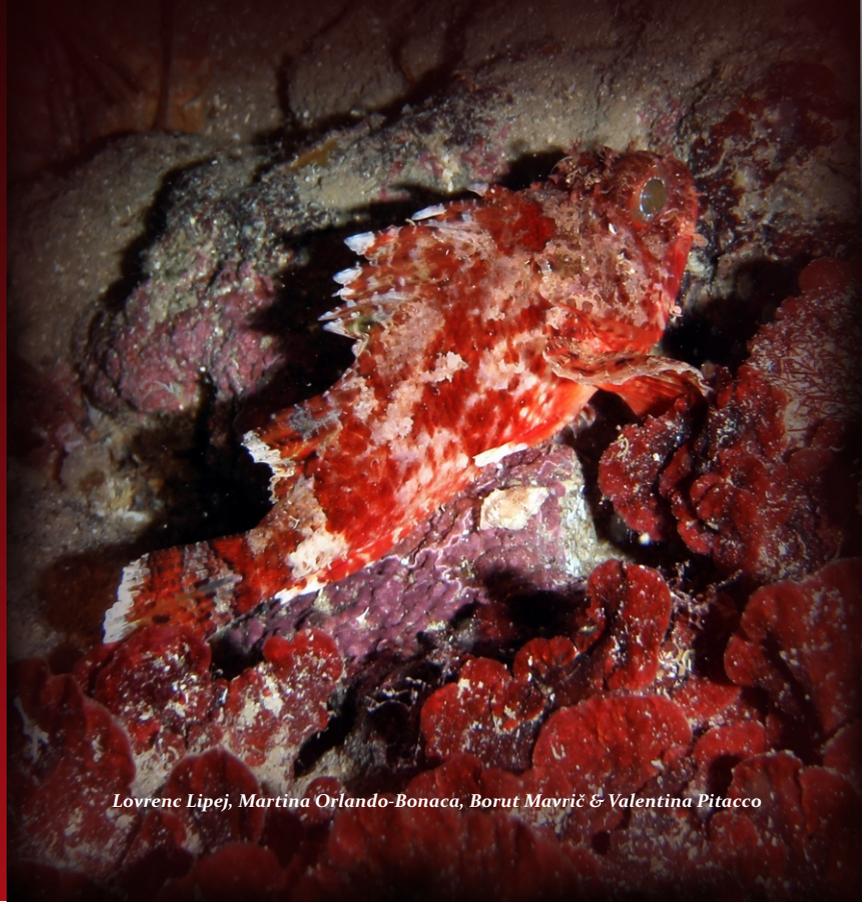




LA BIODIVERSITÀ DELLE FORMAZIONI BIOGENE



LA BIODIVERSITÀ DELLE FORMAZIONI BIOGENE



Lovrenc Lipej, Martina Orlando-Bonaca, Borut Mavrič & Valentina Pitacco

LA BIODIVERSITÀ DELLE FORMAZIONI BIOGENE

LOVRENC LIPEJ
MARTINA ORLANDO-BONACA
BORUT MAVRIČ
VALENTINA PITACCO



Pirano, 2016

Titolo del libro: La biodiversità delle formazioni biogene

Autori del testo: prof. dr. Lovrenc LIPEJ, dr. Martina ORLANDO-BONACA, dr. Borut MAVRIČ e mag. Valentina PITACCO

Autori delle fotografie e del materiale grafico: Emiliano GORDINI, Sara KALEB, Petar KRUŽIČ, Lovrenc LIPEJ, Tihomir MAKOVEC, Borut MAVRIČ, Martina ORLANDO-BONACA, Valentina PITACCO, Roberto ODORICO, Milijan ŠIŠKO

Revisione del testo: dr. Janja FRANCÉ

Editore: Istituto nazionale di biologia, Stazione di biologia marina Pirano

Luogo di pubblicazione: Pirano

Anno di pubblicazione: 2016

URL:

La pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del progetto TRECORALA (TREzze e CORalligeno dell'ALto Adriatico: valorizzazione e gestione sostenibile nel Golfo di Trieste). Il progetto è finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

551.26(262.3-17)(0.034.2)

574.1(262.3-17)(0.034.2)

La BIODIVERSITÀ delle formazioni biogene [libro elettr.] / Lovrenc Lipej ... [et al.] ; [autori delle fotografie Lovrenc Lipej ... [et al.] ; materiale grafico Tihomir Makovec, Milijan Šiško]. - libro elettr.. - Pirano : Istituto nazionale di biologia, Stazione di biologia marina Pirano, 2016

ISBN 978-961-93486-3-5 (pdf)

1. Lipej, Lovrenc

284034304

INDICE

PREFAZIONE	1
INTRODUZIONE	4
FORMAZIONI BIOGENE	10
COSA SONO LE FORMAZIONI BIOGENE?	13
DEFINIZIONE BIONOMICA, OVVERO: DOVE TROVIAMO LE FORMAZIONI BIOGENE?	15
AGGREGAZIONI	19
BARRIERE DI POLICHETI SEDENTARI	21
TREZZE E TEGNÙE	23
AREE CON LA MADREPORA A CUSCINO	25
PRECORALLIGENO E CORALLIGENO	28
Alghe coralline	34
BARRIERE DI MADREPORA A CUSCINO	37
Formazione biogena di Punta Ronco	38
Alghe coralline	40
Fauna	42
Formazione biogena di Punta grossa	46
MECCANISMI DI ACCRESCIMENTO DELLE FORMAZIONI BIOGENE	50
ACCRESCIMENTO DELLE STRUTTURE SOLIDE	53
Insediamento delle larve planctoniche	54
Comunità di filtratori	56
Richiamo di altri organismi	58
FORMAZIONE DI NUOVE NICCHIE ABITATIVE	59
Biocostruzione	60
Bioerosione	61
Pascolo	61
Perforazione del substrato solido	62
IMPORTANZA DELLE FORMAZIONI BIOGENE	64
BACINO EDUCATIVO	66
Predatori ed erbivori	66
Strategie antipredatorie	67
Camuffamento	68
Mimetismo	71

<i>Mimetismo mülleriano</i>	72
<i>Mimetismo batesiano</i>	73
Altri tipi di strategie	75
FAUNA E HABITAT CRIPTOBENTONICI	76
COSA SONO LA FAUNA E GLI HABITAT CRIPTOBENTONICI?	78
PESCI CRIPTOBENTONICI	81
Specie propriamente criptobentoniche	82
Grandi specie criptobentoniche	84
PESCI ENDOLITICI	85
PESCI IMPROPRIAMENTE CRIPTOBENTONICI	86
PESCI EPIBENTONICI	88
Specie propriamente epibentoniche	89
Specie epibentoniche camuffate	90
Specie epipsammiche	91
PANORAMICA DELLA BIODIVERSITÀ	92
FLORA DELLE FORMAZIONI BIOGENE	94
Alghe rosse (Rhodophyta)	94
Alghe verdi (Chlorophyta)	102
FAUNA DELLE FORMAZIONI BIOGENE	104
Spugne (Porifera)	104
Cnidari (Cnidaria)	110
Policheti (Polychaeta)	114
Gasteropodi (Gastropoda)	118
Bivalvi (Bivalvia)	126
Sipunculidi (Sipuncula)	130
Briozoi (Bryozoa)	130
Foronidei (Phoronida)	130
Crostei (Crustacea)	132
Echinodermi (Echinodermata)	140
Tunicati (Tunicata)	144
Pesci (Pisces)	148
ELENCO DEI TAXA	162
BIBLIOGRAFIA	164

PREFAZIONE

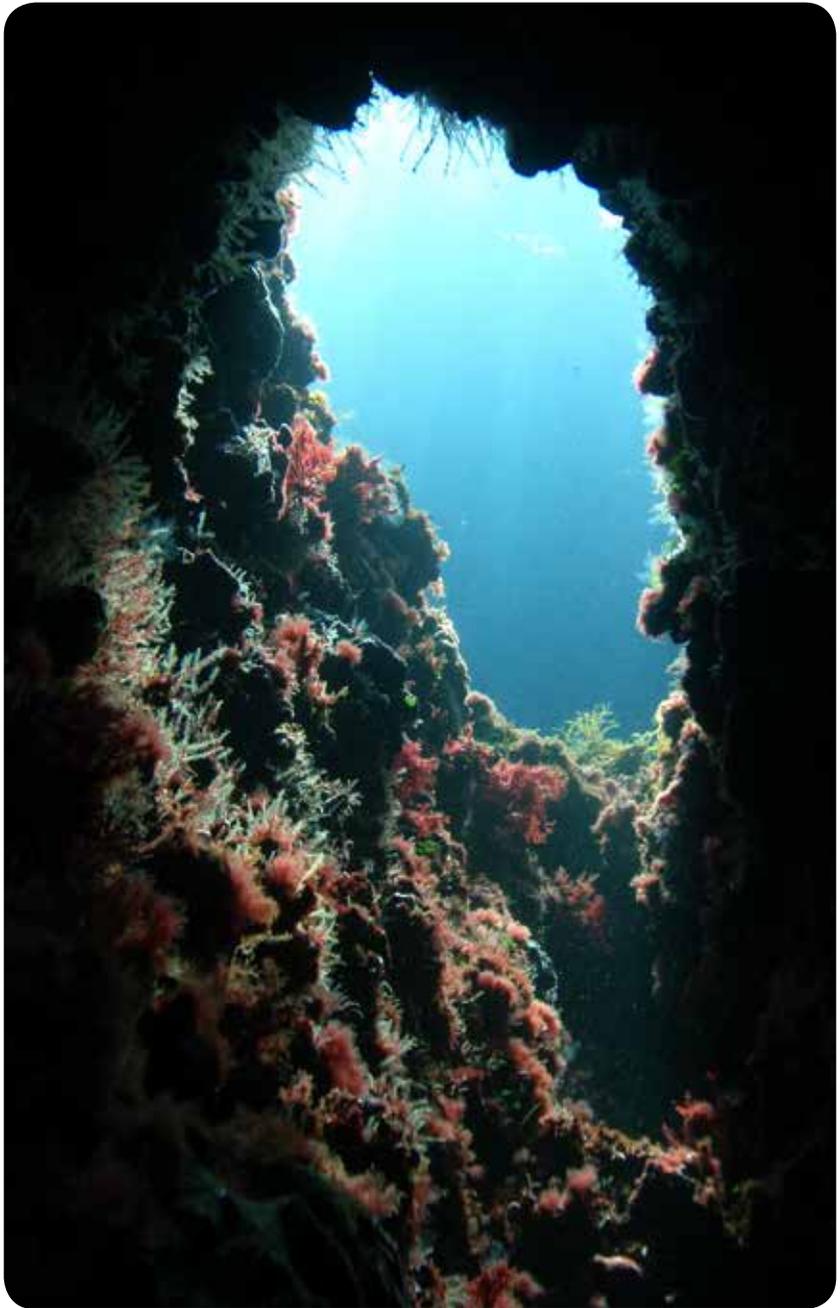
*Che l'Alto Adriatico sia un ambiente speciale è cosa ben nota già da tempo. La parte più settentrionale del mare Mediterraneo si distingue, infatti, per una serie di caratteristiche e particolarità. Tra queste ultime spiccano le cosiddette »trezze«, come le chiamano i triestini, o »tegnùe«, secondo i veneziani. Anche nella parte slovena del mare Adriatico abbiamo formazioni simili, che hanno un'importanza fondamentale per la biodiversità. Suona paradossale, ma i pescatori sanno dell'esistenza di questo tipo di strutture da secoli, mentre i ricercatori stanno imparando a conoscerle, da entrambe le parti della frontiera, solo negli ultimi decenni. Queste piccole ed insolite formazioni geomorfologiche, che si innalzano dal fondo sedimentario come affioramenti rocciosi riccamente ricoperti da organismi, attirano molte specie economicamente importanti di pesci e altri animali marini. Considerato tutto ciò che è stato scritto, è ancora più gratificante il fatto che i ricercatori italiani e sloveni siano riusciti ad avviare il progetto TRECORALA (TREzze e CORalligeno dell'ALto Adriatico: valorizzazione e gestione sostenibile nel Golfo di Trieste), dedicato proprio a questo tesoro nascosto della biodiversità del Golfo di Trieste e dell'Adriatico settentrionale. Sebbene non abbiamo ancora confermato la presenza di affioramenti che possano chiamarsi »trezze« nel mare sloveno, quest'ultimo vanta strutture di formazione biogena molto più grandi e diverse. Una di queste si innalza dal fondo marino al largo di Punta Ronco, al confine con l'area protetta del Parco naturale di Strugnano. La seconda invece si trova di fronte a Punta grossa, anche questa appena un po' fuori dall'omonimo Monumento Naturale. Entrambe le formazioni biogene sono molto grandi, oltre 200 m in lunghezza, e la loro particolarità è che sono formate da coralliti morti della madrepora a cuscino (*Cladocora caespitosa*). I campionamenti subacquei hanno portato a molte scoperte insolite e interessanti, ma hanno soprattutto confermato un'elevata biodiversità. In quale altro modo si potrebbe altrimenti descrivere l'estrema densità di colonie vive della madrepora a cuscino, l'enorme numero di spugne geodie (*Geodia cydonium*), e la moltitudine di diverse specie di animali marini e alghe coralline? Se a questo aggiungiamo la ricca comunità ittica, allora l'importanza di tali strutture è davvero unica.*

Anche se i subacquei hanno finora fatto molte scoperte interessanti ed eccezionali in termini di biodiversità, le ricerche future in questo campo porteranno certamente a nuove conoscenze. Non solo arricchiranno le liste faunistiche e floristiche, ma faciliteranno la comprensione delle relazioni e dei processi ecologici, dei modelli e dei principi di accrescimento delle formazioni biogene e, ultimo ma non meno importante, evidenzieranno l'impatto delle attività antropiche su tali comunità.

Nel presente lavoro, quindi, trattiamo la biodiversità delle formazioni biogene che, in base ai risultati del progetto TRECORALA, si è rivelata eccezionale. Il libro non vuole essere una panoramica completa della flora e della fauna delle formazioni sommerse. In esso abbiamo presentato un segmento fugace della biodiversità, mentre gli altri segmenti restano in attesa. Lo scopo di questo volume è di valorizzare l'importanza di questi ambienti eccezionali, in modo da stimolare nei ricercatori della vita marina il desiderio di continuare ad indagare nei loro segreti. Bisogna infine ancora sottolineare che le formazioni biogene possono interessare i ricercatori di diverse discipline e settori.

Per evitare che i risultati di questo progetto restino disponibili solo ai membri della comunità scientifica ed ai subacquei, con questo libro abbiamo voluto condividere le nostre conoscenze con i lettori, appassionati di tutto ciò che il mare ci offre e, naturalmente, con la giovane generazione di futuri ricercatori.

Gli autori





INTRODUZIONE



Tra gli ambienti di vita marini e quelli terrestri vi sono molte differenze. Una tra le più importanti è che sulla terraferma non vi sono specie animali che vivano attaccate al substrato. Un'eccezione possono forse essere alcuni parassiti esterni. Nel mare invece vi sono moltissime specie animali che per tutta la vita, o almeno per parte di essa, vivono fissate al fondo marino o ad altri organismi viventi. Alcune delle specie o gruppi di animali che vivono ancorati al fondo possono anche creare nuovi ambienti di vita. Ovviamente la prima cosa cui pensiamo sono le grandi barriere coralline, ma nel mare vi sono molti raggruppamenti animali del genere. In realtà conosciamo diverse barriere marine create da altre specie animali (Figura 1).

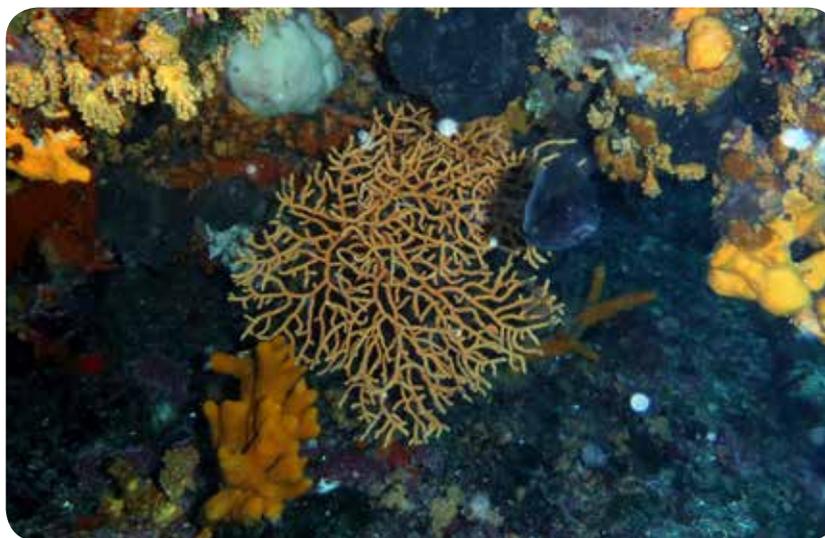


Figura 1: Le formazioni biogene sono molto ricche dal punto di vista della diversità delle specie.

Nel poco profondo Adriatico settentrionale predominano i bassi fondali fangosi e sabbiosi, ricchi di sostanze nutritive. Per lungo tempo si è creduto che il fondale dell'Adriatico settentrionale fosse interamente di questo tipo. Le ricerche negli anni '60 del secolo scorso hanno invece dimostrato che la monotonia dei fondi sedimentari è spesso interrotta dalla presenza di numerosi biotopi rocciosi. Il primo a parlare di formazioni rocciose isolate in

questa parte dell'Adriatico fu Giuseppe Olivi, oltre 200 anni fa (1792). Anche i pescatori dell'Adriatico settentrionale conoscono questi ambienti da secoli quali ricchi punti di pesca chiamati *tegnùe* lungo la costa veneziana, e noti come *trezze* (Figura 2) nel Golfo di Trieste (Casellato *et al.*, 2006). Questi singoli affioramenti rocciosi attirano una variegata moltitudine di invertebrati e pesci bentonici. È noto, infatti, che nella parte italiana del Golfo di Trieste sono stati finora trovati circa 250 di tali affioramenti rocciosi. Anche in Slovenia abbiamo formazioni simili, meno numerose ma molto più grandi.



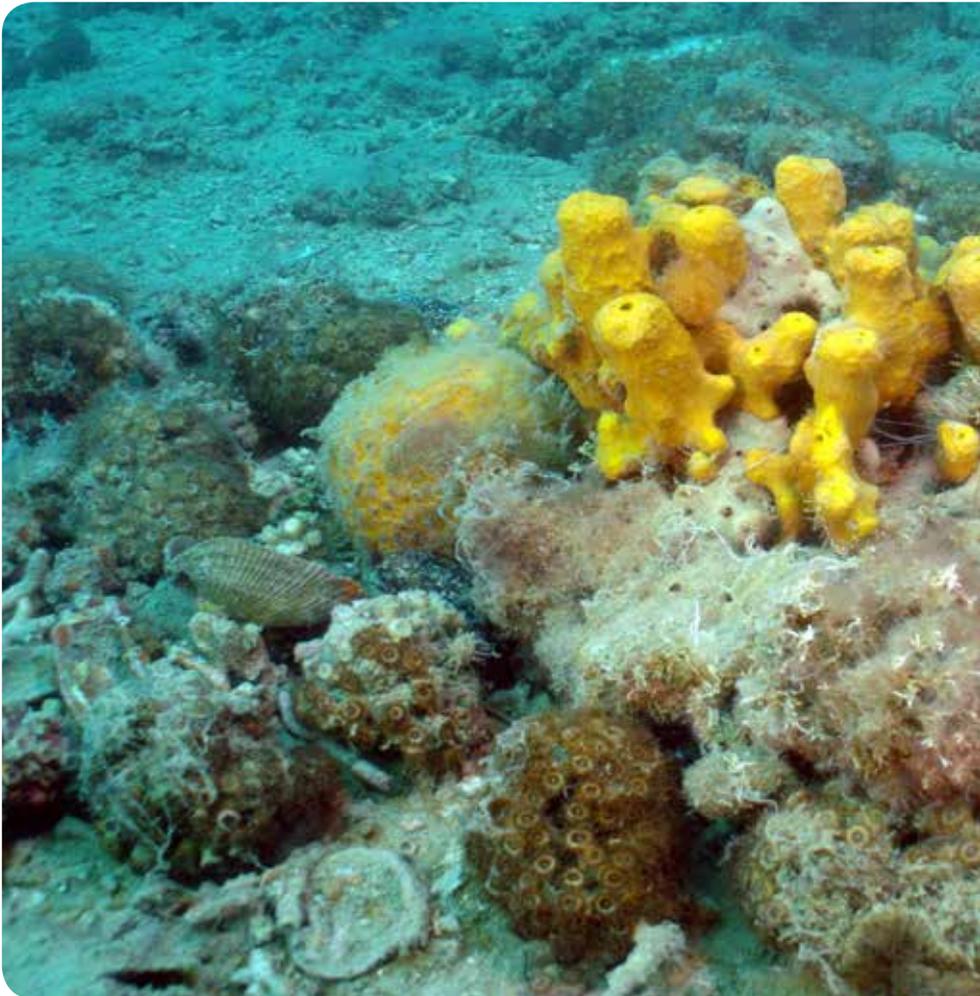
Figura 2: Una delle formazioni biogene nei pressi di Grado.

Queste formazioni biogene possiedono diverse caratteristiche specifiche della biocenosi coralligena, una comunità biologica costituita principalmente da alghe coralline. A differenza di altri ambienti marini bentonici la comunità coralligena, in breve detta coralligeno, non è stata degnata di molta attenzione. È vero che qualcosa in proposito avevano già scritto Štirn *et al.* (1969) per la parte slovena dell'Adriatico, ma a questo ci si era limitati. Solo negli ultimi anni, soprattutto dopo una riunione scien-



Figura 3: *La barriera della madrepora a cuscino sull'isola di Mèleda.*

tifica sul coralligeno tenutasi a Pirano nel marzo 2011, i ricercatori hanno suggerito che alle formazioni coralligene dell'Alto Adriatico, quali le trezze e le tegnùe, il precoralligeno dell'infralitorale e le formazioni biogene della madrepora a cuscino, venga riconosciuto lo stato di elementi particolari nel contesto della biocenosi coralligena del Mediterraneo.



FORMAZIONI BIOGENE



Cosa sono le formazioni biogene?

Con il termine “**formazioni biogene**” intendiamo tutti gli affioramenti che sono il risultato di un accumulo di calcare prodotto da alcuni organismi marini nel corso della loro vita (Figura 3). Tali organismi sono definiti biocostruttori in quanto, tramite la formazione di queste strutture calcaree, offrono la possibilità di insediamento a numerosissimi variegati organismi. I biocostruttori più noti sono gli antozoi (Anthozoa), che negli ambienti tropicali e subtropicali formano le barriere coralline. Oltre ai coralli anche altri invertebrati formano le barriere, quali gli idrozoi (Hydrozoa) e i policheti sedentari (Polychaeta Sedentaria). Ma anche altre numerose specie di invertebrati e di alghe danno origine a minori ma molto variegata formazioni biogene, che possono raggiungere una superficie di appena qualche dm². In questa pubblicazione abbiamo considerato quali formazioni biogene anche gli affioramenti creati dai resti degli scheletri di esseri viventi. Molti invertebrati bentonici hanno uno scheletro o un guscio calcarei che possono formare, in un ambiente sedimentario dominante, un’unità compatta sul fondo.

Le formazioni biogene finora ritrovate nel mare sloveno e nelle immediate vicinanze vengono riassunte nella Tabella 1. Con il termine **biocenosi** in senso generale intendiamo l’insieme degli organismi viventi che occupano un dato ambiente di vita. **L’associazione** è un’unità bionomica minore, una comunità vegetale definita da una composizione floristica specifica (specie caratteristiche e/o differenziali). Le associazioni possono avere più **facies**, unità bionomiche ancora più piccole, definite dal predominio locale di determinati fattori ecologici che si manifestano come una proliferazione massiccia di una o più specie.

Tabella 1: Dati generali sulle formazioni biogene finora individuate e su quelle potenziali nella parte slovena del mare Adriatico e loro definizione bionomica. I tipi di formazioni biogene si susseguono in base alla superficie crescente. L'asterisco indica una potenziale definizione bionomica conforme con l'iniziativa di definizione della biocenosi coralligena nell'Adriatico settentrionale, promossa dai partecipanti alla riunione dei bentologi del Nord Adriatico nel 2011 a Pirano.

Tipo di formazione biogena	Elemento dominante	Diffusione	Piano di presenza	Profondità (m)	Superficie (m ²)	Particolarità	Definizione bionomica
Aggregazioni	Epifauna filtratrice	Parte occidentale della baia di Pirano	Circaitorale	20 – 30	< 0,10	Fondale duro secondario di conchiglie e altri gusci	Biocenosi del fondo detritico costiero
Barriere di policheti sedentari	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	Zone umide costiere	Infralitorale	1 – 3	< 5	Barriera monospecifica	<i>Biocenosi euriterma ed eurialina Fades con la specie Ficopomatus enigmaticus</i>
»Trezze«	Alghe coralline	Parte italiana del Golfo di Trieste, parte occidentale della baia di Pirano?	Circaitorale	20 – 30	< 10	Fondale duro secondario	Biocenosi del fondo detritico costiero *Biocenosi coralligena
Aree con madrepora a cuscino	<i>Cladocora caespitosa</i>	Punta Madonna, Pirančak	Infralitorale	8 – 11 7 – 10	< 100	Fondale roccioso	Biocenosi delle alghe fotofile Fades con la specie <i>Cladocora caespitosa</i>
Precoralligeno	Alghe coralline	Punta grossa, Isola, Riserva naturale di Strugmano, da Pazzugno a Bernardino	Infralitorale	6 – 14 (4 – 16)	< 1000	Stadio iniziale, fondale roccioso	Biocenosi delle alghe fotofile Associazione con le specie <i>Fababella petiolata</i> e <i>Peyssonnelia squamaria</i> *Biocenosi coralligena
Barriere di madrepora a cuscino	<i>Cladocora caespitosa</i>	Punta grossa, Punta Ronco	Circaitorale	12 – 20	> 10000	Formazione di coralliferi morti	Biocenosi del fondo detritico fangoso *Biocenosi coralligena

Definizione bionomica, ovvero: dove troviamo le formazioni biogene?

Dove possiamo trovare le formazioni biogene? Nell'Adriatico le troviamo dai fondali più bassi a quelli più profondi. Per definire correttamente l'ambiente nel quale si formano tali affioramenti, dobbiamo innanzitutto definire la zonazione dell'ambiente marino, ossia la distribuzione verticale degli ambienti di vita marini. Conosciamo dunque diversi piani che si susseguono dal punto di contatto con la terraferma ai fondali più profondi. Nella parte slovena dell'Adriatico si susseguono, dalla riva, i seguenti piani: sopralitorale o zona degli spruzzi, mediolitorale o zona intertidale, infralitorale e circalitorale.

Il piano sopralitorale è definito dalla presenza degli spruzzi provocati dall'infrangersi delle onde sugli scogli (Figura 4). L'estensione del sopralitorale è strettamente connessa con il tipo di esposizione della riva. In una zona esposta, a causa delle ingenti forze idrodinamiche, gli spruzzi si espandono in direzione verticale in misura significativamente maggiore rispetto a una zona protetta dal moto ondoso.



Figura 4: Nel piano sopralitorale dominano condizioni molto inospitali, che sono tollerate solo da pochi organismi, fra i quali la piccola littorina nera.

La zona degli spruzzi si riconosce da elementi caratteristici della fauna e della flora. Nella zona di contatto tra la terraferma e il mare dominano condizioni di vita molto dure, poiché qui gli organismi sono sempre fuori dell'acqua (emersione), ma continuamente esposti agli spruzzi. Soltanto poche specie possono sfidare tali condizioni severe, ma le troviamo comunque in abbondanza. I principali fattori ecologici nella zona degli spruzzi sono i fattori abiotici: alla già menzionata forza del moto ondoso (idrodinamica), vanno aggiunte la temperatura, la salinità, nonché l'umidità e l'evaporazione correlate.

Per il **piano mediolitorale** è caratteristico il fatto che si alternino le fasi di marea (Figura 5). Durante l'alta marea gli organismi intertidali sono immersi e possono svolgere le loro funzioni vitali (immersione). Durante la bassa marea invece, quando si trovano fuori dell'ambiente acquatico (emersione), tentano di resistere alle dure condizioni di vita. Come per il piano sopralitorale anche per la zona intertidale vale che le condizioni di vita sono estreme.



Figura 5: Il piano mediolitorale sommerso (a sinistra) ed emerso (a destra).

Nel piano **infralitorale** invece, sono caratteristiche condizioni di vita stabili e favorevoli, e gli organismi non devono affrontare le durissime condizioni di vita legate all'emersione (Figura 6). Questo piano verticale si estende fino alla profondità massima della presenza delle alghe fotofile su fondali rocciosi e delle fanerogame marine sui fondali sedimentari (circa 8-11 metri di profondità).



Figura 6: Nel piano infralitorale le alghe crescono sul fondo roccioso e le fanerogame marine sul fondo sedimentario.

Nel piano **circalitorale** invece prosperano specie di alghe che prediligono le zone d'ombra (sciafile). Questa zona è definita da fattori ecologici quali la disponibilità di luce, la turbolenza, la sedimentazione e il tipo di substrato (Figura 7). Nella parte dell'Adriatico di competenza slovena il circalitorale si presenta solamente su fondali di tipo sedimentario.

Per l'esplorazione delle formazioni biogene è oggi di cruciale importanza il metodo di campionamento con attrezzatura subacquea autonoma. L'utilità delle attrezzature subacquee fu evidenziata già da Štirn *et al.* (1969) nel loro contributo sulla conoscenza del coralligeno adriatico, studio che, tra l'altro, fu uno dei primi di questo genere nell'Adriatico.



Figura 7: Il fondo sedimentario del piano circalitorale.

Come già menzionato, durante una riunione tenutasi nel marzo 2011, i ricercatori dell'Adriatico settentrionale (provenienti da Italia, Croazia e Slovenia), hanno dato vita all'iniziativa di riconoscere ad alcune caratteristiche forme coralligene quali le trezze e le tegnùe, il precoralligeno e le formazioni biogene della madrepora a cuscino, lo stato di elementi particolari nell'ambito della biocenosi coralligena del Mediterraneo.

Dato che finora la definizione bionomica della biocenosi coralligena nell'Adriatico settentrionale non è stata ancora chiarita del tutto, in questa monografia abbiamo cercato di evitare la definizione delle formazioni biogene dal punto di vista delle biocenosi. Abbiamo pertanto considerato le singole formazioni biogene quali unità complete e isolate, indipendentemente dalla loro (attuale) definizione bionomica.

Aggregazioni

Nella parte occidentale dell'Adriatico è caratteristica una lunga lingua che si estende dall'area della boa oceanografica della Stazione di biologia marina di Pirano (Figura 8). Per questa zona è tipico il fatto che sul fondale fangoso si trovino aggregazioni di organismi bentonici che si sono insediati sui resti di conchiglie ed altri frammenti calcarei. Per questo, a volte, una simile area è detta “fondale a detriti conchigliari”. Le correnti marine trasportano le conchiglie in depressioni o su vari tumuli, dove presto cominciano a insediarsi diversi invertebrati demersali. Oltre ai detriti di bivalvi troviamo pure conchiglie di gasteropodi, tubi di policheti sedentari e resti scheletrici di ricci di mare, sia regolari (Echinoidea Regularia) che irregolari (Irregularia), nonché alcune alghe coralline. Le correnti marine trasportano e accumulano anche sassolini. Un ambiente del genere appare ancor sempre come un deserto fangoso, ma è ornato da piccole oasi di aggregazioni formatesi su resti calcarei.



Figura 8: Schema indicativo dell'estensione della biocenosi del fondo detritico costiero nel mare sloveno.

Dal punto di vista bionomico, un fondale di detriti conchigliari corrisponde alla biocenosi del fondo detritico costiero (Tabella 1; Lipej *et al.*, 2006). Il fondale duro secondario che viene a crearsi dall'accumulo di conchiglie e resti scheletrici di altri organismi, è un fattore importante che consente l'insediamento di svariate specie di invertebrati (Figura 9). Le specie caratteristiche sono ad esempio la spugna del paguro (*Suberites domuncula*), il cardiide *Laevicardium oblongum*, il paguro *Paguristes oculatus* ed il piccolo riccio di mare (*Psammechiurus microtuberculatus*). A definire tali aggregazioni sono quindi i rappresentanti dell'epifauna (che vivono sulla superficie del substrato o su altri organismi viventi), che però si differenziano dall'epifauna che vive sulla superficie dei fondali fangosi.



Figura 9: Le aggregazioni degli organismi nella biocenosi del fondo detritico costiero.

Barriere di policheti sedentari

Val Stagnon è una zona umida nei pressi del centro di Capodistria e del suo porto (Figura 10), che dall'inizio del suo sviluppo (alla fine degli anni '50 del secolo scorso) ad oggi ha subito molti cambiamenti. Le ricerche nella parte lagunare dell'area hanno portato alla luce risultati interessanti anche in termini di fauna e flora, sia marine che salmastre.



Figura 10: Panorama di Val Stagnon.

Sono state ritrovate pure alcune specie non indigene, fra le quali il policheta sedentario *Ficopomatus enigmaticus* (Figura 11). I tubi di questa specie formano grandi raggruppamenti di individui, quasi conglomerati, che in casi eccezionali creano vere e proprie barriere dalla superficie di oltre 1 m² (Figura 12). Nell'area di Val Stagnon quindi, dove il canale di contenimento delle acque piovane si versa nella laguna, possiamo notare diverse di queste barriere. Dato che *F. enigmaticus* è molto resistente alle forti variazioni di salinità, si insedia nelle zone umide adriatiche e mediterranee. Sebbene sia una specie non indigena che proviene dalle coste settentrionali dell'America del Sud, ad oggi non si sono registrati impatti negativi sul nuovo ambiente. La specie, infatti, ha trovato la sua nuova nicchia in un ambiente molto mutevole, dove le oscillazioni di salinità e temperatura possono essere molto ampie, e alle quali possono adattarsi solamente gli organismi con la maggiore resistenza ecologica. Dato che le lagune hanno un minore numero di specie in confronto all'ambiente marino, questo tipo di barriere risulta molto importante. Aumentano, infatti, l'eterogeneità

spaziale, fattore chiave per l'insediamento di altri organismi, sebbene in numero molto minore rispetto all'ambiente marino vero e proprio.



Figura 11: Ficopomatus enigmaticus – singoli individui con la corona di tentacoli aperta, che fuoriesce dal tubo solido.

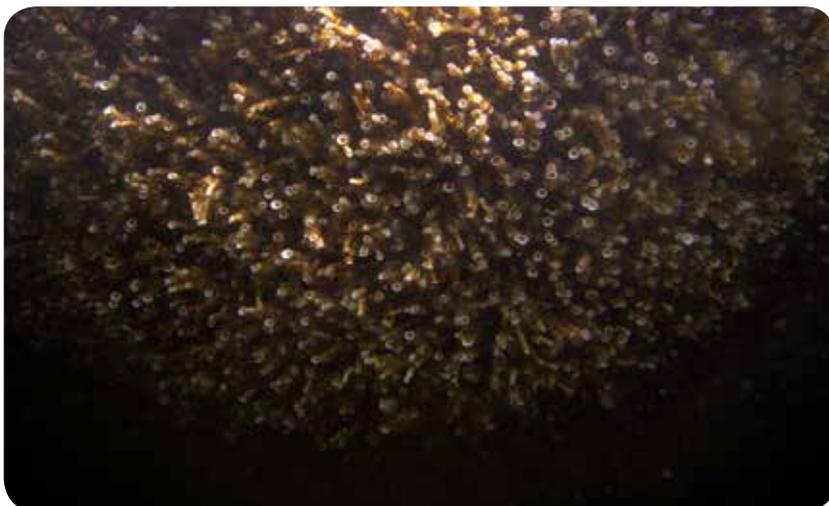


Figura 12: Ficopomatus enigmaticus – barriere formate dai tubi solidi dei singoli individui.

Trezze e tagnùe

Le formazioni biogene nella parte italiana dell'Adriatico sono qualcosa di molto particolare, in quanto strutture geologiche simili non esistono in altre parti del Mediterraneo. Somigliano come aspetto alle barriere coralline, elevandosi di qualche metro dal fondale marino. Queste formazioni lungo la costa veneziana sono note da secoli con il nome di **tegnùe**, nel Golfo di Trieste invece come **trezze** (Figura 13).



Figura 13: Una delle formazioni biogene chiamate trezze o tagnùe di fronte a Grado.

Oggi conosciamo diverse tipologie di formazione di tali barriere marine nelle acque italiane dell'Adriatico settentrionale. A seconda della tipologia di genesi definiamo due tipi di affioramenti:

- **Le rocce sedimentarie clastiche** (“beachrocks”) si sono formate per cementazione carbonatica dei sedimenti (sabbie) o di detriti organici (tanatocenosi a molluschi). Hanno la forma di piattaforme orizzontali che sporgono dal fondo con una lieve inclinazione, ragion per cui spesso vengono ricoperte da sedimenti (Andreoli et al., 2010).

- **Rocce sedimentarie di deposito chimico**, la cui genesi è legata all'emersione del metano gassoso (CH_4) dal fondo del mare (Andreoli et al., 2010). L'acqua marina ossida, infatti, il metano con la successiva formazione di biossido di carbonio che, in presenza di calcio, precipita sotto forma di carbonato (CaCO_3), con la cementazione finale dei sedimenti. Questo processo dovrebbe avvenire dentro strati di sedimento coperti e le rocce poi emergono in seguito a fenomeni di erosione dello stesso sedimento.

Quando si creano nuove nicchie abitative in questo tipo di barriere, sono fondamentali due processi: la biocostruzione e la bioerosione, che trattiamo ampiamente nel capitolo sui biocostruttori. Nel primo processo alcune specie di organismi bentonici formano strutture calcaree, nel secondo alcuni invertebrati scavano gallerie e fessure nella base rocciosa.

Non è comunque tuttora chiaro se anche nella parte slovena del Golfo di Trieste si trovino particolarità geomorfologiche quali le trezze della parte italiana del golfo. Le ricerche sulle biocenosi circolitorali (Orlando-Bonaca et al., 2012), infatti, sono state finora molto limitate e non sono state ritrovate forme simili. Tuttavia, la pesca a strascico effettuata nella baia di Pirano, non lontano dal confine italiano, ha evidenziato che sul fondo marino si trovano microhabitat di maggior durezza e di varia estensione (alcuni m^2), nei quali vivono elementi dell'epifauna.

Aree con la madrepora a cuscino

La madrepora a cuscino mediterranea (*Cladocora caespitosa*) (Figura 14) è uno fra i rappresentanti degli antozoi della fascia temperata ed ha la caratteristica di creare vere e proprie barriere coralline. Nel Mediterraneo è comparsa dopo la crisi del Messiniano nel Miocene (6 milioni di anni fa). La specie vive dalle acque poco profonde fino a una profondità di circa 50 metri, nella parte slovena dell'Adriatico fino a 20 metri. L'estensione batimetrica è limitata dalle condizioni di luce poiché per la madrepora a cuscino sono importanti le alghe endosimbiotiche zooxantelle, che hanno bisogno di luce per la fotosintesi.

La madrepora a cuscino è un buon indicatore ecologico, dato che la troviamo ovunque nel Mediterraneo, cresce lentamente ed è una specie sessile, pertanto in essa si riflettono le conseguenze degli avvenimenti nel suo ambiente. Purtroppo negli ultimi decenni in diversi punti del Mediterraneo si registrano svariate (estese) morie di questa specie (Figura 15).



Figura 14: Una colonia della madrepora a cuscino.



Figura 15: Polipi normali (sopra a sinistra), sbiaditi (sopra a destra) e una colonia completamente morta (sotto) della madrepora a cuscino.

Nella parte slovena dell'Adriatico troviamo la madrepora a cuscino un po' dappertutto. In alcune aree le colonie viventi creano una facies particolare, com'è caratteristico per Punta Madonna a Pirano, dove abbiamo registrato un'elevata densità di colonie per unità di superficie. Da questo punto di vista è ancora più interessante la località di Piranček (all'ingresso della cittadina di Pirano), dove la densità è tra le più alte nel mare sloveno (Tabella 2). Circa un terzo di tutte le colonie misura oltre 20 cm in lunghezza, il che indica condizioni favorevoli per la loro crescita in quest'area. Contemporaneamente

neamente sono state trovate negli specchi d'acqua davanti a Piranček le più grandi colonie di madrepora a cuscino del mare sloveno (Figura 16). La più grande misurava 68 cm di diametro.

Tabella 2: *Densità delle colonie di madrepora a cuscino mediterranea in varie località lungo la costa slovena.*

Località	Densità (n/100 m ²)
Formazione biogena Punta grossa	3 (2-4)
Punta grossa	83 (70-96)
Punta Strugnano	85 (66-105)
Punta Ronco	108
Piranček	160 (128-192)
Pazzugo	186
Bernardino	285 (263-306)
Formazione biogena Punta Ronco	652 (498-806)



Figura 16: con la madrepora a cuscino nei pressi della località di Piranček.

Precoralligeno e coralligeno

Nella loro bionomia bentonica del mare Adriatico Pérès e Gamuli-Brida (1973) hanno definito come precoralligeno lo stadio iniziale della biocenosi coralligena, dove dominano alghe verdi sciafile come *Halimeda tuna* e *Flabellia petiolata*. Il precoralligeno può svilupparsi ulteriormente fino allo stadio maturo (climax) della formazione coralligena, ma può anche non raggiungere mai questo stadio. Da questo punto di vista il coralligeno è una continuazione del precoralligeno, dove sono però dominanti le comunità altamente sciafile di alghe coralline, spugne, coralli e briozoi. Pérès e Gamuli-Brida (1973) hanno sostenuto che il precoralligeno si manifesta in diversi tipi di biotopi:

- a) sulle zone superiori di pareti ripide,
- b) in zone ombrose all'interno di praterie profonde di posidonia (*Posidonia oceanica*) e in praterie molto dense di questa specie in acque basse,
- c) nelle parti in ombra di alghe cespugliose come *Cystoseria adriatica*,
- d) sotto le rocce, sui soffitti delle cavità e nelle grotte dei piani batimetrici superiori, ed
- e) in aree in penombra dei trottoir mediolitorali di alghe rosse calcaree.



Figura 17: L'antozoo chiamato margherita di mare (*Parazoanthus axinellae*).

In alcune zone dell'Adriatico e del Mediterraneo i talli calcarei di alcune specie (ad es. *Lithophyllum byssoides* e *L. tortuosum*) con gli anni crescono così tanto che si fondono tra di loro e formano possenti piattaforme orizzontali mediolitorali. Tali formazioni biogene, chiamate »trottoir« (in francese - marciapiede) perché ricordano pannelli pavimentati, misurano più di 50 cm di larghezza e restano fissate al substrato roccioso solo con la parte basale dove è iniziata la crescita.

Tabella 3: Definizione del coralligeno secondo Štirn e collaboratori (1969).

	Profondità (m)	Alge Caratteristiche (generi)	Animali caratteristici (generi)
Precoralligeno superiore	8-12	<i>Codium</i> , <i>Sargassum</i>	<i>Chondrilla</i> , <i>Ircinia</i> , <i>Sphaerechinus</i> , <i>Echinaster</i>
Precoralligeno inferiore	10-14	<i>Flabellia</i> , <i>Halimeda</i>	<i>Chondrosia</i> , <i>Protula</i> , <i>Halocynthia</i> , <i>Myrionozoum</i>
Coralligeno a Melobesie	10-16	<i>Lithophyllum</i> , <i>Peyssonnelia</i> , <i>Mesophyllum</i>	<i>Petrosia</i> , <i>Spondylus</i> , <i>Arca</i> , <i>Retepora</i> , <i>Hircinia</i>
Facies - Parazoanthus	12-16	-	<i>Axinella</i> , <i>Halichondria</i> , <i>Aplysina cavernicola</i> , <i>Dysidea</i>
Coralligeno sensu stricto	15-55	-	<i>Eunicella</i> , <i>Leptopsammia</i> , <i>Hippodiplosia</i> , <i>Cellaria</i>
Coralligeno inferiore	30-50	-	<i>Paramuricea</i> , <i>Corallium</i>

Secondo Štirn et al. (1969) il precoralligeno inizia tra gli 8 m e i 12 m di profondità e prosegue fino a raggiungere il fondale sabbioso/fangoso. Il coralligeno a Melobesie può svilupparsi tra i 10 m e i 16 m di profondità, anche come elemento isolato (o enclave) nel mediolitorale. Štirn et al. (1969) hanno diviso il coralligeno in diversi tipi a seconda dell'estensione batimetrica (Tabella 3). Hanno riconosciuto quindi il precoralligeno superiore, quello inferiore, il coralligeno a Melobesie, la facies con la specie *Parazoanthus axinellae* (Figura 17), il coralligeno in senso stretto e il coralligeno

inferiore. Nella parte slovena dell'Adriatico tra i numerosi tipi di coralligeno distinguiamo il precoralligeno superiore e quello inferiore, e il coralligeno a Melobesie (secondo Štirn *et al.*, 1969). Nonostante la confusione che regna attorno alla definizione della biocenosi coralligena nella bionomia mediterranea, pensiamo di poter considerare i tre tipi di formazioni coralligene infralitorali sopra elencati con il nome collettivo di precoralligeno. Nel mare sloveno incontriamo il precoralligeno superiore sul fondale roccioso già a 4 m di profondità, dove va a seguire la biocenosi delle alghe fotofile, in dipendenza dalla disponibilità di luce. Compare laddove l'illuminazione è scarsa tanto da non permettere la crescita delle alghe brune, come ad esempio le cistoseire (*Cystoseira*). Il confine tra precoralligeno superiore e quello inferiore è, in base allo studio menzionato, difficile da definire nel mare sloveno, poiché i piani batimetrici si susseguono velocemente già a breve distanza dalla costa.



Figura 18: La spugna *Petrosia ficiformis*.

Il coralligeno a Melobesie (secondo Štirn *et al.*, 1969) può essere facilmente riconosciuto dalla forma e dal colore caratteristici. Le alghe coralline rosse ricoprono come un collante numerosi sassi e rocce, andando a creare una particolare struttura amorfa, ricca di gallerie e di cavità. Tra le alghe rosse calcaree le più note sono quelle appartenenti ai generi *Peyssonnelia*, *Mesophyllum*, *Lithophyllum*, *Jania*, *Corallina* e *Lithothamnion*. In forma di enclave

(piccole categorie bionomiche che definiscono la presenza di una biocenosi all'interno di un'altra) le troviamo già sui bassi fondali, dove sono nascoste sotto le rocce, nelle cavità o in grosse fessure, ossia in biotopi privi di luce. Possiamo trovare formazioni precoralligene ovunque nell'infralitorale sia presente un fondale roccioso; tuttavia vi sono grandi differenze nelle comunità legate soprattutto alla grandezza dei massi e degli scogli. In tale ambiente incontriamo alcune specie caratteristiche di spugne (come *Petrosia ficiformis*, Figura 18) e di bivalvi (ad es. *Spondylus gaederopus*).

Alcuni autori associano invece il precoralligeno alla biocenosi delle alghe fotofile (Bekran-Petricioli 2006; Giaccone, 2007) nel piano infralitorale, ma soltanto l'associazione *Flabellio-Peyssonnelietum squamariae* Molinier, 1958, che comprende unicamente la parte vegetale del precoralligeno.

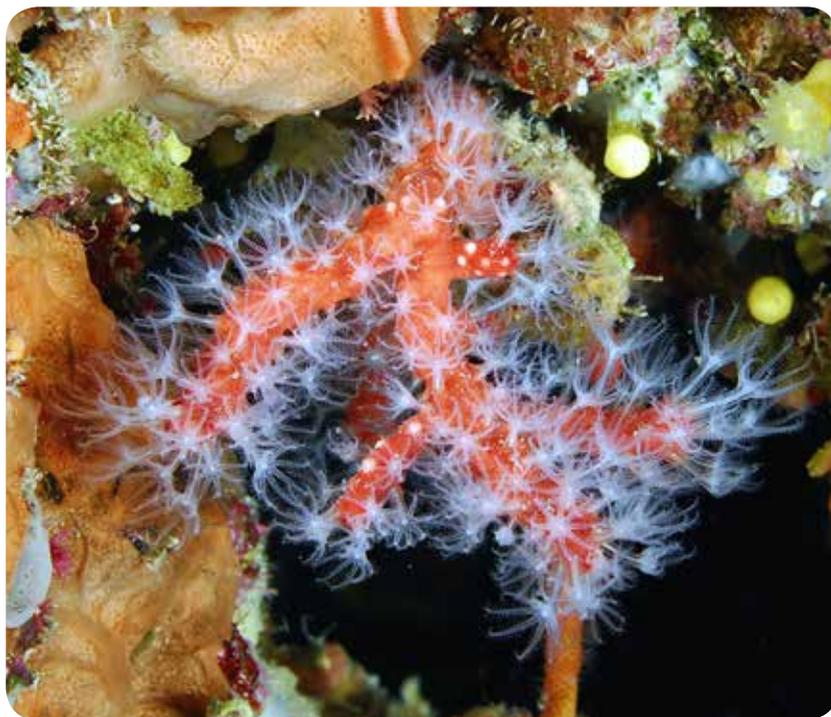


Figura 19: Il corallo rosso (*Corallium rubrum*).

Nel mare sloveno non abbiamo ancora confermato la presenza del coralligeno vero e proprio (vedi Tabella 1), conosciuto in altre zone dell'Adriatico. Quando parliamo di coralligeno intendiamo la biocenosi coralligena, inserita fra le comunità del circolitorale. Alla fine del XIX secolo fu Marion (1883) il primo ad adoperare il termine “coralligeno” (coralligène), riferendosi ad un ambiente che si trovava tra le praterie di posidonia (*P. oceanica*) e i fondali fangosi costieri, che i pescatori di Marsiglia già conoscevano con il nome di broundo. Scelse tale nome in quanto, in quest'area compresa tra i 30 m e i 70 m di profondità, comparivano i coralli rossi (*Corallium rubrum*, Figura 19).

Una prima suddivisione del coralligeno è stata in seguito proposta da Laborel (1960), che divise le formazioni a seconda del luogo di ritrovo: nelle grotte e sotto le rocce, sulle pareti, ai piedi delle pareti, su superfici piatte e piattaforme coralligene. Pérès & Picard (1964) semplificarono questa suddivisione in due categorie, ossia coralligeno su fondali rocciosi costieri e coralligeno su piattaforme o su pendii piatti (isolati). Proposero il concetto di coralligeno quale stadio di climax nella successione, e di precoralligeno quale stadio iniziale nella biocenosi coralligena.

Il termine coralligeno è legato ai coralli soltanto nel nome, visto che a formarlo sono **le alghe coralline**, che con i coralli condividono la proprietà di poter creare formazioni calcaree. In tali comunità compaiono anche i coralli, ma non necessariamente. I **coralli** sono rappresentanti degli antozoi (Anthozoa), tipici cnidari bentonici, caratterizzati (soltanto) dalla generazione di polipi. Possono essere solitari o uniti in colonie. I coralli coloniali possono creare grandi formazioni biogene chiamate barriere coralline. Queste sono caratteristiche soprattutto dei mari tropicali, tra i 20° e i 30° gradi di latitudine; esistono comunque barriere coralline anche nelle zone temperate. Una vera e propria barriera formata dalla madrepora a cuscino mediterranea (*C. caespitosa*) è nota nel Lago Grande dell'isola di Mèleda (Mljet), nella Dalmazia meridionale (Figura 20).

Il coralligeno è dunque formato dalle alghe coralline, che devono il proprio nome al fatto che, a prima vista, sembrano coralli in miniatura. Caratteris-

tico per queste alghe è il tallo impregnato di carbonato di calcio (CaCO_3), che le protegge dagli erbivori. Le alghe coralline prosperano in condizioni di scarsa illuminazione, intollerabili per le alghe verdi.



Figura 20: La barriera della madrepora a cuscino sull'isola di Mèleda.

Alghe coralline

Il precoralligeno e il coralligeno sono primariamente connessi alla presenza di alghe coralline (Figura 21), che sono annoverate fra i biocostruttori del fondale duro secondario (organogeno). Queste specie vengono anche dette “bioingegneri”, in quanto creano nuove nicchie di insediamento per numerosi invertebrati ed altre alghe. Le alghe coralline sono quindi importantissime per la formazione, lo sviluppo e il mantenimento di complesse strutture, che danno l’immagine caratteristica del colorito ambiente marino finché gli organismi sono vivi, ma anche l’aspetto riconoscibile delle forme fossili, quando degli organismi morti rimangono soltanto le parti calcaree (Andreoli *et al.*, 2010).



Figura 21: Le alghe coralline con la caratteristica colorazione violacea.

La capacità di costruzione dell’habitat delle alghe coralline è legata al meccanismo di mineralizzazione delle pareti cellulari sotto forma di carbonato di calcio e, in minor misura, di carbonato di magnesio. Nelle specie di alghe

rosse (Rhodophyta) della famiglia Corallinaceae, il carbonato si deposita principalmente nella forma cristallina calcitica, mentre nelle alghe rosse della famiglia Peyssonneliaceae e nelle alghe verdi (Chlorophyta) della famiglia Halimedaceae si deposita come aragonite. Con diversi esperimenti gli scienziati hanno stabilito che la mineralizzazione non è una conseguenza della fotosintesi, visto che si verifica anche nei parassiti e nelle specie eterotrofe. Il fenomeno della calcificazione aiuta a regolare anche la mancanza di biossido di carbonio nell'acqua dovuta alla fotosintesi, e contribuisce quindi al mantenimento del potenziale alcalino nell'acqua marina (Andreoli *et al.*, 2010).

Nel mare Mediterraneo almeno 315 specie di alghe vivono nella biocenosi coralligena (Boudouresque, 1973; Ballesteros, 2006). Tra queste troviamo specie che rivestono il ruolo di costruttori (alghe coralline), specie che hanno il ruolo di demolitori e scavano in strutture solide (soprattutto alghe verdi e cianobatteri (Cyanobacteria)), nonché specie denominate accompagnatrici, tra le quali alcune sono non indigene e invasive.

I differenti generi e le svariate specie che costruiscono le formazioni biogene non vivono e/o operano sempre allo stesso tempo o nello stesso luogo. Allo stesso modo si differenzia la loro importanza nel processo dinamico della formazione degli affioramenti biogeni, causa le complesse sinergie dei fattori biotici con quelli abiotici (temperatura, luce, idrodinamica) e con i fattori edafici (salinità, sostanze nutritive, tipo di substrato).

I risultati di uno studio mediterraneo portato a termine da Canals & Ballesteros (1997) hanno evidenziato che in una comunità infralitorale, dove dominavano l'alga verde *Halimeda tuna* e l'alga rossa *Mesophyllum alternans*, la produzione di calcare era di circa 465 g di CaCO_3 per m^2 ogni anno. In una comunità circalitorale, con dominanza della specie *Lithophyllum stictaeforme*, la produzione era pari a 170 g di CaCO_3 per m^2 ogni anno. I tassi di maggiore accumulo di calcare (tra 0,006 e 0,83 mm ogni anno) sono stati misurati nel piano circalitorale, in un ambiente caratterizzato da fenomeni di risalita di acque profonde (up-welling).

Tra le alghe calcaree che si trovano nel precoralligeno e nel coralligeno an-

noveriamo circa venti specie. Ma non v'è più di una dozzina di alghe calcaree che con la loro crescita contribuiscono alla costruzione organogena in maniera decisiva (Giaccone et al., 2009). Tra le più importanti specie di biocostruttori del coralligeno nel Mediterraneo conosciamo le seguenti alghe rosse delle famiglie Corallinaceae e Peyssonneliaceae: *Lithophyllum incrustans*, *L. stictaeforme*, *Titanoderma pustulatum*, *Lithothamnion philippii*, *M. alternans*, *Neogoniolithon brassica-florida*, *Peyssonnelia polymorpha*, *Peyssonnelia rosa-marina*, *Spongites fruticulosa*, *Sporolithon ptychoides*, e l'alga verde *H. tuna* della famiglia Halimedaceae. Tra queste, *L. stictaeforme* e *M. alternans* sono le più attive nella costruzione delle formazioni biogene (almeno dal Pliocene inferiore).

Barriere di madrepora a cuscino

Nel mare sloveno sono oggi note due grandi formazioni biogene, sulle quali abbiamo eseguito numerose campionature nell'ambito del progetto TRECORALA. Queste formazioni biogene si trovano una di fronte a Punta Ronco e la seconda di fronte a Punta grossa, e hanno un'estensione molto maggiore di quella delle trezze. Entrambe sono legate alla presenza della madrepora a cuscino mediterranea (*C. caespitosa*), in quanto sono formate da coralliti morti di questa specie. In alcuni casi, come nel Lago Grande dell'isola di Mèleda, le formazioni biogene sono create anche da colonie vive di madrepora a cuscino, quando la loro densità per unità di superficie è estremamente elevata, o quando le colonie sono enormi e/o si fondono tra di loro. Nel mare Mediterraneo sono note diverse località dove è possibile trovare formazioni biogene della madrepora a cuscino (vedi Figura 22).



Figura 22: Le formazioni biogene legate alla presenza della madrepora a cuscino sono note in diverse aree del Mediterraneo. Legenda: 1 – Columbretes (SP), 2 – Port Cros (FRA), 3 – La Spezia (ITA), 4 – Capo Ronco (SLO), 5 – Punta grossa (SLO), 6 – Rovigno (CRO), 7 – Prvič (CRO), 8 – Pago (CRO), 9 – Mèleda (CRO), 10 – Golfo di Atalanta (GR) e 11 – Tunisia. Modificato da Kersting e Linares (2012).

Formazione biogena di Punta Ronco

Nello specchio d'acqua antistante la Riserva naturale di Strugnano, di fronte a Punta Ronco e a 430 m dalla riva, si estende una grande formazione biogena (Figura 23). E' di forma ellittica con l'asse maggiore orientato in direzione est-ovest e quello minore in direzione nord-sud. Il punto più elevato della bioformazione si trova a 12,4 m di profondità, e scende fino a 21 m, dove tocca il fondale fangoso. È completamente formata da coralliti morti e frantumati della madrepora a cuscino. Quest'unità solitaria è completamente circondata da un fondale fangoso con una biodiversità molto minore.

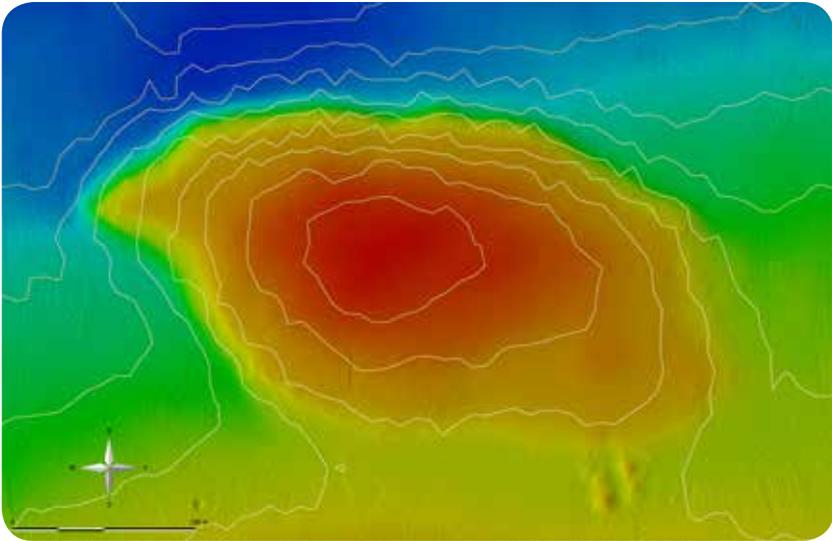


Figura 23: Rilievo della formazione biogena di fronte a Punta Ronco ottenuto con un ecoscandaglio di tipo multi-beam.

A differenza della formazione simile che si trova presso Punta grossa, la bioformazione di Punta Ronco non presenta tracce di fango sulla superficie. Deduciamo quindi che in quest'area le correnti marine siano un fattore importante, con un impatto attivo anche sulla strutturazione della fauna. Per la formazione biogena di Punta Ronco è caratteristico il fatto che la

densità delle colonie di madrepora a cuscino sia significativamente maggiore di quella in altre aree del mare sloveno (Tabella 2), tuttavia le colonie sono sensibilmente più piccole. Su otto diversi transetti posizionati a partire dalla zona centrale e più alta della piattaforma biogena, la densità delle colonie è oscillata tra 312 e 806 per 100 m². La madrepora a cuscino è inoltre risultata l'elemento faunistico prevalente della formazione biogena. Oltre ad essa, fra la fauna bentonica sono numerosi i rappresentanti dell'oloturia (*Holothuria tubulosa*), il riccio di prateria (*Sphaerechinus granularis*), la stella serpentina liscia (*Ophioderma longicauda*), e le spugne *Geodia cydonium* e verongia (*Aplysina aerophoba*) (Tabella 4).

Tabella 4: Densità degli elementi dominanti della macrofauna bentonica (numero di esemplari su 100 m²) su 8 diversi transetti (orientati rispetto ai punti cardinali) nella formazione biogena di Punta Ronco.

specie/direzione	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
<i>Cladocora caespitosa</i>	670	312	806	478	498	728	700	324
<i>Holothuria tubulosa</i>	60	32	78	60	62	84	32	46
<i>Sphaerechinus granularis</i>	26	14	60	66	44	44	50	2
<i>Ophioderma longicauda</i>	6	4	40	34	40	70	76	14
<i>Aplysina aerophoba</i>	8	18	0	4	6	10	12	48
<i>Geodia cydonium</i>	10	22	0	4	0	0	0	52
<i>Didemnum sp.</i>	2	2	0	0	0	0	0	34
<i>Chondrilla nucula</i>	0	0	6	0	8	0	6	16
<i>Cereus pedunculatus</i>	0	4	4	0	18	0	2	0
<i>Hexaplex trunculus</i>	4	0	4	0	60	0	10	0

Oltre al fondale caratteristico di coralliti morti e frantumati e all'alta densità di colonie di madrepora a cuscino, sono tipiche per la formazione biogenica di Punta Ronco anche le aggregazioni di altri organismi demersali (Figura 24). In queste aggregazioni troviamo specie di spugne più piccole, come ad esempio *Haliclona mediterranea*, il tunicato coloniale del genere *Didemnum*, le ascidie solitarie (*Phallusia mammilata*, *P. fumigata*, *Polycitor adriaticus* e *Microcosmus sp.*), il briozoo *Schizobrachiella sanguinea* e numerosi anellidi, quali *Serpula vermicularis*, *Protula tubularia* e *Pomatoceros sp.*



Figura 24: Panoramica della formazione biogena di fronte a Punta Ronco.

Alghe coralline

I recenti campionamenti in alcuni tipi di habitat nel piano circalitorale del mare sloveno, come la biocenosi del fondo detritico costiero e la formazione biogena di Punta Ronco, hanno portato alla conclusione che a una profondità compresa fra i 14 m e i 20 m vivono almeno 11 specie di alghe coralline (Figura 25). Alcune erano già note per il mare sloveno (*Titanoderma pustulatum*, *Lithophyllum racemus*, *Neogoniolithon mamillosum*, *Phymatolithon lenormandii*, *Pneophyllum confervicola* e *Pneophyllum fragili*), mentre altre alghe rosse (*Hydrolithon boreale*, *Lithothamnion Minervae*, *Lithothamnion philippii*, *Lithothamnion Sonder* e *Neogoniolithon brassica-florida*) sono state trovate per la prima volta nel mare sloveno (Falace et al., 2011).

Nella formazione biogena di Punta Ronco la base calcarea è formata dalle alghe *L. racemus*, *L. minervae*, *L. philippii*, *L. sonderi*, *P. lenormandii*,

P. confervicola e *P. fragile* (Falace et al., 2011). I loro talli vanno a formare diverse forme bentoniche: incrostazioni vive, colonie morte di talli calcificati aderenti al substrato, rodoliti vivi e rodoliti fossili. Il termine “rodolite” comprende tutte le strutture biogene dove le alghe rosse calcaree rappresentano almeno il 50% del nodulo, formato dall’alga corallina assieme al substrato/nucleo (Bressan e Babbini, 2003). Il fatto che i talli algali siano vivi su tutti i lati del rodolite dimostra che, almeno occasionalmente, le correnti marine o i rappresentanti della fauna mobile fanno rotolare tali strutture. Le specie *L. filippi* e *L. minervae* si presentano sia in forma incrostante che in forma rodolitica. Di fronte a Punta Ronco i rodoliti di *L. minervae* e *L. racemus* (che si presenta solo in forma sub-sferica) sono per lo più morti e fossili. I rodoliti vivi delle specie elencate sono più numerosi nei mesi primaverili, le forme incrostanti di talli invece nei mesi autunnali. Sulla formazione biogena i talli incrostanti e piatti delle specie *L. minervae*, *L. philippii*, *L. sonderi* e *P. fragile* si presentano principalmente come epibionti sui coralliti morti della madrepora a cuscino (Falace et al., 2011).



Figura 25: Un'alga corallina fra i coralliti della madrepora a cuscino.

Fauna

Le colonie di madrepora a cuscino nel mare sloveno possono misurare da pochi centimetri fino a più di 60 cm di diametro. Sono composte da singoli coralliti di carbonato di calcio, ramificati e con crescita radiale, tra i quali rimane parecchio spazio (Figura 26). Quest'ultimo è colmato da un variegato complesso di cunicoli e fessure, riempiti d'acqua e/o di sedimenti intrappolati. Per questo motivo costruzioni del genere costituiscono un'opportunità per l'insediamento di numerosi piccoli invertebrati. In un ambiente simile gli organismi sono ben nascosti e al sicuro dai predatori. Le colonie di madrepora a cuscino offrono quindi ad altri organismi tre diversi microhabitat (Figura 27): un substrato solido per organismi epilitici (sulla superficie della colonia) ed endolitici (all'interno della colonia), spazi interni per gli animali mobili, e sedimenti per gli animali che scavano nel fondale sedimentario. La notevole complessità di questi microhabitat permette l'insediamento di un gran numero di animali in una piccola area ovvero volume. Queste aree sono ben note anche perché svolgono un ruolo importante nel ciclo dei nutrienti. A causa della loro complessità, dell'aumento della superficie attiva e dell'abbondanza degli organismi, viene a ridursi la turbolenza sul fondale, aumenta il tasso di sedimentazione e la ritenzione delle sostanze nutritive.



Figura 26: Colonia della madrepora a cuscino è un microhabitat molto complesso.

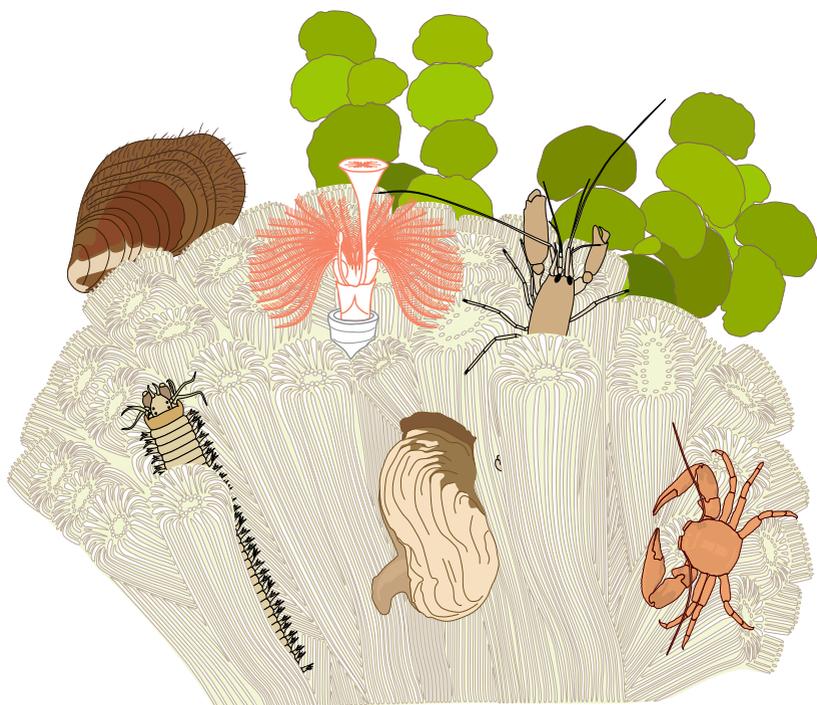


Figura 27: Schema di una colonia della madrepora a cuscino con alcuni rappresentanti caratteristici o dominanti della fauna bentonica, che trovano dimora o rifugio all'interno e sopra di essa.

Tra i gruppi di animali che popolano le colonie della madrepora a cuscino nel mare sloveno, prevalgono in termini di abbondanza i molluschi, seguiti da policheti e crostacei. La maggior parte di questi animali conduce una vita endolitica, molti sono però anche gli organismi mobili. Tenendo conto del tipo di alimentazione, prevalgono i sospensivori (si nutrono di piccoli organismi e detriti che le masse d'acqua sollevano dal fondale). Fra questi dominano i bivalvi endolitici *Rocellaria dubia* e *Hiatella arctica*, che sono anche tra le prime specie a colonizzare le colonie di madrepora a cuscino. Frequenti sono anche i bivalvi *Arca noae*, *Striarca lactea*, *Modiolus barbatus* e *Chama gryphoides*, specie epilittiche che vivono sulle superfici delle colonie. Tra i policheti prevalgono i filtratori, costruttori di tubi (ad es. *Serpula*

concharum) e specie predatrici (come *Eunice siciliensis* e *Lysidice ninetta*). Tra i crostacei sono comuni le specie *Pisidia longimana*, *Athanas nitescens* e *Thoralus crachii*. Un'alta percentuale di tutti questi animali è rappresentata da esemplari giovani, ai quali la struttura delle colonie offre un riparo sicuro dai predatori durante le fasi di vita iniziali e pertanto delicate. Tra i bivalvi gli stadi giovanili comprendono più del 50% degli organismi, mentre alcune specie di crostacei sono generalmente presenti soltanto in forma giovanile (come *Pillumnus hirtellus*). Differente è invece il rapporto tra i gruppi di animali considerando la diversità delle specie. Il numero di specie più elevato si conta fra i policheti, seguiti da molluschi e crostacei. La diversità di specie maggiore è riscontrabile tra gli animali mobili; considerando il tipo di alimentazione si registra invece tra predatori e suspensiofagi (Pitacco et al., 2014).



Figura 28: La madrepora a cuscino ricoperta dall'epifauna (su questa colonia domina la spugna *Aplysina*). Fra i coralliti della colonia emergono le braccia delle ofiure.

La struttura delle colonie e la sua complessità variano con la crescita del corallo. Con la crescita della madrepora a cuscino aumenta la superficie esterna delle colonie e il numero degli spazi interni tra i coralliti, mentre

cambia la loro grandezza. Di conseguenza, cambia la struttura della fauna che vive nelle colonie. Aumenta così il numero delle specie e la loro abbondanza. La diversità delle specie nelle colonie di madrepora a cuscino ricorda l'equazione di Arrhenius (1921), che indica come il numero delle specie aumenta con la crescita della superficie. Il numero delle specie di invertebrati che popolano le colonie della madrepora a cuscino aumenta con la grandezza ovvero il diametro della colonia.



Figura 29: *Polycitor adriaticus* sulla formazione biogena di fronte a Punta Ronco.

Formazione biogena di Punta grossa

Le falesie di flysch che ornano il Monumento Naturale di Punta grossa scendono molto lentamente e soltanto presso il faro, che si trova su una piattaforma rocciosa, scendono a una profondità maggiore di 5 m. Il fondo duro formato da grossi massi di arenaria, coperti di ricca vegetazione algale, è seguito dal fondo sedimentario di sabbia grossolana vicino al faro, e più al largo da una formazione biogena che, proprio come quella di fronte a Punta Ronco, è composta da coralliti morti della madrepora a cuscino. Questa formazione biogena è leggermente diversa da quella di Punta Ronco, in quanto il numero di colonie vive della madrepora a cuscino in questo ambiente è molto basso.

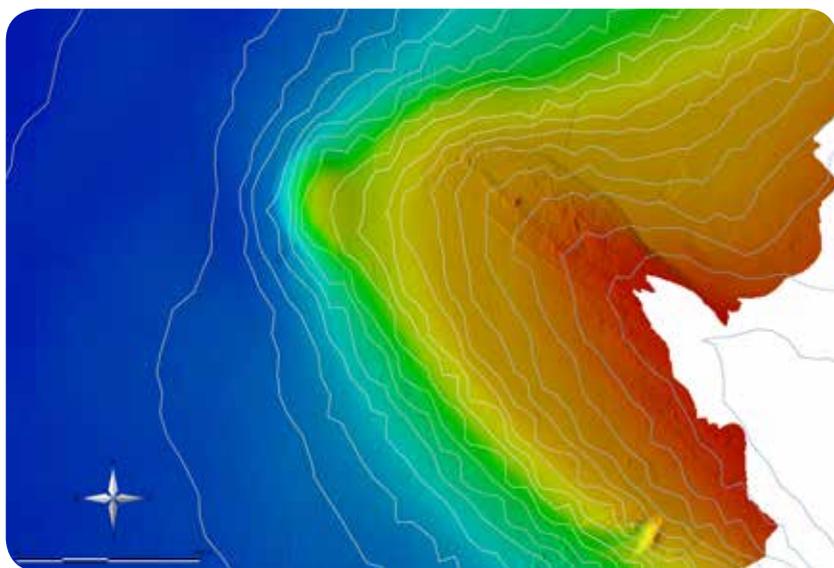


Figura 30: Rilievo della formazione biogena di fronte a Punta grossa ottenuto con un ecoscandaglio di tipo multi-beam.

La formazione biogena di Punta grossa (Figure 30 e 31) ha una forma più o meno triangolare, con una vetta arrotondata che somiglia ad un pomello. Alla punta estrema dell'affioramento è evidente uno scalino ripido, dove il fondo roccioso costiero ha una caduta più ripida verso il sedimento fangoso. La formazione è in alcuni punti ricoperta da uno strato sottile di limo, il quale rende difficile determinare con esattezza dove essa cominci e dove finisca. La struttura si espande dai 10 m ai 17,5 m di profondità. A differenza della formazione biogena di Punta Ronco, il numero di colonie di coralli vivi in tale ambiente è quasi trascurabile. Di molto minore è anche il numero di spugne, oloturie (*H. tubulosa*) e ricci di mare (*S. granularis*). Numerosissime sono invece le attinie della specie *Cereus pedunculatus* (Tabella 5). Sulla formazione biogena sono presenti anche specie endemiche, quali il nudibranco *Dondice banyulensis* (Figura 32).



Figura 31: Panoramica della formazione biogena di fronte a Punta grossa.

Tabella 5: Densità degli elementi dominanti della macrofauna bentonica (numero di esemplari per 100 m²) su tre diversi transetti (I-III) nella formazione biogena di Punta grossa.

elementi dominanti	I	II	III
<i>Holothuria tubulosa</i>	36	22	14
<i>Cereus pedunculatus</i>	19	40	36
<i>Phallusia fumigata</i>	14	2	4
<i>Cladocora caespitosa</i>	2	0	4
<i>Aplysina aerophoba</i>	4	0	6
<i>Sphaerechinus granularis</i>	2	2	4



Figura 32 Il gasteropode nudibranco *Dondice banyulensis* è una specie endemica del mare Mediterraneo.



MECCANISMI DI ACCREScimento DELLE FORMAZIONI BIOGENE



Accrescimento delle strutture solide

Per la formazione degli affioramenti biogeni, oltre alla crescita delle alghe coralline è di primaria importanza anche l'insediamento di altri organismi sulle strutture solide. Possiamo osservare un processo di insediamento simile sia nel coralligeno che sulle formazioni biogene e su diversi substrati naturali o artificiali in un ambiente prevalentemente sedimentario (fangoso o sabbioso). Nelle aree sedimentarie gli invertebrati bentonici si presentano sulla superficie del sedimento o all'interno del sedimento stesso. Nel primo caso parliamo di epifauna, nel secondo di endofauna o infauna. L'ambiente sedimentario non è molto attraente per diversi invertebrati marini in quanto, a causa della continua risospensione, le particelle del substrato possono sommergerli e ostacolare le loro funzioni vitali. Devono inoltre affrontare le conseguenze delle correnti marine. Di conseguenza, qualsiasi forma di substrato solido che sia disponibile in un – in apparenza - deserto fondale fangoso o sabbioso, è una risorsa importante per molti organismi sessili (Figura 33). Anche un minimo aggruppamento di conchiglie o di piccoli sassi, o una colonia di madrepora a cuscino, attirano le larve planctoniche degli animali bentonici che avviano l'insediamento.



Figura 33: Un'aggregazione di organismi nel deserto fangoso.

Insediamiento delle larve planctoniche

Sul fondale sedimentario che domina nel mare sloveno, nel Golfo di Trieste e generalmente nell'Adriatico settentrionale, vige una costante lotta per la sopravvivenza. Le larve di molti invertebrati si insediano su tutte le strutture solide disponibili (Figura 34). Queste larve appartengono al meroplancton, che comprende gli organismi planctonici che fanno parte del plancton solamente nelle prime fasi di vita (uova e larve), dopodiché si trasformano in invertebrati bentonici adulti.

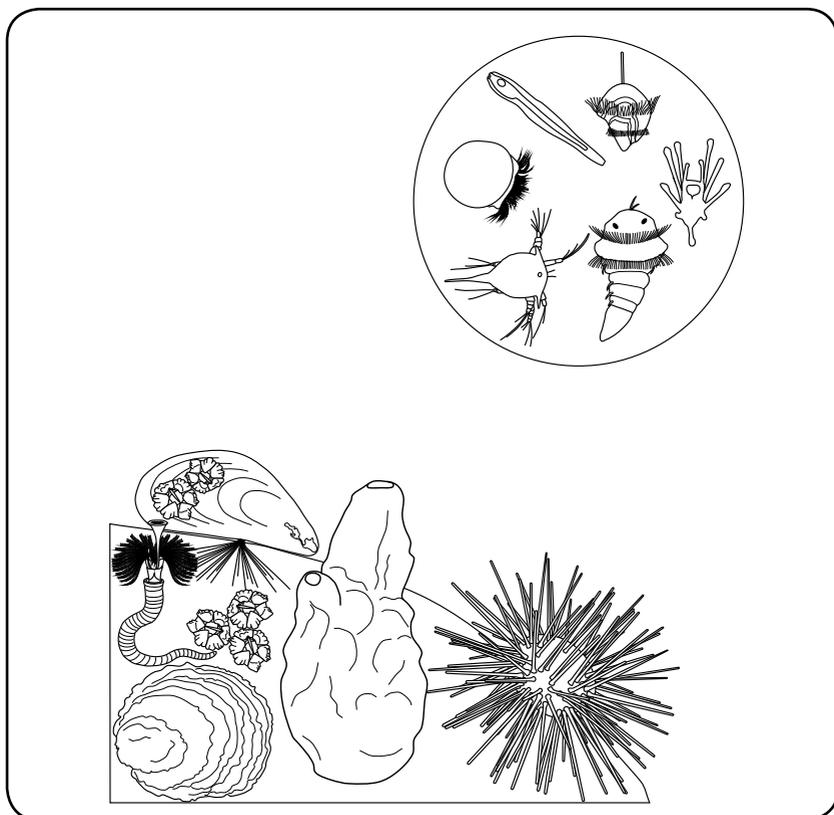


Figura 34: Le larve zooplanctoniche cercano nicchie abitative adatte all'insediamento su strutture solide, dove possono trasformarsi in animali bentonici adulti.

Gli invertebrati più caratteristici che hanno larve planctoniche sono principalmente le spugne (Porifera), gli idrozoi (Hydrozoa), i cirripedi (Cirripedia), i gasteropodi (Gastropoda), i bivalvi (Bivalva), i decapodi (Decapoda), gli echinodermi (Echinodermata) e gli ascidiacei (Tunicata Ascidiacea).

A volte è sufficiente che le correnti marine trasportino frammenti di conchiglie in piccoli avvallamenti. Un aggruppamento di tali frantumi rappresenta una possibilità di insediamento per le larve planctoniche degli animali demersali. Sotto le mitilocolture, ad esempio, si accumulano le conchiglie dei bivalvi quando gli allevatori le raccolgono o le puliscono, e creano unità solide nel deserto del fondale fangoso o sabbioso. Queste unità isolate, che chiamiamo fondale duro secondario, vengono presto occupate dalle larve planctoniche che si trasformano in individui adulti (Figura 35). In questo modo avviene l'accrescimento graduale della superficie di tali aggruppamenti di conchiglie.



Figura 35: La copertura di organismi bentonici sui pilastri nel Porto di Capodistria.

Comunità di filtratori

Per il Golfo di Trieste e il più ampio Adriatico settentrionale sono caratteristiche le comunità bentoniche dove dominano gli organismi filtratori. Molti animali, infatti, si nutrono setacciando le particelle di cibo che sono in sospensione nell'acqua (filtraggio). L'efficienza del processo dipende da adattamenti specifici. Questi animali possono trattenere dall'acqua batteri, organismi fitoplanctonici e zooplanctonici, materia organica disciolta, ma anche metalli pesanti e altre sostanze inquinanti (Stachowitsch, 1998).

Tabella 6: Efficienza del filtraggio di alcuni invertebrati bentonici (A - Stachowitsch, 1998; B - Lisbjerg & Petersen 2000; C - Milanese et al., 2003).

	Efficienza del filtraggio/h	Efficienza del filtraggio / giorno (20 ore attive)
Grandi ascidie	5-17 dm ³ /h A	100-340 dm ³
Grandi bivalvi	2 dm ³ /h A	40 dm ³
Briozoi	0,11 dm ³ /h cm ² B	214 dm ³ /m ²
Spugna <i>Chondrilla nucula</i>	14 dm ³ /h m ² C	280 dm ³ /m ²

L'efficienza di filtrazione varia a seconda degli organismi (Tabella 6). Tra i filtratori più attivi troviamo alcuni tunicati (Tunicata) che riescono a filtrare fino a 17 litri di acqua di mare in un'ora. La densa comunità di organismi bentonici (es. barriere sommerse) può filtrare in breve tempo una grande quantità di acqua marina e agire come controllo naturale dell'eutrofizzazione (natural eutrophication control - sensu Office et al., 1982).

Quando le larve planctoniche si insediano su un oggetto solido (ad es. una roccia) e si sviluppano in invertebrati adulti (Figura 36), lentamente viene a formarsi un nuovo substrato costruito da animali con scheletro calcareo.

Nell'incessante lotta per lo spazio, sulla roccia continuano a insediarsi nuovi animali. Con il tempo l'affioramento è completamente ricoperto dalla comunità degli invertebrati bentonici.

Con l'insediamento su substrati solidi vengono ad accrescersi la diversità e l'abbondanza della comunità animale. Alcuni animali secernono calcare, mentre altri scavano fori e gallerie nel substrato. Si generano così varie coperture incrostanti e raggruppamenti calcarei di varie forme, così come crepe, fessure, gallerie e cavità. In questo modo aumenta l'**eterogeneità spaziale**, definita come la somma degli elementi strutturali su una superficie. Un ambiente con una maggiore eterogeneità spaziale ha livelli elevati di abbondanza e diversità delle specie.



Figura 36: Gli organismi filtratori sono prevalentemente sessili.

Richiamo di altri organismi

Allo stesso modo vanno ad accrescersi le strutture artificiali in mare. Una densa comunità di alghe e invertebrati bentonici crea un substrato organico e allo stesso tempo filtra particelle dell'acqua. Col tempo a questa comunità si aggiungono altri membri e la catena alimentare diventa sempre più complessa (Figura 37).

Un substrato duro densamente popolato, vista l'alta eterogeneità spaziale, è molto interessante anche per altre specie. Le barriere, sia naturali che artificiali, insieme alle formazioni biogene, offrono infatti a tali organismi (i) dimora, (ii) nutrimento, (iii) ambiente riproduttivo favorevole (ad es. gallerie, piani, cavità), (iv) protezione dai predatori (nascondigli) e (v) ambiente di crescita, dove gli individui giovani possono svilupparsi in maniera sicura.

Dato che questo genere di barriere attira anche molte specie di predatori con diverse strategie alimentari, secondo il principio a ciascuno un po', la varietà ed il numero degli organismi nella comunità aumenta ulteriormente. In queste comunità rinveniamo anche molti esempi di strategie antipredatorie come diverse forme di mimetismo e di criptismo.



Figura 37: La comunità diversificata dell'epifauna attrae molti altri organismi.

Formazione di nuove nicchie abitative

Un altro fattore importante per la comprensione del processo di insediamento delle formazioni biogene è rappresentato dalle numerose specie che creano nuove possibilità ossia nuove nicchie abitative per altri organismi (Figura 38). Essenzialmente distinguiamo i biocostruttori (che di fatto costruiscono le formazioni biogene o favoriscono l'insediamento di un grande numero di altri organismi) dai biodemolitori (che scavano gallerie o che, corrodendo il substrato, creano fori e fessure).



Figura 38: I processi simultanei della biocostruzione e della biodemolizione creano nuove nicchie abitative.

Biocostruzione

Con l'espressione **biocostruzione** intendiamo il processo di formazione di strutture biogene attraverso l'accumulo di parti scheletriche calcaree di organismi marini. Fra i costruttori delle formazioni biogene Cocito (2004) distingue tre categorie:

- **i biocostruttori**, ossia forme verticali e ramificate di organismi marini ben calcificati che creano la maggior parte delle formazioni biogene. I più noti tra loro sono la madrepora a cuscino (*C. caespitosa*) e le alghe coralline, seguite da cirripedi, policheti sedentari, vermetidi (Vermetidae), ostriche e altri bivalvi, briozoi (Figura 39);
- **i leganti** (binders), di forma crostosa, che ricoprono e incollano gli elementi di base dei fondali rocciosi (pietre, rocce, massi). Tra questi i più conosciuti sono i biofilm composti da cianobatteri e diatomee, le spugne incrostanti e le alghe calcificate;
- **i modulatori** (bafflers), ossia piccole forme verticali e ramificate, poco calcificate o non calcificate, che rallentano le correnti di fondo e aumentano la sedimentazione. Tra questi organismi annoveriamo alcuni rappresentanti dei coralli, delle alghe e delle spugne.



Figura 39: La struttura ramificata formata dal briozoo *Schizobrachiella sanguinea*.

Bioerosione

Un altro gruppo di organismi provoca invece la bioerosione. Alcuni ricercatori elencano tre tipi di biodemolitori. Del primo gruppo fanno parte quegli organismi che erodono il substrato formato dalle alghe coralline e non coralline solo a livello superficiale (ad es. i ricci di mare). Il secondo gruppo è composto dai microperforatori o microscavatori di gallerie, il terzo invece dai macroperforatori o macroscavatori di gallerie.

Pascolo

Alcune specie di ricci di mare (Figura 40) pascolano (browsing) sul substrato formato dalle alghe coralline e non coralline. Il riccio femmina (*Paracentrotus lividus*) va così a rimuovere parti del substrato e a formare piccole cavità quando pascola sui talli verticali delle alghe (di solito non calcificate). Il riccio di prateria (*S. granularis*) pascola invece sui talli delle alghe coralline. Questa specie è il fattore principale che provoca la bioerosione delle bioformazioni coralligene lungo la costa mediterranea della Francia (Sartoretto e Francour, 1997).



Figura 40: Il riccio di prateria (a sinistra) e il riccio femmina (a destra).

Per l'area mediterranea si è stimato che l'erosione provocata dal riccio femmina ammonta a 19 g di CaCO₃ per riccio all'anno, quella provocata dal riccio di prateria addirittura a circa 295 g di CaCO₃ per riccio all'anno (Sartoretto e Francour, 1997). Considerando la produzione di calcare delle alghe coralline nel tratto di mare antistante Marsiglia, che ammonta a circa 100 - 150 g per m² all'anno, l'erosione da parte dei ricci di prateria è piuttosto notevole.

Sulla formazione biogena di fronte a Punta Ronco, i ricci di prateria sono fra le tre specie di grandi invertebrati più abbondanti. Durante la nostra ricerca la densità di questi ricci è variata da pochi esemplari a 66 esemplari per 100 m². Queste densità sono paragonabili a quelle della ricerca francese (Sartoretto e Francour, 1997), che variavano fra 28 e 88 esemplari per 100 m², ad una profondità di 10 m. Possiamo quindi ipotizzare che i ricci di prateria svolgano un ruolo simile di biodemolitori anche sulla formazione biogena di fronte a Punta Ronco.

Perforazione del substrato solido

Al processo di bioerosione collabora un gran numero di diversi organismi che, nel corso della loro attività, scavano fori e gallerie (Figura 41). Fra i microperforatori troviamo i cianobatteri (Cyanobacteria), le alghe verdi e alcuni funghi marini. Tra i macroperforatori, che scavano gallerie di dimensioni maggiori, troviamo invece le spugne, i ricci di mare, i policheti ed anche alcuni pesci.

Il più tipico bioperforatore nella parte slovena dell'Adriatico è il dattero di mare (*Lithophaga lithophaga*), che con l'erosione sia meccanica che chimica col proprio piede crea fori e gallerie. Le gallerie vuote sono molto importanti perché al loro interno si insediano molti animali marini, come vari cnidari, crostacei, briozoi, altri molluschi e alcune specie di pesci. Il dattero di mare è presente ovunque lungo la costa slovena, ma è particolarmente abbondante nella Riserva naturale di Strugnano.



Figura 41: Il dattero di mare, chiuso (a sinistra) e aperto con il piede teso (a destra).

Specie meno note di macroperforatori sono le spugne scavatrici del genere *Cliona* (Figura 42) e, oltre ai datteri di mare, altre specie di bivalvi come *Rocecellaria dubia*, *Petricola petricola*, *Hiatella arctica* e *Pholas dactylus*. Le gallerie scavate da *R. dubia* sono presenti quasi in tutti gli ambienti con grandi massi o scogli. Le gallerie di questa specie sono a forma di numero otto, con la parte superiore più piccola di quella inferiore. Il dattero bianco (*P. dactylus*), che è una specie commestibile, vive soprattutto nei fondali di arenaria, principalmente dove si sono sviluppate terrazze. Un importante macroperforatore è pure il sipunculide *Aspidosiphon muelleri*. Di recente sono stati pubblicati i risultati delle ricerche sui danni provocati da questa specie perforatrice sulle costruzioni marine del parco archeologico sommerso di Baia presso Napoli (Antonelli et al., 2015).



Figura 42: I sifoni della spugna perforatrice (*Cliona* sp.) che sporgono dalla roccia.



IMPORTANZA DELLE FORMAZIONI BIOGENE



Le formazioni biogene sono, subito dopo le praterie di posidonia, i più importanti “punti caldi” (hot spot) della biodiversità nel mare Mediterraneo (Boudouresque, 2004).

Bacino educativo

Il coralligeno e le altre formazioni biogene sono, vista la loro eccezionale diversità, l'alta produttività e la varietà dei processi ecologici che si svolgono al loro interno, un ambiente estremamente interessante anche dal punto di vista dell'istruzione. A causa della dura competizione per lo spazio, gli invertebrati bentonici e molte specie di pesci costieri hanno sviluppato diversi meccanismi fondamentali nella lotta per la sopravvivenza. Proprio in questi ambienti è possibile acquisire le informazioni legate ai numerosi tipi di coabitazione, come mutualismo, commensalismo, inquilinismo e parassitismo. Molto interessanti sono pure le numerose strategie anti-predatorie. Il coralligeno e le formazioni biogene sono dunque un ambiente eccezionale per l'apprendimento di numerosi processi e di strategie di sopravvivenza, che si manifestano nell'adattamento degli invertebrati e dei pesci bentonici.

Predatori ed erbivori

La varietà di specie che va a costruire una formazione biogena ne attira molte altre. Nel precoralligeno ad es. l'alga verde *Halimeda tuna* è un invito per talune specie di gasteropodi opistobranchi, come *Bosellia mimetica*, che di essa si nutrono. Tra i diversi gruppi di opistobranchi i più noti e più belli sono i nudibranchi, che sono strettamente legati alla presenza della propria preda. Questo vale soprattutto per quelle specie di nudibranchi che si nutrono dei polipi di cnidari e di spugne.

Strategie antipredatorie

Le strategie di sopravvivenza consentono ad alcuni organismi di raggiungere la preda, ad altri invece di sfuggire ai predatori o di difendersi da essi. Nell'ambiente coralligeno le strategie antipredatorie sono le più diffuse. Alcune specie semplicemente fuggono o si nascondono in vari tipi di nascondiglio che descriviamo nel capitolo dedicato alle specie criptobentoniche ed endolitiche. Altre specie hanno invece sviluppato un particolare adattamento che non consente ai predatori di notarle (Figura 43). Altre ancora puntano sul fatto che il predatore possa vederle già da lontano.



Figura 43: Il nudibranco Ercolania coerulea è quasi invisibile quando pascola sull'alga del genere Valonia.

Camuffamento

Una particolare strategia antipredatoria consiste nel nascondersi o camuffarsi. Alcune specie di invertebrati e pesci bentonici si confondono con l'ambiente circostante in modo che il predatore non possa notarle. Tali specie giacciono immobili sulle rocce sul fondo marino e si affidano completamente al proprio metodo di occultamento. Generalmente queste specie sono costrette a rimanere nell'ambiente che corrisponde al loro tipo di colorazione. Alcune sono invece in grado di modificare il proprio colore e di rimanere quindi costantemente camuffate. Questo metodo è tipico della seppia (*Sepia officinalis*), che può assumere un colore somigliante a quello dell'ambiente in cui si trova già durante il nuoto. Quanto ai pesci, da questo punto di vista le più note sono le varie specie di pesci piatti. Alcuni di loro riescono a camuffarsi (Figura 44) pure sulla nacchera o pinna comune (*Pinna nobilis*).



Figura 44: Il rombo peloso su una grande nacchera.

Alcuni invertebrati, soprattutto alcune specie di granchi, sono noti poiché fissano sul proprio carapace diversi invertebrati sessili e si nascondono sotto di essi. Similmente ai pesci piatti, rimangono immobili, protetti dal loro travestimento che li salvaguarda dai predatori. Non è indifferente, però, la scelta degli invertebrati da fissare sul carapace, in quanto devono essere invertebrati piuttosto comuni nell'ambiente e non commestibili. Il granchio facchino o granchio dormiglione (*Dromia personata*), uno dei più grossi granchi presenti nella parte slovena dell'Adriatico, si ritaglia un cappello su misura. A tale scopo di solito utilizza un tunicato conico (*Aplidium conicum*, Figura 46), ma sono noti anche esempi di cappelli di spugne, quali *Aplysina aerophoba* e *Chondrilla nucula*. Particolarmente fotogenici sono alcuni granchi più piccoli, che come cappello scelgono una spugna di colore rosso intenso (*Phorbas fictitious*). Veri maestri del camuffamento sono anche i granchi del genere *Pisa* (Figura 45). Questi abitualmente coprono il carapace con un gran numero di invertebrati presenti nell'ambiente in cui vivono.



Figura 45: I granchi del genere *Pisa* si camuffano ritagliando pezzi di altri organismi che usano come copertura.



Figura 46: Coperture diverse del granchio facchino o granchio dormiglione: a – *Aplidium conicum*, b – *Cacospongia scalaris*, c – *Chondrilla nucula*, d – *Aplysina aerophoba*, e – *Phorbas fictitious*.

Mimetismo

Un'efficace strategia antipredatoria è il mimetismo. A differenza del camuffamento, dove la preda tenta di celarsi al predatore, il mimetismo funziona nella maniera opposta (Figura 47). La preda è visibile al predatore già da lontano. In natura conosciamo diversi tipi di mimetismo, soprattutto nel mondo degli insetti. Nel mare i più noti sono il mimetismo di Müller e quello di Bates. Nel mimetismo mülleriano gli animali con i loro schemi di colorazione segnalano ai predatori di essere velenosi o inappetibili. Nel mimetismo di Bates, invece, cercano di convincere i predatori di essere velenosi o inappetibili, assumendo colorazioni di animali realmente velenosi o inappetibili. Nel primo caso si tratta, in effetti, di un avvertimento, nel secondo di un inganno. In entrambi i casi è fondamentale che il predatore abbia già avuto precedenti esperienze negative ingerendo una preda simile, e in futuro eviterà quindi di ripetere l'errore. Il mimetismo pertanto si affida alle esperienze infelici del predatore, che ricorda i colori di avvertimento della preda.



Figura 47: *Cratena peregrina* pascola sugli idrozoi coloniali del genere *Eudendrium*.

Mimetismo mülleriano

Questo genere di mimetismo è stato scoperto dal naturalista Fritz J. Müller, e da questi ha preso il nome. Ve ne sono numerosissimi esempi nella biocenosi coralligena e nelle altre bioformazioni. Molto educativi sono i gasteropodi opistobranchi (Figura 48). Nella maggior parte dei gasteropodi (e in altri molluschi) il mantello è l'organo primario nella difesa dai predatori. Alcune specie hanno un mantello molto spesso, altre hanno numerose spine o altre escrescenze, altre ancora invece presentano conchiglie tonde o ellittiche che impediscono ai predatori di ingerirle. Gli opistobranchi, comunque, sono (per la maggior parte) privi di conchiglia esterna, in quanto posseggono un altro tipo di difesa dai predatori. Numerose specie di opistobranchi hanno una colorazione intensa, con la quale avvertono il predatore della propria inappetibilità. Nel processo evolutivo la colorazione vivace si è sviluppata come strategia antipredatoria, poiché gli opistobranchi hanno una vista debole, mentre i loro predatori, come ad es. alcuni pesci, ce l'hanno molto acuta. I gasteropodi nudibranchi accumulano le sostanze velenose attraverso l'alimentazione, oppure queste si formano quali metaboliti secondari. Diverse specie che si nutrono di polipi coloniali di cnidari, adoperano gli cnidoblasti veleniferi situati nei tentacoli della preda per la propria difesa contro i predatori. Questi cnidoblasti non vengono digeriti e migrano sul dorso del mollusco, in escrescenze chiamate cleptocnidi.

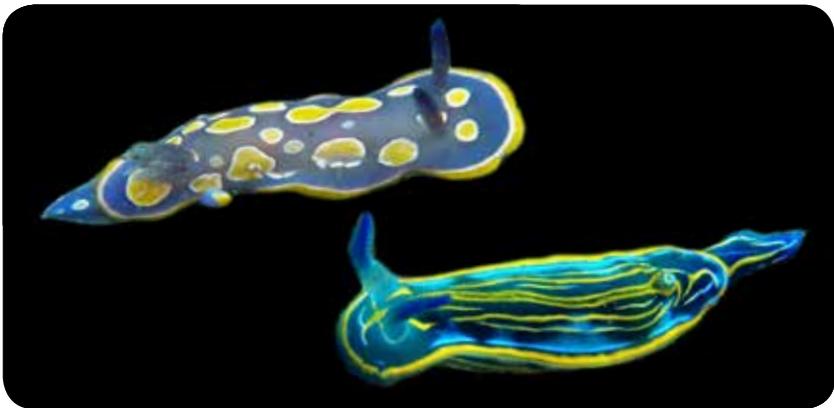


Figura 48: *Felimida luteorosa* (sopra) e *Felimare villafranca* (sotto).

Mimetismo batesiano

Nel mimetismo batesiano animali non velenosi assumono la colorazione di animali velenosi ovvero inappetibili. L'animale velenoso in questo caso è il modello, e l'animale che imita il modello viene detto mimo. Il mimetismo batesiano ha preso il nome dal naturalista inglese Henry W. Bates, che ha scoperto questa strategia antipredatoria durante lo studio delle farfalle vicino alla foce del Rio delle Amazzoni. Nel mondo tropicale esiste un gran numero di esempi di tale mimetismo, ma ne troviamo diversi anche sulla porta di casa. Il ghiozzo listato (*Gobius vittatus*), ad esempio, riproduce i colori della bavosa bianca (*Parablennius rouxi*), che è inappetibile.

Il verme vorticatore *Yungia aurantiaca* ricorda molto per forma e colore il nudibranco *Platydorid argo*, dal quale i predatori si tengono lontani (Figura 49). Entrambe le specie vivono nel Golfo di Trieste e sono in genere presenti sui fondali sedimentari fino a 20 m di profondità. Il nudibranco in questione ha un tegumento molto rigido, quindi non è appetibile. Il verme vorticatore, sottile e piatto, approfitta di questa proprietà del nudibranco e punta sulle passate esperienze infelici del predatore nel tentativo di nutrirsi del mollusco.



Figura 49: *Platydorid argo* (a destra) in *Yungia aurantiaca* (a sinistra).

Altre strategie antipredatorie

Nelle formazioni biogene troviamo molti esempi di mutualismo. Si tratta di una forma di convivenza (simbiosi) dalla quale entrambi i membri traggono reciproco vantaggio. Molti paguri vivono nelle conchiglie vuote dei murici (*Bolinus brandaris*, *Hexaplex trunculus*) e di altri gasteropodi (Figura 50), sopra le quali si insediano le attinie, come l'anemone del paguro (*Calliactis parasitica*) o l'adamsia (*Adamsia paliata*). Queste fanno perdere al predatore l'interesse per la preda. Anche le inappetibili spugne (quali *Suberites domuncula*) e alcuni tunicati (ad es. *Botryllus schlosseri*) sono efficaci alleati nella lotta ai predatori.

Sono noti anche molti casi di commensalismo. In questa forma di convivenza un partner approfitta dei vantaggi della convivenza con l'altro, sebbene quest'ultimo non sia né danneggiato né aiutato. In questo modo alcune specie di gamberetti, ad es. *Typton spongicola* e *Alpheus dentipes*, vivono nelle gallerie della spugna scavatrice (*Cliona viridis*).



Figura 50: Epizoanthus sp. si accresce sulla conchiglia nella quale vive il paguro eremita Paguristes eremita.

Altri tipi di strategie

L'uso di diverse specie di invertebrati o di alghe negli ambienti coralligeni è di importanza fondamentale ai fini del camuffamento. Ma esistono anche specie che hanno sviluppato strategie contro il biofouling. Di solito tali strategie sono tipiche delle alghe e di alcune specie di coralli, soprattutto nei mari tropicali, i quali cercano di ottenere quanta più luce possibile per una fotosintesi indisturbata ed efficiente. Alghe e coralli si difendono in vari modi dai competitori per lo spazio, che possono far loro ombra o addirittura ricoprire i loro tessuti. Anche altri invertebrati hanno sviluppato strategie **antifouling**. La patata di mare (*Halocynthia papillosa*), ascidia solitaria che vive sulle formazioni biogene, non viene mai ricoperta da altri organismi, grazie ad un'impregnazione antivegetativa (Figura 51).



Figura 51: La patata di mare (*Halocynthia papillosa*).



HABITAT CRIPTOBENTONICI



Cosa sono la fauna e gli habitat criptobentonici?

Gli **habitat criptobentonici** sono una parte importante delle formazioni biogene. Sono quegli habitat che offrono rifugio o un ambiente riproduttivo ad alcune specie di organismi. Molto poco si sa di questo argomento. Di conseguenza, assai poco conosciamo gli animali criptobentonici. Con il termine **fauna criptobentonica** intendiamo quelle specie che più o meno costantemente si nascondono sotto pietre, in gallerie, fessure e crepe e in altri tipi di cavità (Tabella 7). Potremmo dire che si tratta di specie che difficilmente vengono notate e di conseguenza sono meno conosciute. Per molte di queste specie è noto che siano fotofobiche ossia sciafile. Vivono nelle aree in ombra degli scogli e dei massi, o possono nascondersi in varie fessure, crepe, cavità. Si tratta quindi di specie che fanno affidamento sui propri rifugi e per questo si muovono poco. Gli habitat criptobentonici sono presenti dai bassi fondali fino alle biocenosi del circolitorale. Il numero di esemplari e di specie è legato all'eterogeneità spaziale (vedi il capitolo sull'insediamento). Più numerosi sono i diversi elementi strutturali che costituiscono un tipo di habitat, più alto è il numero di nicchie abitative e di conseguenza anche la diversità delle specie.

Durante gli ultimi decenni nella parte slovena dell'Adriatico sono state scoperte parecchie specie di invertebrati poco note anche in altre zone dell'Adriatico. Una di queste è il granchio delle grotte (*Herbstia condyliata*), elemento tipico della biocenosi coralligena. Maggiormente conosciuti sono i pesci criptobentonici, per i quali si trovano diversissime definizioni. Alcuni ricercatori annoverano tra di essi anche le specie di bavoze che non si nascondono affatto, ma fuggono nelle gallerie solamente in caso di pericolo. Altri indicano come pesci criptobentonici quelli che rimangono sempre nascosti nei loro rifugi e che possiamo far uscire allo scoperto soltanto con sostanze narcotizzanti. Fra queste specie elenchiamo il ghiozzetto macrocefalo (*Millerigobius macrocephalus*), il ghiozzetto zebra (*Zebrus ze-*

brus), il succiascoglio minimo (*Apletodon incognitus*, Figura 52) e la murena (*Muraena helena*).

Senza dubbio i pesci criptobentonici sono una parte importante dell'ittiofauna costiera. Possiamo dividere la comunità ittica costiera in vari gruppi (Figura 53). Quasi tutti sono più o meno legati al fondale marino (pesci nectobentonici, epibentonici e criptobentonici); solamente il gruppo dei pesci esclusivamente nectobentonici non ne dipende in maniera stretta. Le ricerche hanno dimostrato che con un censimento non distruttivo delle specie (*censimento vivo*) possiamo osservare più della metà delle specie che vivono in un dato ambiente. Durante il campionamento con l'uso del veleno rotenone sono state contate 226 specie, delle quali soltanto il 36% è stato confermato con il censimento vivo (Smith-Vaniz *et al.*, 2006).

Nella parte slovena dell'Adriatico soltanto alcuni gruppi di pesci, come le bavose e i loro parenti stretti (Blennioidea), sono stati oggetto di maggiore attenzione scientifica (Lipej e Richter, 1999; Lipej e Orlando-Bonaca, 2006; Orlando-Bonaca, 2006; Orlando-Bonaca e Lipej, 2007, 2008a, 2008b; Lipej *et al.*, 2008). Altri studi pubblicati hanno trattato la comunità ittica costiera in generale (Lipej *et al.*, 2003, 2005; Orlando-Bonaca e Lipej 2005, 2008c; Lipej *et al.*, 2012).



Figura 52: Il succiascoglio minimo (*Apletodon incognitus*).

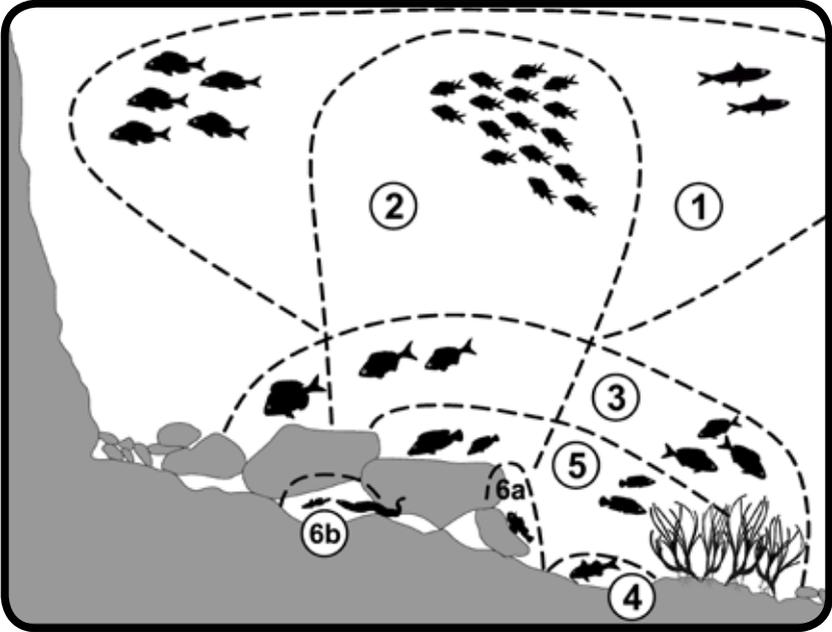


Figura 53: Suddivisione della comunità ittica costiera. Legenda: 1 - pesci propriamente nectonici, 2-5 - pesci nectobentonici. I pesci epibentonici sono contrassegnati con 6a, quelli criptobentonici con 6b (tratto da Harmelin, 1987).

Pesci criptobentonici

Possiamo suddividere le specie criptobentoniche di pesci (A) in diversi gruppi, a seconda delle loro preferenze per gli habitat criptici (Tabelle 7 e 8). Alcuni, infatti, vivono in tali habitat regolarmente, altri occasionalmente, altri ancora sostano in questi ambienti per caso (Kovačić *et al.*, 2012).

Tabella 7: Definizione ecologica delle specie di pesci bentonici in funzione delle loro preferenze per gli habitat criptici.

CODICE	SPECIE	DEFINIZIONE	DESCRIZIONE AGGIUNTIVA
A	CRIPTOBENTONICHE		
A1	PROPRIAMENTE CRIPTOBENTONICHE	Costantemente nascoste in gallerie, cavità, sotto i sassi, all'interno delle conchiglie	Il campionamento richiede l'uso di tecniche specifiche (narcotici)
A2	GRANDI SPECIE CRIPTOBENTONICHE	Che lasciano la loro galleria occasionalmente, ma che la proteggono costantemente	Il campionamento richiede l'uso di tecniche specifiche (narcotici)
B	ENDOLITICHE		
B1	OBBLIGATORIE	Che si trovano costantemente in gallerie, cavità	Le gallerie sono create da specie endolitiche di bivalvi e di spugne
B2	FACOLTATIVE	Nidificano nelle gallerie, ma non necessariamente	Occupano gallerie naturali o artificiali
C	IMPROPRIAMENTE CRIPTOBENTONICHE	Sono nectobentoniche che si trovano in gallerie, cavità e sotto i sassi solo occasionalmente	Non sono strettamente legate alla presenza di gallerie e cavità
D	EPIBENTONICHE		
D1	PROPRIAMENTE EPIBENTONICHE	Che vivono sulla superficie di scogli, sassi, nelle vicinanze di cavità	Sono legate a un ambiente bentonico ma non agli habitat criptici
D2	EPIBENTONICHE CAMUFFATE	Che si nascondono adottando colori simili a quelli dell'ambiente circostante	Sono legate a tale ambiente ma non agli habitat criptici
D3	EIPSAMMICHE	Che vivono nei sedimenti	Sono legate a tale ambiente ma non agli habitat criptici

Specie propriamente criptobentoniche

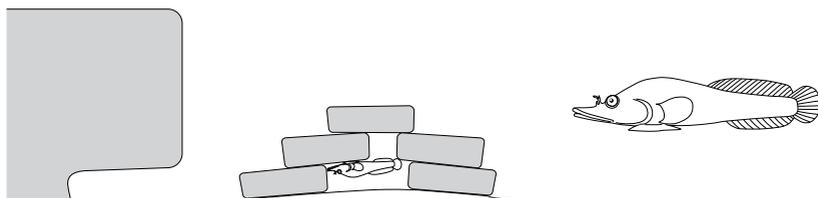


Figura 54: Visualizzazione schematica delle specie propriamente criptobentoniche e del loro habitat.

Le specie propriamente criptobentoniche (A1, Figura 54) sono quelle che vivono costantemente nascoste sotto i sassi, in varie fessure, crepe, cavità, conchiglie vuote e carapaci di granchi. Il loro nascondiglio ricorda le gallerie delle specie endolitiche, ma senza le (drastiche) limitazioni legate al diametro dei fori disponibili. I rappresentanti più caratteristici sono varie specie di succiascogli (Gobiesocidae) e di ghiozzi (Gobiidae) (Figura 55). Per osservare queste specie sott'acqua dobbiamo farle uscire dalle cavità con l'uso di narcotici.



Figura 55: Appartenenza tassonomica delle specie criptobentoniche (comprese le specie propriamente criptobentoniche, le grandi specie criptobentoniche e le specie endolitiche).

Tabella 8: Specie di pesci criptobentonici ed endolitici nel mare sloveno:

A – sotto piattaforme di terrazze d'arenaria,

B – cavità e fessure negli scogli,

C - cavità ricoperte dal precoralligeno,

D e E – specie che vivono nei fori dei datteri di mare., di altri bivalvi e spugne endolitiche,

F – conchiglie e carapaci vuoti di granchi,

G – sotto pietre e scogli,

H – cavità artificiali (bottiglie, barattoli, mattoni ed altro),

Inf – infralitorale, Med - mediolitorale.

	A	B	C	Č	D	E	F	G
Specie/ Profondità	Inf	Inf	Inf	Med	Inf	Ovunque		
<i>Aidablennius sphyinx</i>				√				
<i>Coryphoblennius galerita</i>				√				
<i>Microlipophrys nigriceps</i>			√		√			
<i>Microlipophrys dalmatinus</i>				√	√			
<i>Lipophrys canevae</i>				√				
<i>Parablennius zvonimiri</i>			√		√	√		
<i>Parablennius incognitus</i>			√	√	√	√		√
<i>Parablennius rouxi</i>			√		√			√
<i>Parablennius tentacularis</i>			√		√	√		√
<i>Lipophrys trigloides</i>				√				
<i>Salaria pavo</i>				√			√	
<i>Millerigobius macrocephalus</i>		√					√	
<i>Zebrus zebrus</i>							√	
<i>Thorogobius ephippiatus</i>		√						
<i>Apletodon incognitus</i>						√	√	
<i>Lepadogaster candollei</i>						√	√	
<i>Lepadogaster lepadogaster</i>							√	
<i>Muraena helena</i>		√						
<i>Conger conger</i>	√	√						
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i>	√	√						
Numero totale di specie	2	5	5	7	6	5	6	3

Grandi specie criptobentoniche

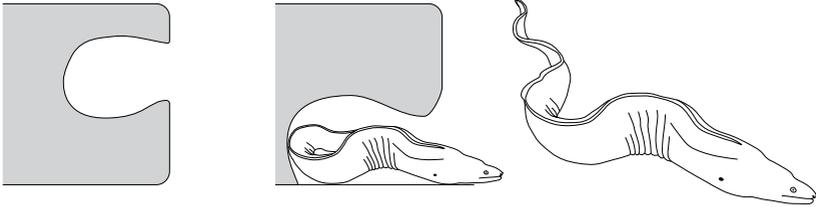


Figura 56: Visualizzazione schematica delle grandi specie criptobentoniche e del loro habitat.

Per alcune specie più grandi (A2, Figura 56), come il grongo e la murena (Figura 57), è caratteristico il fatto che sono quasi sempre nascoste nella loro tana. Sono specie residenti e adoperano la tana più o meno costantemente. Di questo gruppo fanno parte anche alcuni invertebrati, come l'astice europeo (*Homarus gammarus*) e il polpo comune (*Octopus vulgaris*).



Figura 57: La murena (*Muraena helena*).

Pesci endolitici

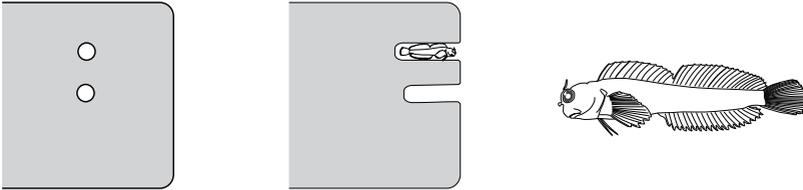


Figura 58: Visualizzazione schematica delle specie endolitiche e del loro habitat.

Per le specie endolitiche (B, Figura 58), soprattutto per le bavose, è noto che i maschi difendono energicamente la tana, nella quale la femmina ha deposto le uova. Di solito dal foro spunta solo la testa del maschio (Figura 59). Per diverse specie è caratteristico il dimorfismo sessuale (nei maschi le gote intensamente colorate, la cresta sulla testa, la colorazione corporea). Distinguiamo due gruppi di specie endolitiche:

- a. **Specie endolitiche obbligatorie (B1)** che adoperano soltanto fori e gallerie naturali, scavati da bivalvi endolitici (*Lithophaga lithophaga*, *Rocellaria dubia*) e spugne (*Cliona celata*);
- b. **Specie endolitiche facoltative (B2)** che non sono necessariamente legate alla disponibilità di gallerie naturali, ma che adoperano anche fori e gallerie di origine artificiale (bottiglie, basi degli ombrelloni).

Le specie endolitiche vivono soprattutto nel piano mediolitorale, ma diverse specie dimorano pure nelle formazioni biogene nell'infralitorale e nel circalitorale.

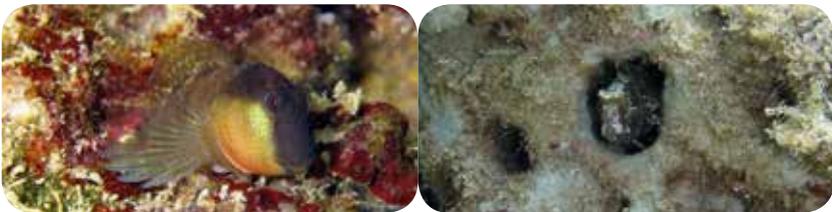


Figura 59: Solitamente dai fori occupati dalle bavose spuntano solo le loro teste.

Pesci impropriamente criptobentonici



Figura 60: Visualizzazione schematica delle specie impropriamente criptobentoniche e del loro habitat.

La specie impropriamente criptobentoniche (C, Figura 60) soggiornano costantemente nei pressi delle gallerie e vi si nascondono in caso di pericolo. Queste specie non sono obbligatoriamente legate agli habitat criptobentonici, e le annoveriamo tra le specie nectobentoniche. Tra quelle caratteristiche troviamo il tordo merlo (*Labrus merula*) e lo sciarrano (*Serranus scriba*, Figura 61), che in caso di pericolo si nascondono nelle cavità tra gli scogli, negli spazi più ampi del precoralligeno o sotto le sporgenze di grossi blocchi di arenaria come quelli di Punta Ronco.



Figura 61: Lo sciarrano (*Serranus scriba*).

Specie caratteristica è anche la corvina (*Sciaena umbra*, Figura 62), che compare in banchi numerosi sulle pareti formate dagli scogli della punta di Pirano, e in numero minore anche nella Riserva naturale di Strugnano e a Fiesso. In entrambi i casi si tratta di aree che possiamo definire come precoralligeno. Quando si sentono minacciate le corvine si nascondono rapidamente nelle cavità, dove rimangono in attesa che il pericolo passi. Lo stesso vale per le castagnole (*Chromis chromis*), che però troviamo in acque meno profonde.



Figura 62: La corvina (*Johnius umbra*).

Pesci epibentonici

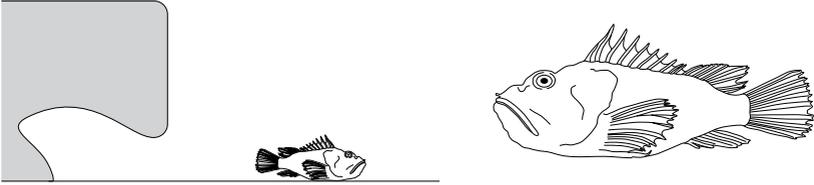


Figura 63: Visualizzazione schematica delle specie epibentoniche e del loro habitat.

Le specie epibentoniche (D, Figura 63) vivono sulla superficie del substrato. Alcune sono facilmente osservabili (D1, Figura 64), altre si camuffano (D2), altre ancora si sotterrano nel sedimento (D3).



Figura 64: Lo scorfano rosso (*Scorpaena scrofa*).

Specie propriamente epibentoniche



Figura 65: : Il peperoncino rosso (sopra) e quello giallo (sotto).

A questo gruppo appartengono numerose specie di pesci che sul fondale sono più o meno immobili e che possiamo osservare con relativa facilità nel loro ambiente (D1). A volte si ritirano nelle cavità, negli spazi tra gli scogli o nelle crepe più grandi. Fra queste annoveriamo alcuni ghiozzi, come il ghiozzo boccarossa (*Gobius cruentatus*), il ghiozzo testone (*G. cobitis*), il ghiozzo paganello (*G. paganellus*) e il ghiozzo fallace (*G. fallax*). Tra le specie propriamente epibentoniche consideriamo anche alcune bavose, come la bavosa ruggine (*Parablennius gattorugine*) e due specie di peperoncini (Tripterygiidae, Figura 65), il peperoncino giallo (*Tripterygion delaisi*) e il peperoncino rosso (*T. tripteronotus*). Al gruppo appartengono anche alcuni cattivi nuotatori come i membri della famiglia Syngnathidae, ossia il pesce ago (*Syngnathus acus*) ed entrambe le specie di cavallucci marini (*Hippocampus guttulatus* e *H. hippocampus*).

Specie epibentoniche camuffate

Alcune specie epibentoniche (D₂), come lo scorfano rosso (*Scorpaena scrofa*) e le altre specie di questo genere (Figura 66), a volte si nascondono nelle cavità, ma principalmente si camuffano nel loro ambiente. Puntano, infatti, sulla propria abilità di camuffamento per ingannare i predatori. In questo gruppo potremmo elencare anche alcune specie endolitiche, che grazie alla propria colorazione si confondono bene con l'ambiente di vita. Una di queste specie è la bavosa rossa (*Microlipophrys nigriceps*). Il rombo peloso (*Phrynorhombus regius*) invece si confonde completamente con le grandi nacchere (*Pinna nobilis*), sia sulla formazione biogena di Punta Ronco che sul passaggio tra il fondale roccioso e quello sabbioso.



Figura 66: Lo scorfano nero (*Scorpaena porcus*).

Specie epipsammiche

Nelle zone di passaggio tra il fondale roccioso e quello sabbioso e/o fangoso troviamo alcuni pesci che si nascondono negli strati superficiali del sedimento (D₃). Ciò vale per i dragoncelli (specie del genere *Callionymus*), le tracine o pesci ragno (specie dei generi *Echichthys* e *Trachinus*) e per varie specie di pesci piatti (dei generi *Solea*, *Arnoglossus*, *Buglossidium* e *Pleuronectes*). Anche alcune specie di pesci cartilaginei, come diverse specie di razze (genere *Raja*) e di torpedini (*Torpedo marmorata*), si nascondono nel sedimento (Figura 67).



Figura 67: La torpedine marezzata (*Torpedo marmorata*).



PANORAMICA DELLA BIODIVERSITÀ



Flora delle formazioni biogene

Alghe rosse (Rhodophyta)

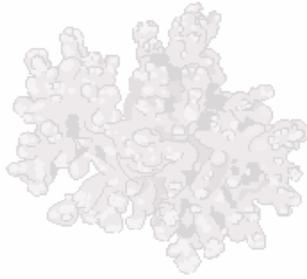


Lithophyllum racemus

Il tallo si presenta solo in forma libera, sub-sferica (rodolitica), con protuberanze rigide e molto appressate (Bressan & Babbini, 2003; Falace *et al.*, 2011). Il diametro del tallo varia da 1 cm a 8 cm. Il colore del campione fresco è rosa chiaro, grigio-rosa o violetto. I talli liberi si trovano sia nell'infra-litorale che nel circo-litorale.

Lithothamnion minervae

Il tallo si presenta sia in forma incrostante con protuberanze corte (0,5-1 mm), che nella forma (rodolitica) sub-sferica con protuberanze più lunghe (1-3 mm) (Falace *et al.*, 2011). Il diametro del tallo varia da 2 cm a 4 cm. Il colore del campione fresco è rosa scarlatto chiaro. La specie prospera soltanto nel piano circo-litorale, dove la forma dominante è quella libera (rodolite). Il tallo incrostante è epibiontico e cresce soprattutto sui resti biogeni (ad es. sulle conchiglie di bivalvi morti).



Lithothamnion philippii

Il tallo è principalmente incrostante e saldamente fissato al substrato, ma lo troviamo anche nella forma rodolitica libera. La superficie superiore è pizzata o con rare escrescenze arrotondate (Falace *et al.*, 2011). Il diametro del tallo è minore di 5 cm. Il colore del campione fresco è rosa scarlatto chiaro. Prospera solamente nel piano circalitorale. È una specie sciafila. La forma incrostante è epibiontica, cresce principalmente sui resti biogenici.

Phymatolithon lenormandii

Il tallo è incrostante e saldamente fissato al substrato. I talli spesso confluiscono e si sovrappongono (Bressan & Babbini, 2003). Il diametro del tallo varia da 1 cm a 4,5 cm. Il colore del campione fresco è rosa pallido o grigiastro. La specie è sciafila e vive sia nel mediolitorale che nell'infralitorale e nel circalitorale. È epilittica (cresce sui sassi) ed epibiontica (sui resti biogenici).

Halymenia floresii

Il tallo è laminare, di consistenza gelatinosa, e fissato al substrato con un piccolo disco basale. Il colore varia tra il rosso chiaro e il rosa chiaro. L'alga è alta da 5 cm a 30 cm. L'agile parte superiore del tallo è ramificata in maniera irregolare e nell'acqua somiglia a una fiamma. I margini delle lamine sono dentellati e danno al tallo un aspetto pungente e affilato (Falace *et al.*, 2013). Gli organi riproduttivi si notano con difficoltà al microscopio. Talli solitari sono presenti nelle parti in ombra dell'infralitorale e del circalitorale.



Pneophyllum confervicola

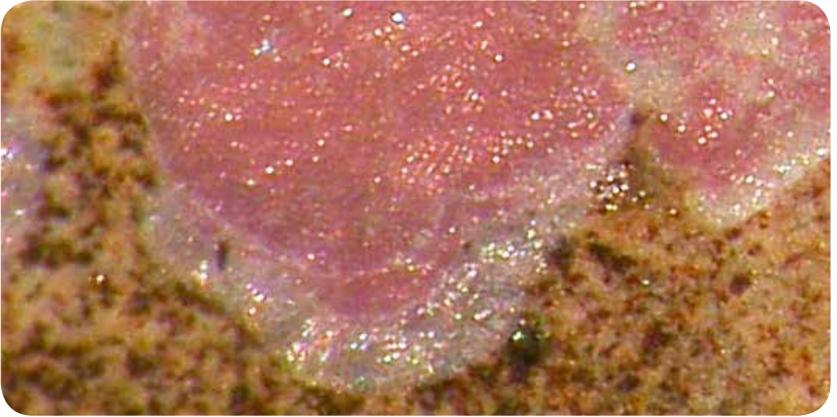
Il tallo è incrostante, di forma circolare e parzialmente fissato al substrato (Bressan & Babbini, 2003). Il maggior diametro del tallo misurato è di 12 mm. Il colore del campione fresco varia da rosa pallido, piuttosto trasparente, a rosa acceso. La specie vive sia nel mediolitorale che nell'infralitorale e nel circalitorale. È epilittica (cresce sui sassi) ed epibiontica (soprattutto sui talli di altre alghe).

Pneophyllum fragile

Il tallo è incrostante, di forma circolare e saldamente fissato al substrato (Bressan & Babbini, 2003). La parte superiore è completamente piatta. Il maggior diametro del tallo misurato è di 6 mm (Falace *et al.*, 2011). Il colore del campione fresco è rosa chiaro, rosso o violetto. La specie vive nel mediolitorale, nell'infralitorale e nel circalitorale. È epibiontica, la troviamo soprattutto sui talli di altre alghe e sulle foglie delle fanerogame marine.

Titanoderma pustulatum

Il tallo è incrostante, saldamente fissato al substrato e il più delle volte a forma di rene (Bressan & Babbini, 2003). Il diametro varia da 1 cm a 3 cm. Il colore del campione fresco è rosa malva vivido. La specie è epibiontica. Nell'infralitorale cresce sui talli di altre alghe e sulle foglie delle fanerogame marine, nel circalitorale sulle conchiglie dei molluschi, sui tubi dei policheti e sui tunicati. Nel circalitorale la troviamo anche in forma libera come rodolite.



Peyssonnelia squamaria

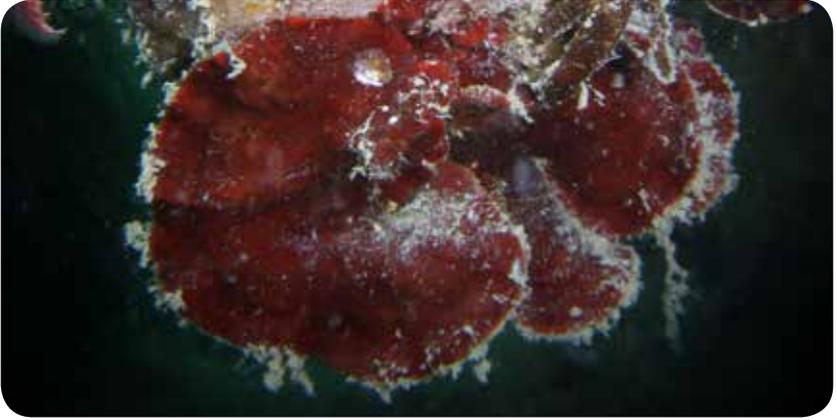
Il tallo è proteso, reniforme o rotondeggiante, fissato al substrato solo nella parte centrale. L'alga è composta di lamine orizzontali che si sovrappongono parzialmente. Le lamine hanno forma a ventaglio e il loro margine è inciso radialmente in modo irregolare. La parte superiore è segnata da linee radiali o concentriche. Il colore del tallo può variare dal rosso scuro al rosso bruno. Il lato inferiore è ricoperto da fitti e corti rizoidi. Il diametro del tallo varia da 4 cm a 10 cm. È diffusa nel precoralligeno (in zone d'ombra infralitorali) e nel circalitorale. Spesso cresce anche come epifita, soprattutto sui talli delle alghe brune cistoseire (*Cystoseira* spp.).

Corallina officinalis

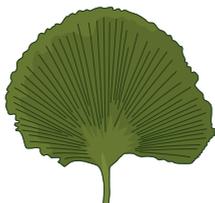
Il tallo ha forma cespugliosa ed è formato da numerosi segmenti verticali articolati che si innalzano dal largo disco basale calcificato. Gli articoli calcificati sono collegati tramite giunzioni non calcificate, quindi il tallo è rigido e fragile al tatto. All'inizio della crescita i segmenti sono simili a bottoni tondi o ovali, che più tardi si allungano con una ramificazione pennata e irregolare, più o meno densa. L'alga cresce da 5 cm a 12 cm in altezza. Il colore varia dal rosa pallido o rosso corallo fino al bianco avorio. La specie è epilitica e prospera soprattutto nelle zone d'ombra del mediolitorale e dell'infralitorale rocciosi.

Jania virgata

Il tallo ha forma cespugliosa ed è provvisto di un disco basale incrostante. Gli articoli calcificati dei segmenti verticali sono collegati tramite giunzioni non calcificate, che rendono il tallo rigido e fragile al tatto. I segmenti inferiori sono per lo più ramificati in maniera irregolare, quelli superiori hanno ramificazione pennata. L'alga cresce da 2 cm a 5 cm in altezza. È di colore rosa-violaceo, più raramente rosa corallo. La specie prospera nel mediolitorale inferiore, ma soprattutto nell'infralitorale. Per lo più cresce come epifita sui talli di alghe più grandi, come le brune cistoseire (*Cystoseira* spp.) e l'alga rossa *Halopithys incurva*.



Alge verdi (Chlorophyta)

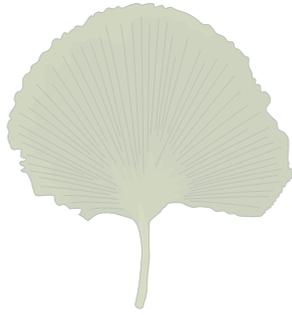


Halimeda tuna

Il tallo è verticale, di colore giallognolo-verde, e durante la crescita diventa biancastro a causa della calcificazione delle pareti cellulari. L'alga è ramificata su un solo piano ed è composta da segmenti reniformi. I segmenti sono collegati con brevi giunzioni non calcificate. È alta dai 10 cm ai 15 cm. La riproduzione sessuale è rara e si svolge ai margini dei segmenti superiori, dove si sviluppano le gametocisti. Dopo il rilascio dei gameti, dei segmenti rimane solo l'involucro esterno, biancastro a causa del carbonato di calcio nelle pareti cellulari. La specie prospera nel precoralligeno (nelle zone in ombra dell'infralitorale roccioso).

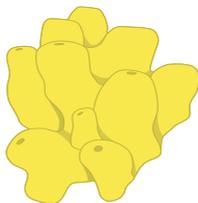
Flabellia petiolata

Il tallo è verticale e di un verde scuro sporco. Nella parte inferiore si trova un peduncolo cilindrico verticale che si allarga in un ventaglio piatto. Le pareti cellulari non sono calcificate. Il ventaglio è costituito da filamenti primari che più volte si ramificano in maniera dicotomica. I margini superiori sono spesso frangiati. L'alga cresce fino a 10 cm. Dopo aver rilasciato i gameti, l'alga diventa biancastra e degenera rapidamente. La specie prospera nel precoralligeno (nelle parti in ombra dell'infralitorale roccioso).



Fauna delle formazioni biogene

Spugne (Porifera)

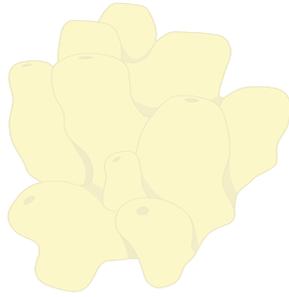


Axinella ramificata (Axinella polypoides)

La specie vive nelle aree in cui le formazioni precoralligene sono ben sviluppate. Generalmente la troviamo nelle cavità degli scogli più grandi. La riconosciamo per la notevole crescita verticale e per la colorazione da giallo ad arancio. Nel mare sloveno sono conosciute diverse specie appartenenti a questo genere, tutte relativamente rare.

Verongia (Aplysina aerophoba)

È una delle spugne più frequenti nel precoralligeno, sui fondali del detritico costiero e sulle formazioni biogene. Per la sua elevata abbondanza è molto importante per molte specie di invertebrati che vivono sopra di essa (epifauna) o dentro di essa (infauna). Alcuni gasteropodi opistobranchi, come *Tylodina perversa*, con il loro colorito giallo si camuffano benissimo col suo colore sulfureo. Spesso anche il granchio facchino (*Dromia personata*) si camuffa fissando la spugna sul proprio carapace. Ancora più caratteristico è l'uso di pezzi di questa spugna da parte del granchio pisello (*Pisa nodipes*) e di altre specie appartenenti a questo genere.



Petrosia ficiformis

Questa spugna vive soprattutto nel precoralligeno, al riparo di rocce e cavità. La riconosciamo dal colore rosso carminio e dall'elevata rigidità. È una specie tipicamente sciafila. Nel mare sloveno, dove non è frequente come nella parte meridionale dell'Adriatico, non troviamo dentro la spugna il caratteristico nudibranco *Peltodoris maculata*.

Spugna patata (*Chondrosia reniformis*)

È una tra le spugne più frequenti nel mare sloveno, soprattutto nel precoralligeno e in altre formazioni biogene. È di colore nero e a prima vista può essere confusa con altre spugne simili. Il granchio facchino spesso fissa pezzi di questa spugna sul proprio dorso al fine di camuffarsi. Spesso sulla spugna patata pascolano piccoli nudibranchi, come *Trapania maculata* e *T. lineata*.

Chondrilla nucula

Riconosciamo facilmente questa spugna dal tipico color nocciola. Nel mare sloveno è molto frequente e spesso ricopre completamente scogli e grandi massi. Vive soprattutto nel precoralligeno, ma la troviamo anche in altri ambienti dell'infralitorale.



Haliclona mediterranea

Questa spugna tubulare dal tipico colore rosa è tra le meno frequenti. La si può trovare nel precoralligeno e in altre formazioni biogene, ma anche più vicino alla costa. È relativamente comune nelle acque del Monumento naturale Punta Madonna a Pirano.

Spirastrella cunctatrix

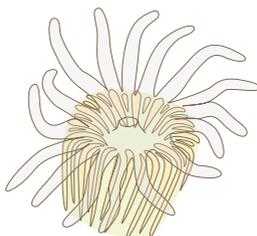
È una spugna incrostante, generalmente di color arancio. È una specie tipicamente sciafila. La riconosciamo dalle numerose scanalature che le danno il tipico aspetto a raggiera. La troviamo nel precoralligeno, ma è presente anche nella biocenosi delle alghe fotofile.

Geodia (Geodia cydonium)

Fino a poco tempo fa si conoscevano poche località in cui era possibile trovare questa specie. Ora sappiamo che è piuttosto comune sulle formazioni biogene di Punta Ronco e Punta grossa. È la spugna più grande del nostro mare, massiccia e globosa, che spesso arriva a più di mezzo metro di diametro. Assieme ad altri invertebrati bentonici, la geodia va così a formare grandi aggruppamenti sul fondale marino.



Cnidari (Cnidaria)

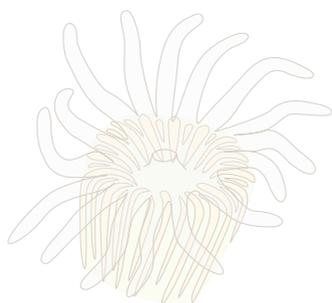


Ortica di mare (*Calliactis parasitica*)

Questa piccola attinia può crescere fino a 5 cm ed è un elemento molto comune nelle aggregazioni circalitorali, ma si trova anche nelle grandi formazioni biogene di Punta Ronco e Punta grossa. Di solito ricopre conchiglie vuote di murici (dei generi *Hexaplex* e *Bolinus*), in cui vivono i paguri eremita (*Paguristes eremita*). Su una conchiglia possono trovarsi anche più attinie.

Adamsia palliata

Questa attinia cresce fino a 6 cm e ha colori chiari con caratteristici puntini viola. Come una guaina riveste la conchiglia del gasteropode *Gibbula magus*, in cui vive il paguro *Pagurus prideaux*. La si trova quasi sempre associata al paguro, ma è capace anche di vita autonoma. Il più delle volte si trova nelle aggregazioni, ma è abbondante anche sulle grandi formazioni biogene.



Cereus pedunculatus

Quest'anemome cresce fino a 8 cm e si presenta in diverse colorazioni. Troviamo la specie nelle aggregazioni, nel precoralligeno e sulle grandi formazioni biogene, dove è particolarmente abbondante. Vive fissata a diversi tipi di substrato: sassi, scogli, conchiglie.

Madrepora a cuscino (*Cladocora caespitosa*)

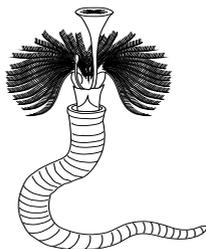
La madrepora a cuscino è un antozoo coloniale. Le colonie, formate da numerosi polipi, possono crescere da pochi cm fino a circa 50 cm di diametro, in casi eccezionali anche oltre i 65 cm. In alcune aree del Mediterraneo (ad esempio nel Lago Grande dell'isola di Mèleda) le colonie possono raggiungere anche alcuni metri di lunghezza e mezzo metro di altezza. La specie vive dalle acque superficiali fino ai 20 metri di profondità.

Antozoi crostosi (*Epizoanthus sp.*)

Le colonie sono formate da più polipi, collegati solo nelle strutture scheletriche. Il colore varia dal marrone - sabbia al verde - bruno. Vivono in zone ombreggiate dell'infralitorale e del circalitorale. Spesso crescono sulle conchiglie dei gasteropodi, abitate da paguri.



Policheti (Polychaeta)

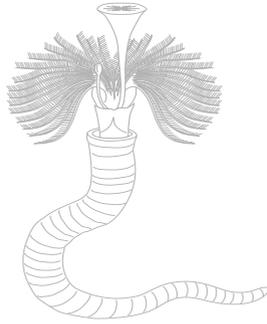


Mercierella (*Ficopomatus enigmaticus*)

Questa specie non indigena proviene dalla costa settentrionale del Sud America. Forma colonie dall'aspetto di un conglomerato di piccoli tubi incollati. Si trova nelle zone umide della costa slovena, come le saline di Sicciole e la Riserva naturale di Val Stagnon. Vive nell'ambiente salmastro, dove si accresce su grandi rocce e pali di legno. Crea specifiche formazioni biogene, barriere di policheti sedentari.

Spirografo (*Sabella spallanzani*)

Si tratta di uno dei più grandi policheti sedentari del nostro mare, in quanto cresce fino a 40 cm di altezza. Vive all'interno di un tubo di consistenza cartacea, di color pelle, ed è privo di opercolo. Il ciuffo branchiale, avvolto a spirale, è di colore molto variabile (dal giallo-marrone al marrone scuro). Troviamo la specie dalle acque di superficie a quelle profonde, dove cresce su diversi affioramenti biogeni, come le aggregazioni, il precoralligeno e le grandi formazioni biogene.



Serpula (*Serpula vermicularis*)

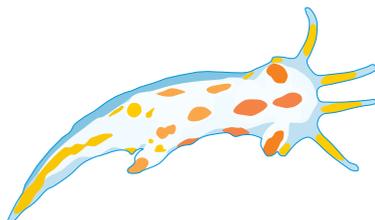
È uno dei policheti più comuni sulle formazioni biogene del mare sloveno. Solitamente il ciuffo branchiale che fuoriesce dal tubo, a sezione triangolare, è di colore rosso. Riconosciamo le specie di questo genere dal tipico opercolo che chiude l'ingresso del tubo. Il picciolo che supporta l'opercolo è a forma di cono rovesciato. In caso di pericolo il ciuffo branchiale si ritira nel tubo.

Serpula concharum

Questa specie di policheta sedentario è piuttosto simile alla precedente, ma è più piccola, ha il tubo a sezione quadrangolare e il ciuffo branchiale ad apici gialli. Cresce fino a 25 mm. Il picciolo che supporta l'opercolo è a forma di campanula. È la specie più diffusa tra i policheti che vivono fra i coralliti della madrepora a cuscino.



Gasteropodi (Gastropoda)



Flabellina rosa (*Flabellina affinis*)

Questo mollusco nudibranco vive sulle colonie di idrozoi arborescenti (generalmente del genere *Eudendrium*), sulle quali pascola. Le protuberanze cutanee (cerata) hanno una colorazione violacea opaca. Nel precoralligeno troviamo la specie soprattutto nel passaggio dal fondale roccioso a quello sabbioso e sulle formazioni biogene, principalmente su grandi aggregazioni di vari invertebrati, dove crescono gli idrozoi arborescenti.

Flabellina rossa (*Flabellina ischitana*)

Questa specie è molto simile alla precedente, dalla quale la distinguiamo per le caratteristiche protuberanze cutanee di colore arancio o rosso sul dorso. Le due specie spesso pascolano assieme. Troviamo la flabellina rossa nel precoralligeno inferiore, nel passaggio dal fondale roccioso a quello sabbioso o fangoso, come anche sulle formazioni biogene. È più rara nel precoralligeno superiore.



Cratena peregrina

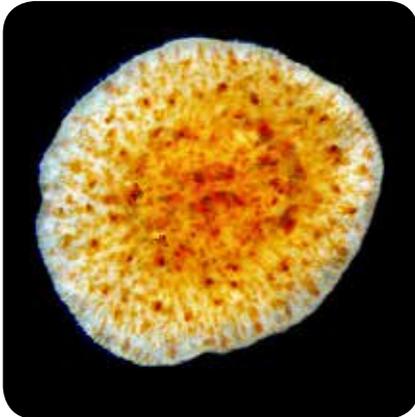
È uno dei nudibranchi più frequenti nel Golfo di Trieste. Il suo colore è piuttosto variabile, tuttavia abbastanza tipico da renderla facilmente riconoscibile. Sul corpo bianco-giallo opaco sono visibili cerata di colore arancio, viola-blu e bianco sui margini. Sulla testa sono visibili due lunghi tentacoli orali e i rinofori dello stesso colore del corpo. La sua presenza è funzione della disponibilità della sua preda preferita, gli idrozoi del genere *Eudendrium*.

Dondice banyulensis

Questo gigante tra i nudibranchi è stato finora visto solamente nella baia di Pirano e sulla formazione biogena di Punta grossa. È endemico del mare Mediterraneo. Cresce fino a 7 cm di lunghezza. Lo riconosciamo per i lunghi tentacoli orali e per il color arancio dei cerata sul dorso.

Onchidoris neapolitana

È un piccolo nudibranco, lungo meno di 10 mm, piatto, di forma ovale e di color arancio, che si camuffa bene sulle colonie rosso sangue del biozoo *Schizoporella sanguinea*, con il quale è strettamente legato in quanto se ne nutre. Il corpo è ricoperto da numerose delicate papille che gli danno un aspetto peloso. La specie vive dalle acque basse alle formazioni biogene in profondità, dove sono frequenti i briozoi rossi.



Trapania maculata

Questo nudibranco, più piccolo di 10 mm, vive soprattutto sulla spugna *Cacospongia scalaris*. Ha il dorso bianco con le protuberanze cutanee di colore giallo vivo. Lo troviamo facilmente nel precoralligeno, più raramente nella biocenosi delle alghe fotofile.

Trapania lineata

Questa specie viene spesso trovata assieme alla precedente sulla spugna *C. scalaris*. Anche questa è di piccole dimensioni, con le protuberanze cutanee gialle sul dorso, ma a differenza della specie precedente il corpo è trasparente. Si trova soprattutto nel precoralligeno.

Dendrodoris grandiflora

Questo nudibranco dalle dimensioni medie ha un corpo di colore chiaro, ricoperto da macchie grigie, olivastre, marroni o nere. A volte queste chiazze sono così tante da coprire l'intera superficie corporea. La specie vive soprattutto su fondali coralligeni.



Clanculus cruciatus

Questa specie di mollusco conchigliato cresce fino a 8 – 10 mm. Sulla conchiglia marrone ruggine sono ben visibili le linee bianche nella spira conoide. Più raramente è di colore rosso corallo. L'opercolo è corneo e di colore pallido. Si trova nelle colonie della madrepora a cuscino e sulle formazioni biogene più grandi.

Alvania cimex

La specie cresce fino a 4-6 mm. La conchiglia è di forma conica, formata da sette giri poco convessi. L'ultimo giro è molto alto e ricopre i $\frac{2}{3}$ dell'altezza totale. In superficie è decorata da esili strie papillose equidistanti. Vive in tutto il Mediterraneo, nel piano infralitorale.



Bivalvi (Bivalvia)

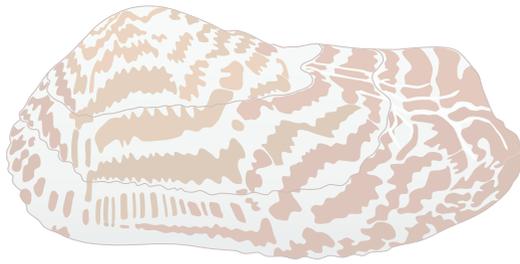


Chama gryphoides

Questo bivalve cresce fino a 20 mm. Il colore varia dal biancastro al marrone chiaro. La valva sinistra, con cui l'animale si fissa al substrato, è più globosa e leggermente più grande della destra, che risulta più appiattita, con lamelle squamose sottili, piatte o tubulari. Vive nelle colonie della madrepora a cuscino e in diverse formazioni biogene.

Hiatella arctica

È un piccolo bivalve di forma trapezoidale che cresce fino a 10 mm. Le valve sono diverse, la destra è molto più grande e concava. È di colore biancastro-grigio chiaro ed ha una superficie esterna molto stratificata. Vive nelle colonie della madrepora a cuscino e in diverse formazioni biogene. La specie vive attaccata col bisso a rocce e conchiglie ma scava anche gallerie nelle superfici solide.



Rocellaria dubia

È un bivalve litofago che cresce fino a 3 cm di lunghezza. Le sottili valve beanti biancastre non si chiudono mai perfettamente a causa della loro curvatura. Fra di esse, nella parte anteriore, v'è una caratteristica apertura a forma di goccia. Costruisce tipici tubi calcarei (doppi canali di sfiato) che in sezione trasversale ricordano il numero otto. Questi tubi supportano i sifoni e sporgono dal substrato (pietre, conchiglie di altri molluschi) nel quale l'animale è nascosto. È frequente su tutti i tipi di formazioni biogene.

Tartufo di mare (*Venus verrucosa*)

La conchiglia è sferica, relativamente grande e può raggiungere i 10 cm di diametro. Ha lamelle spirali in rilievo incrociate da coste radiali verrucose. Il margine della conchiglia è dentellato. Il colore va dal giallo al marrone. Vive prevalentemente nei fondali sedimentari dell'infralitorale e del circolitorale.

Arca di Noè (*Arca noae*)

La conchiglia è relativamente grande e può raggiungere i 10 cm di lunghezza. Ha valve identiche, quadrangolari, di colore marrone, lisce nella parte interna. Spesso è ricoperta da svariati epibionti (alghe, tunicati e spugne). Vive attaccata al substrato solido tramite il bisso, soprattutto nel piano infralitorale, raramente nel circolitorale.



Sipunculidi (Sipuncula)

Aspidosiphon muelleri

Questa specie di sipunculide vive nelle colonie della madrepora a cuscino ma è presente anche nelle conchiglie vuote di alcuni gasteropodi (come *Turritella communis* o specie del genere *Vermetus*) e scafopodi del genere *Dentalium* (Pancucci-Papadoupolou *et al.*, 1999). La troviamo su tutte le formazioni biogene. È un tipico biodemolitore.

Briozoi (Bryozoa)

Schizobrachiella sanguinea

Questa specie di briozoi coloniali vive anche nelle acque poco profonde ma è più frequente nel precoralligeno e su varie aggregazioni. La riconosciamo sia dalla forma incrostante che da quella a crescita verticale, entrambe dal tipico colore arancio. Le colonie possono raggiungere i 10 cm di altezza.

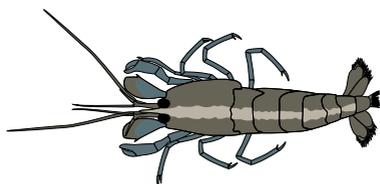
Foronidei (Phoronida)

Phoronis sp.

I foronidei costituiscono uno dei più piccoli phyla fra gli animali, e sono imparentati con i briozoi. Hanno un lofoforo (ripiegamento della parete del corpo che circonda la bocca) avvolto a spirale e provvisto di numerosi tentacoli ciliati. Li troviamo su superfici verticali o su pilastri.



Crostacei (Crustacea)

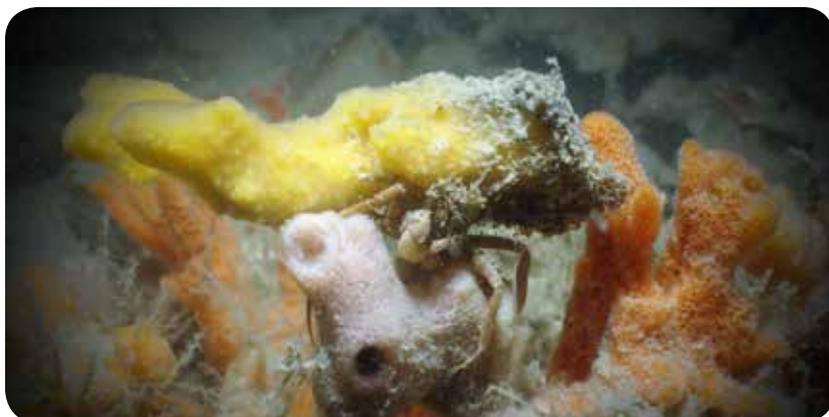
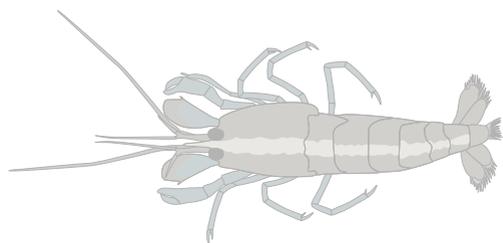


Astice europeo (*Homarus gammarus*)

L'astice europeo vive nell'ambiente precoralligeno, dove trascorre la maggior parte del tempo nelle numerose cavità disponibili. La specie è frequente nell'area della punta di Pirano e nella Riserva naturale di Strugnano. Non la si incontra facilmente invece sulle formazioni biogene maggiori, dove le nicchie abitative adatte alla specie sono meno numerose.

Granchio facchino (*Ethusa mascarone*)

Questo granchio vive in aree profonde. È abbastanza frequente nelle aggregazioni e nelle grandi formazioni biogene di Punta Ronco e Punta grossa. Lo riconosciamo dalla caratteristica forma rettangolare del carapace. Che la specie sia frequente è evidente dal fatto che viene spesso ritrovata nei contenuti stomacali di alcune specie di squali del nostro mare, come *Mustelus mustelus* e *M. punctulatus*.



Granchio delle grotte (*Herbstia condyliata*)

Il granchio delle grotte è una specie tipica della biocenosi coralligena. Vive in diverse cavità, crepe e spazi tra gli scogli. È riconoscibile dalla caratteristica colorazione rossa. La specie è poco conosciuta in Slovenia, in quanto finora è stata trovata solamente nel precoralligeno della punta di Pirano (Lipej et al., 2010).

Granchio facchino o granchio dormiglione (*Dromia personata*)

È uno dei granchi più grossi del mare sloveno. Si nasconde coprendosi il dorso con invertebrati bentonici. Molto spesso prepara il suo cappello ritagliando pezzi del tunicato coloniale *Aplidium conicum*. Lo troviamo soprattutto nel precoralligeno ma anche su fondali di acque più basse. È un vero maestro del camuffamento (vedi il relativo capitolo) in quanto sotto una tale copertura è quasi impossibile notarlo.

Pisidia longimana* e *P. bluteli

Entrambe sono piccole specie di crostacei che crescono fino a 5 mm. Per il loro corpo piatto e l'addome ripiegato sono simili ai granchi, ma di fatto appartengono agli anomuri. Vivono nelle aggregazioni circolitorali e nelle grandi formazioni biogene, nonché nel precoralligeno.



Gamberetto pistolero (*Synalpheus gambarelloides*)

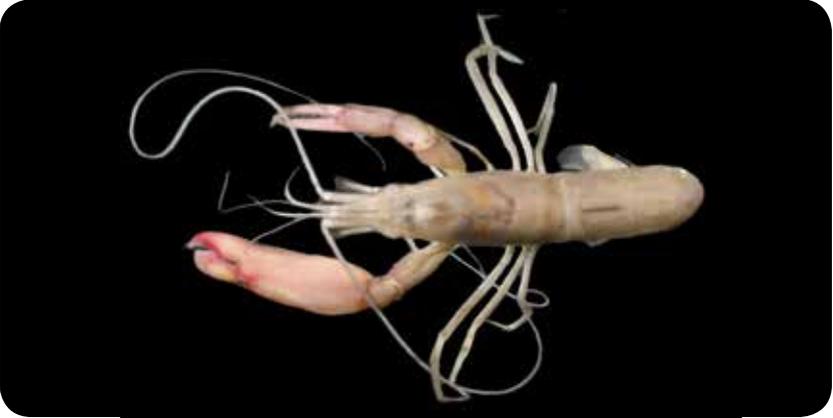
È di colore roseo e cresce fino a 20 mm. Riconosciamo la specie dalle due spine sopraoculari che arrivano alla cima del rostro, cosicché insieme formano un tricorno sul cefalotorace. La grossa chela di cui è dotato il gamberetto spaventa col suo schiocco gli eventuali aggressori. Si trova nell'infralitorale e nel circalitorale, dove vive anche nelle spugne, il che è caratteristico per tutti i parenti stretti della specie. Gli individui vivono in comunità ben organizzate, dove i sottogruppi (caste) sono specializzati nello svolgimento di precise attività (difesa, riproduzione, cura della prole).

Gambero schioccatore (*Alpheus dentipes*)

Questo gambero cresce fino a 25 mm. Ha chele tipicamente asimmetriche. La più grande ha sulla superficie caratteristiche creste e canali. Con essa i membri della famiglia Alpheidae emettono un tipico schiocco ai fini comunicativi, di difesa e di caccia. La potenza di questo suono arriva a 220 dB. In questo modo la specie stordisce o uccide la preda a distanza di qualche centimetro. Vive nelle gallerie sotto i sassi, tra le alghe coralline, i coralli, i resti di questi, a volte anche nelle spugne (ad es. *Geodia*). Dimora nell'infralitorale e nel circalitorale.

Gamberetto incappucciato (*Athanas nitescens*)

Questo piccolo gambero arriva a 20 mm di lunghezza, con un tipico rostro lungo, appuntito e privo di dentellature. Ha una colorazione molto variabile ma lo si riconosce per la caratteristica striscia bianca che corre lungo tutta la parte centrale del dorso. Si trova spesso in gruppi composti sia da adulti che da individui giovani. Vive nell'infralitorale e nel circalitorale.



Eisothistos macrurus

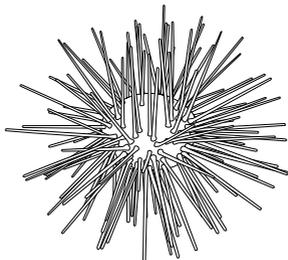
È una piccola e molto allungata specie appartenente agli isopodi, dal colore chiaro, che cresce fino a qualche mm. Una caratteristica evidente di questa e di altre specie affini sono gli uropodi e l'addome molto seghettati. Caccia policheti sedentari (Serpulidae) per poi vivere nei loro tubi calcarei. Il nome del genere *Eisothistos*, infatti, in greco antico significa conquistatore o intruso.

Granchio peloso (*Pilumnus hirtellus*)

Questo granchio è densamente ricoperto da setole pelose giallo-brune che creano dei ciuffi caratteristici. La chela destra è più grande della sinistra; entrambe hanno punte scure. Il carapace è spesso rossastro con sfumature viola. La specie vive nascosta in fessure, crepe e fori dell'infralitorale e del circolitorale.



Echinodermi (Echinodermata)

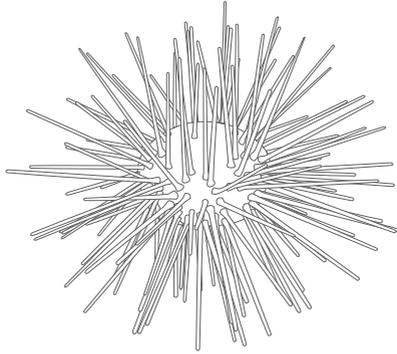


Stella serpentina liscia (*Ophioderma longicauda*)

È una specie molto fragile, la cui superficie è liscia, con granulazione fine e una consistenza coriacea. Il colore varia dal marrone cioccolato, rosso-arancio al marrone scuro, quasi nero. Le braccia presentano spesso bande più chiare di colore verdognolo. Vive su fondali rocciosi, talvolta anche su coralli e fondali mobili, da pochi metri di profondità fino al piano circalitorale. È una specie sciafila, che si rifugia in crepe o anfratti delle rocce durante il giorno.

Cetriolo di mare (*Holothuria tubulosa*)

È la specie più comune fra le oloturie mediterranee. Ha un corpo cilindrico allungato di circa 6 cm di diametro e può raggiungere i 45 cm di lunghezza. La superficie è coperta da numerose protuberanze disposte irregolarmente, con papille terminali. La colorazione dorsale è scura, con screziature bruno-violacee o bruno-rossastre. Si alimenta ingerendo grandi quantità di sedimento, dal quale estrae il nutrimento. Vive su fondali sabbiosi, tra le fanerogame marine o sulle rocce coperte di sedimento, dal piano infralitorale a quello circalitorale.



Riccio di prateria (*Sphaerechinus granularis*)

È un grande riccio di mare regolare, che può crescere fino ai 15 cm di diametro. Il guscio calcareo purpureo è ricoperto da aculei fitti e corti, violacei alla base e con la punta bianca (a volte completamente bianchi o rossicci). Vive fra le alghe su fondali rocciosi o nelle praterie di fanerogame marine su fondali ghiaiosi dell'infralitorale e del circolitorale. Si ciba brucando alghe, foglie di fanerogame (compresi i loro epifiti) e ingerendo detriti.

Riccio femmina (*Paracentrotus lividus*)

È un riccio di mare regolare, che cresce fino ai 7 cm di diametro. Il guscio calcareo verdastro è densamente ricoperto da lunghi aculei mobili ed affilati, che sono di colore viola, marrone chiaro o verde oliva. Vive su rocce e massi, e più raramente nelle praterie di *Zostera marina* e *Posidonia oceanica*, da pochi centimetri di profondità all'inizio del piano circolitorale.

Piccolo riccio di mare (*Psammechinus microtuberculatus*)

È un piccolo riccio di mare di forma quasi sferica, che può raggiungere i 5 cm di diametro. Il guscio calcareo di colore marrone è coperto da corti aculei verdastri o biancastri. È una specie fitofaga, che vive su diversi tipi di fondali, solitamente in prossimità di aree sabbiose, dal piano infralitorale a quello circolitorale.



Tunicati (Tunicata)

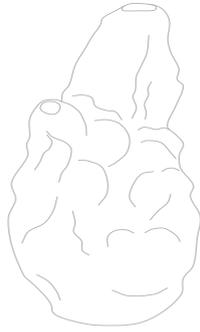


Aplidium conicum

Riconosciamo questo ascidiaceo coloniale dall'intenso colore arancio e dalla notevole grandezza, dato che cresce almeno fino a 30 cm. La cima di questo tunicato è ampia e arrotondata. Si trova nelle aggregazioni, nelle maggiori formazioni biogene e nel precoralligeno inferiore. Il granchio facchino (*Dromia personata*) ne ritaglia pezzi per il proprio camuffamento.

Diplosoma spongiforme

Questa specie incrostante di tunicato coloniale ricopre come un sottile tappeto le forme solide sul fondo marino. È di un tipico colore grigio chiaro e lo troviamo soprattutto nel precoralligeno e sulle formazioni biogene. Spesso ricopre anche le nacchere (*Pinna nobilis*) nelle praterie di fanerogame marine.



Polysincraton lacazei

Questo tunicato coloniale incrostante, di color arancio, a prima vista ricorda la specie *D. spongiforme*. Nel mare sloveno è presente in varie aree, sebbene non sia molto frequente. Ricopre varie forme solide sul fondale. Vive nelle aggregazioni, nel precoralligeno e sulle grandi formazioni biogene, ma lo troviamo anche sui pilastri dei moli e dei frangiflutti.

Patata di mare (*Polycitor adriaticus*)

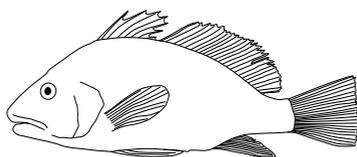
Riconosciamo questa specie di tunicato dalle tipiche colonie bianche a forma di fungo, che si fissano al substrato tramite pseudo-stoloni che possono perforare le rocce. Questa specie è caratteristica delle trezze nelle acque italiane del Golfo di Trieste, ed è molto meno frequente nelle acque slovene. Vive sulle formazioni biogene di Punta Ronco e Punta grossa, ed è stata trovata anche nel precoralligeno lungo la costa meridionale di Pirano.

Patata di mare (*Halocynthia papillosa*)

Questo tunicato ha forma di sacco e cresce fino a 12 cm. La tunica coriacea è di colore rosso vivo, a volte tendente all'arancio. L'apertura di entrambi i sifoni ha forti setole sporgenti. La specie vive nelle zone ombreggiate dell'infralitorale.



Pesci (Pisces)

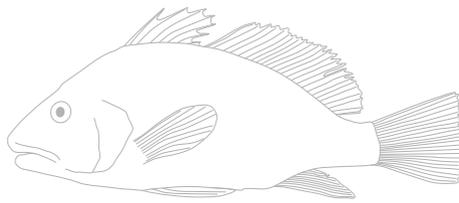


Corvina (*Johnius umbra*)

La corvina è un tipico rappresentante delle formazioni biogene e del precoralligeno. Di solito vive in piccoli banchi che non nuotano lontano da cavità e fessure, nelle quali si rifugiano al primo segnale di pericolo. Gli esemplari più giovani, che riconosciamo dalle pinne gialle, si presentano in gruppi più numerosi. La specie vive nel precoralligeno della punta di Pirano, tra i 7 m e i 12 m di profondità.

Murena (*Muraena helena*)

Una grande sorpresa è stata l'avvistamento della murena nel mare sloveno nel giugno 2011 (Lipej e Moškon, 2011). L'habitat dove è stata trovata era il tipico ambiente precoralligeno, con prevalenza della spugna verongia (*Aplysina aerophoba*). La tana era costituita da una galleria verticale e ben nascosta. Fino a questo evento l'area più settentrionale di avvistamento della murena era il Quarnero meridionale.



Grongo (*Conger conger*)

Il grongo è una tipica specie criptobentonica che possiamo incontrare già a 3 m di profondità e fino al piano circalitorale. È presente nelle grandi cavità dei fondali rocciosi, specialmente nel precoralligeno.

Motella mediterranea (*Gaidropsarus mediterraneus*)

La motella si nasconde nelle cavità, negli spazi sotto i sassi e sotto i grandi blocchi di arenaria. Durante i campionamenti sono stati finora trovati due esemplari. È considerata tra le grandi specie criptobentoniche. Oltre che nel precoralligeno è presente negli habitat criptobentonici dei bassi fondali, che non appartengono alle formazioni biogene.

Ghiozzo leopardo (*Thorogobius ephippiatus*)

Il ghiozzo leopardo, con macchie rotonde scure sul corpo grigio, è caratteristico della biocenosi coralligena, dove vive in cavità e grotte sul fondale sabbioso. Nel mare sloveno è stato trovato solamente presso la punta di Pirano (Lipej *et al.*, 2005). È stato fotografato nel precoralligeno a 10 m di profondità, in una cavità con un caratteristico fondale sabbioso. Dopo questo avvistamento la specie non è stata più confermata nella parte slovena dell'Adriatico.



Ghiozzetto macrocefalo (*Millerigobius macrocephalus*)

Possiamo incontrare questo ghiozzetto, rappresentante delle vere specie criptobentoniche, sotto grossi massi piatti e scogli nell'infralitorale superiore, più raramente nel precoralligeno. Gli esemplari trovati, che misuravano fino a 33 mm di lunghezza, vivevano in un ambiente con grossi massi, sui quali dominava la specie *Padina pavonica* (biocenosi delle alghe fotofile). Sorprendentemente, la specie è poco conosciuta nell'intero Mediterraneo.

Ghiozzetto zebra (*Zebrus zebrus*)

Finora nel mare sloveno sono stati trovati circa 40 esemplari di ghiozzetto zebra. Gli individui di questa vera specie criptobentonica, che misuravano fino a 5,3 cm di lunghezza, sono stati catturati in una fascia di profondità compresa tra 0,5 m e 4 m. Il ghiozzetto zebra vive in un habitat simile a quello del ghiozzetto macrocefalo. Anche per questa specie, sorprendentemente, sono stati pubblicati pochi dati.

Succiascoglio olivaceo (*Lepadogaster condollii*)

Il succiascoglio olivaceo vive sotto grossi massi piatti nell'infralitorale superiore, ad una profondità compresa tra i 2 m e gli 8 m. È dotato di una ventosa adesiva ventrale, usata per attaccarsi sotto gli scogli. Solitamente è di colore verde oliva con caratteristiche macchie sul dorso. Cresce fino a 8 cm.



Succiascoglio (*Lepadogaster lepadogaster*)

Il succiascoglio è presente nell'infralitorale superiore, soprattutto vicino al confine con il piano mediolitorale (0,9 m – 1,2 m di profondità). Si differenzia dalla specie precedente, oltre che per il muso schiacciato, per i caratteristici punti scuri e due grosse macchie circolari blu vivo bordate di nero sul dorso. Numerosi esemplari sono stati rinvenuti nel periodo delle alte maree all'inizio della primavera e in autunno sul fondale roccioso.

Succiascoglio minimo (*Apletodon incognitus*)

Questa specie criptobentotica è stata trovata nelle praterie di *Cymodocea nodosa*, più raramente nel coralligeno. Il più delle volte è stata trovata dentro le valve di ostriche morte attaccate alle nacchere, dove si nasconde sempre e cura la prole. È possibile incontrare questa specie anche sotto i sassi o nel carapace vuoto del granchio *Maja ramulosa*.

Tordo nero o tordo merlo (*Labrus merula*)

È il più grande rappresentante della famiglia Labridae nel mare sloveno. Lo riconosciamo per il colore blu scuro o verdastro con caratteristici bordi azzurro intenso sulla pinna dorsale e caudale. Cresce fino a 50 cm di lunghezza. È territoriale e solitario da adulto. Vive in ambienti con grandi massi e scogli, soprattutto nel precoralligeno. A volte si nasconde nelle cavità degli scogli più grandi ma non è una specie criptobentonica.



Donzella (*Coris julis*)

È una delle specie più colorate di labridi (Labridae) per la quale è caratteristico il dimorfismo sessuale. Cresce fino a 25 cm. Le donzelle sono state nuovamente avvistate nel mare sloveno dopo il 1999. Oggi fanno parte delle specie considerate frequenti e si riproducono nel nostro mare. Si trovano in piccoli banchi nel precoralligeno.

Tordo grigio (*Symphodus cinereus*)

Per il tordo grigio è caratteristica una livrea più smorta che negli altri tordi, grigiastra chiara o verdastra fino a bruna, con macchioline bianche. Cresce fino a 15 cm. Costruisce il nido con le conchiglie di gasteropodi e bivalvi morti e sassolini. A differenza degli altri labridi lo troviamo in aree poco coperte da vegetazione. Vive sia vicino alle aggregazioni e alle grandi formazioni biogene che nelle aree con madrepora a cuscino e nel precoralligeno.

Bavosa rossa (*Microlipophrys nigriceps*)

Questa bavosa criptobentonica vive nel precoralligeno. È sempre legata alla presenza di alghe coralline e la troviamo in gallerie e cavità sia grandi che piccole. In caso di pericolo fugge nei fori presenti nel soffitto delle piccole grotte in cui si nasconde. Come per le altre specie dei generi *Lipophrys* e *Microlipophrys* anche per la bavosa rossa è caratteristico il dimorfismo sessuale. Durante il periodo dell'accoppiamento i maschi hanno la tipica maschera facciale gialla e nera. Entrambi i sessi sono di colore rosso vermiglio vivo, che permette loro di camuffarsi alla perfezione nell'ambiente precoralligeno.



Bavosa mediterranea (*Parablennius incognitus*)

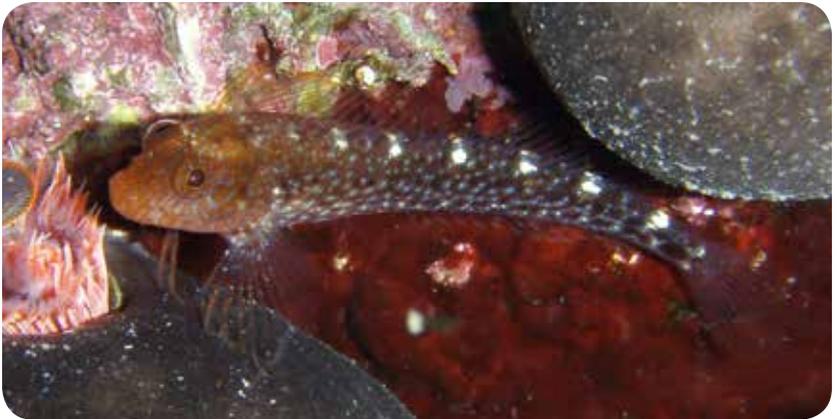
La bavosa mediterranea è una specie tipicamente endolitica che vive nelle gallerie scavate dal dattero di mare e che raramente sceglie come tana grandi conchiglie vuote o gallerie artificiali. Per quanto riguarda le dimensioni della galleria in cui nidifica non è esigente. Vive dai bassi fondali alla profondità massima del precoralligeno (Orlando-Bonaca e Lipej, 2007). Nella scelta dell'habitat è la meno selettiva tra le bavose.

Bavosa bianca (*Parablennius rouxi*)

La bavosa bianca è un tipico rappresentante dell'infralitorale inferiore, dove vive in varie biocenosi, soprattutto nel precoralligeno. Si nasconde nelle gallerie scavate dal dattero di mare, che non sono necessariamente su misura, ma sono spesso ricoperte da alghe coralline. La specie è stata trovata anche nelle bottiglie di vetro o nelle basi degli ombrelloni gettati in mare.

Bavosa cervina (*Parablennius zvonimiri*)

La bavosa cervina è una specie tipica delle formazioni precoralligene, dove spesso è presente assieme alla bavosa rossa. Anch'essa ha un corpo rosso-marrone con sei tipiche macchiette bianche sul dorso. È una specie endolitica obbligatoria che sceglie sempre la propria galleria in ambienti sciafili, con vegetazione molto densa. È assai più aggressiva delle altre bavose e compare anche a profondità maggiori (fino al termine del precoralligeno).



Bavosa cornuta (*Parablennius tentacularis*)

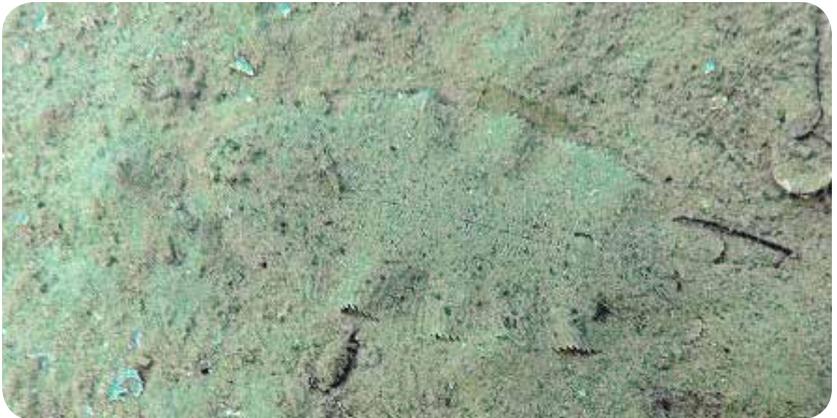
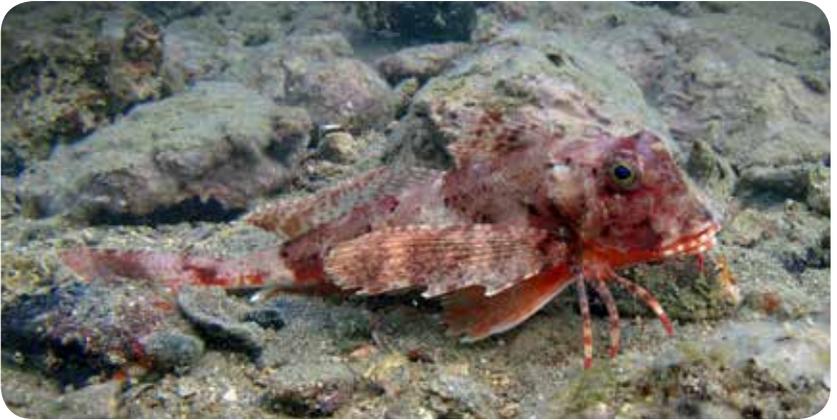
La bavosa cornuta si trova sulle grandi formazioni biogene, meno frequentemente nelle aggregazioni. Di rado vive nel precoralligeno, mentre è presente soprattutto nelle praterie di fanerogame marine. Si nasconde e nidifica nelle valve delle ostriche comuni (*Ostrea edulis*) e delle nacchere, ma anche nei fori dei mattoni, in bottiglie, barattoli e basi degli ombrelloni gettati in mare. Il maschio possiede tentacoli sopraorbitali molto più lunghi della femmina.

Capone ubriaco (*Trigloporus lastoviza*)

Questa specie è una tipica gallinella (Triglidae) con pinne pettorali molto grandi e il muso assai ripido. I primi tre raggi delle pinne pettorali sono liberi e servono al pesce per muoversi sul fondale. In caso di pericolo il capone ubriaco apre le pinne pettorali a forma di ali per sembrare più grande e confondere il predatore. La livrea è rossastra, a volte bruno-mattone, con macchie molto variabili.

Sogliola comune (*Solea solea*)

Come tutti i pesci piatti è privo di pigmenti colorati sul lato cieco (il sinistro). Entrambi gli occhi sono sul lato destro, che è di colore beige o grigiastro con minuti punti scuri. La sogliola vive su fondali sabbioso-fangosi, dove di giorno vive infossata ed esce di notte per cacciare.



ELENCO DEI TAXA

Adamsia paliata
Aidablennius sphyinx
Alpheus dentipes
Apletodon incognitus
Aplidium conicum
Aplysina aerophoba
Arca
Aspidosiphon muelleri
Axinella
Axinella polypoides
Bolinus brandaris
Botryllus schlosseri
Bryozoa
Boselia mimetica
Calliactis parasitica
Callionymus
Cellaria
Cereus pedunculatus
Chlorophyta
Chondrilla nucula
Chondrosia reniformis
Chromis chromis
*Cladocora caespitosa**Cliona celata*
Conger conger
Corallina officinalis
Corallinaceae
Corallium rubrum
Coryphoblennius galerita
Cratena peregrina
Crustacea
Cyanobacteria
Cystoseira adriatica
Dentalium
Didemnum sp.
Diplosoma spongiforme
Dondice banyulensis
Dromia personata
Dysidea
Echinodermata

Echichthys
Ethusa mascarone
Eudendrium
Eunicella
Ficopomatomus enigmaticus
Flabellia petiolata
Flabellina ischitana
Gaidropsarus mediterraneus
Gastrochaena dubia
Geodia cydonium
Gobiesocidae
Gobius cobitis
Gobius cruentatus
Gobius fallax
Gobius vittatus
Halichondria
Haliclona mediterranea
Halimedaceae
Halimeda tuna
Halymenia floresii
Herbstia condyliata
Hexaplex trunculus
Hiatella arctica
Hippocampus guttulatus
Hippocampus hippocampus
Hippodiplosia
Hircinia variabilis
Holothuria tubulosa
Hydrozoa
Jania virgata
Johnius umbra
Lepadogaster candollei
Lepadogaster lepadogaster
Leptopsammia pruvoti
Lipophrys canevae
Lipophrys dalmatinus
Lipophrys nigriceps
Lithophaga lithophaga
Lithophyllum incrustans
Lithophyllum racemus
Lithophyllum stictaeforme

Lithothamnion minervae
Lithothamnion philippii
Lithothamnion sonderi
Maja ramulosa
Mesophyllum alternans
Microcosmus sp.
Millerigobius macrocephalus
Muraena helena
Mustelus mustelus
Mustelus punctulatus
Myrionozoum
Neogoniolithon brassica-florida
Neogoniolithon mamillosum
Octopus vulgaris
Onchidoris neapolitana
Ophioderma longicauda
Ostrea edulis
Parablennius gattorugine
Parablennius rouxi
Parablennius tentacularis
Parablennius zvonimiri
Paralipophrys trigloides
Paramuricea
Parazoanthus axinellae
Peltodoris maculata
Petricola petricola
Petrosia ficiformis
Peyssonnelia
Peyssonnelia polymorpha
Peyssonnelia rosa-marina
Peyssonnelia squamaria
Peyssonneliaceae
Phallusia fumigata
Phallusia mammilata
Pholas dactylus
Phorbis fictitious
Phoronida
Phymatolithon lenormandii
Pisa
Pisa nodipes
Platydorid argo
Pneophyllum confervicola
Pneophyllum fragile
Polycitor adriaticus
Polysincraton lacadezei
Pomatoceros triqueter
Porifera
Protula
Protula tubularia
Pseudolithophyllum expansum
Raja
Retepora
Rhodophyta
Salaria pavo
Sargassum
Scorpaena scrofa
Scorpaena porcus
Schizoporella sanguinea
Serpula concharum
Serpula vermicularis
Sphaerechinus granularis
Sepia officinalis
Serranus scriba
Spondylus
Spondylus gaederopus
Spongites fruticulosa
Sporolithon ptychoides
Suberites domuncula
Syngnathus acus
Thorogobius ephippiatus
Titanoderma pustulatum
Torpedo marmorata
Trachinus
Tunicata
Turritella communis
Tylodina perversa
Typton spongicola
Udoteaceae
Vermetus
Verongia cavernicola
Zebrus zebrus
Yungia aurantiaca

BIBLIOGRAFIA

Andreoli, E., Boscolo, F., Carlin, A., Curiel, D., Gordini, E., Mizzan, L., Molin, E., Ombrelli, M., Pessa, G., Rismondo, A., Rizzardi, S., Vanin, S., Zanetto, M. (2010): Le tegnùe dell'Alto Adriatico: valorizzazione della risorsa marina attraverso lo studio di aree di pregio ambientale. ARPA Veneto – Settore Acque, 203 str.

Antonelli, F., C. Sacco Perasso, S. Ricci & B. D. Petriaggi (2015): Impact of the sipunculan *Aspidosiphon muelleri* Diesing, 1851 on calcareous underwater Cultural Heritage. *International biodeterioration and biodegradation*, 100, 133-139.

Arrhenius, O. (1921): Species and Area. *J. Ecol.*, 9: 95-99.

Bakran-Petricioli, T. (2006): *Biološka raznolikost Hrvatske. Morska staništa. Priručnici za inventarizaciju i praćenje stanja.* Zagreb.

Ballesteros, E. (2006): Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 44, 123-195.

Boudouresque, C.F. (1973): Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée Occidentale (fraction algale). Les peuplements sciaphiles de mode relativement calme sur substrats durs. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille* 33, 147–225.

Boudouresque, C.F. (2004): Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. Scientific report of Port-Cros National 20: 97-146.

Bressan, G. & L. Babbini (2003): Biodiversità marina delle coste Italiane: Corallinales del Mar Mediterraneo: guida all'identificazione. *Biologia Marina Mediterranea* 10(Suppl. 2): 1-237.

Canals, M. & E. Ballesteros (1997): Production of carbonate sediments by phytobenthic communities in the Mallorca-Minorca Shelf, northwestern Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research II* 44, 611–629.

Casellato, N., L. Massiero, E. Sichirollo & S. Soresi (2006): Hidden secrets of the northern Adriatic: »Tegnùe« – peculiar reefs. *Central European Journal of Biology*, 2(1), 122-136.

Cocito, S. (2004): Bioconstruction and biodiversity: their mutual influence. *Scinetia marina* 68(suppl.) 1, 137-144.

Falace, A., S. Kaleb, L. Lipej, B. Mavrič, M. Orlando-Bonaca (2011): First contribution to the knowledge of coralline algae distribution in the Slovenian circalittoral zone (northern Adriatic). *Annales, Series historia naturalis*, 21 (1): 27-40.

Falace A., G. Alongi, S. Kaleb, & M. Cormaci (2013): Guida illustrata alle alghe del golfo di Trieste. Darwin Edizioni, Roma, 168 str.

Giaccone, G. (2007): Il coralligeno come paesaggio marino sommerso: distribuzione sulle coste italiane. *Biol. Mar. Mediterr.*, 14 (2): 126-143.

Giaccone T., G. Giaccone, D. Basso & G. Bressan (2009): Le alghe. V: Biocostruzioni marine. Elementi di architettura naturale (Relini G. (ur.)). Quaderni habitat. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Museo Friulano di Storia Naturale - Comune di Udine, 29-47.

Harmelin, J.-M. (1987): Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France). *PSNZI Marine Ecology*, 8(3), 263-284.

Kersting, D.K. & C. Linares (2012): *Cladocora caespitosa* bioconstructions in the Columbretes Islands Marine Reserve (Spain, NW Mediterranean): distribution, size structure and growth. *Marine Ecology*, 33, 427-436.

Kovačić, M., R. Patzner & U. Schliewen (2012): A first quantitative assessment of the ecology of cryptobenthic fishes in the Mediterranean Sea. *Marine Biology*, DOI: 10.1007/s00227-012-2030-6

Kotrschal, K., D.G. Lindquist & I.P. Illich (1991): Opportunistic Feeding in Mediterranean Blennioid Fishes (Blenniidae and Tripterygion) as Revealed by Experimental Food Provisioning in the Field. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 12 (1): 63-73.

Laborel, J. (1960): Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume* 20 (33), 117-174.

Lipej, L. & M. Richter (1999): Blennioids (Blennioidea) of the Slovenian coastal waters. *Annales Series historia naturalis*, 9(1), 15-24.

Lipej, L., M. Orlando-Bonaca & M. Šiško (2003): Coastal fish diversity in three marine protected areas and one unprotected area in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *P.S.N.Z.: Marine Ecology*, 24(4), 259-273.

Lipej, L., Orlando-Bonaca, M. & Richter, M. (2005): New contribution to the marine coastal fish fauna of Slovenia. *Annales Series Historia Naturalis*, 15 (2): 165-172.

Lipej, L. & M. Orlando-Bonaca (2006): Assessing blennioid fish populations in the shallow Gulf of Trieste: a comparison of four in situ methods. *Periodicum biologorum* 108(2): 151-157.

Lipej, L., R. Turk & T. Makovec, (2006): Ogrožene vrste in habitatni tipi v slovenskem morju. *Zavod RS za varstvo narave*, 264 str.

Lipej, L., M. Orlando-Bonaca & T. Makovec (2008): *Jadranske babice*. Piran: Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, 2008. 1-208.

Lipej, L., B. Mavrič, B., V. Žiža, B. Furlan & A. Vrezec (2010): The northern-

most record of the Brachiurian *Herbstia condyliata* (Fabricius, 1787) and its distribution in the Adriatic sea (Decapoda, Brachyura, Epilatidae). *Ann, Ser. hist. nat.*, 2010, vol. 20, št. 2, str. 151-156.

Lipej, L., S. Moškon (2011): On the record of the moray eel (*Muraena helena* Linnaeus, 1758) in Slovenian coastal waters (Gulf of Trieste, northern Adriatic). *Ann, Ser. hist. nat.*, 21, 2, 157-160.

Lipej, L., M. Orlando-Bonaca, B. Mavrič, M. Šiško & T. Makovec (2012): Pregled stanja morske biološke raznovrstnosti v občini Izola s posebnim poudarkom na prioriternih in ogroženih vrstah in habitatnih tipih. Poročila 133. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 98 str.

Lisbjerg, D. & J. K. Petersen (2000): Clearance capacity of *Electra bellula* (Bryozoa) in seagrass meadows of Western Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 244, 285–296

Marion, A.F. (1883): Esquisse d'une topographie zoologique du Golfe de Marseille. *Annales Musée d'Histoire Naturelle Marseille*, 1: 1–108.

Milanese M., E. Chelossi, R. Manconi, A. Sara`, M. Sidri, R. Pronzato (2003): The marine sponge *Chondrilla nucula* Schmidt, 1862 as an elective candidate for bioremediation in integrated aquaculture. *Biomolecular Engineering* 20 (2003) 363-368.

Officer, C.G., T.J. Smayda & R. Mann (1982): Benthic filter feeding: A natural eutrophication control. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 9: 203-210.

Orlando-Bonaca, M. (2006): Izbira mikrohabitatov pri obrežni favni babic (Blenniidae) v Tržaškem zalivu : doktorska disertacija. Maribor, XVI, 123 str.

Orlando-Bonaca, M. & L. Lipej (2007): Microhabitat preferences and depth distribution of combtooth blennies (Blenniidae) in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). *Marine Ecology*, 28, 1-11.

Orlando-Bonaca, M. & L. Lipej (2008a): Ecological survey of endolithic blennies spawning in a sandstone habitat in the Gulf of Trieste. *Acta Adriatica*, 49(3), 233-244.

Orlando-Bonaca, M. & L. Lipej (2008b): Utilization of empty holes by two Adriatic endolithic Blennies under experimental conditions - preliminary results. *Annales, Ser. hist. nat.*, 18, 2, 179-190.

Orlando-Bonaca M., R. Turk, B. Ozebek & L. Lipej (2008c): Ovrednotenje asociacij s cistoziro v naravnem rezervatu Strunjan z uporabo ribje favne kot indikatorske skupine. *Varstvo narave*, 21, 61- 72.

Orlando-Bonaca, M., L. Lipej, A. Malej, J. Francé, B. Čermelj, O. Bajt, N. Kovač, B. Mavrič, V. Turk, P. Mozetič, A. Ramšak, T. Kogovšek, M. Šiško, V. Flander Putrle, M. Grego, T. Tinta, B. Petelin, M. Vodopivec, M. Jeromel, U. Martinčič & V. Malačič (2012): Začetna presoja stanja slovenskega morja. Poročilo za člen 8 Okvirne direktive o morski strategiji. Zaključno poročilo za leto 2012. Poročila MBP 140. Morska biološka postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 345 str.

Pancucci-Papadopoulou, M.A., G.V.V. Murina & A. Zenetos (1999): The Phylum Sipuncula in the Mediterranean Sea. *Monographs on marine sciences*, 2. Pp. 1-108.

Pérès J. M. & J. Picard (1964): Nouveau manuel de bionomie benthique. *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, 31 (47), 5-137.

Pérès, J.-M. & H. Gamulin Brida (1973): Biološka oceanografija. Bentos. Bentoška bionomija Jadranskog mora. Grafični Zavod Hrvatske, Zagreb, 493 str.

Pitacco, V., M. Orlando-Bonaca, B. Mavrič & L. Lipej (2014): Macrofauna associated with a bank of *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the Gulf of Trieste (northern Adriatic). *Annales, Series historia naturalis*,

24 (1): 1-14.

Sartoretto, S. & P. Francour (1997): Quantification of bioerosion by *Sphaerechinus granularis* on 'coraligène' concretions of the western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom*, 77, 565-568.

Smith-Vaniz, W.F., H. L. Jelks & L.A. Rocha (2006): Relevance of cryptic fishes in the biodiversity assessments: a case study at Buck Island Reef National Monument, St. Croix. *Bull. Mar. Sci.*, 79, 17-48.

Stachowitsch, M. (1998): Biological filter stations: a new artificial reef concept to combat the effects of eutrophication. *Annals for Istrian and Mediterranean Studies* 13: 7-14.

Štirn, J., Z. Kralj, M. Richter & T. Valentinčič (1969): Prilog poznavanju jadranskog koraligena. *Thalassia Jugoslavica*, V, 24, 369-376.

Autori delle fotografie:

Emiliano GORDINI

38, 46

Sara KALEB

95zg, 95sp, 97zg, 97sr, 99zg, 99sr, 99sp

Petar KRUŽIĆ

31

Lovrenc LIPEJ

63zgd, 70a, 70b, 70c, 70e, 82sp, 89zg, 89sp, 91, 105zg, 115sp, 119sp, 123zg, 143zg, 151sp, 153zgl, 153zgd, 153sr, 155zg, 155sr

Tihomir MAKOVEC

15, 16l, 16d, 16zg, 19, 26zgl, 26zgd, 30, 33, 42, 45, 55, 60, 63sp, 64-65?, 80, 107sr, 107sp, 109zg, 109sr, 111zgl, 111sp, 119zg, 129srl, 129srd, 129spl, 129spd, 131sp, 141sr, 143sr, 147sp, 149zg, 149sr, 151zg, 157zgl, 157zgd

Borut MAVRIČ

3, 4-5, 7, 9, 10-11, 17sp, 20, 21, 22zg, 22sp, 25, 26sp, 27, 28, 34, 40, 41, 44, 47, 49, 50-51, 53, 57, 58, 59, 61l, 61d, 63zgl, 67, 68, 69, 70d, 71, 72zg, 72sp, 73l, 74, 75, 76-77, 79, 84sp, 85spl, 85spd, 86sp, 87, 88sp, 90, 92-93, 97sp, 101zg, 101sr, 103sp, 105sp, 107zg, 109sp, 111zgd, 113zg, 113sr, 113sp, 115zg, 117zg, 117sr, 121zg, 121sr, 121sp, 123sr, 123sp, 125zg, 125sr, 127zg, 127sp, 129zgl, 129zgd, 131zg, 131sr, 133sr, 133sp, 135zg, 135sr, 135sp, 137zg, 137sr, 137sp, 139zg, 139srl, 139srd, 141sp, 143sp, 145sr, 145sp, 147zg, 147sr, 149sp, 151sr, 153sp, 155sp, 157sr, 157sp

Sašo MOŠKON

73d

Roberto ODORICO

8, 23

Martina ORLANDO-BONACA

101sp, 103zg

Milijan ŠIŠKO

1, 37, 38, 43, 46, 54, 82zg, 84zg, 85zg, 86zg, 88zg, 94, 102, 104, 110, 114, 118,
126, 132, 140, 144

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo i colleghi della Stazione di biologia marina dell'Istituto nazionale di biologia che ci hanno aiutato nel lavoro svolto nell'ambito del progetto TRECORALA. Siamo particolarmente grati a Milijan, la cui creatività ha contribuito alla creazione dell'ottimo materiale grafico, ed a Janja per la sua accurata e critica revisione del testo.

Un sentito ringraziamento va ai ricercatori esterni con i quali da molti anni collaboriamo: la dr. Annalisa Falace e la dr. Sara Kaleb dell'Università di Trieste, il dott. Roberto Odorico della Cooperativa Shoreline, il dr. Petar Kružić dell'Università di Zagabria, il dott. Nicola Bettoso dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia (ARPA) e il dr. Aleksander Vukovič.

Ringraziamo il lead partner del progetto TRECORALA, l'Istituto nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS) di Trieste, in particolare la dr. Paola del Negro, la dr. Simonetta Lorenzon e il dr. Emiliano Gordini, per l'ottima collaborazione ed il sostegno. Un ringraziamento a parte lo dobbiamo infine al signor Marko Glavina del Segretariato Tecnico Congiunto del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007–2013 per tutti i suoi consigli e suggerimenti.



Project manager/Vodja projektne skupine: **Paola Del Negro**

(Tel.: +390402140204; Mail: pdelnegro@ogs.triste.it)

Contact manager/Kontaktna oseba: **Simonetta Lorenzon**

(Tel.: +390402149727; Mail: slorenzon@ogs.triste.it)

<http://www.trecorala.eu> info@trecorala.eu



ISTITUTO NAZIONALE
di OCEANOGRAFIA e di GEOFISICA SPERIMENTALE



COMUNE DI
GAIOLO



COMUNE DI
MARANO LAGUNARE



CITTÀ DI
LIGNANO SABBIAORO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE



2007-2013
cooperazione territoriale europea
programma per la cooperazione
transfrontaliera
Italia-Slovenia
evropsko teritorialno sodelovanje
program čezmejnega sodelovanja
Slovenija-Italija



PROGETTO TREZZA
LIGNANO SABBIAORO



Alvarij Piran



NATIONAL INSTITUTE FOR REGIONAL
MARITIME RESEARCH AND TRAINING



UNIVERSITÀ DEL GOLFO

Investiamo nel
vostro futuro!
Naložba v vašo
prihodnost!
www.ita-slo.eu

Progetto cofinanziato dal Fondo europeo di
sviluppo regionale
Projekt sofinancira Evropski sklad
za regionalni razvoj

Projekt TRECORALA (Grebini in koraligen severnega Jadrana: ovrednotenje in trajnostno upravljanje v Tržaškem zalivu) je sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev.

Il progetto TRECORALA (TREzza e CORalligeno dell'Alto Adriatico: valorizzazione e gestione sostenibile nel Golfo di Trieste) è finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.



REPUBLIKA SLOVENIJA
SLUŽBA VLADE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA RAZVOJ
IN EVROPSKO KOHEZIJSKO POLITIKO



Ministero dell'Economia
e delle Finanze