



## Aspetti di conservazione e gestione

CARLO NIKE BIANCHI · FRANCESCO CINELLI · GIULIO RELINI

113

### ■ Norme nazionali e internazionali per la protezione

Tutte le specie di fanerogame italiane presenti nelle acque marine e/o salmastre, sono considerate meritevoli di salvaguardia e conservazione come specie e/o come habitat e sono elencate nelle liste di accordi e/o convenzioni internazionali.

Purtroppo nella Direttiva Habitat, recepita dall'Italia con il "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione

degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche, D.P.R. n° 357 del 8.9.1997 (G.U. n° 248 del 23.10.1997)", è citata, tra tutte le fanerogame marine, soltanto *Posidonia oceanica* e questa come habitat (allegato I) e non come specie (allegati II e IV). Questo è un grosso problema perché la 43/92 è la norma più importante e cogente per la conservazione della natura, essendo l'unica ad avere un vero potere sanzionatorio. La Convenzione di Berna sulla Conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa del 1979, è stata ratificata dall'Italia nel 1981 (legge 503 del 5/8/81), ma soltanto nel 1996 i suoi allegati riguardanti i vegetali sono stati modificati (recepiti dall'Italia nel 1998) con l'inserimento di varie specie, tra cui *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica* e *Zostera marina*. Queste sono state inserite nell'allegato 1, riguardante le specie vegetali rigorosamente protette per la cui conservazione occorre proteggere anche gli habitat in cui sono inserite. È l'unica convenzione, per il momento, in cui anche *C. nodosa* è considerata specie da proteggere in modo rigoroso.

Un contributo fondamentale a superare le mancanze della Direttiva Habitat in ambiente marino, viene fornito dalla nuova Convenzione di Barcellona (1995) che ha diversi protocolli, tra cui il "Protocollo relativo alle aree specialmente protette e alla diversità biologica in Mediterraneo" (SPA/BIO), il quale non si limita alle acque territoriali, fatto del tutto innovativo. Ogni paese firmatario



Fiore di posidonia

Lo scarico di sedimenti fini a mare causa l'intorbidimento delle acque e crea problemi al posidonieto

della Convenzione di Barcellona è invitato a creare zone specialmente protette per la conservazione degli habitat e delle specie, mentre la creazione delle ASPIM (Area Specialmente Protetta di Interesse Mediterraneo) viene stabilita dalle Parti Contraenti, sulla base dei criteri elencati nell'allegato 1 del protocollo SPA/BIO. Negli allegati 2 e 3 sono elencate rispettivamente le specie in pericolo o minacciate e quelle che necessitano di una gestione razionale. Per gli habitat bentonici è stato fatto uno schema di classificazione sulla base della classica bionomia bentonica di Peres e Picard e di conoscenze fitosociologiche. Dei 161 habitat elencati, 61 sono stati ritenuti determinanti e, pertanto, la loro protezione è indispensabile per il mantenimento della biodiversità mediterranea. La selezione è stata fatta attraverso cinque criteri: vulnerabilità, valore naturalistico, rarità, valore estetico, valore economico e in base ai punteggi ottenuti, gli habitat sono stati suddivisi in tre categorie:

D - determinanti (se hanno ottenuto il massimo punteggio in almeno due criteri: protezione rigorosa);

R - rimarchevoli (1 solo massimo e sono considerati meritevoli di particolare attenzione e gestione);

NR - non importanti (quelli che non hanno ottenuto alcun punteggio massimo).

Per quanto riguarda gli habitat riguardanti le fanerogame nell'allegato 2 del protocollo SPA/BIO (specie minacciate o in pericolo), sono elencate tra le Magnoliofite marine: *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Nanozostera noltii* (= *Zostera noltii* e *Z. nana*).



*Posidonia oceanica* e *Caulerpa prolifera*

Al fine di rafforzare le misure di protezione e di cooperazione tra i paesi, nel 1999 è stato approvato un piano di azione per la protezione dei vegetali marini in Mediterraneo. Tale piano, il cui stato di attuazione viene verificato ogni due anni dalle Parti Contraenti, ha individuato quali azioni prioritarie a livello nazionale e internazionale:

- assicurare la conservazione delle specie e delle formazioni vegetali attraverso misure legali di protezione e una loro migliore conoscenza;
- evitare la perdita e il degrado delle praterie di magnoliofite marine e delle altre formazioni vegetali, in quanto habitat di specie marine, e mantenerle in uno stato di conservazione soddisfacente;
- assicurare la conservazione di quelle formazioni che possono essere considerate monumenti naturali quali le barriere (recifs-barriers) di posidonia, le bio-costruzioni.

L'istituzione di Aree Marine Protette può essere in molti casi una misura indiretta per la protezione delle fanerogame marine, infatti molte delle 26 AMP italiane (istituite al giugno 2007) racchiudono all'interno dei loro confini praterie di magnoliofite e in particolare di *P. oceanica* ed è in corso la loro mappatura.

I criteri che concorrono a determinare l'inserimento di un'area nella lista ASPIM, sono relativi alla presenza di specie rare, endemiche o minacciate, alla rappresentatività ecologica, al grado di biodiversità, alla naturalità, alle peculiarità dell'habitat, all'importanza scientifica, alla rappresentatività culturale.



*Eunicella cavolini* e *Antedon mediterranea*



I piani di gestione dei siti Natura 2000 devono considerare in modo complessivo le caratteristiche ecologiche e socio-economiche di ciascun sito. Scopo della direttiva Habitat, e in particolare dei piani di gestione dei SIC, è quello di mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente gli habitat e le specie individuati all'interno del sito prescelto. Il principio della pianificazione integrata è quello che maggiormente considera l'insieme delle esigenze di tutela e valorizzazione dei sistemi ambientali.

#### Valutazione di incidenza

L'art. 6 della direttiva "Habitat" e l'art. 5 del D.P.R. di attuazione n. 357 prevedono che ogni piano o progetto che possa avere incidenze significative su un SIC debba essere sottoposto ad una opportuna valutazione d'incidenza che tenga conto delle specifiche caratteristiche e degli obiettivi di conservazione del sito stesso tentando in applicazione del principio di prevenzione, di limitare l'eventuale degrado degli habitat dell'allegato 1 e la perturbazione delle specie dell'allegato 2 per cui il sito in esame è stato designato; ciò anche al fine di evitare l'apertura di procedure d'infrazione da parte della Commissione Europea.

L'Autorità competente a valutare la relazione d'incidenza è quella nazionale. È interessante notare che la valutazione

d'incidenza non è limitata agli interventi ricadenti esclusivamente nei territori proposti come siti Natura 2000, ma anche alle opere che, pur sviluppandosi al di fuori di tali aree, possono comunque influire su di esse. La valutazione infatti deve essere interpretata come uno strumento di prevenzione che analizzi i possibili effetti degli interventi in un contesto ecologico dinamico e che consideri le correlazioni esistenti fra i vari siti e il loro contributo alla coerenza globale della struttura e della funzione ecologica della rete Natura 2000. Inoltre l'art. 6 prevede che nel caso di valutazione di incidenza negativa un piano o un progetto possa essere realizzato nei siti caratterizzati da habitat e specie non prioritari, in mancanza di soluzioni alternative, solo per motivi imperativi di rilevante interesse pubblico, inclusi motivi di natura sociale ed economica: in questo caso lo Stato Membro deve adottare ogni misura compensativa necessaria per garantire la tutela della coerenza globale della rete Natura 2000.

Le indicazioni sulla metodologia procedurale e sui contenuti per la corretta realizzazione della valutazione d'incidenza sono riportati nel sito della Commissione Europea, DG Ambiente all'indirizzo <http://europa.eu.int/comm/ambiente/eia/home.htm>.

Lo stato di conservazione del posidonieto ha un ruolo determinante nella valutazione della qualità delle acque.

Con l'entrata in vigore della nuova Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE), si ha una legislazione innovativa nella politica comunitaria delle acque, in quanto affronta i problemi della salvaguardia e tutela delle acque, considerando gli ambienti acquatici nella loro complessità e definendo gli obiettivi di qualità ambientale da raggiungere attraverso diversi elementi di qualità biologici, idromorfologici, chimici e chimico-fisici. La novità della normativa sta nel fondamen-

tale ruolo assunto dagli elementi biologici, in particolare, per la valutazione dello stato ecologico delle acque costiere marine e quale rappresentante del fitobenthos, è stata scelta *Posidonia oceanica*.

In relazione all'importanza assunta dalle praterie a posidonia in Mediterraneo e delle numerose ricerche ad essa dedicate, è normale e conveniente che essa venga assunta quale indicatore dello stato ecologico delle masse d'acqua costiere, in particolare quelle che si trovano sopra i fondi molli (incoerenti). Il problema sta nel trovare un indice globale descrittore e caratterizzante la posidonia, valido per tutti i paesi mediterranei della U.E. Tra i vari parametri proposti, i seguenti tre sono stati selezionati a livello europeo:

- densità dei fasci fogliari;
- percentuale dei rizomi plagiotropi, cioè di quelli che si accrescono orizzontalmente (paralleli al substrato);
- superficie fogliare per fascio, che integra l'insieme delle caratteristiche morfologiche (numero di foglie e loro dimensione).

Altri parametri potranno essere utilizzati, la cui scelta sarà condizionata dal tipo di rete di controllo che verrà organizzata.

#### Posidonia e VIA

Negli studi che sono richiesti per la valutazione di impatto ambientale (VIA), secondo la normativa italiana e la Direttiva Europea 11/1995, sono necessarie informazioni sulla vegetazione e in particolare sulle fanerogame marine della fascia costiera. Occorre fornire una cartografia (1:10.000), distribuzione batimetrica, inventario floristico e una descrizione fitosociologica, le pressioni antropiche, una valutazione sullo stato di conservazione.

La protezione della prateria di posidonia è prevista anche dalle leggi n° 426 del 9/12/98 (Nuovi interventi in campo ambientale) e n° 93 del 23/3/2001 (Disposizioni in campo ambientale).

La Liguria è stata la prima regione italiana a legiferare in modo specifico sulle fanerogame marine e in particolare su *P. oceanica* con la Deliberazione di Giunta Regionale (D.G.R.) n° 646 del 8/6/2001, riguardante il regolamento per la valutazione di impatto dei progetti di gestione costiera sui SIC. Sono state inoltre approvate le norme tecniche per la valutazione dello stato di conservazione delle praterie di *P. oceanica* (D.G.R. 1533, 2005).

Queste norme sono anche di grande utilità pratica perché forniscono gli strumenti di valutazione e di intervento, sia agli Amministratori, che ai progettisti di opere marittime. Questi ultimi ora possono sapere, grazie anche alla disponibilità di una dettagliata cartografia regionale georeferenziata, se il loro progetto è o no compatibile con la conservazione degli habitat (biocenosi) sensibili.

Un ulteriore strumento di pianificazione è costituito dalla cartografia (alla scala 1:10.000) con delimitazione ufficiale dei 26 SIC liguri (D.G.R. 1561, 2005), anche se la protezione del SIC di un habitat prioritario deve essere assicurata indipendentemente dai confini identificati in un determinato tempo. La prateria di posidonia potrebbe aumentare la sua superficie nel tempo e tutta l'area deve essere protetta, non solo quella all'interno dei confini riportati nella cartografia.



Un posidonieto in buono stato di conservazione



Pinna nobilis e una chiazza di Posidonia oceanica

Atolli di *Posidonia oceanica*

**La Direttiva Habitat e SIC.** La Direttiva 43/92/CEE del 21/05/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche, definisce i concetti di conservazione, gli habitat e le specie prioritari e di interesse comunitario, le zone di conservazione, le aree di collegamento ecologico funzionale, l'introduzione e la reintroduzione. Strategica è la costituzione di una rete di

Zone (o Aree) Speciali di Conservazione (ZSC), denominata Natura 2000, formata dai siti in cui si trovano gli habitat di cui all'allegato I (classificati secondo Corine Biotopes Project) e le specie di cui all'allegato II. I criteri per l'individuazione di tali siti sono riportati nell'Allegato III della 43/92. Ogni stato membro è impegnato alla costituzione della rete dei siti proposti, anche con il contributo delle regioni. Tali siti, una volta accettati da un'apposita Commissione, vengono definiti Siti di Importanza Comunitaria (SIC). Per ogni sito viene riempito un formulario abbastanza complesso che descrive le caratteristiche biotiche e abiotiche e fornisce una valutazione sulle specie e gli habitat presenti.

Il Ministero dell'Ambiente ha svolto una ricerca, denominata Biotaly, per l'individuazione e la mappatura dei siti di pregio naturalistico, sulla base degli Allegati I (habitat) e II (specie) della 92/43 e su altri criteri di emergenze naturalistiche.

Per quanto riguarda Rete Natura 2000 la regione biogeografica mediterranea è la più estesa delle tre presenti sul nostro territorio nazionale (alpina, continentale, mediterranea) e comprende 1337 su 2500 dei siti di importanza comunitaria (SIC), la maggior parte elencati nell'allegato B del D. M. 03/04/2000. Quelli più strettamente marini sono una settantina e sono stati individuati prevalentemente per la presenza di posidonia e grotte marine. In molte regioni purtroppo, pur essendo presenti estese praterie di posidonia, non sono stati creati SIC. L'elenco dei SIC e delle ZPS in mare sarebbe di gran lunga più numeroso se gli habitat di riferimento fossero quelli di SPA/BIO e non solo quelli della 43/92: dei 61 Habitat ritenuti meritevoli di protezione in Mediterraneo secondo il protocollo SPA/BIO, 60 sono presenti anche in Italia, tutte le 14 macrofite dell'allegato 2 di SPA/BIO sono presenti in Italia, dei 37 invertebrati e 37 vertebrati (tralasciando le specie d'acqua dolce e gli uccelli) dello stesso allegato rispettivamente 35 e 33 si trovano anche in Italia. Il nostro paese ha quindi un patrimonio di biodiversità tra i più alti e diversificati in Mediterraneo, che occorre salvaguardare e valorizzare. Uno dei problemi attuali è la mancante o scarsa valutazione economica dei beni naturali. Alcuni tentativi sono stati fatti proprio per posidonia.

## ■ Metodi di sorveglianza

L'importanza ecologica dell'ecosistema a *P. oceanica* e le normative nazionali e internazionali che ne sanciscono la protezione fanno sì che sia indispensabile sorvegliarne lo stato di salute. L'obiettivo di questa sorveglianza è triplice:

- tenere sotto controllo un ecosistema di grande valore patrimoniale, ma vulnerabile, al fine di scoprire rapidamente ogni alterazione;
- utilizzare questo ecosistema come un indicatore biologico della qualità complessiva degli ambienti litorali;
- valutare l'efficacia delle politiche di conservazione e gestione della fascia costiera. A tale scopo è necessario scegliere dei siti dove ritornare periodicamente per seguire nel tempo la dinamica del posidonieto e l'evoluzione della sua vitalità.

La quasi totalità dei dati necessari deve essere raccolta in immersione subacquea autonoma: è dunque indispensabile che ricercatori e tecnici che si occupano della sorveglianza del posidonieto siano anche provetti sommozzatori, con preparazione specifica all'immersione scientifica. I parametri che è necessario misurare possono essere rilevati a tre diversi livelli di complessità ecologica: l'analisi degli ecosistemi comprende infatti lo studio degli individui, delle popolazioni e delle comunità. Nel caso dell'ecosistema a *P. oceanica*, l'individuo è la pianta, la popolazione è la prateria, la comunità è l'insieme di organismi che vivono associati alla prateria.



Sorveglianza del posidonieto con sommozzatore scientifico e veicolo filoguidato

**Livello della pianta.** Sui fasci di *P. oceanica* è possibile effettuare una serie di misure biometriche che forniscono sia informazioni sullo sviluppo vegetativo della pianta, direttamente utilizzabili come tali, sia dati utili per successivi indici derivati. Allo studio morfometrico è possibile affiancare anche una tecnica retrospettiva chiamata "lepidocronologia": essa è analoga alla dendrocronologia e permette di ricostruire a posteriori la storia recente di un rizoma di *P. oceanica*.

- Numero medio di foglie per ciuffo

Si effettua direttamente il conteggio, distinguendo le tre categorie di foglie. Anche se la produzione di foglie è continua per tutto l'anno, questo parametro può rivelare un ritmo stagionale.

- Lunghezza, larghezza e superficie fogliare

Si misurano al millimetro con un righello. Sono parametri di base, utili anche per il calcolo di parametri derivati.

- Rapporto tra parti brune e parti verdi della foglia

Si calcola come rapporto percentuale tra misure lineari (al millimetro).

- Lepidocronologia

Al termine del loro periodo vegetativo, i lembi fogliari di *P. oceanica* si staccano mentre le basi, essendo ricche di lignina e tannini, permangono attaccate al rizoma per moltissimi anni e prendono il nome di "scaglie". In funzione del rango di inserzione lungo il rizoma, lo spessore delle scaglie presenta delle variazioni cicliche secondo il periodo dell'anno in cui le foglie hanno vissuto (massimo in estate-autunno, minimo in inverno-primavera).



Balisage e rilevamento fotografico del limite inferiore del posidonieto

**Livello della prateria.** Lo studio della prateria comprende la caratterizzazione della sua morfologia, la definizione dei suoi limiti e valutazioni numeriche del manto vegetale. Queste ultime possono essere combinate con le misure biometriche effettuate a livello della pianta per ottenere nuovi indici sintetici. Le procedure di sorveglianza richiedono di installare transetti o quadrati permanenti in porzioni determinate della prateria. Un



Posidonieto danneggiato

transetto può essere materializzato sul fondo da picchetti disposti ad intervalli regolari e uniti da una cima metrata, oppure essere semplicemente costituito da una tratta tra due punti localizzati in superficie con sistema satellitare GPS. I quadrati permanenti sono invece aree circoscritte, solitamente di 6x6 m (più raramente 10x10 m), e sono anch'essi visualizzati da picchetti. Una particolare tecnica per seguire l'evoluzione dei limiti è quella del picchettaggio (più frequentemente chiamato con il termine originale francese di *balisage*) che permette di ottenere una precisa documentazione fotografica della loro posizione nel tempo.

- Fisionomia della prateria

Descrizione qualitativa di base, indispensabile per inquadrare e interpretare i dati quantitativi puntiformi.

- Natura e profondità dei limiti

Vengono rilevati attraverso protocolli descrittivi e misure strumentali di profondità, distinguendo tra limiti sfumati, netti o erosi e tra sani o regressivi.

- Picchettaggio (*balisage*) dei limiti

Si effettua tramite posa lungo il limite di una serie di picchetti, che vengono poi rilevati topograficamente e fotograficamente, a scadenze fisse.

- Proporzione di rizomi plagiotropi

Si valuta in percentuale, dopo aver contato un adeguato numero di rizomi distinguendoli in plagiotropi e ortotropi.

- Scalzamento dei rizomi

Viene misurato come distanza fra il livello del sedimento e la parte inferiore del rizoma nel caso di rizomi plagiotropi; come distanza tra sedimento e base della foglia più esterna nel caso di rizomi ortotropi. È indice di deficit sedimentario.

- Copertura

Percentuale della porzione di fondale ricoperta (in proiezione verticale) da posidonia o anche da altre fanerogame o alghe (in particolare delle specie di *Caulerpa*).

- Indice di Conservazione CI (*Conservation Index*)

Rappresenta la proporzione di *P. oceanica* viva: l'indice varia da 0 (solo "matte" morta) a 1 (solo posidonia viva).

- **Indice di Sostituzione SI (*Substitution Index*)**

Misura l'importanza proporzionale della presenza di altre fanerogame o di specie di *Caulerpa* all'interno di una prateria: l'indice va da 0 (nessuna sostituzione, vi è solo posidonia) e 1 (manca posidonia ed è presente solo il sostituto).

- **Indice di Cambiamento di Fase PSI (*Phase Shift Index*)**

L'abbondanza di "matte" morta o di specie sostitutive rappresenta un cambiamento di fase nell'ecosistema delle praterie di posidonia. Secondo questo indice, che assume valori compresi tra 0 (situazione ottimale con solo *P. oceanica*) e 1 (situazione profondamente alterata con solo *Caulerpa racemosa*), una fase dominata da un sostituto alieno altamente invasivo è da considerarsi peggiore di una fase dominata da un sostituto nativo del Mediterraneo.

- **Densità dei fasci**

Rappresenta il numero di fasci di *P. oceanica* per m<sup>2</sup>.

- **Densità relativa**

In origine denominata impropriamente densità globale, combina copertura e densità.

- **Indice fogliare LAI (*Leaf Area Index*)**

Superficie fogliare per unità di superficie di fondale; si calcola moltiplicando la densità dei fasci per la superficie fogliare media per fascio e si esprime in m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. È un parametro sintetico della vitalità della prateria, correlabile alla produzione primaria.

- **Coefficiente A**

Pari alla proporzione di apici fogliari rotti sul totale delle foglie campionate.



Conteggio dei fasci di *Posidonia oceanica*

- **Livello della comunità associata.**

Data la ricchezza e complessità della comunità associata, le tecniche di studio delle diverse componenti sono altrettanto varie e diversificate. Molte di queste sono estremamente specializzate e vengono adottate solo per studi particolari, non per la sorveglianza di routine dell'ecosistema a *P. oceanica*. Gli invertebrati vagili dello strato fogliare vengono campionati con un retino da sfalcio, mentre per gli invertebrati vagili associati allo strato dei rizomi e al sedimento superficiale si utilizza una sorbona. L'infauna della "matte" e del sedimento si raccoglie con speciali carotatori adattati per l'uso subacqueo, o con particolari zappe e pale in grado di penetrare e tagliare la "matte". Per tutte queste componenti i tradizionali attrezzi di superficie come benne e draghe sono poco efficienti. Il prelievo diretto di un certo numero di fasci viene usato per la flora e la fauna sessile dei rizomi e per gli organismi perforatori che vivono all'interno delle scaglie e che comprendono alcune specie di policheti e di isopodi.



Occhiate (*Oblada melanura*)

Ai fini della sorveglianza, gli aspetti relativi alla comunità associata più studiati riguardano la fauna ittica, gli epifiti fogliari e l'incidenza del pascolo degli erbivori.

● **Fauna ittica**

Il tradizionale campionamento di pesci (e di grandi invertebrati vagili) con il gangamo, una sorta di piccola rete a strascico, è stato oggi quasi completamente abbandonato in favore delle tecniche di censimento visivo (visual census). L'abbondanza e la diversità di pesci, la presenza di esemplari di grossa taglia, la numerosità di giovanili possono essere indicatori di buone condizioni dell'ecosistema a *P. oceanica*.

- **Epifiti fogliari**

L'analisi della comunità epifita può essere condotta con tecniche speditive di rilevamento quantitativo dei principali taxa. L'Indice di Epifitismo si basa sulla percentuale di ricoprimento degli organismi rispetto alla superficie del lembo fogliare. Piuttosto che le singole specie si preferisce valutare categorie di organismi predefinite. Elaborazioni successive dei dati permettono la valutazione di diversi indici sintetici.

- **Incidenza del pascolo degli erbivori**

Il metodo più rapido e semplice per valutare l'intensità del pascolo è rappresentato dall'Indice di Pascolo (percentuale di foglie il cui apice o bordo risulta inciso dai morsi di pesci, isopodi, o ricci).





Danni provocati dalla catena di un'ancora

### ■ Cause della regressione del posidonieto

La regressione e distruzione della prateria di fanerogame marine, documentate a livello mondiale, sono dovute a cause naturali e a cause antropiche. Fra le prime che, nelle acque italiane, fino ad ora, sono state di entità limitata, si possono ricordare le malattie, l'azione di tempeste e soprattutto uragani.

Molto più gravi sono le conseguenze di molteplici attività antropiche che impattano sulle praterie, la cui regressione, in molte parti del Mediterraneo, ha avuto un'accelerazione, dopo il 1950, con l'intensa urbanizzazione e industrializzazione della costa, in particolare nel Mediterraneo Nord-Occidentale. In Liguria è stata valutata una riduzione del posidonieto del 10-30%, ad Alicante in Spagna del 52% e addirittura del 90% in una zona di Marsiglia. Alcuni autori francesi già negli anni Cinquanta avevano avanzato l'ipotesi che la regressione del posidonieto fosse in qualche modo legata al cattivo adattamento di questa fanerogama alle attuali condizioni idrologiche e climatiche del Mediterraneo e soprattutto del Mediterraneo NW. L'ipotesi si basa su due fatti principali:

- la rarità della fioritura e quindi della produzione di semi;
- l'invecchiamento degli individui ricavato dallo spessore delle "mattes" che lasciano supporre una longevità di diversi millenni.

Comunque è difficile pensare che l'imponente regressione sia principalmente legata ai sopra menzionati fenomeni naturali, anche perché *Posidonia* ha resistito a crisi ben più gravi, quali la famosa crisi Messiniana (prosciugamento di gran parte del Mediterraneo) e alle glaciazioni. È ragionevole pensare che l'uomo sia la principale causa attuale della regressione. Molti e ben documentati studi hanno dimostrato che le numerose attività umane gravanti sulla fascia costiera (eccessiva urbanizzazione, sfruttamento turistico, inquinamento, discariche, pesca illegale, acquacoltura selvaggia, nautica da diporto, ripascimenti etc.) minacciano la sopravvivenza delle fanerogame, sia come individui sia come habitat. Anche se non è facile affermare quale delle due sia più grave, l'uso di una graduatoria dell'impatto, riferita al tempo necessario affinché l'effetto dell'impatto divenga reversibile, consente di dire che la distruzione dell'habitat è sempre irreversibile e che la scomparsa degli individui, nel migliore dei casi, avviene per tempi lunghi per specie annuali (come *Ruppia cirrhosa* e *R. maritima*) o per specie pioniere quali *C. nodosa* e *N. noltii* e nel peggiore dei casi è irreversibile su scala umana per specie climax come *P. oceanica* o specie rare come *Z. marina*.

**Ricoprimento da parte di opere marittime.** La costruzione di opere marittime può avere un impatto diretto, ad esempio, distruggendo il posidonieto, per ricoprimento, cioè costruzione di terrapieni, dighe, moli sopra la prateria, o anche ad effetti delle modifiche delle correnti e del moto ondoso. Ci sono poi gli effetti indiretti dovuti all'attività nel porto e ai possibili inquinamenti e scarichi di varia natura. Certe volte la costruzione di una diga foranea può confinare una parte della prateria all'interno del porto. La possibilità della sua sopravvivenza dipende da molteplici fattori, anche se l'esperienza dimostra che, nella maggior parte dei casi, il posidonieto isolato all'interno del porto scompare in un tempo relativamente breve. Tuttavia le capacità di sopravvivenza aumentano se il porto è piccolo, senza scarichi inquinanti provenienti sia da terra che dai natanti ed è ben esposto ad un idrodinamismo che consenta un buon ricambio delle acque interne, ulteriormente facilitato dalla presenza di banchine costruite su piloni.

È ormai assodato, inoltre, che una parte significativa dei danni provocati dalla costruzione di opere marittime è legata al periodo dei lavori e in particolare alle modalità tecniche seguite nel cantiere.



Effetti sul posidonieto di una discarica di sedimenti fini

**Ripascimento, discariche.** L'antropizzazione della costa e in particolare, in gran parte d'Italia, il moltiplicarsi di approdi turistici e il ripascimento artificiale delle spiagge, sono tra i principali responsabili del degrado ambientale. Soprattutto quest'ultima attività è veramente deleteria perché, il più delle volte, eseguita con materiali e modalità inidonei su vasta scala e ripetuta perché, alla prima mareggiata, il materiale

viene disperso sui fondali; ne consegue che ogni anno o comunque molto spesso è necessario rifare la spiaggia e, di nuovo, il fondale viene "infangato" con distruzione della prateria di posidonia, che è il principale baluardo di protezione delle stesse spiagge nei confronti del moto ondoso. Viene profondamente alterata la granulometria dei fondali e, al minimo movimento del mare, il fango viene sollevato intorbidando le acque, con ovvie conseguenze sul piano ecologico e anche estetico.

Con la scusa del ripascimento delle spiagge, che in molte parti d'Italia sono in netta regressione, sono state aperte ogni anno numerosissime discariche, attraverso le quali venivano (negli ultimi anni molto meno) scaricati in mare i più diversi materiali provenienti da scavi per la costruzione di case, strade, ferrovie, ecc., dalla demolizione di costruzioni in cemento e mattoni e persino da

residui di lavorazioni industriali. Anche quando viene utilizzata la tecnica del ripascimento morbido, prelevando cioè sabbie relitte dai fondi marini, rischi per la posidonia non sono scongiurati, come dimostra l'emblematico caso del ripascimento della spiaggia dei Maronti nell'isola d'Ischia dove per un errore nella collocazione della cava di sabbia, in meno di 24 ore sono stati distrutti dalla pompa scavatrice 4 ettari di posidonieto.

**Variazioni degli apporti fluviali.** I fiumi costieri possono avere un impatto sulle praterie di *P. oceanica* attraverso gli apporti di acqua dolce (che comporta una diminuzione della salinità nelle acque costiere), di nutrienti (essenzialmente sali di azoto e di fosforo) e di sedimenti. La portata dei fiumi costieri italiani è soggetta a forti variazioni sia stagionali sia interannuali. Stagionalmente si assiste infatti ad alternanze tra piene e morbide, mentre le variazioni interannuali sono legate ai cicli climatici, descritti ad esempio da certi indici come il NAO (North Atlantic Oscillation): quando l'indice NAO è negativo il clima dell'Europa meridionale e del bacino mediterraneo è umido e piovoso (e quindi il ruscellamento aumenta). Queste fluttuazioni sono naturali e possono spiegare il fatto che le praterie non si installano in maniera permanente nell'area influenzata dal pennacchio delle piene maggiori. L'azione dell'uomo ha però alterato in vario modo le fluttuazioni naturali della portata dei fiumi.

La messa in opera di sbarramenti smorza i picchi di portata durante le piene, almeno nella fase iniziale; il contenimento dell'acqua nei bacini di ritenuta e il suo utilizzo a fini agricoli diminuiscono la quantità di acqua dolce che arriva direttamente al mare. Entrambi questi aspetti dovrebbero avere un effetto positivo sui posidonieti, che mal sopportano la diminuzione di salinità. Per contro, la canalizzazione dei corsi d'acqua, che spesso si accompagna alle opere di regimentazione, accentua i picchi di portata durante le piene, con chiari effetti negativi sulle praterie. Le aree di "matte" morta nelle vicinanze della foce dei fiumi sono pertanto sensibilmente aumentate negli ultimi decenni. Un esempio recentemente studiato riguarda il fiume Centa (Liguria): questo corso d'acqua attraversa una piana intensamente coltivata e ha subito modificazioni importanti negli ultimi decenni: la prateria che un tempo si estendeva ininterrotta lungo il tratto di costa antistante è stata sostituita da una distesa di "matte" morta lunga 5 km, corrispondenti ad oltre 200 ettari, davanti e ai lati della sua foce.

**Variazioni dei flussi sedimentari, materiale sospeso, torbidità.** Il regime sedimentario svolge un ruolo determinante nel mantenimento del posidonieto in condizioni ottimali. L'accumulo o l'erosione dipendono dal moto ondoso e dalle correnti, che possono essere fortemente modificate dalla costruzione di opere marittime che, quindi, agiscono sul trasporto e distribuzione dei materiali sedimentari.

Le strutture perpendicolari alla costa, soprattutto se di una certa dimensione, deviano le correnti verso il largo e causano una forte sedimentazione a monte (alla base della diga) e una erosione a valle. Le dighe parallele alla costa agiscono soprattutto sul moto ondoso con conseguenze simili.

Il tasso di sedimentazione deve essere compatibile con il ritmo di accrescimento dei rizomi e quello di erosione con il mantenimento dei rizomi; infatti, una eccessiva erosione scopre i rizomi, rendendoli più esposti alle rotture e scalzamento (estirpazione). Un accumulo eccessivo di sedimento determina il ricoprimento degli apici vegetativi della pianta: si è visto che questi muoiono ad un tasso sedimentario superiore a 5-7 cm/anno.

**Inquinamento, eutrofizzazione, impianti di acquacoltura.** Gli scarichi di effluenti liquidi di provenienza urbana, industriale o da natanti, possono causare danni diretti o indiretti alle fanerogame marine, modificano le caratteristiche chimiche e fisiche della colonna d'acqua perché aumentano il materiale in sospensione e l'apporto di inquinanti e di nutrienti in particolare. Questi nutrienti favoriscono anche lo sviluppo degli epifiti, i quali riducono la capacità fotosintetica delle foglie schermanto la luce e favoriscono la distruzione delle foglie da parte dei non erbivori, in particolare pesci, che mangiano gli organismi insediati sulle foglie stesse.

La diminuzione dell'illuminazione, dovuta in particolare alla torbidità delle acque, provoca una riduzione della estensione e della densità dei fasci, fino



I divergenti dello strascico arano il fondale e distruggono la prateria a fanerogame





Piramide di una barriera artificiale posta a protezione del posidonieto

alla morte degli stessi. Questa è la principale causa della risalita (spostamento verso la costa) del limite inferiore del posidonieto, come ampiamente documentato in tutto il Mediterraneo nord occidentale. Nel Lazio si è passati da 35 m a 25-30 m. In Liguria la profondità media del limite inferiore è a soli 23 m.

Ma, a parte gli effetti locali, la causa generale sembra essere l'aumento della torbidità delle acque e l'infangamento dei fondali causati negli ultimi decenni dagli imponenti apporti terrigeni che hanno stravolto le linee di costa.

Collegato a quanto sopra è la grande estensione dei prati di *C. nodosa* sui fondali liguri; essa è generalmente considerata sia come specie pioniera sia come specie "secondaria", inserita nella serie evolutiva climacica della prateria di posidonia. In Liguria, tale specie risulta occupare circa 2300 ha, cioè quasi la metà della superficie coperta da *P. oceanica*. L'abbondanza di *C. nodosa* in Liguria potrebbe forse essere in relazione ad un degrado ambientale generalizzato. Applicando alle fanerogame marine un modello concettuale delle strategie vitali, *C. nodosa* è specie "rudérale", *P. oceanica* è specie "competitiva". Le specie definite ruderali si avvantaggiano sulle competitive in presenza di un elevato grado di "disturbo" ambientale. Dunque l'abbondanza di *Cymodocea* rispetto a *Posidonia* potrebbe essere una risposta al "disturbo" antropico.

Il ruolo della riduzione della illuminazione nel determinare lo spostamento del limite di compensazione (profondità alla quale si consuma quanto si produce, cioè respirazione e fotosintesi si equivalgono) è fondamentale. Una diminuzione della luce del 70% provoca in 3 mesi la morte del 90% dei fasci.

Attraverso gli scarichi urbani e industriali vengono immesse nell'ambiente varie sostanze xenobiotiche (metalli pesanti, idrocarburi, tensioattivi, pesticidi ecc.), che provocano degli effetti diretti e indiretti sulle fanerogame e, a differenti livelli, in relazione alle loro caratteristiche chimiche. Alcuni inquinanti provocano alterazioni dell'attività fisiologica, danni a livello cellulare, impatto sui pigmenti fotosintetici, riduzione del tasso di crescita etc.

I metalli pesanti si accumulano nelle piante in particolare nei rizomi e la possibilità di datare i rizomi attraverso la lepidocronologia rende posidonia un bioindicatore di grande interesse. Infatti, è possibile non solo determinare la concentrazione del metallo, ma seguirne l'evoluzione nel tempo (negli anni precedenti). Per quanto riguarda il mercurio, è stato dimostrato che la sua concentrazione nelle piante è correlata a quella del sedimento e che l'accumulo nei tessuti fogliari può avere gravi conseguenze fisiologiche, fino alla necrosi cellulare e all'arresto dell'accrescimento delle foglie.

Da quanto detto risulta evidente che occorre evitare di porre uno scarico di liquami in vicinanza della prateria o ancor peggio sulla prateria. Per gli scarichi già esistenti occorrerebbe prolungarli al di là del posidonieto. Per quelli di nuova costruzione è indispensabile prendere tutte le precauzioni possibili sia per la posa delle canalizzazioni (vedi scavi) sia della bocca di scarico.



Il rizoma di posidonia

Il crescente diffondersi delle pratiche di maricoltura che utilizzano gabbie galleggianti per l'accrescimento e/o l'ingrasso di pesci lungo le coste del Mediterraneo, è una ulteriore minaccia per la conservazione del posidonieto. Infatti non mancano le documentazioni dei disastrosi effetti sui posidonieti da parte di questo tipo di maricoltura, che dovrebbe essere assolutamente vietata non solo sulle praterie, ma anche nella loro vicinanza,

in relazione all'andamento delle correnti marine. Tale divieto è ampiamente motivato dalla vigente normativa sulla conservazione della biodiversità.

Il danno principale è legato all'aumento del carico organico (eutrofizzazione) sia nella colonna d'acqua che soprattutto nel sedimento, quindi simile a quello di uno scarico fognario, per quanto riguarda i nutrienti. L'eutrofizzazione dell'acqua può contribuire ad aumentare la torbidità e ad incrementare gli epifiti delle foglie, con conseguente diminuzione del processo fotosintetico, sul quale può agire anche l'effetto ombra delle gabbie.

**Distruzione meccanica: ancoraggi, strascico, esplosioni, scavi.** Varie sono le attività meccaniche che portano alla distruzione del posidonieto.

L'ancoraggio è oggi una delle maggiori cause di degrado del posidonieto in relazione al notevole incremento della nautica da diporto e alla frequentazione dei natanti, non solo nel periodo estivo, di aree protette e no, di grande interesse naturalistico. Eppure questi danni potrebbero essere facilmente evitati con un pò di buona volontà e maggiore riguardo nei confronti dell'ambiente marino costiero e delle praterie di fanerogame in particolare.

Diversi possono essere gli effetti delle ancore sui posidonieti:

- rottura dei rizomi sui quali piomba l'ancora o sui quali l'ancora si sposta prima di agganciarsi;
- la catena dell'ancora si sposta sul fondo a causa delle correnti e del vento che muovono il natante e strappa le foglie di posidonia. Talora la catena ruota attorno all'ancora;
- al momento del recupero (risalita) dell'ancora, questa rompe i rizomi sui quali era impigliata. Talora addirittura un blocco di "matte" può essere sradicato.

Ricercatori francesi hanno valutato che durante le diverse fasi dell'ancoraggio (discesa, stazionamento, salpamento) vengono strappati da 16 a 34 fasci di posidonia per battello. La conseguenza immediata di tali impatti è la diminuzione della densità dei fasci fogliari e la frantumazione della prateria, con formazione di marmitte e canali erosivi.

Ancor più gravi sono i danni provocati dall'ancoraggio di grosse navi commerciali, da guerra e da crociera, che talora si fermano in zone costiere con praterie di posidonia, pratica che dovrebbe essere vietata con precise indicazioni sulle carte nautiche di divieto di ancoraggio in tutte le aree costiere con posidonia, habitat protetto dalla Direttiva Habitat e numerose convenzioni internazionali (vedi a pag. 113).

Più difficile è impedire la presenza dei battelli della nautica da diporto. I diportisti scelgono le zone a posidonia per la bellezza del sito, ma anche perché è più facile e sicuro l'ancoraggio rispetto ad una zona rocciosa (possibilità che l'ancora si incagli) o sabbiosa-fangosa dove l'ancora può non "far presa". Per ovviare gli inconvenienti dell'ancoraggio selvaggio in molte zone sono stati predisposti degli ormeggi che spesso, purtroppo, si sono rivelati più dannosi dei singoli ancoraggi. Infatti i grossi corpi morti e le catene che li uniscono, si spostano, nonostante il loro peso, sul fondo, distruggendo ampi tratti di posidonieto.

La pesca meccanica illegale, e lo strascico in particolare, è molto probabilmente la principale causa della distruzione delle praterie di fanerogame e soprattutto dei posidonieti in molte zone mediterranee. Nel Lazio è stato valutato che il 40% della riduzione della superficie occupata dal posidonieto è dovuta primariamente allo strascico. I danni provocati dallo strascico possono essere così schematicamente riassunti:

- riduzione della superficie coperta da parte delle fanerogame;
  - creazione di solchi e aree prive di posidonia con sradicamento di fasci e rizomi;
  - risalita in superficie di grandi ammassi di foglie e fasci, che poi vengono spiaggiati e vanno ad aumentare la lettiera sulla spiaggia;
  - contributo alla riduzione della biomassa e della densità della ittiofauna, in particolare di quella di interesse commerciale;
  - modifica dell'habitat con la formazione di ampie zone sabbiose, o sabbioso-fangose, prive di vegetazione, ove si installa un altro tipo di fauna anche ittica.
- Oltre allo strascico in alcune aree vengono anche usate draghe, e in particolare il rapido. Tutte queste forme di pesca, che vengono effettuate al traino di motopesca, sono vietate dalla legislazione italiana e dalla normativa europea entro i 50 m di profondità e le tre miglia nautiche dalla costa. Per impedire, almeno in alcune aree, queste pesche illegali, sono stati immersi dei corpi solidi, normalmente di calcestruzzo (barriere artificiali), con l'intento di proteggere la biocenosi, e in particolare il posidonieto, dall'attività dello strascico e aumentare la biodiversità e la biomassa delle specie di interesse alieno.

La necessità di costruire tubature per il trasporto d'acqua, di idrocarburi e di immergere cavi elettrici e telefonici, può avere conseguenze deleterie sulle praterie di fanerogame che si vengono a trovare sul loro percorso. Il danno è più consistente se è necessario eseguire degli scavi o proteggere con pietrame o



Riccio di mare

strutture in cemento, le tubazioni e i cavi nelle zone a minore profondità e più alto idrodinamismo. Osservazioni condotte sui cavi elettrici e telefonici hanno evidenziato che la semplice posa senza scavo è di gran lunga meno impattante e quindi da consigliare ovunque le condizioni dell'idrodinamismo lo consentano. In alcune situazioni è stato possibile osservare, dopo alcune decine di anni, che i cavi posati sul

posidonieto sono stati inglobati dall'intreccio dei rizomi.

Non è raro imbattersi in zone più o meno circolari con "matte" morte all'interno di praterie di posidonia. Si tratta dell'effetto distruttivo di esplosioni dovute ai bombardamenti aerei lungo la costa durante l'ultima guerra mondiale e allo scoppio di mine e di cariche esplosive usate per la pesca di frodo con la dinamite, ancora oggi effettuata in qualche parte del Mediterraneo, Italia compresa. Dopo cinquanta e più anni dall'avvenuta esplosione la colonizzazione dell'area distrutta è ancora solo molto parziale. Sembra che la sensibilità di posidonia all'esplosione sia dovuta in gran parte all'esistenza all'interno delle foglie di un sistema di canali ripieni di gas (aerarium): ossigeno e anidride carbonica. Quando avviene l'esplosione l'aerarium fa scoppiare le foglie.

**Sovrappascolo.** Il ruolo degli erbivori nel condizionare lo sviluppo dei vegetali è estremamente importante e rientra nei delicati equilibri delle catene trofiche, fondamentali per la stabilità degli ecosistemi. Il principale consumatore di *P. oceanica*, e probabilmente anche delle altre fanerogame, è la salpa *Sarpa salpa*, l'unico pesce strettamente erbivoro del Mediterraneo. Immergendosi sopra una prateria di posidonia, è possibile osservare, soprattutto verso la fine dell'estate, aree più o meno vaste in cui i ciuffi appaiono più corti e le foglie con apici tronchi e meno cariche di epifiti rispetto alle aree circostanti: è l'effetto del passaggio di un grosso sciame di salpe che si sono attardate a brucare proprio in quei punti. Secondi alle salpe, come brucatori di posidonia, sono i ricci, in particolare la specie *Paracentrotus lividus*. Alterazioni dei naturali meccanismi della catena trofica possono portare a sovrappascolo da parte di queste specie, con conseguente rischio di regressione della prateria.

**Competizione con le specie alloctone.** Localizzato nella regione temperato-calda, incrocio tra l'Atlantico e l'Indo-Pacifico, dal momento dell'apertura del Canale di Suez, con un'acquacoltura diffusa, con traffici marittimi molto intensi e con un progressivo riscaldamento delle sue acque, il Mediterraneo è diventato

un "punto caldo" d'introduzione di nuove specie paragonabile solo a pochi altri luoghi al mondo. Oggi si ritiene che almeno 600 specie (circa il 5% della flora e della fauna conosciute) possano essere considerate come nuove introduzioni, e di queste almeno un centinaio sono macrofite sia algali che fanerogamiche.

Si è cercato di formulare ipotesi sulla introduzione biologica e di spiegare perché certi habitat risultino maggiormente invasi di altri e perché certe specie, soprattutto macrofite algali, si siano dimostrate molto invasive (come *Caulerpa taxifolia* e *C. racemosa* var. *cyllindracea*) quando le stesse nei luoghi di origine non lo sono affatto. All'inizio di queste ricerche, negli anni '50 del secolo scorso, fu formulata l'ipotesi della "resistenza biotica" secondo cui un habitat che contiene molte specie (con biodiversità elevata) è meno vulnerabile alle invasioni di uno più povero: un ecosistema ricco in specie è ben strutturato con interazioni inter-specifiche complesse e variate (competizione, predazione, mutualismo, parassitismo, malattie). Le praterie di *P. oceanica*, in quanto ecosistemi ben strutturati, non fanno eccezione e spesso le specie invasive hanno messo in evidenza la loro difficoltà all'invasione di praterie in buona salute, mentre si sono dimostrate molto più aggressive nei casi di praterie con segni di regressione o di indebolimento. La principale criticità ambientale è da considerarsi l'invasione delle Chlorophyta introdotte *Caulerpa racemosa* var. *cyllindracea* e *C. taxifolia*: segnalate fino a pochi anni fa solo in alcune aree del Mediterraneo, sono oggi distribuite in tutti i settori e spesso ricoprono totalmente il fondale roccioso spingendosi anche sui fondi sedimentari alla base delle scogliere.

*Caulerpa prolifera*





Operazioni di trapianto di posidonia

## ■ Riforestazione

Il riconoscimento del ruolo fondamentale che le praterie di *P. oceanica* rivestono lungo le coste mediterranee e gli evidenti fenomeni di regressione cui sono state soggette negli ultimi decenni a seguito dell'accentuata antropizzazione, hanno favorito i tentativi di riforestazione atti a ripristinare le condizioni antecedenti. Il limite più importante alla

riforestazione di *P. oceanica* è non solo la difficoltà di fissare le talee o i germogli o le piantine ottenute da seme sul fondo marino, ma soprattutto la necessità di utilizzare strutture che devono risultare molto resistenti all'azione delle onde (se si tratta di una zona vicina alla superficie o molto esposta) oppure sottoposta all'azione delle correnti di fondo. I primi tentativi di trapianto di fanerogame marine in Italia risalgono alla metà degli stessi anni '70, utilizzando talee ad Ischia e in Sicilia. Parallelamente agli esperimenti di trapianto e riforestazione sono stati intrapresi numerosi studi finalizzati all'ottenimento di materiale da utilizzare sia coltivando talee raccolte ai margini delle praterie stesse, che facendo germogliare semi spiaggiati o coltivando protoplasti (organelli della cellula vegetale) ottenuti con digestione enzimatica di tessuti di *P. oceanica*. Per la riforestazione sono state proposte otto tecniche diverse, riunite in 2 gruppi principali:

- senza ancoraggio: piante libere dal sedimento con il rizoma coperto di sedimento; piante provviste di sedimento e appoggiate al fondo; piante con sedimento inserite in una buca; piante singole in contenitori biodegradabili posate sul fondo;
- con ancoraggio: piante singole fissate su tubi o pali da costruzione; piante singole ancorate mediante mattoni; piante singole o fasci fissate a reti metalliche; piante singole ancorate a tutori infissi nel substrato.

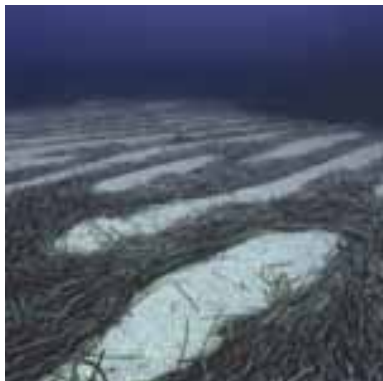
Tutti i sistemi fino ad oggi utilizzati possono essere compresi in una delle categorie sopraelencate. La scelta di una particolare tecnica deve comunque essere valutata attentamente a seconda delle situazioni locali e alle finalità della riforestazione. Non va dimenticato anche che qualsiasi tentativo di ripristino di praterie regredite o degradate non può prescindere dal ripristino di condizioni favorevoli alla sopravvivenza di posidonia nel sito in oggetto. Nel 1994-95 sono stati intrapresi esperimenti di trapianto di *P. oceanica* sia lungo il litorale di Livorno (Rosignano Solvay) che lungo quello laziale (a Nord di Civitavecchia). Ad un anno di distanza dall'inizio degli esperimenti, nei fondali antistanti Rosignano Solvay sono stati misurati valori di sopravvivenza delle talee del 89,9% sul totale e valori simili sono stati riscontrati anche a Civitavecchia.

## ■ Posidonia quale bioindicatore

Le fanerogame marine in genere sono componenti essenziali della struttura e dei processi ecologici che interessano le aree costiere. *P. oceanica* risente in modo particolare delle variazioni della qualità dell'ambiente e scompare allorché l'inquinamento, inteso in senso lato, è troppo accentuato, per questo motivo *P. oceanica* è ritenuta un eccellente indicatore della qualità dell'ambiente. Alcuni Autori asseriscono che *P. oceanica* mostra un disadattamento progressivo all'ambiente Mediterraneo che porta ad una rarefazione naturale delle praterie perlomeno lungo le coste settentrionali. Lo scarsa frequenza e successo della riproduzione sessuata sembra aver portato nel tempo ad una diminuzione della variabilità genetica all'interno delle popolazioni che potrebbe aver reso la specie più vulnerabile rispetto ai cambiamenti delle condizioni ambientali. Sia un aumento che una riduzione dell'apporto sedimentario può creare seri problemi alla sopravvivenza delle praterie, nel primo caso favorendone l'insabbiamento e il conseguente soffocamento, nel secondo promuovendo lo scalzamento dei rizomi e rendendo quindi la prateria più sensibile a fenomeni di erosione. Il riconoscimento del disturbo antropico rappresenta una fase critica nel processo di gestione e conservazione delle risorse e degli habitat naturali. La capacità di identificare un impatto dipende in larga misura dalle tecniche e dalle procedure adottate. Una fase critica di tale processo è rappresentata dalla impostazione di un adeguato disegno di



Trigla di scoglio fra residui di foglie di posidonia



Fondo a ripple marks con foglie di posidonia

campionamento. Recentemente sono stati compiuti notevoli progressi con lo sviluppo di procedure che permettono di separare la variabilità naturale dall'eventuale effetto antropico. A questo proposito è estremamente importante stimare la variabilità spaziale e temporale delle popolazioni naturali in habitat ad alto rischio di impatto. Tali stime forniscono l'informazione di base necessaria per una rigorosa analisi di impatto, avviando a molti dei problemi dovuti alla mancanza cronica di informazioni relative alla

situazione antecedente l'impatto. La possibilità di identificare in modo inequivocabile un disturbo di natura antropica è fondamentale per la gestione e la conservazione degli ambienti naturali. Numerosi esempi in letteratura illustrano le enormi difficoltà che insorgono nella gestione di problematiche ambientali quando c'è ambiguità nella identificazione di un impatto. In questi casi è estremamente difficile, se non impossibile, trovare un accordo fra le diverse parti coinvolte nel processo decisionale (enti privati, opinione pubblica, rappresentanti politici).

È noto che le popolazioni naturali fluttuano in abbondanza nello spazio e nel tempo e che ciò varia in funzione della scala considerata. Una stima rappresentativa delle variabili in esame richiede quindi una analisi a più scale spaziali. L'ipotesi che la variabilità nel sistema a *P. oceanica* cambi in funzione della scala considerata può essere esaminata utilizzando un disegno di campionamento gerarchizzato. L'obiettivo di questo tipo di ricerche è quello di quantificare, per ciascuna delle variabili considerate, la varianza alle diverse scale esaminate. Le varianze così stimate potranno essere utilizzate per ottimizzare futuri disegni di campionamento volti allo studio e alla valutazione delle condizioni delle praterie. Inoltre, al fine di evidenziare eventuali alterazioni future delle praterie e di mettere in relazione tali modificazioni con interventi di natura antropica, è necessario fornire una stima dell'impatto atteso. Ciò può essere determinato confrontando praterie attualmente esposte ad impatto (ad esempio in prossimità di centri urbani e porti turistici) con praterie di controllo non esposte a questa particolare fonte di disturbo. Un confronto di questo tipo permette di esaminare direttamente l'ipotesi di impatto antropico, fornendo allo stesso tempo una misura della differenza attesa fra condizione impattata e condizione di controllo da utilizzare come riferimento per future valutazioni sullo stato delle praterie.

## ■ Le Praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste italiane

Dal censimento dell'habitat prioritario "Erbari di posidonie" in Italia si evidenzia che oltre il 70% delle praterie segnalate ricade nelle aree non protette e soltanto il 16% risulta tutelato trattandosi, per lo più, di Riserve Naturali Statali. La necessità di tutela, secondo quanto riportato dai rilevatori, riguarda la totalità delle praterie di *P. oceanica* in ottimo e in buono stato di conservazione per tutte le regioni italiane considerate nel censimento. In Italia, per l'habitat prioritario praterie di *P. oceanica*, sono stati schedati 180 siti suddivisi per gran parte delle regioni costiere.

- Liguria: sono stati individuati 27 siti differenti (26 sono SIC) e riscontrate, trascurando le numerose formazioni minori, circa una cinquantina di praterie di *P. oceanica* distribuite nelle province di Imperia, Savona, Genova e La Spezia. La loro estensione è estremamente disuguale e va da un minimo di pochi ettari ad un massimo di circa 760 ha. Si tratta nel complesso di 4800 ha di praterie pari a circa il 10-15% dei fondali liguri compresi tra la superficie e 35 m di profondità. Di questi 4800 ha, 3500 ha si trovano nella Riviera di Ponente, mentre i rimanenti 1300 ha nella Riviera di Levante. Il Ponente, e in particolare la provincia di Imperia, è caratterizzato da praterie molto estese, mentre nel Levante sono più importanti le praterie di piccole e medie dimensioni.
- Toscana: è stata effettuata una dettagliata indagine cartografica sulle praterie di *P. oceanica* che fornisce il quadro, forse il più completo in Italia, sulla loro distribuzione, evidenziando la presenza discontinua di questa fanerogama lungo tutte le coste toscane. Sono stati censiti, nelle province di Livorno e Grosseto, 22 siti diversi distribuiti tra le zone costiere continentali e le isole dell'Arcipelago Toscano con un'estensione di oltre 28.000 ha. Le praterie più estese nell'area continentale sono presenti sulle Secche della Meloria e di Vada. All'isola d'Elba *P. oceanica* è presente lungo quasi tutto il perimetro costiero. Nelle isole minori dell'Arcipelago Toscano (Gorgona, Capraia, Giglio, Formiche di Grosseto, Pianosa, Giannutri, Montecristo, Scoglio d'Africa) *P. oceanica* è presente nei fondali circostanti tutte le isole investigate. Pianosa e lo Scoglio d'Africa sono caratterizzate da vaste praterie che circondano senza interruzione il perimetro costiero mentre le altre isole presentano un'estensione più limitata.
- Sardegna: le praterie di *P. oceanica* si sviluppano in maniera ottimale e la



Posidonieto emergente a Pianosa (Toscana)

I metodi utilizzati nella cartografia di *P. oceanica* possono essere classificati in diretti e indiretti a seconda che essi prevedano o meno l'impiego di operatori subacquei e di strumenti ottici ed elettroacustici vari.

L'osservazione diretta in immersione è un metodo sicuramente efficace e permette la realizzazione di mappe molto dettagliate (generalmente in scala 1:5.000 o maggiore). Questo metodo è consigliabile per l'esame di aree ristrette; esso costituisce anche un valido e indispensabile aiuto nel caso di lavori di vaste proporzioni per "tarare" altri metodi come quello aerofotografico o ecografico, facendo ricorso a quelle che alcuni Autori definiscono "immersioni di identificazione". L'osservazione diretta si realizza seguendo in immersione transetti materializzati sul fondo mediante corde metriche: per ognuno di essi si parte da un punto a coordinate note e si procede secondo una direzione prefissata.

Il metodo dell'osservazione diretta da parte di operatori subacquei è sicuramente il più preciso in quanto non solo ogni biocenosi è identificata in situ, ma anche i più piccoli raggruppamenti a macchie di *P. oceanica* possono essere rilevati e la loro localizzazione stimata con un errore dell'ordine di un metro.

L'uso di minisommersibili consente di rilevare e cartografare con sufficiente precisione lunghe estensioni del limite inferiore delle praterie verificando il tipo e lo stato del limite stesso che generalmente è localizzato al di sotto di 30 metri di profondità; a tale profondità l'immersione con A.R.A. presenta problemi di sicurezza che limitano la durata dell'immersione e dunque l'ampiezza della zona da investigare. Tra i metodi diretti sono da considerare anche quelli che si basano sull'utilizzo di strumenti ottici quali telecamere ad autopropulsione come R.O.V. o R.C.V. (Remote Operated or Controlled Vehicles).

Tra i metodi indiretti si possono elencare: sondaggio meccanico; sondaggio ecografico; ripresa ecografica; aerofotografia convenzionale; teledetezione aerotrasportata; teledetezione satellitare.

Sondaggio meccanico: consiste nell'uso dei più tradizionali mezzi per rilevare la natura del fondo come carotieri, draghe e benne. I metodi di sondaggio in questione non richiedono imbarcazioni particolari e sono particolarmente rapidi. Essi forniscono comunque un'informazione puntiforme priva di qualsiasi dettaglio. Queste attrezzature sono state talvolta utilizzate in indagini cartografiche come integrazione ad altri metodi; comunque, essendo un metodo distruttivo, è opportuno limitarne l'uso.

Sondaggio ecografico: utilizza ecoscandagli ad alta o bassa frequenza del segnale. I primi sono quelli di uso comune che forniscono tracciati unidimensionali del fondo. L'ecografia a bassa frequenza si basa invece su ecoscandagli del tipo "sub-bottom profiler" che emettono frequenze intorno ai 2,5 KHz. Tale strumento può risultare utile nello studio della struttura profonda delle "mattes"; a questo scopo tuttavia è risultato più conveniente l'utilizzo del sistema UNI-BOOM, in grado di rilevare le strutture sepolte con un potere di risoluzione che spesso supera i 20 centimetri e con una penetrazione che in condizioni ottimali (sedimenti molto soffici) può arrivare ai 200 metri. Questi metodi di sondaggio risultano comunque poco utili per la cartografia di *P. oceanica*, in quanto le eco prodotte dalle praterie sono distinguibili da quelle degli affioramenti rocciosi solo in presenza di "mattes" molto elevate rispetto al fondo.

Ripresa acustica: si basa sull'uso del Sonar a scansione laterale (Side Scan Sonar). Attraverso fonti acustiche appropriate si "illumina" il fondo obliquamente con impulsi sonori; questi vengono riflessi in modo diverso a seconda di ciò che

colpiscono. Tali riflessi acustici ritornano così modificati verso lo strumento che li aveva emessi e che è in grado di registrarne l'intensità su un foglio elettronico. Una volta ordinati tutti i dati si ottiene un sonogramma corrispondente ad una fotografia del fondo. Il sonar è montato su un battello che ne costituisce il supporto. Lo strumento è costituito dalle seguenti parti: un registratore analogico che pilota l'emissione degli impulsi acustici e li trascrive al loro ritorno; un registratore digitale; un cavo elettroportante di lunghezza appropriata; una struttura rimorchiata detta "pesce", nella quale sono poste le sorgenti acustiche (trasduttori) emettenti/riceventi che "illuminano" il fondo obliquamente su ciascun lato del pesce stesso. Il suono si propaga coprendo due lobi laterali perpendicolari alla direzione di spostamento, con una apertura orizzontale e una verticale rispettivamente di 1-2° e 90°.

Il SSS è supportato da un sistema di posizionamento collegato al sonar, la cui precisione è dell'ordine del metro e che è

costantemente a disposizione di chi manovra il battello appoggio. Le indagini con il Side Scan Sonar rendono possibile il calcolo delle superfici coperte dalla vegetazione e il monitoraggio dell'evoluzione dei limiti inferiori; anche il dettaglio qualitativo è notevole, infatti, è possibile distinguere dai sonogrammi le praterie di *C. nodosa* (che presentano trame punteggiate) da quelle di *P. oceanica* (che presentano trame granulose), oltre che dagli altri tipi di fondale. Tra gli svantaggi legati al metodo in discussione troviamo l'impossibilità, almeno finora, di risalire dai sonogrammi alla densità delle praterie e ad altri dettagli importanti anche se recenti studi hanno testato la possibilità di utilizzare lo strumento per determinare altezza e densità delle praterie. Spesso inoltre si rendono necessarie immersioni di identificazione per il controllo di registrazioni dubbie, particolarmente frequenti in praterie fortemente degradate e in presenza di "matte" morte; l'uso del Side Scan Sonar è inoltre difficoltoso in acque basse (dai 10 metri in su).



Radure e limite inferiore di un posidonieto come si osservano in un sonogramma





Posidonia presso l'Isola di Molarotto (Sardegna)

pianta colonizza in modo quasi continuo la fascia da -5 m fino a -30 m e in alcuni casi fino a 40 m di profondità. Sono stati censiti oltre 40 siti per una superficie complessiva di circa 27.000 ha. Lo stato ecologico delle praterie attorno a questa regione sembra riflettere il grado di antropizzazione: dove questa è elevata (Sardegna nord-orientale) si osservano praterie con evidenti segni di degrado.

- Lazio: nelle province di Roma, Latina, e Viterbo sono stati censiti 11 siti diversi e le praterie di *P. oceanica* sono pre-

senti per un totale di poco meno di 20.000 ha. Queste praterie si presentano distribuite in tre precise aree geografiche, cui corrispondono differenti condizioni ambientali e un differente stato di vitalità: zona a nord (le più degradate) e a sud del Tevere e l'area circostante le isole Pontine.

- Campania: nelle province di Napoli e Salerno, sono stati segnalati 17 siti differenti per un'estensione di circa 100 ha, anche se si può affermare che la superficie delle praterie sia molto più ampia. Lungo la penisola Sorrentina posidonia è largamente presente. Le praterie più vaste ed estese si rinvencono soprattutto nelle baie dove il gradiente batimetrico è meno pronunciato. Alle minori profondità, in coincidenza con il limite superiore, sono evidenti segni di regressione (evidenziati dai molti rizomi sradicati) causati dagli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto che, in estate particolarmente, fanno opera di sradicamento dei rizomi della pianta. Nel golfo di Policastro sono presenti estese praterie di *P. oceanica* che si sviluppano continue sino alla batimetrica dei 30 m, il cui impianto in tempi passati, può essere stato favorito dai fondali di tipo sabbioso. La presenza a Palinuro di grosse isole di posidonia formanti le cosiddette praterie a collina, denota una forma di degrado a cui sono soggetti i prati in questa zona, forse legati all'intenso flusso di imbarcazioni da diporto a cui è soggetta quest'area, in estate. Attorno all'isola d'Ischia, *P. oceanica* forma una cintura verde che occupa un'area di 15.7 Km<sup>2</sup> ed è distribuita tra i 0.5 e i 39 m di profondità. La pianta si insedia su diversi tipi di substrato quali sabbia, roccia e "matte" di posidonia. Dal limite superiore sino alla batimetrica dei 10-15 m le praterie sono generalmente dense, quindi con l'aumentare della batimetria la densità tende a diminuire. I limiti inferiori sono di diverso tipo (normale ed erosivo), essenzialmente legati ai movimenti idrodinamici. All'interno delle praterie sono più o meno evidenti segni di erosione quali canali "intermatte" e radure nude, legati sia ai movi-

menti idrodinamici sia allo scalzamento dei rizomi di posidonia dovuto anche ad alte intensità di ancoraggi. In diversi siti, sul limite superiore delle praterie, si rinvencono prati di *Cymodocea nodosa*, mista in rari casi a *Nanozostera noltii*. Prati a *C. nodosa* che precedono le praterie di posidonia si rinvencono anche a profondità maggiori, intorno ai 15 m. A Capri *P. oceanica* si presenta a macchie sparse attorno a tutta l'isola; solamente la parte settentrionale risulta meno colonizzata (da correlare alla particolare



Il posidonieto di Baia degli Infreschi (Campania)

pendenza dei fondali in quella zona). Il settore orientale è quello in cui la presenza della pianta si segnala sino all'isobata dei 30 metri; altrove, *P. oceanica* arriva sino ai 15-20 m di profondità.

- Basilicata: è stata segnalata la presenza di *P. oceanica* lungo gran parte delle zone costiere. In particolare di fronte a Maratea è stata segnalata una delle più vaste praterie continue delle nostre coste.

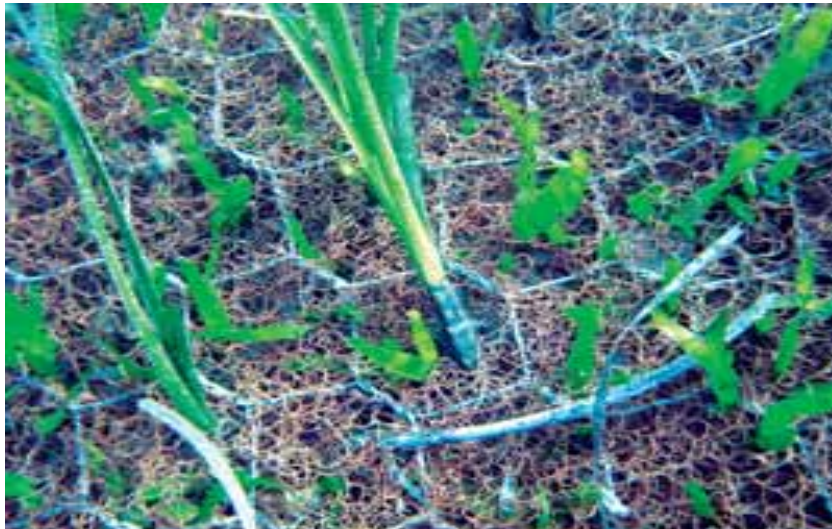
- Calabria: sono stati censiti 13 siti differenti per un'estensione di circa 13.000 ha. Le indagini realizzate negli anni 2002-2003 hanno evidenziato una più marcata presenza di praterie in buono stato sul versante tirrenico piuttosto che sul versante ionico.

- Sicilia: praterie di *P. oceanica* dense ed estese si rinvencono lungo la fascia costiera sud orientale, nord occidentale e occidentale, in corrispondenza delle più importanti emergenze carbonatiche e calcarenitiche dell'Isola. In tali settori, peraltro, la prateria trova condizioni di impianto anche su substrato roccioso, ricoperto o meno da un sottile strato di sedimento organogeno. Lungo la costa occidentale della Sicilia, favorevoli condizioni ecologiche hanno consentito l'insediamento e lo sviluppo di una delle più imponenti praterie di *P. oceanica* fino ad oggi osservate in tutto il bacino del Mediterraneo. L'evoluzione della prateria, insediata su estesi bassi fondali, ha determinato nell'area la formazione di peculiari formazioni a posidonia (indicate con i termini francesi "plateau récifale" e "récif-barrière") e di ecosistemi lagunari naturali (Stagnone di Marsala) e artificiali (saline) di notevole interesse naturalistico ed ecologico. La prateria di *P. oceanica* è rara lungo le coste centro orientali tirreniche e nord orientali ioniche che si caratterizzano per la presenza di pendii scoscesi e corsi d'acqua a regime torrentizio (fiumare) e dove dominano rocce metamorfiche, ignee e sedimentarie (Peloritani) e vulcaniche (Etna). Nel versante centro meridionale dell'Isola la natura limoso-fangosa dei substrati e il loro continuo rimaneggiamento ad ope-

ra del moto ondoso, bloccano la serie evolutiva su substrato mobile alle comunità di *C. nodosa* (climax edafico), la quale costituisce estesi e densi prati soprattutto nel Golfo di Gela intorno all'isobata dei 15 metri. Nelle isole minori ampie ed estese praterie si rinvencono nei fondali delle Egadi e di Lampedusa, mentre nelle isole vulcaniche (Eolie, Ustica, Pantelleria e Linosa) *P. oceanica* trova prevalentemente condizioni di insediamento su roccia e sabbie vulcaniche contenenti detriti calcarei di natura biogenica. Nel complesso in Sicilia le praterie di *P. oceanica* si rinvencono frequentemente lungo i fondali costieri dell'Isola, evidenziando, soprattutto in prossimità dei grossi insediamenti urbani e industriali, segni evidenti di regressione fino alla completa scomparsa.

- Puglia: si evidenzia che le praterie indagate presentano notevoli differenze per quanto riguarda il substrato di impianto e lo stato di vitalità. Infatti, le praterie del golfo di Taranto, soprattutto di fronte a Gallipoli, e quelle prospicienti Otranto sono impiantate su "matte", si presentano ben sviluppate e mostrano un'elevata densità dei fascicoli fogliari. Per contro, quelle presenti lungo il litorale adriatico, sono più rade e insediate su roccia (Bari) o su sabbia (Brindisi). A Nord delle isole Tremiti le praterie di *P. oceanica* non si sviluppano a causa soprattutto della natura dei fondali.

- Friuli Venezia Giulia: *P. oceanica* si rinviene in macchie sparse su substrati solidi emergenti da sabbie fini in località Sant'Agata e San Gottardo, lungo il litorale di Grado; queste costituiscono le uniche zolle vitali conosciute nella parte italiana del Golfo di Trieste.



Posidonieto "reimpiantato" al largo della costa orientale della Sicilia

## ■ Importanza economica

L'importanza economica del posidonieto deriva dal suo fondamentale ruolo nel mantenimento degli equilibri ecologici e fisici dell'ambiente costiero e dei servizi ecologici forniti, del cui enorme valore, spesso, ci si rende conto solo quando sono scomparsi. La valutazione economica deve prendere in considerazione i benefici diretti (come pesca e subacquea) e indiretti (servizi resi: protezione del litorale nei riguardi dell'erosione, ossigenazione dell'acqua), senza dimenticare il valore di possibili scelte future di utilizzo.

Il posidonieto contribuisce, come già accennato, allo sviluppo del turismo e delle attività balneari che hanno un grande impatto economico, attraverso il mantenimento della qualità delle acque (trasparenza) e soprattutto alla stabilizzazione della linea di costa (spiaggia), che viene protetta contro l'erosione (riduzione dell'idrodinamismo, trappola sedimento, banchetti di foglie morte). Inoltre, anche se le praterie non sono luoghi particolarmente ricercati dai sub, se non per la caccia subacquea, esse sono formidabili produttrici di biomassa e nursery per le specie, che possono essere esportati anche in siti come quelli di ambiente roccioso, prediletti dai sub.

Al di là delle cifre proposte dai vari autori, vale la pena di rilevare che le praterie marine sono, su scala mondiale, uno dei gruppi di ecosistemi con il valore economico più alto. Alcuni autori americani danno alle praterie di fanerogame un valore di 19.000 dollari US per ettaro e per anno, superato solo dagli estuari (22.832 US \$), tre volte superiore a quello delle barriere coralline (6.075 US \$) e 10 volte quello delle foreste tropicali (2.007 US \$). Il posidonieto offre un formidabile esempio per lo sviluppo sostenibile in cui conservazione economica e aspetti sociali sono intimamente correlati.

Per ottenere una valutazione del valore monetario dei servizi svolti da un ecosistema (servizi ecologici) vengono utilizzati in letteratura due approcci: identificazione del valore di mercato diretto (pescato) o indiretto dell'ecosistema e analisi dell'energia. Questo ultimo metodo stima il costo totale dell'energia di tutte le funzioni dell'ecosistema.

Basandosi sul costo del ripascimento delle spiagge, che è stimato sui 2600 euro m<sup>2</sup>/anno, è stato stimato il valore del podonieto antistante la spiaggia: poiché ogni metro di posidonieto protegge circa 15 m di spiaggia, si arriva alla cifra di 39.000 euro m<sup>2</sup>.

Merita di essere sottolineato anche il ruolo che il posidonieto potrebbe avere nell'assorbimento della CO<sub>2</sub> in relazione alle emissioni di CO<sub>2</sub> di origine antropica e il protocollo di Kyoto. In tale contesto una estensione delle praterie potrebbe essere contabilizzata nel mercato dei crediti. Il valore monetario dei circa 49 km<sup>2</sup> dei posidonieti della Liguria è stato stimato intorno ai 640.000 euro/anno.



## Proposte didattiche

GIUSEPPE GIACCONE

### ■ Schema sintetico

- **Obiettivi:** acquisizione dei concetti di adattamento ed evoluzione delle piante terrestri nell'ambiente marino per la formazione dei paesaggi a praterie del Mediterraneo. In particolare si suggerisce di trattare i seguenti elementi: i meccanismi di fissazione al substrato con fusti sotterranei (rizomi); i meccanismi di assorbimento principalmente attraverso le foglie (assottigliamento della cuticola) dei sali nutritivi e di trasporto nei fusti dotati di tracheidi e non di trachee; fotosintesi e respirazione con scambi gassosi con l'acqua attraverso stomi fogliari semplificati o attraverso una sottile cuticola provvista a volte di numerosi forellini; moltiplicazione vegetativa per talee staccate durante le mareggiate o con rami specializzati in veri propaguli; riproduzione sessuata con veri fiori, produzione di frutti e di semi. Fattori ambientali che ne condizionano l'impianto e la crescita: luce (non inferiore all'1% dell'intensità misurata in superficie), temperatura (tra 10 e 23 °C), salinità (tra 36 e 38 ‰), idrodinamismo moderato, natura del substrato (sabbie grossolane organogene e rocce con apporti di sedimenti). Acquisizione dei concetti di "specie strutturante" o "specie ingegnere" per cui posidonia si presta in modo particolare e del concetto di "servizi ecologici" forniti dalle praterie a posidonia. Si possono fare analogie interessanti paragonando, ad esempio, il sistema posidonia al condominio di una grande e articolata costruzione (es., un grattacielo) che dalle cantine ("matte") ai piani alti e attici (lo strato fogliare) provvede a dare spazi di vita (rifugio) molto diversificati per i "condomini", le varie specie.
- **Livello:** alunni degli ultimi due anni delle Scuole Medie superiori; con semplificazione degli argomenti, sviluppando il lavoro in laboratorio e con escursioni solo sulla costa, anche alunni degli ultimi due anni delle Scuole Medie inferiori.
- **Attrezzature:** materiale bibliografico e iconografico reperibile nei testi che sono elencati in bibliografia, redazione in classe e in laboratorio di schede diagnostiche e illustrative preparate insieme agli alunni relative non soltanto alle specie di fanerogame, ma anche alle specie dei principali animali che vivono



Frutto di posidonia

Germoglio di *Posidonia oceanica*





nelle praterie. Proiezione di documentari e consultazione di siti web. Per le escursioni sulle coste bisogna fornirsi di sacchetti di plastica trasparente e robusta per mettervi i campioni di piante e di animali raccolti sulla riva; per le forme più delicate si devono utilizzare barattoli di plastica trasparente con tappi a tenuta da riempire con acqua di mare addizionata al 4% di formalina in commercio per i vegetali, e con alcool denaturato per gli animali. In laboratorio è necessario fornirsi di fogli di carta e di giornali per preparare un erbario secco con le specie vegetali e di barattoli di plastica trasparente di varie dimensioni per conservare in alcool le specie animali; tutti i campioni devono avere le etichette con il nome dell'organismo, la località e il giorno della raccolta. Per le escursioni è bene dotarsi di lenti di ingrandimento mentre per il laboratorio bisogna avere in dotazione alcuni microscopi binoculari a luce sia riflessa sia trasmessa con la solita dotazione di pinzette e di aghi per microscopia ottica.

● **Collaborazioni:** si consiglia di coinvolgere nell'attività didattica sulla costa il personale di una Area Marina Protetta, di Associazioni ambientaliste che si occupano del mare, di circoli subacquei aperti all'educazione ambientale e, ove è possibile, anche di studenti e docenti universitari esperti o informati in biologia ed ecologia marine. Le escursioni si consiglia di effettuarle in settembre e ottobre per raccogliere il materiale spiaggiato negli accumuli costieri e anche per fare nuotate con maschere e pinne sulle praterie a bassa profondità; per raccogliere i semi si consiglia di fare le escursioni nelle prime settimane di maggio e giugno.



*Posidonia oceanica* su roccia

## ■ Origine, evoluzione e adattamento delle angiosperme all'ambiente marino

La vita ha avuto origine negli antichi mari della Terra circa quattro miliardi di anni fa. I primi organismi furono cellule batteriche e alcune di queste intorno a due miliardi di anni fa svilupparono la fotosintesi ossigenica, cioè la capacità di fissare e sintetizzare il carbonio per costruire molecole organiche, utilizzando l'energia luminosa del sole, e di emettere alla fine ossigeno. Altre cellule batteriche mantennero il metabolismo eterotrofo e altre ancora utilizzarono l'energia di legame chimico traendola dai composti dello zolfo emessi da fenomeni secondari di vulcanismo sottomarino. Dai batteri fotosintetici, detti Cianobatteri o Alghe Azzurre, si sono evolute le alghe marine, prima unicellulari e poi pluricellulari. Alcuni organismi Eucarioti, intorno ad un miliardo di anni fa, acquisirono la riproduzione sessuata. Quando per opera dell'attività fotosintetica sia l'idrosfera sia l'atmosfera da riducenti divennero ossidanti e si formò lo strato di ozono capace di bloccare la radiazione violetta, i vegetali conquistarono insieme alle altre forme di vita prima le acque superficiali e poi intorno a circa quattrocento milioni di anni fa anche le terre emerse. Popolarono questo nuovo ambiente di vita piante fornite, in fase di evoluzione mediamente sviluppata, di radici per assorbire acqua e sali nutritivi; di foglie munite di aperture stomatiche per gli scambi gassosi di anidride carbonica e di ossigeno con l'ambiente subaereo, ma anche rivestite di cuticola cerosa per diminuire la perdita di acqua e con vari pigmenti nei plastidi delle cellule per catturare, trasferire e utilizzare la luce del sole non più filtrata dall'acqua del mare; di fusti per trasportare le sostanze grezze e l'acqua dalle radici alle foglie e sostanze elaborate dalle foglie alle radici.

Le piante terrestri, inoltre, intorno a trecento milioni di anni fa, per riprodursi sessualmente acquisirono molteplici sistemi a volte presenti in generazioni e individui differenti, ma poi vistosamente raggruppati nei fiori. Queste piante con strutture riproduttive evidenti nei fiori furono chiamate Fanerogame e quelle che portavano i semi nascosti negli ovari Angiosperme. Tra le Angiosperme i cui semi germinando formano una sola foglietta embrionale, dette Monocotiledoni, circa cento milioni di anni fa, nel Cretaceo, si sono evolute negli ambienti acquatici le Alismantales e tra queste alcuni generi riuscirono a popolare anche le acque marine da dove i vegetali avevano avuto origine. Uno dei fossili del Cretaceo che documenta questi eventi evolutivi è proprio una specie di posidonia, denominata *Posidonia cretacea*.

Tra tutte le Angiosperme soltanto una sessantina di specie sono attualmente presenti nelle acque marine del Pianeta e a giudicare dai pochi resti fossili, questa cifra non è mai stata molto diversa nelle successive epoche del Terziario e Quaternario. Questo significa che è molto difficile per le piante superiori

adattarsi completamente a vivere nell'ambiente marino. Alcune di esse, infatti, sono riuscite a vivere negli ambienti salmastri sia continentali sia litorali, ma non sono penetrate stabilmente in mare. Questi vegetali sono conosciuti come Alofite (piante di ambienti salmastri) mentre quelli che vivono stabilmente in acque marine come talassofite (piante di ambienti marini).

Le caratteristiche peculiari di una pianta marina sono: adattamento alla vita in ambiente stabilmente caratterizzato da concentrazioni di salinità comprese tra 35 e 39 ‰ che genera una pressione osmotica superiore a quella del citoplasma; capacità di vivere continuamente sommersa, cioè di assumere per la respirazione e la fotosintesi l'ossigeno e il carbonio dell'acido carbonico disciolti nell'acqua di mare; presenza di un efficace sistema di fissazione al fondo e una opportuna architettura fogliare per resistere alla forza delle onde e delle correnti e per assorbire i nutrienti soprattutto con le foglie; pigmenti ausiliari con funzioni di antenne per captare le basse intensità luminose e utilizzare bande della luce solare con lunghezze d'onda inferiori a quelle del rosso, capaci di fenomeni di risonanza per trasmettere energia sufficiente ad eccitare la molecola della clorofilla e realizzare la fotosintesi; impollinazione idrofila con potere di galleggiamento dei pollini esattamente bilanciato per la lunghezza dei pistilli e la forma degli stimmi dotati di sostanze vischiose non idrosolubili per trattenere i pollini e farli germinare per portare infine i nuclei gametici maschili ad unirsi con i nuclei femminili formati nelle cellule gametiche germinate nell'ovario; capacità dei semi di disperdersi nell'acqua e di



Banchetti di posidonia spiaggiata

germinare nei fondali marini; capacità di competere con le alghe marine e di resistere all'eccessiva pressione di pascolo degli erbivori sia con la produzione abbondante e periodica di nuove foglie sia con elaborazione di prodotti chimici, detti allelopatici, che non rendono appetibili le foglie a molti erbivori.

Nel Mediterraneo e in particolare sulle coste italiane, vivono cinque specie di talassofite. L'ultima specie giunta dal Mar Rosso nel 1988 sulle coste italiane è *Halophila stipulacea* che ancora non produce semi, si moltiplica vegetativamente solo per talee e attualmente produce solo fiori maschili. La più antica è *Posidonia oceanica*.

Il nome di posidonia dato al genere ricorda il dio greco del mare Poseidon, quindi questa angiosperma marina è la pianta del dio del mare. Il nome specifico "oceanica" è invece un vero errore di ripartizione geografica di questa specie. Infatti *Posidonia oceanica* non vive e non può vivere nell'oceano Atlantico, come lo dimostra il suo limite di diffusione verso Gibilterra: posidonia si ferma dove l'acqua atlantica mantiene le sue caratteristiche ambientali tipiche e comincia a vivere dove l'acqua ha tipiche caratteristiche ambientali dell'acqua del Mediterraneo. Sarebbe stato più corretto chiamarla "Posidonia mediterranea", ma Linneo non sapeva che questa specie fosse un endemismo esclusivo del Mediterraneo e i nomi una volta attribuiti, giusti o sbagliati, bisogna conservarli.

Già gli antichi Greci (come è riportato in uno scritto del filosofo Aristotele che era anche un naturalista del quarto secolo a.C.) avevano osservato due eventi naturali che si verificavano sulle spiagge puntualmente ogni anno: alla fine della primavera venivano a galla frutti simili a ghiande, ritenute prodotte da una "quercia marina" e alla fine dell'estate e in autunno sulle spiagge si depositavano palle fibrose, denominate "egagropili marini", ritenute escrementi di tonni. Contemporaneamente all'evento dei frutti galleggianti si aveva l'inizio della migrazione dei tonni e contestualmente allo spiaggiamento degli egagropili si verificava il ritorno dei tonni nelle acque dell'Atlantico. Le popolazioni rivierasche non sapevano che le migrazioni dei tonni erano legate al loro ciclo riproduttivo, ma pensavano che i tonni fossero spinti in Mediterraneo dal cibo prodotto dalla Quercia marina e poi prima di tornarsene via riempissero con le loro feci le spiagge. Questa spiegazione, riportata da Aristotele, fu ritenuta valida fino al 1800, quando i naturalisti scoprirono che posidonia era all'origine dei frutti e degli egagropili (le fibre aggrovigliate del suo detrito).



*Halophila stipulacea*

## ■ I prati e le praterie a fanerogame marine del Mediterraneo

Tra le cinque angiosperme marine che vivono in Mediterraneo solo *Posidonia oceanica* forma grandi praterie sommerse paragonabili a quelle terrestri delle regioni subtropicali. *Posidonia* per la sua morfologia, il tipo di crescita e l'estensione dei suoi sistemi è una vera e propria "specie ingegnere" o strutturante, costituisce cioè l'habitat di vita per altre specie alle quali fornisce spazi vitali, rifugio e risorse alimentari (analogamente ai coralli delle barriere coralline).

Le praterie coprono circa il 2% dei fondali del Mediterraneo, colonizzando circa 37.000 Km<sup>2</sup>. La loro estensione e l'elevata densità forniscono alcuni "servizi" per l'ambiente, tra i quali: produzione di sostanza organica (biomassa) e di ossigeno, stabilizzazione dei fondali, limitazione all'erosione costiera e del fondale (attenuazione del moto ondoso), funzione di giardino d'infanzia (nursery) per molte specie con beneficio evidente anche per la pesca di specie ittiche di pregio.

Le quantità di anidride carbonica fissata e di ossigeno emesso per fotosintesi sono paragonabili a quelle di una prateria o di una foresta terrestri. La geometria delle praterie è in funzione delle correnti marine che dominano nei fondali dove si sviluppano: barriere litorali sul fondo di golfi e di baie; cordoni nei tratti di mare che coprono spazi tra isole e terre emerse; mosaici di chiazze in condizioni di debole idrodinamismo; colline e atolli in ambienti con correnti circolari. Le praterie filtrano i sedimenti sospesi nella colonna d'acqua e intrappolandoli fanno innalzare il fondale, e formano quello scalino denominato "matte", fino ad arrivare in superficie. Pertanto una barriera di *posidonia* difende il litorale dall'erosione, contribuisce al ripascimento delle spiagge e alimenta le dune litorali. Lo sviluppo e la stabilità delle praterie incrementano il ripopolamento dei fondali marini con animali di ogni genere e quindi anche di pesci che vi trovano cibo, rifugio e ambienti ideali per la riproduzione e la crescita dei piccoli (funzione di nursery). I pescatori che lavorano con attrezzi idonei alla piccola pesca costiera, catturano buona parte del pescato attorno alle praterie.

I fondali coperti da praterie di *posidonia* nelle varie regioni hanno ricevuto denominazioni differenti; Alghero, in Sardegna, prende il nome dalla distesa di *posidonia* (chiamata localmente alga, come nelle vecchie carte nautiche) nel mare antistante; il termine più ricorrente è "tressa" o "trezza" rispettivamente in Friuli Venezia Giulia e Sicilia dove il borgo marinaro, scenario dei Malavoglia di Verga, si chiama Acitrezza perché sito a ridosso di un *posidonieto*. La presenza delle praterie in mare è manifestata sulle rive da accumuli di foglie e rizomi alti anche qualche metro ed estesi per decine di metri. Questi depositi di resti di *posidonie* spiaggiate ospitano importanti comunità di organismi animali detritivori, di funghi e batteri che operano il ciclo fino alla mineralizzazione della sostanza organica e innescano la fertilizzazione della fascia costiera e una efficiente rete alimentare (vedi scheda a pag. 152).

I depositi di foglie e rizomi spiaggiate si accumulano sui litorali e in passato erano considerati fonti di ricchezza e venivano utilizzati per imballare ceramiche, terrecotte e vetro, per le lettiere delle stalle e per la pacciatura dei terreni agricoli. I frutti venivano mangiati in alcuni centri costieri dell'Africa del Nord o venivano dati insieme alle foglie come integratori alimentari per gli animali. Le praterie sono formazioni stabili e resistenti ai cambiamenti climatici, ma sono vulnerabili all'aratura della pesca a strascico praticata illegalmente sotto costa; danneggiano inoltre questo habitat le arature delle ancore di natanti. Anche l'inquinamento causato sia dalle acque reflue non depurate sia dalla discarica sul litorale di materiali residuati dalla demolizione di manufatti, di scarti di prodotti industriali, di plastiche residuati dalla copertura delle serre in agricoltura fanno morire le praterie.



Accumuli di vegetali spiaggiate

### ESCURSIONE SU UNA SPIAGGIA

Sulle spiagge antistanti golfi e baie che ospitano praterie a *posidonia* dopo le mareggiate, soprattutto in autunno e in inverno, si accumulano oltre ai resti di *posidonia* anche un gran numero di alghe e di animali sia bentonici sia pelagici. Si consiglia di scegliere giornate non soleggiate e le ore mattutine per trovare gli organismi non eccessivamente deteriorati. Oltre ai contenitori, ai liquidi fissatori e alle attrezzature già indicati, si consiglia di portare un rastrello per smuovere i primi 30-50 centimetri dei depositi accumulati per trovare campioni da raccogliere. Si suggerisce di assegnare a gruppi di tre-cinque alunni compiti differenziati: alcuni sceglieranno i resti di angiosperme, altri di alghe, altri di animali invertebrati, altri ancora di vertebrati e un gruppo raccoglierà resti curiosi di origine naturale o antropica. Dopo circa un'ora di raccolta i gruppi fisseranno i loro campioni, li etichetteranno e il docente fornirà loro alcune informazioni su origine e natura dei campioni. Portato tutto il materiale in laboratorio conviene mantenere sacchetti e barattoli in frigorifero per evitare deterioramenti e per conservare il più a lungo possibile osservabili i caratteri delicati e deteriorabili.

### ORGANIZZAZIONE DELLE OSSERVAZIONI IN LABORATORIO

In laboratorio i gruppi apriranno i contenitori; i vegetali possono essere in parte conservati in un erbario, per la cui formazione potranno farsi assistere da un naturalista. I campioni vegetali che avanzano e che si vogliono osservare al microscopio devono essere messi in una vaschetta con acqua di mare (portata dall'escursione e riposta anche questa in frigo e al buio) o dentro un sacchetto



Sulle spiagge sabbiose o sulle piattaforme basse delle coste rocciose si accumulano piccoli banchi (banquettes) o ammassi di resti spiaggiati di vegetali marini, in prevalenza di posidonia e di altre fanerogame marine. I resti vegetali sono formati da foglie intrecciate, da rizomi più o meno coperti dalle basi delle guaine fogliari, da palle di fibre aggrovigliate (egagropilli marini) e in minore quantità da animali e da vegetali che vivono sopra e tra le piante sommerse. Questi resti vegetali sono utilizzati da comunità (facies) di animali generalmente detritivori che a loro volta alimentano gruppi di carnivori.

Negli ambienti sopralitorali soggetti agli spruzzi si distinguono due biocenosi: la biocenosi della porzione superiore degli ammassi spiaggiati a rapida disseccazione e la biocenosi della porzione inferiore di questi ammassi a lenta disseccazione. La prima è localizzata sulle spiagge di sabbie più o meno fini esposte a forte insolazione. La facies animale è caratterizzata dagli insetti *Phaleria provincialis*, *Cicindela* sp., *Bledius arenarius*, *B. juvenicus*, *Tridactylus variegatus*, dall'aracnide *Arctosa perita*, dagli isopodi del genere *Porcellio*, dagli anfipodi *Talitrus saltator* e *Orchestia stephenseni*. La seconda si trova protetta dall'insolazione negli accumuli delle foglie morte di posidonia o tra le ghiaie delle spiagge. La facies animale di questa seconda biocenosi è caratterizzata da anfipodi del genere *Orchestia*, dagli isopodi *Tylos sardous* e *Halophiloscia couchii*, dai gasteropodi *Truncatella subcylindrica*, *Myosotella myosotis*, *Ovatella firmini* e *Auriculinella bidentata*, da chilopodi, cherneti, coleotteri, in particolare dal genere *Bledius*, da diversi ditteri e forficule. In particolare tra le foglie morte di posidonia abbondano le specie del genere *Orchestia* (*O. mediterranea*, *O. montagui*, *O. platensis*).

La porzione inferiore degli ammassi

spiaggiati di fanerogame e di alghe ricade nel piano mesolitorale. Il popolamento animale che vi si insedia è considerato come una facies impoverita della biocenosi del detritico mesolitorale. I componenti sono essenzialmente i detritivori che si nutrono dei resti vegetali della porzione inferiore degli ammassi spiaggiati e i loro predatori. Si ritrovano tra gli anfipodi *Echinogammarus olivii*, *Allorchestes aquillinus*, tra gli isopodi *Sphaeroma serratum*, tra i decapodi *Pachygrapsus marmoratus*, tra i policheti *Perinereis cultrifera*. Molti di questi organismi si ritrovano anche nelle cavità delle formazioni calcaree costruite principalmente da alghe e molluschi nella zona di marea e del moto ondoso.

La biomassa spiaggiata è costituita principalmente dai resti di posidonia e rappresenta circa il 12% della produzione primaria della prateria che si sviluppa nell'ambiente sommerso antistante la spiaggia. Una parte di questa biomassa dopo l'utilizzazione da parte dei detritivori e l'attacco degli organismi decompositori viene mineralizzata dalla flora batterica e trasformata in sali nutritivi che fertilizzano la prateria sommersa. L'asportazione meccanica di questi ammassi spiaggiati per ricavarne spazi per gli stabilimenti balneari è vietata dalle norme vigenti.



*Talitrus saltator*

nero per evitare l'insorgere di eventi putrefattivi e fioriture di batteri e di alghe unicellulari. Se si vogliono osservare al microscopio ottico a luce trasmessa parti minute o sezioni è necessario preparare i vetrini. I campioni animali verranno messi in capsule Petri con acqua di mare e osservati allo stereomicroscopio a luce riflessa.

Particolare attenzione deve essere posta a fare osservare e comprendere

la biodiversità che caratterizza foglie e rizomi di posidonia. Per quanto concerne l'architettura della pianta si deve fare notare agli alunni che le foglie sono raggruppate in fascicoli di 5-7 foglie e che le foglie più esterne sono le più vecchie e quindi più epifitate con una maggiore copertura nelle porzioni medie e apicali perchè alla base la foglia ancora funzionante produce sostanze mucose che evitano la fissazione degli epibionti. Le foglie interne sono quasi prive di epibionti perchè più soggette ad uno stress meccanico. Inoltre si possono far notare, sulle foglie adulte, le chiazze scure di tannino che elaborano per ridurre la pressione degli erbivori. Si può fare notare la ricchezza di piccoli animali e alghe calcificate che rendono grigie le foglie e i reticoli di briozoi e idrozoi che attirano sulle foglie anche brucatori carnivori inclusi alcuni pesci. Sui rizomi si possono fare osservare le basi delle foglie che poi, cadendo, lasciano cicatrici disposte in modo alterno. Una lunghezza dei rizomi ortotropi (rizomi a crescita verticale) di 0,5-1 cm corrisponde a circa un anno di vita della pianta di posidonia, quindi un rizoma alto dieci centimetri ha da 5 a 10 anni. Tra i rizomi si possono trovare campioni plagiotropi (rizomi a crescita orizzontale) con gemma fogliare all'apice e radici avventizie nel tratto subapicale.

Una possibile esercitazione potrebbe essere quella di costruire con materiale da bricolage (cartoncini, rafia, legno di balsa ecc) un fascio di posidonia, in scala 1:1 (cioè un fascio di circa 1-1,5 m di lunghezza) e di collocare con disegni e figure presi da pubblicazioni, o con il materiale spiaggiato raccolto (piccoli molluschi, gusci di ricci ecc.) gli organismi nei vari comparti della pianta.

VISITA A UN ORTO BOTANICO, UN MUSEO E UN ACQUARIO MARINO

Per approfondire le tematiche illustrate in classe, si consiglia di concordare, con i responsabili di Orti botanici, Musei e Acquari marini, alcune visite guidate per osservare le piante acquatiche delle vasche degli Orti botanici, per vedere fogli di erbario di angiosperme e alghe marine e imparare le tecniche di preparazione, conservazione e schedatura e negli Acquari marini per osservare i vegetali che si coltivano per riprodurre, semplificarli, gli habitat naturali per gli animali.



*Pisa* sp. fra foglie di posidonia

AA. VV., 1991 - Falesie, grotte e praterie sommerse. Il mare della provincia di Sassari. La costa occidentale. *Pizzi Editore*, Sassari, 217 pp.

Una ricca documentazione fotografica illustra la costa e i fondali della Sardegna nord-occidentale.

ANPA, 2001 - La biodiversità nella regione biogeografica mediterranea. *Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente*, Roma.

Documento sulla biodiversità del Mediterraneo con particolare riguardo agli ecosistemi italiani, scritto da numerosi esperti. Articolato in sezioni monografiche e box che trattano di argomenti specifici, fornisce descrizioni di habitat, esempi di utilizzo da parte dell'uomo e iniziative per la tutela. Il materiale è consultabile anche on-line al sito [www.anpa.it](http://www.anpa.it)

BEDINI R., 2004 - Gli animali delle praterie a *Posidonia oceanica*: dai macroinvertebrati ai pesci. *Bandasch e Vivaldi Editori*, Pontedera, 154 pp.

Si tratta di un atlante per il riconoscimento delle specie viventi nei posidonieti, corredato da foto e disegni.

COGNETTI G., SARA M., MAGAZZU G., 2004 - Biologia Marina. *Calderini*, Bologna, 596 pp.

Il volume, articolato in 18 capitoli e corredato da una ricca iconografia, fornisce una panoramica ampia e aggiornata dell'ecosistema marino, dei rapporti degli organismi tra loro e con l'ambiente fisico, della biodiversità e dell'impatto delle attività umane sul mare.

DIVIACCO G., COPPO S., 2006 - Atlante degli Habitat marini della Liguria. Descrizione e cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica*.

L'opera è divisa in due volumi. Il primo è descrittivo, il secondo, con la cartografia, tratta i principali habitat marini costieri della Liguria. Sono descritti in dettaglio i 26 SIC, caratterizzati soprattutto da fanerogame.

COSTA F., COSTA M., SAMPIETRO L., TURANO F., 2002 - Enciclopedia illustrata degli invertebrati marini. *Arbitrio Editori*, Scilla, 239 pp.

Ricca documentazione fotografica a colori dei principali invertebrati marini.

GIACCONE G., 1987 - Praterie sommerse, in RAINERO E., (ed.) Mare Nostrum. *Ed. Enrico Rainero*, Firenze.

Buon testo di riferimento per la descrizione delle praterie a fanerogame.

MINELLI A., CHEMINI C., ARGANO A., LA POSTA S., RUFFO A. (a cura di), 2002 - La fauna in Italia. *Touring Club Italiano e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio*, Roma.

Aggiornata e completa trattazione della fauna d'Italia, con riferimenti ad aspetti legislativi e conservativi.

MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S., 1993-95 - Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, Bologna.

Elenca tutte le specie note della fauna italiana, rendendo possibile l'uso di una nomenclatura corretta e unificata. Disponibile anche on-line all'indirizzo <http://checklist.faunaitalia.it>. L'aggiornamento per le specie marine è su <http://www.sibm.it/CHECKLIST/principalechecklist.htm>

MOJETTA A., GHISOTTI A., 1997 - Flora e Fauna del Mediterraneo. *Mondadori*, Milano, 318 pp.

Volume divulgativo con una ricca iconografia.

RIEDL R., 1991 - Fauna e flora del Mediterraneo. *Franco Muzzio Editore*, 778 pp.

Si tratta di un manuale con molti disegni e foto molto utili per l'identificazione delle principali specie.

TRAINITO E., 2005 - Atlante di flora e fauna del Mediterraneo. *Il Castello Editore*, Milano, 256 pp.

Una ricca serie di foto a colori utili per il riconoscimento di molte specie animali e vegetali.

## Glossario

> Alloctone/Aliene: specie di altri areali arrivate spontaneamente o introdotte accidentalmente o volutamente dall'uomo.

> Agamica: riproduzione senza intervento di gameti (detta anche asessuata).

> Antere: la parte maschile del fiore. Sono foglie trasformate, generalmente portate da un lungo peduncolo detto filamento.

> Auricolate: forma ad orecchiette degli avvolgenti membranosi delle guaine alla base delle foglie.

> Autoctono/a: specie originaria del territorio in cui vive o almeno presente in esso da lungo tempo. È il contrario di alloctone.

> Bionomia: settore dell'ecologia che studia la distribuzione degli organismi del benthos e i fattori che la regolano a varie scale spaziali.

> Carboidrati: molecole organiche formate da carbonio, idrogeno e ossigeno utilizzate dagli organismi per immagazzinare o utilizzare energia per le funzioni metaboliche.

> Cenosi/Cenotico: comunità di organismi legati da compatibilità nelle esigenze ambientali.

> Climax: stadio maturo e finale nell'evoluzione del manto vegetale in situazione di equilibrio, sotto l'influenza di fattori climatici o edafici.

> Composti fenolici: composti chimici del fenolo, una sostanza velenosa detta anche acido fenico presente nella parte legnosa delle piante anche allo stato di carbone fossile.

> Criptico: aspetto o colorazione, tale da rendere difficilmente visibile un animale sullo sfondo dell'ambiente in cui si trova.

> Crittogamiche: vegetali senza fiori e quindi con "nozze nascoste" cioè con elementi sessuali non evidenti e maturati in foglie non trasformate in elementi fiorali.

> Dioica: pianta che ha i fiori maschili separati da quelli femminili (cioè su due piante differenti).

> Epibenthos: vegetali e animali fissati sopra altri organismi (detti allora epibionti) o substrati non viventi

> Epifita: pianta o animale che si accresce su un'altra pianta.

> Eurialina: specie in grado di tollerare ampie variazioni della salinità.

> Eurifotica: specie in grado di tollerare ampie variazioni di intensità luminosa.

> Euriterma: specie in grado di tollerare ampie variazioni della temperatura.

> Eurivalenti: organismi che si adattano a condizioni variabili dei fattori ambientali.

> Eutrofizzazione: arricchimento dell'acqua con nutrienti necessari per l'accrescimento delle piante.

> Fitale: il termine equivale a vegetale e generalmente si dice fitale un sistema ecologico dove le condizioni ambientali sono favorevoli allo svolgimento della vita delle piante.

> Idrolizzano: eventi che inducono l'idrolisi, cioè la reazione chimica di scissione di un composto attraverso l'acqua.

> Ligula: lamina membranosa concava posta tra la base e il lembo della foglia.

> Lipasi: enzima che provoca l'idrolisi dei grassi.

> Maërl: formazione costituita da cospicui accumuli di alghe rosse calcaree ramificate (corallinacee), non fissate e libere di rotolare in un fondale marino mobile.

> Matte/Intermatte: formazione a terrazzo o scalo costituita dal complesso intreccio di rizomi, radici e sedimento compattato dovuta alla crescita di *Posidonia oceanica*. Nel tempo e nello spazio si alternano zone con mattes, intermatte e zone senza piante vive.

> Mesoerbivoro: organismo animale erbivoro (cioè che si nutre di vegetali), di dimensioni tali per cui l'ambiente di pascolo costituisce anche l'ambiente complessivo di vita (rifugio, riproduzione ecc.).

> Microstenoterma: comunità o organismo che esige ambienti con valori di temperatura costantemente bassi.

> Monoica: i fiori sono ermafroditi, cioè hanno la componente maschile e quella femminile sulla stessa pianta.

> Oligotopia: comunità di organismi caratterizzate da poche specie.

> Ortotropo: rizoma ad accrescimento sub-verticale delle angiosperme marine.

> Paucispecifico: attributo di popolamenti (biocenosi o associazione) formati da poche specie.

> Peliti: sedimenti fini tipici dei substrati fangosi (inferiore a 0,063 mm).

> Pericarpo: la buccia di un frutto.

> Plagiotropo: rizoma ad accrescimento sub-orizzontale delle angiosperme marine.

> Polifiletico: si dice di un gruppo di organismi non riconducibili ad un unico progenitore.

> Produttori primari: organismi capaci di organizzare il carbonio (autotrofi), in genere i vegetali.

> Psammofilo: specie o insieme di specie (biocenosi, associazione, facies) che vivono su substrato sabbioso.

> Scleriti: microstrutture calcaree presenti nel tegumento delle oloturie (echinodermi), ma anche all'interno dei polipi di diversi cnidari.

> Semiamplessicauli: si dice di foglie o guaine fogliari solo in parte avvolgenti il fusto.

> Sospensivoro: organismo che si nutre di detrito "sospeso" nell'acqua.

> Tracheidi: vasi o canali conduttori dei liquidi nei vegetali formati da cellule vive e non morte come lo sono le trachee, caratterizzano i vegetali meno evoluti e le piante acquatiche tra i vegetali più evoluti.

> Velme: ambienti lagunari soggetti a emersioni e sommersioni nelle fasi di marea.

## Indice delle specie

*Acrocrida brachiata* - 70  
*Aetea* - 77, 80  
*Aetea anguina* - 77, 80  
*Aetea lepadiformis* - 77  
*Aetea sica* - 77, 80  
*Aetea truncata* - 77, 79, 83  
*Aglaophenia harpago* - 76, 77, 79, 81, 82, 88  
*Aglaophenia picardi* - 78, 83  
 Aguglia - 107  
*Alicia mirabilis* - 85  
*Allorchestis aquilina* - 152  
*Alpheus dentipes* - 68  
*Alvania* - 57, 66  
*Alvania discors* - 57  
*Alvania lineata* - 57  
*Amathia lendigera* - 83  
*Ampeliscia pseudospinimana* - 59  
*Amphipholis squamata* - 70  
*Ampithoe helleri* - 59  
 Anemone di mare - 108  
*Anemonia viridis* - 108  
 Anfiosso - 27  
*Antalis vulgaris* - 72  
*Antedon mediterranea* - 53, 62, 115  
*Antennella secundaria* - 78, 80, 82  
*Aora spinicornis* - 59  
*Apherusa chiereghinii* - 59  
*Aplidium conicum* - 86, 87  
*Apogon imberbis* - 102  
*Arctosa perita* - 152  
 Ascidia - 57, 58, 76, 78, 87  
*Astacilla mediterranea* - 60  
*Asterina gibbosa* - 61  
*Asterina pancerii* - 61, 62  
*Astropecten spinulosus* - 56  
*Athanas nitescens* - 68  
*Atherina* - 93  
*Atherina boyeri* - 110  
 Attinia - 75, 78, 85, 89  
 Atylus - 68  
*Auriculinella bidentata* - 152  
 Barracuda - 94  
 Bavosa - 102  
 Bavosa gattorugine - 102  
 Bavosa ocellata - 111  
*Belone belone* - 107  
 Berthella - 58  
*Bispira mariae* - 86  
 Bittium - 66  
*Bittium latreilli* - 58  
*Bittium reticulatum* - 58, 62, 71  
 Bledius - 152  
*Bledius arenarius* - 152  
*Bledius juvenicus* - 152  
*Blennius ocellaris* - 111  
 Boga - 93, 94, 103  
*Bolinus brandaris* - 66, 70  
 Boops boops - 93  
*Bothus podas* - 102  
*Botrylloides leachi* - 79  
*Botryllus schlosseri* - 78  
*Bowerbankia imbricata* - 83  
*Branchiostoma lanceolatum* - 27  
 Branzino - 94, 95  
 Brissus unicolor - 73  
*Calcinus tubularis* - 61  
*Calliostoma laugeri* - 66  
*Callista chione* - 71, 72  
*Calpensia nobilis* - 83  
*Calyx nicaeensis* - 85  
*Campanularia hincksi* - 78  
*Campanularia volubilis* - 89  
 Capitella - 73  
 Cappone ubriaco - 102  
*Caprella acanthifera* - 59  
*Caprella acanthifera* - 71  
 Carapus acus - 70  
 Castagnola - 93, 94, 102, 103  
*Caulerpa* - 37, 38, 45, 46, 47, 48, 51, 114, 121, 135  
*Caulerpa prolifera* - 30, 37, 47  
*Caulerpa racemosa* - 47, 122, 133  
*Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* - 37, 132  
*Caulerpa taxifolia* - 37, 132  
 Cavalluccio di mare - 101  
 Cefalo - 93  
*Celleporina calciformis* - 77  
*Cerithiopsis minima* - 66  
*Cerithiopsis tubercularis* - 66  
*Cerithium vulgatum* - 66  
 Cernia bruna - 99  
*Cestopagurus limidus* - 61, 68  
*Charonia lampas* - 67  
*Chauvetia mamillata* - 58  
*Chelidonichthys lastoviza* - 102  
*Chondria mairei* - 48  
*Chondrilla nucula* - 85, 86  
*Chorizopora brongniartii* - 77, 81  
 Chromis chromis - 93  
*Cibicides lobatulus* - 78  
 Cicindela - 152  
 Cistoseira - 48  
*Cladocora caespitosa* - 86  
*Cladocoryne floccosa* - 83  
*Cladonema radiatum* - 78, 79  
*Cladosiphon cylindricus* - 48  
*Cladosiphon irregularis* - 48  
*Clavelina lepadiformis* - 87  
 Cleantis - 60  
*Cleantis prismatica* - 67  
*Clibanarius erythropus* - 68  
*Clytia hemisphaerica* - 78, 81, 82, 89  
*Collarina balzaci* - 77, 82  
*Columbella rustica* - 58  
*Conger conger* - 100  
 Coniglio scuro - 102  
*Conus mediterraneus* - 66  
*Cordylophora caspia* - 89  
*Coris julis* - 95  
 Corvina - 99  
 Cuthona - 58  
 Cymodoce - 60  
*Cymodocea* - 8, 9, 17, 45, 46, 53, 62, 63, 70, 71, 89, 129  
*Cymodocea nodosa* - 8, 11, 12, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 25, 30, 33, 37, 38, 46, 47, 48, 50, 62, 68, 73, 77, 88, 91, 110, 113, 124, 129, 139, 141, 142  
*Cymodocea serrulata* - 17  
 Dente di cane - 76  
*Dentex dentex* - 93, 94  
 Dentice - 93, 94  
*Dexamine spinosa* - 59  
*Dicentrarchus labrax* - 94  
*Didemnum coccineum* - 87  
*Didemnum fulgens* - 87  
 Diplodus - 96, 97  
*Diplodus annularis* - 97  
*Diplodus puntazzo* - 97  
*Diplodus sargus* - 92, 97  
*Diplodus vulgaris* - 97, 106  
*Diplosoma listerianum* - 87  
*Disporella hispida* - 77, 81  
 Donzella - 95, 106, 111  
 Donzella pavonina - 95, 111  
 Doto - 58  
*Dromia personata* - 69  
*Dynamena disticha* - 78, 81  
*Echinaster sepositus* - 70  
*Echinogammarus olivii* - 152  
*Electra pilosa* - 89  
*Electra posidoniae* - 74, 77, 79, 80, 81, 82, 89  
*Epinephelus marginatus* - 99  
*Erosaria spurca* - 66  
 Eubrancheus - 58  
*Eudendrium* - 88  
*Eudendrium simplex* - 78, 81  
*Eunicella cavolini* - 115  
*Eunicella singularis* - 86  
*Eusiroides dellavallei* - 59  
 Exogone - 57, 62, 65  
 Fasolara - 71, 72  
*Favorinus branchialis* - 58  
*Fenestrellina joannae* - 77, 79, 80  
*Fenestrellina malusi* - 77  
*Flabellia petiolata* - 48  
*Gaidropsarus mediterraneus* - 100  
*Gaidropsarus vulgaris* - 100



Galathea - 68, 69  
Galathea bolivari - 61  
Galathea squamifera - 61  
Galletto pinnegiale - 100  
Galletto rosso - 100  
Gammarella fucicola - 71  
Gammarus - 68  
Gammarus aequicauda - 68  
Gammarus crinicornis - 68  
Gammarus subtypicus - 68  
Gattuccio - 100  
Ghiozzetto quagga - 102  
Ghiozzo - 102, 105, 107  
Ghiozzo bocca rossa - 102  
Lepidopleurus cajetanus - 66  
Ghiozzo geniporo - 102  
Ghiozzo go - 110, 111  
Ghiozzo nero - 107, 108  
Ghiozzo paganello - 102  
Ghiozzo rasposo - 108  
Gibberula - 66  
Gibbula - 58  
Gibbula ardens - 55, 58  
Gibbula umbilicalis - 58  
Giglio di mare - 55, 62  
Giraudia sphacelarioides - 48  
Glans trapezia - 72  
Glycymeris - 73  
Gnathia - 60  
Gobius buccichichi - 108  
Gobius cruentatus - 102  
Gobius geniporus - 102  
Gobius niger - 107  
Gobius paganello - 102  
Goniodoris - 58  
Gorgonia - 86  
Grongo - 100  
Halecium pusillum - 78, 81, 82  
Halimeda tuna - 99  
Haliotis tuberculata - 66  
Halocynthia papillosa - 87  
Halophila - 47, 53  
Halophila stipulacea - 8, 12, 14, 16, 19, 20, 24, 25, 36, 43, 44, 47, 49, 71, 88, 111, 149  
Halophiloscia couchii - 152  
Halopteris - 45  
Haplopoma impressum - 77  
Helicolenus dactylopterus - 111  
Heteromastus filiformis - 73  
Heteromysis riedli - 60  
Hexaplex trunculus - 66, 70  
Hippocampus - 101  
Hippolyte - 60  
Hippolyte inermis - 60  
Holothuria polii - 70  
Holothuria tubulosa - 69, 70  
Hyale schmidtii - 59  
Hydrolithon - 61  
Hymeniacidon perlevis - 85  
Idotea baltica - 68  
Idotea hectica - 60, 68  
Iridia serialis - 78  
Jania - 45  
Janolus - 58  
Janua pagenstecheri - 78  
Jujubinus - 58, 66

Jujubinus exasperatus - 58, 62  
Jujubinus gravinae - 62  
Jujubinus striatus - 58, 62  
Kefersteinia cirrata - 65  
Kirchenpaueria pinnata - 83  
Labrus - 95, 106  
Labrus merula - 95  
Labrus viridis - 95, 107  
Laetmonice hystrix - 65  
Laomedea angulata - 88, 89  
Laomedea calceollifera - 89  
Latterino - 93, 107, 110  
Lepadogaster candollei - 101  
Leptodoleurus cajetanus - 66  
Leptochella savignyi - 60, 63  
Leptomysis - 60  
Leptomysis buergii - 60  
Leptomysis posidoniae - 60  
Leucosolenia botryoides - 85  
Leucosolenia variabilis - 85  
Limnoria - 67  
Limnoria mazzellae - 67  
Lithognathus mormyrus - 108  
Lithophyllum - 51  
Liza aurata - 93  
Lucinella divaricata - 72, 73  
Lunatia pollana - 72  
Luria lurida - 66  
Lysidice collaris - 66  
Lysidice ninetta - 66  
Macropipus - 69  
Maera inaequipipes - 59  
Maja - 69  
Margaretta cereoides - 82, 83  
Marphysa fallax - 66  
Marthasterias glacialis - 70  
Melita hergensis - 68  
Menola - 92, 93, 103, 106  
Mesophyllum - 51  
Microporella ciliata - 77  
Mimosella - 80  
Mimosella gracilis - 77  
Mimosella verticillata - 77, 81  
Miniacina miniacea - 85  
Monotheca obliqua - 77, 79, 80, 81, 82  
Monotheca obliqua f. typica - 78  
Monotheca obliqua f. posidoniae - 78  
Mormora - 108, 109  
Motella comune - 100  
Motella mediterranea - 100  
Muggine - 93  
Mullus barbatus - 100  
Mullus surmuletus - 100  
Muraena helena - 100  
Murena - 100  
Murice spinoso - 66  
Murice tronco - 66  
Mycale contarenii - 85  
Myosotella myosotis - 152  
Myriactula gracilis - 48  
Myrionema orbiculare - 48  
Mysidopsis gibbosa - 60  
Nanozostera - 21, 53  
Nanozostera noltii - 8, 12, 16, 18,

19, 21, 24, 25, 33, 39, 49, 51, 62, 88, 89, 73, 91, 107, 110, 124, 141  
Nassarius incrassatus - 72  
Nematoneis unicornis - 66  
Neodexiospira pseudocorrugata - 78  
Nolella dilatata - 83  
Nolella stipata - 83  
Obelia dichotoma - 78, 89  
Obelia geniculata - 78  
Oblada melanura - 93, 109, 123  
Occhiata - 93, 109, 111, 123  
Octopus macropus - 67  
Octopus vulgaris - 67  
Olinthia phosphorica - 78  
Oloturia - 55, 57, 68, 69, 70  
Opeatogenys gracilis - 101  
Ophidiaster ophidianus - 54, 70  
Ophidion rochei - 100  
Orata - 97, 107, 109  
Orchestia - 152  
Orchestia mediterranea - 152  
Orchestia montagui - 152  
Orchestia stephenseni - 152  
Orchestia mediterranea - 152  
Orecchia di mare - 66, 67  
Orthopyxis asymmetrica - 77, 79, 80, 81, 82  
Osmundaria volubilis - 48  
Ovatella firmini - 152  
Pachycordyle napolitana - 89  
Pachycordyle pusilla - 77, 81, 82, 88  
Pachygrapsus marmoratus - 152  
Pagello fragolino - 97  
Pagellus erythrinus - 97  
Pagro - 106, 109  
Pagrus pagrus - 106  
Palaemon xiphias - 61  
Parablennius gattorugine - 102  
Paracentrotus - 69  
Paracentrotus lividus - 61, 69, 132  
Paractinia striata - 78, 81, 89  
Paranemonea cinerea - 89  
Pariambus typicus - 63  
Parophidion vassalli - 100  
Patata di mare - 87  
Patinella radiata - 77  
Pennatula - 75  
Perchia - 96, 99, 106, 111  
Perinereis cultrifera - 152  
Pesce ago - 100, 101, 105, 110, 111  
Pesce ago cavallino - 110  
Pesce ago di rio - 110  
Pesce lucertola - 102  
Pesce pappagallo - 98, 99, 102  
Pesce prete - 102  
Peyssonnelia squamaria - 48  
Phaleria provincialis - 152  
Phtissula mammillata - 87  
Pherusella tubulosa - 77, 83  
Pholoe minuta - 65  
Phtissula marina - 59  
Piede d'asino - 73

Pigna di mare - 87  
Pileolaria militaris - 78  
Pilumnus hirtellus - 64  
Pinna nobilis - 117  
Pisa - 153  
Pisidia longimana - 68  
Plagiocardium papillosum - 72  
Platynereis dumerilli - 57  
Polpessa - 67, 69  
Polpo - 57, 67, 69  
Polycera - 58  
Polyophthalmus pictus - 57, 65  
Pomatostichus quagga - 102  
Pontogonia chrysocoma - 65  
Porcellio - 152  
Posidonia - passim 6-155  
Posidonia cretacea - 17, 147  
Posidonia oceanica - passim 6-155  
Posidonia parisiensis - 17  
Potamogeton - 89  
Processa - 61, 68, 69  
Processa edulis - 68  
Protula tubularia - 87  
Psammechinus microtuberculatus - 62, 63, 70  
Pusillina - 57, 66  
Quercia marina - 149  
Ramphostomella posidoniae - 77  
Re di triglie - 102, 108  
Reteporella grimaldii - 83  
Riccio di mare - 63, 132  
Riccio di mare - 97  
Riccio di prateria - 69  
Riccio edule - 61, 69  
Ricciola - 94, 95  
Rissoa variabilis - 57  
Rissoa ventricosa - 57  
Rissoa violacea - 57  
Rombo di rena - 102  
Rosalina globularis - 78  
Ruppia - 89  
Ruppia cirrhosa - 8, 124  
Ruppia maritima - 8, 124  
Sabella pavonina - 86, 87  
Sabella spallanzanii - 84, 86  
Sacchetto - 99  
Salmacina dysteri - 87  
Salpa - 14, 90, 96, 97, 99, 102, 106, 107, 109, 111, 132  
Salvatoria - 65  
Sarago - 96, 97, 100  
Sarago fasciato - 92, 96, 97, 106, 107, 109, 111  
Sarago maggiore - 97, 109  
Sarago pizzuto - 97  
Sargassi - 48  
Sarpa salpa - 90, 96, 132  
Sciaena umbra - 99  
Sciarrano - 96, 99, 107, 111  
Scollonema mammillata - 78  
Scorano - 69, 103  
Scorano di fondale - 111  
Scorano nero - 101, 106, 111  
Scorano rosso - 101

Scorfanotto - 101  
Scorpaena notata - 101  
Scorpaena porcus - 101  
Scorpaena scrofa - 101  
Scyliorhinus canicula - 100  
Scyllarus arctus - 69  
Sepia officinalis - 58, 59  
Sepiola - 58  
Sepiola - 58  
Seppia - 58, 59  
Seriola dumerilli - 94  
Serpula vermicularis - 87  
Serranus cabrilla - 96  
Serranus hepatus - 99  
Serranus scriba - 96  
Sertularella - 77, 81  
Sertularella ellisii (= S. gaudichaudi) - 83  
Sertularia distans - 83  
Sertularia perpusilla - 77, 79, 80, 81, 82  
Siganus luridus - 102  
Simplaria pseudomilitaris - 78  
Siriella clausii - 60  
Sogliola - 107  
Sparaglione - 97, 106, 107, 109, 111  
Sparisoma cretense - 98, 99  
Sparus auratus - 97  
Spatangus purpureus - 73  
Spermothamion flabellatum f. bisporum - 48  
Sphaerechinus granularis - 52, 69  
Sphaeroma serratum - 152  
Sphaerosyllis - 57, 62, 65  
Sphyaena sphyaena - 94, 95  
Sphyaena viridensis - 94, 95  
Spicara maena - 92, 93  
Spicara smarisi - 93  
Spigola - 94, 95  
Spondyliosoma cantharus - 91, 97  
Succiascoglio - 101  
Succiascoglio comune - 101  
Succiascoglio verde - 101  
Sycon raphanus - 85  
Syllis - 57  
Syllis columbretensis - 65  
Syllis garciai - 65  
Symphodus - 96, 106  
Symphodus cinereus - 96, 111  
Symphodus doderleini - 96  
Symphodus mediterraneus - 96  
Symphodus melanocercus - 95  
Symphodus ocellatus - 95  
Symphodus roissali - 96  
Symphodus rostratus - 96  
Symphodus tinca - 95, 110  
Synchelidium haplocheles - 63  
Syngnathus abaster - 110  
Syngnathus acus - 101, 105  
Syngnathus typhle - 100, 101  
Synodus saurus - 102  
Talitrus saltator - 152  
Tanuta - 91, 97, 106

Tartufo di mare - 72  
Tectonatica filosa - 72  
Tellina - 73  
Tellina balaustrina - 72  
Tendra zostericola - 89  
Thalassoma pavo - 95  
Thoralus cranchii - 61  
Tonno - 149  
Tordo - 100, 106  
Tordo codanera - 95, 96  
Tordo fasciato - 96  
Tordo grigio - 96, 107, 109, 111  
Tordo marvuzo - 95, 107, 109  
Tordo musolungo - 96, 111  
Tordo nero - 95, 106  
Tordo ocellato - 95, 106  
Tordo pavone - 95, 96, 107, 109, 110  
Tordo rosso - 96, 106  
Tordo verde - 96, 109  
Trachinus - 102  
Tracina - 102  
Tricollia pullus - 58  
Tricollia speciosa - 58  
Tricollia tenuis - 58  
Tridactylus variegatus - 152  
Triglia - 69, 135  
Triglia di scoglio - 100  
Triglia di scoglio - 100, 106, 109, 111  
Tritone - 67  
Truncatella subcylindrica - 152  
Tubulipora plumosa - 77  
Turbicellepora magnicostata - 83  
Tylos sardous - 152  
Umbraculum mediterraneum - 66  
Upogebia deltaura - 72  
Uranoscopus scaber - 102  
Venericardia antiquata - 72  
Ventromma halecioides - 89  
Venus verrucosa - 72  
Verme di fuoco - 65  
Verruca spengleri - 87  
Verruca stroemia - 87  
Zerro - 93, 103  
Zostera - 8, 21, 53, 70, 89  
Zostera marina - 8, 12, 16, 18, 21, 24, 25, 46, 47, 49, 62, 88, 107, 110, 113, 114, 124  
Zosterisessor ophiocephalus - 110

Un vivo ringraziamento per la cortese  
collaborazione a Giulia De Angelis,  
Elisabetta Massaro, Sara Queirolo,  
Andrea Serafini e Rossana Simoni.

Alcuni dati e figure sono stati rielaborati  
dalle pubblicazioni di  
Frankignoulle e collaboratori, 1984  
Boudouresque e collaboratori, 2006

La Check-List di tutte le unità fitosociologiche  
descritte validamente per il Mediterraneo  
è riportata nei "Proceedings of the First  
Mediterranean Symposium on Marine  
Vegetation (Ajaccio, 3-4 October 2000)".

La responsabilità di quanto riportato nel testo,  
nonché di eventuali errori ed omissioni, rimane  
esclusivamente degli autori.

Il volume è stato realizzato con i fondi del  
Ministero dell'Ambiente e della  
Tutela del Territorio e del Mare.

Finito di stampare  
nel mese di giugno 2008  
presso la Graphic linea print factory - Udine

Printed in Italy