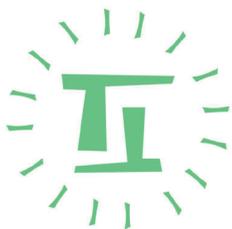


INDIVIDUARE E SEGNALARE LE SPECIE MARINE ALIENE

nell'Area Marina Protetta di Tavolara
Punta Coda Cavallo



Progetto
“Together for Tavolara”



CON IL SOSTEGNO DI



Individuare e segnalare le specie marine aliene

nell'Area Marina Protetta
di Tavolara Punta Coda Cavallo

Testi a cura di

Maria Anna Delaria
Sarah Caronni
Eva Turicchia
Carlo Cerrano
Massimo Ponti

Foto di

Egidio Trainito

Prefazione di

Augusto Navone

Questo libro, rivolto a tutti gli appassionati di mare che hanno a cuore la salvaguardia del Mediterraneo, nasce nell'ambito del progetto **"Together for Tavolara"** sostenuto dalla **Fondazione CON IL SUD** (www.fondazioneconilsud.it) per il biennio 2016-2017. Il progetto è coordinato dall'associazione **Mine Vaganti NGO** e vi partecipano:

- Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo
- Comune di Olbia
- Comune di Loiri Porto San Paolo
- Comune di San Teodoro
- Istituto scolastico ITCG DEFFENU
- Università degli studi di Sassari
- Centro Nautico di Levante
- SlowDive Associazione Culturale Sportiva Dilettantistica
- BeTheChange ASD di Diego Filippini
- Reef Check Italia *onlus*

Il libro è pubblicato dalla casa editrice Reef Check Italia *onlus* e realizzato in stretta collaborazione con l' Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo.

Reef Check Italia *onlus* è un'associazione dedicata allo studio, alla conservazione ed al recupero dei popolamenti naturali dei fondali del Mediterraneo e delle scogliere coralline tropicali, obiettivi che persegue grazie ad una continua opera di divulgazione e al coinvolgimento di volontari. Fondata nel 2008, l'associazione è partner della Fondazione Reef Check, che gestisce il programma di monitoraggio delle scogliere coralline ufficialmente riconosciuto dalle Nazioni Unite.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti i volontari che contribuiscono al successo delle iniziative di Reef Check Italia *onlus*, collaborando con i ricercatori, dedicando tempo e spesso anche risorse, a loro è dedicato questo libro. Un ringraziamento particolare va rivolto a tutte le Aree Marine Protette (AMP) con cui Reef Check Italia *onlus* collabora attivamente, in questo caso particolare con l'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo.

Composizione grafica di copertina di Eva Turicchia, foto di copertina di Egidio Trainito.

Questa pubblicazione va citata come:

Delaria M. A., Caronni S., Turicchia E., Cerrano C., Ponti M. (2017) Individuare e segnalare le specie marine aliene nell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo. Reef Check Italia *onlus*, Ancona, pp. 48. ISBN 978-88-906783-6-3



© Copyright 2017 Reef Check Italia *onlus*,
c/o DiSVA, Università Politecnica delle Marche
Via Brece Bianche sn, Monte Dago, 60131 Ancona (Italia)
Telefono: +39 071 2204651
Email: postmaster@reefcheckitalia.it
Sito Internet: www.reefcheckmed.org/italiano

Finito di stampare a ottobre 2017 da Gescom Spa Viterbo, per conto di Editrice Taphros Olbia



Sommario

Prefazione	4
Le specie aliene	5
Il successo di insediamento e gli effetti ecologici	7
Le vie di diffusione	15
Gli osservatori per il Mediterraneo	20
Il ruolo delle Aree Marine Protette e il contributo dei cittadini	21
Schede di riconoscimento	23
<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder 1845	24
<i>Caulerpa taxifolia</i> (M.Vahl) C. Agardh 1817	26
<i>Asparagopsis armata</i> Harvey 1855 e <i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon 1845	28
<i>Aplysia dactylomela</i> Rang 1828	31
<i>Bursatella leachii</i> Blainville 1817	33
<i>Melibe viridis</i> (Kelaart 1858)	34
<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes 1846)	36
<i>Pinctada imbricata radiata</i> (Leach 1814)	39
<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards 1853)	41
<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell 1838	42
<i>Siganus luridus</i> (Rüppell 1829)	43
Bibliografia	45

Prefazione

Il progetto di Citizen Science, **Together for Tavolara**, articolato in quattro azioni di conservazione e monitoraggio condotte con il supporto degli studenti e dei cittadini coinvolti, rappresenta un elemento di continuità con le attività quotidiane di tutela messe in campo dal Consorzio di Gestione dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo, dalla sua istituzione nel 2004.

Attraverso questo progetto sono state diffuse informazioni e conoscenze sulle specie aliene invasive e sulle problematiche da esse generate. Questo fenomeno è strettamente correlato con le principali criticità che definiscono il nostro tempo: i cambiamenti climatici, la riduzione della biodiversità e l'impoverimento degli ambienti, contribuiscono a favorire la diffusione delle specie aliene e ne amplificano gli impatti.

Il coinvolgimento attivo delle comunità e la partecipazione diretta a semplici protocolli di monitoraggio consentono di promuovere consapevolezza e senso di appartenenza, rafforzando la volontà di contrastare con il proprio impegno diretto le questioni ambientali emergenti. È questo il valore aggiunto dei percorsi di Scienza del cittadino.

Questa pubblicazione è uno strumento operativo di lavoro e di divulgazione nato per questo progetto, ma speriamo sia utile anche in altre esperienze ed attività, anche di singoli cittadini che volessero approfondire queste tematiche.

Augusto Navone

Direttore Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo

Le specie aliene

Negli ultimi anni l'immissione e la traslocazione 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"¹ in una determinata area. Con il termine alloctono o alieno si definisce un organismo in grado di sopravvivere e di riprodursi al di fuori del suo areale di distribuzione originale, cioè dell'area geografica dove la sua specie si è evoluta.

In molti casi, tali specie si sono adattate in maniera eccellente nel nuovo habitat e sono entrate in competizione con le specie locali², spesso a discapito di quest'ultime.

Il successo di tali organismi nel nuovo ambiente è determinato, innanzitutto, dalla loro adeguatezza e capacità di acclimatazione all'insieme dei fattori ambientali e biotici che lo caratterizzano. 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 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. 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 alle specie indigene. Questi fattori giocano un ruolo chiave nel processo dinamico che caratterizza lo sviluppo delle popolazioni di specie aliene; tale processo è caratterizzato da fasi differenti, regolate, in primo luogo, dalla compatibilità dell'ambiente e delle comunità autoctone presenti e, successivamente, dalla sopravvivenza e dalla riproduzione della specie alloctona nella nuova area.

Nel Mar Mediterraneo nel 2012 sono state contate 986 specie marine non native, di cui la maggior parte sono molluschi o crostacei, ma il dato

¹ Secondo i casi, le specie alloctone sono indicate anche con gli aggettivi "introdotte", "invasive" ed "esotiche".

² Le specie di origine dell'area geografica considerata sono indicate anche con gli aggettivi "native", "autoctone" e "indigene".

complessivo è certamente sottostimato per la mancanza di informazione su molti gruppi di organismi unicellulari, e su numerose incertezze di identificazione e carenze di segnalazioni (Fig. 1; Zenetos et al. 2012).

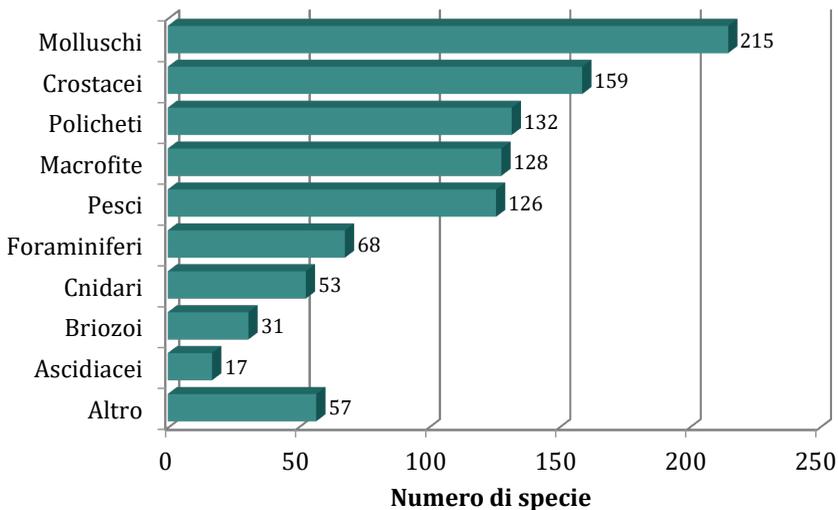


Fig. 1 Contributo di specie aliene dei principali gruppi tassonomici in Mediterraneo secondo un censimento del 2012 (Zenetos et al. 2012).

Il successo di insediamento e gli effetti ecologici

Le specie aliene sono distinte in base al loro ruolo, persistenza e impatto sulle comunità autoctone in: effimere, adattate, invasive e nocive.

In una determinata area sono considerate **effimere** o passeggere le specie aliene di cui si trovano occasionalmente individui ma non popolazioni stabili, sia perché non sono in grado di completare il loro ciclo vitale nel nuovo ambiente sia perché vi sono arrivate solo di recente.

Al contrario, sono ritenute **adattate** tutte le specie aliene i cui individui sono in grado di riprodursi naturalmente nel nuovo habitat, costituendovi popolazioni stabili e durature, intrecciando relazioni continuative con le altre specie presenti. Specie aliene stabilite in un'area da lungo tempo, trovando un loro equilibrio dinamico nelle comunità che le ospita, sono ritenute "naturalizzate". È questo il caso di molte specie presenti nei nostri mari da lunghissimo tempo, tra cui ad esempio vermi policheti *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel 1923), *Hydroides dianthus* (Verrill 1873) and *Hydroides elegans* (Haswell 1883). Vi sono persino specie di cui solo recentemente si è compresa la vera provenienza alloctona, come nel caso di un briozoo, *Amathia verticillata* (Delle Chiaje 1822)³, descritto e classificato per la prima volta nel Golfo di Napoli come *Hydra verticillata* Delle Chiaje 1822 (Fig. 2), oggi ritenuto originario del Mar dei Caraibi (Minchin 2012, Ferrario et al. 2014, Galil & Gevili 2014).

Una specie aliena viene definita **invasiva** quando dopo il primo successo di insediamento le sue popolazioni crescono in modo incontrollato nel nuovo ambiente, espandendosi rapidamente. In alcuni casi, dopo un insediamento apparentemente stabile o persino una fase d'invasione è possibile che vi sia un declino, ad esempio dovuto all'adattamento al consumo da parte di predatori indigeni, alla proliferazione di predatori e/o parassiti autoctoni, ridotta adattabilità ambientale a causa di bassi livelli di variabilità genetica nelle popolazioni aliene.

³ Questa specie è spesso citata in letteratura con il nome *Zoobotryon verticillatum* (Delle Chiaje, 1822), nome oggi non più valido.

Infine, le specie aliene che possono recare danno alla salute umana sono dette **nocive** per l'uomo.

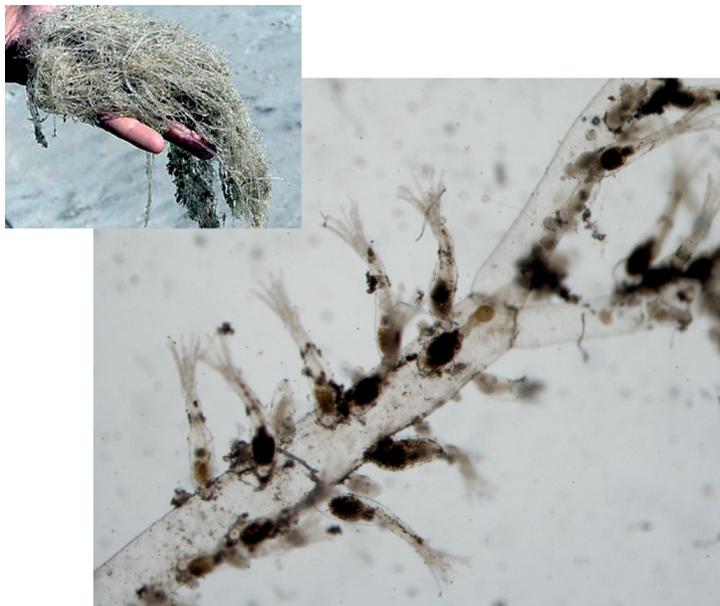


Fig. 2 Il briozoo *Amathia verticillata* forma filamenti gelatinosi in ambienti portuali e lagunari (Foto Laboratorio di Ecologia Sperimentale – Università di Bologna).

Il successo d'insediamento delle specie aliene dipende sia da caratteristiche della specie in questione sia da quelle degli ambienti e delle comunità riceventi. Le principali proprietà di una specie che ne favoriscono il successo sono:

- alti tassi di riproduzione e dispersione (lungo periodo larvale)
- possibilità di riproduzione vegetativa o clonale
- ampia tolleranza ai parametri ambientali e alla loro variazione
- dieta generalista
- alta resistenza a disturbi antropici, come l'inquinamento
- alta variabilità genotipica e plasticità fenotipica

Dal punto di vista degli ambienti e delle comunità riceventi le principali condizioni che possono favorire una specie aliena sono:

- cambiamento e alterazione di condizioni ambientali che indeboliscono le specie e le comunità native
- assenza di competitori, predatori e/o parassiti nativi
- disponibilità di risorse
- presenza di specie aliene che possano facilitarne altre

Secondo la teoria della “resistenza biotica” (Elton 1958), la 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 complementarità nell’utilizzo delle risorse (per esempio, cibo e spazio) e da una rete complessa di interazioni inter- e intraspecifiche che lasciano poco spazio ai “nuovi arrivati” (Stachowicz et al. 1999). Un ambiente stressato e comunità impoverite tendono quindi ad offrire meno resistenza all’invasione di nuove specie. Tra questi, gli ambienti lagunari ed estuarini costieri, soprattutto in climi temperati, sono tra quelli più esposti all’invasione di specie aliene a causa della loro variabilità spaziale e temporale delle condizioni ambientali che genera un disturbo naturale, e alle attività umane, responsabili di disturbi antropici (Occhipinti-Ambrogi 2000, Sconfietti et al. 2003, Occhipinti-Ambrogi et al. 2011). In particolare 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 piattaforme offshore, costituiscono ambienti più facilmente invadibili grazie alle comunità semplificate che normalmente li abitano (Airoldi et al. 2005, Bulleri & Airoldi 2005, Glasby et al. 2007, Ponti et al. 2015)

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 di insediamento di specie provenienti da regioni con climi più caldi (Occhipinti-Ambrogi & Savini 2003, Occhipinti-Ambrogi 2007). È il caso della “meridionalizzazione” o “tropicalizzazione” del Mediterraneo

(Bianchi 2007) che porta specie termofile, native di questo bacino, a spingersi verso nord come ad esempio il corallo *Astroides calycularis* (Pallas 1766) e il pesce *Thalassoma pavo* (Linnaeus 1758). Anche molte delle specie aliene oggi presenti in Mediterraneo hanno un'origine tropicale (Galil 2000, Galil 2009, Zenetos et al. 2012).

L'introduzione di specie aliene è considerata, dopo la distruzione degli habitat, la più importante causa di perdita di biodiversità al mondo, sia in ambiente terrestre che marino, portando all'alterazione della composizione specifica delle comunità naturali e, di conseguenza, ad un anomalo funzionamento degli ecosistemi; inoltre l'iniziale assenza di predatori e la scarsa competizione da parte delle specie indigene ne permettono lo sviluppo incontrollato; si parla in questi casi di fenomeni di inquinamento biologico. Un altro grave effetto ecologico dell'introduzione di specie aliene è il trasferimento dei parassiti ad esse associati. I parassiti che si trovano da lungo tempo in un determinato ambiente, infatti, sono in equilibrio con la specie ospite; i nuovi arrivati, invece, possono causare tra le specie autoctone pericolose epidemie.

L'introduzione di specie aliene può avere conseguenze sia ecologiche sia evolutive (Grosholz 2002). Le conseguenze ecologiche possono essere rilevate a diversi livelli di organizzazione, dalle interazioni tra singole specie, tra più specie, tra diversi livelli trofici, a livello di comunità ed ecosistemi. I primi effetti vengono solitamente evidenziati tra la specie aliena e la specie nativa più affine con cui entra in competizione per le risorse. Un classico esempio in Mediterraneo è rappresentato dalla "vongola filippina", *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve 1850), introdotta agli inizi degli anni '80 in alcune lagune nord adriatiche per l'acquacoltura e che si è rapidamente diffusa nelle lagune circostanti (Fig. 3), pressoché soppiantando la vongola verace nativa, *Ruditapes decussatus* (Linnaeus 1758), dimostrandosi più resistente alle condizioni ambientali, degradate anche a causa dalle attività umane (Ponti & Fava 2011, Ponti et al. 2017).



Fig. 3 Vongole filippine, ormai naturalizzate e pescate artigianalmente in una laguna nord adriatica vicino a Ravenna, la Pialassa Baiona (Foto di M. Ponti).

Specie aliene in grado di modificare completamente l'ambiente che invadono, mostrano rapidamente effetti sull'intera comunità nativa. Uno degli esempi più noti in ambiente marino è dato dalla cozza asiatica (Fig. 4), *Arcuatula senhousia* (Benson 1842)⁴ che ha invaso i fondali fangosi degli estuari e baie californiane formando densi letti e alterando completamente l'ambiente e la composizione delle comunità originali (Crooks & Khim 1999). La stessa specie fortunatamente non sembra avere effetti così devastanti nelle lagune nord adriatiche dove è recentemente arrivata (Mistri 2003, Munari 2008).

⁴ Questa specie è spesso citata in letteratura con il nome *Musculista senhousia* (Benson, 1842), nome oggi non più valido.



Fig. 4 Conchiglia della cozza *Arcuatula senhousia* (da Wikimedia Commons).

Dal punto di vista evolutivo, le specie aliene possono produrre molteplici effetti negativi anche per quanto riguarda la diversità genetica. In primo luogo c'è la possibilità di perdita di genotipi locali attraverso l'ibridazione e l'introggressione di geni degli invasori nelle popolazioni native (in inglese outbreeding). Un esempio di questo tipo è dato dalla pianta *Spartina alterniflora* Loisel. (Fig. 5) che nella Baia di San Francisco (USA) si è ibridata con la specie nativa, *Spartina foliosa* Trin., formando un ibrido che è più invasivo della stessa specie introdotta (Ayres et al. 1999).



Fig. 5 La pianta *Spartina alterniflora* (United States Department of Agriculture, da Wikimedia Commons).

Gli “inincroci” (in inglese inbreeding) che avvengono tra gli stessi organismi introdotti, geneticamente molto simili tra loro perché strettamente imparentati, causano, con il passare del tempo, una riduzione della variabilità genetica, a cui sono spesso associati sia un notevole incremento della sensibilità alle malattie sia un abbassamento del loro successo riproduttivo (in inglese fitness). Questi fenomeni avvengono soprattutto quando solo pochi individui di una specie danno origine alla popolazione aliena e/o non c'è un continuo arrivo di nuovi individui dai luoghi di provenienza, come nel caso di un arrivo occasionale attraverso una rotta navale occasionale.

L'introduzione di una specie alloctona può avere serie conseguenze anche sul piano economico, in particolare nei settori della pesca e del turismo. Un esempio è dato dal ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865, introdotto agli inizi degli anni '80 nel Mar Nero e oggi in rapida espansione in Mediterraneo. Negli anni '80 e '90, in Mar Nero, l'invasione di questa specie ha determinato una rapida riduzione di zooplankton, comprese uova e larve di pesci, di cui si ciba, con drammatici effetti a cascata sugli stock di pesci pelagici e quindi sulla pesca, soprattutto di acciughe, sugarelli e spratti, con un danno economico

stimato in 200 milioni di dollari americani (Katsanevakis et al. 2014). Per contro, l'arrivo di un altro ctenoforo non indigeno, suo predatore, il *Beroe ovata* Bruguière 1789, originario dell'Oceano Atlantico e già diffuso in gran parte del Mar Mediterraneo, ha mitigato gli effetti negativi di questa invasione contribuendo a ristabilire, almeno in parte, la struttura della rete trofica pelagica in Mar Nero (Fig. 6; Katsanevakis et al. 2014).

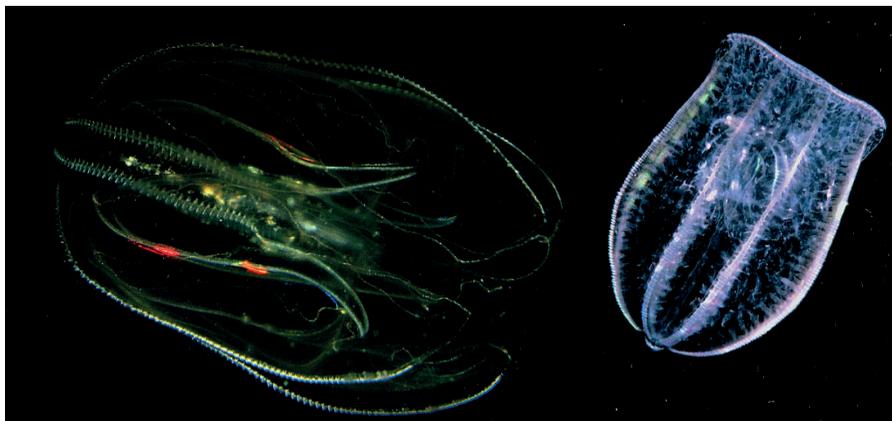


Fig. 6 Gli ctenofori *Mnemiopsis leidyi*, a sinistra, e *Beroe ovata* (da Wikimedia Commons).

Inoltre, recenti studi hanno attribuito alle invasioni di specie aliene effetti negativi sulla salute umana. Sono stati riconosciuti malesseri respiratori dovuti all'inalazione di aerosol marini contenenti sostanze tossiche o allergeniche prodotte da micro-organismi. È il caso ad esempio dell'alga unicellulare dinoflagellata *Ostreopsis ovata* Fukuyo 1981, di origine tropicale, che si sta diffondendo lungo le coste del Mediterraneo e che produce palitossina (Mangialajo et al. 2011).

Le conseguenze delle introduzioni sugli ecosistemi invasi sono, dunque, nella maggior parte dei casi, molteplici e non facilmente individuabili e mappabili (Katsanevakis et al. 2016), ma possono essere utilmente classificate in base al tipo di reazione prodotta. Si distinguono, infatti, impatti diretti, nel caso in cui l'introduzione colpisca una precisa risorsa, generando effetti ben determinati ed evidenti in tempi brevi, e impatti indiretti, visibili a medio-lungo termine, quando la presenza dell'alieno provoca progressive modificazioni che portano alla scomparsa di alcune specie e all'aumento del numero degli ibridi.

Le vie di diffusione

Le invasioni biologiche in ambiente marino sono ancor più problematiche rispetto all'ambiente terrestre, poiché la diffusione delle specie introdotte è, generalmente, più difficile da controllare. 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. I principali vettori d'introduzione di specie aliene in tale ambiente sono: la navigazione (accidentale), l'abbattimento di barriere naturali o la creazione di corridoi ecologici (accidentale), l'acquacoltura (volontaria e accidentale), l'acquariologia (volontaria) e le attività ricreative e sportive (volontario). Il seguente grafico, sebbene con un elevato grado d'incertezza, mostra le proporzioni tra le diverse vie d'ingresso di specie aliene in Mediterraneo (Fig. 7).

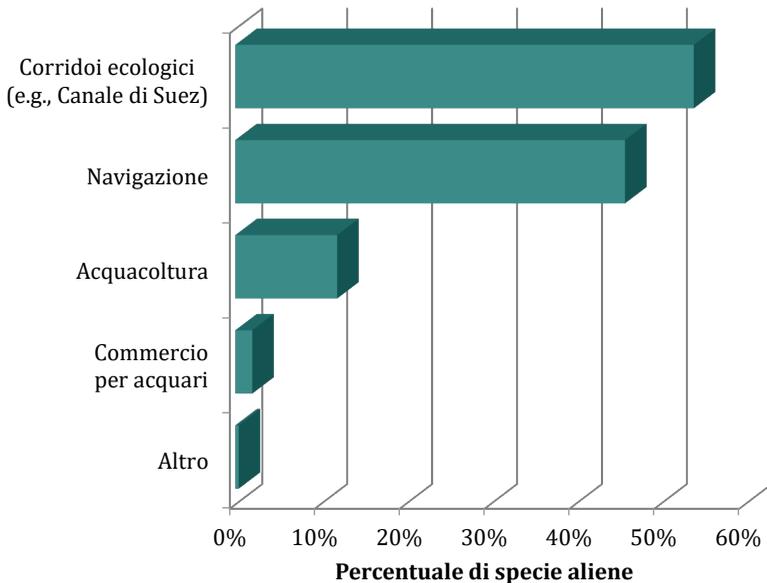


Fig. 7 Percentuale di specie aliene in Mediterraneo arrivate attraverso diverse vie di diffusione, tenendo anche della molteplicità di vie che potrebbero caratterizzare alcune specie (Zenetos et al. 2012).

Fin dall'antichità, la **navigazione** è stata considerata la maggiore 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 utilizzano 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; Fig. 8).

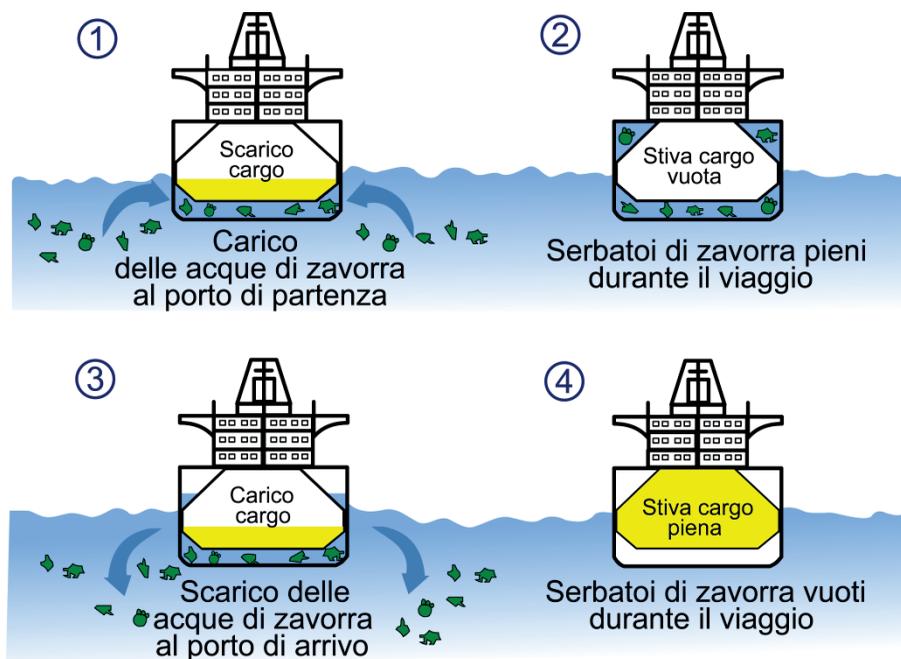


Fig. 8 Schema di utilizzo delle acque di zavorra in una nave commerciale (Modificato da Wikimedia Commons).

Alcuni di questi organismi sono stati in grado di rimanere vitali anche per diverse settimane, nonostante le condizioni estreme delle cisterne

(illuminazione nulla, concentrazione di ossigeno scarse, variazioni di temperatura considerevoli) e i porti dove sono state scaricate le acque di zavorra sono diventati punti focali delle invasioni biologiche, da cui le specie esotiche, in grado di acclimatarsi nel nuovo ambiente, iniziavano la loro diffusione locale. Negli ultimi decenni, inoltre, i tempi di navigazione pressoché dimezzati, rispetto a quelli dei primi del '900, hanno aumentato la probabilità di sopravvivenza delle specie all'interno delle cisterne, e quindi la loro possibilità di insediamento e di proliferazione nel nuovo ambiente.

Per maggiori informazioni si rimanda al progetto europeo per l'Adriatico BALMAS (Ballast water management for Adriatic Sea protection; www.balmas.eu) e al network globale GloBallast (globallast.imo.org).

Le acque di zavorra non rappresentano l'unica via di introduzione strettamente correlata alla navigazione; numerosi sono, infatti, gli organismi bentonici che, aderendo alle strutture sommerse degli scafi delle imbarcazioni, sono trasportati al di fuori del loro areale di distribuzione originario. Queste comunità incrostanti (in inglese fouling) sono principalmente composte da organismi sessili⁵ o sedentari, almeno per parte del loro ciclo di vita. L'insediamento e il successivo rilascio di propaguli o gameti da parte di questi organismi dipende dal ciclo riproduttivo delle singole specie, dal periodo dell'anno e dalla presenza di altre specie eventualmente insediatesi prima. 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 marina d'ormeggio (Ferrario et al. 2017). Le vernici "anti fouling" riducono la quantità di organismi attaccati alle chiglie, ma la loro efficacia è limitata nel tempo (Fig. 9). Nel caso di trasporti molto lenti, come oggi avviene per il rimorchio di strutture per lo sfruttamento minerario (piattaforme offshore), oltre ai popolamenti sessili possono essere trasportate numerose specie vagili⁶ associate, compresi pesci in grado di rimanere nei pressi del substrato mentre viene spostato (Yeo et al. 2009, Pajuelo et al. 2016).

⁵ Attaccati al substrato.

⁶ Liberi di spostarsi.



Fig. 9 Chiglia, deriva e bulbo di barca a vela da diporto infestati da ascidie dopo 18 mesi di permanenza in acqua in Adriatico settentrionale (Foto di M. Ponti).

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 già citata vongola filippina, *Ruditapes philippinarum*, e l'ostrica periferica, *Pinctada imbricata radiata*, trattata in una delle schede di questo libro.

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. Per altro, anche i grandi acquari cittadini sono spesso ancora privi di impianti adeguati per il trattamento delle acque di scarico e sono, quindi, frequentemente responsabili

dell'immissione nell'ambiente di larve di organismi acquatici oltre che di frammenti di numerosi vegetali alloctoni. A questo proposito, l'esempio mediterraneo più noto è quello dell'alga tropicale *Caulerpa taxifolia* (M.Vahl) C.Agarth 1817, sfuggita dall'acquario del Principato di Monaco nel 1984 (Meinesz & Hesse 1991).

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 (Fig. 10), realizzato per facilitare gli 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 (Galil 2009). In questo caso si parla di "migrazione lessepsiana" dal nome dell'ingegnere Ferdinand de Lesseps che realizzò il Canale di Suez (Por 1978), attivo dal 1867 e raddoppiato nel 2015.

Le **attività ricreative e sportive** e, in particolare, la pesca, rappresentano, l'ultimo importante vettore di trasporto e diffusione di specie aliene. La pesca sportiva contribuisce alla loro introduzione attraverso sia l'importazione di specie destinate a quest'attività, sia al commercio di esche vive.



Fig. 10 Canale di Suez ripreso dallo spazio (Fonte NASA; Wikimedia Commons)

Gli osservatori per il Mediterraneo

Le comunità sono spesso così drasticamente e irreversibilmente alterate dalla presenza di specie alloctone che la prevenzione delle invasioni è diventata una priorità per i governi di tutto il mondo. Per tutte queste ragioni, negli ultimi anni si è posta molta attenzione a questo problema e la gestione delle specie aliene è diventata di fondamentale importanza per la conservazione della biodiversità. Il Mar Mediterraneo è considerato uno degli *hot spot* di biodiversità maggiormente minacciati dalle invasioni biologiche: a oggi è stata accertata la presenza di circa 1.000 specie alloctone, che stanno mettendo a rischio la sopravvivenza di endemismi e specie rare (Zenetos et al. 2012). Le previsioni per il futuro, che tengono conto dei trend dei cambiamenti climatici e della crescente urbanizzazione non sono rosee.

Sono numerosi i progetti e gli studi condotti negli ultimi anni sull'entità delle invasioni, sulle possibilità di rimediare a quelle già verificatesi e, soprattutto, di prevedere e prevenire quelle future, in primo luogo in ambiente marino. Gli strumenti di base per il monitoraggio sono rappresentati dai sistemi di raccolta e verifica delle segnalazioni, che devono essere continuamente aggiornati. Purtroppo ancora oggi le informazioni necessarie sono disseminate in molteplici archivi e pubblicazioni relative a diverse zone geografiche, spesso poco accessibili e non adeguatamente aggiornati ed interconnessi tra loro (Gatto et al. 2012). La commissione scientifica per il Mediterraneo (CIESM; www.ciesm.org) ha realizzato gli atlanti delle macrofite, dei crostacei decapodi e stomatopodi, dei molluschi e dei pesci esotici in Mediterraneo (**CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean**). Il centro regionale delle attività per le aree specialmente protette costituito nell'ambito del piano d'azione per il Mediterraneo del programma ambientale delle Nazioni Unite (UNEP-MAP-RAC/SPA) ha costituito il database **MAMIAS** (Marine Mediterranean Invasive Alien Species, www.mamias.org). A livello europeo l'archivio più vasto è rappresentato da **DAISIE** (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe; www.europe-aliens.org). Recentemente la Commissione Europea ha lanciato la piattaforma **EASIN** (European Alien Species Information Network; easin.jrc.ec.europa.eu) che ha lo scopo di rendere maggiormente accessibili informazioni provenienti da diverse fonti.

Il ruolo delle Aree Marine Protette e il contributo dei cittadini

Le Aree Marine Protette (AMP), attive e adeguatamente gestite, possono svolgere un ruolo chiave nella conservazione della natura e in particolare 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-economiche locali (Giakoumi et al. 2016).

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 connesse tra di loro, rafforza le difese naturali dei popolamenti locali nei confronti dell'insediamento e dell'invasione di specie aliene, così come dimostrato da recenti studi (Ardura et al. 2016). Infine non va dimenticato l'azione essenziale di educazione ambientale e sensibilizzazione del pubblico operata 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'arrivo 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.

A questo proposito, Reef Check Italia *onlus*, nell'ambito del protocollo di monitoraggio degli ambienti costieri del Mediterraneo, Reef Check Med, ha adottato tre specie aliene di facile riconoscimento e di grande importanza per gli equilibri ecologici di questo mare. Queste tre specie sono incluse nelle

schede di questo libro e sono accompagnate dalle mappe con le segnalazioni nazionali disponibili al momento della pubblicazione. Il protocollo prevede uno specifico addestramento dei partecipanti, l'utilizzo di apposite schede di riconoscimento (Fig. 11) e semplici procedure per la comunicazione delle osservazioni visive (Cerrano et al. 2004). I dati delle osservazioni sono costantemente aggiornati sul sito web (reefcheckmed.org).

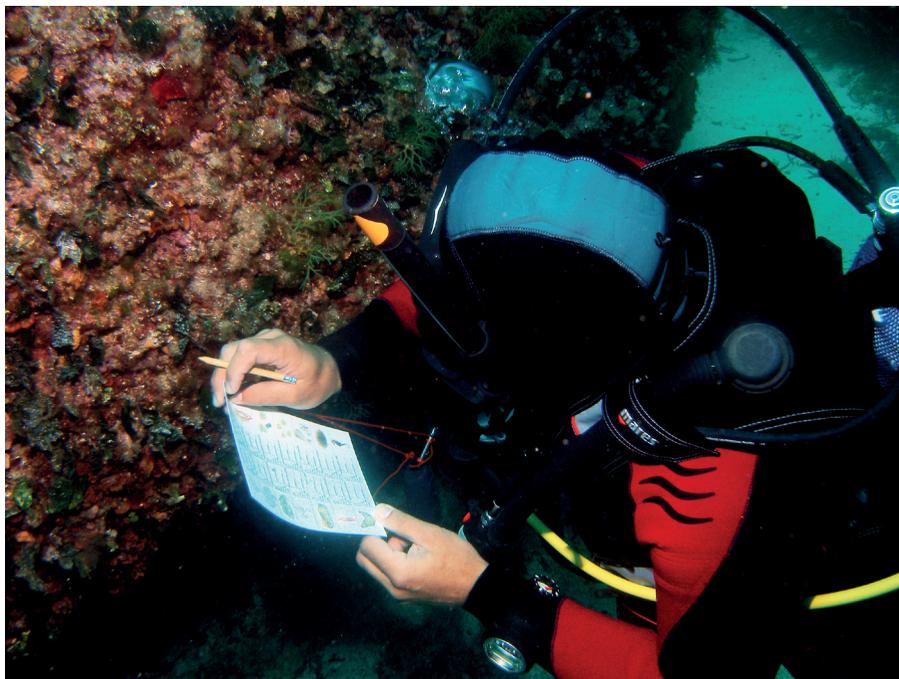


Fig. 11 Subacqueo volontario impegnato nei censimenti visivi secondo il protocollo Reef Check Med (Foto di M. Ponti).

Schede di riconoscimento

In diverse AMP mediterranee, tra cui l'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, sono stati svolti progetti di ricerca che studiano la distribuzione e la densità delle specie alloctone micro-macro bentoniche e nectoniche di più rapida diffusione in Mediterraneo.

In particolare, nel progetto di educazione ambientale "Together for Tavolara" sono coinvolti attivamente cittadini e turisti in differenti azioni volte alla conservazione degli ecosistemi marini costieri; una di queste azioni riguarda l'identificazione di alcune specie aliene lungo le coste dell'AMP Tavolara Punta Coda Cavallo.

Tale azione è mirata all'acquisizione delle prime informazioni sulla presenza, abbondanza e distribuzione di alcune specie aliene 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, creando una parte ad hoc su tali specie, 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.

Di seguito sono riportate le schede identificative di tutte le specie aliene scelte per i censimenti visivi promossi nell'ambito del progetto "Together for Tavolara" all'interno dell'AMP Tavolara Punta Coda Cavallo.

Caulerpa cylindracea Sonder 1845



Fig. 12 Talli di *Caulerpa cylindracea* (Foto di E. Trainito).

È 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 (Klein & Verlaque 2008). È facilmente riconoscibile perché composta da fronde erette (filloidi) di colore verde brillante costituite da vescicole raggruppate in piccoli grappoli (racemi), che possono raggiungere 15 cm di altezza (Fig. 12). È provvista di uno stolone strisciante munito di numerosi rizoidi (simili a piccole radici), che permettono all'alga di ancorarsi a qualsiasi tipo di substrato (sabbioso, melmoso, roccioso o detritico). Si propaga lateralmente creando una rete intricata, che spesso ricopre vaste aree. Si trova dalla superficie fino oltre 60 m di profondità. Si può ritrovare all'interno delle praterie di posidonia, dove ne aumenta la frammentazione, e su fondali rocciosi dove altera i popolamenti locali e la loro diversità in specie (Piazzi & Balata 2008, Piazzi & Balata 2009, Pacciardi et al. 2011).

Si è diffusa inizialmente nell'area centro-orientale, ma il suo areale di distribuzione appare in forte espansione tanto che negli ultimi anni ha colonizzato ampi tratti delle coste liguri, tirreniche e adriatiche (Klein & Verlaque 2008, Sladonja & Banovac-Kuča 2014, Montefalcone et al. 2015, Ponti & Cerrano 2016, Cerrano et al. 2017). Segnarne la presenza e soprattutto l'assenza, consente di conoscere l'attuale areale di diffusione e di seguirne gli sviluppi nel tempo (Fig. 13).

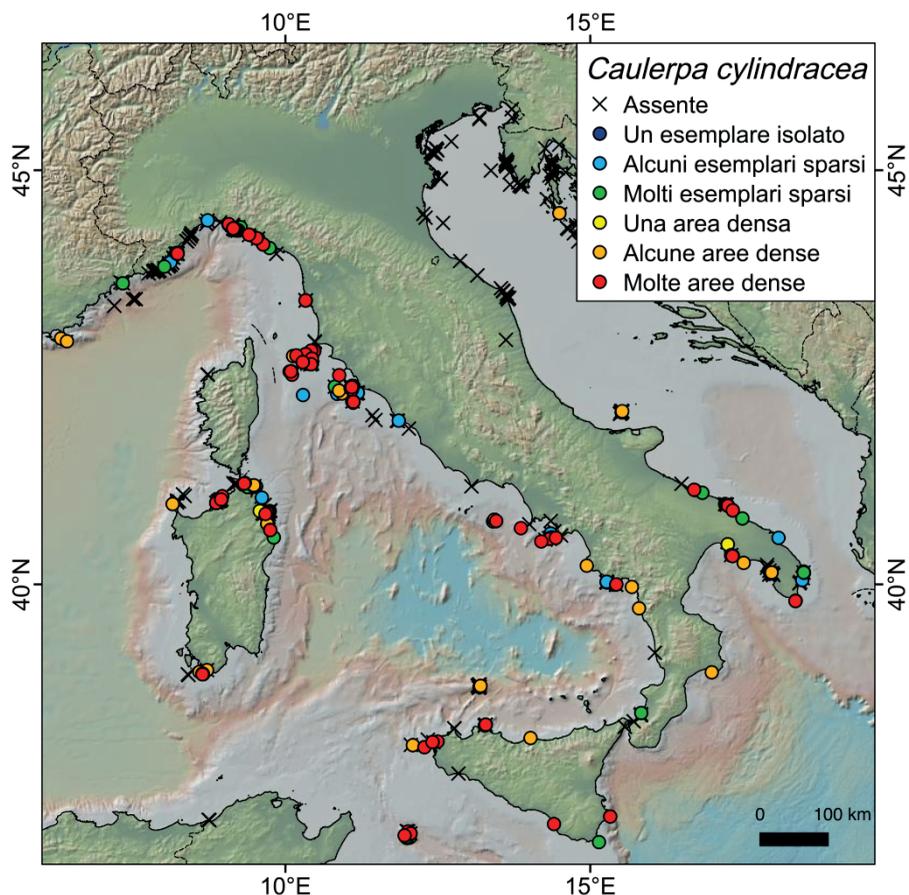


Fig. 13 Distribuzione nazionale di *Caulerpa cylindracea* sulla base delle segnalazioni dei subacquei che partecipano a Reef Check Med, il protocollo di monitoraggio degli ambienti costieri del Mediterraneo promosso dall'associazione Reef Check Italia onlus.

Caulerpa taxifolia (M.Vahl) C. Agardh 1817



Fig. 14 Talli di *Caulerpa taxifolia* (Foto di G. Neto).

Alga verde di origine tropicale della famiglia delle caulerpacee, con un tallo formato da un sottile stolone strisciante da cui dipartono rizoidi e fronde erette a forma di penne, lunghe da 5 a 15 cm, di colore verde brillante e che ricordano le foglie della conifera tasso, *Taxus baccata* L. 1753 (Fig. 14). Si propaga lateralmente creando una rete intricata, spesso ricoprendo aree ampie. Occasionalmente si possono osservare piccoli talli isolati. Vive su fondali sabbiosi e rocciosi poco profondi, si può ritrovare su “matte” di posidonia morta. Nel 1983 fece il suo arrivo all’Acquario di Monaco e nel 1984 si ebbe la prima segnalazione in mare, ai piedi dell’Acquario (Meinesz & Hesse 1991). Alla fine del 1996 era segnalata in Francia, Spagna, Italia e Croazia. Nelle zone occupate, la vita continua, ma fortemente banalizzata: scompare gran parte della fauna sessile e della fauna vagile preesistente. Le praterie di posidonia sono ritenute l’habitat più minacciato in Mediterraneo (Ceccherelli & Cinelli 1999, Montefalcone et al. 2010). Oggi è fortemente regredita ma l’interesse sulla sua diffusione resta molto alto (Aplikioti et al. 2016) e segnalarne la presenza e l’assenza, consente di seguirne gli sviluppi (Fig. 15).

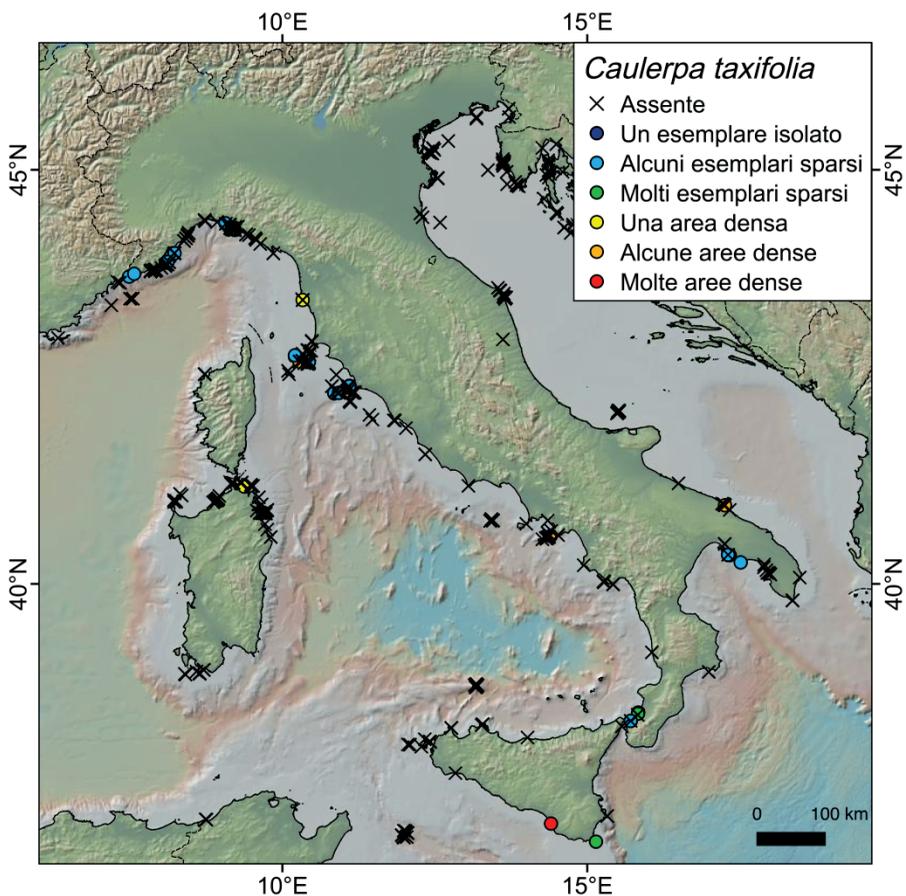


Fig. 15 Distribuzione nazionale di *Caulerpa taxifolia* sulla base delle segnalazioni dei subacquei che partecipano a Reef Check Med, il protocollo di monitoraggio degli ambienti costieri del Mediterraneo promosso dall'associazione Reef Check Italia onlus.

Asparagopsis armata Harvey 1855 e *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon 1845



Fig. 16 Gametofito di *Asparagopsis taxiformis* (Foto di E. Trainito).

Le “alge asparago” sono alge rosse molto simili tra loro, *Asparagopsis armata* è una specie temperata, originariamente distribuita nel sud dell’Australia e Nuova Zelanda, mentre *A. taxiformis* predilige climi tropicali e caldi dell’Indo-Pacifico ma anche dell’Atlantico. La prima segnalazione in Mediterraneo di *A. taxiformis* risale al 1813 lungo le coste di Alessandria d’Egitto, mentre per *A. armata* risale al 1923 in Algeria (Andreakis et al. 2004). Il loro aspetto cambia secondo la fase del ciclo vitale che presenta una tipica alternanza di generazione, tanto che gli sporofiti⁷ furono inizialmente classificati con nomi diversi: *Falkenbergia hillebrandii* (Bornet) Falkenberg 1901 per *A. taxiformis* e *Falkenbergia rufolanosa* (Harvey) F.Schmitz 1897 per

⁷ Gli sporofiti sono individui diploidi, ottenuti dall’unione di gameti, che a loro volta producono spore (aploidi ottenute per meiosi) che portano alla formazione del gametofito.

A. armata. I gametofiti⁸ hanno un aspetto cespuglioso con fronde folte simili a spighe, lunghe circa 30 cm, di colore rosa o rosso pallido; presentano 4 file di ramoscelli corti alternati a ramoscelli più lunghi, i ramoscelli inferiori non sono ramificati. *A. armata* presenta dei rami a forma di arpione che la distinguono da *A. taxiformis* (Fig. 16 e Fig. 17). Gli sporofiti formano piccoli cespugli filamentosamente ramificati rossi, alti un paio di centimetri e praticamente indistinguibili tra le due specie. In Mediterraneo i gametofiti sono presenti in inverno e primavera, mentre durante l'estate tendono a regredire, gli sporofiti invece sono più abbondanti dall'estate a inizio inverno (Rodríguez-Prieto et al. 2013).

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 laddove in precedenza era segnalata con coperture estremamente ridotte o era del tutto assente.

Nelle isole Hawaii, *A. taxiformis* viene chiamata "limu kohu" e viene utilizzata per aromatizzare piatti di carne e pesce (Rodríguez-Prieto et al. 2013).

⁸ I gametofiti sono individui aploidi, sviluppati dalle spore, che a loro volta producono gameti (aploidi) la cui unione (zigote) porta alla formazione dello sporofito.



Fig. 17 Gametofito di *Asparagopsis armata*, sono ben visibili rami a forma di arpione (Foto di E. Trainito).

Aplysia dactylomela Rang 1828

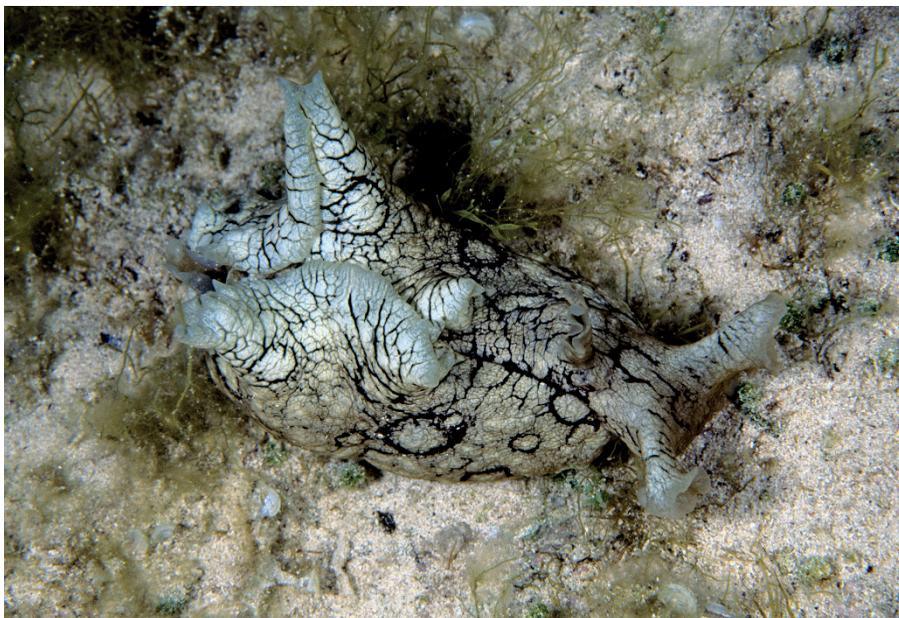


Fig. 18 Esemplare di *Aplysia dactylomela* (Foto di E. Trainito).

La “lepre di mare maculata”, o “dagli anelli”, è un mollusco appartenente alla famiglia degli aplisidi originario dell’Atlantico tropicale; introdotto in Mediterraneo attraverso lo Stretto di Gibilterra, la prima segnalazione in Italia è stata nel 2002 a Lampedusa (Valdes et al. 2013). 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 (Fig. 18). Lungo al massimo 40 cm, anche se lunghezze attorno ai 20 cm sono molto più comuni. Possiede 2 ampi parapodi (appendici laterali simili a grandi “ali”) uniti posteriormente sul dorso e usati per il nuoto; sono presenti 2 rinofori (simili a “corna”) sul capo sopra gli occhi che hanno funzione sensoriale. 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 al centro del dibattito tra gli esperti come elementi che possano aver favorito il suo recente successo dispersivo (Valdes et al. 2013).

Bursatella leachii Blainville 1817



Fig. 19 Esemplare di *Bursatella leachii* (Foto di E. Trainito).

Questa “lepre di mare” tropicale, appartenente alla famiglia degli aplisidi, si è 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 (Zenetos et al. 2004).

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. Colore da bruno a bruno-verdastro con chiazze nere e aree verde-chiaro caratterizzate dalla presenza di chiazze circolari concentriche di colore blu e arancione. Dimensioni: da 5 fino a 15 cm di lunghezza (mediamente 8 cm). Normalmente sono reperibili a bassa profondità, specialmente in ambienti lagunari, dove 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). Mollusco erbivoro che si nutre di alghe. Oggi è comune nel Mar di Levante, segnalazioni sono giunte da Egeo, Slovenia, Sicilia, Campania e Sardegna.

Melibe viridis (Kelaart 1858)



Fig. 20 Esemplare di *Melibe viridis* tra foglie di posidonia e talli di *Caulerpa cylindracea* (Foto di E. Trainito).

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 (Despalatovic et al. 2002, Zenetos et al. 2004). La sua introduzione in Mediterraneo è avvenuta probabilmente attraverso il traffico marittimo.

Questo grande nudibranco presenta il corpo traslucido, lungo fino a 15 cm, di colore dal bianco-giallastro al bruno, ed è costellato di papille e tubercoli bruni, bianchi o grigi. Il capo presenta un'espansione (velo orale) che forma una sorta di cappuccio intorno alla bocca; sul dorso ha una decina di appendici dorsali con funzione respiratoria (Fig. 20, Fig. 21). Si nutre di materiale organico in sospensione che è convogliato verso la bocca dalle contrazioni del velo orale, che si dilata enormemente mettendone in risalto i tentacoli interni. È una specie ermafrodita: la riproduzione avviene per accoppiamento tra due esemplari che producono contemporaneamente gameti maschili e femminili.

Le uova sono avvolte da un nastro gelatinoso tramite il quale si fissano al substrato. Si trova su fondali sabbiosi o fangosi e in presenza di posidonia o altre fanerogame, tra i 3 e i 30 metri di profondità. Abitualmente si trova sul fondale ma quando deve cercare nuove fonti di cibo o sfuggire a qualche predatore è in grado di nuotare con una serie di ondulazioni e avviticchiamenti. Per far ciò contrae il velo orale e assume un assetto idrodinamico. Può nuotare per alcune ore e, grazie alle correnti, compiere spostamenti anche cospicui.



Fig. 21 Esempio di *Melibe viridis* ritratto nel suo habitat di orine, in questo caso le sabbie nere vulcaniche dello stretto di Lembah, North Sulawesi, Indonesia (Foto di S. Childs; Wikimedia Commons).

Rapana venosa (Valenciennes 1846)



Fig. 22 Conchiglia di *Rapana venosa* (Foto di E. Trainito).

Mollusco appartenente alla famiglia dei Muricidi, originario del Mar del Giappone. Introdotto in Mediterraneo grazie ai traffici marittimi probabilmente come uova insieme a prodotti di acquacoltura e/o con le acque di zavorra; nel 1974 venne segnalato per la prima volta nell'alto Adriatico (Zenetos et al. 2004). Nel 2006 sono state registrate nuove segnalazioni, benché relative a singoli esemplari, nell'area tirrenica: tra le altre, anche nello Stagno di Santa Gilla (CA). In questi casi la presenza della specie sembra collegabile alle introduzioni e ai ripopolamenti di bivalvi a fini commerciali.

Conchiglia robusta e di grosse dimensioni formata da 5 giri, l'ultimo dei quali comprende circa i $\frac{3}{4}$ dell'altezza totale, dotato di ampia apertura, con peristoma di colore arancio intenso e un grande opercolo corneo di colore scuro (Fig. 22). Numerose strie spirali su tutta la superficie della conchiglia, generalmente di colore grigio o marrone più o meno chiaro. Dimensioni medie:

altezza 115 mm, larghezza 90 mm (può arrivare a 180 mm nei luoghi di origine). Nelle località di origine vive a una profondità compresa tra 3 e 7 m, in presenza di salinità ridotta e a temperatura da meno di 5 °C fino ad oltre i 30 °C. Specie di ambiente infralitorale predilige fondali con profondità inferiori a 50 metri, solo nel Tirreno si spinge fino a 90 m.

Possiede elevato tasso riproduttivo, rapido accrescimento e grande capacità di adattamento (forti escursioni di temperatura e di salinità), caratteristiche tipiche di una specie ad ampia valenza ecologica. Dopo l'accoppiamento, *R. venosa* depone gruppi di capsule ovigere, alti fino a 30 mm che vengono attaccati al substrato (Fig. 23). Alcuni grossi esemplari possono raggiungere i dieci anni di età.

Vorace predatore di molluschi bivalvi: introduce la sua proboscide tra le valve divaricate delle prede, senza perforazione della conchiglia. La sua proliferazione minaccia i popolamenti locali e allevati di ostriche e cozze. Nei luoghi d'origine viene sfruttata ed apprezzata, come risorsa alimentare, per la qualità delle sue carni.



Fig. 23 Esempio di *Rapana venosa* mentre depone le uova (Foto F. Rambelli).

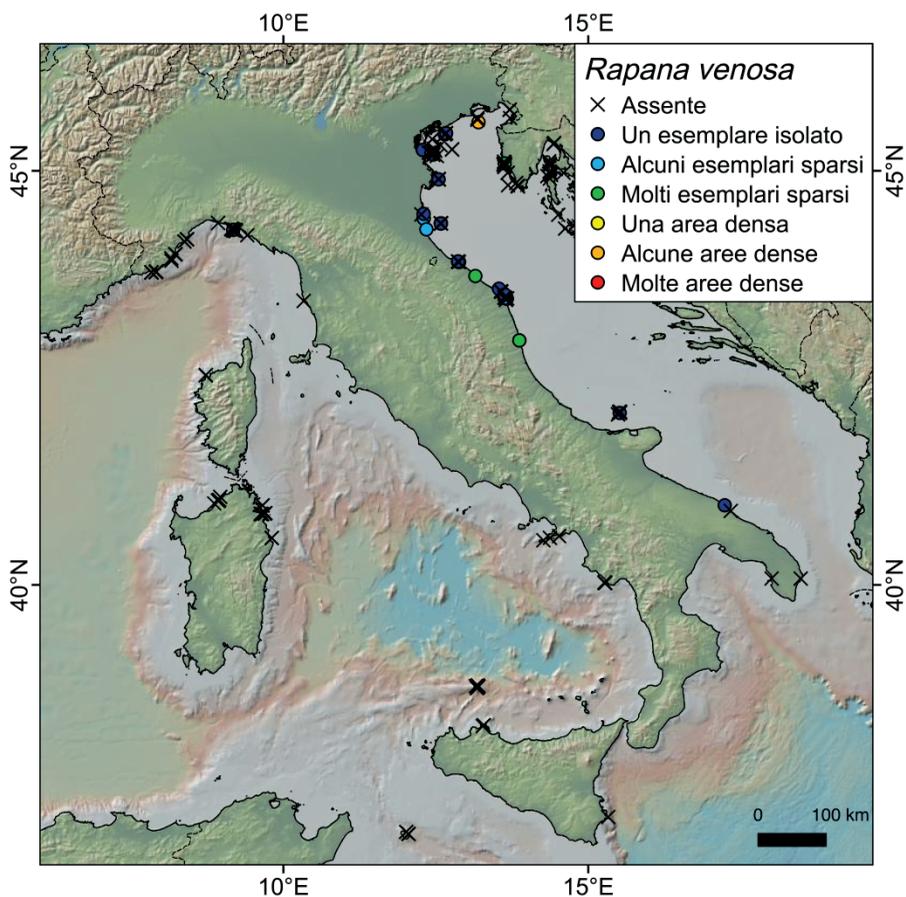


Fig. 24 Distribuzione nazionale di *Rapana venosa* sulla base delle segnalazioni dei subacquei che partecipano a Reef Check Med, il protocollo di monitoraggio degli ambienti costieri del Mediterraneo promosso dall'associazione Reef Check Italia *onlus*.

Pinctada imbricata radiata (Leach 1814)



Fig. 25 Conchiglia di *Pinctada imbricata radiata* (Foto di E. Trainito).

L' "ostrica perlifera 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 espansa verso occidente raggiungendo le coste di Lampedusa nel 1966 (Zenetos et al. 2004, Lodola et al. 2013).

Presenta una conchiglia fragile, sottile e compressa, di forma quasi quadrata, con anelli di crescita e nervature sulla superficie superiore (Fig. 25). 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. Le dimensioni sono comprese tra 50 e 65 mm di lunghezza (massimo 106 mm). È una specie ermafrodita proterandra⁹: l'inversione sessuale avviene quando la conchiglia ha una dimensione compresa fra 32 e 57

⁹ Matura sessualmente prima come maschio.

mm ed è legata alla temperatura dell'acqua (Derbali et al. 2009). 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 (Lodola et al. 2013).

Percnon gibbesi (H. Milne Edwards 1853)



Fig. 26 *Percnon gibbesi* (Foto di E. Trainito).

Il “granchio corridore atlantico” è 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 (Pipitone et al. 2001, Katsanevakis et al. 2011). Presenta un carapace discoidale appiattito, che negli adulti raggiunge i 3-4 cm di diametro, di colore rosso-brunastro con venature azzurrastre (Fig. 26). Le zampe, il cui margine anteriore è dotato di una fila di spine, presentano anelli giallastri in corrispondenza delle articolazioni. È stato rinvenuto sulle coste rocciose dalla superficie sino a pochi metri di profondità (Deudero et al. 2005). 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: infatti è un potenziale competitore con alcune specie autoctone poiché condividono lo stesso habitat e risorse (Puccio et al. 2006). 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 (Maric et al. 2016).

Fistularia commersonii Rüppell 1838



Fig. 27 Esemplare di *Fistularia commersonii* (Foto di E. Trainito).

Il “pesce flauto” è diffuso nella fascia tropicale dell’Indo-Pacifico. In Mediterraneo è considerata una specie lessepsiana, segnalata per la prima volta nel 2000 in Israele (Golani et al. 2002).

Corpo molto sottile e depresso, con mandibole molto allungate unite a forma di tubo (Fig. 27); 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. Colore olivaceo o verdastro su dorso e fianchi, può presentare delle marmorizzazioni scure dorsali; spesso il corpo è cosparso di punti o linee azzurro vivo. Lunghezza media 1 m, massima 1,6 m. 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 (Goren et al. 2016).

Siganus luridus (Rüppell 1829)



Fig. 28 *Siganus luridus* in livrea diurna (Foto di E. Trainito).

Il “pesce coniglio” o “sigano” appartiene alla famiglia dei siganidi ed è originario dell’Oceano Indiano, Mar Rosso e Golfo Persico. In Mediterraneo è ritenuta una specie lessepsiana la cui prima segnalazione in Mediterraneo risale al 1955 in Israele, mentre la prima segnalazione in acque italiane è del 2003 a Linosa (Golani et al. 2002, Hassan et al. 2003).

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 (Fig. 28); la livrea notturna è marmorizzata (Fig. 29). Pinna dorsale con una lunga parte anteriore a raggi spinosi acuti (di cui il primo brevissimo, rivolto anteriormente, e spesso infossato nella pelle) e una più breve posteriore a raggi molli. I margini posteriori della pinna dorsale e della pinna anale sono rotondeggianti. La pinna

caudale ha margine tronco o leggermente arrotondato. I raggi delle pinne sono velenosi, le punture sono molto dolorose ma non mortali, infatti, possiede ghiandole velenifere simili a quelle degli scorfani.

Arriva a 30 cm di lunghezza, ma normalmente si trovano individui di 20 cm.

Costiero, vive su fondi duri corallini con presenza di sedimento e di vegetazione, sino a 20 metri di profondità. 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 sovrappastolo dei ricci di mare (Sala et al. 2011). La pesca a questa specie non ha un interesse rilevante, le sue carni hanno provocato numerosi casi d'intossicazioni alimentari (ciguatera), e questo non aiuta a contenerne la diffusione.



Fig. 29 *Siganus luridus* in livrea notturna (Foto di R. Pillon, da Wikimedia Commons).

Bibliografia

- Airoidi L, Abbiati M, Beck MW, Hawkins SJ, Jonsson PR, Martin D, Moschella PS, Sundelof A, Thompson RC, Aberg P (2005) An ecological perspective on the deployment and design of low-crested and other hard coastal defence structures. *Coast Eng* 52:1073-1087
- Andreakis N, Procaccini G, Kooistra W (2004) *Asparagopsis taxiformis* and *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales, Rhodophyta): genetic and morphological identification of Mediterranean populations. *Eur J Phycol* 39:273-283
- Apikioti M, Louzidou P, Mystikou A, Marcou M, Stavrou P, Kalogirou S, Tsiamis K, Panayotidis P, Kupper FC (2016) Further expansion of the alien seaweed *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla* (Sonder) Verlaque, Huisman & Procacini (Ulvoophyceae, Bryopsidales) in the Eastern Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions* 11:11-20
- Ardura A, Juanes F, Planes S, Garcia-Vazquez E (2016) Rate of biological invasions is lower in coastal marine protected areas. *Sci Rep* 6
- Ayres DR, Garcia-Rossi D, Davis HG, Strong DR (1999) Extent and degree of hybridization between exotic (*Spartina alterniflora*) and native (*S. foliosa*) cordgrass (Poaceae) in California, USA determined by random amplified polymorphic DNA (RAPDs). *Mol Ecol* 8:1179-1186
- Bianchi CN (2007) Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 580:7-21
- Bulleri F, Airoidi L (2005) Artificial marine structures facilitate the spread of a non-indigenous green alga, *Codium fragile* ssp *tomentosoides*, in the north Adriatic Sea. *J Appl Ecol* 42:1063-1072
- Ceccherelli G, Cinelli F (1999) Effects of *Posidonia oceanica* canopy on *Caulerpa taxifolia* size in a north-western Mediterranean bay. *J Exp Mar Biol Ecol* 240:19-36
- Cerrano C, Milanese M, Ponti M (2017) Diving for science - science for diving: Volunteer scuba divers support science and conservation in the Mediterranean Sea. *Aquat Conserv* 27:303-323
- Cerrano C, Ponti M, Silvestri S (eds) (2004) Guida alla biologia marina del Mediterraneo. Ananke, Torino
- Crooks JA, Khim HS (1999) Architectural vs. biological effects of a habitat-altering, exotic mussel, *Musculista senhousia*. *J Exp Mar Biol Ecol* 240:53-75
- Derbali A, Jarboui O, Ghorbel M, Dhieb K (2009) Reproductive biology of the pearl oyster, *Pinctada radiata* (Mollusca: Pteridiidae), in northern Kerkennah Island (Gulf of Gabes). *Cah Biol Mar* 50:215-222
- Despalatovic M, Antolic B, Grubelic I, Zuljevic A (2002) First record of the Indo-Pacific gastropod *Melibe fimbriata* in the Adriatic Sea. *J Mar Biol Assoc UK* 82:923-924
- Deudero S, Frau A, Cerda M, Hampel H (2005) Distribution and densities of the decapod crab *Percnion gibbesi*, an invasive Grapsidae, in western Mediterranean waters. *Mar Ecol Prog Ser* 285:151-156
- Elton CS (1958) The ecology of invasions by animals and plants. Methuen, London, UK
- Ferrario J, Caronni S, Occhipinti-Ambrogi A, Marchini A (2017) Role of commercial harbours and recreational marinas in the spread of non-indigenous fouling species. *Biofouling*:1-10
- Ferrario J, Marchini A, Lodola A, Occhipinti-Ambrogi A (2014) The pseudoindigenous bryozoan *Zoobotryon verticillatum* along the Mediterranean and European Atlantic coasts. *Biol Mar Mediterr* 21:117-118
- Galil BS (2000) A sea under siege - alien species in the Mediterranean. *Biol Invasions* 2:177-186
- Galil BS (2009) Taking stock: inventory of alien species in the Mediterranean sea. *Biol Invasions* 11:359-372
- Galil BS, Gevili R (2014) *Zoobotryon verticillatum* (Bryozoa: Ctenostomatida: Vesiculariidae), a new occurrence on the Mediterranean coast of Israel. *Marine Biodiversity Records* 7:1-null
- Gatto F, Katsanevakis S, Bogucarskis K, Vandekerkhove J, Cardoso AC (2012) European Alien Species Information Network (EASIN): The need of an integrated European information system on alien species Today's science for tomorrow's management Abstract of the ECSA 50th International conference, 3-7 June 2012, Venice, Italy
- Giakoumi S, Guilhaumon F, Kark S, Terlizzi A, Claudet J, Felling S, Cerrano C, Coll M, Danovaro R, Frascchetti S, Koutsoubas D, Ledoux JB, Mazar T, Merigot B, Micheli F, Katsanevakis S (2016) Space invaders; biological invasions in marine conservation planning. *Divers Distrib* 22:1220-1231
- Glasby TM, Connell SD, Holloway MG, Hewitt CL (2007) Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions? *Mar Biol* 151:887-895
- Golani D, Orsi-Relini L, Massuti E, Quignard JP (2002) Fishes - CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean, Vol 1. CIESM
- Goren M, Galil BS, Diamant A, Stern N, Levitt-Barmats Y (2016) Invading up the food web? Invasive fish in the southeastern Mediterranean Sea. *Mar Biol* 163

- Grosholz E (2002) Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends Ecol Evol* 17:22-27
- Hassan M, Harmelin-Vivien M, Bonhomme F (2003) Lesespian invasion without bottleneck: example of two rabbitfish species (*Siganus rivulatus* and *Siganus luridus*). *J Exp Mar Biol Ecol* 291:219-232
- Katsanevakis S, Pourdanidis D, Yokes MB, Matic V, Beqiraj S, Kashta L, Sghaier YR, Zakhama-Sraieb R, Benamer I, Bitar G, Bouzaza Z, Magni P, Bianchi CN, Tsiakkuros L, Zenetos A (2011) Twelve years after the first report of the crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Mediterranean: current distribution and invasion rates. *Journal of Biological Research-Thessaloniki* 16:224-236
- Katsanevakis S, Tempera F, Teixeira H (2016) Mapping the impact of alien species on marine ecosystems: the Mediterranean Sea case study. *Divers Distrib* n/a-n/a
- Katsanevakis S, Wallentinus I, Zenetos A, Leppäkoski E, Çınar ME, Öztürk B, Grabowski M, Golani D, Cardoso AC (2014) Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: a pan-European review. *Aquatic Invasions* 9:391-423
- Klein J, Verlaque M (2008) The *Caulerpa racemosa* invasion: A critical review. *Mar Pollut Bull* 56:205-225
- Lodola A, Nicolini L, Savini D, Deidun A, Occhipinti-Ambrogi A (2013) Range expansion and biometric features of *Pinctada imbricata radiata* (Bivalvia: Pteriidae) around Linosa Island, Central Mediterranean Sea (Italy). *Ital J Zool* 80:303-312
- Mangialajo L, Ganzin N, Accoroni S, Asnaghi V, Blanford E, Cabrini M, Cattaneo-Vietti R, Chavanon F, Chiantore M, Cohu S, Costa E, Fornasaro D, Grossel H, Marco-Miralles F, Masó M, Reñé A, Rossi AM, Sala MM, Thibaut T, Totti C, Vila M, Lemée R (2011) Trends in *Ostreopsis* proliferation along the Northern Mediterranean coasts. *Toxicon* 57:408-420
- Maric M, De Troch M, Occhipinti-Ambrogi A, Olenin S (2016) Trophic interactions between indigenous and non-indigenous species in Lampedusa Island, Mediterranean Sea. *Mar Environ Res* 120:182-190
- Meinesz A, Hesse B (1991) Introduction of the tropical alga *Caulerpa taxifolia* and its invasion of the northwestern Mediterranean. *Oceanol Acta* 14:415-426
- Minchin D (2012) Rapid assessment of the bryozoan, *Zoobotryon verticillatum* (Delle Chiaje, 1822) in marinas, Canary Islands. *Mar Pollut Bull* 64:2146-2150
- Mistri M (2003) The non-indigenous mussel *Musculista senhousia* in an Adriatic lagoon: effects on benthic community over a ten year period. *J Mar Biol Assoc UK* 83:1277-1278
- Montefalcone M, Albertelli G, Morri C, Bianchi CN (2010) Patterns of wide-scale substitution within meadows of the seagrass *Posidonia oceanica* in NW Mediterranean Sea: invaders are stronger than natives. *Aquat Conserv* 20:507-515
- Montefalcone M, Morri C, Parravicini V, Bianchi C (2015) A tale of two invaders: divergent spreading kinetics of the alien green algae *Caulerpa taxifolia* and *Caulerpa cylindracea*. *Biol Invasions*:1-12
- Munari C (2008) Effects of the exotic invader *Musculista senhousia* on benthic communities of two Mediterranean lagoons. *Hydrobiologia* 611:29-43
- Occhipinti-Ambrogi A (2000) Biotic invasions in a Mediterranean Lagoon. *Biol Invasions* 2:165-176
- Occhipinti-Ambrogi A (2007) Global change and marine communities: Alien species and climate change. *Mar Pollut Bull* 55:342-352
- Occhipinti-Ambrogi A, Marchini A, Cantone G, Castelli A, Chimenz C, Cormaci M, Frogliola G, Furnari G, Gambi MC, Giaccone G, Giangrande A, Gravili C, Mastrototaro F, Mazziotti C, Orsi-Relini L, Piraino S (2011) Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol Invasions* 13:215-237
- Occhipinti-Ambrogi A, Savini D (2003) Biological invasions as a component of global change in stressed marine ecosystems. *Mar Pollut Bull* 46:542-551
- Pacciardi L, De Biasi AM, Piazzzi L (2011) Effects of *Caulerpa racemosa* invasion on soft-bottom assemblages in the Western Mediterranean Sea. *Biol Invasions* 13:2677-2690
- Pajuelo JG, González JA, Triay-Portella R, Martín JA, Ruiz-Díaz R, Lorenzo JM, Luque Á (2016) Introduction of non-native marine fish species to the Canary Islands waters through oil platforms as vectors. *J Marine Syst* 163:23-30
- Piazzzi L, Balata D (2008) The spread of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the Mediterranean Sea: An example of how biological invasions can influence beta diversity. *Mar Environ Res* 65:50-61
- Piazzzi L, Balata D (2009) Invasion of alien macroalgae in different Mediterranean habitats. *Biol Invasions* 11:193-204
- Pipitone C, Badalamenti F, Sparrow A (2001) Contribution to the knowledge of *Percnon gibbesi* (Decapoda, Grapsidae), an exotic species spreading rapidly in Sicilian waters. *Crustaceana* 74:1009-1017
- Ponti M, Castellini A, Ragazzoni A, Gamba E, Ceccherelli VU, Abbati M (2017) Decline of the Manila clams stock in the northern Adriatic lagoons: a survey on ecological and socio-economic aspects. *Acta Adriatica* 58:89-104
- Ponti M, Cerrano C (eds) (2016) I popolamenti sommersi dell'Area Marina Protetta Isole

- Tremiti. Parco Nazionale del Gargano. Reef Check Italia onlus, Ancona
- Ponti M, Fava F (2011) Aspetti ecologici e ambientali legati alla pesca delle vongole. In: Trevisan G (ed) Le vongole dell'Alto Adriatico tra ambiente e mercato, Vol 365.860. FrancoAngeli, Milano, Italy, p 41-54
- Ponti M, Fava F, Perlini RA, Giovanardi O, Abbiati M (2015) Benthic assemblages on artificial reefs in the northwestern Adriatic Sea: does structure type and age matter? *Mar Environ Res* 104:10-19
- Por FD (1978) The Suez Canal. *Ecol Stud*:39-86
- Puccio V, Relini M, Azzurro E, Relini LO (2006) Feeding habits of *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Sicily Strait. *Hydrobiologia* 557:79-84
- Rodríguez-Prieto C, Ballesteros E, Boisset F, Afonso-Carrillo J (2013) Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental. Ediciones Omega, Barcelona, Spain
- Sala E, Kizilkaya Z, Yildirim D, Ballesteros E (2011) Alien marine fishes deplete algal biomass in the eastern Mediterranean. *Plos One* 6
- Sconfiatti R, Marchini A, Occhipinti Ambrogi A, Sacchi Cesare F (2003) The sessile benthic community patterns on hard bottoms in response to continental vs. marine influence in northern Adriatic lagoons. *Oceanol Acta* 26:47-56
- Sladonja B, Banovac-Kuča V (2014) New records of *Caulerpa cylindracea* Sonder (Caulerpaceae Chlorophyta) in Istria, Croatia. *Annales, Series Historia Naturalis* 24:115-120
- Stachowicz JJ, Whitlatch RB, Osman RW (1999) Species diversity and invasion resistance in a marine ecosystem. *Science* 286:1577-1579
- Valdes A, Alexander J, Crocetta F, Yokes MB, Giacobbe S, Poursanidis D, Zenetos A, Cervera JL, Caballer M, Galil BS, Schembri PJ (2013) The origin and dispersal pathway of the spotted sea hare *Aplysia dactylomela* (Mollusca: Opisthobranchia) in the Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions* 8:427-436
- Yeo DCJ, Ah Yong ST, Lodge DM, Ng PKL, Naruse T, Lane DJW (2009) Semisubmersible oil platforms: understudied and potentially major vectors of biofouling-mediated invasions. *Biofouling* 26:179-186
- Zenetos A, Gofas S, Russo G, Templado J (2004) Molluscs - CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean, Vol 3. CIESM
- Zenetos A, Gofas S, Morri C, Rosso A, Violanti D, Garcia Raso JE, Cinar ME, Almogi-Labin A, Ates AS, Azzurro E, Ballesteros E, Bianchi CN, Bilecenoglu M, Gambi MC, Giangrande A, Gravili C, Hyams-Kaphzan O, Karachle PK, Katsanevakis S, Lipej L, Mastrototaro F, Mineur F, Pancucci-Papadopoulou MA, Ramos Espla A, Salas C, San Martin G, Sfriso A, Streftaris N, Verlaque M (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

