle barriere coralline costiere consumano microplastiche e se esiste la possibilità che l'inquinamento di plastica influenzi le barriere coralline».

Per questo i ricercatori australiani hanno messo coralli raccolti dalla **Grande Barriera Corallina** in acquari contaminati da plastica e 2 notti dopo hanno scoperto che i coralli avevano mangiato particelle di plastica. La principale autrice dello studio, **Nora Hall, dell'Università James Cook**, spiega a sua volta che «I coralli ottengono energia dalla fotosintesi dalle alghe simbionti che vivono all'interno dei loro tessuti, ma si nutrono anche di una varietà di altri prodotti

alimentari tra cui lo zooplancton, i sedimenti ed altri organismi microscopici che vivono nell' acqua di mare. Abbiamo scoperto che i coralli avevano mangiato plastica a livelli leggermente inferiori di loro tasso normale di plancton marino». Il problema è che **la microplastica** è stata trovata all'interno dei **polipi corallini**, avvolta nel tessuto digestivo, e gli scienziati temono che questo possa impedire alla lunga ai coralli di digerire il loro cibo normale.

Il team ha prelevato campioni nelle acque che circondano le barriere coralline costiere del **Great Barrier Reef** ed un'altra ricercatrice che ha partecipato allo studio, **Kathryn Berry dell' Australian Institute of Marine Science**, dice che «Durante questi test abbiamo trovato microplastiche, tra le quali polistirolo e polietilene, anche se solo in piccole quantità».

Ora i ricercatori vogliono determinare quale sia l'impatto della microplastica sulla fisiologia e la salute dei coralli, così come il suo impatto sugli altri organismi marini e la **Hoogenboom** rivela: «Stiamo anche indagando se i pesci delle barriere coralline mangiano plastiche e se la crescita del consumo di plastica influenza i pesci e la loro sopravvivenza». (13)

L'inquinamento del mare, cambiamento della chimica del mare, eccessiva pesca commerciale danneggiano non solo i coralli ma il mondo di tutti suoi "associati" – animali vertebrati ed invertebrati che vivono nella "**Foresta Marina**", la barriera corallina.

Secondo un team di ricercatori internazionale **le oloturie, i cetrioli di mare**, sono più a rischio di estinzione nei Paesi nelle regioni più povere e densamente abitate, e anche per le specie che vivono nella **Grande Barriera Corallina Australiana**. **Steven Purcell, del National Marine Science Centre della Southern Cross University**, è il principale autore dello studio "The cost of being valuable: predictors of extinction risk in marine invertebrates exploited as luxury seafood" pubblicato su **Proceedings of the Royal Society**, sottolinea che «I coralli non sono l'unica cosa sotto grave minaccia nella Grande Barriera Corallina australiana. Lo studio mette in evidenza che anche alcuni cetrioli di mare sono a rischio a causa della pesca commerciale per l'esportazione».

**Le oloturie** seccate a Hong Kong e nella Cina continentale vengono vendute al dettaglio tra **10 e 600 dollari al kg**. Una specie arriva anche a **3'000 dollari al kg**. I cetrioli di mare sono considerati "**delizie culinarie**" e spesso sono il piatto forte di buffet festivi e vengono serviti a **cene ufficiali**.

Nel mondo ci sono **377 specie** conosciute di **oloturie**, nella **Lista Rossa** dell' **International Union for Conservation of Nature (Iucn)** ci sono **16 specie di oloturie a rischio di estinzione**, 9 di queste, classificate come vulnerabili o minacciate, vivono sulla **Grande Barriera Corallina**. Lo studio dimostra che più una specie è pregiata e più è probabile che appaia nella **Red List Iucn** come vulnerabile o minacciata, evidentemente più questi **echinodermi sono costosi più rischiano di scomparire**.

«La maggior parte di queste sono attualmente sovra sfruttate, – spiega **Purcell**. – Anche se non posso dire che le popolazioni della Grande Barriera Corallina sono a rischio immediato di estinzione, le specie sono certamente **in grave pericolo** su una scala geografica più ampia, in particolare nei Paesi a basso reddito in via di sviluppo dove la pressione della pesca è elevata e la gestione insufficiente. In

Australia ci dovrebbe essere un maggiore investimento nella ricerca indipendente per capire i numeri della popolazione e gli effetti della pesca sulle nostre barriere, se vogliamo salvaguardare queste creature per le funzioni ecosistemiche e le opportunità di raccolta per le generazioni future».

In Australia le specie di **oloturie minacciate di estinzione** vengono pescate all'interno del **Great Barrier Reef Marine Park del Mar dei Coralli**, nello **Stretto di Torres**, nel mare del **Northern Territory** e sulla costa nord della **Western Australia**.

**Le oloturie**, nutrendosi della **materia organica** morta mescolata alla sabbia, aiutano a mantenere **pulite le praterie di alghe e le lagune del reef**, inoltre, le sostanze nutritive che espellono ri-entrano nella rete biologica delle alghe e dei coralli. Senza **i cetrioli di mare**, non potrebbe esserci buona parte del **riciclo dei nutrienti**.

**Purcell** sottolinea che: «Uno studio pubblicato l'anno scorso ha mostrato la prova che specie di cetrioli di mare di alto valore vengono seriamente sfruttate dalla **pesca commerciale sulla Grande Barriera Corallina...**» **Le oloturie** sono state gravemente sovra sfruttate nella pesca nel **Pacifico, Sud-est asiatico ed Oceano Indiano**. Lo studio ha analizzato le relazioni tra le variabili biologiche ed antropogeniche e le classificazioni del rischio di estinzione dei cetrioli di mare, pescati per i **mercati di lusso asiatici**.

**Purcell** conclude: «L'alto valore di mercato è fortemente legato al loro rischio di estinzione. Le specie nelle regioni ad alta densità di popolazione umana e le economie povere sono a maggior rischio, **quindi la conservazione è una questione sociologica**. Chiediamo maggiori ricerche sugli **invertebrati**, che dominano la biodiversità marina della terra. Dobbiamo sorvegliare le specie pregiate e sostenere i Paesi a basso reddito perché mettano in atto **restrizioni al commercio di specie minacciate**». (14)

L'innalzamento delle temperature, l'acidificazione degli oceani, sono le principali minacce alla sopravvivenza delle barriere coralline, poiché causa il cosiddetto "**sbiancamento**" che può portare alla morte dei coralli. Secondo gli esperti della **Carnegie Institution for Science e dell'Università di Exeter**, anche centrando l'ambizioso obiettivo di una drastica riduzione della CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, entro la metà di questo secolo si assisterà a un severo e diffuso sbiancamento dei coralli. "Le barriere coralline si trovano ad affrontare una situazione drammatica, - spiega **Peter Cox dell'Università di Exeter**. "Non c'è una scelta diretta tra la mitigazione convenzionale e l'ingegneria del clima, ma questo studio dimostra che o dobbiamo accettare come inevitabile **la perdita di un'ampia percentuale di barriere coralline nel mondo, oppure dobbiamo cominciare a pensare oltre la mitigazione delle emissioni di CO<sub>2</sub>**". (15)

Lo studio "Expectations and Outcomes of Reserve Network Performance following Re-zoning of the Great Barrier Reef Marine Park", pubblicato da un team di ricercatori australiani su **Current Biology**, rivela che l'ampliamento di una serie di riserve integrali nella Grande Barriera Corallina ha portato a sostanziali aumenti degli **stock di cernie coralli**. I ricercatori dello studio ricordano che «Reti di riserve marine **no-take (Networks of no-take marine reserves – NTMRs)** vengono ampiamente sostenute per conservare gli stock ittici sfruttati e per la conservazione della biodiversità». Lo studio, attraverso indagini visive subacquee dei pesci e delle

comunità bentoniche della barriera corallina, ha cercato di quantificare gli effetti ecologici a breve-medio termine (da 5 a 30 anni) della istituzione di NTMRs all'interno del **Great Barrier Reef Marine Park (GBRMP)** ed ha scoperto che «La densità, la lunghezza media e la biomassa della principale specie ittica pescata, **la cernia corallina (Plectropomus spp., Variola spp.)**, sono stati sempre maggiori nelle NTMRs che sul reef dove si pesca, sia a breve che a medio termine». Nelle **“green zones”**, la biomassa delle cernie del corallo è più che raddoppiata dagli anni '80 rispetto alle **“blue zones”**, dove si pesca. Lo studio dimostra che le **“green zones”** no-take contribuiscono alla salute della Grande Barriera Corallina e che **approcci simili possono essere utili per le barriere coralline di tutto il mondo.**

Lo studio fa parte di un progetto congiunto di Australian Institute of Marine Science (Aims) ed ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies della James Cook University e si avvale di una mole impressionante di informazioni provenienti da ricerche sottomarine effettuate dal 1983 al 2012, su reef sparsi su circa 150'000 km<sup>2</sup>, più del **40% del Parco Marino**. La nuova zonazione del GBRMP nel 2004 ha ampliato le **“green zones”** – chiamate così per il colore che hanno sulla cartografia –, le aree marine protette no-take dove è vietata la pesca, che ora coprono circa un terzo della superficie totale del Parco. Prima le zone no-take erano meno del 5% del parco.

Lo studio ha dimostrato che reti di riserve marine no-take – dove **non si può pescare** ma si possono fare tutte le altre attività sostenibili, comprese le immersioni subacquee – stanno producendo aumenti di popolazione su larga scala per la **cernia corallina**, la principale specie bersaglio sia per la pesca professionale che per quella sportiva. Inoltre, le **“green zones”** hanno permesso la sopravvivenza di un numero maggiore di grandi cernie mature e riproduttive anche dopo che **la Grande Barriera Corallina** è stata investita e fortemente danneggiata dal ciclone tropicale Hamish del 2009. (16)

Nei **Caraibi le barriere coralline** svolgono un ruolo importantissimo per l'economia turistica, ma stanno subendo gli impatti **dell'aumento delle temperature del mare e dell'inquinamento prodotto dalle attività antropiche.**

**Kerricia Hobson**, project manager della **Environment Division del Ministero dell'agricoltura, territorio, forestazione, pesca e ambiente di Grenada**, ha spiegato che «Quello che faremo attraverso questo progetto è in realtà realizzare **vivai di coralli**. Questa è la prima volta che sarà fatto nell'ambito **dell'Organisation of Eastern Caribbean States (Oecs)**. In realtà creeremo **vivai di corallo** dove raccoglieremo corallo vivo da alcune delle colonie sane intorno all'isola. Poi li propagheremo nella **nursery** e, quando saranno sufficientemente maturo, li planteremo su **strutture di barriera già esistenti**».

Il ripristino del reef viene realizzato congiuntamente dal governo di Grenada e **dall'United Nations Environment Programme (Unep)** all'interno del **Coastal Eco-system Based Adaptation in Small Island Developing States (Coastal EBA Project)**. La **Hobson** ha sottolineato che «Grenada ed i suoi vicini caraibici ottengono un sacco di vantaggi economici dai loro ecosistemi costieri, in particolare attraverso **il turismo e la pesca**, ... ma alcuni fattori hanno portato alla distruzione delle barriere coralline. Molti sono legati al **clima**, ma alcuni sono il risultato di **attività umane**. ... Come per le mangrovie, la distruzione di alcune

barriere coralline è in realtà dovuta all'**inquinamento** che proviene dalle attività a terra. Per esempio nel nostro settore agricolo c'è la tradizione di allevamenti vicino a fonti d'acqua perché è più facile ottenere l'acqua per le piante e gli animali, ma questo significa anche che quando piove tutti i **fertilizzanti in eccesso e le feci** si sversano nei fiume, dato che viviamo su un'isola, cinque minuti dopo la pioggia, queste cose finiscono sulla **barriera corallina**. Allora, si finisce per avere un reef che è dominato dalle **alghe che invadono le barriere coralline**».

Secondo un studio triennale pubblicato nel 2014 da un team internazionale di 90 esperti, ricostruire le popolazioni di **pesci pappagallo** e migliorare altre strategie di gestione, come la **protezione dallo sfruttamento eccessivo e dall'inquinamento costiero**, può aiutare nel recupero delle barriere coralline ed a renderle ancora più resilienti rispetto ai futuri cambiamenti climatici. Ma intanto in Belize, la copertura di coralli vivi sui reef poco profondi è scesa **dall'80% del 1971 al 20% nel 1996**, e ha raggiunto il **13% nel 1999**. Nel 1980, l'uragano Allen – il peggior uragano ad aver colpito la **Giamaica** negli ultimi 100 anni – ha devastato le barriere coralline e decimato i suoi ecosistemi. (17) Nello stesso tempo, certe zone di distribuzione dei coralli sono rimasti inaccessibili finora e ultimamente grazie alle ricerche più approfondite stanno scoprendo specie nuove che abitano le barriere coralline.

Recentemente dal **Triangolo dei Coralli** è arrivata la notizia della scoperta di più di **100 nuove specie marine** di animali in una zona ancora inesplorata al largo delle coste delle Filippine, all'estremità meridionale del **Verde Island Passage**, considerata tra le aree più biologicamente diverse del mondo. I ricercatori della **California Academy of Sciences** hanno esplorato per 7 settimane questo paradiso subacqueo ed in particolare le secche rocciose che chiamano la **"Twilight Zone"**, la misteriosa zona crepuscolare, un'area tra i **45/50 e i 150 metri** della colonna d'acqua che era rimasta un mistero e dove la luce è scarsa, poco accessibile ai subacquei e praticamente ignorata dai robot di profondità.

La biodiversità sconosciuta scoperta durante la spedizione nella **Twilight Zone** del **Triangolo dei Coralli** è impressionante: circa 10 nuove specie per ora di immersione e sembra un livello ancora prudenziale.

Tra gli innumerevoli campioni raccolti nell'ultima spedizione nel Verde Island Passage ci sono 40 "nuovi" coloratissimi **nudibranchi, cirripedi, ricci**, e **15 specie di pesci che vivono solo nella Twilight Zone**. Inoltre i ricercatori hanno visto per la prima volta in vita degli animali la cui esistenza era nota solo per il ritrovamento dei loro resti, come il **nudibranco Chelidonura alexisi** o il **riccio cuore dalle spine bianche-rosate**, la cui stranissima forma lo mette in relazione con una specie fossile che esisteva circa **50 milioni di anni fa**.

I "fossili viventi" della Twilight Zone sono un elemento in più perché gli scienziati possano anche dire cosa potremmo perdere rapidamente, magnificamente sconosciuto, con **l'estinzione di massa innescata dall'Antropocene**.

Secondo **Rich Mooi**, curatore del settore **Invertebrate Zoology and Geology alla California Academy of Sciences** il coinvolgimento e l'educazione della popolazione locale e delle agenzie governative filippine è una delle principali priorità di queste spedizioni: **«I team scientifici lavorano anche su programmi di educazione per connettere le quinte elementari di villaggi remoti con la biodiversità unica del loro cortile di casa»**.

Ma sono i consumi e le abitudini della parte ricca del Pianeta a mettere **in pericolo la biodiversità globale** e del **Triangolo dei Coralli**. Come spiega **Terry Gosliner, curatore Invertebrate Zoology alla Cal Academy**, «Le nostre decisioni su come utilizziamo le risorse naturali come l'acqua e l'energia non riguardano solo Bay Area, ma hanno un impatto sulla salute delle barriere coralline di tutto il Pacifico. Gli scienziati non sanno ancora cosa possono scoprire e capire nella "Twilight Zone" e perché questo ecosistema ospiti così tante specie, ma ora sanno che **va assolutamente protetto** meglio.» **Gosliner** conclude: «Le Filippine sono stracolme di specie diverse e minacciate, sono una delle regioni con la biodiversità più sorprendente sulla Terra. Nonostante questa ricchezza, la biodiversità della regione è rimasta relativamente **sconosciuta**. Gli elenchi delle specie e mappe di distribuzione che abbiamo creato durante i nostri anni di rilevamento del territorio e del mare del Paese contribuiranno informare le future decisioni sulla conservazione ed a garantire che a questa incredibile **biodiversità** si data la migliore possibilità di sopravvivenza».

Nonostante la miriade di minacce sparse in tutto il globo, dalle abitudini di pesca arcaiche ai cambiamenti climatici, gli abitanti marini del **Verde Island Passage** continuano a prosperare. Questa immensa biodiversità può essere dovuta in parte agli sforzi di collaborazione di più di una dozzina di istituti di tutti gli **Stati Uniti** e delle **Filippine**. (18)

Gli oceani **si riscaldano e si acidificano** sotto l'effetto del cambiamento climatico, danneggiando i **coralli tropicali e la calcificazione** di conchiglie, ma questi ed altri effetti potenzialmente catastrofici potrebbero essere limitati se l'aumento globale delle temperature fosse mantenuto **entro i 2 gradi centigradi**.

E' quanto ha concluso uno studio realizzato da un team di 22 noti ricercatori di **Ocean Initiatives 2015** e pubblicato su **Science** in vista della **Conferenza delle parti Unfccc di Parigi a dicembre**, nella quale si spera venga raggiunto un accordo per limitare il riscaldamento climatico entro 2°C perché «Il carbonio che emettiamo oggi può cambiare irreversibilmente il sistema terra per molte generazioni a venire».

Durante una conferenza stampa tenutasi a **Parigi, Alexandre Magnan**, uno degli autori dello studio, ha ricordato che **«L'avvenire dell'uomo dipende dall'avvenire degli oceani»** ed ha chiesto ai leader politici di tutto il mondo di «dare prova di ambizione» nel tagliare le emissioni di gas serra.

Il principale autore dello studio, **Jean-Pierre Gattuso**, ha spiegato: «Abbiamo raggruppato le conoscenze sugli oceani già presenti nei lavori **del'Ipcc (Intergovernmental Panel on Climate Change)**, e siamo andati più lontano sugli impatti prevedibili sugli ecosistemi (**pesci, conchiglie, coralli, mangrovie, ecc.**) e sui servizi resi dagli oceani (assorbimento di CO<sub>2</sub>, protezione delle coste, pesca, acquacoltura, ecc.)».

Il mare e l'oceano sono un gigantesco ammortizzatore del riscaldamento globale: assorbono più del **90% dell'energia eccedente dovuta all'effetto serra e più del 25% della CO<sub>2</sub> emessa**, inoltre, come ha sottolineato **Gattuso**, «Ospitano il **25% delle specie evolute, forniscono l'11% delle proteine consumate** e contribuiscono al ruolo di protezione delle coste (barriere coralline, mangrovie, praterie, ecc.)». Ma, **dall'era pre-industriale**, la superficie oceanica si è già riscaldata tra gli **0,6 e gli 0,7°C**, con notevoli differenze rispetto alle aree

geografiche «E il riscaldamento prosegue, – ha detto **Laurent Bopp**, un coautore dello studio, – così come l'acidificazione che attacca alcuni organismi (coralli, conchiglie, ecc.) che è aumentata del **30%**, cioè **0,1 punti di pH**».

Secondo lo studio, con uno scenario a **+2°C**, l'aumento del pH si limiterebbe a 0,14 unità, ma andrebbe fuori controllo se le emissioni di gas serra continueranno al ritmo attuale: **+0,4 unità di pH, ovvero 40 volte di più**.

Gli scienziati evidenziano che «**Quando molteplici fattori di stress lavorano insieme, di tanto in tanto si annullano a vicenda, ma più spesso si moltiplicano gli effetti negativi**».

Attualmente, sotto l'effetto dell'aumento delle **temperature degli oceani, dell'acidificazione e della minore ossigenazione**, i **coralli tropicali** ed anche **conchiglie** delle latitudini medie, come **le ostriche della East Coast Usa**, stanno subendo **forti danni**.

Ma gli scienziati di **Ocean Initiatives 2015** evidenziano che uno scenario di **emissioni business as usual** «Aggraverà considerevolmente la situazione: quasi tutti gli organismi studiati dovrebbero far fronte a rischi di danni molto elevati, quali **mortalità di massa** ed importanti spostamenti».

Un'altra delle autrici dello studio, **Carol Turley, del Plymouth Marine Laboratory**, ha detto a **Science** che «L'oceano è in prima linea sul cambiamento climatico con la sua fisica e chimica che può essere modificata a un ritmo senza precedenti, tanto che gli ecosistemi e gli organismi stanno già cambiando e continueranno a farlo quanto più emettiamo CO<sub>2</sub>. L'oceano ci fornisce cibo, energia, minerali, medicine e la metà dell'ossigeno nell'atmosfera, e regola il nostro clima e meteo. **Stiamo chiedendo ai policy makers di riconoscere le potenziali conseguenze di questi cambiamenti drammatici e di aumentare il profilo del mare nei negoziati internazionali**».

Ad essere particolarmente minacciate sono **le barriere coralline tropicali** che ospitano una ricchissima biodiversità e proteggono interi Stati insulari e grandi aree costiere dalla violenza delle tempeste, garantendo risorse economiche importantissime come pesca e turismo e, come ricorda Gattuso, «i servizi ecologici ed economici che rappresentano somme considerevoli. Degli sforzi immediati di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono più che mai indispensabili per evitare il rischio di **modifiche brutali e irreversibili**».

**Gattuso** sottolinea che «**L'oceano non è stato minimamente considerato nei precedenti negoziati sul clima. Il nostro studio fornisce argomenti convincenti per un cambiamento radicale in occasione della Conferenza delle Nazioni Unite sul cambiamento climatico**».

**Manuel Barange, direttore scientifico del Plymouth Marine Laboratory** conclude su **Science**: «Il cambiamento climatico continuerà ad influenzare gli ecosistemi oceanici in modo molto significativo, e la società deve prenderne atto e rispondere. Alcuni ecosistemi e i loro servizi trarranno vantaggio dal cambiamento climatico, soprattutto nel breve periodo, ma nel complesso gli effetti sono prevalentemente negativi. Gli impatti negativi sono particolarmente attesi nelle **regioni tropicali** e in via di sviluppo, quindi, potenzialmente, aumenteranno le sfide attuali in termini di **cibo** e livelli di **vita sicuri**. **Ci siamo messi noi stessi in viaggio lungo in un percorso unico pericoloso e lo stiamo facendo senza una valutazione delle conseguenze che ci attendono**». (19)

## 11. CONCLUSIONE

Come conosciuto e bene documentato, l'impatto antropico sull'ambiente attraverso l'influenza dei diversi fattori biotici e abiotici, modifica l'equilibrio degli ecosistemi, cambia il funzionamento dei principali processi biologici sia degli organismi separati che delle popolazioni, e infrange l'interazione dei componenti degli ecosistemi sui livelli diversi del regno animale, incluso uomo.

Nelle nuove condizioni ecologiche, caratterizzate **dall'inquinamento termico, eutrofizzazione delle acque, inquinamento con i metalli pesanti**, gli ecosistemi e gli abitanti che li popolano cercano di adattarsi ai cambiamenti, modificando flora e fauna, introducendo **specie aliene** e attuando altri processi, fino ad arrivare, nei casi più estremi, alla scomparsa della specie.

Lo studio dei fattori antropici sui parametri biologici è importante per la valutazione della **risposta quantitativa e qualitativa** degli idrobionti che vivono in ecosistemi modificati.

In particolare, lo studio dei Briozoi che abitano nel bacino della Centrale Idroelettrica, sotto l'impatto termico, dimostra un'alta capacità adattativa degli **organismi clonali**, di cui **organizzazione modulare** garantisce la risposta plastica dei principali parametri biologici. La clonalità garantisce la crescita esponenziale e permette di occupare grandi superfici e sviluppare elevate biomasse negli ecosistemi modificati. E' stato dimostrato che in questi ecosistemi i Briozoi possono avere un ruolo importante in qualità dei **potenti filtri naturali – purificatori** dei bacini idrici, **trasformatori della sostanza organica, indicatori di qualità** delle acque e **di inquinamento da metalli pesanti**.

Le nostre ricerche hanno dimostrato che i parametri dei processi biologici, nel gradiente dei fattori ecologici analizzati, vengono sostanzialmente limitati arrivando al limite della **soglia e oltre la soglia** dell'attività vitale degli animali.

Attualmente, si ritiene molto importante una corretta interpretazione del concetto «**limite**» e la sua razionale applicazione, considerando **le modifiche climatiche causate dalle attività antropiche dell'uomo, l'assurdità dell'utilizzo illimitato delle risorse della natura** e nell'ambito di prevenzione delle modifiche irreparabili negli ecosistemi del pianeta, con **l'obiettivo di preservare l'omeostasi degli ecosistemi e della loro salvaguardia per le future generazioni**.

La somiglianza di biologia dei 2 tipi dei **reef, dei Bryozoi e dei Coralli**, entrambi **organismi clonali modulari**, evidenzia la fragilità di questi organismi e dei loro "associati" che popolano questi complessi, autonomi e autogestibili ecosistemi, di fronte ai cambiamenti che porta l'attività dell'uomo: **pesca eccessiva, aumento di temperatura delle acque, acidificazione degli oceani, inquinamento da varie sostanze, inclusi fertilizzanti, plastica, attività edile portuale ecc.** Cambiamenti che, se superano **la soglia**, portano alla **totale distruzione dell'habitat**. Gli ecosistemi dei coralli rappresentano comunità con un tasso di enorme biodiversità, le **"Foreste Marine"** offrono a numerose specie rifugio, cibo, hanno un ruolo significativo nel ricircolo dei nutrienti, sono zone di importanza socio-economica e di inestimabile bellezza.

I rapporti interconnessi dei numerosi abitanti di queste **"Foreste Marine"**, degli ecosistemi delle Barriere Coralline, sono stati sottovalutati e poco studiati. Soprattutto, le zone di colonna dell'acqua di scarsa profondità e delle acque abissali stanno portando alla scoperta di tante nuove specie.

La creazione delle **Riserve Coralline Marine**, la coltivazione dei **vivai dei coralli** aiuterebbe nella salvaguardia e la protezione di queste meraviglie della natura.

In occasione dell'imminente **Conferenza delle Nazioni Unite** sul cambiamento climatico **COP21** che si svolgerà dal **30 novembre all'11 dicembre 2015 a Parigi**, si stima di enorme importanza l'inserimento nei negoziati sul clima degli argomenti che riguardano l'**Oceano** e, in particolare, il piano dello studio più approfondito degli **invertebrati** che popolano le barriere coralline, lo studio di funzionamento dei rapporti interconnessi delle popolazioni, il piano per la tutela e per la prevenzione di questi delicati paradisi marini di inestimabile bellezza.

Eminente chimico, geologo, fondatore della radiobiologia, scienziato sistemico e fondatore della teoria di **Biosfera** e di **Noosfera**, rete intellettuale mondiale degli essere umani che pensano positivamente e credano nel **progresso della scienza e della ragione**, l'Accademico russo **Vladimir Vernadsky** scriveva nel 1945 dal suo esilio durante la 2<sup>a</sup> Guerra Mondiale nel villaggio Borovoe in Kazakistan:

**«Nella storia geologica della Biosfera, davanti all'uomo si aprirà un enorme futuro se egli sarà in grado di capire questo e non userà il suo intelletto e il suo lavoro per l'autodistruzione. All'umanità non rimane che studiare le leggi del funzionamento della Biosfera ed imparare a rispettarle.»**

All'inizio degli anni '90, in una delle conferenze alle quali ho partecipato dopo aver difeso nel 1990 la mia Ph.D. in Biologia sui Briozoi, ho conosciuto un collega-briozoologo che, oltre essere uno scienziato, sicuramente aveva un dono letterario. Durante gli incontri dietro le quinte, dopo la conferenza, una volta ci ha letto il suo Poema sui Briozoi che mi è piaciuta tanto. Poi ci siamo persi per anni. I tempi erano duri per tutti dopo la "perestrojka", anche per noi, scienziati. Solo l'anno scorso ho trovato il carissimo collega, ora docente, che insegna all'Università di Samara in Russia. Gli ho chiesto di inviarmi il suo Poema e ho cercato di tradurlo semplificando. Il testo è diventato praticamente senza rime, viste difficoltà di interpretare dal russo. Ho chiamato il Poema l'"**Inno ai Briozoi**", piccoli, dallo sguardo di un commerciante, inutili animaletti coloniali, che filtrano, vivono una settimana e muoiono, mettono statoblasti, strani organi riproduttivi simili alle navette extraterrestri, e poi rinascono ancora... L'Inno alla conoscenza, alla bellezza, all'importanza di ogni specie che svolge il proprio ruolo nell'ecosistema interconnessa, autonoma e autogestibile, con la speranza che un giorno arriveranno tanti giovani seguaci che non solo scriveranno un **Inno ai Coralli** e al suo meraviglioso mondo che abita queste "**Foreste Marine**", ma difenderanno e proteggeranno l'equilibrio ecologico del delicato mondo naturale, come abbiamo fatto noi.

Dedico questo articolo alla scuola degli idrobiologi di Bielorussia e ai miei maestri - Nina Khmeleva, Leonid Sushenya, Yurij Giginyak, George Vinberg.

Un grande riconoscimento esprimo al Professore dell'Università di Milano Mario Cotta Ramusino e al Professore dell'Università di Dayton, USA, Timothy Wood per la preziosa collaborazione.

### ***Inno ai Briozoi e ai suoi “associati”***

*Hanno dato statoblasti Briozoi,  
Espandendo lofoforo,  
Aprono i peristomi,  
E cominciano la discussione  
Dei vantaggi del detrito,  
Dell'assenza appetito,  
E se il cibo non è giusto,  
Non è male avere un sito,  
Perché piccola la pancia.*

*E in questa discussione  
Spesso sentono motivo,  
Che sia in terra che in mare  
Prospera il collettivo.*

*Nei laghi, nei mari,  
Con il ferro di cavallo  
Dei tentacoli del lofoforo  
Cacciano le rotatorie,  
Alghe, vermi, infusorie.*

*Cercano un amico,  
Grande e sicuro,  
Per spostarsi sul substrato  
E portare Briozoi.*

*Qua esotico animatore,  
Cancro eremita,  
Porta un'actinia  
Abbellendo con i fanghi  
Come un bouquet,  
Tutti pazzi dalla bellezza!*

*Cancro camuffato  
In verde militare  
Ama nascondigli,  
Porta un giubbotto  
Per spostare actinie.*

*Devono saper segreti  
E studiando la questione  
All'inizio stagione  
Carapax si copre con dei lofofori.*

*Simbiosi è una meraviglia,  
Vive qua biocenosi,  
Collettiva società,  
Benefici sono per tutti,  
Niente la proprietà!*

*Verme Tubifex splendente  
Sul zooid arrivò  
E pensò: che noia  
Stare fermo qua  
Per eternità.*

*Non sapeva che per Briozoi  
Era come una scimmietta  
Divenuta evolvendo  
Progressivo umanoide.*

*E Carassius attaccò la spugna,  
La mangiò per scherzo.  
Ma a burbera spongilla  
L'umorismo non piaceva,  
Con un terribile odore  
Ha mandato il vagabondo via.*

*Con dignità di un Morpheus,  
Lentamente senza corsa,  
Sullo stelo ha strisciato  
Un Limnaeidae truncatula.*

*Egli è stato nelle alte sfere,  
Ha visto luce ed atmosfera,  
Ripeteva con la fede,  
Che fungosa - è un fungo !*

*O spongilla o fungosa, -  
In mezzo all'erba gorgogliava, -  
O sono tanti o sono pochi,  
È lo stesso:  
Un vero fungo  
Per energia è un punto morto.*

*Borbottò e tra l'altro  
Gli zooidi mangiò.  
Ma ridevano chironomidi,  
Insediando plumatellidi,  
Sono tanti - il proprio biocenosi.*

*Sono sdraiati chironomidi,  
Allungando la schiena con grazia,  
Brillano come un turchese  
Occhi verticali.*

*E diranno i Briozoi:  
Porta bene, molto bello:  
Naturale statoblasto.  
Sono tanti  
Questi commensali.*

*Se pulire gli occhiali,  
Si vedono crostacei,  
Che discutono dettagli nelle sue case.*

*Tu sei asino aquaticus,  
Femmina per maschio brutta,  
Io sono un maschio focoso,  
Asellus aquaticus, asino dell'acqua.  
Poi ci sono grandi  
Cancri russi nei fiumi,  
Da cacciare e mangiare,  
Non guardando chele.*

*Un poeta disse:  
"Ho paura del rumore.  
Annebbiato il cervello,  
La natura fa paura,  
E non vedo io niente,  
Sono perso nel cespuglio».*

*Ma per noi non c'è niente di stretto,  
Vivere é troppo bello,  
Tutto succede.  
Siamo contro privilegi  
E per tantissime strategie.*

*Noi entriamo senza offese,  
Nella piramide alimentare.  
E combattere per noi – non è la prima volta,  
La Natura é casa nostra !*

*Dopo un buon pranzo –  
Discussioni religiose:  
Che è peccato riprodursi,  
Vanità, non è un movimento.  
Guarda cancro in radice:  
Angelo è un ermafrodite.  
Riproduzione innocente –  
Riproduzione esterna.*

*E così difficile  
Esprimere il suo languore  
Alle creature unicellulari.  
Che problema !  
Qua ameba nello stagno:  
Pancia – vacuole.  
Appare timorosa,  
Bocca effimera  
Su ogni parte del corpo.  
Si muove lentamente.  
Qua sorriso è davanti.  
Qua sorriso è dietro.*

*Disse prima di sparire nel fango:  
Non ho le uova. Non sono un uccello.  
Dio ha detto di dividersi.  
Ogni organismo sa:  
Esiste creazionismo.  
Non fatelo entrare qua !  
Mai !*

*Più vai nel bosco  
C'è più legna,  
E parteno-, e genesi-,  
E gameti, e biote,  
Innocenti zigote.*

*Hanno fatto conclusione Briozoi  
Sui maschi e riproduzione:  
Lasciate vostra divinazione,  
Proponiamo gemmazione,  
Tutto il resto – un ballasto.  
Metodo migliore – statoblasto !*

*Dove il senso nei discorsi ?  
Siamo santi più di tutti !  
Sulla sabbia piano-piano  
Femmina cammina cancro  
Gambe cinque paia,  
Non è un polpo da 8 braccia:*

*Sono un animale supremo,  
Adoro il dimorfismo.  
Adoro mio caro cancro  
E felice marriage.*

*Quando il mio grande maschio  
Mi trascina sulla sabbia,  
Graffia delicato con la chela,  
Punta occhi su di me, -  
Gli incontri sono deliziosi,  
Notti meravigliose.*

*E sentiamo estasi  
Che si perdono le gambe:  
Elevati,  
Fecondati.  
Ma che minestra di idee !  
Imparate da umani !  
Non sono per noi deliri religiosi,  
Sparirebbero per sempre !  
Non provocarmi senza bisogno,  
Solo quando hai voglia.  
Insegnarci che  
Riproduzione è un peccato*

*È molto divertente,  
Fa ridere !  
Loro però (smettere di ridere)  
Non devono riprodursi !*

*Un giovane biologo  
Si inchina sull'acqua  
E osserva la biota  
Sta facendo suo lavoro.*

*Lui è stanco ed è solo,  
E non sente più le gambe,  
Vede come un rimprovero,  
Tutta questa festa della vita subacquea:  
Così si muore di tristezza  
Senza una donna  
In una baia di Samarskaya Luca.*

*Statoblasti sono tanti  
Quest'anno,  
Da raccogliere e cantare,  
Costruiva sua casa un tricottero,  
Ricordando mesozoico.*

*Dicono racconti,  
C'era ave forte  
(era ancora giovane),  
Che la prima volta  
Ha provato queste cose di chitina.*

*Ha risposto plumatella dalla litorale:  
Anche noi non siamo peggio,  
Metto io statoblasti  
Sulla prima pianta.  
Sara un grande corteo !*

*Passaporto nostro – statoblasto,  
Serve dappertutto sempre,  
Siamo noi nel paradiso,  
Arriviamo dal mare blu  
Nell'acqua dolce.*

*Chi sei tu,  
Antico ave mio ?  
Eri molto raro ?  
O troppo molle come una proteina ?  
Che avendo troppi figli,  
Abitando senza casa,  
Non potevi pubblicare ?*

*Qualche volta piango anch'io  
Che avendo tante idee,*

*Come un raro vermicello  
Non stampo niente !  
Sono passati anni,  
Acque diventate fango.  
Perché nessuno ci studia,  
Dove giovane biologo ?  
O già cresciuta la barba banca ?*

*Classe è diventato tipo.  
Adesso siamo perifiton.  
Non è un semplice polipo.  
Gloria nei secoli !*

*È un strano raro  
Crede in giustizia.  
È onesto, quindi è un nessuno !  
E nell'era dei soldi,  
Come non lo picchiano,  
Crede nella scienza.*

*Conosciamo certi titoli –  
Sono nomi superficiali,  
Non gli danno per la scienza,  
Gloria a mano che dona.  
Possedendo titoli,  
Non avendo conoscenze,  
Mangiano contanti  
Uomini indecenti.*

*Conosciamo questo sporco.  
Forse, sono solo il fango ?  
Forse, non bisogna riconoscergli,  
E privare dei titoli.  
Tempo passa, tempo scorre,  
Arriva anche a te onore.  
Sogno solo come  
Briozoi conservare ?  
Nostra vita non è lunga.  
Scrivi di noi, biologo !*

*Corri, corri,  
Scrivi sui Briozoi.  
Opera è pronta da tanto,  
Incredibile è vicino:  
Non è rimasto nessuno,  
Chi potrebbe essere fiero di questo tesoro !*

*Parlo non per solo parlare:  
Non ci sono specialisti.  
Non ci sono quelli giusti !  
Cresci spiroghira !  
Cresci pianta acquatica !*

*Saranno zoari come pesi !  
Fiorisci, biocenosi !*

*E quando cappelli bianchi  
Coprono il viso saggio,  
Appaiono anni giovani e il calore.  
Calore dell'anima di quelli vicini  
E di quelli lontani,  
Che sognavano che crescerà  
Un giardino meraviglioso  
Dai germogli  
Dei semi una volta piantati.*

*In questo giardino dove sei una gioia,  
Come l'erba primaverile  
Giovani germogli avrebbero coronato  
Le tue opere e le tue fatiche.  
Scientifica, creativa estasi  
Ci visiterebbe più spesso.*

*Si sa:  
Questo ambiente non è stretto,  
E briozoologia è una grande scienza !  
Prendete mia mano,  
E datemi la vostra !  
Sappiamo noi per certo  
Arriverà un giorno:  
Un giovane dirà  
Studiare Briozoi – è curioso ! (20)*

*Tatiana V.Mikhaevitch, Ph.D. in Biologia  
09.08.2015*

### **Bibliografia:**

1. *Caratteristica ecologica ed energetica dei Bryozoa Plumatella fungosa nel bacino di raffreddamento della Centrale Idroelettrica Berezovskaya, Belarus, Ph.D. in Biologia, specializzazione 03.00.18 Idrobiologia, UDC 574.586+591.1:574.2/3(043.3), Istituto di Zoologia, Accademia delle Scienze di Belarus, Minsk, 1990, 173 pp.*
2. *www.aiam.info/riproduzioni-ed-allevamento/66-ricerche-sperimentali-sull'allevamento-del-corallo-mediterraneo-cladocora-caespitosa*
3. *www.ru.wikipedia.org/corallovie-polipy*
4. *www.it.wiki/anthozoa*
5. *www.fr.wikipedia.org/wiki/Récif\_corallien*
6. *www.olorologiaiomiopie-national-geographic.blogautore.espresso.repubblica.it/2012/10/22/coralli-di-norvegia-lophelia-perthus*
7. *Grenada ricostruisce la sua barriera corallina. I danni ai reef hanno conseguenze per importanti servizi ecosistemici regionali,*

- [www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/grenada-ricostruisce-la-sua-barriera-corallina](http://www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/grenada-ricostruisce-la-sua-barriera-corallina), 29 giugno 2015
8. *L'Australia denunciata dall'Unesco: l'industrializzazione mette in pericolo la Grande barriera corallina. Gli ambientalisti contro i progetti di porti e carbone del Queensland che mettono in pericolo il Reef, la Grande barriera corallina.* 20 giugno 2013
  9. *Australia vara il piano per salvare la Grande barriera corallina,* [www.repubblica.it/ambiente/2015/03/23/news/australia\\_grande\\_barriera\\_corallina](http://www.repubblica.it/ambiente/2015/03/23/news/australia_grande_barriera_corallina), 24 marzo 2015
  10. *Il mega-porto turistico nel paradiso (fiscale) di East Caicos*  
*La speculazione internazionale all'assalto dell'ultima isola incontaminata dei Caraibi,* [www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/il-mega-porto-turistico-nel-paradiso-fiscale-di-east-caicos](http://www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/il-mega-porto-turistico-nel-paradiso-fiscale-di-east-caicos), 8 luglio 2015
  11. *Reef, come possono crescere nei deserti oceanici? Risolto il paradosso di Darwin. Sciolto il mistero dopo 171 anni, grazie allo "sponge loop",* [www.greenreport.it](http://www.greenreport.it), 8 ottobre 2013
  12. *Il mare di Cuba riuscirà a salvarsi dalla fine dell'embargo Usa? Lungo la costa cubana le barriere coralline più intatte dei Caraibi,* [www. Greenreport.it](http://www.Greenreport.it), 6 marzo 2015
  13. *Il coralli della Grande Barriera Corallina Australiana mangiano micro-plastica. I polipi dei coralli non sono in grado di digerirla e viene avvolta dal tessuto digestivo. Un pericolo che viene dalla cattiva gestione dei rifiuti e dalle "microsfere" dei cosmetici,* [www.greenreport.it](http://www.greenreport.it), 26 febbraio 2015
  14. *Avete presente le oloturie? Rischiano l'estinzione perché i ricchi cinesi ne mangiano troppe,* [www.greenreport.it](http://www.greenreport.it), 17 marzo 2014
  15. [www.tgcom24.mediaset.it/green/salvare-le-barriere-coralline-le-nuove-armi-sono-particelle-di-gas-riflettenti](http://www.tgcom24.mediaset.it/green/salvare-le-barriere-coralline-le-nuove-armi-sono-particelle-di-gas-riflettenti), *Coralli a rischio estinzione.*
  16. *Le Aree marine protette no-take fanno bene alla Grande Barriera Corallina e alla pesca. Le riserve integrali favoriscono la ripresa di specie commercialmente importanti,* 27 marzo 2015.
  17. *Grenada ricostruisce la sua barriera corallina. I danni ai reef hanno conseguenze per importanti servizi ecosistemici regionali,* [www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/grenada-ricostruisce-la-sua-barriera-corallina](http://www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/grenada-ricostruisce-la-sua-barriera-corallina), 29 giugno 2015.
  18. *Science Today: Pressure in the Twilight Zone,* California Academy of Sciences, [www.youtu.be](http://www.youtu.be), 22.06.2015,  
[www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/scoperte-piu-di-100-nuove-specie-marine-nella-twilight-zone-delle-filippine-video-e-fotogallery](http://www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/scoperte-piu-di-100-nuove-specie-marine-nella-twilight-zone-delle-filippine-video-e-fotogallery),  
*Scoperte più di 100 nuove specie marine nella "Twilight Zone" delle Filippine (Il Verde Island Passage è il "centro del centro" della biodiversità marina),* 22 giugno 2015.
  19. *Il mare in crisi da acidificazione. «Evitare il rischio di modifiche brutali e irreversibili». Anche mantenendo l'aumento delle temperature globali entro 2°C, impatti su coralli e conchiglie,* [www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/il-mare-in-crisi-da-acidificazione-evitare-il-rischio-di-modifiche-brutali-e-irreversibili](http://www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/il-mare-in-crisi-da-acidificazione-evitare-il-rischio-di-modifiche-brutali-e-irreversibili), 3 luglio 2015.
  20. *A.B.Виноградов «Поэма о мшанках», "Затерянные миры и их обитатели", 2011, стр. 141 – 147, Germany, Saarbrucken, Lambert Academic Publishing.*