

Habitat marini: fauna ed ecologia

FERDINANDO BOERO · SIMONETTA FRASCHETTI

■ Introduzione

La caratterizzazione della biodiversità a livello di habitat è operativamente molto conveniente, e l'Unione Europea ha emanato la Direttiva Habitat per la protezione e la gestione degli habitat di interesse comunitario. L'habitat, quindi, è attualmente l'unità di riferimento più praticabile per la gestione e la protezione della biodiversità.

La definizione di habitat, nella Direttiva Habitat, recita: *aree terrestri o acquatiche distinte da caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o semi-naturali*. Nella Direttiva vengono inoltre identificate le tipologie di habitat di interesse comunitario.

È evidente che la definizione di habitat, nella Direttiva, è molto generale e non riguarda i biota, ma solo i loro contenitori. Le definizioni esistenti sono molte e spesso contrastano tra loro. All'interno dei 150 habitat definiti prioritari ai sensi della Direttiva Habitat, gli habitat francamente marini meritevoli di protezione sono nove: Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina; Erbari (*sic*) di Posidonie; Estuari; Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea; Lagune; Grandi cale e baie poco profonde; Scogliere; Colonne marine causate da emissioni di gas in acque poco profonde; Grotte sommerse o semisommerse. Tra questi, gli estuari, le distese fangose e le lagune sono di tipo ecotonale, di transizione tra l'ambiente terrestre e quello marino.

La biodiversità del Mar Mediterraneo, la più alta in Europa, meriterebbe maggiore attenzione rispetto a quella concessa dalla Direttiva Habitat: la disparità di trattamento degli habitat marini (9) rispetto a quelli terrestri (141) nel principale strumento di protezione della biodiversità in Europa è evidente.



Tursiopi (*Tursiops truncatus*)



Tartaruga marina comune (*Caretta caretta*)

■ Come definire gli habitat marini?

A partire dagli anni Cinquanta sono state proposte molte liste di habitat marini mediterranei, con la proposta di 1170 categorie riconducibili a quello che diversi autori hanno chiamato habitat, o facies, o associazione, o biocenosi. I criteri di classificazione degli habitat, in questo contesto, sono di estrema importanza, per non arrivare a sistemi dettagliatissimi che però sovrastimano la variabilità naturale secondo cui, in certi ambienti, a volte prevale una specie e a volte un'altra.

Tali differenze possono addirittura essere dovute a fluttuazioni temporali. La stessa parete rocciosa, nel corso delle stagioni, può essere l'habitat di alghe formatrici di habitat (come *Dictyopterus* sp.) nei mesi primaverili-estivi, oppure di idrozoi (come *Eudendrium* sp.), anch'essi formatori di habitat, nei mesi autunnali-invernali.

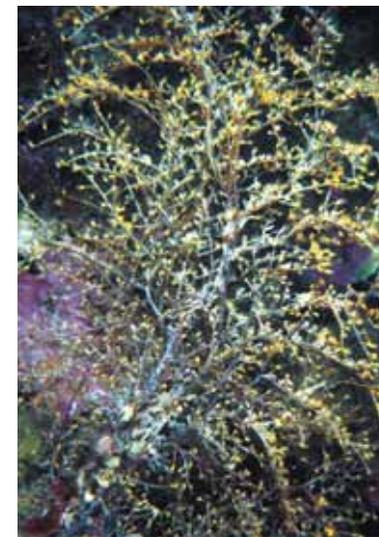
A seconda della stagione di osservazione, lo stesso sito può quindi essere definito in modo differente. Anche il reclutamento di successo di una specie precedentemente rara ne può determinare un forte aumento facendola diventare localmente dominante. Se si dovessero davvero definire in modo dettagliato tutte le associazioni o facies che possono presentarsi in uno stesso habitat, si originerebbe una lista ben più lunga della già lunghissima (come detto ben 1170 tipologie!) che si può ottenere raggruppando tutte le liste già formulate.



Briozoi e spugne formano paesaggi simili, dal punto di vista cromatico, a quelli delle barriere coralline

■ Criteri di classificazione

Una proposta di definizione degli habitat marini che cerchi di fondere quelle sinora avanzate dovrebbe semplificare le complessità della fitosociologia marina. Le caratteristiche basilari di un habitat sono di tipo topografico e geologico. Su queste due caratterizzazioni fisiche si dovrebbero sovrapporre altre determinanti, di tipo biologico. L'adozione di questi criteri avrebbe l'esplicita finalità di migliorare la gestione degli habitat marini attraverso un sistema facilmente adottabile anche da personale non specializzato; la semplificazione della classificazione degli habitat marini rappresenterebbe un tentativo per limitare l'enfasi corrente sulla dominanza spaziale verso un maggiore riconoscimento del ruolo strutturale e funzionale delle specie. Le variabili da considerare, per una classificazione "naturale" degli habitat marini, sono:



Una grande colonia dell'idroide *Eudendrium* sp.

- Livello rispetto alla linea di costa. La profondità, di per sé, non rappresenta un fattore condizionante la distribuzione degli organismi. Al suo variare, però, cambiano luce, movimento dell'acqua e diffusione del calore nella colonna d'acqua nei mesi più caldi. La penetrazione della luce permette di distinguere un sistema fitale (dove la luce è sufficiente a permettere l'esistenza di organismi fotosintetici) e un sistema afitale (dove la fotosintesi non è possibile).
- Tipo di substrato primario. L'ambiente più comune del pianeta è la colonna d'acqua degli oceani; essa costituisce l'habitat di moltissimi organismi planctonici e neotonici. La classificazione degli habitat marini, però, si è concentrata sugli habitat bentonici, forse per la tendenza ad applicare al mare i paradigmi della terra. La prima distinzione nella classificazione dei substrati (cioè degli habitat primari) è tra fondi duri (rocce) e fondi mobili (definibili in base alla granulometria, da ciottoli a limo). La granulometria dei sedimenti, inoltre, influenza in modo determinante il tipo di fauna e flora che viene ad instaurarsi.
- Presenza di biocostruttori. I biocostruttori elevano il livello del substrato, con formazioni dette bioerme. È ovvio che i biocostruttori hanno un loro habitat primario e, perché si instaurino, è necessario che vengano determinate caratteristiche fisiche dell'ambiente. I biocostruttori sono formatori di habitat perenni, in quanto la loro presenza si sovrappone a quella dei substrati geologici per periodi prolungati.



La gorgonia *Paramuricea clavata*

- Presenza di formatori di habitat. Molte specie erette o massive ad andamento stagionale (come molti idroidi e alghe) sono formatrici di habitat. Una specie può essere definita formatrice di habitat quando determina condizioni favorevoli all'instaurarsi di specie o assemblaggi di specie che, altrimenti, non sarebbero presenti o, almeno, altrettanto rigogliosi. I formatori di habitat non biocostruttori costituiscono substrato con i loro corpi e la loro presenza altera le condizioni chimico-fisiche nelle loro immediate vicinanze, senza però alterare la natura del substrato.

Un'alga eretta che si attacchi al substrato roccioso e che sia rigogliosa in una certa stagione e diventi quiescente in un'altra stagione costituirà un habitat effimero cui si dovranno adattare le specie che in tale habitat si troveranno a vivere.

- Presenza di ingegneri degli ecosistemi. Gli ingegneri degli ecosistemi hanno rilevanti ruoli funzionali, pur non avendo rilevanti ruoli strutturali. I ricci di mare, ad esempio, con la loro attività brucatoria sulle popolazioni algali, possono portare, nelle regioni temperate, a deserti sottomarini denominati aree denudate dai ricci (*sea urchin barrens*).

■ Stagionalità e biogeografia del Mediterraneo

Gli attuali biota marini Mediterranei, dopo alterne vicende, si sono instaurati 5 milioni di anni fa, dopo la crisi del Messiniano, quando il bacino si prosciugò quasi completamente, con poche zone paludose nelle aree più profonde. Quando l'acqua tornò, attraverso l'apertura dello stretto di Gibilterra, con essa tornarono i viventi, di origine Atlantica, adattati a vivere in habitat temperati. Tali organismi, man mano che ci si allontana da Gibilterra, trovano (e trovarono) condizioni molto diverse da quelle delle proprie origini. La grande corrente atlantica entra in superficie da Gibilterra e si espande verso Est, trascinando con sé i propaguli di specie atlantiche. Procedendo verso est, comunque, la temperatura aumenta sempre più, tanto che il bacino di Levante ha caratteristiche chimico-fisiche diverse da quelle del bacino occidentale. Le specie atlantiche, in altre parole, non sono preadattate alle condizioni para-tropicali del bacino di Levante che, in effetti, risulta essere meno ricco di biodiversità rispetto al bacino occidentale.

Il Mediterraneo, in superficie, ha una grandissima escursione termica stagionale. In estate le acque superficiali possono raggiungere la temperatura di 28-30°C,



Prateria a *Posidonia oceanica* su fondo sabbioso con una oloturia in primo piano

definendo condizioni tipicamente tropicali. La stagione estiva, per questo motivo, vede la dominanza di specie algali e animali di affinità tropicale. Durante la stagione invernale la temperatura delle acque superficiali, in generale, si assesta attorno ai 12-13°C in media. La temperatura invernale è inferiore nelle porzioni più settentrionali del bacino, il Golfo del Leone, il nord Adriatico (dove occasionalmente il mare può anche gelare) e il nord Egeo, potendo raggiungere anche i 6-8°C. Nelle parti più meridionali e orientali, invece, la temperatura inferiore è di solito 17°C, anche se può raggiungere 14°C. In inverno, il bacino è caratterizzato dalla dominanza di specie ad affinità temperato-fredda. In Mediterraneo, quindi, il paesaggio assume due fisionomie molto diverse: tropicale in estate, temperato-fredda in inverno. La modificazione è drammatica soprattutto nei primi metri, sui substrati rocciosi, in primavera-estate dominati dalle alghe, e in autunno-inverno spesso dominati da idrozoi. Questi organismi a vita effimera in effetti non scompaiono del tutto, ma diventano quiescenti nella stagione avversa, per tornare rigogliosi al ritorno di condizioni favorevoli. La stessa parete rocciosa, quindi, può assumere fisionomie radicalmente differenti nei vari periodi dell'anno, a seconda delle specie dominanti.

Questa tipologia variabile di habitat costituiti da organismi diversi, legata al sopravvento di una specie o di un gruppo di specie rispetto ad un altro, in diversi anni, pur nella stessa stagione, dimostra che l'identificazione topografica di un habitat deve essere accompagnata dalla definizione temporale della persistenza di quelle condizioni o comunque dalla consapevolezza che la map-



L'ambiente del sopralittorale

patura non è altro che una fotografia di una determinata località e che non è in grado di catturare processi e cambiamenti che avvengono nel tempo. Da un anno all'altro, infatti, lo stesso sito identificabile con la massima precisione potrebbe essere caratterizzato da popolamenti molto differenti, per non parlare dei cambiamenti intrannuali che intercorrono nel corso delle stagioni. Per questo motivo, gli habitat devono essere definiti spazialmente, dalla localizzazione topografica di una determinata tipologia, e temporalmente, per definire il periodo dell'anno in cui questa tipologia è prevalente. La coesistenza di elementi temperati (invernali) e di elementi tropicali (estivi) fa del Mediterraneo un crocevia biogeografico altamente originale e ad altissima variabilità stagionale.

■ Mappare gli habitat

Nell'ambiente terrestre gli habitat di tutta Europa sono stati mappati ed è stato costituito un sistema geograficamente esplicito della loro distribuzione spaziale. Questa operazione non è stata fatta per l'ambiente marino. Solo recentemente, nella maggior parte delle zone A delle Aree Marine Protette italiane, è stata allestita una cartografia di dettaglio degli habitat marini bentonici. Numerosissimi progetti hanno riguardato la mappatura delle praterie di posidonia, l'unico habitat marino della Direttiva Habitat ad aver ricevuto lo status di Sito di Interesse Comunitario. La mappatura georeferenziata degli habitat marini rimane pertanto una priorità strategica per il nostro paese.



Polmone di mare (*Rhizostoma pulmo*), lo scifozoo più grande del Mediterraneo



La costa settentrionale della Sardegna

La descrizione dettagliata delle tipologie di habitat marini mediterranei esula da questa trattazione. Gli habitat verranno raggruppati in tipologie molto generali che rappresentano le unità di paesaggio e di comunità marine più facilmente riscontrabili nelle nostre acque.

Le acque di transizione. Le acque di transizione comprendono tutte le tipologie ambientali con caratteristiche intermedie tra l'ambiente marino e quello d'acqua dolce. Possono essere stagni isolati dal mare (stagni costieri) dove la salinità può essere bassissima, oppure lagune che comunicano col mare, in cui la salinità cambia a seconda della penetrazione delle acque marine, oppure estuari e delta di fiumi.

Le acque di transizione, con la tipologia "estuari" e la tipologia "lagune", sono ambienti di interesse comunitario inseriti nella Direttiva Habitat. Un tempo, però, erano considerate malsane e furono sottoposte ad azioni di bonifica che, nel nostro paese, hanno portato all'eradicazione della malaria, ma hanno anche determinato un diffuso dissesto idrogeologico. Le acque di transizione sono tra gli habitat più produttivi del pianeta e rivestono un interesse strategico per il funzionamento degli ecosistemi. Esse sono utilizzate da tempo immemorabile per attività di acquacoltura estensiva, a causa della facilità di controllo dei bacini e della già citata altissima produzione. La biodiversità di tali sistemi è nettamente inferiore rispetto a quella del



Acque di transizione: uno stagno costiero abitato da muggini (*Mugil spp.*) e dal nono (*Aphanius fasciatus*); sul fondo è rigogliosa la pianta *Cymodocea nodosa* e si può incontrare il gambero *Palaemon serratus*

mare aperto, ma le poche specie presenti hanno biomasse molto elevate. Le specie più allevate nelle acque di transizione sono anguille, muggini, spigole e orate. La salinità è la variabile più rilevante nella definizione delle acque di transizione e, al suo variare, si osservano diverse composizioni nelle biocenosi. Le acque di transizione sono abitate da una ristretta porzione di specie che possono vivere sia in mare sia in acque a bassa salinità. Esistono però specie tipiche, come l'idroide *Cordylophora caspia*, il polichete serpulideo *Ficopomatus enigmaticus*,



Ficopomatus enigmaticus

formatore di biocostruzioni, i molluschi bivalvi *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata*, *Brachidontes marioni* e il pesce *Aphanius fasciatus*, il nono, un relitto tetideo del Mediterraneo, specie prioritaria nell'allegato II della Direttiva Habitat.

Il sopralitorale. Si tratta di una stretta porzione di ambiente terrestre fortemente influenzata dalla presenza del mare che, in momenti particolari, la bagna con gli spruzzi delle onde più alte. Il piano è presente soprattutto lungo le coste rocciose, mentre è meno definito in quelle sabbiose dove, in effetti, potrebbe essere costituito dalla porzione di

spiaggia bagnata dalle onde più forti. Lungo le coste rocciose, la componente vegetale è costituita da poche specie, soprattutto licheni e cianofite, mentre gli unici animali sessili sono i crostacei cirripedi del genere *Chthamalus*, i denti di cane. Poche specie animali si aggirano nel sopralitorale roccioso, come il crostaceo isopode *Ligia italica*, o i



Ligia italica

molluschi come la littorina (*Melaraphe neritoides*). Sulle coste sabbiose, il sopralitorale è abitato da anfipodi dei generi *Talitrus* e *Orchestia*, le pulci di spiaggia, e da poche altre specie animali. Un caso particolare è costituito dagli accumuli di foglie di posidonia, habitat temporanei denominati con il termine francese di *banquette*. Gli ammassi di foglie morte di posidonia proteggono il litorale sabbioso dall'erosione, assorbendo l'impatto delle onde e impedendo la rimozione della sabbia e inoltre costituiscono l'habitat di molte specie di insetti e crostacei detritivori. Paradossalmente, questo habitat molto particolare, con un'importante funzione di stabilizzazione delle spiagge, viene rimosso da molti litorali usati per la balneazione e viene smaltito come "rifiuto speciale".

La zona intertidale. La zona intertidale (o mesolitorale) è alternativamente coperta e scoperta dalla marea. Si tratta di una fascia di ampiezza esigua lungo le coste del Mediterraneo, dove le maree sono contenute. La zona di marea presenta condizioni molto drastiche, tanto da poter essere considerata un ambiente estremo. A marea bassa, soprattutto con mare calmo, le emersioni possono essere relativamente prolungate e l'esposizione al sole può far salire la temperatura a valori insopportabili dalla maggioranza degli organismi marini. La forza dirompente delle onde, inoltre, tende a staccare dal fondo qualsiasi organismo che non abbia tenacissime strutture di attacco. Solo poche specie, quindi, riescono a vivere in queste condizioni: la diversità specifica è bassa e ogni specie è rappresentata da molti esemplari. In effetti, la zona di marea non ci pare un habitat estremo perché, da animali terrestri, la consideriamo la parte meno ostile dell'ambiente marino.



Denti di cane del genere *Chthamalus*

Per la facilità di accesso è un habitat particolarmente esposto a numerose forme di impatto antropico tra cui la raccolta di organismi. Il nostro istinto di raccoglitori, infatti, ci spinge a cercare lungo la costa e a raccogliere tutto quanto sia commestibile. Le patelle, molluschi gasteropodi del genere *Patella*, sono particolarmente vulnerabili alla raccolta. Le patelle strisciano sul fondo roccioso e brucano le alghe

intertidali. Quelle di maggiori dimensioni, come *P. ferruginea* (specie inserita nell'allegato IV della Direttiva Habitat),



Patella ferruginea

sono appetibili bocconi e sono state raccolte in modo molto intensivo. Il piede si attacca tenacemente alla roccia e riesce a sopportare il più violento moto ondoso, la conchiglia è abbastanza dura da sopportare l'attacco dei predatori più efficienti, ma basta un coltello da cucina per scaltarla. La pressione predatoria della nostra specie ha quasi portato all'estinzione questa che, oggi, è una specie protetta.

Anche le altre patelle, comunque, sono molto sensibili alla nostra raccolta e questo si traduce in popolazioni di esemplari sempre più piccoli, in quanto gli individui vengono raccolti non appena raggiungono dimensioni appetibili. In Mar Ligure, la zona intertidale e anche la parte più superficiale del subtidale, è abitata da un idroide scoperto negli anni cinquanta lungo il litorale di Tolone: *Paracoryne huvei*. Le colonie formano evidenti chiazze rosa che restano spesso esposte all'aria, fissate direttamente sulla roccia nuda o, appena sotto il livello del mare, su conchiglie di mitili o su gusci di balani. Questa specie è anche l'unico rappresentante del genere *Paracoryne* e il suo piano corporeo è talmente originale che il genere è stato inserito in una famiglia ben distinta (paracorinidi).

Le pozze di scogliera. Lungo le coste rocciose a sviluppo orizzontale, in presenza di concavità della roccia, si formano le pozze di scogliera. Si tratta di habitat spesso effimeri, con condizioni estreme di salinità e temperatura. Le pozze di scogliera, se abbastanza lontane dalla linea di costa, possono prosciugarsi durante l'estate, con la formazione di una crosta di sale sul fondo, per essere poi nuovamente riempite dalle onde e dalle piogge. Quando le pozze di scogliera



Pozze di scogliera

comunicano col mare, gli abitanti sono gli stessi del mesolitorale e del subtidale superiore mentre, se sono separate dal mare, possono ospitare specie che vivono solo in questi ambienti. Notevole è la presenza di insetti, come la zanzara *Aedes mariaae* o i coleotteri del genere *Ochthebius*. Gli insetti, gli animali predominanti negli ambienti terrestri, hanno pochissimi rappresentanti marini: la loro presenza nelle pozze di scogliera rappresenta un'eccezione a questa regola. Un altro tipico abitante delle pozze è *Tigriopus*, un genere di crostacei copepodi arpatticoidi. *Tigriopus* sopravvive alle condizioni di disseccamento attraverso forme di resistenza (cisti) che lo rendono invulnerabile a pressioni ambientali estreme, come il disseccamento completo dell'acqua delle pozze e la formazione di chiazze saline.

Le biocostruzioni a livello del mare e le foreste di alghe. L'intertidale dovrebbe comprendere la porzione di substrato che rimane esposta durante la bassa marea. In effetti, l'esposizione all'aria avviene più per il moto ondoso che per la marea e ci sono molte specie del subtidale (infralitorale superiore) che restano scoperte quando le onde si ritirano. In questa zona in cui si alterna l'emersione e la sommersione, sia per le onde sia per le maree, si sviluppano organismi che vivono anche nel subtidale, con formazioni che non sono ascrivibili in modo definito né all'intertidale né al subtidale *sensu stricto*.

L'intertidale roccioso, e in parte anche la zona sottostante, è spesso caratterizzato da biocostruzioni formate sia da vegetali sia da animali. La fascia a mitili, ad esempio, rappresenta un inizio di biocostruzione che, però, non raggiunge mai grande spessore in quanto il bisso, dopo la morte del mitilo, tende a cedere e a far staccare le conchiglie morte.

La fascia a mitili, comunque, forma un habitat perenne con caratteristiche molto differenti dal substrato su cui i mitili sono insediati. La presenza della fascia a mitili (*Mytilus galloprovincialis*) è possibile dove la presenza di nutrienti è alta ed indica, quindi, acque meso- o eutrofiche. Lungo le coste rocciose bagnate da acque oligotrofiche i grandi e commestibili *Mytilus* sono assenti e spesso sono sostituiti dai piccoli *Mytilaster* che, però, non formano fasce densissime e continue come quelle dei mitili.

Una biocostruzione vera e propria è costituita dalla fascia a balani (*Balanus perforatus*). I balani sono crostacei cirripedi con una protezione scheletrica che si cementa al substrato. I loro scheletri restano anche dopo la morte dell'animale e, su di essi, crescono altri balani. Lo spessore di questa fascia può essere, di solito, poco più di una decina di

centimetri, dato che gli scheletri tendono comunque a sfaldarsi. Ben più importanti sono le biocostruzioni di un'alga rossa (*Lithophyllum lichenoides*) che forma una sorta di marciapiede su cui si può davvero camminare. I marciapiedi di *Lithophyllum* possono essere larghi fino a due metri e si spingono dalla superficie a più di un metro di profondità. Altre biocostruzioni importanti, frequenti nell'Italia meridionale, sono costituite dal mollusco vermetide *Dendropoma petraeum* nella zona di marea e subito al di sotto, soprattutto nelle pozze di marea e nelle lagune. Nelle acque di transizione sono a volte importanti le già citate biocostruzioni del polichete serpulide *Ficopomatus enigmaticus*. Sotto le biocostruzioni della zona di marea, su substrati rocciosi, spesso si trovano le foreste di alghe, tra le quali spiccano le alghe brune del genere *Cystoseira*, rappresentate da un'altissima diversità di specie, tutte formatrici di

habitat, anche se non si tratta di biocostruttori come i litofilli. La frangia a *Cystoseira* è stata estensivamente studiata negli ultimi decenni, con la conclusione che si tratta di un habitat soggetto ad una forte pressione antropica, la cui copertura sta diminuendo soprattutto in prossimità dei centri urbani. Le specie del genere *Cystoseira* sono tra le più importanti dell'infralitorale, alcune vivono subito sotto la superficie e hanno presenza stagionale, altre arrivano anche a grande profondità e sono perenni. Numerose altre alghe, spesso di grandi dimensioni, abitano assieme a *Cystoseira* nella parte più superficiale del subtidale. Le "foreste di alghe" sono un tipico paesaggio sottomarino di substrato roccioso. Alcune di queste specie hanno sviluppo stagionale e sono presenti solo per qualche mese all'anno, di solito in primavera-estate, altre sono



Sopralitorale, zona di marea, infralitorale superiore; nella porzione emersa si trovano l'alga *Nemalion helminthoides*, gli ctamali (*Chthamalus stellatus*), le patelle (*Patella* spp.) e l'isopode *Ligia italica*; l'alga rossa *Lithophyllum lichenoides* forma il marciapiede, sott'acqua dominano le alghe (soprattutto, *Cystoseira* sp.); tra gli animali sono importanti le attinie, i balani, i chitoni e la bavosa *Parablennius gattorugine*

perennemente attive. Durante la stagione avversa, queste alghe spesso riducono i loro talli, ma non scompaiono completamente e, alla stagione successiva, dal tallo ridotto ricresce un tallo completo. Spesso, come già ricordato, sia in superficie sia a maggiori profondità, le alghe sono sostituite da idroidi con stagionalità ad esse inversa. In questa zona molto superficiale si possono trovare attinie rosse dette pomodori di



Pomodoro di mare (*Actinia equina*)

mare (*Actinia equina*) e numerose specie di piccoli pesci (di solito ghiozzi e bavose). Trovandosi immediatamente sotto la superficie, questa zona è molto sensibile all'inquinamento ed è anche la più facilmente visitabile con il sea-watching. Le foreste di alghe sono abitate da numerosissime specie di invertebrati di piccole dimensioni, soprattutto molluschi e artropodi, e da pesci, spesso rappresentati da forme giovanili. Un ambiente dominato dalle alghe non può che essere l'habitat privilegiato per grandi erbivori. Sono molto comuni le salpe (*Sarpa salpa*), tra i pochi pesci erbivori del Mediterraneo, che, in branchi, pascolano a bassa profondità sul tappeto algale. Oltre alle salpe, anche i ricci *Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus* rivestono un ruolo importantissimo nel controllare l'abbondanza dei vegetali e, se la loro densità è troppo elevata, possono diventare un problema per le alghe.

I deserti sottomarini. Sono frequenti, lungo le nostre coste rocciose, aree desertificate caratterizzate dalla presenza di roccia per lo più nuda su cui pascolano numerosissime popolazioni dei ricci *Paracentrotus lividus* e *Arbacia lixula*. Le uniche alghe presenti sono le corallinacee incrostanti. I deserti sottomarini possono essere causati dalla pesca illegale del dattero di mare, il mollusco bivalve *Lithophaga lithophaga* (specie di allegato IV della Direttiva Habitat), che scava gallerie nella roccia. I pescatori smantellano il substrato, distruggendo completamente la copertura biologica.



La stella marina *Marthasterias glacialis* e il riccio *Arbacia lixula*, dominano i substrati devastati dai pescatori di dattero di mare

Le foreste di alghe diventano così deserti rocciosi. Sulle rocce denudate si instaurano abbondantissime popolazioni di ricci che, con la loro attività brucatoria, rendono perenne il deserto causato dal prelievo del dattero di mare. A volte, però, i ricci possono essere la causa scatenante della desertificazione. Le loro esplosioni demografiche, infatti, esercitano una pressione fortissima sulle foreste algali che, quindi, vengono rase al suolo. La proliferazione dei ricci è frequente in tutto il mondo e la causa più probabile potrebbe essere la sovrapesca dei predatori che, con la loro attività, dovrebbero tenerne sotto controllo le popolazioni. Lungo le coste della California, ad esempio, la caccia alla lontra

marina, grande predatore di ricci di mare, portò all'estinzione locale della specie. In concomitanza con la scomparsa delle lontre si notò l'esplosione demografica dei ricci e questa causò la riduzione massiccia delle foreste di laminarie (i cosiddetti *kelp*), tipiche del subtidale roccioso della California. La reintroduzione delle lontre portò alla riduzione delle popolazioni di ricci e le grandi alghe tornarono ad essere rigogliose. Lungo le nostre coste i ricci sono preda di altri echinodermi, come la stella marina *Marthasterias glacialis*, o di pesci come i saraghi. Nelle aree protette in cui esistevano aree desertificate dai ricci di mare, il ritorno dei saraghi grazie alla proibizione della pesca ha fatto diminuire l'abbondanza dei ricci e, di conseguenza, sono tornate le foreste di alghe. Anche i deserti rocciosi sono habitat marini, anche se a bassa diversità. In essi si sviluppano specie resistenti allo stress della brucatura dei ricci, come la spugna *Chondrilla nucula*,

che forma chiazze di decine di centimetri quadrati, costituite da individui di 1-2 cm di diametro derivanti per riproduzione asessuale da un individuo fondatore. Gli spazi tra i vari componenti le colonie sono protetti dall'azione brucatoria dei ricci e vi si insediano diverse specie che portano a nuove comunità. Un'altra spugna comune nei deserti dei ricci è *Crambe crambe*, che forma chiazze rosse sulla roccia nuda o sulle conchiglie degli spondili. Alcuni briozoi sono anche comuni in questo habitat particolare, come *Schizobrachiella sanguinea*, spesso associata all'idroide *Halocoryne epizoica*. Le alghe rosse incrostanti dei generi *Lithophyllum* e *Lithothamnion* sono anche molto frequenti, colorando le rocce di rosa. Su di esse cresce l'idroide alieno *Clytia hummelincki*, una specie arrivata una decina d'anni fa nel Mediterraneo e ormai diffusa in tutto il bacino occidentale negli habitat dei deserti di ricci. Si tratta, in



Substrati rocciosi desertificati dalla pesca del dattero di mare su cui pascolano i ricci di mare *Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*; le spugne *Crambe crambe* e *Chondrilla nucula* sono tra i pochi rappresentanti del benthos sessile; in primo piano, a destra, una roccia integra, coperta dalle alghe *Padina pavonia*, *Dictyota dichotoma* e dal porifero *Spongia officinalis*

generale, di specie resistenti all'attività brucatoria dei ricci di mare. La predazione umana, in alcune regioni italiane, si esercita solo su *Paracentrotus lividus*, di cui vengono consumate le gonadi, sia maschili sia femminili. *Arbacia lixula* non viene consumata perché le sue gonadi non hanno dimensioni tali da soddisfare i nostri bisogni alimentari. La rimozione di *Paracentrotus* favorisce la proliferazione di *Arbacia lixula*. In molte regioni italiane si crede che *Arbacia* e *Paracentrotus* siano il maschio e la femmina della specie commestibile (*Paracentrotus*) e il liquido seminale dei maschi è chiamato "latte".

Le praterie di posidonia. In Italia, gli unici Siti marini di Interesse Comunitario (SIC marini) sono stati istituiti in corrispondenza delle praterie di *Posidonia oceanica*, una tipologia di habitat marino presente nella lista della Direttiva Habitat. La posidonia non è un'alga, ma una pianta superiore che

produce fiori e frutti; si divide in radici, che si fissano al substrato, rizomi, una sorta di fusto formato da quel che resta delle foglie cadute in stagioni precedenti, e foglie nastriformi, disposte in fasci in cui le foglie più esterne sono le più vecchie e tendono a cadere all'inizio della stagione avversa. L'habitat della posidonia può essere sia roccioso sia sabbioso, anche se le praterie sono per lo più rigogliose sulle sabbie litorali, da 1 m fino a 30 m di profondità. I fondali sabbiosi sono abitati solo da animali striscianti o fossori, ma le loro caratteristiche cambiano radicalmente quando su di essi si instaura una prateria di posidonia, un substrato vivente che ospita comunità completamente differenti da quelle presenti negli ambienti sabbiosi non colonizzati da posidonia.

Lo strato dei rizomi della posidonia forma una biocostruzione, generata dalla sovraccrescita delle varie generazioni di rizomi, innalzando il fondo marino anche



Prateria di *Posidonia oceanica* su cui nuotano i pesci *Sarpa salpa*, *Coris julis* e *Diplodus puntazzo* e, sul fondo alcuni invertebrati (soprattutto echinodermi e molluschi); nel tondo, uno stadio giovanile di *D. puntazzo* e, sulla foglia di posidonia: i briozoi *Electra posidoniae*, *Fenestrulina joannae* e *Disporella hispidia*, l'idroide *Obelia dichotoma*, le alghe *Castagnea irregularis* e *Lichenopora radiata*

di diversi metri. Le foglie cadono ogni anno e si accumulano lungo la costa, formando dei banchi che, seppure maleodoranti, proteggono il litorale dall'erosione. Sulle foglie vivono specie di alghe microscopiche e di piccoli invertebrati (idroidi e briozoi) che hanno scelto questo microhabitat come loro unico ambiente di vita. Le foglie sono brucate dai banchi di salpe (*Sarpa salpa*) e dal riccio



Salpe (*Sarpa salpa*)

Paracentrotus lividus. Nelle praterie cresce anche il più grande bivalve del Mediterraneo, *Pinna nobilis*, protetta dalla



Pinna nobilis

Direttiva Habitat (allegato IV) ed essa stessa habitat per una ricca comunità di spugne epibionti. Molte di queste specie vivono esclusivamente in associazione con le praterie di posidonia, contribuendo quindi in modo determinante all'originalità e all'unicità di questo habitat. Le praterie di posidonia sono l'habitat marino più diffuso

lungo le coste del nostro paese, anche se ormai non sono più presenti lungo la costa dell'Adriatico settentrionale e centrale. Rappresentano una efficace difesa del litorale dall'erosione dovuta al moto ondoso, stabilizzando i fondali con i rizomi e smorzando le onde. Nelle praterie, inoltre, trovano rifugio molti pesci di interesse commerciale, contribuendo in modo determinante alla produttività dei nostri mari. La posidonia ha un ruolo essenziale come consumatore di anidride carbonica e produttore di ossigeno, contribuendo a stabilizzare il clima; è molto sensibile alle attività antropiche e, se scompare, i fenomeni erosivi aumentano, come accade anche a terra, dopo i disboscamenti. La pesca a strascico, le discariche, i ripascimenti del litorale, l'inquinamento in genere, persino gli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto costituiscono una seria minaccia per l'integrità della posidonia che, quindi, ben merita lo status di specie di interesse comunitario e, anche, l'intensa attività di protezione realizzata nei suoi confronti. I tentativi di trapianto di *Posidonia* da ambienti disturbati ad ambienti meno influenzati da attività antropiche non ha dato, ad oggi, i risultati sperati. In questi ultimi anni, la posidonia tende a fiorire molto frequentemente, mentre in passato il fenomeno era raro. Le praterie, quindi, crescevano solo per via vegetativa e nessuna nuova prateria era rigenerata da eventi di riproduzione sessuale. Dai primi anni ottanta, invece, è stata segnalata la presenza di fioriture che, però, non portavano alla produzione di frutti. In seguito, la produzione di frutti è stata segnalata, ma senza che venisse segnalata la produzione di semi, poi sono stati segnalati i semi ma non le plantule e, infine, sono state segnalate nuove plantule. Si ipotizza che il riscaldamento delle acque, dovuto al cambiamento globale, stia favorendo questa specie.

Il coralligeno. Man mano che la luce si attenua, a causa della maggiore profondità o della topografia del substrato (esposizione a Nord, in anfratti e grotte), il paesaggio non è più dominato dalle alghe fotofile, sostituite dalle alghe coralline, ed aumenta la componente animale, caratterizzata dalla dominanza di antozoi, briozoi, policheti serpulidi e spugne. Molti di questi organismi hanno porzioni del corpo costituite da carbonato di calcio. Dopo la morte lo scheletro rimane fisso al substrato e, su di esso, crescono altri organismi, a loro volta substrato per altri ancora. Generazione dopo generazione la concrezione di scheletri calcarei cresce e si eleva dal substrato. Queste concrezioni sono dette coralligene, non per la dominanza di coralli, ma per la prevalenza di alghe coralline. Il coralligeno è la tipica biocenosi di ambiente profondo dove la luce penetra moderatamente. Tipica della comunità è la fitta copertura

biologica, con organismi incrostanti che coprono densamente i substrati rocciosi, sovrapponendosi fino a nascondere completamente il substrato su cui originariamente si sono insediati. Tra gli organismi strutturanti dominano: tra le alghe *Mesophyllum lichenoides*, *Lithophyllum stictaeforme*, *Palmophyllum crassum*, *Peyssonnelia rosa-marina*, tra le spugne *Axinella cannabina*, *Calyx nicaeensis*, *Spirastrella* sp., *Clathrina* sp., *Cliona* spp., tra i briozoi *Sertella* sp. e *Myriapora truncata*. Questa biocenosi può formarsi in una zona compresa tra 10 e 80 m di profondità dove le condizioni di luce sono ancora tali da rendere possibile una crescita massiva delle alghe incrostanti; la fascia di passaggio fra l'ambiente fotofilo e il coralligeno è detta precoralligeno, con caratteristiche simili a quelle del coralligeno, ma con concrezionamento e copertura meno fitti e sviluppati.



Coralligeno di parete, popolato dai pesci *Dentex dentex*, *Sciaena umbra*, *Anthias anthias*, *Chromis chromis*, dalle spugne *Axinella cannabina*, *Agelas oroides*, *Dysidea avara*, *Petrosia ficiformis*, dagli cnidari *Eunicella cavolinii* e *Plumularia* sp., dai briozoi *Myriapora truncata*, *Pentapora fascialis*, *Sertella septentrionalis*, dal tunicato *Halocynthia papillosa* e da diverse specie di alghe

Il coralligeno può svilupparsi sia sulle pareti rocciose strapiombanti (coralligeno di parete) sia sui fondali piatti (coralligeno di piattaforma). Nelle grotte della penisola salentina sono state trovate vere e proprie stalattiti formate da concrezioni attorno a fasci di tubi di policheti serpulidi del genere *Protula* che, partendo dal soffitto delle grotte, scendono verso il basso con formazioni coniche allungate, identiche alle stalattiti formate per gocciolamento. Queste formazioni sono state battezzate biostalattiti e costituiscono una terza modalità di formazione del coralligeno, la cui distribuzione è ancora tutta da investigare. I fondali coralligeni sono i paesaggi sottomarini più spettacolari. Le pareti strapiombanti, coperte da foreste di gorgonie (*Eunicella*, *Paramuricea*) sono la principale attrattiva del turismo subacqueo. Il riscaldamento globale, che conduce al conseguente abbassamento del termoclino, può danneggiare questi

popolamenti che, forse, sono più sensibili alle alte temperature che all'eccessiva illuminazione. Subitanei abbassamenti del termoclino hanno causato, in passato, morie massive di gorgonie e di altri organismi del coralligeno, indicando la grande sensibilità di questo popolamento di formatori di habitat alle alte temperature, presenti in estate nelle acque superficiali del Mediterraneo. Inoltre, il coralligeno è spesso meta del turismo subacqueo, una fonte potenziale non trascurabile di impatto su questi popolamenti. Soprattutto all'interno dei confini delle Aree Marine Protette è indispensabile una gestione di questa attività al fine di limitarne l'impatto. Le conseguenze più evidenti della frequentazione da parte dei subacquei sono a carico degli organismi sessili di substrato duro a forma eretta e calcificati. Il coralligeno è spesso ben sviluppato negli ambienti di grotta.



Coralligeno di piattaforma, popolato dai pesci *Epinephelus guaza*, *Scorpaena scrofa*, *Muraena helena*, *Diplodus* sp., dalle spugne *Spongia agaricina*, *Dysidea avara*, *Agelas oroides*, dai briozoi *Myriapora truncata*, *Pentapora fascialis*, dal mollusco gasteropode *Astrea rugosa*, dall'echinoderma *Centrostephanus longispinus* e dal tunicato *Halocynthia papillosa*

Le grotte marine. Le grotte marine sono prioritarie per la Direttiva Habitat. Sono molto comuni lungo alcuni tratti delle coste rocciose del nostro paese, in particolar modo in Puglia, in Campania, in Sardegna e in Sicilia, mentre sono assenti lungo le coste dove prevalgono i fondi mobili. Le grotte marine di solito derivano da fenomeni carsici, in cui le acque sotterranee scavano gallerie che arrivano al mare. La presenza delle grotte marine conferisce altissima rilevanza naturalistica alla costa. Le grotte marine possono avere importanti comunicazioni col mare, oppure possono essere quasi o completamente chiuse rispetto al mare. In questo secondo caso, una grotta diventa un ambiente autonomo in cui possono vivere specie endemiche, esclusive di una singola cavità. In anni recenti, ad esempio, nella parte chiusa della Grotta Zinzulusa, in Salento, è stata scoperta la spugna *Higginsia ciccaresei*: si tratta di



Higginsia ciccaresei

una specie che, per quanto si sa, vive esclusivamente in quella grotta. Se l'acqua interna alla grotta dovesse subire modificazioni radicali, magari dovute a infiltrazioni di inquinanti, la specie potrebbe estinguersi. È ovvio che, in questi casi, l'habitat e il suo contenuto (le specie endemiche) hanno altissima rilevanza in termini di biodiversità. Al di là di questi casi specifici, studi recenti hanno messo in evidenza come

grotte anche piuttosto vicine tra di loro (nell'ordine dei chilometri-decine di chilometri) siano caratterizzate da popolamenti molto diversi, a sottolineare il carattere di unicità di questi ambienti. La mancanza di luce già a pochi metri di distanza dall'ingresso fa sì che il mondo vegetale sia bandito dalle parti interne delle grotte, dove dominano gli animali. La fauna sessile è formata da spugne, idrozoi, coralli, briozoi, anellidi policheti tubicoli, ascidie. Questi organismi formano concrezioni sulle pareti delle grotte, contribuendo a generare effetti cromatici che, in quanto a bellezza, gareggiano con le formazioni coralline tropicali. Mentre negli ambienti ben illuminati il colore dominante è il verde, nella gamma delle sue tonalità, nelle grotte dominano il giallo, l'arancione, il rosso, il bianco. Anche le alghe all'imboccatura sono di solito rosse. Il plancton di grotta, sino ad ora poco studiato, si sta rivelando di estremo interesse per la presenza di specie particolari, apparentemente esclusive di tale habitat. Il volano che porta nutrimento all'interno della grotta è spesso costituito da crostacei misidacei che passano il giorno nelle grotte per poi uscire durante la notte. Le migrazioni orizzontali di questi crostacei fanno sì che essi siano un nutrimento per i predatori che vivono nelle grotte (ad esempio attinie e pesci), ma anche le loro feci sono materiale organico che viene rilasciato nelle parti più profonde delle grotte dove, probabilmente, sostiene i filtratori sessili. Anche nelle grotte tipicamente marine esistono, soprattutto nelle parti più interne, specie assenti o rare all'esterno, come il porifero *Petrobiona massiliana*, considerato un fossile vivente. Un altro aspetto particolare delle grotte marine è che, anche a pochi metri di profondità, si possono trovare specie che, altrimenti, vivono nelle profondità marine.

Molte specie di pesci trascorrono nelle grotte il periodo giovanile e in esse trovano rifugio anche da adulti. La specie più tipica è la corvina (*Sciaena umbra*), tanto che molte grotte hanno il nome popolare di "Grotta delle corvine" perché i primi esploratori subacquei trovarono molti esemplari di questa specie, e di dimensioni ragguardevoli. Purtroppo oggi è molto difficile trovare grossi esemplari di pesci nelle grotte accessibili ai subacquei e il motivo è fin troppo evidente. Gli ambienti di grotta sono molto spettacolari e costituiscono una grande attrattiva per il turismo subacqueo. Il fascino dell'esplorazione di una cavità sommersa non ha eguali nella pratica dell'immersione subacquea. L'intensa frequentazione, però, costituisce una minaccia all'integrità dei popolamenti di grotta. Ogni grotta ha una fisionomia particolare e unica: l'originalità e l'unicità delle grotte marine rendono questi habitat particolarmente meritevoli di protezione

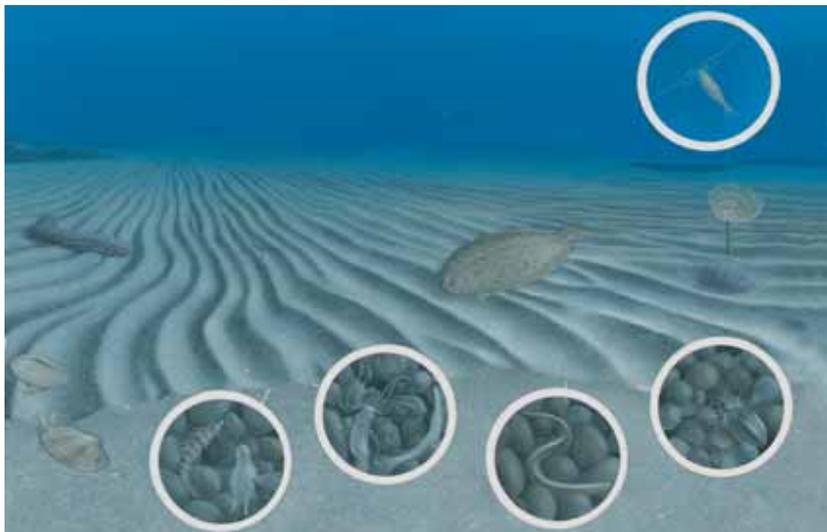
e gestione. Se la fruizione di questi ambienti porta al loro degrado, si perde un'unicità difficilmente rimpiazzabile. È quindi di estrema importanza identificare criteri di valutazione dell'integrità delle grotte, in modo da poter misurare l'impatto della frequentazione e regolamentarlo prima che il motivo di attrattiva venga distrutto. La presenza di colonie arborescenti di animali fragili, come i briozoi, è stata utilizzata per valutare la frequentazione dei subacquei. Le colonie sono di grandi dimensioni, e con le punte integre, nelle grotte poco frequentate; mentre in grotte molto frequentate sono più piccole e i loro apici sono spezzati, a causa dello sfregamento dei subacquei o delle loro attrezzature. Le bolle emesse dagli autorespiratori ad aria, poi, potrebbero accumularsi sul soffitto delle grotte, creando condizioni poco favorevoli per gli organismi insediati a "testa in giù". Il troppo amore per questi ambienti, la curiosità di conoscerli, potrebbe essere causa del loro degrado.



L'ingresso di una grotta marina

I fondi mobili. Le coste sabbiose sono il maggior richiamo per il turismo balneare, la principale fonte di reddito da turismo in tutta l'area mediterranea. La gestione delle spiagge e dei fondali antistanti, quindi, è di vitale importanza per il nostro benessere economico e, anche, per le nostre vacanze. I fondi mobili sono descritti in base alla dimensione dei granelli di sedimento (granulometria) e alla quantità di detrito organico in essi presenti. Un fondo è mobile se il moto ondoso o le correnti sono in grado di muovere le sue componenti. Una caduta di massi lungo un litorale roccioso sarà "mobile" solo in caso di mareggiate di forza estrema, mentre un fondo fangoso sarà risospeso (e quindi mosso) anche da idrodinamismo debole. I massi di un metro di diametro e più saranno probabilmente colonizzati da alghe fotofile sulla parte esposta alla luce e le parti all'ombra saranno invece coperte da spugne, briozoi, antozoi,

ascidiacei e idroidi. Questa differenza di colonizzazione ci dice che le varie parti dei massi sono habitat per organismi differenti e che le condizioni per la loro crescita sono relativamente costanti. Il masso è rimasto in quella posizione abbastanza a lungo da permettere lo sviluppo di una copertura biologica rilevante, con richieste ambientali molto differenti. Se le dimensioni dei massi sono inferiori a qualche decimetro, la colonizzazione sarà di molto inferiore e lo spessore delle concrezioni sarà di scarso rilievo. Le mareggiate, infatti, possono rivoltare i massi e cambiare in modo drammatico le condizioni di vita degli organismi insediati. Se le dimensioni sono di pochi centimetri abbiamo i ciottoli, mai colonizzati e di forma regolare a causa dello sfregamento dovuto al continuo movimento. Col diminuire del diametro dei singoli componenti del fondale si passa poi alla ghiaia, alla sabbia



Fondi mobili con sogliole (*Solea vulgaris*), vongole (*Ruditapes decussatus*), policheti (*Sabella penicillus*, *Nereis* sp.), anfipodi (*Gammarus locusta*), echinodermi (*Ophioderma longicaudum*, *Spatangus purpureus*, *Holoturia tubulosa*). Nei tondi, da sinistra, esemplari della fauna interstiziale: chinorinchi e gastrotrichi, idroidi e gnatostomulidi, nematodi, cisti di copepodi e loriciferi e, nella colonna d'acqua, un copepode

grossolana, alla sabbia fine, a fondi in cui si possono avere mescolanze di sedimento inorganico e di detrito organico, e poi ancora fango e limo. Vicino alla costa è facile trovare grande varietà di tipologie di fondi mobili, mentre al largo, a maggiori profondità, sono i fanghi a dominare.

Spesso i fanghi del largo sono formati dall'accumulo di scheletri di organismi planctonici microscopici che, millennio dopo millennio, hanno formato immani depositi. La composizione geologica dei granelli di sedimento (in particolare la presenza di silice) può influenzare la diversità e abbondanza degli organismi colonizzatori. I fondi mobili costituiscono habitat differenti, quindi, a seconda della dimensione dei granelli di sedimento e della litologia del sedimento stesso. In molti casi i fondali sabbiosi sono colonizzati dalle già citate praterie di posidonia, ma lungo buona parte delle nostre coste la sabbia resta scoperta e costituisce, essa stessa, l'habitat per altre comunità marine. I letti sabbiosi possono essere colonizzati da alghe calcaree a vita libera che formano il cosiddetto *maerl*. Si tratta delle corallinacee *Lithothamnion coralloides* e *Phymatolithon calcareum* che, invece di crescere attaccate al substrato, crescono libere e rotolano spinte da correnti o dal moto ondoso, assumendo forme varie. Si tratta di specie di interesse comunitario, inserite nella Direttiva Habitat. I fondi a *maerl* sono sensibili all'impatto antropico e meritano oculata gestione, anche per la loro grande originalità. Si tratta di microbiocostruzioni, in cui gli organismi, invece di formare substrati simili a quelli rocciosi, formano fondi a ciottoli "viventi".

Più comunemente, però, i fondi mobili marini appaiono "deserti". Tuttavia, a differenza dei deserti sabbiosi terrestri, gli ambienti marini corrispondenti sono

ricchi di forme di vita. I produttori primari macroscopici sono assenti dai fondali sabbiosi della zona eufotica: gli autotrofi sono rappresentati da alghe microscopiche che vivono sulla superficie e negli interstizi dei primissimi millimetri della sabbia. Gli animali macroscopici non hanno nascondigli sulla superficie della sabbia, e sarebbero facili bocconi per i predatori. Invece di usare il substrato in due dimensioni, colonizzandone la superficie come fanno i colonizzatori delle rocce, gli animali di solito usano il volume della sabbia, e quindi una terza dimensione, e si infossano. I fondali sabbiosi ospitano organismi diversi a seconda della granulometria e, anche, della natura



L'anemone di sabbia (*Condylactis aurantiaca*)

geologica dei granelli di sedimento. Gli organismi dominanti, per la macrofauna, sono gli anellidi policheti e i molluschi bivalvi, ma sono anche abbondantissimi i crostacei, principalmente decapodi, anfipodi e isopodi, gli echinodermi, con i ricci irregolari e le stelle predatrici, alcune specie di attinie fossorie e molte specie di pesci in grado di infossarsi nella sabbia, dalle sogliole e rombi, alle pericolose tracine, dagli aculei velenosi, che spesso infliggono dolorosissime ferite a chi cammina sulla sabbia. Gli organismi fossori scavano nella sabbia, spostandola per trovare rifugio al suo interno.

Esiste poi una vastissima gamma di organismi di ridotte dimensioni, inferiori al millimetro, che vivono negli interstizi del sedimento e che formano la cosiddetta fauna interstiziale. L'habitat degli spazi tra i granelli di sedimento permette alla meiofauna di muoversi nuotando nell'acqua interstiziale o strisciando sulla superficie dei vari granelli. Questi organismi non spostano il sedimento, a differenza degli organismi fossori. L'habitat interstiziale è senza dubbio il più originale dell'intera biosfera. Di esso sono esclusivi alcuni *phyla*:



Il gastrotrico *Tetranchyroderma anomalopsum*

gnatostomulidi, chinorinchi, loriciferi. Inoltre, sono rappresentati nei meiobentos altri *phyla* con rappresentanti che, in altri habitat, hanno in genere maggiori dimensioni: cnidari, platelminti, nemertini, nematodi, rotiferi, gastrotrichi, tardigradi, sipunculoidei, anellidi, artropodi, molluschi, briozoi, brachiopodi, echinodermi, cordati.

Non esiste altro habitat che abbia una tale varietà di *phyla* animali e un così alto numero di *phyla* esclusivi. Pur essendo estremamente originale, l'habitat interstiziale non viene considerato di rilevante interesse solo perché non è abitato da animali carismatici, evidenti ai nostri sensi ed evocativi di forti emozioni.

Nessuna specie della meiofauna è inclusa tra le specie meritevoli di protezione e l'habitat non è considerato in alcuna direttiva, essendo incluso nelle varie tipologie di fondo molle, in cui viene però considerata esclusivamente la macrofauna (organismi di dimensioni



L'echinoide *Brissus* sp.

superiori al millimetro).

I fondi molli sono i più impattati da attività antropiche direttamente distruttive. Prima tra tutte la pesca a strascico, ma recentemente si stanno sviluppando attività potenzialmente impattanti, come gli impianti di trivellazione del fondale marino, o l'acquacoltura. Un impianto di gabbia galleggiante, per esempio, produce molti scarti, sotto forma di feci degli animali in allevamento e sotto forma di mangimi che non vengono consumati. I fondali mobili devono essere seguiti con programmi di monitoraggio, ed eventualmente di mitigazione, in modo da poter essere difesi da impatti specifici.

In Italia sono quasi esclusivamente gli habitat di fondo duro ad essere protetti. Per soddisfare il criterio della rappresentatività degli habitat e dei popolamenti da porre sotto regime di tutela sarebbe necessario, in un'ottica di conservazione efficace, che i fondi molli fossero adeguatamente rappresentati nelle liste degli habitat protetti.

Il mare profondo: canyon sottomarini, coralli bianchi, sorgenti idrotermali e vulcani di fango. Quando, durante la crisi del Messiniano, 5 milioni di anni fa, il Mediterraneo si prosciugò almeno in parte, i fiumi esercitarono la loro attività erosiva su porzioni di territorio ora sommerse dal mare. Si formarono, allora, i canyon che, oggi, sono sotto il livello del mare e che continuano, sott'acqua, l'orografia delle terre emerse. I canyon possono essere anche molto profondi: quello di Taranto, per esempio, raggiunge le massime profondità del Mediterraneo. Le correnti marine, in corrispondenza dei canyon, hanno andamenti particolari, con approfondimento delle acque (*downwelling*) e conseguente risalita (*upwelling*) che innescano processi di ricambio essenziali per la circolazione dei nutrienti dalla platea continentale alla scarpata e alle zone più profonde. Lungo la scarpata continentale, tra 350 e 1100 m di profondità, sono presenti

formazioni coralline delle specie *Madrepora oculata* e *Lophelia pertusa*. Fino a qualche anno fa, tali formazioni erano ritenute prevalentemente morte, a testimonianza di un passato rigoglio di popolazioni coralline ormai estinte. Campagne di ricerca in mare profondo hanno evidenziato grandi porzioni viventi di queste due specie al largo di Santa Maria di Leuca, ed è probabile che lo stato dei coralli bianchi lungo le nostre scarpate continentali possa essere ancora relativamente buono anche in altre parti delle coste italiane. L'esplorazione del mare profondo, infatti, sta riservando notevoli sorprese, con habitat dalle caratteristiche originalissime, come le sorgenti idrotermali, spesso ospitanti una fauna che basa la propria esistenza sulla simbiosi con batteri chemiosintetici e quindi indipendente dalla produzione primaria basata sull'energia solare. I vulcani di fango, noti in ambiente terrestre, sono presenti nelle profondità marine e la loro esplorazione darà sicuramente notevoli sorprese.



Fondale profondo caratterizzato dalla presenza dei coralli bianchi *Lophelia pertusa* e *Madrepora oculata*, si vedono i pesci *Pagellus bogaraveo* e *Helicolenus dactylopterus* (sul fondo), il crostaceo *Rochinia rissoana* e lo cnidario antipartario *Leiopathes glaberrima*

L'ambiente pelagico. Oceani e mari sono l'habitat più diffuso sull'intero pianeta: un ambiente tridimensionale, dove il paesaggio è di solito costituito da animali. I produttori primari (corrispondenti alle piante a terra) sono microscopici, unicellulari e non sono da noi percepibili, se non per il colore che conferiscono all'acqua. La colonna d'acqua è dominata dagli animali e i più cospicui appartengono al necton, quelli in grado di muoversi controcorrente, in modo attivo.



Un banco di pesce azzurro

A differenza degli habitat di fondo, gli habitat pelagici hanno caratteristiche meno stabili. L'acqua si sposta, le correnti possono cambiare. Lungo le nostre coste, di solito, esistono correnti unidirezionali parallele alla linea di riva, legate alla macrocircolazione delle acque nel Mediterraneo. In Adriatico, per esempio, la corrente principale lungo le coste italiane va da Nord verso Sud, mentre la corrente lungo le coste albanesi e croate va da Sud verso Nord. Queste grandi direttrici, però, subiscono notevoli variazioni lungo la costa. Un grande promontorio, per esempio, farà quasi da barriera alla corrente che, nella porzione esposta alla direzione principale, accumulerà organismi e sospensioni che, però, verranno poi trasportati via dal flusso. Nella parte a ridosso, protetta dal promontorio, la

corrente passerà al largo, ma, di solito, in questi casi si verificano fenomeni di controcorrente, con correnti locali sottocosta che hanno direzione opposta alla corrente principale. La definizione degli habitat pelagici, pur essendo parte delle conoscenze tradizionali da tempo inenarrabile, non è ancora ben formalizzata e richiede una convergenza di informazioni oceanografiche e bio-ecologiche che deve ancora essere in gran parte realizzata. La biologia della pesca, infatti, per molto tempo si è concentrata sulle tecniche di pesca e sulle specie bersaglio, mentre oggi l'Unione Europea, con l'approccio ecosistemico, chiede che le attività di pesca siano studiate e gestite come parte integrante dell'ecosistema marino. La pesca industriale, la distruzione degli habitat e l'inquinamento stanno depauperando sempre più le risorse ittiche a livello globale. I grandi tonni, da millenni alla



Tonno rosso (*Thunnus thynnus*)

base dell'economia di molti paesi, stanno diventando sempre più rari e, con loro, tutte le altre specie di grandi pelagici. I cetacei e i rettili marini sono protetti da particolari direttive (in particolare sono tutti inseriti in Direttiva Habitat). Le conseguenze di questa gestione degli habitat pelagici stanno portando a situazioni inaspettate. Dai fiordi della

Norvegia, alle acque del Mediterraneo, ai mari tropicali e subtropicali, le meduse diventano le dominatrici della colonna d'acqua, prendendo il posto dei pesci. In inglese il fenomeno viene descritto con la frase: *from a fish to a jellyfish ocean* (da un mare di pesci a un mare di meduse). Le proliferazioni di meduse sono di solito monospecifiche. Le specie più comuni nei nostri mari sono *Aurelia aurita*, *Cotylorhiza tuberculata*, *Rhizostoma pulmo* e, soprattutto, *Pelagia noctiluca*, molto comune in tutto il Mediterraneo e in Atlantico. *Pelagia* è molto urticante e ha inflitto gravissimi danni al turismo e alla pesca. Le meduse mangiano lo zooplancton a crostacei (cioè gli erbivori del mare, i piccoli animali, simili a gamberetti, che mangiano le microalghe produttrici primarie) sottraendolo alle larve dei pesci e quindi competendo con loro per le risorse. Le meduse, inoltre, mangiano direttamente le uova e larve dei pesci. L'ittiofauna, a questo punto, si trova tra

due fuochi: noi catturiamo e mangiamo gli adulti, le meduse catturano e mangiano le uova e le larve, oltre a nutrirsi del loro cibo. Il risultato è una semplificazione degli ecosistemi che, da una dominanza di vertebrati, passano alla dominanza degli animali attuali comparsi per primi nel corso dell'evoluzione. Gli animali di oggi, infatti, sono il risultato di una esplosione di diversità che ebbe origine 500 milioni di anni fa, nel Cambriano. Le meduse sono presenti anche nei reperti fossili antecedenti. La loro dominanza, quindi, sta riportando gli oceani ad uno stato Precambriano. L'habitat pelagico, pur essendo apparentemente omogeneo, quindi, presenta una grande diversità di condizioni ambientali e un'alta instabilità. Inoltre è attraverso il movimento di questo habitat liquido che tutti gli altri habitat ricevono nutrimento per i loro abitanti e sono in grado di scambiarsi propaguli.



Ambiente pelagico dominato dalla medusa *Aurelia aurita*

Porti e substrati artificiali. Gli ambienti marini creati dall'uomo, come i porti o le massicciate a protezione delle coste, sono habitat per molte specie sessili e vagili che, in queste condizioni, formano popolazioni con caratteristiche differenti da quelle di habitat naturali. I porti, a causa del traffico navale, ospitano specie aliene portate dalle navi sulle loro carene o nelle acque di zavorra. L'analisi degli habitat portuali può fornire informazioni su specie non indigene che potrebbero espandersi negli ambienti naturali.

Le massicciate a protezione dei litorali sono substrato idoneo per specie aliene come il mollusco *Rapana venosa* che, attraverso di esse, espandono il proprio areale in zone che altrimenti non avrebbero potuto raggiungere. Le specie di aree portuali sviluppano popolazioni molto abbondanti, in grado di trarre vantaggio dalla grande abbondanza di nutrienti di solito tipica di questi habitat.



Molti organismi planctonici come rotiferi, dinoflagellati, cladoceri e copepodi trascorrono la stagione avversa nei sedimenti marini, sotto forma di stadi di resistenza

Scambi tra habitat. Le connessioni tra i vari habitat sono maggiori di quel che appare studiando esclusivamente le forme adulte degli organismi che li abitano.

Molte specie bentoniche e nectoniche hanno larve planctoniche. L'habitat pelagico, quindi, è un crocevia spaziale e, anche, ontogenetico. Gli organismi non sono solo forme adulte. Sono, infatti, una sequenza di stadi ontogenetici, sono cicli biologici. Quando si parla di plancton si pensa a qualcosa che vive in sospensione nell'acqua, incapace di muoversi contro-corrente in modo autonomo. Ma molti planctoni hanno forme di resistenza che sopravvivono negli interstizi dei sedimenti, occupando l'habitat interstiziale. Molti organismi bentonici, sia sessili sia vagili, hanno larve planctoniche e, quindi, trascorrono nell'habitat pelagico parte della loro esistenza, utilizzandolo come fonte di nutrimento e come mezzo di connessione tra siti di insediamento.

■ Mediterraneo che cambia

Il termoclino estivo. I biota del Mediterraneo, ad affinità tropicale in estate e temperata in inverno, si stanno modificando radicalmente e, oggi, non sono più quelli di venti anni fa. Il numero di specie aliene di origine tropicale sta crescendo in modo esponenziale e le specie del bacino meridionale stanno rapidamente espandendo i loro



Tursiopo

areali di distribuzione, colonizzando gli habitat più settentrionali. Stanno entrando anche molte specie atlantiche, attraverso Gibilterra, ma spesso si fermano al Mare di Alboran e alla porzione più occidentale del Mediterraneo. Una delle conseguenze più immediate del riscaldamento globale dovrebbe essere il riscaldamento delle acque marine. Il fenomeno non è molto ovvio negli oceani perché lo scioglimento dei ghiacci polari, paradossalmente, produce grandi masse di acqua fredda e meno salina che pare stia modificando il corso delle correnti oceaniche. Questi fenomeni potrebbero avere forti impatti sulla corrente del Golfo, modificando il clima del nord Europa. L'area mediterranea potrebbe essere influenzata solo marginalmente da questa possibile catastrofe, in quanto il suo regime climatico non è determinato dalle grandi correnti oceaniche. Nel nostro mare il riscaldamento globale potrebbe, però, influenzare direttamente la profondità massima raggiunta dal primo termoclino estivo, lo strato d'acqua dove la temperatura cambia in modo brusco, separando le acque superficiali, direttamente esposte all'energia radiante solare, da quelle più profonde. Se il riscaldamento aumenta, lo strato di acqua calda superficiale che si forma ogni estate probabilmente aumenterà di spessore.

Il riscaldamento globale, sugli habitat, ha impatti evidenti a scala locale. Il termoclino estivo può raggiungere profondità ragguardevoli non solo per il riscaldamento, ma anche per condizioni di vento e pressione particolari che rendono il fenomeno molto intenso sottocosta e impercettibile al largo. In Mar Ligure, ad esempio, un evento di alta pressione e di venti verso costa ha spinto le acque superficiali più calde verso le falesie rocciose che caratterizzano quel tratto di costa, facendo scendere il termoclino estivo a 50 m, invece dei soliti 12-13 m. Questa anomalia ha causato un'impressionante moria di organismi sessili a vita lunga, in particolare le gorgonie. Gli organismi non hanno mostrato alcun segno di sofferenza al di sotto del termoclino. Questo evento dimostra come la temperatura giochi un ruolo chiave nel determinare la distribuzione verticale degli organismi sessili. L'acqua superficiale, scaldata in estate, determina condizioni nettamente separate da quelle al di sotto del termoclino. Questo porta a riconside-



Pelagia noctiluca

rare quali siano le variabili ambientali che determinano le caratteristiche dei vari habitat. In passato, oltre alla natura del substrato, la descrizione degli habitat con la componente vegetale identificava nella penetrazione della luce il fattore principale nel determinare la distribuzione degli organismi. Chi concentrava la propria attenzione sugli animali, invece, attribuiva un ruolo chiave al movimento dell'acqua, inteso come trasportatore di nutrimento. In seguito apparve evidente che luce e idrodinamismo hanno influenze sinergiche e che devono essere considerati assieme. Le morie dovute ad anomalie termiche suggeriscono che la temperatura sia un terzo attore nel determinare le caratteristiche degli habitat. Il passaggio da omeotermia invernale, quando la colonna d'acqua ha temperatura omogenea, a stratificazione estiva, quando l'acqua calda "galleggia" su quella più fredda, determina la composizione in specie delle biocenosi bentoniche. Le specie ad affinità calda, infatti, restano nella zona più superficiale, mentre quelle ad affinità fredda arrivano fin sotto il termoclino estivo e non salgono ulteriormente. Specie a vita lunga e molto evidenti, come le gorgonie, sono morte in una notte per l'abbassamento del termoclino in Mar Ligure. Le dimensioni ragguardevoli di questi animali sono raggiunte in tempi relativamente lunghi e se questo è stato possibile allora eventi del genere non si erano verificati per lungo tempo. Pur agendo in un arco temporale breve, quindi, la stratificazione termica influenza in modo drastico le condizioni dei nostri habitat marini.

L'origine delle acque profonde e il transiente. Oltre ad avere un ruolo locale, le condizioni di temperatura di particolari siti condizionano le caratteristiche di vaste aree del Mediterraneo, agendo a scala di bacino. Le aree che si raffreddano maggiormente durante l'inverno sono il Nord Egeo, il Nord Adriatico e il Mar Ligure (soprattutto il Golfo del Leone). Il raffreddamento è causato dai venti freddi settentrionali. L'acqua del Golfo di Trieste a volte gela in superficie e non è raro che la temperatura raggiunga i 6°C, molto inferiore, quindi, rispetto ai 12-13°C delle altre acque italiane durante l'inverno. Le acque fredde aumentano di densità e tendono ad affondare, raggiungendo le massime profondità del Mediterraneo. In questi siti freddi, quindi, si formano le acque profonde del bacino: le acque superficiali, ossigenate e fredde, arrivano nelle parti più profonde, ossigenandole, e fanno risalire le acque profonde "consumate". Gli habitat profondi del Mediterraneo, quindi, devono le loro caratteristiche non solo alle condizioni locali determinate dalla natura del substrato, ma anche all'apporto di acque da siti superficiali di formazione di acque profonde. Nel bacino occidentale il Golfo del Leone rifornisce le parti più profonde di quella porzione del Mediterraneo, mentre nel bacino orientale questo ruolo è svolto dal Nord Adriatico.

Anomalie in questi processi di formazione di acque profonde possono avere ripercussioni che vanno ben oltre la scala di fenomeni locali di riscaldamento. Il Nord Adriatico, la parte più fredda di tutto il Mediterraneo, per un certo perio-



Fucus virsoides, tipico del Nord Adriatico, è diventato, negli ultimi anni, infestante nella Laguna di Venezia

raffreddamento delle acque delle porzioni settentrionali del bacino, le acque profonde potrebbero non rinnovarsi più, con conseguenze catastrofiche sugli habitat dell'intero bacino.

Mediterraneo ieri e oggi. A partire dall'Ottocento, mari e oceani sono stati esplorati con spedizioni scientifiche effettuate da navi oceanografiche che si spostavano continuamente, misurando variabili ambientali, cartografando i fondali e raccogliendo campioni biologici. Un modo alternativo per studiare la biodiversità marina privilegia studi *in situ* rispetto al vagare delle navi oceanografiche. A Napoli, sempre nell'Ottocento, fu fondata per questo la Stazione Zoologica: un edificio attrezzato per la ricerca scientifica, da e in cui esplorare con continuità l'espressione della biodiversità marina, individuandone i ritmi e i cicli. La grande scala spaziale coperta dalla mobilità delle navi oceanografiche ha come vincolo una piccola scala temporale, dovuta alle visite episodiche alle stazioni di campionamento. Al contrario, la ridotta scala spaziale considerata dalle stazioni marine, base per studi *in situ* e in condizioni controllate, a livello di organismi singoli o di interazioni tra organismi, è controbilanciata da un'ampia scala temporale, con studi a lungo termine.

Pur avendo base in Italia, l'approccio stanziale all'esplorazione della biodiversità marina fu concepito da studiosi nordici (nel caso della Stazione Zoologica di Napoli fu Anton Dohrn) e presto i paesi del Nord Europa impiantarono stazioni di ricerca lungo le coste mediterranee, consci della maggiore ricchezza biologica di questo mare rispetto agli altri mari europei. L'Austria-Ungheria fondò stazioni di ricerca nel Nord Adriatico, mentre la Francia costellò di stazioni di ricerca la Costa Azzurra e il Golfo del Leone. La massa di informazioni generate dalla ricerca marina si concentrò sulle parti più settentrionali del bacino, con attenzioni eccezionali allo Stretto di Messina, a causa delle sue peculiarità oceanografiche e biologiche. Queste informazioni "antiche" ci permettono di fare confronti con la situazione attuale, e di vedere se e come il Mediterraneo di oggi sia cambiato.

do ha smesso di rifornire con le sue acque dense le parti più profonde del bacino orientale, con uno stravolgimento della dinamica oceanografica di tutto il bacino. Questo fenomeno è stato chiamato "transiente del Mediterraneo orientale" e ha visto le acque fredde del Nord Egeo sostituire quelle del Nord Adriatico nel ruolo di sorgente superficiale di acque profonde. Se i "motori termici" del Mediterraneo dovessero venir meno, per il mancato

Tropicalizzazione e meridionalizzazione. La formazione di liste di specie ha avuto da sempre il fine di elencare la varietà dei viventi che abitano una certa zona. Le nuove segnalazioni si aggiungono alle precedenti e la biodiversità aumenta, dando l'impressione che gli habitat diventino sempre più ricchi in specie: le liste di specie dei mari italiani sono oggi molto più ricche di quelle di qualche decennio fa. Il motivo è molto semplice: le vecchie liste vengono aggiornate man mano che nuove specie vengono scoperte o segnalate per la prima volta per il bacino, e la lista non può che allungarsi. Le aggiunte sono di due tipi: specie autoctone poco cospicue, mai viste prima per scarsità di sforzi di ricerca, e specie non indigene, arrivate di recente. Gran parte delle segnalazioni recenti per le acque italiane è di origine tropicale e il loro ingresso in habitat mediterranei è chiamato "tropicalizzazione". Alcune di queste specie, come quelle delle alghe del genere *Caulerpa*, sono diventate un elemento dominante dei nostri habitat superficiali, dove *Caulerpa racemosa* ha assunto addirittura il ruolo di formatore di habitat. Un altro fenomeno importante è la "meridionalizzazione": l'ampliamento verso settentrione di specie che, in passato, avevano una distribuzione limitata alla parte più meridionale del Mediterraneo.

Gli habitat settentrionali sono "meridionalizzati" da specie che provengono da Sud. Un esempio importante è il pesce *Sparisoma cretense*, un variopinto pesce pappagallo, da sempre conosciuto per il Mediterraneo Orientale, che solo da pochi anni è una presenza comune anche nel prodotto della pesca di alcune regioni come la Puglia, dove prima era sconosciuto.



Una femmina di pesce pappagallo di Creta (*Sparisoma cretense*): un esempio di meridionalizzazione

Specie ad affinità fredda. Tropicalizzazione e meridionalizzazione descrivono l'aggiunta di nuove specie a quelle preesistenti, testimoniando un aumento netto di biodiversità. Ma sarà vero che la biodiversità è aumentata?

L'attenzione dei biologi è concentrata sulle novità, mentre è raro che ci si renda conto dell'assenza di specie, a meno che siano carismatiche, come le specie acquatiche i cui rappresentanti respirano ossigeno atmosferico (mammiferi, uccelli e rettili marini). Delfini e cetacei in generale, foche, gabbiani, tartarughe sono oggetto di grande attenzione e la loro scomparsa suscita immediato allarme, mentre le specie poco cospicue sono spesso fuori dai cuori di chi si preoccupa della conservazione della biodiversità. La specie *Tricyclusa singularis*, per esempio, fu trovata per la prima volta a Trieste, a metà dell'Ottocento. Si tratta di un idrozoa talmente peculiare che fu classificato in un genere e una famiglia creati appositamente per lui. Dopo quel primo ritrovamento, *Tricyclusa* non è più stata segnalata, ma nessuno si preoccupa della sua scomparsa e la specie non è neppure inserita nelle liste delle specie meritevoli di attenzione. *Tricyclusa singularis*, endemica del Nord Adriatico, la parte più fredda del Mediterraneo orientale, unica rappresentante di una famiglia, potrebbe essere facilmente vittima del riscaldamento globale. Un destino analogo potrebbe avere *Paracoryne huvei*, un altro idroide dal piano strutturale talmente peculiare da avere anch'esso meritato di essere ascritto a una famiglia tutta sua. *Paracoryne*, lo abbiamo visto, è tipica della zona di marea ed è endemica del Mar Ligure e del Golfo del Leone, la par-



Capodoglio (*Physeter catodon*), famosa specie "carismatica"

te più fredda del Mediterraneo occidentale. Quasi ogni gruppo tassonomico ha rappresentanti endemici di queste porzioni fredde; si tratta di relitti glaciali o, comunque, di specie adattate a queste condizioni particolari. Sarebbe bene farne un elenco completo e sarebbe bene verificarne lo stato di conservazione.

Le liste delle specie minacciate cambierebbero radicalmente se davvero si studiasse la diversità in modo più scientifico e meno emotivo. Gran parte della biodiversità è costituita da specie poco cospicue e non carismatiche, a differenza delle specie presenti nelle liste rosse. Le già citate morie di specie sensibili alle alte temperature ci mostrano come moltissimi organismi subiscano lo stress del riscaldamento delle acque. In alcuni casi queste specie ad affinità fredda possono vivere spostandosi in profondità, al di sotto del termoclino estivo, ma questo non è possibile in mari poco profondi come il Nord Adriatico.



Paracoryne huvei, unica specie della famiglia dei paracorinidi, è una importante espressione della biodiversità

Adattamenti alle nuove condizioni. La vita procede tenendo dietro ai continui cambiamenti ambientali che caratterizzano l'intera storia del nostro pianeta. Non è detto, quindi, che una specie ad affinità fredda debba forzatamente soccombere se il suo habitat diventa più caldo. Potrebbe anche adattarsi alle nuove condizioni e risultare favorita. *Fucus virsoides*, l'unico rappresentante di questo genere di alga in Mediterraneo, endemico dell'Adriatico settentrionale, nei decenni scorsi ha attraversato una fase di regressione. Sarebbe stato fin troppo facile attribuire il fenomeno al cambiamento del suo habitat preferenziale, di tipo temperato freddo. Negli ultimi anni, nonostante il riscaldamento globale, *Fucus virsoides* è riapparso con popolazioni molto vigorose, colonizzando in modo massivo la laguna di Venezia. Attraversare periodi di crisi, con popolazioni ridotte quasi ai minimi termini, può spesso portare le specie all'estinzione, ma le popolazioni ridotte a pochi individui possono anche "fondare" nuove popolazioni con assetti genetici differenti da quelli dei loro predecessori, rivelandosi vincenti in situazioni che potrebbero apparentemente essere origine di forte stress. È con questi meccanismi che gli insetti diventano resistenti agli insetticidi, evolvendo resistenza a partire da popolazioni ridotte, selezionate proprio dai nostri veleni verso assetti genetici in grado di far fronte a situazioni di disagio per la specie. Ci possiamo aspettare, quindi, che le specie soccombano per le modificazioni dei loro habitat, ma dobbiamo anche considerare che nuove condizioni portino a nuovi adattamenti.



L'area marina protetta di Giannutri (Toscana)

Una situazione molto dinamica. Tutte le indicazioni mostrano che la fisica e la biologia del Mediterraneo si stanno modificando in modo univoco verso un assetto climatico che, da temperato, sta rapidamente assumendo caratteri di tipo tropicale. Gli habitat, e le specie formatrici di habitat, stanno cambiando. Per apprezzare il cambiamento occorrono punti di riferimento, occorre la conoscenza di situazioni di partenza. Se si considera che le attività umane hanno cominciato a determinare trasformazioni nel paesaggio marino a partire da 2500 anni fa, è facile comprendere come sia difficile avere una idea di condizioni naturali. Le informazioni che noi abbiamo a disposizione si riferiscono a periodi in

cui le attività antropiche avevano già cominciato ad operare. La conseguenza è che, per gli habitat marini, le nostre conoscenze sono estremamente frammentarie e sono limitate ad alcune tipologie di habitat.

Le praterie di *Posidonia oceanica*, l'habitat mediterraneo più caratteristico e diffuso, sono state mappate ripetutamente, anche in ottemperanza alle scelte della Direttiva Habitat, mentre le conoscenze sulle altre tipologie di habitat sono alquanto frammentarie e sono lasciate all'iniziativa di singoli ricercatori che, magari, segnalano la presenza di biocostruzioni anche in assenza di programmi tesi alla loro salvaguardia o conoscenza.

Uno dei risultati più rilevanti del progetto Afrodite, teso a porre le basi per mettere in rete le Aree Marine Protette italiane, è stata la mappatura georeferenziata degli habitat presenti nelle zone A. È in corso la mappatura del resto delle AMP italiane, ma il resto del nostro territorio marino rimane in gran parte sconosciuto nella sua diversità. La scoperta di banchi di coralli bianchi nel mare di Santa Maria di Leuca, o di biocostruzioni come le biostalattiti delle grotte salentine, indica che il nostro mare ci riserva ancora moltissime sorprese, sia positive, come quelle dei coralli bianchi, sia potenzialmente negative, come quella relativa allo stato di conservazione delle specie ad affinità fredda che vivono nelle parti settentrionali del bacino.

Il grande sforzo di mappatura della distribuzione degli habitat terrestri deve necessariamente essere ora esteso agli habitat marini ed è impellente una strategia che miri a fare il punto della situazione attuale, anche per poter valu-

tare, in futuro, l'entità dei cambiamenti che sono drammaticamente in corso. Appare oltremodo necessario che, a fianco ad una lista condivisa di tipologie di habitat, si compilino liste di specie registrate nei vari habitat.

Le informazioni sulla diversità specifica degli habitat sono contenute principalmente nella letteratura tassonomica e devono essere ricavate da un'accurata analisi di fonti bibliografiche che, per il Mediterraneo, risalgono a due e, a volte, persino tre secoli fa. La storia degli habitat e della loro diversità specifica, quindi, può e deve essere ricostruita, perché il presente si comprende solo se si tiene conto del passato.

Occorre mappare la distribuzione verticale delle specie ad affinità fredda lungo gradienti latitudinali, per vedere se il loro limite superiore di distribuzione tende ad approfondirsi anche nelle porzioni settentrionali del bacino, ad indicare un approfondimento del termoclino. Occorre valutare come lo stesso habitat possa comunque cambiare nella composizione in specie e nei rapporti quantitativi tra le specie a seguito dell'influenza delle molteplici fonti di impatto che ormai non operano singolarmente, ma in modo sinergico. Occorre vedere come le specie aliene interagiscono con quelle autoctone, e capire se le stanno sostituendo perché le indigene sono in regressione a causa di stress climatici, o se sono le aliene ad essere fonte di stress per le specie indigene o una combinazione delle due cose. Occorre infine capire quale livello di cambiamento sia sopportabile da parte di un habitat per poter continuare a permettere il funzionamento futuro degli ecosistemi marini.

Globicefalli (*Globicephala melas*)



Conservazione della biodiversità

187

ALESSANDRO LA POSTA · EUGENIO DUPRÉ · LUCIO ELEUTERI · LAURA PETTITI ·
BENEDETTA BRECCIAROLI · NICOLETTA TARTAGLINI

■ Il contesto internazionale

Le origini della Conservazione della

Natura. A partire dall'ultimo trentennio del secolo scorso, dopo i decenni di ricostruzione post-bellici che hanno portato al boom economico degli anni '60, in ambito scientifico sono stati pubblicati i primi studi che mettevano in relazione le attività e le tecnologie usate dall'uomo con le disponibilità



Orso bruno (*Ursus arctos*)

limitate delle risorse naturali sul Pianeta. Il carattere innovativo di tali studi, oltre al soggetto trattato, era dato dallo spiccato approccio interdisciplinare che, nel corso degli anni, ha portato alla definizione di una nuova scienza, la Conservazione della Natura.

Da un punto di vista storico, gli strumenti che testimoniano il punto di incontro tra gli esiti degli studi e delle conoscenze emerse in ambito scientifico e le decisioni assunte in ambito politico-decisionale a livello di Stato, sono la definizione e l'adesione ad accordi, trattati e convenzioni internazionali che, riconoscendo il carattere transfrontaliero dell'ambiente e delle risorse naturali e il loro valore per il mantenimento della vita umana sulla Terra nel presente e nel futuro, individuano impegni e obiettivi, più o meno vincolanti, cui gli stati firmatari (Parti) devono adempiere. La nascita di agenzie e organizzazioni di valenza internazionale quali l'*International Union for Conservation of Nature* (IUCN) nel 1948 e l'*United Nations Environment Programme* (UNEP) nel 1973, è un altro elemento da considerare nell'analisi del percorso che ha portato la Conservazione della Natura dalle sedi scientifiche ed accademiche a quelle dei capi di Stato e di Governo.

Le convenzioni degli anni '70. Le pietre miliari della storia della Conservazione della Natura in ambito internazionale sono le prime convenzioni degli anni '70 volte alla conservazione di specie e ambienti ritenuti particolarmente a rischio a livello globale; tra queste la Convenzione di Ramsar sulle zone umide (1971), la Convenzione di Washington (CITES) sul commercio delle specie animali e vegetali in via di estinzione (1973), la Convenzione di Barcellona sul Mare Mediterra-

L'orchidea *Ophrys fuciflora*



Val Veny (Val d'Aosta)

neo (1976), la Convenzione di Bonn sulle specie migratrici (1979) e la Convenzione di Berna sulla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale (1979). Effettuando una rapida carrellata di ciò che è avvenuto negli anni '70, è possibile osservare il passaggio dal riconoscimento generico dell'interdipendenza tra uomo e ambiente all'assunzione che la flora e la fauna selvatiche costituiscono un patrimonio naturale di valore estetico, scientifico, culturale, ricreativo, economico e intrinseco che occorre preservare e trasmettere alle generazioni future per mantenere gli equilibri biologici.

Ai testi di queste Convenzioni sono allegati elenchi di specie da tutelare che possono essere aggiornati secondo

meccanismi individuati *ad hoc*; agli Stati firmatari compete l'obbligo di mettere in campo provvedimenti idonei al rispetto dell'accordo siglato. Solo nella Convenzione di Ramsar non vi sono elenchi di specie, ma è prevista l'istituzione di aree protette nei territori di competenza degli Stati aderenti, che nell'insieme definiscono l'elenco delle zone umide di importanza internazionale. Queste sono individuate in aree costiere, isole o distese d'acqua marina importanti come habitat per gli uccelli acquatici e palustri in tutte le stagioni e di grande rilevanza per gli aspetti floristici, faunistici ed ecologici. Anche la Convenzione di Barcellona, dedicata all'ambiente marino, utilizza lo strumento delle aree protette (aree ASPIM) per tutelare specie e habitat ritenuti particolarmente a rischio.

Gli sviluppi recenti. Dopo questi primi atti i successivi anni '80 sono stati caratterizzati dall'emergere di nuovi impulsi nati dalla necessità di una maggiore attenzione verso le attività antropiche che utilizzano le risorse naturali. Nel 1987 la formulazione del concetto di sviluppo sostenibile nel Rapporto della Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (Commissione Burtland), definito come "*sviluppo che va incontro ai bisogni delle generazioni presenti, senza compromettere l'abilità delle generazioni future a soddisfare i propri bisogni*", rappresenta una pietra miliare nel riconoscimento che le attività antropiche indirizzate allo sviluppo della società umana si fondano su risorse naturali limitate e sono possibili solo evitandone lo sfruttamento incontrollato. I decenni di fermento sopra ricordati portarono, il 22 maggio del 1992 a Nairobi, all'ado-

zione della Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) che, un mese dopo, fu sottoposta alla firma dei Capi di Stato e di Governo durante il *Summit* mondiale di Rio de Janeiro su Ambiente e Sviluppo.

La Convenzione sulla Diversità Biologica non ha alcuna lista di specie da proteggere o siti da gestire, ma si pone tre obiettivi primari: la conservazione della diversità biologica, l'uso sostenibile delle sue componenti e la giusta ed equa condivisione dei benefici che derivano dall'utilizzo delle risorse genetiche. L'articolo 2 della Convenzione definisce la diversità biologica come "*la variabilità tra organismi viventi di qualsiasi tipo compresi, tra gli altri, quelli terrestri, marini e di altri ecosistemi acquatici e i*

complessi ecologici dei quali questi sono parte; questo include la diversità all'interno delle specie, tra le specie e degli ecosistemi" includendo nella definizione tutti i livelli gerarchici delle forme viventi conosciute e le relazioni che essi sono in grado di instaurare con l'ambiente circostante. A conferma di ciò è significativo il fatto che l'allegato I della Convenzione redatto a supporto dell'articolo 7 (dedicato all'identificazione e al monitoraggio degli elementi che costituiscono la diversità biologica), riporti oltre al livello genetico e a quello di specie, anche i livelli di comunità, habitat ed ecosistema.

Nel settembre 2000, durante il Vertice del Millennio delle Nazioni Unite, è stata sottoscritta da tutti gli Stati membri la Dichiarazione del Millennio che definisce otto obiettivi (*Millennium Development Goals*), da realizzare entro il 2015, ritenuti significativi per combattere la povertà a livello mondiale. Tra questi uno (il numero 7) è dedicato alla sostenibilità ambientale e, all'interno di esso è dichiarato l'impegno a ridurre il fenomeno di perdita di biodiversità entro l'anno 2010 e di insistere per la piena attuazione della Convenzione sulla Diversità Biologica. L'obiettivo 2010 è stato ripreso nel 2002 a Johannesburg nel corso del *Summit* sullo sviluppo sostenibile e, nello stesso anno, in Olanda durante la celebrazione del decennale della Convenzione sulla Diversità Biologica, quando la sesta Conferenza delle Parti ha approvato un Piano Strategico per il suo raggiungimento. L'anno 2010 è stato individuato come l'anno internazionale della Biodiversità quando, durante il decimo incontro della Conferenza delle Parti, verranno verificati i risultati raggiunti.



Calanchi e aree coltivate (Basilicata)



Aquila reale (*Aquila chrysaetos*)

■ Il contesto europeo

Le Direttive europee. Nella trattazione dell'ambito europeo bisogna distinguere tra il livello continentale (definito pan-europeo e comprendente tutti gli stati presenti sul continente europeo) e quello politico-organizzativo dell'Unione Europea, oggi costituita da 27 stati membri.

In ambito pan-europeo il Consiglio d'Europa ha emanato nel 1979 la citata Convenzione di Berna, identificando gli habitat come elementi essenziali per la tutela e la conservazione della flora e della fauna selvatiche. La Convenzione di Berna dedica un intero capitolo agli habitat, senza però fornire elementi per la loro identificazione tranne il legame con le specie presenti negli allegati.

Anche nell'Unione Europea i movimenti ambientalisti degli anni '70 hanno dato origine ad una politica ambientale che dapprima si è espressa attraverso programmi di azione ambientale, di diversa durata, a cui si sono successivamente affiancati strumenti innovativi sia di carattere decisionale e di indirizzo, quali ad esempio le strategie, sia di maggior valenza giuridica, quali le Direttive e i Regolamenti.

La prima Direttiva che l'Unione Europea ha emanato, in adempimento alle convenzioni internazionali di Ramsar e Berna sottoscritte, è stata la Direttiva 79/409/CEE "Uccelli". Essa richiede agli Stati Membri la designazione di Zone di Protezione Speciale (ZPS) per garantire la sopravvivenza e la riproduzione delle specie di uccelli elencate nel suo allegato I. L'articolo 4 richiede inoltre che all'interno delle ZPS vengano previste misure di conservazione rivolte all'habitat, cioè alla porzione di territorio necessario al compimento dell'intero ciclo vitale di dette specie per tutto il corso dell'anno. Ecco dunque che in ambito europeo comincia a delinearsi e a prendere forza il concetto di conservazione dell'habitat, inteso come parte di territorio indispensabile alla sopravvivenza di una o più specie e caratterizzato da elementi abiotici e biotici che, interagendo tra loro, consentono alle popolazioni di riprodursi.

Alla fine degli anni '80 prende avvio dapprima in ambito comunitario e poi in ambito pan-europeo il progetto *Co.Ri.Ne Biotopes*, primo censimento informatizzato di specie, habitat e siti (biotopi) di importanza conservazionistica. Esso si completa nell'Unione nel 1991 e rappresenta la fase conoscitiva propedeutica all'emanazione della Direttiva 92/43/CEE "Habitat". Questa Direttiva richiede agli Stati Membri la designazione di Siti di Interesse Comunitario (SIC), individuati in base agli habitat riportati nell'allegato I e alle specie elen-



Rosalia alpina: specie prioritaria in Direttiva Habitat

cate nell'allegato II. Questi siti sono destinati a divenire Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e, integrati dalle ZPS designate sulla base della Direttiva Uccelli, vanno a costituire la "Rete Natura 2000". Questa rete ha un suo omologo anche a livello pan-europeo, la "Rete Emerald". Nell'ambito del progetto *Co.Ri.Ne Bitopes* viene per la prima volta redatto un elenco di habitat, ognuno corredato di una breve definizione di carattere fisionomico o fitosociologico, all'interno di una struttura gerarchica che riprende gli elementi della scuola di Braun Blanquet (1936). In ambito pan-europeo la classificazione gerarchica degli habitat viene ripresa dall'*European Nature Information System* (EUNIS), gestito dall'*European Topic Center on Biological Biodiversity* per conto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente.

Coerenza e conservazione della Rete Natura 2000. Le Direttive Habitat e Uccelli nell'insieme definiscono la principale normativa di riferimento comunitaria in materia di biodiversità, di habitat e di aree protette. Gli aspetti innovativi e qualificanti delle due Direttive risiedono nell'impegno coordinato dell'Unione e degli Stati membri nell'applicare il carattere intrinsecamente transfrontaliero della tutela della biodiversità attraverso la costituzione di un sistema di territori correlati da legami funzionali; la coerenza ecologica della Rete è assicurata dalla gestione integrata di ogni sito, non in considerazione dello Stato membro di appartenenza, ma in quanto parte integrante del sistema. La *Rete Natura 2000* non è dunque un semplice assemblaggio di siti, ma il risultato di



Il Gruppo del Latemar e il Lago di Carezza (Trentino Alto Adige)

una selezione di aree ritenute significative che, pur non essendo sempre tra loro spazialmente collegate, contribuiscono per ciascun habitat e ciascuna specie al raggiungimento della coerenza complessiva della Rete all'interno del territorio dell'Unione Europea. Altro elemento caratterizzante la *Rete Natura 2000* è dato dalla scelta di conservare non solo gli habitat naturali, ma anche quelli seminaturali, mirando alla conservazione e valorizzazione delle aree ove l'intervento antropico si è integrato armonicamente con l'equilibrio ecologico naturale. La gestione delle realtà seminaturali diviene così un efficace motore di sviluppo per le aree agricole e forestali che punta ad una gestione comprendente anche l'incentivazione delle attività tradizionali eco-compatibili. La designazione e la gestione dei siti costituenti la Rete (ZSC e ZPS) è stata basata su criteri scientifici volti alla tutela di 198 habitat, 221 specie animali e 500 specie vegetali definiti "di interesse comunitario". Ciò ha comportato notevoli difficoltà di attuazione da parte degli Stati Membri che non avevano adeguate conoscenze sulla presenza e sullo stato degli habitat e delle specie presenti sul proprio territorio, oppure incontravano grossi ostacoli nella concertazione con i soggetti locali interessati dalle aree individuate.

Anche a livello comunitario l'Obiettivo 2010 è stato identificato e assunto come impegno nel corso del Consiglio Europeo di Göteborg del giugno 2001 e ciò ha comportato la revisione della Strategia Comunitaria per la Biodiversità del 1998 e la predisposizione del Piano di Azione comunitario allegato alla comunicazione n. 216 del maggio 2006 "Arrestare la perdita di Biodiversità



Stambecco delle Alpi (*Capra ibex*)



Bosco di querce con anemoni dell'Appennino (Basilicata)

entro il 2010 e oltre". Secondo quanto definito nel Piano di Azione, il processo di istituzione e gestione a regime della *Rete Natura 2000* terrestre dovrebbe essere completato entro il 2010 e quello in ambito marino entro il 2012.

Gli aspetti innovativi della *Rete Natura 2000* risiedono anche nel fatto che, attraverso la conoscenza degli habitat e delle specie che hanno portato all'individuazione di ogni sito e all'analisi delle attività in atto sul sito medesimo, è possibile individuare quelle misure di conservazione che permettono il mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente di habitat e specie, garantendo la coerenza della Rete dal livello locale a quello comunitario. Tali misure sono orientate a tener conto delle esigenze economiche, sociali e culturali dei territori interessati.

A garanzia di uno sviluppo sostenibile del territorio, l'art. 6 della Direttiva Habitat stabilisce l'obbligo, senza possibilità di deroga, di sottoporre piani e progetti che interessino direttamente o indirettamente i siti della Rete alla procedura di Valutazione di Incidenza che, in attuazione del principio di precauzione, rappresenta una misura preventiva di attuazione degli obiettivi di coerenza e conservazione della Rete stessa. La Valutazione di Incidenza, così come suggerito dai documenti di indirizzo della Commissione Europea, richiede la predisposizione di un apposito studio, realizzato da un team di esperti, al fine di poter valutare le possibili incidenze di un piano o progetto su habitat e specie che hanno condotto alla designazione del sito Natura 2000, nonché sull'integrità del sito medesimo. Solo nel caso di imperativi motivi di interesse pubblico è prevista la realizzazione di opere anche con esito di Valutazione di Incidenza negativo, previa individuazione di idonee misure di compensazione, da definire con la Commissione Europea nel caso interessino habitat o specie che la Direttiva Habitat individua come prioritari, cioè maggiormente a rischio sul territorio dell'Unione Europea.

La Convenzione Europea del Paesaggio. Nell'ambito del Consiglio d'Europa, quindi a livello pan-europeo, nell'ottobre del 2000 a Firenze è stata adottata dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente la Convenzione Europea del Paesaggio entrata in vigore nel marzo del 2004 ed oggi ratificata da 60 Paesi. Essa è considerata complementare agli altri strumenti di tutela, ma eleva la scala di attuazione al livello di paesaggio fornendone la seguente definizione *"Il paesaggio designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni"* che unisce la natura antropica del paesaggio con gli elementi naturali che lo caratterizzano. Con la Convenzione sul Paesaggio i Paesi che vi aderiscono riconoscono il valore intrinseco, storico e culturale della biodiversità al suo massimo livello di organizzazione e si dotano di uno strumento di riferimento per attuare in modo transfrontaliero la sua tutela.

■ Il contesto italiano

I principi della politica ambientale italiana risiedono negli articoli 9 e 117 della Costituzione (quest'ultimo come modificato dalla legge costituzionale n. 3 del 2001), nonché nel recepimento delle Direttive dell'Unione Europea. Per l'attuazione di una corretta politica ambientale, nel corso dei trent'anni trascorsi dall'istituzione del Ministero dell'Ambiente (1986), e in particolare nell'ultimo decennio, la Direzione per la Protezione della Natura del Ministero ha promosso diversi studi indirizzati ad una maggiore conoscenza di flora, fauna, habitat e paesaggio del nostro Paese, sia in ambito terrestre che marino. Tra questi vanno ricordati la *Checklist delle Specie della Fauna Italiana*, che enumera circa 57.000 specie animali; la banca dati *CKmap*, che raccoglie circa 538.000 dati di distribuzione relativi ad oltre 10.000 specie animali terrestri e d'acqua dolce; la *Checklist della Flora Vascolare Italiana*, che elenca circa 6.700 specie, e l'atlante di distribuzione delle specie ritenute a rischio di estinzione o di maggior pregio. Dal 2005 sono stati inoltre pubblicati prodotti che definiscono lo scenario nazionale quali lo *Stato della Biodiversità in Italia*, e ancor più recentemente le cartografie delle IFA (*Important Faunal Areas*) e delle IPA (*Important Plant Areas*), il censimento delle specie aliene animali e vegetali e l'individuazione di quelle ritenute invasive, nonché il *Manuale Nazionale di Interpretazione degli Habitat*. Questi prodotti si propongono di fornire un quadro d'insieme propedeutico alla predisposizione della Strategia Nazionale per la Biodiversità.



Regione biogeografica alpina: bosco a larice (*Larix decidua*)

Relativamente allo stato di attuazione della Direttiva Habitat, nel dicembre 2007 è stato pubblicato il secondo rapporto ai sensi dell'art. 17, dedicato alla valutazione dello stato di conservazione degli habitat e delle specie di interesse comunitario. Dal rapporto è emersa la presenza in Italia di 134 habitat di interesse comunitario, ripartiti in tre delle regioni biogeografiche individuate dalla Direttiva Habitat (alpina, mediterranea e continentale). Nel marzo 2009 è stato inoltre completato il Quarto Rapporto per la Diversità Biologica; in esso è stato



Tartaruga verde (*Chelonia mydas*)

fornito un quadro aggiornato sul percorso intrapreso per rispondere all'Obiettivo 2010 e sui valori e lo stato della biodiversità in Italia non solo da un punto di vista delle conoscenze disponibili, ma anche per quanto attiene la normativa.

È storia recente che, in occasione della presidenza italiana del G8, si è svolto a Siracusa (22-24 aprile 2009) il G8 Ambiente, cioè l'incontro dei Ministri dell'Ambiente degli otto Stati partecipanti. Una intera sessione del G8 Ambiente è stata dedicata alla Biodiversità, con l'intento di fornire un contributo al dibattito globale, alle strategie e agli obiettivi per il post 2010, di evidenziare il ruolo chiave della biodiversità nell'economia e nei cambiamenti climatici, di concordare le priorità politiche e di intervento che ne discendono. L'incontro di Siracusa ha prodotto un documento sottoscritto da tutti gli Stati partecipanti, la *Carta di Siracusa sulla Biodiversità*, che definisce quattro temi principali articolati in 24 obiettivi che rappresentano anche a livello nazionale un programma di lavoro per predisporre la Strategia Nazionale per la Biodiversità.

Nel contesto delle attività istituzionali del Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare rivolte alla conservazione della biodiversità, assume grande rilievo anche la collana "Quaderni Habitat" che si conclude con il presente volume. Quest'opera rappresenta una *best practice* nel campo delle azioni di divulgazione delle ragioni e dei valori della biodiversità nazionale. La ricchezza delle informazioni contenute, la semplicità dei testi e dei grafici presentati senza rinunciare al rigore scientifico, l'approccio interdisciplinare mantenuto per tutti i volumi con lo stesso equilibrio, la veste grafica ricca di immagini e il formato "tascabile" rendono la collana uno strumento di rapida consultazione sia "sul campo" sia "a tavolino", non solo per gli addetti ai lavori, ma anche per studenti e appassionati desiderosi di conoscere le origini e le peculiarità di queste dinamiche formazioni viventi che, con la loro esistenza, sono una espressione fondamentale della biodiversità nazionale.

AA.Vv., 2008 - La fauna italiana: dalla conoscenza alla conservazione (con CD-ROM). *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione per la Protezione della Natura*, Roma.
Sintesi delle attuali conoscenze sulla distribuzione della biodiversità, delle specie endemiche, rare ed aliene in Italia in base ai dati del database CKmap e definizione delle IFA (Important Faunal Areas). Nel CD-ROM è contenuta anche una versione aggiornata del database CKmap. Il testo è disponibile on-line dal sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).

AA.Vv., 2008 - Attuazione della Direttiva Habitat e stato di conservazione di habitat e specie in Italia. *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione per la Protezione della Natura*, Roma.
Illustrazione del report sullo stato di conservazione degli habitat e delle specie di interesse comunitario in Italia, redatto in ottemperanza all'art. 17 della Direttiva Habitat.

BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.C., POIZAT C., 1994 - Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines naturels, *Museum National d'Histoire Naturelle*, publ. 19, Parigi.
Contiene una descrizione dettagliata degli habitat del Mediterraneo secondo la classificazione bionomica proposta da Pères e Picard negli anni Sessanta, con opportuni aggiornamenti.

BIONDI E. (ed.), 2007 - L'applicazione della Direttiva Habitat in Italia e in Europa. *Fitosociologia* 44(2). Suppl.1. pp: 372.
Il volume affronta criticamente, su basi scientifiche, le varie tematiche relative al riconoscimento e alla gestione della biodiversità vegetale in Europa con particolare riferimento a quella italiana.

BIONDI E., BLASI C. (ed.), 2009 - Manuale italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. Disponibile solo on-line nel sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).
Il manuale descrive tutti gli habitat italiani indicati nella Direttiva e indica gli aspetti maggiormente significativi per il loro riconoscimento.

BLASI C., BOITANI L., LA POSTA S., MANES F., MARCHETTI M. (ed.), 2005. Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità. *Palombi Editori*, Roma.
Volume di sintesi che affronta varie tematiche relative alla biodiversità in Italia, con particolare riguardo alle problematiche di gestione e conservazione.

CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C. (ed.), 2005 - An annotated checklist of the Italian vascular flora. *Palombi Editori*, Roma.
L'elenco completo delle specie della flora vascolare presenti in Italia.

D'ANTONI S., DUPRE E., LA POSTA S., VERUCCI P. (ed.), 2003 - Fauna italiana inclusa nella Direttiva Habitat. *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura*, Roma.
Prima guida alle specie animali di interesse comunitario del nostro Paese, contiene schede che illustrano l'ecologia e la distribuzione di ogni specie. Il volume va integrato con i dati riportati nell'ultima versione del database CKmap. Disponibile on-line dal sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).

FRASCETTI S., TERLIZZI A., BOERO F., 2008 - How Many habitats are there in the Sea (and where)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366 (1-2): 109-115.
Una rivisitazione delle classificazioni degli habitat marini del Mediterraneo. Vengono forniti i criteri di classificazione degli habitat e, in appendice, viene riportato l'elenco delle tipologie descritte sino ad ora dai vari autori e l'elenco semplificato delle tipologie di habitat.

GIACCONE G., DI MARTINO V., 2002 - Past, present and future of vegetational diversity and assemblages on Mediterranean Sea. *Proceedings of the first Mediterranean Symposium on marine Vegetation*. Ed. *UNEP/RAC/SPA*, Tunisi: 34-59.

Il lavoro presenta la storia dell'origine e dell'evoluzione della vegetazione marina del Mediterraneo ed una sintesi delle conoscenze sulla fitosociologia. Può essere consultato sul sito del RAC/SPA: <http://www.rac-spa.org.tn>, mentre lo stesso tema, corredato da una ricca iconografia, è consultabile in italiano sul sito http://www.dipbot.unict.it/vegetazio_marina/index.html.

MINELLI A., CHEMINI C., ARGANO R., RUFFO S. (ed.), 2002 - La fauna in Italia. *Touring Club Italiano*, Milano. Un testo di utile consultazione, divulgativo ma accurato. Tratta tutti gli aspetti della fauna italiana; un apposito capitolo è dedicato alle sue origini.

MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S. (ed.), 1993-95 - Checklist delle specie della fauna italiana. Fascicoli 1-110. *Edizioni Calderini*, Bologna.

L'elenco completo delle specie animali presenti in Italia. Disponibile anche on-line all'indirizzo: <http://checklist.faanaitalia.it>. Il database aggiornato è scaricabile dal sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).

RUFFO S., STOCH F. (ed.), 2005 - Checklist e distribuzione della fauna italiana. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2. serie, Sezione Scienze della Vita* (con CD-ROM).

Il più aggiornato trattamento delle specie animali presenti in Italia e della loro distribuzione. Il CD-ROM contiene il database CKmap e il programma di visualizzazione delle cartine di distribuzione, disponibile anche sul sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).

SCOPPOLA A., BLASI C. (ed.), 2005 - Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia (con CD-ROM). *Palombi Editori*, Roma.

Volume che fa il punto sulle conoscenze floristiche in Italia per quanto attiene le piante vascolari; il CD-ROM contiene un atlante delle specie a rischio di estinzione.

Indice delle specie

- Abete - 7
 Abete bianco - 80, 81, 83
 Abete dei Nebrodi - 80, 87
 Abete dell'Appennino - 80
 Abete rosso - 81, **83**, 85
Abies alba - 80, 81, 87
Abies alba ssp. *apennina* - 80
Abies nebrodensis - 80, 87
Abra ovata - 158
 Acer - 81
Acer obtusatum - 77
Acer obtusatum ssp. *neapolitanum* - 82
Acer pseudoplatanus - 81, 82
 Acero di monte - 81, 82
 Acero di Ungheria - 77
 Acero meridionale - 82
Achillea atrata - 68
Achillea nana - 68
Acrothamnion preissii - 147
Actinia equina - **162**
 Adonide gialla - **47**
Adonis vernalis - **47**
 Aedes - 125
Aedes mariae - 160
Agelas oroides - **166**, **167**
 Agrifoglio - 79
Agropyron elongatum - 56
Agropyron junceum ssp. *mediterraneum* - 58
Agrostis alpina - 71
 Airone - **9**
 Airone cenerino - **113**
 Alaterno - 76
 Alborella - 110
Alburnus alburnus alborella - 110
Alectoris graeca - 121
 Allocco - 125
 Alloro - **77**, 82
Alnus glutinosa - 63, **64**
Ammophila arenaria - 58
Ammophila arenaria ssp. *arundinacea* - 58
Andricus caputmedusae - **123**
 Androsace alpina - 68
 Androsace degli Abruzzi - 68
 Androsace di Vandelli - 68, **69**
Androsace mathildae - 68
Androsace vandellii - 68, **69**
 Anemone - **194**
Anemone apennina - **48**
 Anemone dell'Appennino - **48**
 Anemone di sabbia - **171**
Anemone narcissiflora - 70
 Anemone narcissino - 70
 Anguilla - **103**, 158
Anguilla anguilla - **103**
Anopheles - 125
Anthias anthias - **166**
Anthyllis barba-jovis - 61
Aphanis fasciatus - 103, **157**, 158
 Aquila - **190**
Aquila chrysaetos - **190**
 Arabetta alpina - 68
Arabis alpina ssp. *alpina* - 68
Arbacia - 164
Arbacia lixula - **162**, **163**, 164
Arctostaphylos uva-ursi - **81**
Argynnis elisa - 121
Armeria majellensis - 69
Armeria pungens - 59
Artemia - 102
Artemisia - 65
Artemisia alba - 65
Artemisia campestris - 65
Artemisia variabilis - 65
Arthrocnemum macrostachyum - 55
Arum pictum ssp. *pictum* - 77
 Ascidia - 168
 Asparago bianco - 76
Asparagus albus - 76
Astrea rugosa - **167**
 Attinia - **161**, 168
Aurelia aurita - **175**
Austropotamobius pallipes - **109**
Austropotamobius torrentium - 109
 Avocetta - 104
Axinella cannabina - **166**
Balaninus - 123
 Balano - 159, 160, **161**
Balanus perforatus - 160
 Barba di Giove - 61
 Barbo - 110
Barbus meridionalis - 110
Barbus plebejus - 110
 Bavosa - 162
 Biacco - **118**
Biscutella laevigata - 70
Biscutella montanina - 70
Bolboschoenus maritimus - 56
Bolboschoenus maritimus fo. *compactus* - 56
Bombylius - **119**
Botaurus stellaris - 103
Brachemys peragalloi - 102
Brachidontes marioni - 158
Brachytrupes megalcephalus - 120
 Branzino - 103
 Brasca comune - 65
 Brasca delle lagune - 65
 Brasca nodosa - 65
 Brasca palermitana - 65
Brissus - **172**
Buprestis splendens - 125
Buxus sempervirens - 81
Cakile maritima - **58**
 Calandra - 121
Calystegia soldanella - 58
Calyx nicaeensis - 166
 Camedrio alpino - **71**
 Camedrio femmina - 77
Canis lupus - **88**
 Canna del Po - 56
 Canna di palude - 56, 65
 Capodoglio - **182**
 Capovaccaio - 121
 Cappellini delle Alpi - 71
Capra ibex - **193**
Carabus (Chrysocarabus) olympiae - 120
 Cardo delle spiagge - 58, 59
Caretta caretta - **148**
Carex echinata - 66
Carex extensa - 56
Carex firma - 71
Carex fusca vedi *Carex nigra* - 66
Carex kitaibeliana - 69
Carex limosa - 66
Carex nigra - 66
Carex pauciflora - 66
Carex sempervirens - 70
 Carice rigida - 71
 Carice sempreverde - 70
 Carpa - 111
 Carpinella - 77
 Carpino bianco - 82
 Carpino nero - 77
Carpinus betulus - 82
Carpinus orientalis - 77
Carpobrotus acinaciformis - 61
 Carrubo - 76
Castagnea irregularis - **164**
Caulerpa - 139, 181
Caulerpa - 143, 145, 146, 147
Caulerpa mexicana - 134
Caulerpa prolifera - 147
Caulerpa racemosa - **146**, 181
Caulerpa racemosa var. *cylindracea* - 146
Caulerpa scalpelliformis - 134
 Cavaliere d'Italia - **102**, **104**
 Cavastrello - **58**
 Cavedano - 110
Centrostephanus longispinus - **167**
Cerambyx cerdo - 125
Cerastium thomasi - 68
Cerastoderma glaucum - 158
Ceratonia - 76
Ceratonia siliqua - 76

Cerro - 79, 82
Certhia brachydactyla - 122
 Cervo volante - 89, 124, 125
 Cespica dell'Epiro - 71
Chamaerops humilis - 76
Charadrius alexandrinus - 104
Chelonia mydas - 197
 Chitone - 161
Chondrilla nucula - 163
Chondrostoma genei - 110
Chromis chromis - 166
Chthamalus - 158, 159
Chthamalus stellatus - 161
 Ciclamino napoletano - 77
 Ciclamino primaverile - 77
 Cimodocea - 145
Cinclus cinclus - 112
 Cinghiale - 123, 125
 Cistoseira - 134, 138, 147
Cladium mariscus - 56
Cladocora - 140
Cladophora - 139
Clathrina - 166
 Clematide - 77
Clematis cirrhosa - 77
Clematis flammula - 77
Cliona - 166
Clytia hummelincki - 163
 Codium - 139
Codium fragile - 147
Codium fragile ssp.
tomentosoides - 147
Coenonympha oedippus - 121
 Colubro del Carso - 100
Condylactis aurantiaca - 171
 Corallo bianco - 173, 184
Cordulegaster trinacriae - 109
Cordylophora caspia - 158
 Coregone - 114
Coregonus lavaretus - 114
Coridothymus capitatus - 59
Coris julis - 164
 Corvina - 169
Cottus gobio - 110
 Coturnice - 121
Cotylorhiza tuberculata - 175
Crambe crambe - 163
 Crescione d'acqua - 65
Crithimum maritimum - 61
 Crucianella di mare - 59
Crucianella maritima - 59
 Ctamali - 161
Cutandia - 59
Cyclamen hederifolium - 77
Cyclamen repandum - 77
Cymodocea nodosa - 57, 143, 145, 157
Cypria cavernae - 130
Cyprinus carpio - 111
Cystoseira - 137, 161
Cystoseira corniculata - 139
 Dattero di mare - 162, 163
Dendropoma petraeum - 161
 Dente di cane - 158, 159
Dentex dentex - 166
Derocheilocaris remanei - 101

Deschampsia flexuosa - 82
Dicentrarchus labrax - 103
Dictyopteris - 150
Dictyopteris (Membranacea)
polypodioides - 138
Dictyota dichotoma - 163
Digitale rossa - 77
Digitalis purpurea var.
gyspergerae - 77
Diplodus - 167
Diplodus puntazzo - 164
Disporella hispida - 164
 Ditisco - 113
Dolichopoda baccettii - 129
Draba aspera - 68
 Draba di Bertoloni - 68
Drosera - 67
Drosera anglica - 67
Drosera intermedia - 67
Drosera x obovata - 67
Dryas octopetala - 71
Dysidea avara - 166, 167
Echinophora spinosa - 58
 Efedra distachia - 59
 Efedra fragile - 76
Egretta garzetta - 103, 105
Electra posidoniae - 164
 Ellicriso - 50
 Elina - 71
Eliomys quercinus - 125
 Elleboro corsico - 77
Elymus farctus ssp. *farctus*
 vedi *Agropyron junceum* ssp.
mediterraneum - 58
Elyna bellardii vedi *Kobresia*
myosuroides - 71
Elyna myosuroides vedi
Kobresia myosuroides - 71
Elytrigia juncea ssp. *juncea* vedi
Agropyron junceum ssp.
mediterraneum - 58
Emys orbicularis - 97
Entophysalis - 142
Ephedra distachya - 59
Ephedra fragilis - 76
Epinephelus guaza - 167
 Erba lucciola italiana - 71
 Erba medica marina - 58
 Erba storna rotundifolia - 70
Erebia calcaria - 121
Erebia christi - 121
Erianthus ravennae - 56
Erica herbacea - 85
Erigeron epiroticus - 71
Eryngium maritimum - 58
Erynnis tages - 118
Eudendrium - 150, 151
 Euforbia arborea - 76, 77
 Euforbia delle Baleari - 61
 Euforbia marittima - 59
Eugomontia - 142
 Eunicella - 167
Eunicella cavolinii - 166
Euphorbia dendroides - 76
Euphorbia paralias - 59
Euphorbia peplis - 58

Euphorbia pithyusa - 61
Euphydryas aurinia - 127
Euphydryas maturna - 127
Eurynebria complanata - 101
Euscorpius tergestinus - 126
 Faggio - 7, 80, 83, 87, 125
Fagus sylvatica - 79
 Falasco - 56
Falco biarmicus - 121
 Falco di palude - 113
Falco naumanni - 121
Disporella hispida - 164
 Farnia - 82
Fenestrulina joannae - 164
 Fenicottero - 104
 Fico degli Ottenotti - 61
Ficopomatus enigmaticus - 158, 161
 Fillire - 76
 Finocchio di mare - 61
 Finocchio litorale spinoso - 58, 59
Flabellia - 139
 Foca monaca - 99
 Fragno - 79
 Frassin meridionale - 64
 Fratino - 104
Fraxinus excelsior - 63, 127
Fraxinus ornus - 77, 81
Fraxinus oxycarpa ssp.
angustifolia - 64
Fucus virsoides - 180, 183
 Gallina prataiola - 121
 Gambero della Louisiana - 99
 Gambero di fiume - 108, 109
 Gambusia - 103, 111
Gambusia holbrooki - 103, 111
Gammarus locusta - 170
Garrulus glandarius - 123
 Garzetta - 102, 103, 105
 Gentiana - 8
Gentiana nivalis - 71
 Gentiana delle nevi - 71
 Germano reale - 113
 Ghiandaia - 123
 Ghiozzetto - 111
 Ghiozzetto cinerino - 103
 Ghiozzetto di faro - 103
 Ghiozzetto di laguna - 103
 Ghiozzo - 162
 Ghiro - 125
 Gigaro sardo-corso - 77
 Giglio delle spiagge - 59
 Ginepro - 60
 Ginepro coccolone - 60
 Ginepro comune - 60
 Ginepro emisferico - 81, 87
 Ginepro fenicio - 87
 Ginepro nano - 87
 Ginepro turbinato - 60, 87
 Ginepro turifero - 87
 Ginestrino delle spiagge - 59
 Giunco di mare - 56
Glauclium flavum - 65
Glis glis - 125
 Globicefalo - 185

Globicephala melas - 185
Gnaphalium hoppeanum ssp.
majellensis - 69
 Gobbo rugginoso - 104
Gorgonia - 167
 Gorgonia - 177, 179
 Gramigna delle spiagge - 58
 Grillaio - 121
Habrobleptoides confusa - 107
Halimeda - 139
Halimeda tuna - 141
Halocnemum strobilaceum - 55
Halocoryne epizoica - 163
Halocynthia papillosa - 166, 167
Halophila stipulacea - 143, 145
Helichrysum - 65
Helichrysum italicum - 59, 61, 65
Helichrysum italicum ssp.
microphyllum - 61
Helichrysum rupestre - 61
Helichrysum siculum - 61
Helichrysum stoechas - 59, 61, 65
Helicolenus dactylopterus - 173
Helleborus lividus ssp. *corsicus*
 - 77
Higginsia ciccaresei - 168
Himantopus himantopus - 104
Hippophae rhamnoides - 60
Hippophae rhamnoides ssp.
fluvialis - 60
Holoturia tubulosa - 170
Ictalurus melas - 111
 Idra - 113
 Illex - 82
Illex aquifolium - 80
Inachis io - 124
Iris phoetidissima - 82
 Iris puzzolente - 82
Isobrychium minutus - 103
Juncus acutus - 56
Juncus maritimus - 56
Juniperus - 60, 87
Juniperus communis - 60
Juniperus communis ssp. *nana* - 87
Juniperus hemisphaerica - 81, 87
Juniperus oxycedrus ssp.
macrocarpa - 60
Juniperus phoenicea ssp.
phoenicea - 87
Juniperus phoenicia ssp.
turbinata - 60
Juniperus thurifera - 87
Juniperus turbinata - 87
Knipowitschia - 111
Knipowitschia panizzae - 103
Kobresia myosuroides - 71
Laminaria - 142
Laminaria japonica - 147
Laminaria ochroleuca - 139
Laminaria rodriquezii - 138
 Lampone - 83
 Lanario - 121

Larice - 81, 83, 85, 196
Larix decidua - 83, 85, 196
 Lasca - 110
 Laurotino - 77
Laurus nobilis - 77
 Leccio - 75
Leicopathes glaberrima - 173
Lemna minor - 65
 Lentischia d'acqua - 65
 Lentisco - 76
Leontopodium alpinum - 70
Leontopodium nivale - 71
Lepidurus apus lubbocki - 115
Lepomis gibbosus - 111
Leptodirus hochenwartii - 131
Lestes viridis - 102
Leuciscus cephalus - 110
Leuciscus souffia - 110
Libellula quadrimaculata - 116
 Mirtillo nero - 164
Ligia italica - 158, 161
 Limax - 126
 Limnea - 113
Limonium - 61
Limonium narbonne - 55
 Lingua cervina - 82
 Linnea - 83
Linnea borealis - 83
Liquidambar orientalis - 64
 Lisca - 65
 Lisca marittima - 56
Lithophaga lithophaga - 162
Lithophyllum - 161, 163
Lithophyllum byssoides - 141
Lithophyllum lichenoides - 161
Lithophyllum papillosum - 141
Lithophyllum stictaeforme - 132, 141, 166
Lithophyllum trochanter - 141
Lithothamnion - 163
Lithothamnion corallioides - 134, 171
 Littorina - 158
Lobophora - 139
 Lontra - 98, 112
 Lontra marina - 162, 163
Lophelia pertusa - 173
Lophocladia lallemandii - 147
Lotus cytisoides - 59
Lucanus cervus - 89, 125
 Lupo - 88
Luscinia megarhynchos - 127
Lutra lutra - 98, 112
 Luzula bianca - 85
Luzula italica - 71
Luzula luzuloides - 81
Luzula spicata ssp. *italica* vedi
Luzula italica - 71
Lycaena dispar - 121
Lycaena helle - 127
Maculinea arion - 127
Maculinea teleius - 121
Madrepora oculata - 173
Malcolmia ramosissima - 59
 Mantide religiosa - 118
 Marasso - 117

Maresia nana - 59
Margaritifera auricularia - 109
Marifugia cavatica - 130
Marthasteria glacialis - 162, 163
 Matthiola - 59
Medicago marina - 58
Melanargia arge - 121
Melanocorypha calandra - 121
Melaraspha neritoides - 158
 Meles meles - 125
 Merlo acquaiolo - 108, 112
Mesophyllum alternans - 141
Mesophyllum lichenoides - 141, 166
Microcondylaea compressa - 109
 Millefoglio del calcare - 68
 Millefoglio nano - 68
 Mirtillo nero - 85
 Mirto - 77
Monachus monachus - 99
 Moraria - 117
Morimus asper funereus - 125
 Moscardino - 125
 Muggine - 103, 157, 158
 Mugli - 157
Muraena helena - 167
Muscardinus avellanarius - 125
Myiactophora florea - 125
Myocastor coypus - 97, 112
Myriapora truncata - 166, 167
Myricaria germanica - 63
Myrtus communis - 77
 Mytilaster - 160
 Mytilus - 160
Mytilus galloprovincialis - 160
Nanozostera noltii - 143
 Nardo - 85
Nardus stricta - 72
Nardus stricta - 71, 85
 Natrice dal collare - 112
 Natrice tassellata - 112
Natrix natrix - 112
Natrix tessellata - 112
Nemalion helminthoides - 161
Neogoniolithon brassica-florida
 - 141
Neophron percnopterus - 121
 Nereis - 170
Niphargus julius - 93
Niphargus steueri - 130
 Nono - 103, 157, 158
Notonecta maculata - 115
 Notonetta - 113
 Nutria - 97, 112, 114
Obelia dichotoma - 164
Ochthebius - 160
Olea - 76
Olea europaea var. *sylvestris* - 76
 Olivastro - 76, 77
 Olivello spinoso - 60, 63
 Olivo selvatico - 76
 Olmo montano - 82
Oncorhynchus mykiss - 111

Ononide screziata - **59**
Ononis - 59
Ononis variegata - **59**
 Ontano nero - **64**
Ophioderma longicaudum - **170**
Ophiogomphus cecilia - 109
Ophrys - 118
Ophrys fuciflora - **186**
 Orata - 103, 158
Orchestia - 158
Orchestia gammarella - **102**
Orchestia mediterranea - 101
 Orchide screziata - **73**
Orchis tridentata - **73**
 Origano - 127
 Orniello - 77
 Orso bruno - 125, **187**
Osmoderma eremita - 125
Ostreobium - 142
Ostrya carpinifolia - 77, 81
Otanthus maritimum - 58
Oxygastra curtisi - 109
Oxyura leucocephala - 104
Padina pavonica - **163**
Paeonia morisii - 77
Pagellus bogaraveo - **173**
Palaemon serratus - **157**
 Palma nana - **76, 77**
Palmophyllum crassum - 166
Pancreatium maritimum - 59
Papilio alexanor - 127
Papilio hospiton - 121
Papilio machaon - **118**
Parablennius gattorugine - **161**
Paracentrotus - 164
Paracentrotus lividus - 162, **163**, 164, 165
Paracoryne - 159, 182
Paracoryne huvei - 159, 182, **183**
Parallelomorphus laevigatus - 101
Paramuricea - 167
Paramuricea clavata - **152**
Parazoanthus - **132**
Parnassius apollo - **121**
Parnassius mnemosyne - **127**
 Passera di mare - 103
 Patella - 159, **161**
Patella - 159, **161**
Patella ferruginea - **159**
 Peccio - 83, 85
Pelagia - 175
Pelagia noctiluca - 175, **178**
Pentapora fascialis - **166, 167**
 Peonia di Moris - 77
Periploca laevigata ssp. *angustifolia* - 76
 Periploca minore - 76
 Perpetuino - 61
 Perpetuino d'Italia - 59
 Perpetuino profumato - 59
 Persico sole - 111
 Pesce gatto - 111
 Pesce pappagallo di Creta - **181**
Petrobiona massiliana - 168

Petrosia ficiformis - **166**
Peyssonnelia - 139
Peyssonnelia rosa-marina - 166
Peyssonnelia squamaria - **139**
Phaeophila - 142
Phillyrea angustifolia - 76, 77
Phillyrea latifolia - 76
Phillyrea media - 76
Philopotamus ludificatus - 106
Phoenicopterus ruber - 104
Phragmites australis - 56, 65
Phyllariopsis - 142
Phyllariopsis purpurascens - **142**
Phyllitis scolopendrium - **82**
Phymatolithon calcareum - 134, 171
Phymatolithon lenormandii - 141
Physeter catodon - **182**
 Picchio rosso maggiore - **124**
 Picchio rosso minore - 125
Picea abies - 81, **83**
Picea excelsa - 83
Picoides minor - 125
Pinna nobilis - **165**
 Pino - 61
 Pino cembro - 85
 Pino laricio calabrese - 87
 Pino loricato - **87**
 Pino mugo - 85, **86**
 Pino nero - 86
 Pino uncinato - 85
Pinus cembra - 85
Pinus halepensis - 60
Pinus heldreichii ssp. *leucodermis* vedi *Pinus leucodermis* - 87
Pinus leucodermis - **87**
Pinus montana vedi *Pinus uncinata* - 85
Pinus mugo - 85, **86**
Pinus nigra ssp. *calabrica* - 87
Pinus nigra ssp. *nigra* - 86
Pinus pinaster - 60
Pinus pinea - **60**
Pinus sylvestris - 81
Pinus uncinata - 85, 86
 Pioppo bianco - 64
 Pioppo canescente - 64
 Pioppo nero - 64
Pistacia lentiscus - 76
Pistacia terebinthus - 77
 Piverina di Thomas - 68
Plantago crassifolia - 56
Platatea leucorodia - **104**
 Platano orientale - 64
Platanus orientalis - 64
Platichthys flesus - 103
Platorchestia platensis - 101
Plumularia - **166**
 Poligala falso-bosso - 85
 Poligono marittimo - 58
 Polmone di mare - **155**
Polygala chamaebuxus - **85**
Polygonum bistorta - 127
Polygonum maritimum - 58

Polystichum aculeatum - 82
Polystichum braunii - 82
Polystichum setiferum - 82
Polytrichum formosum - 82
Pomatoschistus - 111
Pomatoschistus canestrini - 103
Pomatoschistus tortonesei - 103
 Pomodoro di mare - **162**
Populus alba - 64
Populus canescens - 64
Populus nigra - 64
 Portulaca marina - 58
 Posidonia - **57, 142, 143, 144**, 145, 149, 155, 158, **164, 165**, 171
Posidonia oceanica - **135, 143**, 145, **153, 164, 184**
Potamogeton natans - 65
Potamogeton nodosus - 65
Potamogeton pectinatus - 65
Potamogeton pusillus - 65
Prasium majus - 76
 Primula - 8
Prionocyphon serricornis - 125
Procambarus clarkii - 99, 114
Proserpinus proserpina - **121**
 Proteo - 99, **131**
Proteus anguinus - 99, **130, 131**
Protula - 167
Ptilophora mediterranea - 134
Puccinellia festuciformis ssp. *festuciformis* - 55
 Pulce di spiaggia - 158
Pulsatilla alpina - 70
 Pulsatilla delle Alpi - 70
 Quercia - 125, **194**
 Quercia di Dalechamp - 77
 Quercia di Virgilio - 77
 Quercia spinosa - 60
 Quercino - 125
Quercus calliprinos - 60
Quercus cerris - 79
Quercus dalechampii - 77
Quercus frainetto - 79
Quercus ilex - **75, 76**
Quercus ithaburensis ssp. *macrolepis* vedi *Quercus macrolepis* - 79
Quercus pubescens - 77, 81, **123**
Quercus robur - 82
Quercus rotundifolia - 76
Quercus trojana - 79
Quercus virgiliana - 77
 Rampichino - **122**
Rana temporaria - **116**
 Rana temporaria - **116, 117**
 Ranuncolo del Pollino - 71
 Ranuncolo glaciale - **67, 68**
Ranunculus glacialis - **67**
Ranunculus pollinensis - 71
Rapana venosa - 176
Recurvirostra avosetta - 104
Rhamnus alaternus - 76
Rhizostoma pulmo - **155, 175**

Rhododendron ferrugineum - **83, 86**
Rhododendron hirsutum - 85, 86
Rhodymenia - 139
Rhynchospora - 67
Rhynchospora alba - 67
Rhynchospora fusca - 67
 Riccio di mare - 153, 162, **163**, 164, 165
 Robbia - 77
Rochinia rissoana - **173**
 Rododendro - **83**
 Rododendro rosso - 83, 85
 Rodolite - **133**
 Rodriguezella - 142
 Rombo - 171
Rosalia alpina - 125, **191**
 Rospo comune - **113**
 Rovere - 82
 Roverella - 77, 79, **123**
Rubia peregrina var. *longifolia* - 77
Rubus idaeus - 83
Ruditapes decussatus - **170**
Rumex arifolius - 81
Sabella penicillus - **170**
Saga pedo - **119, 120**
 Salamandra pezzata - 108, 112
Salamandra salamandra - 112
 Salamandrina - 112
 Salamandrina dagli occhiali - **112**
Salamandrina perspicillata - **112**
Salamandrina terdigitata - 112
 Salice bianco - **63, 64**
 Salice erbaceo - 68
 Salice pedicellato - 63
 Salice retuso - 69
Salicornia - 55
Salicornia dolichostachya - 55
Salicornia emericii - 55
Salicornia fruticosa - 55
Salicornia glauca - 55
Salicornia patula - 55
Salicornia strobilacea - 55
Salicornia veneta - **55**
Salix alba - **63, 64**
Salix eleagnos - 63
Salix herbacea - 68, 69
Salix pedicellata - 64
Salix reticulata - 71
Salix retusa - 69, 71
 Salmerino - 114
Salmo trutta macrostigma - 110
Salmo trutta marmoratus - 110
Salmo trutta trutta - **110**
 Salpa - 162, **165**
 Salso erbacali - 58
Salsola kali - 58
Salvelinus alpinus - 114
Santolina - 65
 Santolina delle spiagge - 58
Santolina etrusca - 65
Santolina insularis - 65
 Sarago - 163

Sarcocornia fruticosa - 55
Sardaphaenops supramontanus - **91**
Sargassum hornschuchii - **139**
Sargassum muticum - 147
Sargassum trichocarpum - 139
Sarpa salpa - 162, **164, 165**
 Sassifraga verde azzurra - 71
 Scardina - 71
Scarabaeus laticollis - **120**
 Scarabeo - **120**
Scardinius erythrophthalmus - 110
 Scardola - 110
 Scazzone - 108, 110
Schizobrachiella sanguinea - 163
Schizothrix - 142
Schoenoplectus lacustris - 65
Schoenoplectus tabernaemontani - 65
 Schottera - 139
Sciaena umbra - **166, 169**
Sciurus carolinensis - 97
Sciurus vulgaris - 97, 125
 Scoiattolo - 125
 Scoiattolo grigio - 97
 Scoiattolo indigeno - 97
Scorpaena scrofa - **167**
 Scrofularia delle spiagge - 59
Scrophularia ramosissima - 59
 Sedano d'acqua - 65
 Sertella - 166
Sertella septentrionalis - **166**
Sesleria caerulea - 70
Sesleria calcarea - 70
 Sfagno - 116, 117
 Silene - 59
 Silene a cuscinetto - 71
Silene acaulis ssp. *bryoides* - 71
Silene corsica - 58, 59
 Siluro - **111**
Silurus glanis - **111**
Smilax aspera - 77
 Sogliola - **170, 171**
 Soldanella di mare - 58
Solea vulgaris - **170**
 Spaghetti di mare - 137
Sparisoma cretense - **181**
 Spartina - 55
Spartina maritima - 55
 Spartina marittima - 55
 Sparto pungente - 58
Sparus auratus - 103
Spatangus purpureus - **170**
 Spatola - **102, 104**
Speleomantes - 131
Sphagnum fuscum - 66
Sphagnum imbricatum - 66
Sphagnum magellanicum - 66
 Spigola vedi branzino - 103, 158
 Spillone delle spiagge - 59
Spirastrella - 166
Spongia agaricina - **167**
Spongia officinalis - **163**
Sporobolus pungens - 58

Stambecco delle Alpi - **193**
 Stella alpina - **70**
 Stella alpina dell'Appennino - 71
Stephanopachys - 125
 Sterna - 104
 Stracciabraghe - 77
Strix aluco - 125
Sus scrofa - 123, 125
Talitrus - 158
Talitrus saltator - 101
 Tamerice alpina - 63
Telescopus fallax - 105
 Tarabusino - 103
 Tarabuso - 103
 Tartaruga marina comune - **148**
 Tartaruga verde - **197**
 Tasso - 80, 125
 Taxus - 82
Taxus baccata - 80
Telescopus fallax - **100**
 Temolo - 110
Tenarea tortuosa - 141
Tentyria grossa - **102**
 Terebinto - 77
 Terepino dalle orecchie rosse - **97**
 Testuggine d'acqua dolce - 97
 Testuggine palustre - **113**
Tetranchyoderma anomalopsum - **172**
Tetralix tetralix - 121
Teucrium fruticans - 77
 The siciliano - 76
Thlaspi rotundifolium - **70**
Thunnus thynnus - **174**
Thymallus thymallus - 110
Thymelicus acteon - **118**
Thypha angustifolia - 65
Thypha latifolia - 65
 Tiglio - 82
 Tigriopus - 160
Tilia platyphyllos - 82
 Timo - **50, 127**
 Timo arbustivo - 59
 Tinca - **110**
Tinca tinca - **110**
 Tonno - 145, 174
 Tonno rosso - **174**
 Toporagno - **124**
 Toporagno nano - **117**
Tortrix viridana - **124**
Trachemys scripta - **97**
 Tracina - 171
Tricyclusa - 182
Tricyclusa singularis - 182
 Trifoglio alpino - 85
Trifolium alpinum - 85
 Tritone crestato - **113**
Troglocaris planinensis - **130**
 Trota - 110
 Trota fario - **110**
 Trota iridea - 111
 Trota macrostigma - 110
 Trota marmorata - 108, 110
 Tursiope - **149**
 Tursiope - **177**

Tursiops truncatus - 149
Tylopsis liliifolia - 118
Ulmus glabra - 82
Ursus arctos - 125, 187
Usignolo - 127
Utricularia - 67
Utricularia intermedia - 67
Utricularia minor - 67
Utricularia ochroleuca - 67
Uva ursina - 81
Vaccinium myrtillus - 82
Vairone - 110
Vallonea - 79
Vespertilio maghrebino - 128
Viburnum tinus - 77
Vongola - 170
Vongola filippina - 105
Womersleyella setacea - 147
Zanzara - 125
Zerynthia polyxena - 127
Zonaria - 139
Zostera marina - 57, 143
Zostera noltii - 54, 57

Si ringrazia, per la cortese collaborazione
nella stesura del testo su bioclina e
fitosociologia del paesaggio, Simona
Casavecchia.

Un ringraziamento per la disponibilità a
Francesca Del Fabro, Paola Malisani,
Gianni Montanari e Cristina Picili

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 settembre 2009
presso le Arti Grafiche Friulane / Imoco spa - Udine

Printed in Italy