

L'acquario di barriera corallina del Museo di Scienze Naturali di Bolzano

Massimo Morpurgo*

Abstract

The Reef Aquarium of the Natural History Museum South Tyrol in Bolzano

In 1997 in the Natural History Museum South Tyrol in Bolzano was constructed a large reef tank to explain effectively the formation of the Dolomites. The tank with sump, filter and connected tanks, contains 8.000 liters of saltwater. The water is filtered with mechanical filter, biological filter with 200 Kg live rocks (sump and refugium), protein skimmer and active carbon. The water temperature is maintained between 25 °C e 27 °C through a powerful cooler and two ventilators. A calcium reactor and dosage saturated Kalkwasser are used to maintain alkalinity and calcium levels. Lighting consists of three 1.000-watt metal halides and 18 58-watt blue fluorescents. Water is circulated using 8 pumps (80.000 liters per hour). In the spring 1998 were introduced the first invertebrates and fishes. Actually the tank contains 12 species of reef fishes, 18 genus of scleractinian corals, 6 genus of soft corals and numerous other invertebrates. Some scleractinian corals and many soft corals are reproduced asexually. Recently the scleractinian coral *Heliofungia actiniformis* is reproduced even sexually. In the years the reef aquarium has become the attraction of the permanent exhibition of the Natural History Museum South Tyrol and is used much in education.

1 Introduzione

L'esposizione permanente del Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige è suddivisa in due piani: il primo piano è dedicato alla geologia e il secondo agli ambienti naturali dell'Alto Adige. Nell'ultima delle cinque sale del primo piano è illustrata la genesi delle Dolomiti ed è stato allestito l'acquario di barriera corallina. Questo acquario da 8000 litri d'acqua salata è in funzione da ormai 5 anni. Per le sue notevoli dimensioni e per la fedele ricostruzione ambientale, con pesci corallini dalla sgargiante colorazione e numerosi Madreporari e Alcionacei, suscita subito l'interesse dei visitatori – giovani ed adulti – anche se tanti, in un primo momento di perplessità, forse si domanderanno a quale scopo sia esposto un acquario marino al Museo di Scienze Naturali di Bolzano. Scopo di quest'articolo è spiegare il perché sia stato allestito l'acquario e presentare le peculiarità dell'impianto e della comunità biologica.

2 Una barriera corallina in Alto Adige?

Nel Triassico, dove ora sorgono le Dolomiti, era presente un mare tropicale poco profondo, nelle cui acque alghe, spugne e coralli formarono delle «barriere coralline». Il termine è scritto tra virgolette poiché le «barriere coralline» triassiche erano molto diverse da quelle attuali. Infatti, come testimoniano i fossili di circa 230–220 milioni di anni fa, esse erano composte soprattutto da alghe e spugne calcaree, mentre i coralli erano sporadici. Il fondo marino continuò a sprofondare lentamente (subsidenza) e di conseguenza le barriere crebbero velocemente in altezza originando, in pochi milioni di anni, stra-

* Dott. Massimo Morpurgo, Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige, I-39100 Bolzano (Italia)
e-mail: massimo.morpurgo@naturmuseum.it

ti di roccia calcarea di diverse centinaia di metri di spessore. Successivamente le rocce calcaree (carbonato di calcio CaCO_3) si trasformarono in dolomia, carbonato doppio di calcio e magnesio $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Tale processo di trasformazione, detto dolomitizzazione, si è verificato lentamente con modalità ancora oggi poco conosciute. Circa 20 milioni di anni fa in seguito a movimenti tettonici le Dolomiti hanno incominciato a sollevarsi e si sono originate le montagne attuali come ad esempio il Sassolungo e il Sassopiatto (BOSELLINI, 1996).

Riprodurre il mare triassico?

Per dare al visitatore un'idea viva dell'aspetto che poteva avere il mare tropicale triassico è stato allestito un acquario marino. A questo punto si ponevano due possibilità: cercare di ricreare in acquario una «barriera corallina» triassica con solo quelle poche specie attuali molto simili a quelle fossili (alcuni Madreporari, Spugne, Molluschi e Crinoidi) oppure riprodurre, in piccolo, una barriera corallina attuale. La prima soluzione sarebbe stata molto più rigorosa dal punto di vista paleontologico, ma sarebbe stata un errore dal punto di vista ecologico e funzionale. Infatti in questo modo si sarebbe assemblata una comunità biologica assolutamente artificiale e incompleta (molte specie triassiche si sono estinte senza «lasciare» specie simili attuali) e che molto difficilmente avrebbe potuto raggiungere, in acquario, un equilibrio ecologico. Di conseguenza si è preferita la seconda possibilità e per realizzarla si è scelto un impianto di grandi dimensioni per ottenere un ambiente più ricco di specie e quindi più stabile.

3 L'impianto

La ditta «Royal Exclusiv Aquarien und Anlagenbau» di Klaus Jansen (Colonia, Germania) ha realizzato l'impianto nel 1997. L'acquario ha un volume lordo di circa 5700 litri (dimensioni 320 x 150 x 120 cm) ed è costruito in legno multistrato, rinforzato con una cornice d'acciaio, rivestito internamente con lastre di PVC. L'interno dell'acquario è visibile attraverso un grande vetro frontale di 40 mm di spessore e uno più piccolo laterale. L'acquario è collocato su un robusto supporto in acciaio. Il peso dell'acquario tra vasca, materiale d'arredamento ed acqua è di circa 7 tonnellate. Il sistema di filtraggio e di trattamento dell'acqua è ubicato in un locale nel sottterraneo del Museo.

L'acqua dall'acquario al primo piano arriva per caduta nel sottterraneo, attraverso delle tubature in PVC, in una vasca di raccolta di circa 4800 litri (250 x 160 x 120 cm) dove sono presenti circa 200 Kg di rocce vive illuminate con tubi al neon. Dalla vasca di raccolta l'acqua viene pompata dalla pompa principale (30.000 litri/h) in una tubatura che si ramifica. Una parte dell'acqua va allo schiumatoio alto 3 metri e di oltre 500 litri di volume, che è il cuore del sistema di filtraggio e successivamente torna alla vasca di raccolta. Una parte dell'acqua va al refrigeratore ed, eventualmente a seconda delle necessità, al filtro a carbone attivo e poi torna alla vasca di raccolta. La maggior parte dell'acqua viene invece pompata all'acquario superando un dislivello di quasi 10 m tra la pompa principale e la superficie dell'acqua dell'acquario. Nel 2000 alla vasca di raccolta sono stati collegati un reattore al calcio di costruzione artigianale funzionante con anidride carbonica e 2 acquari di allevamento e quarantena. Complessivamente nell'acquario d'esposizione, vasca di raccolta, schiumatoio e acquari collegati circolano circa 8.000 litri d'acqua salata.

Lo schiumatoio

In un acquario di barriera corallina le proteine disciolte in acqua derivanti dalla decomposizione di animali e piante morti, delle feci e dei resti di cibo devono essere eliminate

prima di essere mineralizzate dai batteri, questo per ridurre la formazione di ammoniaca – ione ammonio e la loro successiva ossidazione batterica (nitrificazione) dapprima in nitriti e quindi in nitrati. L'accumulo di nitrati in acqua favorisce la crescita delle alghe che competono con gli invertebrati sessili e possono arrivare a «soffocarli». Lo schiumatoio permette di eliminare dall'acqua buona parte delle proteine disciolte prima che esse siano mineralizzate. Nella colonna d'acqua dello schiumatoio è presente un flusso ascensionale di piccole bolle d'aria prodotto per «effetto Venturi» dalla pompa di movimento. Semplificando molto il discorso, le proteine disciolte in acqua hanno delle cariche elettriche con le quali rimangono attaccate sulla superficie delle bollicine d'aria. Nella parte superiore dello schiumatoio le bollicine d'aria formano una schiuma. La parte inferiore della schiuma è bianca ed è formata da bolle che si rompono rapidamente, invece la parte superiore è più densa e di colore verde-marrone e contiene le proteine ed altre sostanze di rifiuto. È il così detto *adsorbato*, che tracima nel bicchiere di raccolta e può così essere eliminato (FOSSÀ & NILSEN, 1995a e 2001; DELBEEK & SPRUNG, 1996).



Fig. 1: Panoramica frontale dell'acquario del Museo (Foto: A. Ochsenreiter)

Le rocce vive

Con questo termine in acquariologia marina si designano le rocce di origine biologica formate da scheletri di Madreporari morti, altri invertebrati e alghe calcaree. Hanno la caratteristica di essere molto porose per l'azione degli organismi perforatori come ad

esempio spugne e molluschi. Sulla superficie di queste rocce e al loro interno sono presenti tantissimi invertebrati (Protozoi, Poriferi, Cnidari, Nematodi, Anellidi, Crostacei, Molluschi, Briozoi, Echinodermi, Tunicati ed altri) ed alghe con relative uova e spore e per questo esse sono definite «vive». Le rocce vive vengono raccolte in mare in prossimità della barriera corallina. Con esse in acquario si introducono tantissimi organismi che colonizzano l'ambiente artificiale conferendo stabilità al sistema. Una seconda caratteristica delle rocce vive è la diminuzione graduale della concentrazione dell'ossigeno disciolto in acqua procedendo dall'esterno verso l'interno delle rocce. Sulla superficie delle rocce vive sono presenti i batteri nitrificatori (*Nitrosomonas* e *Nitrobacter*) che trasformano l'ammoniaca (NH_3)–ione ammonio (NH_4^+) in nitriti (NO_2^-) e successivamente questi in nitrati (NO_3^-), mentre al loro interno, in carenza d'ossigeno, prevalgono i batteri denitrificatori che trasformano i nitrati in azoto (N_2) e in protossido d'azoto (N_2O) (FOSSÀ & NILSEN, 1996a; DELBEEK & SPRUNG, 1996).

La vasca di raccolta del sotterraneo con i 200 Kg di rocce vive illuminate ha una duplice funzione di filtro biologico con nitrificazione e denitrificazione e di *refugium*. Con questo termine si intende un ambiente privo o quasi di predatori (sono assenti pesci e Madreporari) in cui piccoli invertebrati, principalmente Anellidi, Crostacei, Molluschi ed Echinodermi, possono riprodursi liberamente aumentando la biodiversità del sistema acquario e quindi la sua stabilità. Una parte di essi viene aspirata dalla pompa principale e portata in acquario, dove costituisce un'integrazione naturale dell'alimentazione di invertebrati sessili e pesci.

Filtro a carbone attivo

Nell'acqua dell'acquario si formano come prodotto secondario della decomposizione batterica delle sostanze coloranti (fenoli), che conferiscono all'acqua una colorazione giallastra. Il filtro a carbone attivo permette di eliminarle. Inoltre molti Celenterati, similmente a molte piante, producono sostanze tossiche per altre specie, come ad esempio i terpeni prodotti da alcuni Alcionacei, che servono essenzialmente ad ostacolare specie concorrenti per lo spazio. Questo fenomeno è particolarmente importante nell'ambiente chiuso di un acquario. Il filtraggio dell'acqua con carbone attivo permette di eliminare parte di queste tossine. L'uso prolungato del carbone attivo può però avere degli effetti negativi. Infatti il carbone attivo può eliminare dall'acqua anche nutrienti organici ed inorganici indispensabili per Alcionacei e Madreporari ed aumentare la penetrazione dei raggi UV. Questo può, in casi estremi, portare allo «sbiancamento» dei Madreporari e alla morte degli Alcionacei più delicati come ad es. *Xenia* (FOSSÀ & NILSEN, 1995a, 1995c e 2001; DELBEEK & SPRUNG, 1996 e 1998).

L'acqua dell'acquario del Museo viene filtrata con 4 litri di carbone attivo ogni 2–3 mesi per 48 ore.

Controllo della temperatura

La maggior parte dei Madreporari ermatipici necessita di una temperatura dell'acqua tra i 20 e i 30 °C. Per brevi periodi possono essere tollerate temperature appena inferiori o superiori a questi limiti (SCHUHMACHER, 1982; FOSSÀ & NILSEN, 1995a e 2001). Per ottenere una crescita ottimale la temperatura dell'acqua dell'acquario viene mantenuta tra i 25 °C in inverno e i 27 °C in estate. Il calore prodotto dalle pompe di movimento e dalle lampade è tale da riscaldare l'acqua dell'acquario anche nei mesi invernali. Nei mesi più caldi è indispensabile raffreddare l'acqua con un potente refrigeratore per mantenere la temperatura sotto i 27 °C. Per ridurre le ore di funzionamento del refrigeratore nel 2000 sono stati montati due ventilatori sopra la superficie dell'acqua dell'acquario. La ventilazione forzata determina un forte aumento dell'evaporazione (circa 50 litri d'acqua al giorno) con conseguente raffreddamento dell'acqua.

Movimento dell'acqua

Oltre alla pompa principale da 30.000 l/h posta nel sotterraneo, l'acquario è dotato di un sistema interno di movimento dell'acqua composto da 6 pompe ad immersione da 5.000 l/h ciascuna, quattro delle quali sono dotate di filtro meccanico e da una pompa esterna da 20.000 l/h posizionata sotto l'acquario. Quest'ultima è collegata a un sistema con due elettrovalvole e dei timers che permette di alternare il flusso d'uscita dell'acqua: solo dal lato destro oppure solo dal lato sinistro oppure contemporaneamente da ambedue i lati. Il tutto per simulare l'alternarsi ciclico nell'arco delle 24 ore del verso di movimento dell'acqua con l'alta e bassa marea. Le cicliche variazioni della circolazione dell'acqua in acquario riducono la formazione di zone di ristagno e deposito di sedimenti e sono importanti per lo sviluppo armonioso delle colonie di Madreporari e Alcionacei (FOSSÀ & NILSEN, 1995a, 1995c e 2001; DELBEEK & SPRUNG, 1996 e 1998). In totale le pompe dell'acquario generano un movimento dell'acqua pari a 80.000 l/h, pari a dieci volte il volume d'acqua dell'acquario in un'ora.



Fig. 2: Fornitura dell'acqua di mare del Mediterraneo nel giugno 1997 (Foto: L. Tagnin)

Fig. 3: L'impianto di filtraggio nel sotterraneo del Museo (Foto: M. Morpurgo)

4000 watt di luce

Per la crescita dei Madreporari ed Alcionacei con zooxantelle e delle tridacne è fondamentale la qualità e quantità della luce (KNOP, 1994; FOSSÀ & NILSEN, 1995a, 1995c, 1996b e 2001; DELBEEK & SPRUNG, 1996 e 1998). L'illuminazione dell'acquario è costituita da 3 lampade HQI da 1000 W Osram T Day light da 6.000 Kelvin e 18 tubi al neon blu Osram L da 58 W/67. L'abbinamento di queste lampade permette di ricreare una luce che per intensità e composizione spettrale è molto simile alla luce naturale. Le lampade HQI sono in funzione per 8 ore e mezza al giorno mentre i tubi al neon per 12. L'accensione e lo spegnimento delle lampade avvengono gradualmente tramite 5 timers per ricreare l'effetto alba – tramonto.

Qualità dell'acqua

Nella vasca di raccolta del sotterraneo sono immerse 4 sonde collegate a un computer (IKS Aquastar) che misura e registra costantemente la temperatura dell'acqua, la conducibilità elettrica, il pH e il potenziale redox. La conducibilità elettrica ha un valore medio di 51–52 mS/cm a 25 °C a cui corrisponde una salinità di circa 34‰, ossia di 34

grammi di sale in 1000 gr d'acqua salata (FOSSÀ & NILSEN, 2001). Per mantenere costante la salinità quotidianamente viene aggiunta una quantità d'acqua dolce pari a quella persa per evaporazione (fino a 50 litri al giorno). A tale scopo l'acqua del rubinetto viene trattata con un impianto ad osmosi inversa che elimina quasi tutti i sali presenti in acqua. «L'acqua d'osmosi» viene raccolta in serbatoio da 1500 litri. In un secondo serbatoio delle stesse dimensioni con «l'acqua d'osmosi» viene preparata l'acqua salata con la quale si effettuano i cambi parziali. Due pompe peristaltiche permettono di attivare il cambio parziale in continuo dell'acqua dell'acquario: la prima pompa l'acqua dalla vasca di raccolta nello scarico e la seconda dal serbatoio dell'acqua salata alla vasca di raccolta. In media mensilmente vengono cambiati circa 1.200 litri d'acqua salata, pari al 15% del volume complessivo. Una terza pompa peristaltica pompa l'acqua d'osmosi dal serbatoio alla vasca di raccolta oppure in un bidone da 50 litri, posto sopra la vasca di raccolta, nel quale viene preparata manualmente la soluzione satura di idrossido di calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), il così detto *Kalkwasser* (WILKENS & BIRKHOLZ, 1995; WILKENS, 1995; FOSSÀ & NILSEN, 1995a, 1995c e 2001; DELBEEK & SPRUNG, 1996 e 1998). La soluzione satura d'idrossido di calcio (con $\text{pH}=12,4$) viene aggiunta goccia a goccia all'acqua dell'acquario durante la notte per evitare sbalzi di pH. Infatti il valore del pH dell'acqua varia da 8,00 (la mattina all'accensione delle luci) a 8,40 (la sera allo spegnimento delle luci). Fino al 2000 era in funzione un miscelatore automatico di idrossido di calcio, che è stato smontato e sostituito con un reattore al calcio con anidride carbonica. Esso è costituito da un cilindro in plexiglas riempito con ghiaia corallina all'interno del quale fluisce l'acqua dell'acquario alla quale viene aggiunta anidride carbonica (CO_2) proveniente da una bombola. L'anidride carbonica in acqua forma acido carbonico (H_2CO_3) che abbassa il pH dell'acqua ($\text{pH}=6,0-6,5$) e scioglie il carbonato di calcio (CaCO_3) della ghiaia corallina formando bicarbonato di calcio. L'acqua che ritorna all'acquario è quindi arricchita di ioni calcio (Ca^{2+}) e di ioni bicarbonato (HCO_3^-) (HEBBINGHAUS, 1994). L'uso combinato di reattore al calcio e soluzione satura di idrossido di calcio permette di evitare brusche oscillazioni del pH e di mantenere una buona durezza carbonatica ($7-10^\circ\text{dKH}$) e la concentrazione di calcio di 400–450 mg/l. Il sistema di filtraggio combinato: filtro meccanico, filtro biologico con rocce vive, schiumatoio e carbone attivo, permette di mantenere la concentrazione dei nutrienti bassa. La concentrazione dei nitrati varia da 1 a 10 mg/l, mentre quella dei fosfati oscilla da 0,01 a 0,1 mg/l.

Fino al 1999 venivano aggiunti all'acqua stronzio, sotto forma di cloruro di stronzio (SrCl_2) in soluzione al 5%, e iodio sotto forma di ioduro di potassio (KI) in soluzione al 1% (FOSSÀ & NILSEN, 1995a e 2001; DELBEEK & SPRUNG, 1996). Nel 1999 si è verificata una proliferazione massiccia di alghe mucillaginose marroni come quelle descritte da KÜCK & al. (1999) nell'acquario di Bochum probabilmente a causa dell'accumulo di iodio nell'acqua. Sospesa la somministrazione di iodio nell'arco di 6 mesi le alghe sono gradualmente scomparse. La soluzione di cloruro di stronzio non è più stata aggiunta, poiché la ghiaia corallina del reattore al calcio contiene stronzio che viene sciolto in acqua insieme al calcio. Il cambio parziale d'acqua del 15% mensile permette di mantenere costante la concentrazione degli oligoelementi che quindi non vengono aggiunti.

4 Allestimento

L'acquario è rivestito internamente con una speciale schiuma poliuretanicata atossica di colore grigio-bruno con cui sono state celate le tubature interne in PVC e le pompe ad immersione. L'arredamento interno è costituito da circa 1000 Kg di pietre calcaree cementate con la schiuma poliuretanicata, che una volta ricoperta dalle alghe è irriconoscibile dalle rocce dell'arredamento. Nel giugno del 1997 l'acquario è stato riempito con

acqua di mare del Mediterraneo che è stata gentilmente fornita dall'Acquario di Genova e trasportata con un'autobotte. L'acqua di mare ha il vantaggio rispetto a l'acqua salata sintetica di accelerare il processo di maturazione dell'acquario trasportandovi preziosi microrganismi. Nel novembre del 1997 sono stati introdotti circa 100 Kg di rocce vive. Dopo la loro introduzione nell'acquario si è verificata una crescita esplosiva di alghe verdi, soprattutto alghe verdi filamentose, alcune delle quali hanno raggiunto una lunghezza anche di 30 cm. Per combattere queste alghe nei mesi successivi sono stati introdotti diversi organismi alghivori. Per primi sono stati introdotti dei Gasteropodi erbivori dei generi *Tectus* e *Nerita*, che sono dei grandi «brucatori» del tappeto di alghe che ricopre il materiale d'arredamento. Successivamente nell'aprile del 1998 sono stati introdotti i primi pesci: 5 *Zebrasoma flavescens* ghiotti di alghe filamentose. La squadra di alghivori è stata poi ampliata con i Blennidi *Salarias fasciatus* e *Atrosalarias fuscus* (FOSSÅ & NILSEN, 1996a; DELBEEK & SPRUNG, 1996). Quindi si è iniziato a popolare gradualmente l'acquario con invertebrati sessili robusti: gli Alcionacei *Sarcophyton* spp. e *Sinularia* spp. e gli Zoantiniari *Zoanthus* spp. e *Protopalythoa* spp. Date le dimensioni della vasca per collocare gli organismi sessili si deve lavorare dall'alto con una pinza e uno «specchio», ossia una bacinella con il fondo in plexiglas, che permette di vedere sotto acqua come con la maschera subacquea. Oltre a utilizzare organismi catturati in natura si è cercato, nei limiti del possibile, di procurare invertebrati riprodotti in cattività. Nel giugno del 1998 sono arrivati i primi Madreporari tra cui *Pocillopora* sp. e *Montipora digitata* riprodotti nel magnifico acquario corallino di 20.000 litri del Löbbecke Museum Aquazoo di Düsseldorf in Germania. Nel mese successivo sono stati introdotti alcuni Alcionacei relativamente delicati tra cui *Xenia elongata* e *X. umbellata* provenienti dagli acquari corallini della Haus der Natur di Salisburgo in Austria.

5 Comunità biologica attuale

Tutti i pesci e gli invertebrati provengono dall'Indo-Pacifico: dal Mar Rosso alle Isole Hawaii, la maggior parte dall'Indonesia. La comunità biologica è stata composta sulla base delle compatibilità delle singole specie tra di loro e con le condizioni ambientali. Sono state scelte solo specie che da letteratura vivono bene in acquario. Le specie sono state scelte anche in modo da popolare tutte le fasce d'acqua e microambienti (fondo, zone all'ombra, zone in piena luce o in piena corrente, cavità...) (DE GRAF, 1978; HUMANN, 1993; THALER, 1995; WILKENS, 1995; DELBEEK & SPRUNG, 1996 e 1998; FOSSÅ & NILSEN, 1995b, 1995c, 1996a, 1996b, 1998; BAENSCH & DEBELIUS, 1997; BAENSCH & PATZNER, 1998; ERHARDT & MOOSLEITNER, 1997a, 1997b; ERHARDT & BAENSCH, 1998 e 2000; PATZNER & MOOSLEITNER, 1999; VERON, 1986 e 2000; BROCKMANN, 2000). Molte specie sono state introdotte in acquario per controllare la crescita delle alghe o la proliferazione di eventuali parassiti degli invertebrati sessili o ancora per fare da «spazzini» sul fondo (eliminare resti di cibo e organismi morti) (DELBEEK & SPRUNG, 1996; FOSSÅ & NILSEN, 1996a).

A distanza di 4 anni dall'introduzione dei primi ospiti l'aspetto dell'acquario è notevolmente cambiato. Grazie alla regolare aggiunta di idrossido di calcio e al reattore al calcio le alghe calcaree rosse e varie specie dell'alga calcarea verde *Halimeda* sono cresciute sul materiale d'arredamento. Sul fondo localmente le «foglie» morte di *Halimeda* hanno formato uno strato di sabbia di 1 cm di spessore. Attualmente sono presenti 12 specie di pesci tra cui risaltano particolarmente i pesci chirurgo: *Acanthurus leucosternon*, *Paracanthurus hepatus*, *Zebrasoma flavescens* e *Z. xanthurum* (LUTY, 1999) (Tabella 1). Molti esemplari come ad esempio i Blennidi *Atrosalarias fuscus* e *Salarias fasciatus* hanno compiuto 4 anni in acquario. I Madreporari sono presenti con 18 generi, tra cui i generi a polipi piccoli: *Acropora*, *Montipora*, *Pocillopora*, *Porites*, *Stylophora*. Il genere *Montipora*, rappre-

sentato da almeno 6 specie, una sola delle quali è di sicura determinazione *M. digitata*, cresce particolarmente bene e si riproduce per via asessuata. Oltre ai Madreporari sono presenti altri «coralli duri» come il corallo blu *Heliopora coerulea* e il corallo di fuoco *Millepora* sp.. Molto numerosi sono anche gli Alcionacei con i generi *Cladiella*, *Lobophytum*, *Nephthea*, *Sarcophyton*, *Sinularia* e *Xenia*. Tra gli altri invertebrati sessili sono particolarmente appariscenti le 4 specie di *Tridacna*: *T. crocea*, *T. derasa*, *T. maxima*, *T. squamosa*. L'esemplare di *T. derasa*, in acquario da 4 anni, è cresciuto rapidamente decuplicando il peso iniziale e ha raggiunto la maturità sessuale come maschio. In più occasioni è stato possibile osservare l'emissione di spermatozoi in acqua. Nei prossimi anni dovrebbe raggiungere la maturità sessuale anche come femmina. Infatti nelle tridacne maturano prima le gonadi maschili, successivamente le gonadi femminili e contemporaneamente rimangono attive quelle maschili (KNOP, 1994).

Particolarmente interessanti per il pubblico sono gli Attiniari *Stichodactyla haddoni* ed *Entacmea quadricolor* che vivono in simbiosi con i pesci pagliaccio rispettivamente *Amphiprion melanopus* e *A. clarki* (FAUTIN & ALLEN, 1994). In tre anni, sotto la protezione dei tentacoli urticanti dell'anemone di mare, la coppia di *A. melanopus* ha deposto 70 volte le uova (200–300 uova per volta): in media una deposizione ogni 15 giorni! Le uova schiudono la sera del decimo giorno dalla deposizione, grazie alle cure parentali dei genitori che le difendono attivamente e le ventilano.

Oltre ai pesci ed invertebrati introdotti appositamente in acquario sono presenti innumerevoli organismi che sono arrivati come «clandestini» con le rocce vive o con gli invertebrati sessili e si sono riprodotti. Soprattutto nei filtri e nelle vasche di accrescimento e quarantena è possibile osservare Protozoi (come il grande Foraminifero *Homotrema rubrum*), Poriferi, Cnidari (tra cui gli Attiniari infestanti *Aiptasia* e *Anemonia*), Policheti Erranti e Sedentari, Crostacei (Copepodi, Misidacei, Anfipodi, Isopodi ...), Molluschi Gasteropodi, Echinodermi (Asteroidei ed Ofiuroidei) ed altri ancora.

6 Riproduzioni in acquario

Alcune specie di Alcionacei e di Madreporari si sono riprodotte per via asessuata in acquario. Gli Alcionacei *Xenia*, *Sinularia* e *Sarcophyton* si riproducono facilmente per scissione. Particolarmente rapida può essere la riproduzione di *Xenia*: nell'arco di un paio di mesi in condizioni ottimali la popolazione può decuplicare (MORPURGO, 2000). *Sinularia*, oltre ad essersi riprodotta spontaneamente per scissione, è stata riprodotta artificialmente con il metodo di KNOP (1998). Si recide un ramo di *Sinularia* con una lama affilata e pulita (contemporaneamente si filtra l'acqua con carbone attivo per eliminare i terpeni rilasciati dalla colonia ferita). Quindi si infila un sottile bastoncino di plastica atossica o di legno (stuzzicadenti) attraverso il ramo reciso, circa 1 cm sopra la superficie di taglio. Si lascia «riposare» il pezzo per alcuni giorni adagiandolo in acquario in un punto illuminato e ricco di corrente, in modo tale che la ferita possa rimarginare. Infine con degli elastici si lega lo stuzzicadenti a un sasso, nell'arco di due settimane il ramo di *Sinularia* si fissa al substrato. Questo tipo di intervento si è reso addirittura necessario per «potare» le colonie cresciute troppo che, arrivando a toccare dei Madreporari vicini, li stavano danneggiando.

Tra i Madreporari il genere *Montipora* è quello che più facilmente si riproduce per via asessuata per frammentazione. La riproduzione può essere spontanea oppure artificiale. Nel secondo caso è sufficiente staccare dei «rametti» da una colonia e incastrarli su un substrato idoneo. A tale scopo è possibile utilizzare anche uno speciale cemento a due componenti per coralli. In condizioni ambientali ottimali, i rametti crescono rapidamente ricoprendo il cemento formando una nuova colonia. Una delle vasche di qua-

rantena ed accrescimento del sotterraneo è adibita alla «coltivazione» di colonie di *Montipora* riprodotte artificialmente. Attualmente sono in accrescimento numerose colonie di *M. digitata* e di una seconda specie di incrostante verde non determinata (VERON, 2000) che sono i discendenti degli esemplari donati nel giugno del 1998 dal Löbbecke Museum Aquazoo di Düsseldorf. Alcune di queste colonie sono utilizzate per popolare l'acquario d'esposizione, le altre sono utilizzate per scambi con acquariofili privati o con acquari pubblici. Recentemente alcune colonie di queste due specie di *Montipora* sono state fornite all'Acquario del Parco Le Navi di Cattolica, prossimamente è previsto uno scambio con l'Acquario di Genova.

Riproduzione sessuata

Nella primavera del 2002 è stato scoperto su una roccia presente in acquario da più di 4 anni un antocaulo di *Heliofungia actiniformis*. Questa specie appartiene alla famiglia dei Fungidi che è caratterizzata da una singolare forma di riproduzione sessuale, mediante la quale vengono prodotti dei cosiddetti antocauli. Per antocaulo si intende il polipo sessile, peduncolato, che si sviluppa dalla larva planula una volta che questa si è insediata su un substrato. Durante l'accrescimento si allunga il peduncolo basale e si allarga il disco orale detto antociato (FOSSÀ & NILSEN, 1995c). L'antocaulo scoperto è nato quasi sicuramente per riproduzione sessuale in acquario e questo è un evento raro riportato solo singolarmente in letteratura (HEBBINGHAUS, 2001). Successivamente il polipo discoidale si è staccato dal peduncolo fissato al substrato e adesso continua ad accrescersi libero sul fondo. Sull'antocaulo si è formato un secondo antociato (una sorta di strobilazione) che attualmente sta crescendo.

Diverse specie di pesci corallini depongono regolarmente le uova nell'acquario del Museo. Purtroppo, allo stato attuale, si è riusciti ad allevare solo gli avannotti di *Pterapogon kauderni*. Questo Apogonide originario dell'Indonesia è un incubatore orale. Il maschio, dopo la fecondazione delle uova, «cova» le uova in bocca per 4 settimane, durante le quali non si alimenta. Quindi libera i piccoli pesci completamente sviluppati tra gli aculei dei ricci di mare *Diadema*, dove essi trovano rifugio e non vengono predati dagli altri pesci (FOSSÀ & NILSEN, 1995b; BAENSCH & PATZNER, 1998). I giovani *Pterapogon kauderni* nati nell'acquario d'esposizione sono stati trasferiti in una delle vasche di accrescimento del sotterraneo dove, fin dal primo giorno, sono stati alimentati con naupli di *Artemia salina*. I primi nati hanno adesso un anno d'età e hanno raggiunto la maturità sessuale e si attende la loro riproduzione.

L'acquario di barriera corallina del Museo di Scienze Naturali di Bolzano è stato allestito per presentare in maniera viva la genesi delle Dolomiti. Negli anni è diventato l'attrazione dell'esposizione permanente del Museo. Infatti per poter osservare in un museo o in un acquario pubblico un altro acquario di barriera corallina di queste dimensioni e con la stessa varietà di invertebrati sessili e pesci da Bolzano è necessario andare alla «Haus der Natur» di Salisburgo o all'Acquario di Genova. L'interesse didattico suscitato dall'acquario è aumentato negli anni. Sempre più classi scolastiche vengono appositamente al Museo per effettuare lezioni davanti all'acquario di barriera corallina sulla sistematica zoologica, sulle simbiosi, sui tipi di riproduzione e sull'etologia dei pesci.

In futuro si prevede di aumentare ulteriormente la biodiversità dell'acquario aggiungendo alla comunità biologica attuale nuove specie di pesci ed invertebrati, ad esempio Madreporari a polipo piccolo come *Acropora*, utilizzando il più possibile esemplari riprodotti in acquario ottenuti tramite scambi con acquari pubblici, musei e allevatori privati.

Tabella 1:**Lista dei pesci e dei principali invertebrati presenti nell'acquario di barriera corallina del Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige nel giugno 2002**

			Esemplari o colonie	note
CNIDARIA	HYDROZOA	<i>Millepora</i> spp.	2	
	STOLONIFERA	<i>Pachyclavularia</i> spp.	8	riproduzione
	ALCYONACEA	<i>Cladiella</i> sp.	1	
		<i>Lobophytum</i> spp.	8	
		<i>Nephthea</i> sp.	2	
		<i>Sarcophyton</i> spp.	10	riproduzione
		<i>Sinularia</i> spp.	12	riproduzione
		<i>Xenia elongata</i>	6	riproduzione
	HELIOPORACEA	<i>Helipora coerulea</i>	2	riproduzione
	ACTINARIA	<i>Entacmaea quadricolor</i>	1	
		<i>Stichodactyla haddoni</i>	1	
		<i>Aiptasia</i> sp.	decine	infestante
		<i>Anemonia</i> cf. <i>majano</i>	decine	infestante
	ZOANTHINIARIA	<i>Protopalythoa</i> sp.	2	
	CORALLIMORPHARIA	<i>Discosoma</i> spp.	decine	riproduzione
		<i>Rhodactis</i> spp.	decine	riproduzione
	SCLERACTINIA	<i>Acropora</i> sp.	1	
		<i>Cynarina lacrymalis</i>	1	
		<i>Euphyllia ancora</i>	2	
		<i>Euphyllia cristata</i>	3	
		<i>Euphyllia glabrescens</i>	3	
		<i>Favia</i> spp.	4	
		<i>Favites</i> spp.	4	
		<i>Fungia</i> sp.	2	
		<i>Galaxea fascicularis</i>	4	
		<i>Heliofungia actiniformis</i>	2	riproduzione
		<i>Hydnophora</i> sp.	1	
		<i>Lobophyllia</i> spp.	3	
		<i>Montipora digitata</i>	12	riproduzione
		<i>Montipora</i> spp.	15	riproduzione
		<i>Pavona</i> sp.	1	
		<i>Physogyra</i> sp.	3	
		<i>Platygyra</i> sp.	1	
		<i>Pocillopora</i> spp.	4	riproduzione
		<i>Porites</i> sp. + <i>Spirobranchus</i> sp.	2	
		<i>Stylophora</i> sp.	2	
		<i>Trachyphyllia geoffroyi</i>	2	

			Esemplari o colonie	note	
MOLLUSCA	GASTROPODA	<i>Monodonta turbinata</i>	centinaia	riproduzione	
		<i>Nerita albicilla</i>	5		
		<i>Stomatella</i> sp.	centinaia	riproduzione	
		<i>Tectus</i> spp.	decine	riproduzione	
	BIVALVIA	<i>Tridacna crocea</i>	4		
		<i>Tridacna derasa</i>	1		
		<i>Tridacna maxima</i>	1		
		<i>Tridacna squamosa</i>	1		
CRUSTACEA	DECAPODA	<i>Clibanarius</i> spp.	30		
		<i>Lysmata amboinensis</i>	5		
		<i>Lysmata debelius</i>	6		
ECHINODERMATA	OPHIUROIDEA	<i>Ophiocoma</i> spp.	centinaia	riproduzione	
	ECHINOIDEA	<i>Diadema setosum</i>	4		
		<i>Diadema savignyi</i>	3		
<i>Echinometra</i> sp.		1			
	ASTEROIDEA	<i>Asterina</i> sp.	centinaia	infestanti	
PISCES	ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus leucosternon</i>	1		
		<i>Paracanthurus hepatus</i>	1		
		<i>Zebrasoma flavescens</i>	2		
		<i>Zebrasoma xanthurum</i>	3		
		LABRIDAE	<i>Pseudocheilinus hexataenia</i>	3	
		BLENNIIDAE	<i>Atrosalarias fuscus</i>	2	
			<i>Salarias fasciatus</i>	1	
		POMACENTRIDAE	<i>Amphiprion clarki</i>	1	
			<i>Amphiprion melanopus</i>	2	
			<i>Chromis viridis</i>	17	
		SERRANIDAE	<i>Pseudanthias pleurotaenia</i>	2	
		APOGONIDAE	<i>Pterapogon kauderni</i>	6	(2 riprodotti)

Riassunto

Nel 1997 al Museo di Scienze Naturali di Bolzano è stato allestito un grande acquario di barriera corallina per presentare in maniera viva la genesi delle Dolomiti.

Nell'acquario, tra vasca d'esposizione, filtri e vasche collegate circolano complessivamente 8000 litri d'acqua salata. L'acquario è dotato di un complesso sistema di filtraggio e trattamento dell'acqua composto da filtro meccanico tramite pompe di movimento, filtro biologico con 200 Kg di «rocce vive» illuminate, un grande schiumatoio e un filtro a carbone attivo. La temperatura dell'acqua viene mantenuta tra 25°C (d'inverno) e 27°C (in estate); il riscaldamento dell'acqua deriva dal calore prodotto dalle lampade e dall'azione delle pompe, e deve venire raffreddato nei mesi più caldi tramite un potente refrigeratore e due ventilatori. Un reattore al calcio con anidride carbonica e l'aggiunta di idrossido di calcio permettono di mantenere un'elevata concentrazione di calcio.

L'impianto è completato da un gruppo di pompe che genera un forte movimento dell'acqua (80.000 l/h). 3 lampade HQI da 1000 W e 18 tubi al neon blu da 58 W generano una luce simile per intensità e composizione spettrale a quella naturale dei tropici. Nella primavera del 1998 sono stati introdotti i primi animali. Attualmente in acquario sono presenti 12 specie di pesci, 18 generi di Madreporari, 6 generi di Alcionacei e numerosi altri invertebrati. Alcuni Madreporari e molti Alcionacei si sono riprodotti per via asessuata. Recentemente si è verificata la riproduzione sessuata del Madreporario *Heliofungia actiniformis*. Tra i pesci *Pterapogon kauderni* si è riprodotto. Negli anni l'acquario è diventato l'attrazione dell'esposizione permanente del Museo e un ottimo strumento per la didattica.

Zusammenfassung

Das Korallenriff-Aquarium im Naturmuseum Südtirol in Bozen

Im Jahr 1997 wurde im Naturmuseum Südtirol ein großes Korallenriff-Aquarium eingerichtet, um die Entstehung der Dolomiten lebendig darzustellen. Im Aquarium zirkulieren, zwischen großem Schauaquarium, Filtern und angeschlossenen Becken, insgesamt 8.000 Liter Salzwasser. Das Aquarium ist mit einer komplexen Filtrier- und Wasseraufbereitungsanlage ausgestattet, die sich im einzelnen zusammensetzt aus mechanischem Filter mit Umlaufpumpen, biologischem Filter mit 200 kg beleuchteten, sog. „lebenden Steinen« und, im Untergeschoß, aus einem großen Abschäumer und einem Aktivkohlefilter. Die Wassertemperatur wird konstant zwischen 25 °C (im Winter) und 27 °C (im Sommer) gehalten, wobei zur Erwärmung des Wassers die Lampen und die Pumpen ausreichen; in der warmen Jahreszeit ist sogar Abkühlung durch zwei starke Ventilatoren erforderlich. Ein Kalkreaktor mit Kohlendioxidgas und die dosierte Zufuhr von gesättigter Kalkwasserlösung ermöglichen die Einhaltung eines hohen Calciumgehaltes.

Die Anlage wird vervollständigt durch Pumpenaggregate, die für eine rasche Wasserumwälzung (80.000 Liter/Stunde) sorgen. Drei HQI-Lampen von je 1000W und 18 Leuchtröhren mit blauem Neon zu 58W erzeugen ein Licht, welches hinsichtlich Intensität und Spektralzusammensetzung dem natürlichen Sonnenlicht in den Tropen, an der Wasseroberfläche von Korallenriffen, entspricht.

Im Frühjahr 1998 wurden die ersten Tieren ins Aquarium eingesetzt. Derzeit sind im Aquarium vertreten: 12 Arten von Fischen, 18 Gattungen von Steinkorallen und 6 Gattungen von Weichkorallen sowie zahlreiche andere Wirbellose. Einige Steinkorallen und viele Weichkorallen haben sich bereits ungeschlechtlich vermehrt. Die Steinkoralle *Heliofungia actiniformis* hat sich neuerdings sogar geschlechtlich vermehrt. Unter den Fischen hat sich *Pterapogon kauderni* vermehrt. In diesen Jahren ist das Korallenriff-Aquarium eine Hauptattraktion der Dauerausstellung des Naturmuseums geworden und zudem ein ausgezeichnetes Mittel für Museumsdidaktik.

Letteratura

- BAENSCH H. A. & DEBELIUS H., 1997: Meerwasser Atlas. Band 1: Anemonen, Krebstiere, Fische, Algen. 3. Auflage. Mergus Verlag, Melle.
- BAENSCH H. A. & PATZNER R. A., 1998: Meerwasser Atlas. Band 7: Perciformes (Barschartige) ausgenommen Falter- und Kaiserfische. Mergus Verlag, Melle.
- BOSELLINI A., 1996: Geologia delle Dolomiti. Casa Editrice Athesia, Bolzano.
- BROCKMANN D., 2000: Fische und Korallen im Meer und im Aquarium. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- COGNETTI G., SARÀ M. & MAGAZZÙ G., 1999: Biologia Marina. Calderini, Bologna.
- DE GRAF F., 1978: Enciclopedia dei pesci marini tropicali. Primaris, Rozzano (Milano).
- DELBEEK J.C. & SPRUNG J., 1996: Das Riffaquarium. Band 1, Dähne Verlag, Ettlingen.
- DELBEEK J.C. & SPRUNG J., 1998: Das Riffaquarium. Band 2, Dähne Verlag, Ettlingen.
- ERHARDT H. & MOOSLEITNER H., 1997a: Meerwasser Atlas. Band 2: Wirbellose Tiere. 2. Auflage. Mergus Verlag, Melle.
- ERHARDT H. & MOOSLEITNER H., 1997b: Meerwasser Atlas. Band 3: Wirbellose Tiere. 2. Auflage. Mergus Verlag, Melle.
- ERHARDT H. & BAENSCH H. A., 1998: Meerwasser Atlas. Band 4: Wirbellose. Mergus Verlag, Melle.
- ERHARDT H. & BAENSCH H. A., 2000: Meerwasser Atlas. Band 5: Wirbellose. Mergus Verlag, Melle.
- FAUTIN D. G. & ALLEN G.R., 1994: Anemonenfische und ihre Wirte. Tetra Verlag, Melle.
- FOSSÀ S. A. & NILSEN A. J., 1995a: Korallenriff-Aquarium. Band 1 – Grundlagen für den erfolgreichen Betrieb eines Korallenriff-Aquariums. 3. Auflage. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- FOSSÀ S. A. & NILSEN A. J., 1995b: Korallenriff-Aquarium. Band 3 – Zoogeographie, Systematik und Nomenklatur, Fische im Korallenriff und für das Korallenriff-Aquarium. 2. Auflage. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- FOSSÀ S. A. & NILSEN A. J., 1995c: Korallenriff-Aquarium. Band 4 – Nesseltiere im Korallenriff und für das Korallenriff-Aquarium. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- FOSSÀ S. A. & NILSEN A. J., 1996a: Korallenriff-Aquarium. Band 2 – Dekoration und Aquarientypen, Einfahren eines Korallenriff-Aquariums, Lebende Steine und Algen, Futter, Vermehrung, Parasiten, Krankheiten. 3. Auflage. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- FOSSÀ S. A. & NILSEN A. J., 1996b: Korallenriff-Aquarium. Band 5 – Einzellige Organismen, Schwämme, marine Würmer und Weichtiere im Korallenriff und für das Korallenriff-Aquarium. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- FOSSÀ S. A. & NILSEN A. J., 1998: Korallenriff-Aquarium. Band 6 – Korallenriff-Aquaristik heute und morgen, Krebstiere, Stachelhäuter, Seescheiden und andere Wirbellose im Korallenriff und im Korallenriff-Aquarium. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- FOSSÀ S. A. & NILSEN A. J., 2001: Korallenriff-Aquarium. Band 1 – Grundlagen für den erfolgreichen Betrieb eines Korallenriff-Aquariums. 4. Auflage. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- HEBBINGHAUS R., 1994: Der Löbbbecke-Kalkreaktor, DATZ 8: 517–522.
- HEBBINGHAUS R., 2001: Allevamento e riproduzione sessuale di *Heliofungia actiniformis*. aquarium N. 1: 44–48, Primaris, Milano.
- HOCHSTETTER W., 1997: 10 Jahre Korallenriffanlage des Löbbbecke Museum + Aquazoo – Entwicklung und Erfahrungen. 4. Internationales Meerwasser-Symposium, Bochum.
- HUMANN P., 1993: Reef Coral Identification: Florida, Caribbean, Bahamas. – New World Publications, Inc., Jacksonville.
- KÜCK H., SLABIK R. & STIRNBERG E., 1999: Das erste Jahr des großen Korallenriffbeckens (170.000 l) im Tierpark + Fossilium Bochum. 5. Internationales Meerwasser-Symposium, Bochum.
- KNOP D., 1994: Riesenmuscheln. Dähne Verlag, Ettlingen.
- KNOP D., 1998: Riffaquaristik für Einsteiger. Dähne Verlag, Ettlingen.
- KNOP D., 2001: Riffaquarien: Aquarienporträts aus aller Welt. Dähne Verlag, Ettlingen.

- LUTY A., 1999: Doktorfische: Lebensweise – Pflege – Arten. Dähne Verlag, Ettlingen.
- MORPURGO M., 1999: 8000 litri di barriera corallina: l'acquario del Museo di Scienze Naturali di Bolzano. aquarium N. 10, Primaris, Milano.
- MORPURGO M., 2000: Riproduzione asessuata di *Xenia* in acquario. aquarium N. 3, Primaris, Milano.
- PATZNER R. A. & MOOSLEITNER H., 1999: Meerwasser Atlas. Band 6: Non Perciformes (Nicht-Barschartige) sowie Falter- und Kaiserfische. Mergus Verlag, Melle.
- RICHTER U., 1999: „Korallenriff im Troparium« – Tierpark Hagenbeck. 5. Internationales Meerwasser-Symposium, Bochum.
- SCHUHMACHER H., 1982: Korallenriffe: Verbreitung, Tierwelt, Ökologie. – BLV Verlagsgesellschaft, München.
- THALER E., 1995: Fische beobachten. Verhaltenstudien an Meeresfischen und Wirbellosen im Aquarium und im Freiwasser. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- VERON J.E.N., 1986: Corals of Australia and the Indo-Pacific. – University of Hawaii Press, Honolulu.
- VERON J.E.N., 2000: Corals of the World. – 3 Volumes – Australian Institute of Marine Science, Townsville.
- WILKENS P. & BIRKHOLZ J., 1995: Invertebrati: Stoloniferi, Alcionacei e Gorgonacei. Volume 1. Primaris, Rozzano (Milano).
- WILKENS P., 1995: Invertebrati: Sclerattinie, Corallimorfari e Zoantiniari. Volume 2. Primaris, Rozzano (Milano).
- WOOD E. M., 1983: Corals of the World. T.F.H. Publications, Inc., Ltd.