

# IL MANUALE DI **TAVOLARA LAB**

LA SCIENZA DEL CITTADINO INSIEME ALL'AMP DI TAVOLARA

**Insieme per la conservazione  
della biodiversità marina**

**La partecipazione dei cittadini alle attività  
delle Aree Marine Protette del Mediterraneo**

*a cura di* **Augusto Navone e Gavino Canu**



### Crediti fotografici

Tutte le immagini sono dell'archivio AMP Tavolara Punta Coda Cavallo eccetto: pag. 6, Laurent Ballesta; 7, 8, 36a-c, 37, 38, 39, 40, 50, 56, Egidio Trainito; pagg. 22b, 23a, 24ab, archivio Reef Check; pag. 12 David Perea; pagg. 15, 28, 32, Massimo Ponti; pag. 10, Eva Turicchia; pag. 36b, G. Neto; pagg. 41, 42, 44, 45, 46, 47, contributi di Luana Magnani, Gianluca Pecetti, Irina Podda; pagg. 55, 58, 60, 61, Miho Tsuruoka; pag. 52a, Andrea Mignogna.

## Il Manuale di TAVOLARALAB

a cura di Augusto Navone e Gavino Canu

con i contributi di:

Augusto Navone · Massimo Ponti · Carlo Cerrano · Giovanna Spano · Andrea Deiana · Elena Desiderà · Carlotta Mazzoldi · Paolo Guidetti · Giorgia Nervegna · Eva Turicchia · Gavino Canu · Pietro Navone · Pier Augusto Panzalis

Realizzato nell'ambito del progetto finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "La promozione e divulgazione della biodiversità dell'AMP di Tavolara attraverso la scienza del cittadino: TavolaraLab"

Si ringraziano: Leila Diving Center, Atmosphere Diving Center, Aquarius Diving Center, Porto San Paolo Diving Center, Tavolara Diving Center, Mare Azzurro Diving Center, Karibu Diving Center e tutti i volontari che hanno partecipato alle attività sul campo.

© Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo 2019

ISBN 9788874321971

Tutti i diritti sono riservati.

La riproduzione, anche parziale, di testi, fotografie e disegni, sotto qualsiasi forma, per qualsiasi uso e con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopiatura sostitutiva dell'acquisto del libro, è rigorosamente vietata. Ogni inadempienza e trasgressione saranno perseguite ai sensi di legge.

Progetto grafico, editing e impaginazione: Dario Maiore  
Edizione a cura dell'Editrice Taphros

# Il Manuale di TAVOLARA LAB

Il sapere è l'alleato più importante per comprendere le dinamiche complesse che regolano i processi ambientali del territorio e che consente di responsabilizzare i visitatori dalle Area Marine Protette (AMP) ad avere un comportamento individuale più sostenibile.

Con questi propositi nasce il manuale **TavolaraLab**, una guida pratica che condivide attività, risultati ed esperienze messe in campo in questi anni dall'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo, attraverso azioni svolte con il coinvolgimento diretto delle persone che frequentano e vivono il territorio, secondo l'approccio della 'scienza del cittadino'.

I contributi, divisi per capitoli e per azioni specifiche, sono stati scritti da studiosi e ricercatori che hanno collaborato attivamente alle azioni, con l'intenzione di restituire, con un lessico e una forma il più possibile comprensibile, a tutti i potenziali cittadini-scienziati che insistono sul territorio locale e nazionale, le esperienze e le metodologie messe in atto.

L'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo ha molto investito in questi anni nei processi di formazione a diversi livelli.

Promuove e sostiene il corso di Laurea magistrale in **Gestione dell'Ambiente e del Territorio (GAT)** dell'Università di Sassari, che mira a formare una nuova generazione di professionisti nel campo della biologia marina e della tutela del territorio, con chiare competenze nell'ambito della comunicazione scientifica e dirigenziale e che presto verrà trasferito ad Olbia presso un centro formativo promosso e realizzato dall'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo.

Organizza, insieme all'associazione **International School for Scientific Diving (ISSD)**, il corso per Ricercatore Scientifico Subacqueo, corso professionalizzante che conta ogni anno un incremento significativo delle iscrizioni.

Realizza e sostiene da diversi anni azioni di scienza del cittadino che hanno portato alla definizione e perfezionamento



del progetto TavolaraLab, volto alla **promozione e divulgazione della biodiversità dell'AMP Tavolara Punta Coda Cavallo attraverso la scienza del cittadino**. Un progetto condiviso e finanziato dal **Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare** e realizzato in collaborazione con l'associazione **Reef Check Italia onlus**.

TavolaraLab ha visto coinvolti cittadini, turisti e studenti in diverse azioni: la **Foresta Sottomarina** per il monitoraggio della *Posidonia oceanica*; **Riconosci la Cernia** per l'azione di foto-identificazione della cernia bruna, per monitorarne i comportamenti e le migrazioni riproduttive; l'attività **Liberiamo le Dune**, per l'eradicazione della pianta invasiva *Carpobrotus* spp.; e l'azione **Spiaggia Pulita** per il monitoraggio e la pulizia delle spiagge dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo.

Quest'ampio fenomeno di condivisione, coinvolgimento e attività sul campo è una delle caratteristiche essenziali e fondamentali della scienza del cittadino che riprende i valori umani presenti nell'aiuto reciproco, nella cura del territorio e ci ricorda le responsabilità che abbiamo nei confronti della Terra che ci ospita, oggi sempre più turbata dai cambiamenti climatici. Tutto questo richiede una gestione dell'ambiente e degli ecosistemi attenta alle dinamiche naturali e uno sviluppo socio-economico eco-compatibile.

L'intento dell'Ente gestore, attraverso il manuale TavolaraLab, è quello di coinvolgere un numero sempre maggiore di cittadini, turisti e fruitori, nel complesso lavoro di gestione dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo, facendoli diventare per uno o più giorni "Cittadini Scienziati". Lavorando per condividere e facilitare la diffusione di queste esperienze, costruiamo con le persone una comunità attenta alla salvaguardia della natura e capace di generare un contagio positivo.

*Studenti dell'Istituto  
Tecnico D. Panedda  
alla conclusione di  
un'attività sul campo*

**Alessandro Casella**

Presidente Consorzio di Gestione  
AMP Tavolara Punta Coda Cavallo



# Indice

<b>La <i>Citizen Science</i> nelle Aree Marine Protette</b>	<b>5</b>
( <i>Carlo Cerrano · Massimo Ponti</i> )	
Conservazione della biodiversità marina e costiera: la <i>mission</i> delle AMP	5
L'opportunità della CS nella programmazione gestionale delle AMP	9
Sistemi di validazione scientifica della Citizen Science	13
<b>Lotta al degrado ambientale: spiaggia pulita per natura</b>	<b>15</b>
( <i>Massimo Ponti · Giorgia Nervegna · Eva Turicchia · Gavino Canu</i> )	
Perché le spiagge sono così importanti	15
L'esperienza dell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo	
L'applicazione del protocollo di monitoraggio	
Cosa si trova sulle spiagge?	
Resti naturali	
Rifiuti	
<b>Aliens: riconosci le specie aliene marine</b>	<b>25</b>
( <i>Massimo Ponti · Augusto Navone</i> )	
Quali sono le specie 'aliene'	
Il successo d'insediamento	
Le vie di diffusione	
L'esperienza dell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo e il contributo dei cittadini	
<b>Riconosci la Cernia: monitoraggio della fauna ittica</b>	<b>34</b>
( <i>Elena Desiderà · Carlotta Mazzoldi · Paolo Guidetti</i> )	
I pesci - perché sono importanti?	
I pesci - perché studiarli?	
Come possiamo studiare le comunità ittiche?	
Riconosci la cernia: monitoraggio della fauna ittica	
Premessa	
Obiettivo	
Metodi	
Risultati	

<b>Liberiamo le Dune: riconosci le specie aliene della fascia costiera e interventi di eradicazione</b> ( <i>Giovanna Spano · Andrea Deiana</i> ) Le piante del genere <i>Carpobrotus</i>	<b>40</b>
<b>La Foresta sommersa: conservazione della <i>Posidonia oceanica</i></b> ( <i>Andrea Deiana · Pietro Navone · Pier Augusto Panzalis</i> ) Cosa sta succedendo alle praterie di Posidonia? Perché è importante proteggere le praterie di Posidonia? Come possiamo proteggere la Posidonia? L'azione "Foresta Sottomarina" L'utilità dei dati raccolti e dell'attività svolta	<b>52</b>



# La *Citizen Science* nelle Aree Marine Protette

*Carlo Cerrano · Massimo Ponti*

## **Conservazione della biodiversità marina e costiera: la mission delle AMP**

Sappiamo da decenni che l'attuale modello di sviluppo non è sostenibile e che è urgente un rapido cambio di tendenza, se si vuole garantire un futuro dignitoso alle prossime generazioni.

Nell'attesa che le politiche miopi, basate sul profitto del momento, mettano a fuoco soluzioni lungimiranti, la realizzazione di aree protette offre l'opportunità di studiare modelli di sviluppo sostenibili. Da questo punto di vista le aree protette in genere rappresentano importanti laboratori, dove buone prassi sono sviluppate e applicate, testando quindi soluzioni che dovrebbero essere poi estese su larga scala.



*Gorgonia alla  
Secca del Papa*



Le aree marine protette (AMP) giocano una partita molto complessa perché devono affrontare in modo integrato problematiche sia terrestri sia marine. In ambiente terrestre le AMP devono porre attenzione alle esigenze delle comunità locali e limitare gli impatti che le attività dell'uomo potrebbero avere sulla zona costiera. In ambiente marino è fondamentale creare o mantenere le condizioni di minimo disturbo, limitando il prelievo delle risorse e garantendo la massima biodiversità possibile, pur consentendo un certo livello di fruizione dell'area e di sviluppo sostenibile.

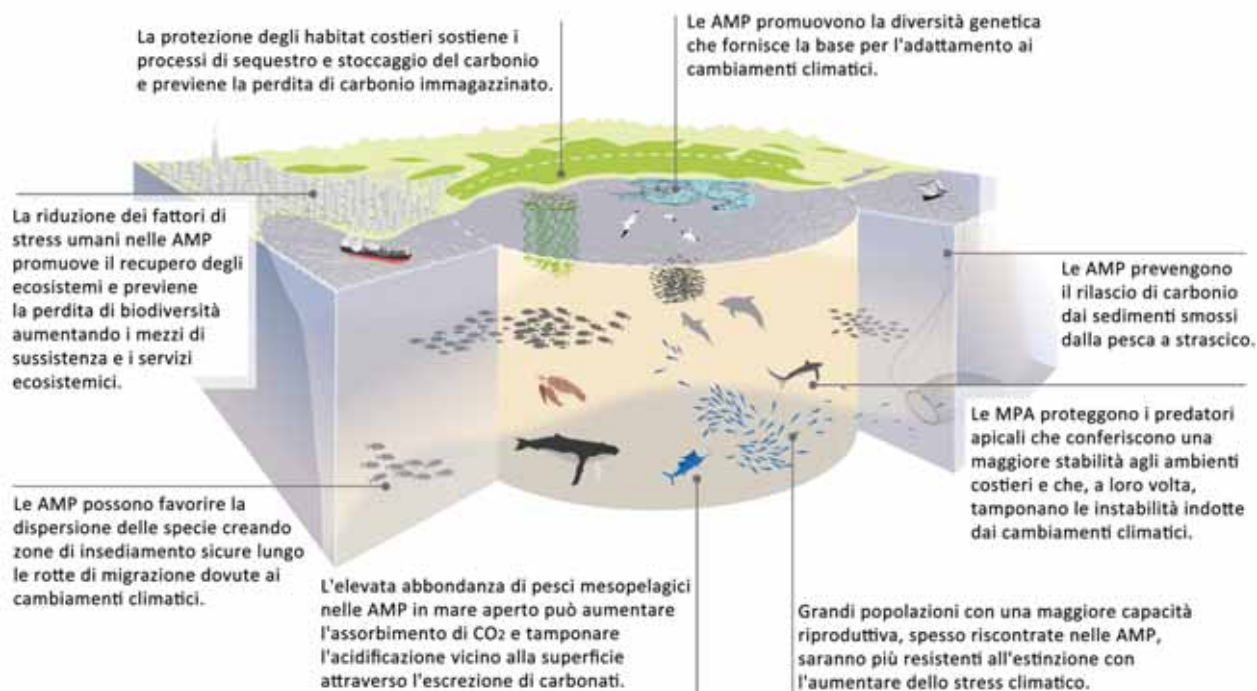
Mantenere elevati livelli di biodiversità garantisce la massima capacità degli ecosistemi di rispondere e reagire agli effetti dei cambiamenti climatici e all'invasione di specie aliene. Ambienti compromessi da attività antropiche impattanti come pesca, turismo, alterazioni della fascia costiera, essendo già in una condizione di stress, hanno maggiori difficoltà a resistere a stress climatici e le comunità che ospitano ad opporsi all'arrivo di nuove specie provenienti da altre aree geografiche.

Il ruolo principale delle AMP è quindi quello di accompagnare la società in un percorso di consapevolezza e maggiore attenzione verso la fruizione delle risorse naturali.

Nelle AMP non ci sono solo divieti, come spesso invece è percepito, ma c'è lo studio, l'educazione ambientale, la sperimentazione e l'attuazione di comportamenti sostenibili, con evidenti effetti positivi a lungo termine, a beneficio non solo delle comunità locali ma dell'intera società. Network di AMP possono amplificare l'effetto protezione ma è importante che la società percepisca l'urgenza che questo avvenga (Figura 1).

La Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) dell'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) ha stabilito che entro l'anno 2020 si dovrebbe raggiungere una superficie di mare protetta pari al 10% del totale (Aichi Target 11). L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per la società,





il pianeta e lo sviluppo sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. L'Obiettivo 14 dell'ONU (Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile) adotta e rafforza questo impegno, consapevoli del fatto che numerosi scienziati ritengono essere il 30% la soglia minima di protezione adeguata da raggiungere per garantire un reale effetto duraturo. Tale messaggio è stato recepito dalla Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) e il World Conservation Congress nel 2016 ha raccomandato l'obiettivo del 30% di superficie di oceani protetti entro il 2030.

Il più grande ostacolo al progresso a questo punto non è la resistenza politica, ma è il riconoscimento da parte del pubblico che il degrado degli oceani rappresenta una crisi della stessa portata del cambiamento climatico globale e che affrontarlo adeguatamente permetterebbe anche di mitigare gli effetti di quest'ultimo.

La società sta facendo investimenti di denaro e risorse umane nello sviluppo di nuove aree protette e nella loro gestione. Per questo motivo la società e i manager devono sapere se questi investimenti sono efficaci. A oggi esiste un consenso generale, ma non omogeneo, sui benefici e sui costi delle AMP per la

Figura 1.  
Le otto principali modalità con cui le AMP possono mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici in mare (Modificato da Roberts et al., 2017<sup>1</sup>).

1 Roberts CM et al. (2017) Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114: 6167-6175.

conservazione della biodiversità e la gestione della pesca. Gran parte di questo dibattito riflette la difficoltà di raccogliere dati standardizzati su larga scala. Le metodologie di monitoraggio sono ancora troppo eterogenee tra le varie AMP, sia su scala locale sia regionale.



All'interno di una comunità gli approcci collaborativi possono portare a risultati molto incoraggianti in vari ambiti. Nel caso del monitoraggio di aree d'interesse naturalistico, il processo noto come 'Community Based Monitoring' (CBM) prevede che "cittadini, enti governativi, industrie, università, associazioni e istituzioni locali collaborino per monitorare, tracciare e rispondere a problemi di interesse comunitario [ambientale]"<sup>2</sup> e i cittadini e le parti interessate sono inclusi nella gestione delle risorse naturali<sup>3</sup>. I progetti di 'Citizen Science'

rappresentano uno strumento molto efficace a supporto del raggiungimento di questi obiettivi.

### **L'opportunità della CS nella programmazione gestionale delle AMP**

La Citizen Science (CS) è un supporto alla ricerca che gli scienziati utilizzano da decenni. Tuttavia il termine è spesso utilizzato per definire diverse modalità di partecipazione dei cittadini alla ricerca e prima di approfondire l'argomento è meglio definirlo.

In questo contesto intendiamo il coinvolgimento del pubblico in un progetto scientifico, un progetto che produce dati scientificamente affidabili, soggetti allo stesso sistema di revisione tra pari che si applica alla scienza convenzionale, utilizzabili non solo dai ricercatori ma anche da politici e gestori.

I dati sono generalmente accessibili a tutti e deve esserci un riconoscimento pubblico del coinvolgimento dei volontari. Oltre alla partecipazione di volontari, la CS, così come la

2 Whitelaw G et al. (2003) Establishing the Canadian Community Monitoring Network. *Environmental Monitoring and Assessment*, 88: 409-418.

3 Keough HL, Blahna DJ (2006) Achieving integrative, collaborative ecosystem management. *Conservation Biology*, 20(5): 1373-1382.

definiamo, è quasi indistinguibile dalla scienza convenzionale condotta da scienziati professionisti unitamente a tecnici o studenti. Scienza convenzionale e CS utilizzano vari mezzi per raggiungere una varietà di obiettivi, tra cui la ricerca di base, la gestione e l'istruzione. La CS è scienza (con l'aggiunta di volontari) e dovrebbe essere trattata come tale nella sua progettazione, implementazione e valutazione.

Per chiarire l'importanza di incorporare la CS in approcci di co-gestione nelle AMP consideriamo le seguenti domande:

- Le aree protette sono in grado di conservare efficacemente i valori per cui sono state istituite?
- La gestione di queste aree è efficace e come può essere migliorata?
- I progetti, gli interventi e le attività di gestione specifici raggiungono i loro obiettivi e come possono essere migliorati?

Di seguito uno schema pubblicato di recente che riassume le principali caratteristiche che determinano una gestione delle AMP più o meno efficiente (Figura 2).

Come ci spiega la storia dell'evoluzione della vita sul nostro pianeta, il passaggio da un sistema semplice a uno complesso avviene generalmente quando compare una nuova via di comunicazione. Quando singoli elementi di un sistema iniziano a comunicare e a scambiarsi informazioni tra loro si crea un'interazione che porta spesso all'evoluzione

Figura 2.  
Cinque fattori principali che determinano il fallimento e il successo delle AMP in tutto il mondo secondo il giudizio di esperti. (Modificato da Giakoumi et al., 2018<sup>4</sup>).



4 Giakoumi et al. (2018) Revisiting “Success” and “Failure” of Marine Protected Areas: A conservation scientist perspective. *Frontiers in Marine Science*, 5: 223.

di un nuovo sistema. Questo è quello che è successo in ogni passaggio chiave dell'evoluzione. Se c'è la volontà di costruire una rete funzionante di AMP mediterranee è importante sviluppare un linguaggio comune per condividere esperienze e risultati. La condivisione dei dati è spesso ancora molto difficile a causa di una scarsa disponibilità generale degli scienziati. L'opportunità offerta dalla CS potrebbe innescare un cambiamento nella comunicazione, condividendo i dati raccolti dai volontari che sia gli scienziati sia i manager potrebbero sfruttare.

La CS è oggi definitivamente accettata come fonte credibile ed efficace di dati scientifici, ma il suo potenziale è ancora sottovalutato, in particolare in ambito marino.



Le AMP, soprattutto se dotate di un piano di gestione, hanno delle priorità ben definite per quel che riguarda i monitoraggi, ma esistono anche una serie di altre problematiche molto importanti da seguire nonostante non siano inserite in quadro istituzionale, a volte legate ad eventi non prevedibili.

I cambiamenti climatici, per esempio, producono effetti d'intensità variabile di anno in anno e si verificano spazialmente in modo imprevedibile.

Avere a disposizione un metodo di osservazione standardizzato e condiviso tra i centri d'immersione di un'AMP e tra diverse AMP fornirebbe, per esempio, un importante contributo alla gestione di queste dinamiche.

Sappiamo che la capacità degli ecosistemi di resistere agli stress e di recuperare è legata alla loro integrità. In caso di stress termico o di una sua previsione, ridurre le attività che possono creare una sinergia negli impatti potrebbe mitigare gli effetti delle anomalie climatiche.

La Direttiva Habitat (92/43/CEE) richiede agli stati membri una serie di osservazioni su habitat e specie prioritarie utili

a garantire un adeguato livello di protezione. La convenzione di Barcellona individua habitat e specie prioritarie e conferisce alle AMP attente al loro censimento e monitoraggio un riconoscimento internazionale.

Le risorse delle AMP non sono mai sufficienti a finanziare la mole di lavoro utile per garantire il numero e la frequenza di osservazioni che sarebbero necessarie, e la CS rappresenta il migliore aiuto a rispondere alle tre domande che ci siamo posti all'inizio.

Il principale valore aggiunto di quest'approccio consiste nella possibilità di fare crescere nella società l'interesse e l'attenzione verso le problematiche ambientali, innescando graduali processi di cambiamento e di crescita personale e collettiva.

Le persone coinvolte in progetti di CS, se adeguatamente gratificate dai risultati ottenuti, aumentano la loro consapevolezza verso l'importanza e la necessità di aver un ambiente correttamente funzionante. Per questo un adeguato riconoscimento pubblico del coinvolgimento delle persone, o delle organizzazioni cui fanno parte, e dei risultati conseguiti con il loro contributo sono l'elemento principale per garantire il successo e la durata dei progetti di CS<sup>5</sup>.

Sono stati individuati cinque aspetti della società di oggi maggiormente responsabili della disconnessione di adulti e bambini dalla Natura: 1) costruiamo paesi e città che escludono il mondo naturale, 2) la frenesia del lavoro impedisce che il contatto con la natura diventi normale e abituale, 3) la limitata dipendenza diretta dal mondo naturale per i mezzi di sostentamento e di sussistenza quotidiani ci consente di dedicare il tempo ad altre cose, 4) le nuove tecnologie, in particolare i social-media, ci distraggono e ci attraggono creando una realtà virtuale parallela, 5) gli adulti sono spesso poco attratti dall'idea di passare del tempo con i figli in mezzo alla Natura per svariati motivi. A volte mancano offerte stimolanti per spingere la gente a provare nuove esperienze a contatto con la Natura.



*Gli studenti durante la presentazione delle attività del progetto TavolaraLab nell'aula magna del Liceo Classico Linguistico A. Gramsci*

5 Thiel M et al. (2014) Citizen scientists and marine research: Volunteer participants, their contributions, and projection for the future. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 52: 257-314.

I progetti di CS offrono stimoli veramente attrattivi, spezzando quindi quell'inerzia che spesso limita l'esperienza nella natura e coinvolgendo attivamente le persone nella ricerca e nella conoscenza.

L'approccio della CS risulta essere vincente da tutti i punti di vista da cui lo si voglia considerare: per i ricercatori che ottengono dati attendibili, per i volontari che contribuiscono ad una causa comune e aumentano le proprie conoscenze divertendosi, per i gestori che possono ottenere dati su larga scala in tempi rapidi investendo risorse limitate, per i politici che si trovano a dover intervenire in un contesto più armonico e informato quindi meno conflittuale.



### **Sistemi di validazione scientifica della CS**

La CS è un processo rigoroso di scoperta scientifica, spesso indistinguibile dalla scienza convenzionale a parte per la partecipazione di volontari. Se correttamente progettato, realizzato e valutato, la CS può fornire solide basi scientifiche, generare in modo efficiente dati di alta qualità e aiutare a risolvere i problemi.

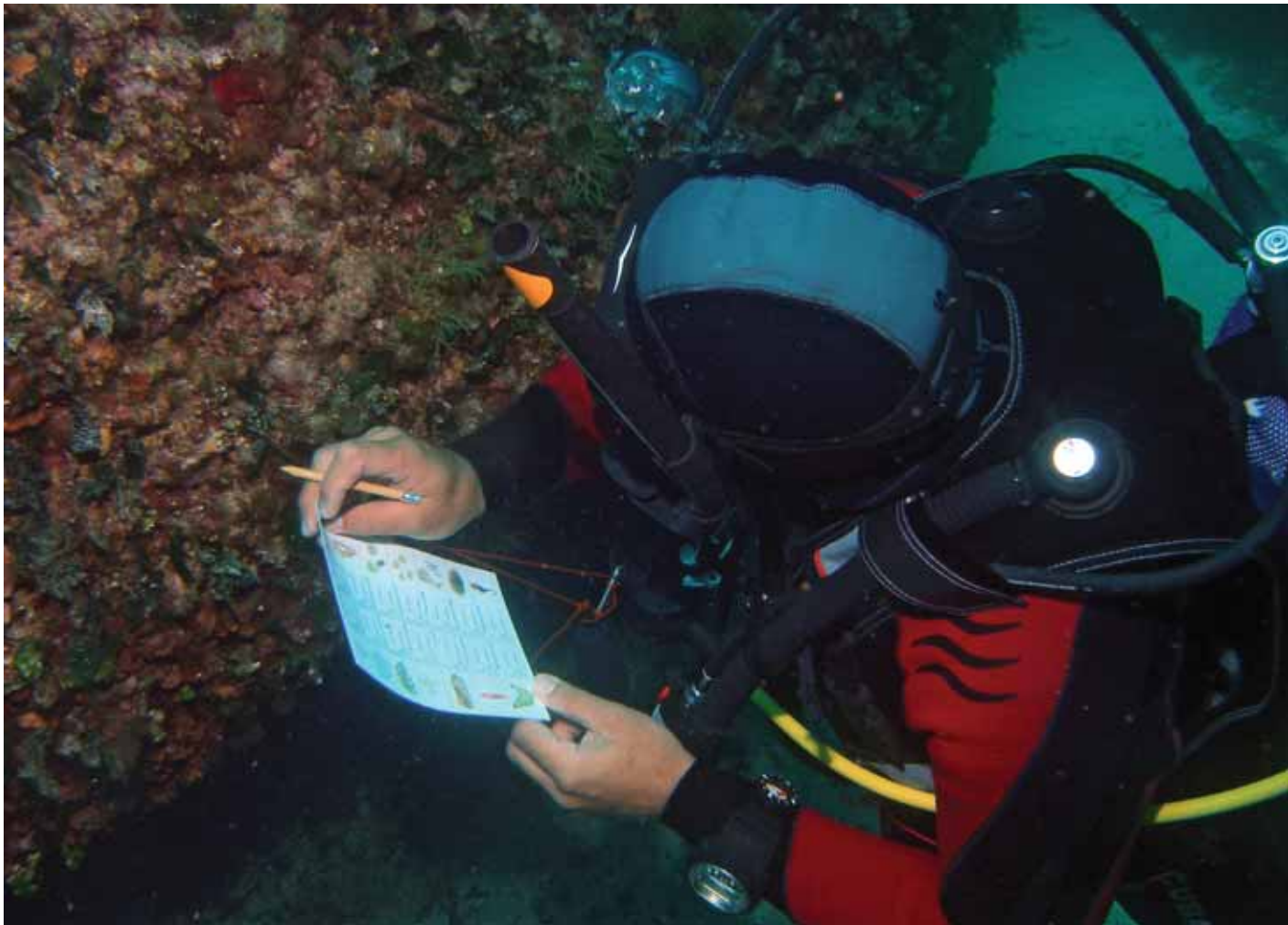
Alla base di un valido progetto di CS deve quindi esserci un'impostazione rigorosa, frutto di uno studio da parte di esperti, che tenga in considerazione gli obiettivi preposti, anche in termini di qualità dei dati, le modalità di coinvolgimento delle persone e la loro gratificazione. Il tutto poi si realizza attraverso la predisposizione del materiale formativo/educativo, dei supporti tecnici/tecnologici necessari e di un chiaro e semplice protocollo alla portata delle persone coinvolte. Il livello di coinvolgimento delle persone volontarie può essere molto diverso, ma in ogni caso il livello di informazione e formazione specifica deve essere adeguato a quanto si chiede loro (Figura 3). La conoscenza è il primo requisito per garantire la qualità dei dati ed il punto di partenza per innescare i processi di coinvolgimento e cambiamento nei comportamenti individuali e sociali. Per questo, coinvolgere i più giovani, dove e quando possibile, è certamente la strada con maggiori prospettive per il futuro. Il coinvolgimento dei più giovani deve assomigliare ad un gioco e la presenza dei loro insegnanti e/o dei loro genitori è altresì indispensabile per garantire il successo.

Anche se più estesa, è comunque la formazione quella che

getta le basi delle capacità di uno scienziato... In fondo, sarà sufficiente insegnare ai partecipanti quel poco che non sanno e che serve loro per applicare un determinato protocollo.

Un progetto serio di CS deve prevedere anche una verifica dell'apprendimento specifico delle persone coinvolte e la raccolta di dati ridondanti e replicati che diano la possibilità, attraverso un controllo incrociato, di individuare eventuali dati non attendibili, come del resto fanno tutti i bravi scienziati che adottano un metodo robusto. Infine, la supervisione da parte di esperti può certamente essere di grande aiuto nel garantire la riuscita delle attività e diventa imprescindibile qualora ci siano azioni non demandabili, come l'utilizzo di strumentazioni sofisticate, o verifiche puntuali durante l'attività.

*Figura 3. Subacqueo ricreativo che dedica la sua immersione al censimento visivo di alcune specie cospicue di interesse ecologico, ma anche di suo personale interesse, dopo un'opportuna formazione e utilizzando un rigoroso protocollo messo a punto dagli scienziati di Reef Check Italia onlus<sup>6</sup>.*



6 Cerrano C, Milanese M, Ponti M (2017) Diving for science - science for diving: Volunteer scuba divers support science and conservation in the Mediterranean Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 27: 303–323.

# Lotta al degrado ambientale: spiaggia pulita per natura

*Massimo Ponti · Giorgia Nervegna · Eva Turicchia · Gavino Canu*

## **Perché le spiagge sono così importanti**

La spiaggia è probabilmente uno degli habitat naturali più frequentati, eppure la maggior parte dei fruitori delle spiagge ignora l'importanza di tale ambiente. La spiaggia è la principale zona di transizione tra il mare e la terra. I materiali organici di origine marina che vengono spiaggiati sul litorale costituiscono una delle fonti primarie di risorse trofiche dell'intero ecosistema. La conservazione dell'integrità delle spiagge è importante perché esse svolgono funzioni di accumulo e rielaborazione di sedimenti, dissipazione delle onde, abbattimento dei livelli di sostanza organica e d'inquinamento, filtrazione e purificazione dell'acqua, mineralizzazione e riciclo dei nutrienti e mantenimento della biodiversità; fungono, inoltre, da aree nursery per numerose specie e da aree di deposizione per uccelli e tartarughe.

Le spiagge sono una sorta di registratore, in grado di raccogliere e archiviare molte informazioni sulla geologia ed ecologia dell'area dove si sono formate, ma possono essere soggette a forte degrado, potendo subire aggressioni di natura antropica sia dal mare che da terra.





La crescente presenza di attività turistiche, la concentrazione di inquinanti, la modificazione del profilo della spiaggia dovuta a interventi di urbanizzazione, possono alterare l'equilibrio delle componenti biotiche ed abiotiche. Le azioni di monitoraggio permettono di pianificare una gestione più appropriata della fascia costiera e, dunque, preservare nel tempo la funzione ecosistemica delle spiagge e renderle fruibili anche alle generazioni future.

### **L'esperienza dell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo**

Le spiagge che si trovano all'interno dell'Area Marina Protetta (AMP) di Tavolara Punta Coda Cavallo possono essere considerate un patrimonio importante di biodiversità, e per tanto devono essere tutelate e conservate nel modo giusto. Per far questo, l'Ente Gestore ha deciso di coinvolgere e far partecipare i ragazzi delle scuole, con i loro insegnanti, nell'attività di monitoraggio e pulizia delle spiagge sottoposte a tutela.

*La biologa di Reef Check dà le prime istruzioni per il monitoraggio*



Si è scelto di lavorare con il mondo scolastico, cercando di coinvolgere i ragazzi verso un'analisi attenta e minuziosa, partendo da concetti semplici come quello del patrimonio natura-

listico e della salvaguardia di un bene che è di tutti; sono state illustrate le peculiarità del territorio ed in particolare dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo fino ad arrivare a spiegare le dinamiche del litorale sabbioso e alle sue fragilità messe a dura prova durante le stagioni estive. Infatti, le spiagge dell' AMP dove si sono svolte le attività, come la spiaggia di Porto Taverna e di Porto Istana, sono ambienti che durante l'anno vanno incontro a periodi di forte pressione antropica e a periodi di completa calma dove, il lento ma continuo lavoro degli agenti atmosferici modella e modifica il profilo del litorale.

### **L'applicazione del protocollo di monitoraggio**

Come protocollo di monitoraggio delle spiagge è stato applicato quello proposto da Reef Check Italia onlus (MAC-E; <https://www.reefcheckmed.org/italiano/reef-check-med/mac-emerso/>).

Si tratta di un protocollo molto semplice ed efficace che permette di stimolare i partecipanti attraverso metodologie scientifiche rese semplici e replicabili da tutti, dai ragazzi della scuola media inferiore e superiore ma anche da semplici cittadini/turisti fruitori delle nostre spiagge.

Gli obiettivi del monitoraggio sono:

- caratterizzare gli organismi tipici dell'area e le principali categorie di rifiuti e altri materiali spiaggiati;
- realizzare una banca dati accessibile a tutti tramite internet;
- aggiornare periodicamente le informazioni sulle diverse spiagge, permettendo di valutare lo stato di salute delle coste;
- fornire informazioni utili ai gestori dell'ambiente nell'attuazione di programmi di protezione.

Con il protocollo MAC-E lo stato di salute delle spiagge, e del mare antistante, viene valutato attraverso la caratterizzazione del materiale spiaggiato. Queste informazioni sono state raccolte durante le attività di monitoraggio con l'utilizzo di semplici strumenti da campionamento. I materiali necessari per l'esecuzione del proto-

*Un caratteristico habitat dunale a Cala Ginepro*



collo sono semplici, economici e di facile reperimento:

- 1 scheda di descrizione della spiaggia;
- 1 scheda di rilievo o campionamento per ogni gruppo di partecipanti;
- quadrati di campionamento da 50×50 cm suddivisi al loro interno in 25 sub-quadrati, almeno uno per ogni 3-4 partecipanti;
- manuali di riconoscimento di biologia marina e di conchiglie. Inoltre vengono utilizzati:
- lenti di ingrandimento per osservare granelli e organismi;
- barattoli per conservare qualche campione;
- macchina fotografica o smartphone per documentare l'attività;
- sacchetti per la raccolta di eventuali rifiuti rinvenuti in spiaggia.

Ad ogni gruppo di lavoro viene spiegato il protocollo da usare. I ragazzi vengono divisi in piccoli gruppi e viene mostrata loro la zona di campionamento, ossia la zona con maggiore presenza di materiale spiaggiato. Per la descrizione della spiaggia viene stata utilizzata una scheda predisposta che comprende:

- il nome della spiaggia, località e provincia;
- le coordinate geografiche, ottenute con uno GPS (ad esempio quello di uno smartphone);
- l'orientazione geografica della spiaggia, utilizzando una bussola e guardando verso il mare aperto.
- la tipologia e granulometria prevalente del sedimento.

I diversi gruppi lavorano su tutta la lunghezza della spiaggia effettuando 5 lanci casuali del quadrato di campionamento ed annotando sulle apposite schede tutto ciò che si trova al suo interno, cercando di riconoscere piccoli resti di alghe, piccole conchiglie o foglie o rizomi di *Posidonia* grazie alla scheda di campionamento e ai manuali.

*Durante i primi lanci gli studenti vengono istruiti sulla corretta compilazione della scheda*



*Gli studenti contano  
i rizomi di Posidonia  
spiaggiata all'interno  
del quadrato*



Per i ragazzi è un'occasione molto importante per scoprire la spiaggia e il mare, da un punto di vista diverso rispetto a quello della fruizione estiva, e contribuire, con il rilievo dei dati, ad un monitoraggio scientifico. Nel corso delle attività abbiamo riscontrato un interesse crescente: dopo i primi timori i ragazzi hanno preso dimestichezza con il protocollo e si sono subito dimostrati autonomi e propositivi. La loro curiosità è stata stimolata dalla scoperta delle varie forme di vita ritrovate casualmente all'interno del quadrato ma anche dal metodo scientifico utilizzato.

Durante il monitoraggio, l'interesse e la curiosità a tutto ciò che trovavano anche all'esterno dei quadrati di campionamento, sono stati dimostrati anche dalla richiesta di informazioni agli operatori o agli insegnanti che li accompagnavano. Con l'ausilio di alcuni manuali sulla flora e fauna del Mediterraneo sono stati aiutati nel riconoscimento di queste specie, scoprendo alcune curiosità sulla loro biologia.

I ragazzi hanno apprezzato il lavoro anche perché i dati da loro raccolti, una volta inseriti nel *database*, sono divenuti parte integrante di una ricerca scientifica. Il portale è accessibile a tutti e quindi facilmente consultabile e questo risultato è subito visibile e tangibile.

Contestualmente è stata portata avanti un'attività di pulizia del litorale cercando anche di fare una classificazione dei materiali ritrovati. Dal monitoraggio è emerso il preoccupante problema dei rifiuti spiaggiati, principalmente pezzi di plastiche e microplastiche, mozziconi di sigarette e residui di materiale per l'edilizia come frammenti di mattoni e di piastrelle. In tutte le spiagge campionate si è vista una costante presenza dei rifiuti, segno evidente e tangibile dello stato di malessere dei nostri litorali. Anche in questo caso i ragazzi hanno espresso il loro stupore nel ritrovare, quasi sempre, all'interno del quadrato, una quantità variabile di questi rifiuti, principalmente plastici. Tutti i rifiuti sono stati poi raccolti negli appositi contenitori, in accordo con l'azienda preposta allo smaltimento.

## Cosa si trova sulle spiagge?

I materiali che si ritrovano in spiaggia sono costituiti, sia da resti naturali di organismi terrestri e marini, sia da rifiuti umani.

### Resti naturali

I resti vegetali che si rinvergono spiaggiati comprendono sia quelli originari dell'ambiente marino, sia quelli di origine terrestre, giunti via mare trasportati dalle correnti, dalle onde e dai venti, o dalle zone retrostanti per azione del vento e dell'uomo. Tra i vegetali marini il più importante è la *Posidonia oceanica*. Queste piante possono formare praterie costiere più o meno dense ed estese, fino oltre 40 m di profondità. A loro è dedicato un capitolo specifico di questo libro. Tra il materiale spiaggiato, troviamo le loro foglie, nastriformi con apice arrotondato. Le foglie spiaggiate, staccatesi durante il periodo autunnale, possono formare dei banchi di vegetale pressato, detti *banquettes*, che costituiscono un'importante barriera naturale contro l'azione delle mareggiate invernali. Gli egagropili sono le palline formate dalle fibre prodotte dal disfacimento dei rizomi e delle parti delle foglie a essi collegati. L'azione del moto

*Confronto finale con la biologa di Reef Check.*

*Sotto: banquette di Posidonia spiaggiata alla Cinta di San Teodoro*





*Posidonia spiaggiata a  
Cala Brandinchi  
(San Teodoro)*

ondoso le crea e le deposita a riva, dove, una volta asciugate dall'acqua, vengono trasportate dal vento per decine di metri lungo il litorale.

I prati di fanerogame marine rappresentano una delle fonti più consistenti di materiale spiaggiato.

Oltre alla *Posidonia oceanica*, in Mediterraneo sono presenti altre specie di fanerogame marine tra cui *Halophyla stipulacea*, *Cymodocea nodosa* e *Zostera* sp. Durante le mareggiate, le foglie più vecchie si accumulano sulla battigia e costituiscono un prodotto naturale che non ha ancora completato il suo ciclo biologico: una volta decomposte da organismi detritivori e batteri rappresenteranno una importante fonte di carbonio e nutrienti. Tra i resti vegetali marini possono esserci anche alghe, sia originarie del Mediterraneo, come *Caulerpa prolifera* sia specie 'aliene' (vedi pag. 27) provenienti da altre zone geografiche e che si stanno diffondendo a discapito della biodiversità nativa, come *Caulerpa taxifolia* e *Caulerpa cylindracea* (anche nota come *C. racemosa*). I resti vegetali terrestri sono prevalentemente costituiti da legname (tronchi, rami e arbusti) trasportato dai fiumi e spiaggiati a seguito di mareggiate. Ai fini del monitoraggio, legni lavorati, come travi, listelli, resti di mobilio, vanno considerati tra i prodotti dell'uomo, come materiale edile o altro.



*Velella (Velella velella)*

I resti di animali marini comprendono una grande varietà di specie da quelle più primitive, come le spugne e frammenti di coralli (madrepore) e briozoi, a quelle più evolute come le ascidie e i pesci. Tra le meduse (scifozoi) alcune specie, come *Pelagia noctiluca*, possono essere urticanti per l'uomo anche

diverse ore dopo la morte dell'animale per la presenza di cnidociti (cellule urticanti). Le velelle assomigliano alle meduse ma in realtà sono colonie di polipi (idrozoï) che grazie alla particolare forma (superficie galleggiante discoidale da cui emerge una vela triangolare) si lasciano trasportare dal vento sulla superficie dell'acqua. Il colore azzurro-blu è dovuto alla presenza di pigmenti carotenoidi. I tentacoli non causano urticazioni pericolose. I gusci dei molluschi bivalvi e gasteropodi sono una componente fondamentale dei sedimenti che compongono le spiagge e per rendersene conto basta osservare un campione con una lente. Nel protocollo MAC-E sono considerati solo gli esemplari di recente spiaggiamento, cioè i bivalvi con entrambe le valve integre e unite tra loro e i gasteropodi, con conchiglia elicoidale, conica, turricolare o appiattita (come le patelle) quando non sono rotti. Sono considerate anche le ovature di gasteropodi, agglomerati biancastri che possono essere confusi con le spugne, ma osservandoli attentamente si notano le strutture ripetute che rivelano la loro reale natura. Fra gli organismi spiaggiati possono essere presenti anche i cefalopodi (seppie, calamari, polpi, argonauti e nautili). Sulla spiaggia è raro trovare gli animali interi, mentre sono abbastanza comuni i cosiddetti "ossi" di seppia, che rappresentano una conchiglia interna con un importante ruolo nel galleggiamento del mollusco. Raramente è possibile trovare anche la delicata conchiglia esterna degli argonauti. Sono considerate anche le ovature di cefalopodi, solitamente fissate a grappoli su substrati duri di ogni genere e che a volte possono staccarsi ed essere trasportati a riva dalle mareggiate. Le più comuni sono le uova di seppia, piriformi e di colore scuro.

I granchi e i paguri sono organismi facilmente visibili sugli scogli o sulla sabbia, mentre si muovono con la tipica andatura laterale. Data la loro mobilità, la loro presenza va annotata per prima non appena si appoggia il quadrato di campionamento, come descritto nel protocollo. Per il pro-



*In alto: uovo di razza;  
sopra: egagropili di  
Posidonia;  
sotto: valva di  
Pinna nobilis*





*In alto: uova di murice;  
sopra: un resto legnoso*

toocollo MAC-E sono considerati solo gli esemplari ancora vivi o morti da poco e pressoché interi. La presenza dei soli esoscheletri va comunque segnalata perché, quando presenti in grandi quantità, offrono un'importante informazione sulle dinamiche della specie. Tra i crostacei vanno considerati anche le lepadie, che si attaccano al substrato mediante un peduncolo e proteggono il corpo tramite placche calcaree e che a riva si trovano fissate su substrati solidi come pezzi di plastica e tronchi di legno. È possibile anche trovare esemplari isolati di stelle marine, oloturie (cetrioli di mare) e ricci, spiaggiati a seguito di mareggiate. Le sabbie sono spesso ricche di frammenti di gusci di ricci, ma per essere conteggiati nella scheda MAC-E gli individui devono essere di recente spiaggiamento, cioè ancora provvisti di aculei. A testimonianza della presenza di pesci, si possono trovare in spiaggia le uova di gattuccio, che appaiono come sacchetti rettangolari con gli angoli pronunciati, di colore brunastro o nero e di dimensioni che variano da

pochi centimetri a una decina. Si possono osservare anche alcuni pesci, spiaggiamenti isolati possono derivare da attività di pesca locale, ma si possono registrare spiaggiamenti di massa dovuti a morie per sversamenti d'inquinanti, crisi anossiche estive o freddo intenso invernale.

## Rifiuti

I prodotti dell'uomo sono rifiuti abbandonati che giungono sulla spiaggia dopo essere stati trasportati dal vento, dalle correnti e dal moto ondoso. I materiali galleggianti naturalmente sono i più frequenti. In mare e sulla spiaggia vanno incontro a un processo di degradazione che, secondo il materiale e le condizioni climatiche, può richiedere tempi anche lunghissimi. La loro rimozione è importante ma lo è ancora di più prevenirne l'abbandono. Indubbiamente la **plastica** rappresenta il rifiuto più frequente e degradante che si possa ritrovare sulle spiagge di tutto il mondo. In alcune zone il fenomeno è così grave da pregiudicare





la fruizione turistica. Oltre al degrado estetico, la plastica costituisce un pericolo per molti organismi che possono morire per ingestione o soffocamento. Bottiglie e sacchetti di plastica non biodegradabili possono richiedere da 100 a 1000 anni per decomorsi, secondo il materiale, dimensioni e condizioni ambientali. Per questo motivo molti Paesi, compresa l'Italia, hanno messo al bando l'utilizzo di sacchetti di plastica monouso non biodegradabili, così come i bastoncini in plastica nei 'cotton fioc', e stanno favorendo l'utilizzo di plastiche degradabili. Nonostante questo i rifiuti plastici restano uno dei problemi maggiori per le spiagge. L'abbandono di **mozziconi di sigaretta**, è un grave pericolo per l'uomo e per molti abitanti della spiaggia. Non sono fatti di semplice carta ma di acetato di cellulosa, il cui tempo di decomposizione è decisamente elevato e varia da sei mesi a una dozzina di anni, a seconda delle condizioni ambientali e del tipo di sigaretta. Le lattine e le loro linguette di apertura in **alluminio** sono tra i rifiuti più comuni perché leggeri e facilmente trasportabili da onde e correnti. Le prime lattine per bibite si aprivano tirando una linguetta che si staccava completamente (pull-tab) e che "istintivamente" veniva abbandonata dai poco accorti fruitori. Il problema divenne così grave che verso la fine degli '70 fu inventata una linguetta che restava attaccata alla lattina (stay-on-tab). Da allora questo sistema di apertura è diventato uno standard, ma il problema di questi rifiuti è lontano dall'essere risolto. Una lattina per bibite si degrada in 20-100 anni nel terreno e 500 anni in mare. Il **polistirolo** galleggiando può essere trasportato per grandi distanze. Tra i manufatti più frequenti di questo materiale troviamo galleggianti da pesca e cassette per alimenti, diffuse per la conservazione dei prodotti ittici. Un contenitore di polistirolo richiede dai 100 ai 1000 anni per deteriorarsi. I resti di **catrame** sulle spiagge testimoniano il grave inquinamento delle acque da parte di petroli e derivati (idrocarburi a diverso peso). Nei casi più





gravi si tratta di sversamenti accidentali imponenti, con conseguenze devastanti sull'ambiente e sugli organismi. Questi composti sono biodegradati soprattutto da lieviti e batteri ma la loro azione è molto lenta e condizionata dalla diversa natura chimica e dalle condizioni ambientali. Il **vetro**, per lo più presente sottoforma di bottiglie o loro resti, è sempre più comune e pericoloso per chi cammina scalzo sulle spiagge. Dimensione dei frammenti, grado di levigazione e arrotondamento degli spigoli forniscono una chiara idea dell'età del rifiuto.

Una bottiglia di vetro si degrada in circa 400 anni nel terreno e in 1000 anni in mare. I **materiali edili** più facilmente rinvenibili sulle spiagge sono quelli galleggianti, ad esempio cartone, legno lavorato ossia travi, listelli, resti di mobilio, e materiali isolanti. Ma gli oggetti spiaggiati prodotti dall'uomo sono i più disparati e purtroppo non ci si sorprende più davanti a giornali, scarpe e vestiti. Nonostante questo, alcuni sono davvero particolari e testimoniano l'incuria dell'uomo verso la natura.

Crediamo che le attività educative svolte con questa metodologia scientifica, con lo scopo di monitorare le spiagge, siano un ottimo metodo per avvicinare i ragazzi alla scienza e alla conoscenza del territorio. Infatti pensiamo che impegnare i ragazzi in attività analoghe possa trasmettere loro il messaggio di rispetto e sostenibilità verso l'ambiente e la natura che li circonda, con la giusta attenzione per un monitoraggio di rilevanza scientifica.

Lavorare con i ragazzi delle scuole superiori può essere anche molto importante perché con queste attività li si può stimolare a riflettere su scelte future riguardanti il loro percorso formativo fornendo loro strumenti e metodi validi.

*Briefing a fine attività  
con commento di  
alcune specie*





## Scheda di campionamento

(da compilare da parte di ciascun osservatore o alunno)

Nome o ID della spiaggia: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Nominativo: \_\_\_\_\_

Per ciascun quadrato (da 1 a 5) Indicare nelle celle il numero di sottoquadrati (da 0 a 25) nei quali è stata osservata la voce corrispondente:

	1	2	3	4	5
Foglie di <i>Posidonia oceanica</i>					
Rizomi di <i>Posidonia oceanica</i>					
Egagropile					
Altre fanerogame marine					
<i>Caulerpa prolifera</i>					
<i>Caulerpa taxifolia</i>					
<i>Caulerpa racemosa</i>					
Resti di altre alghe					
Legname					
Altro vegetale terrestre					
Spugne					
Meduse					
Velelle					
Madreporari					
Bivalvi interi con 2 valve					
Gasteropodi interi					
Ovature di gasteropodi					
Patelle					
Cefalopodi					
Ovature di cefalopodi					
Briozoi					
Granchi					
Lepadi					
Paguri					
Stelle marine					
Ricci marini					
Oloturie					
Ascidie					
Pesci					
Plastica					
Sigarette					
Alluminio					
Polistirolo					
Catrame					
Vetro					
Materiali da edilizia					
altro					

Reef Check Italia - onlus

c/o Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DISVA), Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, Monte Dago, 60131,

Ancona. Sito web: [www.reefcheckitalia.it](http://www.reefcheckitalia.it) e.mail: [postmaster@reefcheckitalia.it](mailto:postmaster@reefcheckitalia.it)

P.IVA: 02481240428; C.F.: 93116760427

# Aliens: Riconosci le specie aliene marine

Massimo Ponti · Augusto Navone

## Quali sono le specie 'aliene'

Negli ultimi anni il trasporto e l'immissione di specie animali e vegetali da un paese all'altro sono diventate fenomeni sempre più ricorrenti che hanno portato all'introduzione di specie alloctone o 'aliene' in aree geografiche diverse da quelle dove si sono evolute. In molti casi, tali specie si sono adattate in maniera eccellente nei nuovi habitat e sono entrate in competizione con le specie locali (indicate anche con gli aggettivi "native", "autoctone" e "indigene"), spesso a discapito di quest'ultime.

Il Mar Mediterraneo è considerato uno 'hot spot' di biodiversità ma anche di specie aliene, con oltre mille specie marine non native, di cui la maggior parte sono molluschi o crostacei, ma includono anche i pesci e in pratica tutti i principali gruppi animali e vegetali. Alcune sono specie presenti da lunghissimo tempo e hanno trovato un loro equilibrio dinamico nelle comunità che le ospitano, per questo sono ritenute 'naturalizzate', come alcune specie tipicamente attaccate a oggetti galleggianti

*Chiglia, deriva e bulbo di barca a vela da diporto infestati da ascidie dopo 18 mesi di permanenza in acqua*



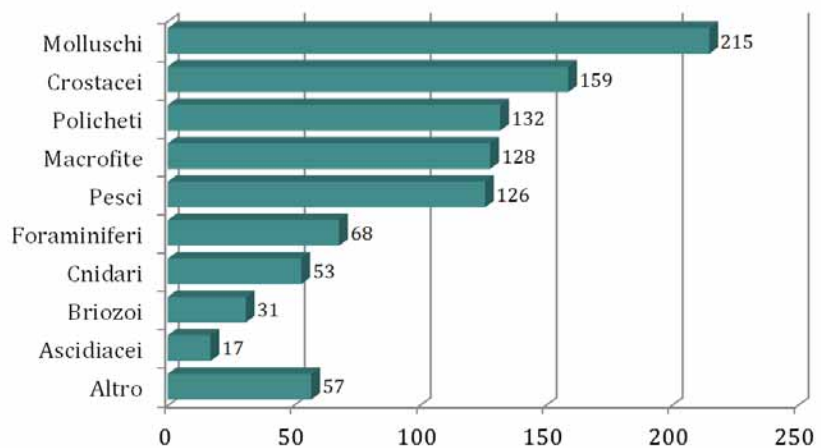
e alle carene delle imbarcazioni. Nonostante questo, l'introduzione di specie aliene è considerata, dopo la distruzione degli habitat, la più importante causa di perdita di biodiversità al mondo, in ambienti sia terrestri sia marini, portando all'alterazione della composizione specifica delle comunità naturali e, di conseguenza, a un anomalo funzionamento degli ecosistemi. L'introduzione di specie aliene può comportare anche il trasferimento dei parassiti a esse associati.

I parassiti che si trovano da lungo tempo in un determinato ambiente, sono in equilibrio con la specie ospite; i nuovi arrivati, invece, possono causare tra le specie autoctone pericolose epidemie. L'introduzione di una specie alloctona può avere serie conseguenze anche sul piano economico, in particolare nei settori della pesca e del turismo.

*Contributo di specie aliene dei principali gruppi tassonomici in Mediterraneo secondo un censimento del 2012 (Zenetos et al. 2012<sup>1</sup>).*

## Il successo d'insediamento

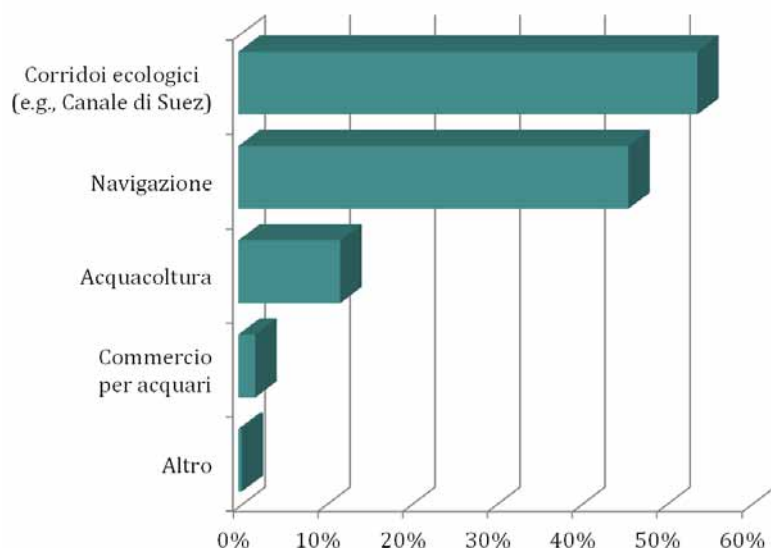
Il successo delle specie aliene nel nuovo ambiente è determinato, innanzitutto, dalla loro adeguatezza e capacità di acclimatazione all'insieme dei fattori ambientali e biotici che lo caratterizzano. Le principali caratteristiche di una specie che ne favoriscono il



successo sono l'aver alti tassi di riproduzione e dispersione (ad esempio lungo periodo larvale), la possibilità di riproduzione vegetativa o clonale, l'aver ampia tolleranza ad un ampio intervallo dei parametri ambientali e alla loro variazione, possedere dieta generalista, resistere a disturbi antropici, come l'inquinamento, mostrare alta variabilità genotipica e plasticità fenotipica.

Gli ambienti più soggetti all'invasione, indipendentemente dalle comunità che li caratterizzano, sono quelli esposti a forte stress a causa dell'inquinamento o delle continue pressioni antropiche, che determinano alterazioni delle comunità locali. Gli

1 Zenetos A et al. (2012) Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways, Vol 13 ISBN 1791-676



Percentuale di specie aliene

ambienti caratterizzati da una scarsa diversità di specie, quindi meno ricchi di relazioni interspecifiche, sono più soggetti all'invasione di specie alloctone rispetto a quelli con popolamenti maggiormente strutturati. Ambienti fortemente urbanizzati, come baie ed estuari in cui si sviluppano città costiere, e ambienti artificiali, come aree portuali, strutture di difesa costiera, scogliere artificiali per la pesca, impianti di acquacoltura e piat-

taforme offshore, costituiscono ambienti più facilmente 'invadibili' grazie alle comunità semplificate che normalmente li abitano. Al contrario, secondo la teoria della 'resistenza biotica' formulata da Elton nel 1958, l'elevata biodiversità rappresenta una barriera contro l'invasione e questa agisce tramite diversi meccanismi: una comunità ricca di specie, ben differenziate dal punto di vista tassonomico e trofico, è caratterizzata da una elevata complementarietà nell'utilizzo delle risorse (per esempio, cibo e spazio) e da una rete complessa di interazioni intere e intraspecifiche che lasciano poco spazio ai 'nuovi arrivati'.

Spesso le specie aliene sono favorite dall'iniziale assenza di predatori naturali che potrebbero regolare e limitare l'espansione delle nuove popolazioni. In assenza o ridotta competizione e predazione le nuove specie possono gradualmente sostituirsi ad alcune di quelle indigene. I cambiamenti climatici, che stanno avvenendo a scala globale, e che comportano tra l'altro un aumento delle temperature medie delle acque, possono contribuire all'espansione o variazione dell'areale di distribuzione di una specie, generalmente verso latitudini maggiori, e creare nuove condizioni favorevoli per il successo d'insediamento di specie provenienti da regioni con climi più caldi.

### Le vie di diffusione

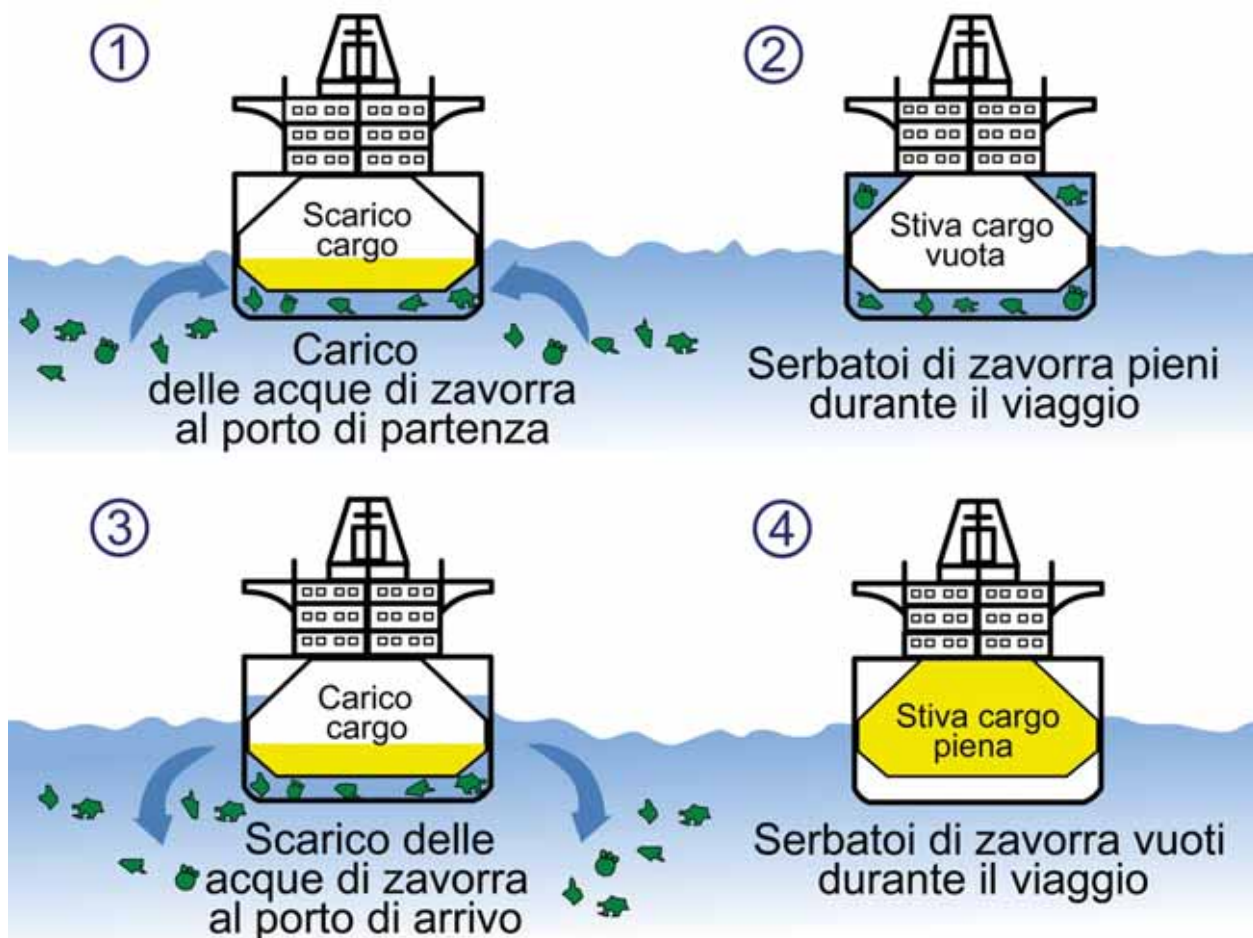
Le introduzioni possono essere volontarie o intenzionali, quando gli organismi sono deliberatamente trasportati in un nuovo areale, oppure accidentali, se lo spostamento è dovuto al caso.

Fin dall'antichità, la navigazione è stata considerata la mag-

giore responsabile delle introduzioni involontarie in ambiente acquatico di diverse specie; dal secolo scorso, inoltre, si è verificato un netto incremento del traffico commerciale intercontinentale marittimo e sono state costruite navi di dimensioni e velocità sempre maggiori che, per mantenere un corretto galleggiamento durante la navigazione, quando sono scariche di merci imbarcano ingenti quantità di acqua di mare come zavorra (in inglese ballast water). Fino al 2004, quando l'Organizzazione Internazionale Marittima (IMO) preparò e adottò una convenzione (che riguarda il controllo e la gestione delle acque di zavorra delle navi) per limitare le introduzioni attraverso le acque di zavorra, l'acqua marina era pompata nelle cisterne delle navi prima della partenza e scaricata in mare nelle località di approdo, insieme al suo contenuto di organismi viventi (uova, larve, adulti, frammenti vegetali).

Le acque di zavorra non rappresentano l'unica via d'introduzione strettamente correlata alla navigazione; numerosi sono, infatti, gli organismi bentonici che, aderendo alle strut-

*Schema di utilizzo delle acque di zavorra in una nave commerciale (Modificato da Wikimedia Commons).*



ture sommerse degli scafi delle imbarcazioni, sono trasportati al di fuori del loro originario areale di distribuzione. Queste comunità incrostanti (in inglese 'fouling') sono principalmente composte da organismi sessili o sedentari, almeno per parte del loro ciclo di vita. Fin dall'antichità le imbarcazioni hanno trasportato organismi attaccati alle chiglie e alle ancore, soprattutto lungo le rotte commerciali dell'epoca. Oggi un ruolo importante è attribuito sia alle navi commerciali sia alle imbarcazioni da diporto e ai relativi porti e marine d'ormeggio. Le vernici anti 'fouling' riducono la quantità di organismi attaccati alle chiglie, ma la loro efficacia è limitata nel tempo.

Ancora più antico, ma ancora attuale, è il trasporto naturale operato da tronchi e detriti galleggianti, oggi aggravato dalla grande quantità di plastica che fluttua e viaggia sospinta da venti e correnti per gli oceani di tutto il globo.

L'acquacoltura è attualmente ritenuta, in ordine di importanza, la terza causa di trasferimento di organismi acquatici in regioni geografiche differenti da quelle di origine; le importazioni intenzionali di specie di interesse economico destinate all'allevamento sono, infatti, diventate negli ultimi anni sempre più frequenti, ma con esse avvengono introduzioni involontarie di altri organismi ad esse correlati, compresi eventuali patogeni. Tra i casi di specie introdotte per acquacoltura in Mediterraneo possiamo ricordare la vongola filippina, *Ruditapes philippinarum*, e l'ostrica perlifera, *Pinctada imbricata radiata*.

L'abbattimento delle barriere geografiche naturali porta alla creazione di nuovi corridoi ecologici attraverso cui gli organismi possono spostarsi. Un esempio eclatante è dato dalla costruzione del Canale di Suez, realizzato per facilitare gli

*Vongole filippine, ormai naturalizzate e pescate artigianalmente in una laguna nord adriatica vicino a Ravenna, la Pialassa Baiona*





scambi commerciali tra il Mediterraneo ed il Mar Rosso, che ha avuto come conseguenza fenomeni di migrazione di più di 300 specie animali e vegetali di origine indopacifica tra i due mari, facilitate dai cambiamenti climatici in corso. In questo caso si parla di 'migrazione lessepsiana' dal nome dell'ingegnere Ferdinand de Lesseps che realizzò il Canale di Suez, attivo dal 1867 e raddoppiato nel 2015.

Il commercio di organismi da acquario, invece, interessa soprattutto specie di origine tropicale, sia vegetali sia animali. In realtà, le destinazioni di questi organismi sono principalmente vasche e acquari, che costituiscono ambienti chiusi, in cui le condizioni ambientali sono controllate in funzione delle diverse necessità delle specie presenti. Spesso, però, gli acquariofili sono proprio i primi responsabili delle introduzioni di tali specie in ambiente naturale sia nel tentativo di liberarsi di esemplari divenuti scomodi sia, involontariamente, non prestando la dovuta attenzione durante la pulizia delle vasche.

### L'esperienza dell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo e il contributo dei cittadini

Le Aree Marine Protette (AMP) possono e devono svolgere un ruolo chiave nella conservazione della natura anche nei confronti dell'invasione di specie aliene. Esse, infatti, sono baluardi di difesa costantemente presidiate da abili sentinelle in grado di segnalare precocemente l'arrivo di nuove specie.

Per far questo, i loro piani di gestione devono prevedere monitoraggi specifici dei popolamenti naturali con una particolare attenzione nei confronti delle possibili specie aliene nuove, in transito o già stabilmente insediate e valutarne rischi ed effetti ecologici e socio-economici locali. Ma il loro ruolo può andare ben oltre al mero monitoraggio dei cambiamenti nei popolamenti locali e al contenimento degli effetti negativi. Il mantenimento di buone condizioni ambientali e di comunità marine ricche e prospere, equilibrate dal punto di vista ecologico e ben connes-

*Locandina realizzata per promuovere gli incontri divulgativi e le azioni di monitoraggio tra i potenziali volontari*



The poster features logos at the top for the Italian Government, the Tavolara Marine Protected Area, and the Ministry of the Environment. The main title is 'TAVOLARA LAB' with the subtitle 'LA SCIENZA DEL CITTADINO INSIEME ALL'AMP DI TAVOLARA'. The event is titled 'INCONTRI TRA scienza & musica' and is held on 'giovedì 26 luglio 2018 ore 21:00' at 'Casa delle Farfalle di Mare, Via Pietro Nenni, Porto San Paolo'. It is free of charge. The bottom section includes an image of a fish and the text 'Presentazione del progetto TavolaraLab e delle sue iniziative. Vieni a scoprirle!'.

se tra di loro, rafforza le difese naturali dei popolamenti locali nei confronti dell'insediamento e dell'invasione di specie aliene. Infine non va dimenticata l'azione essenziale di educazione ambientale e sensibilizzazione del pubblico operato dalle AMP.

La sensibilizzazione e il coinvolgimento dei cittadini sono altrettanto importanti. L'attenzione pubblica genera comportamenti responsabili e meccanismi virtuosi che, se ben indirizzati, aiutano a trovare le risorse necessarie per attuare le politiche ambientali rivolte al contrasto di questi fenomeni. Adeguatamente sensibilizzate e preparate, tutte le persone che, per diletto o professione, frequentano le coste e il mare possono svolgere il ruolo di sentinelle nei confronti dell'arri-

*Studenti durante  
la preparazione*



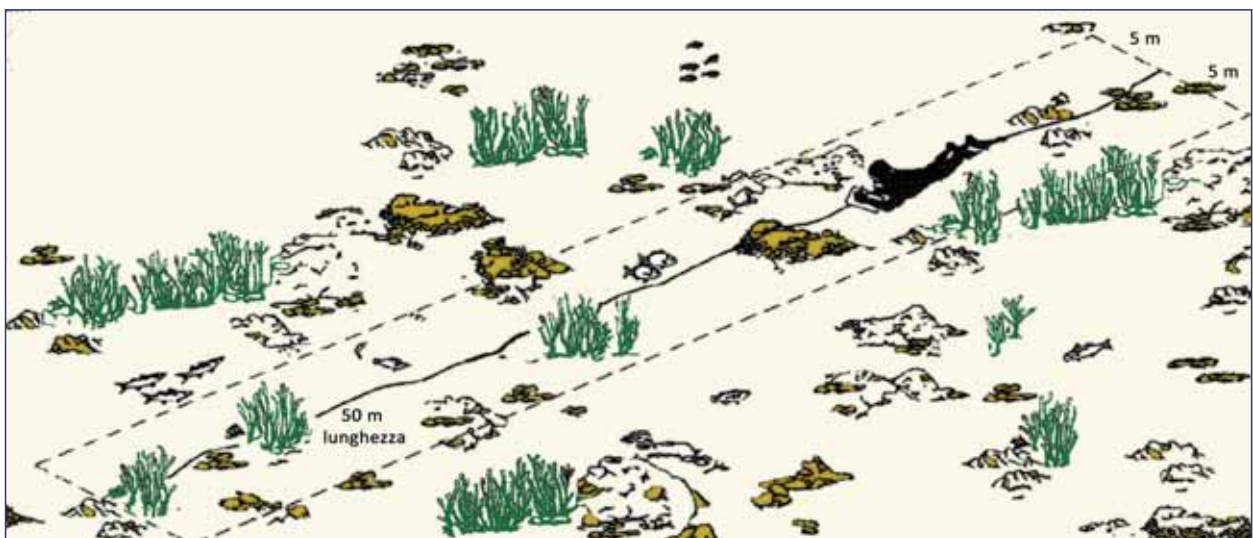
vo di nuove specie. Moltissime segnalazioni, infatti, sono fornite da pescatori professionisti e sportivi, subacquei, diportisti e bagnanti. È però importante fornire a queste persone le indicazioni su come e a chi rivolgere le loro segnalazioni.

Per questo nell'Area Marina Protetta (AMP) di Tavolara Punta Coda Cavallo, sono stati svolti progetti di sensibilizzazione e coinvolgimento dei cittadini nello studio e monitoraggio delle specie aliene micro-macro bentoniche e nectoniche di più rapida diffusione in Mediterraneo. In particolare, nel progetto di educazione ambientale 'Together for Tavolara', realizzato dal 2016 al 2017, sono stati coinvolti attivamente studenti e turisti nell'identificazione di alcune specie aliene lungo le coste dell'AMP Tavolara Punta Coda Cavallo. Tale azione è stata mirata all'acquisizione delle prime informazioni sulla

presenza, abbondanza e distribuzione di alcune specie aliene potenzialmente invasive, al fine di definire lo stato delle conoscenze su tali specie nelle zone soggette a tutela e acquisire dati utili da inserire nel sistema informativo geografico (GIS) dell'AMP Tavolara Punta Coda Cavallo utilizzabile ai fini gestionali. Per questo monitoraggio sono state selezionate alcune specie aliene di grandi dimensioni, facili da identificare e quantificare utilizzando la tecnica del campionamento visivo.

I partecipanti, organizzati in gruppi e dopo una spiegazione dell'attività da parte degli esperti biologi e tecnici della AMP, hanno esplorato tratti di lunghezza noti (transetti) in snorkeling o in immersione, cercando e annotando le specie aliene trovate.

*Schema di esplorazione lungo un transetto<sup>2</sup> e, sotto, istruttore e studente durante l'attività*



2 Modificato da La Mesa G, Vacchi M (2004) Benthic fishes. In: Gambi MC, Dappiano M (eds) Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study, Vol 11. Società Italiana di Biologia Marina, Genova, p 371-405

Le specie aliene cercate da studenti e turisti nell'Area Marina Protetta (AMP) di Tavolara Punta Coda Cavallo sono state:



*Caulerpa cylindracea*, un'alga verde della famiglia delle caulerpacee originaria dell'Australia sud-occidentale ed introdotta in Mediterraneo presumibilmente in Libia alla fine degli anni '90 attraverso propaguli trasportati da navi. È facilmente riconoscibile perché composta da fronde erette di colore verde brillante costituite da vescicole raggruppate in piccoli grappoli, che possono raggiungere 15 cm di altezza. Si propaga creando una rete intricata, che spesso ricopre vaste aree. Si trova dalla superficie fino oltre 60 m di profondità, all'interno delle praterie di Posidonia, di cui aumenta la frammentazione, e su fondali rocciosi dove altera i popolamenti locali e la loro diversità in specie.



*Caulerpa taxifolia*, alga verde di origine tropicale della famiglia delle caulerpacee, con un tallo formato da un sottile stolone strisciante da cui dipartono fronde erette a forma di penne di colore verde brillante e che ricordano le foglie della conifera tasso. Si propaga lateralmente creando una rete intricata, spesso ricoprendo aree ampie. Le praterie di Posidonia sono ritenute l'habitat più minacciato in Mediterraneo. Oggi, rispetto agli allarmi suscitati negli anni '90, è fortemente regredita ma l'interesse sulla sua diffusione resta molto alto.



*Asparagopsis armata* e *Asparagopsis taxiformis* sono le alghe rosse 'asparago', molto simili tra loro. La prima è una specie temperata, originariamente distribuita nel sud dell'Australia e Nuova Zelanda, mentre la seconda proviene dai climi tropicali e caldi dell'Indo-Pacifico ma anche dell'Atlantico. Queste alghe, colonizzano substrati rocciosi dalla superficie, dove formano delle cinture continue che sono spazzate dalle onde, fino a circa 15 m di profondità per *A. armata*, che predilige zone ben illuminate, e 50 m per *A. taxiformis*. Recentemente entrambe le specie hanno mostrato un comportamento invasivo in alcune zone del Mar Mediterraneo, crescendo rapidamente e occupando ampie superfici.

*Aplysia dactylomela*, lepre di mare maculata, o dagli anelli, è un mollusco originario dell'Atlantico tropicale; introdotto in Mediterraneo attraverso lo Stretto di Gibilterra, la prima segnalazione in Italia è stata nel 2002 a Lampedusa. Si presenta come una grossa lumaca di mare, con una conchiglia rudimentale inclusa nel mantello, che protegge parzialmente il sacco dei visceri. Le parti esterne del mollusco sono di colore variabile dal grigio chiaro al crema-beige al verde, con vistose macchie a forma di anello, inconfondibili. Vive su fondi rocciosi coperti di alghe di cui si nutre, dalla superficie fino a 40 m di profondità. Accumula nell'organismo sostanze tossiche presenti nelle alghe che la rendono repellente o leggermente velenosa quando ingerita dai predatori. Dopo le prime segnalazioni siciliane, la specie si è rapidamente diffusa dal 2005 al 2008 in Adriatico e nel Mediterraneo orientale, poi la sua diffusione si è rallentata. Questo fa pensare che la diffusione della specie sia stata favorita da attività antropiche che abbiano agito in quegli anni. Tuttavia, il ruolo sinergico dei cambiamenti climatici, dell'invasione di altre specie, dell'impatto antropico e delle conseguenti alterazioni dei popolamenti autoctoni del Mediterraneo sono elementi che possono aver favorito il suo recente successo dispersivo.



*Bursatella leachii* è una lepre di mare tropicale introdotta in Mediterraneo probabilmente attraverso il Canale di Suez e il relativo transito di navi. È stata reperita per la prima volta nel Mediterraneo nel 1940, lungo le coste Palestinesi, mentre la prima segnalazione nei mari italiani è nel Golfo di Taranto nel 1977. Oggi è comune nel Mar di Levante, segnalazioni sono giunte da Egeo, Slovenia, Sicilia, Campania e Sardegna. Il corpo, privo di conchiglia, è ricoperto da numerosi tubercoli e papille elevate e ramificate bordate di bianco, che conferiscono all'animale la sua forma frastagliata. Si trova a bassa profondità, specialmente in ambienti lagunari, dove gli individui si radunano per la riproduzione, allineandosi a formare una sorta di catena in cui ogni individuo funge sia da maschio (lato anteriore) sia da femmina (lato posteriore).



*Melibe viridis* mollusco nudibranco originario dell'Oceano Indiano occidentale incontrato per la prima volta in Mediterraneo nel 1970, nell'isola di Cefalonia in Grecia, poi successivamente nello Stretto di Messina, a partire dalla fine degli '90,



e recentemente in Croazia. La sua introduzione in Mediterraneo è avvenuta probabilmente attraverso il traffico marittimo. Questo nudibranco lungo fino a 15 cm presenta il corpo traslucido di colore dal bianco-giallastro al bruno, costellato di papille e tubercoli bruni, bianchi o grigi. Il capo presenta un'espansione che forma una sorta di cappuccio intorno alla bocca. Preferisce fondali sabbiosi o fangosi e con Posidonia o altre fanerogame, tra i 3 e i 30 metri di profondità. Può nuotare per alcune ore e, grazie alle correnti, compiere spostamenti anche cospicui.

*Pinctada imbricata radiata* o ostrica perliera del Golfo è originaria dell'Indo-Pacifico, probabilmente il primo ingresso in Mediterraneo è avvenuto attraverso il Canale di Suez, dove è stata segnalata per la prima volta nel 1874 ad Alessandria d'Egitto, da allora si è espansa verso occidente raggiungendo le coste di Lampedusa nel 1966. Presenta una conchiglia fragile, sottile e compressa, di forma quasi quadrata, con anelli di crescita e nervature sulla superficie superiore. La colorazione esterna è molto variabile, dal grigio-nocciola al bruno-rossiccio con i raggi squamosi marrone, mentre l'interno è perlato con un bordo marrone chiaro. Vive tra i 5 e 25 m di profondità attaccata con il bisso a rocce, pietre, rizomi di Posidonia, ma



è stata rinvenuta anche attaccata alla chiglia di navi (fouling) e come epibionte di tartarughe marine, i cui spostamenti attraverso i mari possono quindi facilitarne la diffusione. Nel golfo Arabo, soprattutto nel Qatar, è raccolta per le sue perle che, comunque, hanno ridotto valore commerciale, mentre gli individui pescati in Mediterraneo non producono perle redditizie. In Grecia fu introdotta volontariamente per essere allevata, con scarso successo, e rapidamente si è diffusa nelle aree circostanti, probabilmente grazie alla sua ampia tolleranza, diventando una delle specie aliene di maggior impatto alterando le comunità bentoniche costiere native nelle acque elleniche.

*Percnon gibbesi* è il granchio corridore atlantico, originario delle zone costiere dell'Oceano Atlantico e Pacifico, è stato segnalato per la prima volta nel mar Mediterraneo nel 1999, sull'isola di Linosa. Presenta un carapace discoidale appiattito, che negli adulti raggiunge i 3-4 cm di diametro, di colore rosso-brunastro con venature azzurrastre. Le zampe, i cui margini anteriori sono dotati di una fila di spine, presentano anelli giallastri in corrispondenza delle articolazioni. È una specie esclusivamente erbivora, caratteristica che lo differenzia dalla maggior parte dei granchi del mar Mediterraneo e che, almeno in parte, ne spiega la facilità di propagazione in quest'area. Inoltre, un recente studio ha evidenziato come la diffusione di questo granchio possa essere facilitata dall'alga aliena *Caulerpa cylindracea*, che costituisce una fonte di cibo preferenziale.



*Fistularia commersonii*, pesce flauto, è originale della fascia tropicale dell'Indo-Pacifico. In Mediterraneo è considerata una specie lessepsiana, segnalata per la prima volta nel 2000 in Israele. Corpo molto sottile e depresso, con mandibole molto allungate unite a forma di tubo; ha un filamento lungo e sottile che sporge dal centro della pinna caudale. Le pinne dorsale e anale sono molto piccole e molto arretrate, opposte e simmetriche; le scaglie assenti. Vorace predatore, diventa aggressivo quando si muove in banchi; si ciba di piccoli pesci, crostacei e molluschi. Vive in acque costiere nei pressi delle scogliere, più di rado su fondi mobili o su praterie di fanerogame. È catturato occasionalmente e, sebbene commestibile, ha scarso interesse commerciale. La sua diffusione in Mediterraneo sta profondamente alterando le catene trofiche costiere e pelagiche.



*Siganus luridus*, pesce coniglio o sigano, è originario dell'Oceano Indiano, Mar Rosso e Golfo Persico. In Mediterraneo è ritenuta una specie lessepsiana la cui prima segnalazione risale al 1955 in Israele, mentre la prima segnalazione in acque italiane è del 2003 a Linosa. Corpo ovaliforme e molto compresso lateralmente, muso pronunciato, bocca piccola con labbra ben evidenziate; scaglie molto piccole e poco visibili. Colorazione varia e spesso rapidamente mutevole nello stesso individuo (bruna o verdastra) e può essere uniforme o variegata (strisce o punti con colori diversi) con del



giallo sulle pinne; la livrea notturna è marmorizzata. Costiero, nel Mediterraneo popola fondi duri ricchi di copertura algale. I giovanili sono tendenzialmente gregari e formano fitti banchi, gli adulti sono solitari o si riuniscono in piccoli gruppi, spesso frammisti ad altre specie. Quando è minacciato, erige i raggi spinosi tossici delle pinne. Specie erbivora, in Mediterraneo si nutre di alghe brune dei generi *Padina*, *Sargassum*, *Dictyota* e *Sphacelaria*. Il pascolo di questa specie può essere così intenso da determinare un forte impoverimento dei popolamenti algali, creando aree

rocciose spoglie simili a quelle prodotte dal sovrapascolo dei ricci di mare. La pesca a questa specie non ha un interesse rilevante, le sue carni hanno provocato numerosi casi d'intossicazioni alimentari (ciguatera).



# Riconosci la Cernia: monitoraggio della fauna ittica

*Elena Desiderà · Carlotta Mazzoldi · Paolo Guidetti*

## **I pesci - perché sono importanti?**

Il mare è di vitale importanza per l'uomo. Gli ecosistemi marini, cioè quelle complesse combinazioni di relazioni tra le forme viventi e l'ambiente naturale, forniscono all'umanità innumerevoli benefici. Questi comprendono prodotti tangibili, come il cibo e le materie prime (principi attivi dei medicinali, gas), ma anche l'insieme dei servizi generati dai cicli naturali come, ad esempio, la protezione costiera, la regolazione del clima e lo stoccaggio del carbonio. La diversità delle forme viventi, o biodiversità, è condizione fondamentale per il mantenimento degli ecosistemi e del loro funzionamento. La biodiversità riveste quindi un ruolo essenziale per sostenere e garantire il benessere, lo sviluppo e la sussistenza dell'umanità sotto moltissimi punti di vista. Negli ecosistemi marini, tra gli innumerevoli organismi che contribuiscono alla biodiversità, troviamo i pesci. I pesci rivestono un ruolo particolarmente importante per l'uomo. L'attività di pesca è un'attività millenaria e i pesci hanno da sempre rappresentato una preziosissima e fondamentale fonte di nutrimento per l'uomo. Se da un lato, tuttavia, i pesci sono un elemento importantissimo nell'economia di molte nazioni e popoli, come prodotto alimentare, dall'altro forniscono un incalcolabile valore ricreativo, culturale ed estetico alle società umane. Molte specie di pesci sono oggetto di numerosi accordi e convenzioni internazionali che ne regolamentano lo sfruttamento, la commercializzazione e la tutela (es. la Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare, UNCLOS, e gli accordi che ne sono seguiti).



## I pesci - perché studiarli?

Gli ecosistemi marini sono estremamente vulnerabili. Negli ultimi anni e in tutto il mondo, le attività di origine umana, come la pesca intensiva, l'inquinamento e i cambiamenti climatici, hanno avuto un profondo impatto sugli ecosistemi marini.



In particolare, l'impatto dell'uomo si rivela più intenso nelle aree costiere, dove la densità di popolazione è più elevata. Ad oggi, molti ecosistemi costieri sono stati distrutti o degradati, causando il depauperamento delle risorse naturali e il declino della biodiversità locale.

L'importanza di studiare come e con quale velocità gli ecosistemi marini stiano cambiando è sempre più evidente. Tuttavia, condurre attività di ricerca su scala ecosistemica rappresenta una sfida importante per biologi ed ecologi. Generalmente si utilizzano i cosiddetti "bioindicatori ecologici", ovvero organismi

o insiemi di organismi che, subendo variazioni rilevabili in presenza di uno stress naturale o mediato dall'uomo, informano sullo stato ambientale. Tra questi bioindicatori vi sono i pesci. Le Direttive Quadro europee sulle Acque e sulla Strategia per l'Ambiente Marino stabiliscono formalmente che i pesci devono essere inclusi tra i bioindicatori per la valutazione integrata delle pressioni umane sugli ecosistemi marini. I pesci sono, infatti, caratterizzati da un'elevata e multiforme diversità biologica. Poiché tale diversità è determinata dalle condizioni ambientali, studiare e monitorare le comunità di pesci nel tempo e nello spazio è oggi una priorità.

## Come possiamo studiare le comunità ittiche?

I metodi di studio possono essere distruttivi o non distruttivi, con relativi vantaggi e svantaggi.

I metodi distruttivi si basano sulla cattura degli individui. Le comunità di pesci vengono caratterizzate raccogliendo dati precisi come la dimensione, il peso e l'età degli esemplari, il numero di adulti e giovanili, così come quello di maschi e femmine. Le limitazioni di questi approcci comprendono: differenze nella probabilità di cattura delle specie, la selettività di specie e taglia degli attrezzi da pesca utilizzati, la mancata segnalazione di animali pescati, ma scartati e rigettati in mare, e i costi molto elevati in termini di personale e risorse.

I metodi non distruttivi non comportano la cattura dei pesci né altri impatti sugli ambienti, prestandosi a studi in Aree Marine Protette (AMP).

I censimenti visivi (UVC) che si basano sulla tecnica dei transetti sono tra i metodi più comuni in aree costiere. Tale tecnica consiste nel percorrere a velocità costante, in immersione subacquea, un "corridoio" di fondale dalle dimensioni note. I dati raccolti includono il numero di specie, la stima di abbondanza e taglia degli individui presenti. Le limitazioni sono: differenze nella probabilità di individuare alcune specie, l'esperienza del subacqueo e la sua influenza sul comportamento dei pesci, la trasparenza dell'acqua, la durata e la profondità di immersione.

I metodi non distruttivi comprendono anche foto e video che, combinate all'UVC, forniscono un quadro più completo delle comunità ittiche.

*Locandina realizzata per coinvolgere i subacquei nella raccolta di fotografie di Cernia bruna al fine di monitorare la specie nelle acque dell'AMP Tavolara*

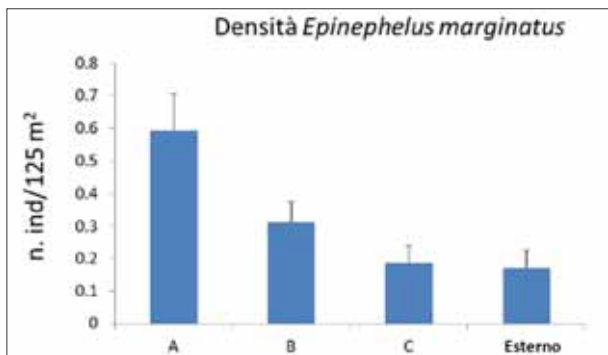
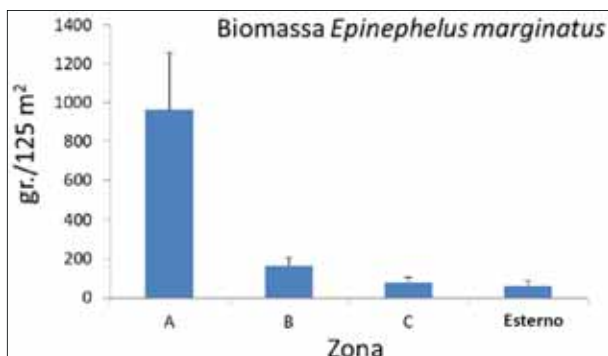
La locandina è un foglio informativo con sfondo azzurro e verde. In alto a destra c'è il logo "TAVOLARALAB" con il sottotitolo "LABORATORIO DI RICERCA SULLA BIODIVERSITÀ". Al centro, il titolo "QUANTE CERNIE POPOLANO L'AREA MARINA PROTETTA DI TAVOLARA?" è in caratteri arancioni e neri. Sotto il titolo, un riquadro grigio con bordi arancioni contiene il testo: "Sai che puoi riconoscere le Cernie brune grazie alle loro macchie, equivalenti alle nostre impronte digitali?". Al centro della locandina c'è una mappa stilizzata della Sardegna con tre punti di interesse arancioni. Intorno alla mappa sono disposte quattro fotografie polaroidi di pesci con etichette: "TL\_001 25.08.17", "P2\_001 24.08.17", "PA\_001 26.08.17" e "P1\_081 26.08.17". In basso a sinistra c'è un'icona di un subacqueo. Una banda arancione in basso contiene il testo: "Conoscere i MOVIMENTI e i SITI DI AGGREGAZIONE della CERNIA BRUNA, *Epinephelus marginatus*, ci aiuterà a PROTEGGERLA CON SUCCESSO! AIUTACI a riconoscere le cernie inviandoci i TUOI SCATTI, indicando DOVE e QUANDO li hai fatti! PIÙ CERNIE FOTOGRAFERAI, PIÙ CI AIUTERAI A RICONOSCKERLE!". Sotto questa banda ci sono tre icone circolari: "IMMERSI" con un subacqueo, "SCATTA" con un pesce e una fotocamera, e "INVIA" con un QR code e un'icona di un social media. In fondo ci sono i loghi dell'AMP Tavolara, del Ministero dell'Ambiente e del Mare, e un indirizzo email: "Per qualsiasi info scrivi a: [olivia.davideta@gmail.com](mailto:olivia.davideta@gmail.com)".

## Riconosci la cernia: monitoraggio della fauna ittica

### Premessa

La cernia bruna, *Epinephelus marginatus*, è una delle specie più carismatiche del Mar Mediterraneo e riveste un'elevata importanza sia in termini ecologici che socio-economici. È uno dei più grandi predatori delle aree costiere poco profonde e, come tale, regola le popolazioni delle sue prede ed a cascata, più in generale, le comunità marine. È di interesse per la pesca

Figura 1



sia commerciale sia ricreativa (soprattutto la pesca subacquea) e proprio a causa dell'intenso sfruttamento da pesca, di cui è stata ed è ancora oggetto, questa specie è considerata in pericolo di estinzione. La cernia bruna può raggiungere taglie elevate (>1 m) e vivere fino a 60 anni di età. Inoltre, è una specie ermafrodita, i cui individui cambiano sesso da femmina a maschio nel corso della propria vita, intorno ai 7-17 anni di età (non prima dei 50 cm). Un'altra peculiarità che contraddistingue la cernia bruna è la formazione di aggregazioni riproduttive durante la stagione estiva. I maschi dominanti, di taglia più elevata, difendono i propri territori monopolizzando harem di femmine di varia numerosità. L'accoppiamento è preceduto dall'esecuzione di rituali di corteggiamento da parte dei maschi, riconoscibili per la livrea argento (Figura 1), responsabili anche dei suoni associati all'attività di corteggiamento stessa.

Ad oggi, sono ancora poche le aggregazioni riproduttive di cernia bruna documentate e le osservazioni si limitano ad alcuni siti del Mediterraneo Nord-Occidentale, prevalentemente all'interno di AMP.

La cernia bruna viene considerata una specie emblematica nel contesto delle AMP. Nel Mar Mediterraneo, molteplici

studi (vedi grafici alla pagina precedente) hanno evidenziato come le cernie brune siano più grandi e numerose nelle AMP efficaci rispetto alle aree esterne non protette. La presenza della cernia bruna è generalmente associata a paesaggi marini complessi e ricchi di biodiversità. Questa ed altre caratteristiche della cernia bruna, come le taglie elevate, la fedeltà al sito e il comportamento curioso, rendono questa specie un'attrattiva per la subacquea e, di conseguenza, le AMP potenti poli di attrazione per questa forma di turismo naturalistico.

### *Obiettivo*

L'obiettivo del presente progetto è stato quello di monitorare la presenza e la numerosità delle cernie brune nello spazio (nell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo) e nel tempo (durante l'estate 2018), allo scopo di supportare efficaci misure di tutela, ma anche di rendere sempre più sostenibile il turismo subacqueo. In particolare, il progetto ha previsto il coinvolgimento dei subacquei ricreativi nel censimento della cernia bruna, facilitando parallelamente un aumento della consapevolezza e del rispetto verso il valore di questa specie. La tecnica adottata è stata quella della foto-identificazione individuale. Sino ad ora, nel Mar Mediterraneo, la cernia bruna rappresenta l'unica specie di pesce osseo per il quale una tecnica di foto-identificazione si è dimostrata attuabile. Tuttavia, tale procedura non è mai stata impiegata per lo studio delle sue popolazioni.

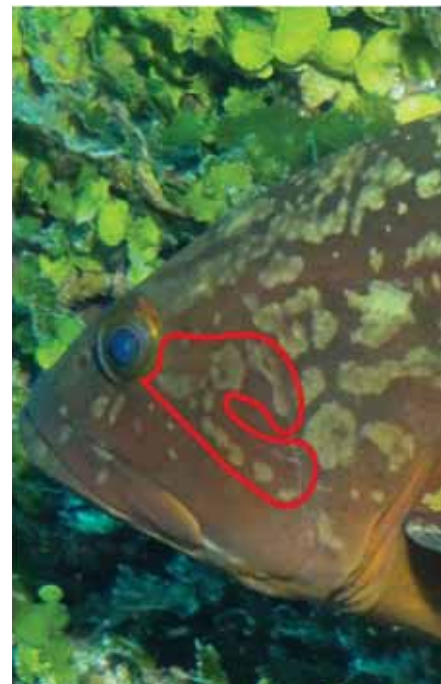
### *Metodi*

Questa iniziativa si è svolta durante la stagione estiva 2018, tra i mesi di giugno e ottobre. Durante tali mesi sono stati contattati i centri di immersione autorizzati dell'AMP di Tavolara e i loro clienti. In particolare, ai subacquei muniti di video/foto-camera è stato chiesto di condividere le foto delle cernie presenti nei siti d'immersione dell'AMP di Tavolara.

La partecipazione allo studio da parte dei subacquei ricreativi è stata promossa attraverso la realizzazione di materiale informativo ma anche eventi di divulgazione e sensibilizzazione aperti al pubblico. Il materiale fotografico raccolto è stato utilizzato per la creazione di un *database* e successivamente analizzato per l'identificazione dei singoli esemplari di cernia bruna.

Ogni foto raccolta riportava nel titolo la data e il sito in cui

Figura 2

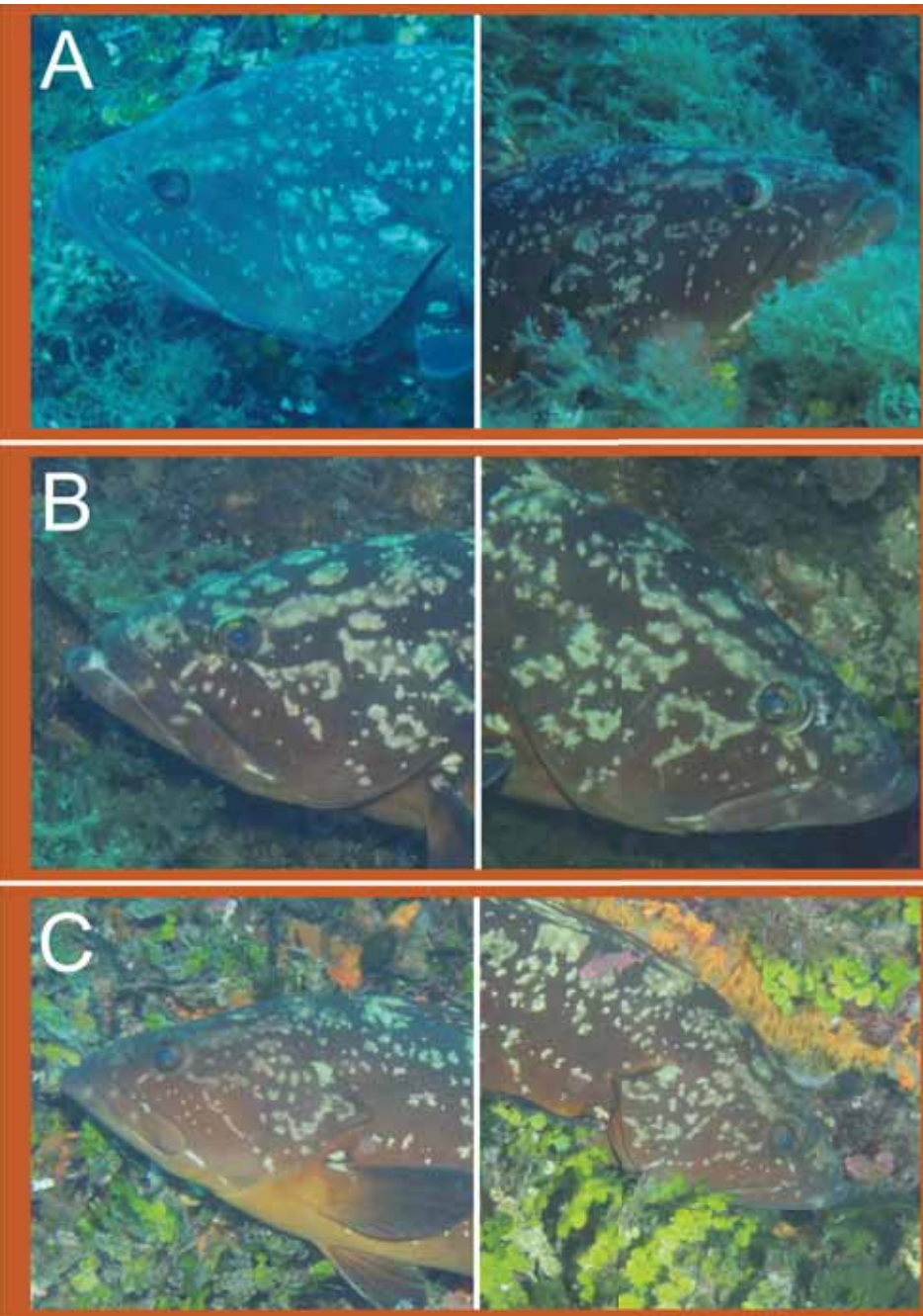


era stata scattata. Il metodo di riconoscimento individuale si è basato sulla variabilità delle macchie cefaliche delle cernie, differenze naturali e permanenti paragonabili all'impronta digitale umana (Figura 2).

Le macchie dei lati destro e sinistro non sono mai identiche, così come accade spesso in natura, di conseguenza è stato chiesto di fotografare entrambi i lati, se possibile.

L'identificazione individuale è avvenuta attraverso l'utilizzo del software di riconoscimento interattivo gratuito "I3S Pattern" (v. 4.0.2). Questo software è di tipo semiautomatico, poiché richiede l'intervento di un operatore. In ogni foto l'operatore seleziona l'area di identificazione, da cui vengono estratti automaticamente i tratti chiave, coincidenti con le macchie cefaliche della cernia. La comparazione tra una determinata foto e quelle già processate si basa sul confronto del grado di sovrapposizione dei tratti chiave di ciascuna foto. Maggiore sarà il grado di sovrapposizione tra tali attributi, maggiore la probabilità che si tratti dello stesso individuo. L'identificazione sarà poi validata dall'operatore. Foto scattate in condizioni di acqua torbida, o foto caratterizzate dalla presenza di aree più luminose dovute al flash o ad un'incidenza non uniforme della luce naturale sul soggetto, pregiudicano l'accuratezza del software nell'estrarre i tratti chiave. Il sistema di estrazione del software non è quindi infallibile e necessita dell'intervento del ricercatore.

Figura 3

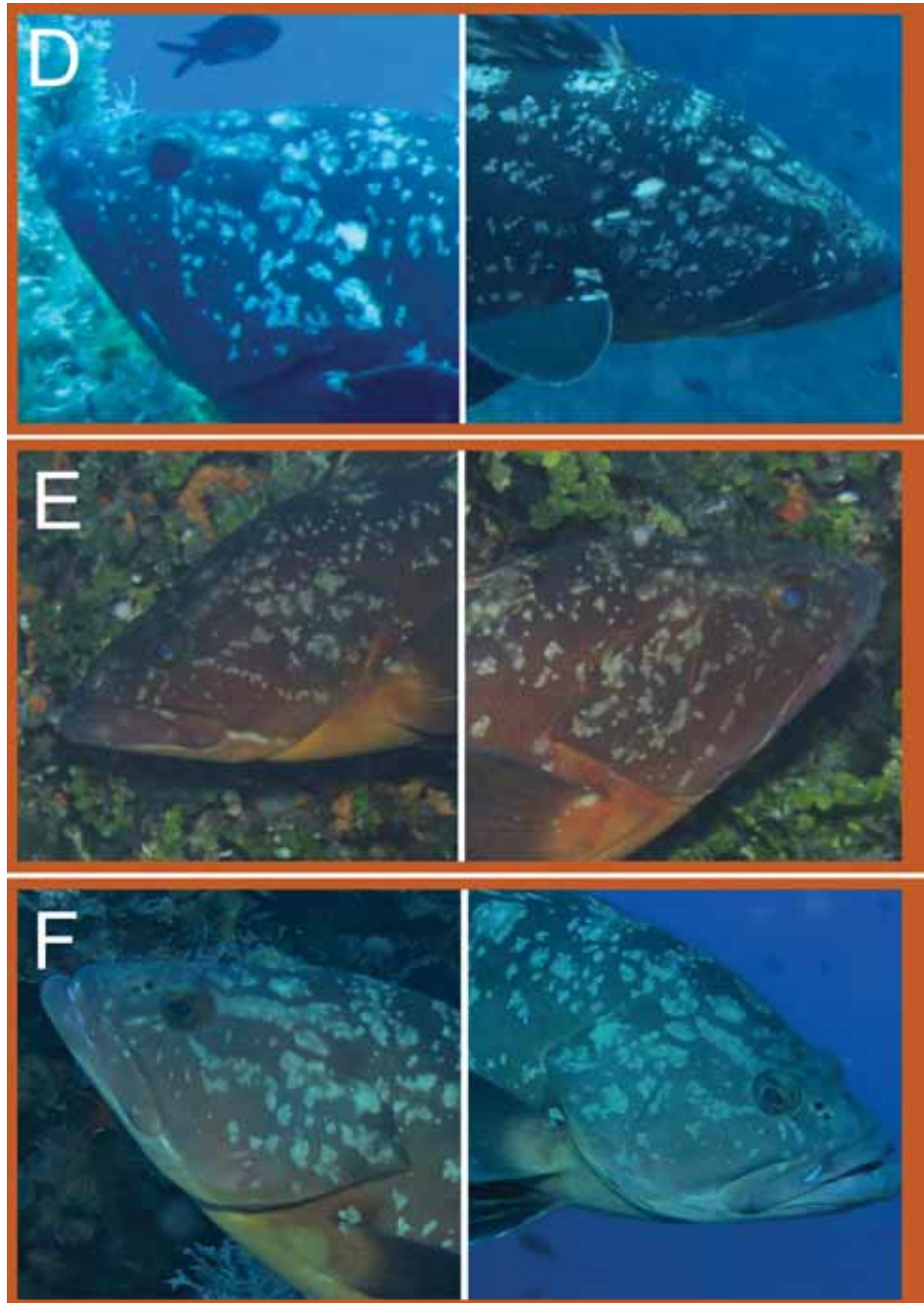


## Risultati

Nell'arco dell'estate 2018 sono state raccolte un totale di 556 foto. Da questo materiale sono stati selezionati 206 scatti. La scelta si è basata sulla maggiore qualità dell'immagine e la nitidezza delle macchie cefaliche delle cernie. Queste foto sono state successivamente analizzate con il software "I3S Pattern". L'esperienza del subacqueo e le specifiche tecniche della macchina fotografica utilizzata hanno sicuramente inciso molto sulla qualità delle foto. Inoltre, la richiesta molto specifica di scattare una foto di entrambi i lati della testa delle cernie potrebbe aver creato delle difficoltà. Non tanto perché sia difficile ritrarre questi animali di lato, visto che spesso assumono una posizione di profilo nei confronti del subacqueo, quanto per il fatto che è necessario avvicinarsi all'animale e girargli intorno.

Grazie alle foto scattate tra il 16 giugno ed il 19 ottobre è stato possibile identificare un totale di 97 cernie. Solo a 11 individui sono stati fotografati entrambi i lati della testa (6 di questi si possono vedere in Figure 3 e 4), di conseguenza questo valore di numerosità potrebbe essere inferiore, poiché il lato destro e sinistro della stessa cernia potrebbero essere stati attribuiti a due individui distinti. Sono 52 le foto che ritraggono il lato destro, mentre 58 quelle che immortalano il lato sinistro. Se considerassimo solo le foto dei lati sinistri, che sono più numerose, il

Figura 4



totale degli individui identificati scenderebbe a 58.

Tenendo presente la stima delle 97 cernie, il maggior numero di esemplari è stato identificato presso il sito di immersione delle Secche del Papa, dove gli individui sono 55.

In ordine decrescente, 13 cernie sono state identificate alla Secca di Punta Arresto, 11 cernie allo Scoglio del Fico, 7 a Tegghja liscia, 5 a Cala Cicale, 4 al Grottone, 1 all'Archetto e alla Secca dell'Elefante (Figura 5).

Figura 5



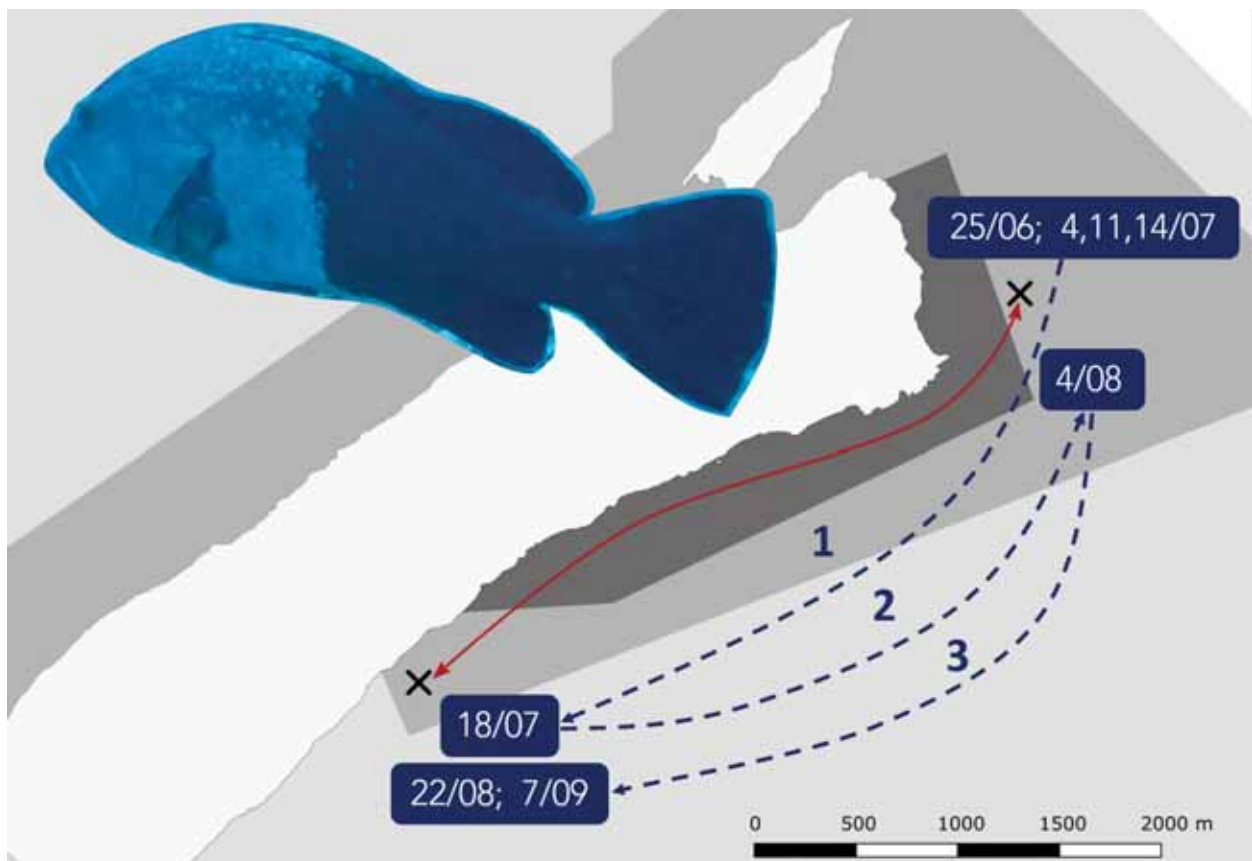
Alcuni individui sono stati osservati più di una volta nell'arco della stagione estiva 2018. In particolare, sono 18 gli esemplari che sono stati avvistati almeno due volte in questo periodo. Le cernie che sono state osservate con maggiore frequenza si trovavano presso le Secche del Papa. Proprio presso questo sito di immersione, un individuo (A; Figura 3) è stato osservato 9 volte nel periodo compreso tra la metà di giugno e la fine di settembre 2018.

Attraverso le fotografie non è stato possibile non solo monitorare la presenza degli individui nell'arco della stessa stagione estiva, ma anche tra estati di anni diversi. Infatti, le foto dell'estate 2018 sono state confrontate con quelle precedentemente raccolte. In questo modo è stato possibile stabilire che due individui erano stati visti alle "Secche del Papa" già nell'aprile 2014 (B e



C; Figura 3), mentre un altro individuo era stato fotografato nell'agosto 2016. Sempre presso questo sito, sin dall'estate 2017 è stato fotografato anche un maschio territoriale con la riconoscibile livrea argento, che nel 2018 è stato visto 5 volte tra giugno e metà agosto (D; Figura 4). È quindi evidente come questi individui mostrino un'elevata fedeltà al sito. Le cernie brune sono note per essere animali molto territoriali, soprattutto quando di taglia elevata. Tuttavia, è possibile che alcuni individui compiano degli spostamenti per raggiungere i siti di riproduzione. A tal proposito, agli esemplari finora identificati va aggiunta anche una femmina di cernia bruna di circa 85 cm, priva di pinna pettorale sinistra e caratterizzata da un colore diverso nelle due metà del corpo. Anteriormente ha una livrea normale, mentre posteriormente, da circa la metà del corpo, la colorazione è nera uniforme. Durante l'arco dell'estate questo esemplare ha percorso tre volte una distanza di almeno 3 km, spostandosi tra i siti di immersione de le Secche del Papa e Tegghja liscia (Figura 6). È molto probabile che tali spostamenti fossero migrazioni a scopo riproduttivo, dato che sono le femmine a muoversi tra i territori dei maschi dominanti.

Figura 6



### ***Conclusioni***

La cernia bruna è una specie carismatica, che esercita una forte attrazione per i turisti subacquei ricreativi. Oggi, è molto comune che l'attrezzatura di un subacqueo includa anche una macchina fotografica. Il punto forte di quest'iniziativa consiste nel fatto di essere stata a portata di "click".

I risvolti in campo scientifico di questa iniziativa di *citizen science* sono molteplici. Le foto hanno fornito indicazioni sulla numerosità e la fedeltà al sito degli individui presso i siti di immersione visitati, nell'arco della stagione estiva 2018 e in alcuni casi anche tra estati passate. In un caso, è anche stato possibile evidenziare gli spostamenti effettuati da una cernia bruna dalla livrea molto singolare, quindi facilmente riconoscibile dalla comunità dei subacquei locali, tra due popolari siti di immersione. Tali spostamenti hanno quasi certamente un significato riproduttivo a testimonianza che nell'AMP di Tavolara vi sono siti riproduttivi, come evidenziato in passato.

Il monitoraggio nel lungo termine è essenziale per definire misure di gestione specifiche, salvaguardare la cernia bruna e garantire la persistenza nel tempo delle sue popolazioni locali.

*Cernie alla Secca  
del Papa*



# Liberiamo le Dune: riconosci le specie aliene della fascia costiera e interventi di eradicazione

*Giovanna Spano · Andrea Deiana*

L'introduzione, volontaria o accidentale, di nuove specie al di fuori delle loro aree di distribuzione è un processo che ha visto negli ultimi decenni un'accelerazione notevole, in seguito all'aumentato volume di scambi commerciali ed alla facilità con cui ci si sposta attualmente per lavoro o per turismo. Nonostante l'uomo abbia da sempre favorito lo spostamento di specie animali e vegetali, non sfugge che la globalizzazione in atto abbia generato una velocità notevole di questa dinamica, forse impensabile anche in un passato recente. Ovviamente, non tutte le specie traslocate in ambienti differenti si rivelano problematiche, sia in termini ecologici sia economici e sociali; molte delle specie coltivate su cui si basa l'alimentazione europea, vengono da altri continenti, fra queste ricordiamo il riso, il pomodoro, il mais, solo per fare alcuni esempi.

Esiste però, un gruppo di specie sempre più ampio, che si rivela invasivo, cioè si diffonde in maniera incontrollata interferendo con le specie locali e causando impatti anche molto rilevanti, tanto che al momento la diffusione di specie aliene invasive è considerata un'importante causa di perdita di biodiversità a livello mondiale, seconda solo alla distruzione degli habitat. Per comprendere appieno la minaccia rappresentata dalle specie aliene invasive, è necessario considerare che i loro impatti non agiscono solo a livello di singole specie, ma producono una semplificazione e banalizzazione dell'ecosistema interessato dall'invasione, alterando profondamente anche le caratteristiche di adattabilità alle perturbazioni, così importanti per fronteggiare i cambiamenti climatici in atto e le alterazioni generate dall'uomo.

## **Le piante del genere *Carpobrotus***

Specie originarie del Sud Africa, *Carpobrotus edulis*, *Carpobrotus acinaciformis* e i loro ibridi sono state portate dall'uo-





Eradicazione del  
*Carpobrotus* nella  
spiaggia di  
Porto Taverna  
(Loiri Porto San Paolo)

mo negli ambienti mediterranei per scopi ornamentali. Sono piante con fiori evidenti e colorati, gialli o rosa acceso, che per le loro caratteristiche biologiche sono particolarmente facili da coltivare: infatti, sopportano molto bene le elevate temperature e la carenza d'acqua degli ambienti costieri mediterranei e, anche senza cure particolari, sono in grado di ricoprire con un denso tappeto superfici vaste; inoltre, bastano piccole parti, anche solo della foglia, perché si sviluppino nuovi individui. È quindi facile che si diffondano, anche inavvertitamente, al di fuori dei giardini e, negli ambienti del sud dell'Europa, sono sicuramente una minaccia ai sistemi costieri e insulari. Almeno tredici specie di piante native europee sono direttamente minacciate dalla diffusione de *Carpobrotus* spp., ma la loro presenza ha un effetto negativo anche a livello di ecosistema e i tappeti continui che forma impediscono la germogliazione delle altre piante riducendo in maniera significativa la biodiversità locale. Sulle nostre dune, dove presente, riduce drasticamente gli spazi a disposizione per le altre piante, come l'elicriso italiano (*Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum*), che tutti conosciamo per il suo intenso profumo (profumo di Sardegna!) o come altre specie ancora più rare come la *Linaria flava* subsp. *sardoa*, protetta dalle direttive comunitarie.

Inoltre, dove sono presenti anche i ratti (*Rattus* spp.), altra specie infestante con impatti particolarmente notevoli, i semi dei *Carpobrotus* diventano un'importante fonte alimentare, contribuendo a sostenere popolazioni numerose di questo roditore.



Un'attività oggettiva di mappatura delle aree può essere eseguita utilizzando un comune smartphone dotato di sensore di posizionamento geografico satellitare (GPS) ed una delle tante applicazioni di navigazione scaricabili gratuitamente che consentono la registrazione di una traccia (in formato GPX): circumnavigando le aree popolate dai *Carpobrotus* spp. è possibile registrarne la localizzazione ad un tempo dato, importare la traccia lineare nel sistema informativo geografico (GIS) e, convertendola in poligoni, calcolare l'area interessata.

Tali rilievi consentono inoltre di analizzare a posteriori dei parametri statistici utili, quali, ad esempio la densità d'impatto (area a *Carpobrotus* spp. rispetto alla superficie totale della spiaggia) e il tempo necessario per l'eradicazione dei *Carpobrotus* spp (ore uomo necessarie per metro quadro di superficie).

Le attrezzature necessarie per sradicare sono ridotte a piccoli attrezzi da giardinaggio (palettine e zappette) e semplici strumenti di protezione, come i guanti. Secondo le condizioni del sito possono essere utili mastelli a due manici per il trasporto al punto di raccolta, oppure grossi sacchi in polietilene, da scegliere fra quelli più resistenti, perché la pianta è ricca d'acqua e quindi anche volumi relativamente contenuti sono piuttosto pesanti. Se le condizioni lo consentono, può essere posizionato un telo di raccolta su cui lasciare disseccare la pianta eradicata: questo permette di ridurre i costi economici ed ecologici dello smaltimento. È opportuno posizionare il telo solo se sono presenti aree di terra nuda, non interessate da altra vegetazione, per esempio un'area di parcheggio o una scogliera.

L'attività di eradicazione deve essere condotta manualmente, avendo cura di alterare il meno possibile l'ambiente attorno, evitando per quanto possibile di calpestare e rimuovere altre piante. È importante lavorare accompagnando con le mani l'estirpazione dal fusto alle radici, che possono essere anche molto lunghe e che ovviamente è bene rimuovere completamente o fin dove possibile. Gli attrezzi devono essere usati solo se indispensabili e avendo



*Una studentessa durante la mappatura;*

*Mappa dell'area bonificata dal Carpobrotus*



cura di circoscrivere il più possibile alla specie da eradicare l'area smossa meccanicamente. Durante l'attività e anche nei successivi momenti del trasporto, deve essere fatta la massima attenzione a non disperdere neanche piccole parti della pianta: un aspetto della sua invasività è proprio nel fatto che basta un piccolo pezzo per originare velocemente una nuova pianta e ritrovarsi in breve con una copertura notevole. Anche le parti vecchie della pianta, che si trovano secche al suolo, devono essere portate via.

Successivamente all'azione di rimozione, per almeno due o tre anni, è opportuno tornare e controllare la presenza di ricacci o nuove piante nate da seme: infatti, nel terreno possono essere presenti semi caduti che germogliano nel tempo. Controllare e rimuovere tempestivamente consente di garantire la durata del risultato ottenuto con il lavoro svolto. Eventualmente è possibile procedere a una nuova mappatura con GPS, in modo da analizzare il fenomeno anche in chiave geografica, attraverso sovrapposizioni ed incroci con altre serie storiche e/o mappature di altro tipo (geomorfologia, habitat, etc.).

*Studenti del Liceo  
A. Gramsci  
alla conclusione  
dell'attività sul campo*



# La Foresta sommersa: conservazione della *Posidonia oceanica*

*Andrea Deiana · Pietro Navone · Pier Augusto Panzalis*

La *Posidonia oceanica* è una fanerogama marina endemica del Mar Mediterraneo, in grado di sviluppare estese praterie dalle acque superficiali fino a una profondità di oltre 40 m. Le praterie di *Posidonia oceanica* rivestono un ruolo ecologico fondamentale per l'equilibrio degli ecosistemi marini costieri, offrendo cibo e protezione a numerose specie, anche di pregio, e un ruolo esclusivo per la protezione dei fondali e dei tratti di litorale a essi antistanti, tanto da poterle paragonare a vere "foreste" sommerse.





### Cosa sta succedendo alle praterie di Posidonia?

In tutto il Mediterraneo, le praterie di Posidonia sono in regressione a causa di diversi fattori. Tra le cause di regressioni più frequenti troviamo fattori come:

- pesca a strascico;
- ancoraggi;
- opere marittime (porti, dighe frangiflutti, ecc.);
- aumento della torbidità delle acque, anche per una cattiva gestione dell'entroterra;
- inquinamento;
- competizione con alghe tropicali accidentalmente immesse in Mediterraneo, come la *Caulerpa taxifolia* e la *Caulerpa cylindracea*.

### Perché è importante proteggere le praterie di Posidonia?

La *Posidonia oceanica* non è una pianta "qualsiasi", le sue praterie rivestono un'enorme importanza per la vita del mare e il suo litorale, tanto da essere strettamente protetta da norme internazionali e nazionali.

Il ruolo ecologico delle praterie di Posidonia può essere quindi schematizzato così:

- producono ossigeno in notevole quantità (fino a oltre 14 litri al giorno per metro quadrato di prateria);
- sono aree di *nursery*, cioè zone dove le uova e le forme giovanili di molte specie trovano le condizioni ideali per lo sviluppo e la crescita (es. riparo dalla predazione);
- proteggono le coste dall'erosione smorzando l'effetto delle onde che arrivano sulla spiaggia; a questo contribuiscono anche le foglie che si accumulano sulle spiagge formando tipici ammassi (*banquettes*);
- sono aree ad elevata biodiversità, ospitando numerose specie di crostacei, molluschi, briozoi, echinodermi, tunicati, pesci ecc.;
- rappresentano un "accumulatore di energia e biomassa", che viene poi trasmessa ai livelli trofici superiori dell'ecosistema attraverso vie differenti: le foglie, gli epifiti algali e il detrito fogliare.

### Come possiamo proteggere la Posidonia?

Oltre all'applicazione di norme per la salvaguardia dell'ambiente, anche piccoli gesti, come evitare di gettare l'ancora sulle praterie di Posidonia, non disturbare gli abi-



tanti della prateria urtando le foglie quando facciamo il bagno o evitare di gettare inquinanti e rifiuti in mare, contribuiscono attivamente a preservare le piante e il loro ecosistema. Per promuovere questi comportamenti virtuosi è necessario sensibilizzare tutti i frequentatori delle nostre coste, anche coinvolgendoli, dove e quando possibile, nelle azioni di monitoraggio che le amministrazioni pubbliche, prime fra tutte le Aree Marine Protette sono chiamate a compiere. A tal riguardo, l'attività di monitoraggio della Posidonia è stata inserita all'interno del progetto di citizen science TAVOLARA LAB realizzato dall'Area Marina Protetta (AMP) di Tavolara Punta Coda Cavallo.

#### L'azione "Foresta Sottomarina"

L'attività di monitoraggio, denominata "Foresta Sottomarina", ha visto il coinvolgimento di centri d'immersione locali e subacquei volontari nell'affiancare tecnici e scienziati dell'AMP ai fini di determinare lo stato di salute di alcuni tratti di prateria di Posidonia, utilizzando la densità dei fasci come indice di riferimento.

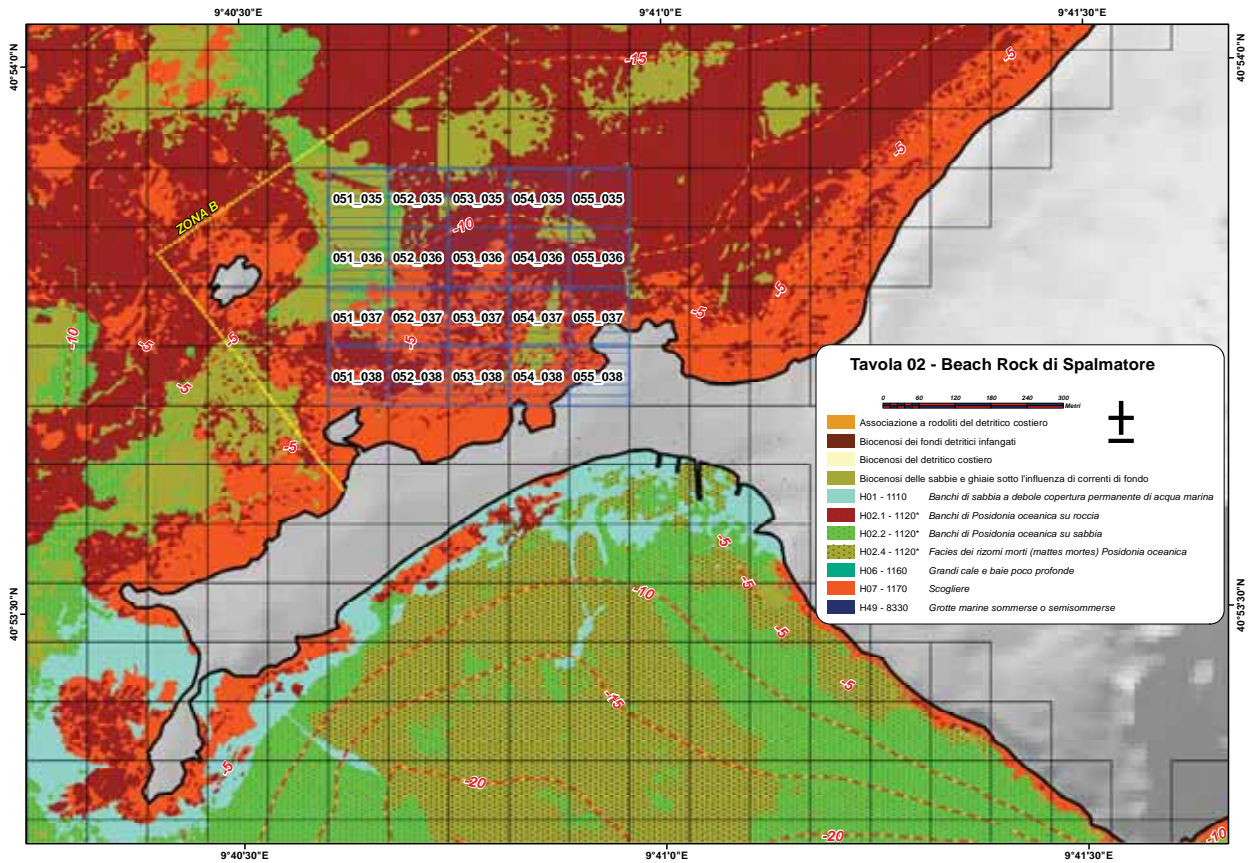


Foresta sottomarina è nata con le caratteristiche che accomunano la maggior parte dei progetti di scienza del cittadino, quali la sensibilizzazione sui temi trattati e la formazione tecnico-scientifica dei partecipanti.

Le attività sono state pianificate con il supporto dell'Ufficio GIS dell'Area Marina Protetta di Tavolara - Punta Coda Cavallo, che, ormai dal 2006, raccoglie attivamente dati georiferiti sulle varie tematiche di interesse derivanti da azioni di pianificazione, monitoraggio e gestione; lo stesso Ufficio GIS produce inoltre elaborazioni ed analisi geospaziali a supporto delle azioni di pianificazione, monitoraggio e gestione. In particolare, l'Ufficio GIS ha suddiviso tutta l'Area Marina Protetta con una griglia costituita da celle quadrate di 1 ettaro, aventi quindi lato pari a 100 metri. Sono poi state identificate ed estratte dalla griglia le celle per le quali è stata registrata la presenza di *Posidonia oceanica* durante l'ultima campagna di mappatura delle biocenosi marine, eseguita tra il 2011 ed il 2015 con utilizzo del sonar a scansione laterale (side scan sonar) e sonar multi-fascio (multibeam sonar). Di queste celle, per il monitoraggio con volontari subacquei, sono state selezionate quelle con profondità mediamente compresa tra 5 e 15 m e vicine tra loro (gruppi di circa 20 celle). Le celle selezionate sono poi state assegnate ai diversi gruppi d'immersione.

*Subacquei lavorano  
in coppia alla  
conta dei fasci di  
Posidonia oceanica*





Allo scopo, sono quindi state prodotte 14 tavole cartografiche in formato A3 con l'indicazione delle celle passibili di monitoraggio, ciascuna accompagnata da una tabella contenente le coordinate geografiche del centro di ogni cella di interesse.

L'attività in mare è sempre stata preceduta da una breve formazione teorico-pratica dei partecipanti. E' stato spiegato loro il delicato ruolo della *Posidonia oceanica* all'interno del mar Mediterraneo, sia a livello di specie sia di habitat, è stato anche illustrato il protocollo da applicare durante l'immersione.

Ai partecipanti è stato consegnato il materiale necessario all'attività, comprendente quadrati di dimensioni 50 × 50 cm (uno per coppia) da utilizzare per delimitare il campione di prateria da misurare e lavagnetta con scheda di campionamento prestampata, intuitiva

**Tavola 02 - Beach Rock di Spalmatore**

XY cella Posidonia	Y DD MM,MMM	X DD MM,MMM
051_035	40 53,877	9 40,638
051_036	40 53,823	9 40,637
051_037	40 53,769	9 40,636
051_038	40 53,715	9 40,636
052_035	40 53,876	9 40,709
052_036	40 53,822	9 40,708
052_037	40 53,768	9 40,708
052_038	40 53,714	9 40,707
053_035	40 53,876	9 40,780
053_036	40 53,822	9 40,779
053_037	40 53,768	9 40,779
053_038	40 53,714	9 40,778
054_035	40 53,876	9 40,851
054_036	40 53,822	9 40,851
054_037	40 53,767	9 40,850
054_038	40 53,713	9 40,850
055_035	40 53,875	9 40,922
055_036	40 53,821	9 40,922
055_037	40 53,767	9 40,921
055_038	40 53,713	9 40,921

**TAVOLARA LAB**  
LA SCIENZA DEL CITTADINO INSIEME ALL'AMP DI TAVOLARA






**Scheda monitoraggio *Posidonia oceanica***

Data \_\_\_\_\_ N° cella \_\_\_\_\_

Rilevatori \_\_\_\_\_ Coordinate \_\_\_\_\_ N  
\_\_\_\_\_ E

Diving \_\_\_\_\_ E

Quadrati	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Profondità alla base dei fasci									
N° Fasci per quadrato (50 x 50 cm)									
Substrato S = sabbia R = roccia M = matte									

Continuità del posidonieto:  continuo  piccole radure  grandi radure

***Pinna nobilis***



- 0
- 1
- 2
- 3-5
- 6-10
- 11-50
- >50

***Caulerpa cylindracea***



- Assente
- Un esemplare isolato
- Alcuni sparsi
- Molti sparsi
- Un'area densa
- Alcune aree dense
- Molte aree dense

***Caulerpa taxifolia***



- Assente
- Un esemplare isolato
- Alcuni sparsi
- Molti sparsi
- Un'area densa
- Alcune aree dense
- Molte aree dense

e facile da usare, in cui annotare, per ogni campione, i numeri di fasci, profondità del fondale (usando il proprio profonditàmetro), tipologia di substrato (sabbia, roccia o matte) e altre informazioni utili.

In immersione, i partecipanti hanno lavorato in coppia, alternandosi alla conta dei fasci di Posidonia. Una volta arrivati nei pressi del fondale, le varie coppie si sono disperse all'interno della cella, selezionando in maniera casuale il punto di prateria da campionare.

Una volta conclusa la conta dei fasci, è stato perlustrato il resto della cella monitorata, alla ricerca di una specie protetta di grande interesse, la *Pinna nobilis*, e di 2 specie aliene che possono minacciare la biodiversità e l'estensione delle praterie di Posidonia: *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.



Di queste specie è stata annotata la presenza o assenza e, quando presente, la classe di abbondanza. È stata prestata attenzione al fatto che gli esemplari rinvenuti di *Pinna nobilis* fossero vivi perché si sta diffondendo in Mediterraneo un parassita capace di provocarne la morte.

Esperti operatori di Reef Check Italia onlus e guide subacquee hanno accompagnato i partecipanti durante tutta l'esecuzione del monitoraggio. Al termine dei rilievi, tutti hanno partecipato alla verifica e discussione sui dati raccolti, focalizzando l'attenzione sul generale stato di salute del posidonieto monitorato in base alla densità dei fasci contati; considerando anche la profondità, la tipologia di substrato e eventuali impatti antropici che possano aver cambiato il naturale stato di salute di *Posidonia oceanica*, come ad esempio la presenza di evidenti tracce di ancoraggi.



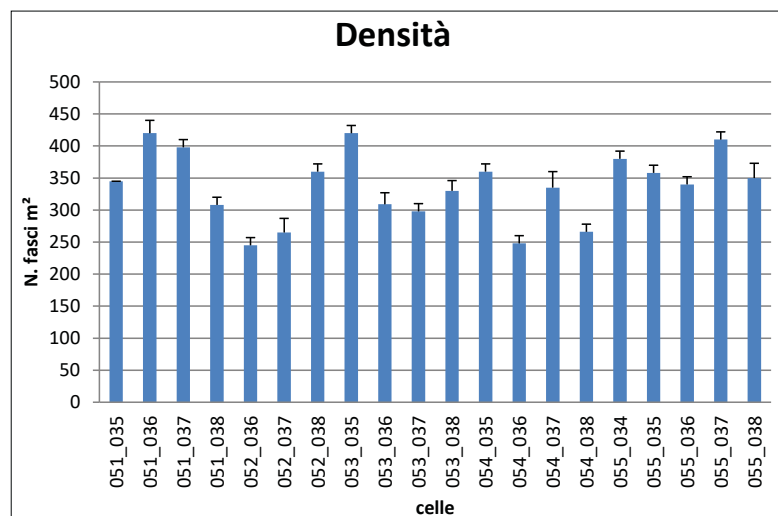
*Quadrato di campionamento adagiato su una prateria di Posidonia*

### L'utilità dei dati raccolti e dell'attività svolta

A conclusione delle attività, i dati di monitoraggio raccolti, ognuno associato alla cella d'interesse, sono stati introdotti nel sistema geografico informatico (GIS) dell'Ente Gestore, andando ad arricchire i dati di monitoraggio scientifico già disponibili in diverse serie storiche. La qualità dei dati raccolti dai volontari subacquei, comunque sotto la supervisione di esperti, è stata verificata attraverso il confronto con dati raccolti dagli esperti all'interno di alcune celle di controllo.

Infine, il maggior risultato tangibile è certamente l'aumentata consapevolezza dei cittadini 'scienziati' nei confronti delle attività di ricerca e monitoraggio svolte dall'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo, a tutela dell'ambiente e della vita, e la loro sensibilizzazione verso l'importan-

*Densità fogliare rinvenuta dai campionamenti dei volontari in relazione alle tabelle di pag. 57*



za degli ambienti e delle specie marine protette, promuovendo comportamenti virtuosi.

L'azione Foresta Sottomarina si è svolta nell'estate 2018, a cavallo tra luglio e agosto, coinvolgendo subacquei in possesso almeno del brevetto di 1° livello, data la limitata profondità. Questo ha permesso di rendere le attività accessibili a tutti gli appassionati di subacquea. A tali attività, distribuite in 14 giornate, hanno partecipato oltre 100 subacquei.

*Briefing prima  
dell'immersione*



Nello stesso periodo sono stati organizzati eventi promozionali per divulgare le attività in corso. In particolare, nella sede "La casa delle farfalle di mare", a Porto San Paolo, si sono svolti 3 incontri divulgativi aperti al pubblico, ai fini di incrementare la sensibilizzazione e la partecipazione al progetto. Inoltre, durante tutte le tappe del Festival del Cinema di Tavolara è stato allestito un banchetto con materiale informativo.

Le attività di Foresta Sottomarina sono state realizzate anche grazie alla collaborazione dei centri d'immersione locali che, oltre a fornire un importante supporto logistico,

hanno promosso attivamente il coinvolgimento dei partecipanti. I centri d'immersione hanno fornito i mezzi nautici, e quando necessario, guide e attrezzature subacquee. Questi i centri d'immersione che hanno aderito al progetto TAVOLARA LAB cui va il ringraziamento dell'Ente Gestore dell'AMP e dell'Associazione Reef Check Italia onlus che ha coordinato l'attività:

- Leila Diving Center
- Atmosphere Diving Center
- Aquarius Diving Center
- Porto San Paolo Diving Center
- Tavolara Diving Center
- Mare Azzurro Diving Center
- Karibu Diving Center

*Banchetto per promuovere le attività durante il Festival del Cinema di Tavolara*



Finito di stampare  
nel mese di febbraio dell'anno 2019  
presso Editrice Taphros  
Tipografia Sotgiu S.r.l.s.