

# **LA VITA NEGLI ECOSISTEMI MARINI: le biocenosi e gli organismi marini dell'Area Marina Protetta di "Portofino" e la loro importanza.**



In questo capitolo scopriremo:

- ✓ cosa significa classificare gli organismi
- ✓ plancton, benthos e necton
- ✓ alcune categorie tassonomiche
- ✓ cos'è una biocenosi
- ✓ gli organismi che popolano l'Area Marina Protetta di "Portofino"
- ✓ come si studia l'ambiente marino



# Un po' d'ordine tra gli organismi.

## Prima sezione

Immaginiamo di aver fatto stata una bella nuotata nelle acque del Promontorio di Portofino con alcuni amici e di aver visto tutti gli organismi delle foto di questa pagina. Cercando di raccontare ad un amico, che non ha potuto immergersi, tutti gli organismi visti, ci si renderà conto che non è facile darne una descrizione precisa e oggettiva.

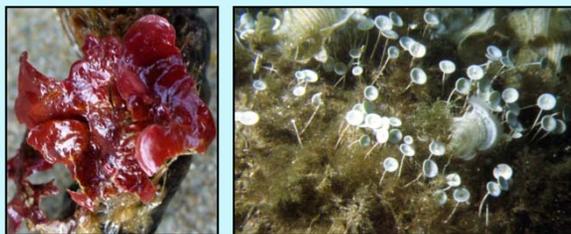
Qualcuno tenderà a descrivere la loro forma e colore, qualcun'altro come si muovono o dove li ha visti (sulla sabbia, sugli scogli, mentre nuotavano tra le rocce o mentre si nascondevano in una piccola grotta).

Insomma, nonostante gli organismi visti siano gli stessi, ognuno ha notato cose diverse e soprattutto ha un modo suo di descriverle.

Il problema non è semplice, ma è stato risolto dagli studiosi che hanno cercato di raggruppare in "categorie" organismi con caratteristiche comuni. Forse non ce ne rendiamo conto ma nella vita quotidiana la tendenza a raggruppare in categorie e classificare è molto comune. Anche in cose banali, come organizzare la dispensa della cucina, tenderemo a sistemare cose simili nello stesso posto (tutti i bicchieri in un ripiano, i piatti in un altro e così via), per una questione di praticità: all'occorrenza sapremo dove trovare le cose e inoltre sapremo indicare ad altri dove sono.

Bisogna ricordare comunque che questa suddivisione in categorie non è definitiva e immutabile, ma può variare nel caso in cui le condizioni che l'hanno generata mutino; se, ad esempio, si scoprono organismi prima sconosciuti o vengono alla luce nuove caratteristiche di organismi già noti, è possibile che sia necessario "riorganizzare" gli organismi stessi in categorie diverse.

Esistono diversi sistemi di suddivisione degli organismi marini in base a caratteristiche comuni, ma i due principali prendono in considerazione o dove vivono (es. mare aperto) e come si muovono (nuotano, strisciano, ecc.) oppure caratteristiche morfologiche comuni. La prima suddivisione individua le 3 grandi categorie del Plancton, Necton e Benthos; la seconda è più complessa e la vedremo in dettaglio nelle prossime pagine.



1, 1bis, 1ter, 2, 3, 4, 5 e 6) Organismi animali e vegetali che si incontrano facilmente nei fondali del Promontorio di Portofino.

# Plancton, Necton e Benthos.

Come detto gli organismi possono essere suddivisi in tre categorie, in base a dove vivono e come si muovono. Occorre ricordare tuttavia che esistono casi nei quali la divisione tra queste tre categorie non è così netta; inoltre per alcuni organismi l'appartenenza ad una di esse può interessare una prima fase del ciclo vitale e cambiare nella fase successiva.

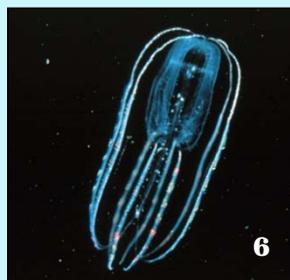
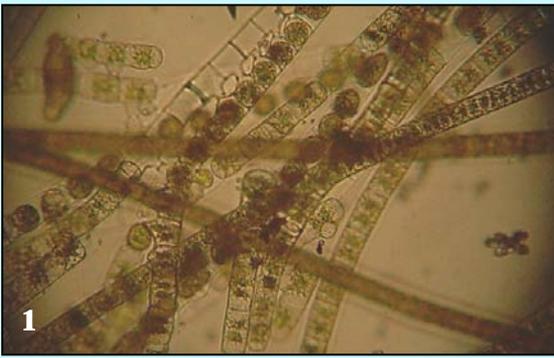
## Il Plancton

Al plancton appartengono gli organismi che galleggiano nell'acqua e che si lasciano trasportare dalle correnti e dal moto ondoso, non essendo in grado di opporsi attivamente ad essi. Questo non significa tuttavia che gli organismi planctonici non possano compiere piccoli spostamenti verticali ed orizzontali nella colonna d'acqua.

Alcuni studiosi individuano un secondo gruppo di organismi, raggruppati nella categoria del **Pneuston**, che vivono nell'interfaccia aria-acqua, sono dotati di strutture che ne consentono il galleggiamento e vengono trasportati dal vento oltre che dalle correnti.

Gli organismi del plancton rimangono sospesi nella colonna d'acqua grazie a particolari adattamenti come espansioni laminari e filiformi, flagelli, ciglia e lunghi tentacoli che favoriscono il galleggiamento e permettono loro piccoli spostamenti. Alcune specie, soprattutto quelle vegetali, tendono comunque ad affondare poiché la loro densità è superiore alla densità dell'acqua di mare. Altre specie riescono a diminuire il loro peso specifico e quindi a non affondare, grazie alla presenza di vacuoli pieni d'aria o di gas da loro stessi prodotti o grazie a riserve di grassi, presenti ad esempio nelle uova di molti pesci. Il plancton infatti è costituito sia da microscopici organismi animali e vegetali, tra cui piccole uova, larve o stadi giovanili di pesci, crostacei e molluschi, sia da specie più grandi. Le dimensioni variano dai 2 micron di organismi come i batteri (picoplancton), agli oltre 2 metri di specie come le meduse o alcuni sifonofori (megaplancton). Molte delle specie di dimensioni minori costituiscono la base della cosiddetta "piramide alimentare".

Il plancton si può distinguere inoltre in *fitoplancton*, costituito da organismi a metabolismo autotrofo e *zooplancton*, che raggruppa organismi a metabolismo eterotrofo. Esistono, tuttavia, specie planctoniche di incerta collocazione, appartenenti al gruppo dei batteri e



7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13) Alcuni organismi tipici del plancton e del pneuston: 1) alghe unicellulari del fitoplancton. 2) diversi organismi zooplanctonici. 3) numerosi individui spiaggiati di *Veleva veleva* 4) *Physalia physalis* o caravella portoghese; insieme a *Veleva veleva* tipico esponente del pneuston. 5) stadio larvale di una medusa, 6) Lo ctenoforo del nord Atlantico *Bolinopsis infundibulum*, 7) una larva di mollusco cefalopode.

dei protisti, le quali possono svolgere attività fotosintetiche in presenza di luce e comportarsi da eterotrofi al buio.

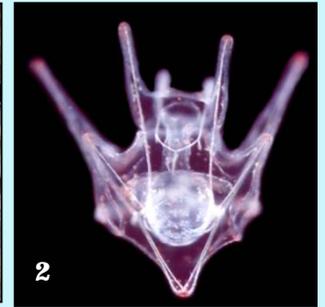
Il plancton si può suddividere anche sotto un altro punto di vista, separando gli organismi che ne fanno parte stabilmente (*oloplancton*) da quelli che trascorrono solo un periodo del loro ciclo vitale (in genere le prime fasi) come tali (*meroplancton*).

Questi ultimi, infatti dopo una prima fase planctonica, subiscono una metamorfosi e possono diventare specie che vivono fissandosi stabilmente al fondale, o specie in grado di nuotare attivamente più o meno in prossimità di esso.

L'aspetto che le forme larvali assumeranno al termine del loro sviluppo, talvolta è difficile da immaginare anche perché le larve hanno spesso forme strane, molto differenti da quelle degli adulti.

In queste immagini puoi vedere alcuni esempi di organismi meroplanctonici che nella fase giovanile fanno parte del plancton mentre nella fase successiva

vivono sul fondo, come nel caso dei ricci (*Paracentrotus lividus*) delle cicale di mare (*Squilla mantis*) o nella colonna d'acqua come i calamari (*Loligo vulgaris*).



16, 17, 18 e 19) Adulti (1/3) e stadi larvali (2/4) di riccio e calamaro.

14 e 15) Stadio larvale (5) e adulto (6) di *Squilla mantis* (cicala di mare).

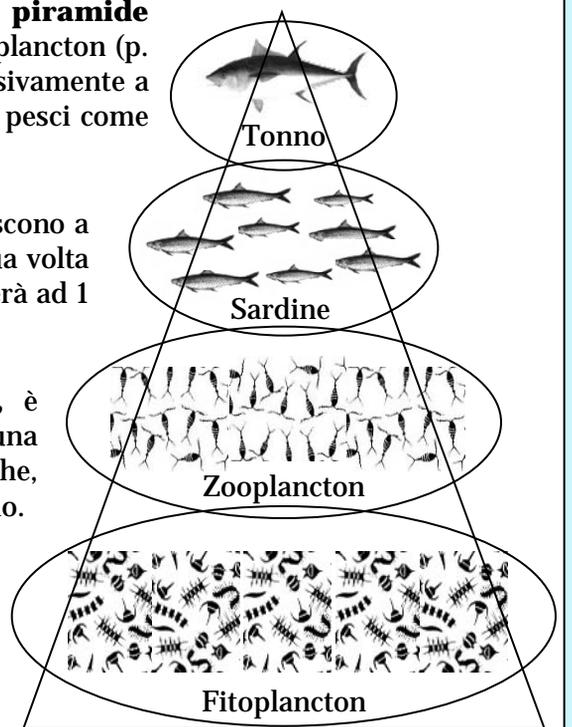
Per saperne di più

Questa è una rappresentazione grafica della **piramide alimentare**: alla base ci sono piccole prede come fitoplancton (p. vegetale) e zooplancton (p. animale); si passa progressivamente a predatori sempre più grandi, fino ad arrivare a grossi pesci come gli squali, i tonni o a mammiferi marini come i delfini.

È stato calcolato che 1000 grammi di fitoplancton riescono a "soddisfare" circa 100 grammi di zooplancton che a sua volta contribuirà a "fornire" 10 grammi di sardina che porterà ad 1 grammo finale di tonno.

Ogni anello della piramide, detto **livello trofico**, è fondamentale per quello superiore: proprio come in una piramide ogni livello fa da base a quello successivo che, per rimanere in equilibrio è necessariamente più piccolo.

Si può notare infine come spostandosi verso il vertice della piramide, il numero di organismi per ogni livello trofico diminuisca progressivamente mentre le dimensioni dei singoli organismi aumentino.





## Il benthos

Il benthos (dal greco “profondo”) include tutti quegli organismi, animali e vegetali, la cui vita è legata al fondale, cioè che in qualche modo contraggono rapporti con esso.

È importante ricordare che i rapporti col fondo sono più o meno costanti e più o meno stretti, pertanto i limiti tra benthos e necton non sono netti.

Questa grande categoria include sia animali in grado di spostarsi attivamente sul fondo (benthos vagile) sia organismi animali e vegetali che non possono spostarsi (benthos sessile). Al primo gruppo appartengono molluschi come i polpi, crostacei come le aragoste, pesci come gli scorfani e molti altri, che rimangono a contatto col fondo per motivi diversi: alcuni si rifugiano in tane nella roccia, altri vi depongono le uova, altri ancora si muovono in cerca di cibo.

Fanno parte del benthos sessile tutti gli organismi animali e vegetali che una volta insediati in un punto, non possono più spostarsi.

Essendo legati al fondo, gli organismi bentonici sono condizionati nei loro aspetti morfologici, fisiologici ed ecologici dalle caratteristiche del substrato sul quale vivono. Inoltre, anche nel caso di organismi appartenenti al benthos vagile, gli spostamenti che possono compiere sono comunque generalmente limitati, per cui nel caso insorgano variazioni ambientali significative (es. inquinamento) non possono sfuggirvi con spostamenti significativi e sono quindi suscettibili di subire danni più o meno permanenti.

Il substrato può essere duro, come nel caso di scogli, pali, moli e imbarcazioni, o molle (o mobile) come nel caso di sabbia e fango.

La grande gamma dei substrati disponibili per gli organismi bentonici determina una maggiore varietà di organismi appartenenti a questo gruppo, sia a livello di categorie sistematiche sia a livello di specie, rispetto agli organismi appartenenti al necton, come vedremo.

Nei fondali del Promontorio di Portofino, in particolare, lo sviluppo di organismi bentonici raggiunge una delle massime espressioni e sono moltissimi i subacquei che ogni anno si immergono qui per godere di questo spettacolo unico.

21, 21 bis, 22 e 23) Alcuni organismi tipici del benthos. Dall'alto un polpo *Octopus vulgaris*, una vacchetta di mare *Discodoris atromaculata*, una madrepora *Leptpsammia pruvotii* e il briozoo *Reteporella septentrionalis*.

Come nel caso del plancton, anche il benthos si può suddividere in *Fitobenthos* o benthos vegetale, e *Zoobenthos* o benthos animale.

## Il Fitobenthos

Il benthos vegetale è costituito da alghe pluricellulari come clorofite o alghe verdi, feofite o alghe brune, e rodofite o alghe rosse, oltre ad alghe unicellulari come diatomee e fitoflagellati. Inoltre importanti vegetali bentonici sono le zoosteracee rappresentate dalle praterie di *Posidonia*, *Zostera* e *Cymodocea*.

Le alghe verdi si trovano soprattutto in acque superficiali e in ambienti ben illuminati. Scendendo in profondità, con la diminuzione della quantità di luce, si incontrano le alghe brune, fino ad arrivare alle alghe rosse che sono adattate a vivere ad elevate profondità e in ambienti scarsamente illuminati.

Nelle foto accanto puoi vedere alcune delle specie di alghe più comuni presenti lungo le falesie del Promontorio di Portofino.

Le zoosteracee sono tutte fotofile cioè possono vivere solo in ambienti ben illuminati. Alcune specie appartenenti al genere *Zostera* e *Cymodocea* non si insediano generalmente oltre i 15 metri di profondità; altre, come *Posidonia oceanica*, possono raggiungere i 40 metri di profondità a seconda della trasparenza delle acque.

Tutte queste specie posseggono radici vere attaccate ad un fusto, il rizoma, che le ancora al substrato molle e cresce generalmente in senso orizzontale, tranne che per *Posidonia* che è in grado di sviluppare rizomi anche in verticale. Per tutte l'impollinazione avviene sott'acqua grazie alle correnti marine.

Nelle prossime pagine verranno approfonditi alcuni aspetti di *Posidonia oceanica* vista l'importanza ecologica che riveste.

## Lo Zoobenthos

Gli organismi che appartengono allo zoobenthos sono numerosissimi grazie alla capacità degli animali di colonizzare fondali di tutti i tipi, anche in assenza di luce, e quindi di spingersi ad elevate profondità.

Vista la varietà di specie appartenenti a questa categoria approfondiremo la loro conoscenza quando ci occuperemo di biocenosi e degli organismi che le caratterizzano.



24, 25, 26 e 27)  
Dall'alto: l'alga verde *Halimeda tuna*, *Dictyota dichotoma* alga bruna e le due alghe rosse *Pessyonnaelia* sp. (rosso scuro in primo piano a sinistra) e *Pseudolithophyllum* sp. (rosa a destra).  
Qui accanto una prateria di *Posidonia oceanica*.



## Il Necton

Il necton è l'insieme di tutti gli organismi definiti "nuotatori", in grado cioè di spostarsi autonomamente e di vincere in modo efficace i moti del mare, come le onde e le correnti.

Tutti gli organismi che fanno parte del necton si spostano nell'ambiente pelagico, cioè in mare aperto, in genere non troppo vicini alla costa.

Appartengono al necton i cetacei, alcuni molluschi cefalopodi, come i calamari e numerose specie di pesci. A questi gruppi possono essere aggiunti i pinnipedi, come le foche, i rettili marini, come le tartarughe, e le specie di uccelli marini che nuotano e si spostano sott'acqua.

La capacità natatoria dei vari componenti del necton presenta notevoli differenze e durante gli stadi giovanili alcuni di essi non sono ancora in grado di nuotare attivamente.



## Gli adattamenti al nuoto

La maggior parte degli animali nectonici è strutturata per spostarsi attivamente nelle acque e ha sviluppato particolari adattamenti per il nuoto.



L'adattamento all'ambiente pelagico è evidente soprattutto nei vertebrati i quali, pur appartenendo a gruppi filogeneticamente distanti, presentano caratteristiche comuni per opporre meno resistenza possibile durante il movimento, vista l'elevata densità dell'acqua marina. Essi hanno sviluppato infatti un corpo generalmente cilindrico, o comunque con un profilo curvilineo, con l'estremità anteriore affusolata.

Tale fenomeno viene definito "convergenza evolutiva".

La propulsione, invece, richiede, con adattamenti diversi nei vari gruppi, un sistema di azione-reazione che spingendo l'acqua indietro, spinga in avanti l'animale. Nella seconda sezione vedremo in dettaglio gli adattamenti al nuoto di alcuni organismi nectonici.



28, 29, 30, 31 e 32) Dall'alto: alcuni delfini comuni (*Delphinus delphis*), una tartaruga (*Caretta caretta*), alcuni tonni (*Thunnus thynnus*), un calamaro dei caraibi (*Sepioteuthis sepioidea*) e uno squalo bianco (*Carcharodon carcharias*).

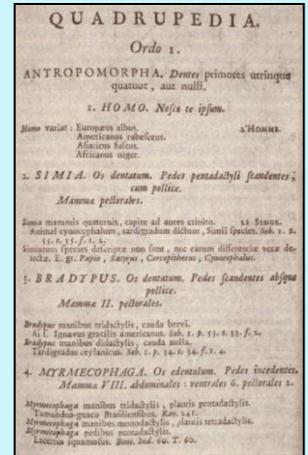
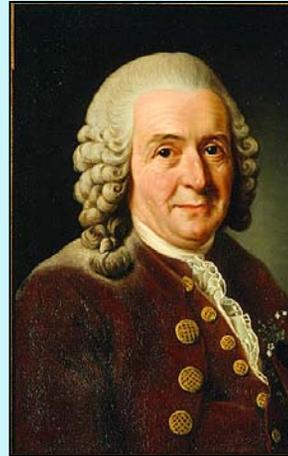
# La classificazione degli organismi

Come detto esistono diversi sistemi di suddivisione degli organismi marini in base a caratteristiche comuni.

La **sistematica** o tassonomia è la scienza che classifica gli esseri viventi.

Tentativi di classificazione sono esistiti fin dall'antichità (tra gli altri Aristotele e Plinio il Vecchio) ma è solo con il *Sistema Naturæ* del naturalista svedese Carl von Linné, meglio conosciuto come Carolus Linnaeus (Linneo in italiano) che la sistematica acquista un rigore scientifico.

Le principali categorie tassonomiche in ordine gerarchico decrescente sono:



33 e 33bis) Carlo Linneo e una pagina del “*Sistema Naturæ*”.

**REGNO** Il raggruppamento maggiore

**PHYLUM** o **TIPO** e **DIVISIONE** (in genere usato per i vegetali)

**CLASSE**  
**ORDINE**  
**FAMIGLIA** } Raggruppamenti creati sulla base di differenze e somiglianze esteriori alle quali dovrebbero corrispondere anche caratteristiche genetiche.

**GENERE**  
**SPECIE.** } Le unità che stanno alla base della moderna sistematica introdotta da Linneo.

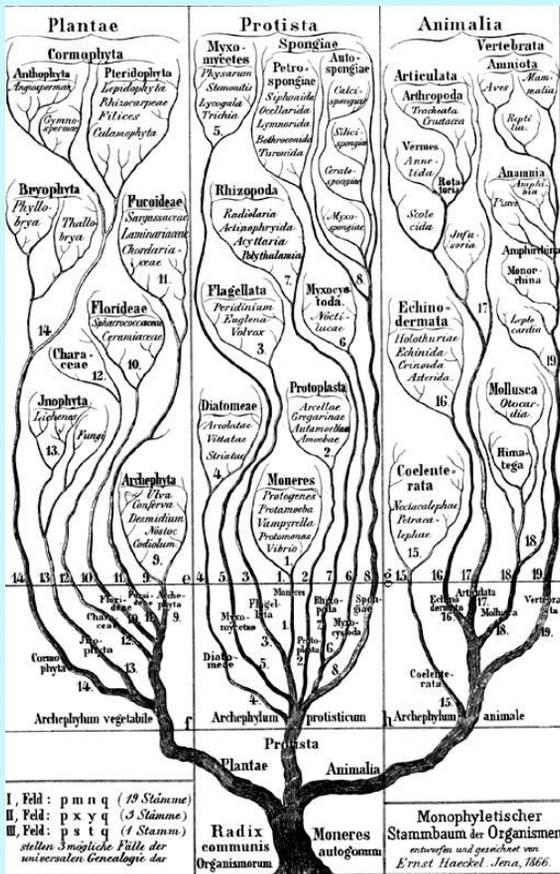
Oltre a queste categorie fondamentali ne esistono altre intermedie (es. superclassi, sottoclassi ecc.) che talvolta sono necessarie nella classificazione degli organismi.

L'entità biologica su cui si basa la sistematica è la specie. Organismi che appartengono alla stessa specie sono interfecondi e in grado di produrre prole fertile. I cani quindi, nonostante possano appartenere a diverse razze, sono tutti della stessa specie poiché possono incrociarsi tra loro. Un cavallo e un asino, invece, sono simili ma appartengono a specie diverse perché, nonostante possano incrociarsi tra loro, generano il mulo che è sterile e non può a sua volta generare prole.

Nella sistematica corrente la suddivisione degli organismi in categorie avviene sulla base di caratteristiche morfologiche comuni anche se non sempre queste sono sufficienti data la soggettività di questo sistema (quello che può sembrare simile agli occhi di uno studioso può non esserlo a giudizio di un altro). Per questo motivo sono stati adottati metodi statistici che prendono in considerazione contemporaneamente il maggior numero possibile di caratteristiche comuni tra diversi organismi; più caratteristiche comuni avranno due organismi, maggiore probabilità ci sarà che essi appartengano alla stessa categoria tassonomica.

Problemi possono ancora insorgere però, perché organismi di origine completamente diversa possono aver evoluto similitudini a causa dell'ambiente che condividono. Questo fenomeno è noto come “convergenza evolutiva” e ne è un esempio evidente la forma idrodinamica di pesci e mammiferi, entrambi adattati alla vita in mare ma di origini totalmente diverse.

I moderni studi di genetica e le tecniche di biologia molecolare hanno permesso di evidenziare sempre più efficacemente le relazioni filogenetiche (evolutive) tra organismi diversi. La sistematica cladistica è la scienza che tenta quindi di individuare i caratteri originari di ogni specie diversificandoli da quelli acquisiti in un secondo tempo, nel corso dell'evoluzione.



34) A destra il primo (1866) albero filogenetico della vita: il *Monophiletischer Stammbaum* di Ernst Haeckel, dalla sua *Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der Organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Descendenz-Theorie*, Berlin, Georg Reimer, 1866.

Le specie vengono sempre indicate con entrambi i nomi: il nome generico è infatti unico, mentre il nome specifico può essere comune a molte specie (come *vulgaris*, *officinalis* etc.).

I gruppi di ogni categoria tassonomica costituiscono una partizione degli organismi noti: ciò significa che ogni individuo appartiene a una e una sola specie, a uno e un solo regno, e così via.

Come visto nella pagina precedente le categorie tassonomiche sono ordinate gerarchicamente: ogni genere comprende integralmente una o più specie, ogni famiglia uno più generi e così via. Man mano che si sale nella gerarchia le caratteristiche comuni ai membri dei gruppi sono minori di numero ma sempre più basilari.

## Il Codice Internazionale di Nomenclatura Zoologica

È un insieme di regole nella zoologia che hanno un intento fondamentale: quello di provvedere alla massima universalità e continuità nel classificare tutti gli animali, secondo giudizio tassonomico. Il Codice è considerato una guida per la nomenclatura degli animali, ma lascia agli zoologi un certo margine di libertà nel denominare e descrivere nuove specie.

Le regole all'interno del Codice determinano quali nomi sono potenzialmente validi, per qualunque taxon (categoria tassonomica). Le sue misure possono essere modificate o adattate a un particolare caso quando l'aderenza stretta ad esse potrebbe causare confusione. Eccezioni di questo tipo non possono mai essere svolte ad opera di un singolo scienziato (per quanto bravo e rispettato possa essere nel suo campo) ma solo dalla **Commissione Internazionale di Nomenclatura Zoologica (ICZN)**, che agisce al di sopra di tutti gli zoologi. La Commissione prende provvedimenti in conseguenza a questioni che le vengono proposte.

Due specie che appaiono diverse potrebbero avere in realtà origini comuni ed essere pertanto più "vicine" tra loro rispetto a due specie apparentemente più simili ma con origini lontane.

I rapporti di somiglianza tra le specie (o tra i gruppi di livello superiore) sono esemplificabili da uno schema ad albero: due specie che hanno in comune il genere saranno più simili e vicine tra loro di due che appartengono a generi diversi. Generi simili avranno un nome comune di famiglia e così via. La classificazione dovrebbe rispecchiare quindi le relazioni filogenetiche cioè evolutive.

Basandosi esclusivamente su ciò (criterio cladistico) ogni *gruppo naturale* dovrebbe comprendere tutti e solo i discendenti di una forma ancestrale. Questo comporterebbe che, ad esempio, i Rettili non avrebbero dignità di gruppo naturale, in quanto Uccelli e Mammiferi discendono da Rettili estinti (Dinosauri e Terapsidi).

Si ammettono quindi strappi alla regola quando, come nei casi citati, un ramo evolutivo ha subito modifiche abbastanza profonde.

## La nomenclatura binomia

È a Linneo che si deve l'invenzione della *nomenclatura binomia*: a ogni specie è assegnato un doppio nome in latino; il primo indica il genere, il secondo rappresenta l'*epiteto specifico*, indicante cioè, unitamente al primo nome, la specie. Il nome generico è sempre maiuscolo, l'epiteto specifico è sempre minuscolo.

## Esempi di classificazione

*Posidonia oceanica*, la pianta marina di cui abbiamo accennato nelle pagine precedenti viene classificata come segue:

REGNO	Piante
DIVISIONE	Spermatofite
SOTTODIVISIONE	Angiosperme
CLASSE	Monocotiledoni
SOTTOCLASSE	Elobie
ORDINE	Potamogetonali
FAMIGLIA	Posidoniacee
GENERE	<i>Posidonia</i>
SPECIE	<i>oceanica</i>

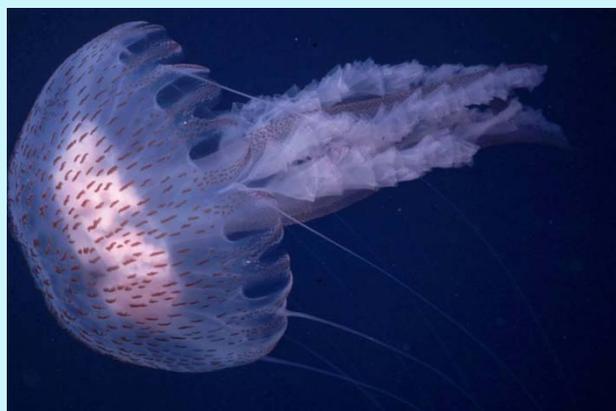


La triglia di scoglio si classifica come:

REGNO	Animali
SOTTOREGNO	Metazoi
SUPERTIPO	Cordati
TIPO	Vertebrati
SOTTOTIPO	Gnatostomi
SUPERCLASSE	Pesci
CLASSE	Osteitti
ORDINE	Perciformi
FAMIGLIA	Mullidi
GENERE	<i>Mullus</i>
SPECIE	<i>surmuletus</i>

La medusa nota come “vespa di mare” per il potere altamente urticante dei suoi tentacoli, si classifica come:

REGNO	Animali
SOTTOREGNO	Metazoi
TIPO	Cnidari
CLASSE	Scifozoi
ORDINE	Semeostomee
FAMIGLIA	Pelagidi
GENERE	<i>Pelagia</i>
SPECIE	<i>noctiluca</i>



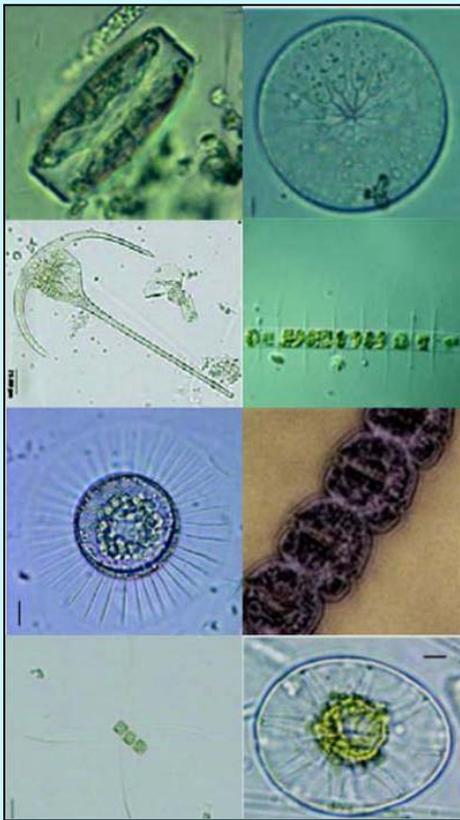
Immagini 35, 36 e 37).

Attualmente le specie viventi sono assegnate a sei regni:

- |                  |            |
|------------------|------------|
| • Eubacteria     | • Fungi    |
| • Archeabacteria | • Plantae  |
| • Protista       | • Animalia |

Nelle prossime pagine verranno analizzati alcuni delle Divisioni e Phyla più rappresentati nelle acque del Promontorio di Portofino, in particolare :

- |                 |   |
|-----------------|---|
| •Dinofite       | • Poriferi  |
| •Bacillariofite | • Cnidari   |
| •Rodofite       | • Anellidi  |
| •Clorofite      | • Molluschi   |
|                 | • Artropodi (solo il subphylum dei Crostacei)                     |
|                 | • Echinodermi   |
|                 | • Cordati (approfondendo soprattutto il subphylum dei vertebrati) |



## Divisioni delle alghe

Dinofite

Bacillariofite  
(Diatomee)

Feofite

Rodofite

Clorofite

La classificazione delle alghe è argomento ancora dibattuto; le principali divisioni possono essere schematizzate come nella tabella sopra riportata.



## Le Alghe

Sono organismi appartenenti a diverse divisioni tassonomiche (phyla) distinte tra loro.

Sono tutti eucarioti autotrofi, vivono in ambiente acquatico o molto umido e quando sono pluricellulari non hanno veri e propri tessuti ed organi ma solo dei talli poco differenziati.

Le dimensioni sono molto variabili (si passa da alghe microscopiche di 2/3 millesimi di millimetro fino ad arrivare a dimensioni di svariati metri).

Nel Mediterraneo le alghe più grandi sono le Laminarie e si trovano nello Stretto di Messina.

Le forme meno evolute sono quelle unicellulari, dotate spesso di motilità propria tramite ciglia o flagelli vibratili. Il passo evolutivo successivo è dato dalla formazione di colonie dove ogni singola cellula è indipendente dalle altre. Le alghe più evolute presentano strutture che assomigliano a organi di piante superiori ma la loro funzione è diversa: mentre le radici di un albero hanno la funzione di assorbimento di sali e sostanze organiche contenute nel terreno, nelle alghe i rizoidi hanno solo la funzione di fissaggio al substrato, in quanto i nutrienti vengono prelevati dalla colonna d'acqua e non dal terreno; lo stesso vale per il fusto che, se presente nelle alghe, non ha la funzione di trasporto della linfa verso le foglie come nel caso delle piante. Le foglie delle alghe, infine, assolvono solo il compito di conversione fotosintetica mentre nelle piante superiori sono dotate anche di nervature che consentono il flusso della linfa.

La riproduzione è spesso asessuata e può avvenire per moltiplicazione vegetativa (si ha una semplice divisione cellulare), per gemmazione (sempre una divisione cellulare ma da una cellula si staccano una o più parti più piccole della cellula madre) per frammentazione del tallo o mediante l'emissione di spore (che sono prodotte all'interno della cellula specializzata chiamata sporocisti) che danno luogo a nuovi elementi.

La riproduzione sessuata in alcuni casi manca, in altri è molto primitiva come la gametogamia che avviene con la fusione di gameti che vengono prodotti in organi riproduttori unicellulari (gametocisti) o pluricellulari (gametangi). Spesso si alternano generazioni con riproduzione asessuata a fasi di riproduzione sessuata.

La colorazione delle alghe è determinata dai differenti pigmenti che si aggiungono alla clorofilla (di colore verde); questi rendono più efficiente la fotosintesi permettendo alle alghe di "catturare" energia luminosa di diverse lunghezze d'onda e di poter colonizzare così anche ambienti a profondità maggiore dove i raggi solari riescono a penetrare solo in piccola parte.

38) Sopra: alghe unicellulari microscopiche.

39) Sotto *Acetabularia acetabulum* anch'essa alga unicellulare ma con dimensioni che possono arrivare al cm di diametro circa.

## Dinofite (Alge dinoflagellate)

Sono microalghe unicellulari, per lo più marine e planctoniche.

In genere prediligono climi caldi e in Mediterraneo sono presenti soprattutto d'Estate.

Sono racchiuse in una teca di cellulosa formata da due coni, separati da un solco longitudinale (cingolo), con due flagelli di cui uno rimane dentro al solco. Comprendono sia forme eterotrofe che autotrofe.

Fra le eterotrofe vi sono specie saprofite (cioè che vivono su tessuti di altri animali o vegetali in decomposizione) e simbiotici che vivono insieme a Poriferi, Cnidari, Molluschi bivalvi.

Molte delle specie autotrofe sono in grado di produrre tossine che possono essere nocive per l'uomo, nel caso vengano accumulate in organismi filtratori come i mitili e poi ingerite. Il periodo a rischio in genere è quello primaverile/estivo.

## Bacillariofite (Diatomee)

Sono microalghe unicellulari, osservabili solo con forti ingrandimenti al microscopio. Presentano clorofilla *a* e *c* ma la colorazione generalmente giallo-bruna è data dalla presenza di caroteni e fucoxantina.

La caratteristica principale delle Diatomee è quella di avere una parete silicea chiamata frustolo che è composta da due teche che si sovrappongono e incastrano l'una sull'altra.

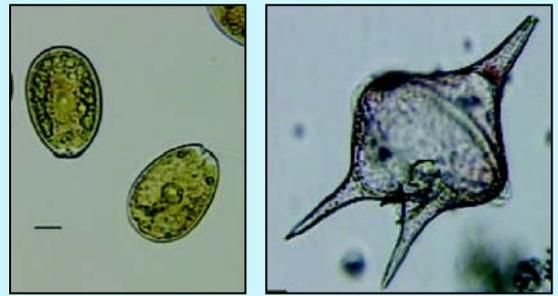
La riproduzione avviene per divisione cellulare. Ognuna delle cellule figlie eredita una teca della cellula madre che fungerà da nuova epiteca, e ricostruirà l'ipoteca mancante.

Le Diatomee sono le forme fitoplanctoniche più importanti per numero di specie e biomassa. L'accumularsi sui fondali di microscopici frustoli ha permesso in tempi geologici la formazione di strati di notevole spessore che oggi permettono di ricostruire il paleoclima di determinate regioni.

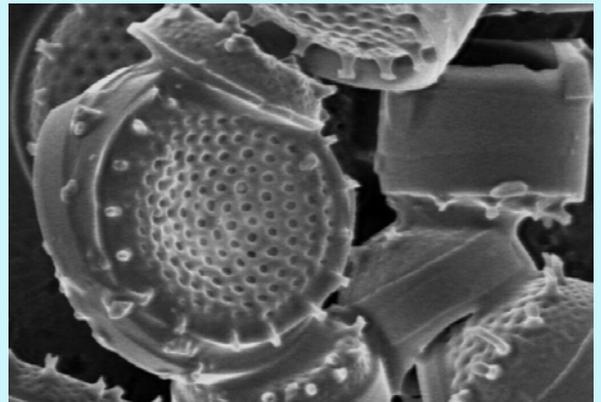
## Feofite

Sono macroalghe bentoniche marine. La colorazione, dal bruno al nero, è dovuta alla presenza oltre alla clorofilla (*a,c*) di betacarotene e della xantofilla fucoxantina. Preferiscono climi freddi e vivono dalla zona intertidale a oltre 40 m. Generalmente sono fissate su substrati duri tramite rizoidi. Il tallo è filamentoso, laminare o massiccio con consistenza gelatinosa. Le dimensioni vanno da pochi millimetri a decine di metri.

La riproduzione può essere asessuata con spore cigliate o sessuata con gameti mobili.



40, 40 bis) alcuni dinoflagellati. A sinistra: *Prorocentrum lima*; a destra: *Protoperidinium oceanicum*.



41) Sopra: una diatomea fotografata con il microscopio elettronico a scansione (SEM) che permette di ottenere immagini ad altissimi ingrandimenti.  
42) A sinistra: diatomee coloniali *Chaetoceros anastomosans*.



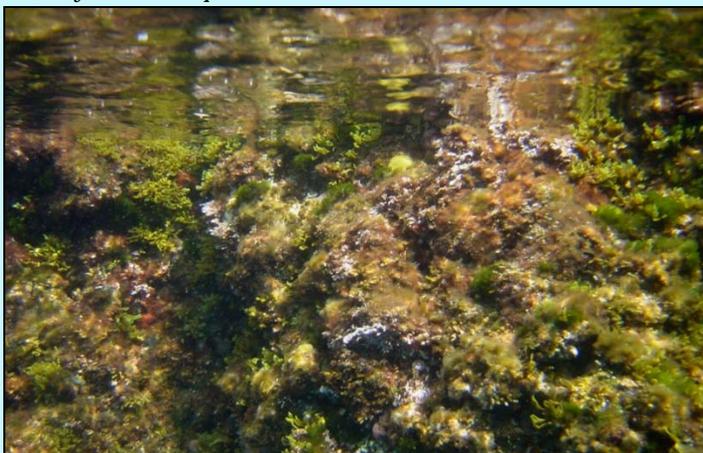
43) L'alga bruna *Padina pavonica*.



44) *Lithophyllum expansum*.



45) *Peyssonnelia sp.*



46) I primi metri sotto la superficie sono caratterizzati dalla presenza di numerose specie di clorofite.



47) A lato: *Halimeda tuna*.  
47 bis) Sopra: *Flabellia petiolata*.

## Rodofite

Sono alghe molto antiche di cui si conoscono fossili risalenti al Cambriano.

La maggior parte delle specie predilige i mari caldi. Sono per lo più autotrofe, presentano clorofilla *a* ma la colorazione tipica rosso violacea si deve alla presenza di pigmenti come ficocianina (blu), alloficocianina (blu) e ficoeritrina (rossa).

Sono alghe prevalentemente pluricellulari, marine e bentoniche, alcune epifite, altre addirittura parassite di altre alghe.

La riproduzione è tipicamente alternata con due fasi asessuate ed una sessuata. Il ciclo è spesso annuale o stagionale.

Nella parete cellulare possiamo trovare delle sostanze che vengono chiamate ficocolloidi e sono usati per produrre Agar e Carragen. Queste sostanze vengono usate nell'industria alimentare per produrre gelatine, ma anche nell'industria farmaceutica, cosmetica, fotografica.

Delle circa 6000 specie di Rodofite almeno 350 sono presenti nel Mediterraneo e qui si trovano in genere tra i 30-70 m di profondità.

## Clorofite

A questo phylum appartengono le alghe verdi. La loro colorazione deriva dalla presenza della clorofilla *a* e *b*.

La parete cellulare è composta da cellulosa.

Sono prevalentemente d'acqua dolce e meno del 10% vive in mare.

Rappresentano un gruppo importantissimo da cui si ritiene si siano evolute tutte le piante terrestri, come testimonia la presenza di in alcune specie di plastidi molto evoluti (cloroplasti). Comprendono sia forme unicellulari sia forme coloniali; possono essere planctoniche e bentoniche e in genere vivono a basse profondità.

L'eccessiva proliferazione (detta fioritura algale) di alcune specie può creare non pochi problemi in alcune zone costiere soprattutto se interessate dal turismo e dalla navigazione.

# Poriferi

Come suggerisce il loro nome, sono animali che portano pori. Grazie a queste aperture, i Poriferi sono attraversati da una corrente d'acqua che serve loro come vettore di nutrimento e di rifiuto. Sono considerati il Phylum più primitivo in quanto il loro corpo non è differenziato in tessuti.

## Ecologia

Il Phylum dei Poriferi è composto esclusivamente da specie acquatiche bentoniche e sessili. Possono avere vita solitaria o costituire dense colonie che diventano importanti habitat per molti animali e vegetali.

## Anatomia e Fisiologia

La struttura principale delle spugne è schematizzabile come un sacco con un'apertura principale, l'Osculo e numerosi pori nella parete chiamati Ostii. I poriferi non possiedono veri e propri tessuti ma rappresentano piuttosto un assemblamento di cellule.

La parete infatti è formata da due strati di cellule, il *Coanoderma* a cellule flegellate, e il *Pinacoderma*, formato da cellule con ruolo di protezione.

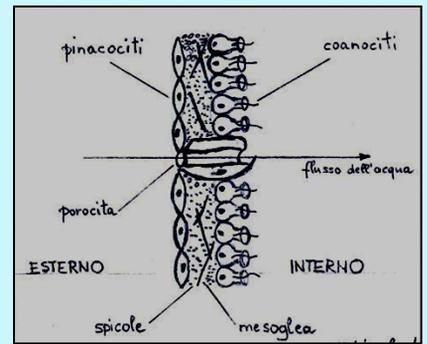
Tra i due strati è presente uno strato gelatinoso (*Mesoglea*) nel quale si trova un intreccio di piccole formazioni calcaree o silicee, note come spicole, oppure fibre di collagene che danno rigidità e sostegno alla struttura.

A seconda della complessità di questa struttura le spugne sono suddivise in Ascon, Sycon e Leucon. Nel tipo ascon la parete interna è costituita da coanociti disposti in un unico strato; questo diventa sempre più ripiegato passando al tipo sycon e poi a quello leucon.

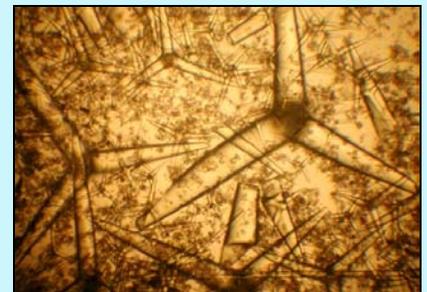
Con questa organizzazione una spugna che ha un volume di circa un litro, può arrivare a filtrare fino a 200 litri/ora.



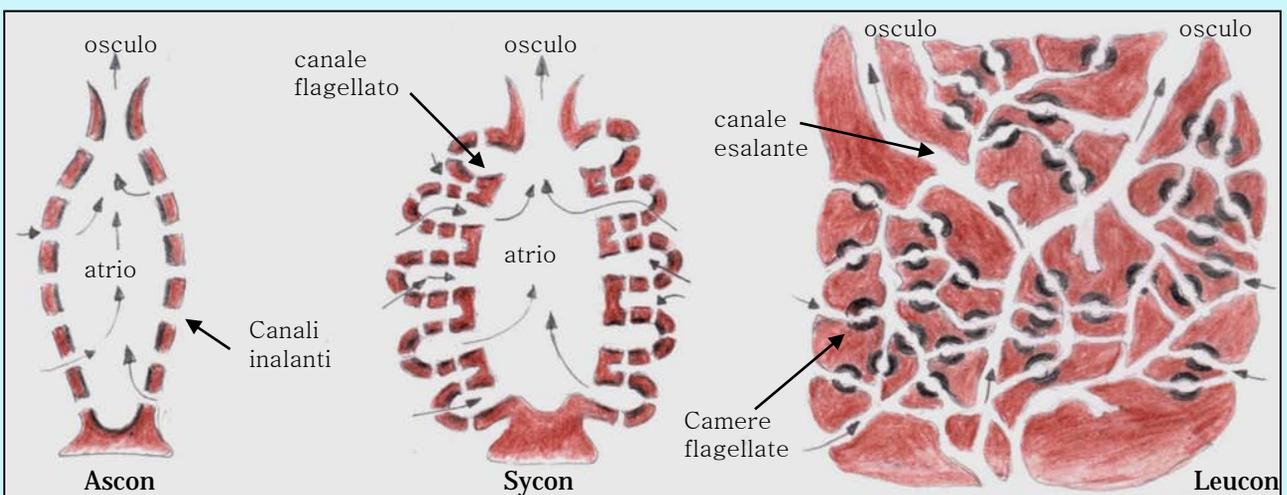
48) *Ircinia* sp.



49) Sezione di una spugna.



50) Spicole di spugna osservate al microscopio ottico.



51) Ascon, sycon e leucon sono i livelli di organizzazione dei Poriferi, le zone in nero indicano la posizione dei coanociti; le frecce indicano la direzione del flusso d'acqua che dopo essere stata inalata è espulsa dagli osculi apicali.

## Riproduzione e sviluppo

Le spugne si riproducono sia sessualmente sia asessualmente.

Molte spugne sono ermafrodite, altre possono essere Dioiche.

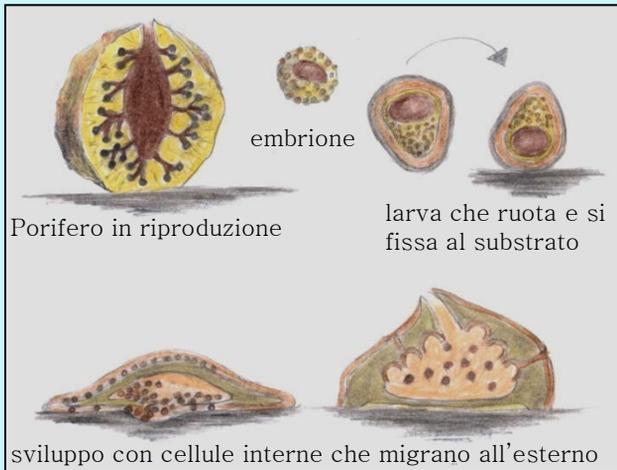
La **riproduzione asessuata** avviene tramite la formazione di gemme (cell.) che si formano all'esterno della spugna e sono delle vere e proprie spugne in miniatura, che si staccheranno dalla spugna madre e formeranno un nuovo individuo.

La **riproduzione sessuata** avviene all'interno dello Spongocele; i gameti maschili vengono rilasciati nell'acqua, attraversano i pori di un'altra spugna e vengono catturati dalle cellule flagellate poste nello spongocele e vanno a fecondare le uova.

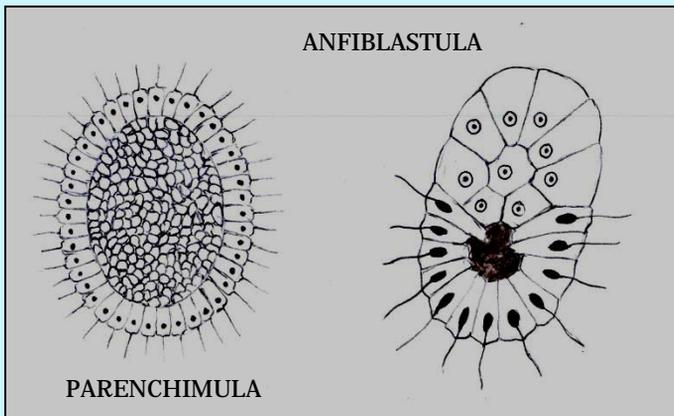
Nella maggior parte delle spugne le uova fecondate si trasformano in larve blastule (parenchimula e anfiblastula) che fuoriescono dagli osculi, vengono rilasciate in acqua e possono svilupparsi direttamente o completare lo sviluppo dopo aver attraversato un periodo di tempo più o meno lungo di vita planctonica.



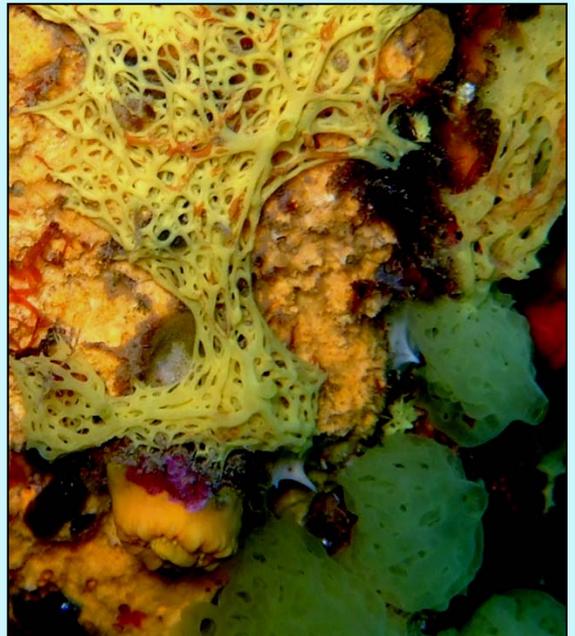
52) Esempio di riproduzione asessuata (gemmazione).



53) Esempio di sviluppo di embrione generato dalla spugna madre per riproduzione sessuata e della forma larvale (Blastula).



54) Larve blastule: parenchimula e anfiblastula.



55) La calcispongia *Clathrina clathrus* con tubuli espansi (in basso) e ritratti (in alto).

### Classe

Calcisponge

Esattinellidi

Demosponge

### Sottoclasse

Omoscleromorfi

Tetracninomorfi

Ceractinomorfi

Nella tabella la classificazione dei poriferi.

## Calcisponge

Hanno spicole composte da carbonato di calcio sotto forma di calcite e si presentano con individui di forma *ascon*, *sycon* o *leucon*.

Hanno piccole dimensioni (una decina di centimetri) e sono più frequenti a basse profondità.

Sono tutte marine.

## Esattinellidi

Hanno piccole spicole silicee e con un numero di punte variabile da tre a sei.

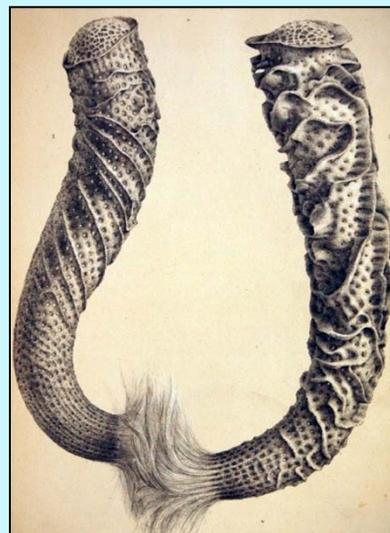
Lo scheletro siliceo supporta individui che possono avere una struttura a *sycon* o *leucon*. Contrariamente alle altre spugne gli esattinellidi non sono in grado di contrarsi ma possono emettere attraverso il corpo sia impulsi elettrici sia luminosi attraverso le spicole. Generalmente sono comuni a profondità elevate.



56) calcisponge: *Sycon raphanus*.



57)  
*Chondrosia reniformis*,  
una  
demospongia  
che si  
riproduce  
spesso per  
gemmazione.



58) *Leucosolenia* sp., una piccola calcispongia presente nell'area marina protetta.

59) Un disegno dell'esattinellide *Euplectella aspergillum* che vive sui fondali oceanici .

## Demosponge

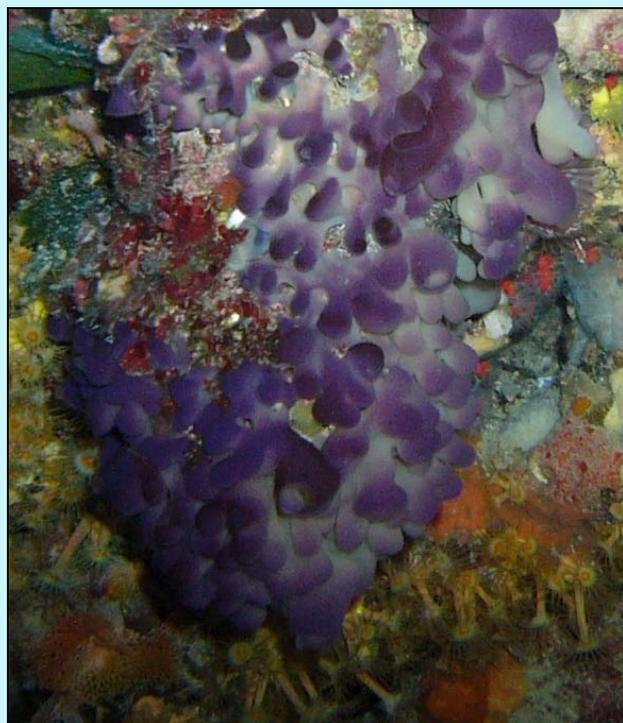
Hanno spicole silicee.

In alcuni gruppi lo scheletro può essere accompagnato da collagene organizzato spesso come spongina.

Sono prevalentemente di tipo *leucon* e possono essere sia marine sia di acqua dolce.



60) demosponge: *Spirastrella cunctatrix*



61) Demosponge: *Oscarella lobularis*.



62) Una medusa.

## Cnidari

Gli Cnidari, o Celenterati, costituiscono un Phylum di animali di natura acquatica e in prevalenza marini.

### Ecologia

Sono uno dei gruppi acquatici maggiormente diversificati presenti sia nel plancton sia nel benthos. Mostrano un primo livello di evidente organizzazione anatomica: hanno un abbozzo di sistema muscolare, una primitiva rete nervosa ed una struttura gastrica che li caratterizza; il nome Celenterati, infatti, deriva dalla cavità gastrica detta celenteron. Il nome cnidari deriva invece dalla presenza di cellule urticanti dette cnidociti presenti in tutti gli esponenti di questo phylum.

### Anatomia e fisiologia

Sono animali a simmetria raggiata, costituiti da due strati cellulari separati da una struttura gelatinosa, detta mesoglea. Il loro corpo può essere schematizzato come un sacco, con una sola apertura; tale apertura, che funge sia da bocca che da ano, è circondata da una corona di tentacoli urticanti in grado di compiere alcuni movimenti e di convogliare verso la bocca le prede catturate. La cavità interna, detta Celenteron, è una vera e propria cavità gastrovascolare e svolge due funzioni:

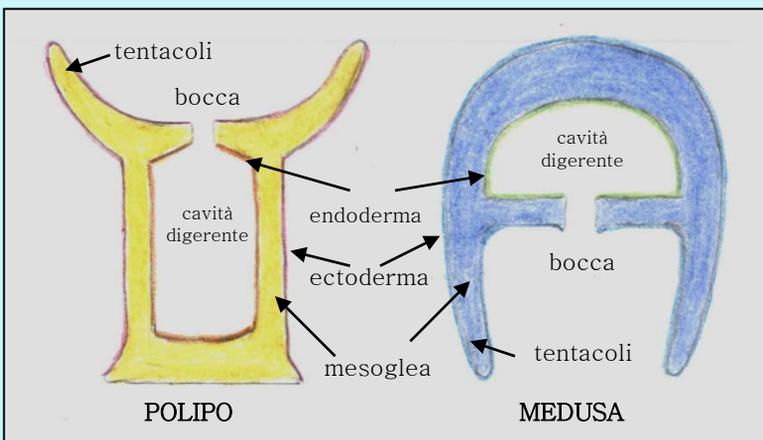
- 1) digestiva, in quanto vi si versano succhi digestivi prodotti dalle cellule che lo rivestono,
- 2) vascolare, in quanto l'acqua che lo riempie giunge abbastanza vicino a tutti i tessuti del corpo; in questo modo è possibile l'assunzione di cibo ed ossigeno e la rimozione di anidride carbonica e sostanze di rifiuto.

Il modello strutturale dei Celenterati si concretizza in due forme:

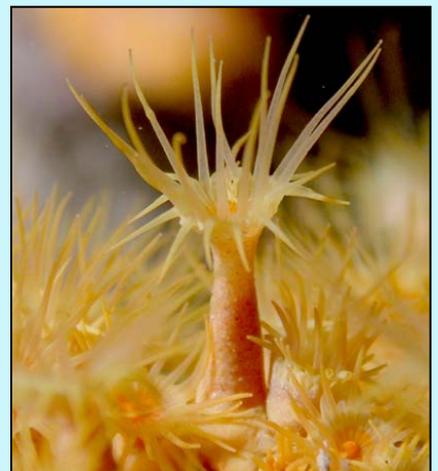
**Polipo:** i polipi hanno l'apertura boccale verso l'alto e sono sessili, ossia fissati ad un supporto solido (quindi appartengono al benthos).

**Medusa:** le meduse hanno l'apertura della bocca verso il basso, sono libere e fanno parte del plancton in quanto non possono nuotare attivamente pur potendo muoversi verticalmente contraendo l'ombrella.

Entrambe le forme possono essere accumulate dalla presenza di uno strato esterno detto **ectoderma**, di uno interno detto **endoderma** e di uno intermedio gelatinoso detto **mesoglea** più o meno spesso a seconda che si tratti di una forma medusoide o polipoide.



63) Schema anatomico della forma polipoide e medusoide con i tre strati cellulari.



64) *Parazoanthus axinellae*.

## Sistema nervoso

Nello strato esterno del corpo (ectoderma) sono presenti cellule differenziate: cellule muscolari, in grado di contrarsi e garantire il movimento del corpo e cellule nervose, in grado di trasmettere stimoli. Nei polipi il sistema nervoso è a rete, cioè senza una particolare organizzazione. Nelle meduse è presente invece un primo grado di organizzazione. Sulla superficie dei tentacoli sono presenti cellule urticanti dette cnidociti con funzioni soprattutto offensive; esse contengono un filamento, avvolto a molla, che può estroflettersi per inoculare il veleno contenuto in una *nematocisti*.

Il veleno è una miscela di sostanze a basso peso molecolare e di sostanze tossiche di natura proteica. La preda viene paralizzata e uccisa per shock anafilattico (viene paralizzato l'apparato respiratorio e poi circolatorio).

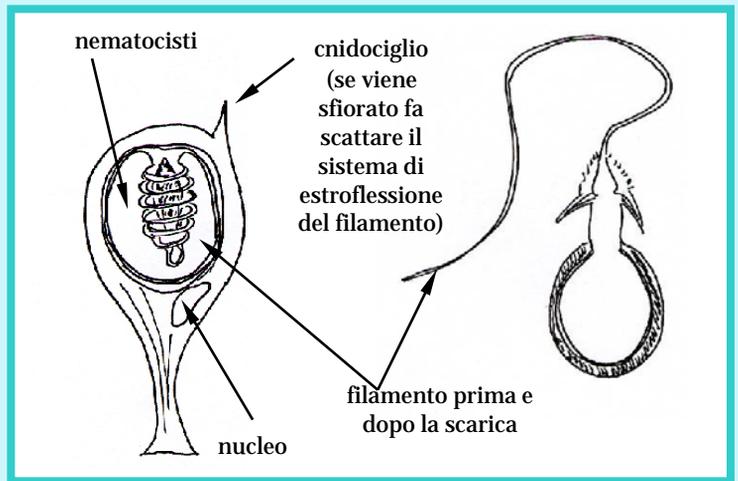
Nei polipi gli unici sensi sviluppati sono quelli per il tatto e per la sensibilità alle sostanze disciolte nell'acqua.

Nelle meduse troviamo due organi di senso veri e propri: la statocisti, una vescicola ricoperta di cellule ciliate che permette alla medusa di reagire ai cambiamenti di posizione (simile all'orecchio dell'uomo) e una macchia oculare, sensibile alla luce.

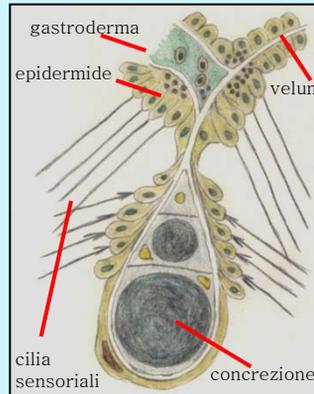
## Riproduzione

Gli Cnidari si riproducono per via sessuale e asessuale. La riproduzione sessuale è presente sia nelle meduse sia nei polipi; quella asessuale, per lo più per gemmazione, si ha nei polipi.

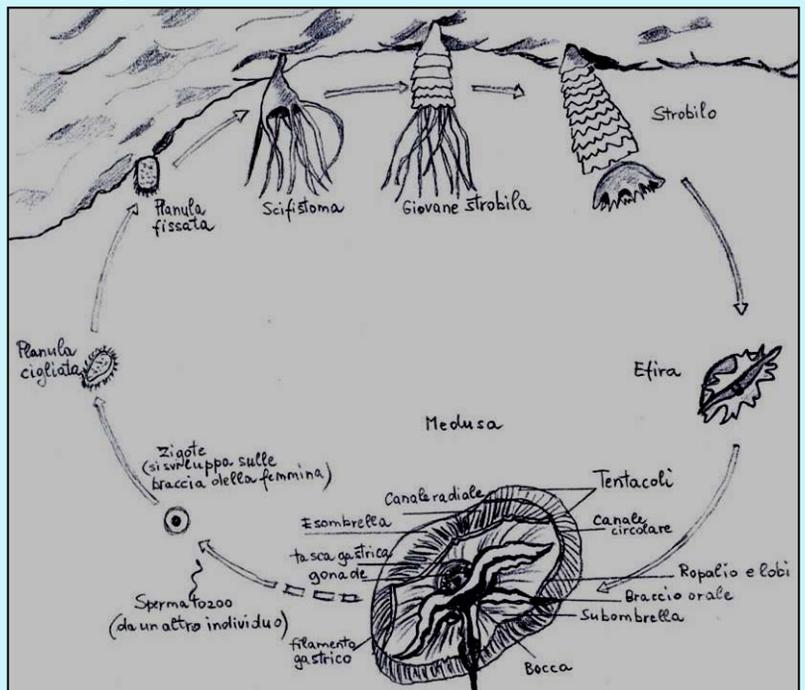
Esistono specie nelle quali si ha alternanza di generazioni tra polipi e meduse. In questi casi le meduse si riproducono sessualmente mentre i polipi asessualmente per strobilazione, con la generazione cioè, da un polipo originario insediato sul substrato, di batterie di altri polipi geneticamente identici e impiantati gli uni sugli altri.



65) Schema di cnidocita.



66) Schema di una statocisti pendula di trachimedusa. 66 bis) *Aequorea forskalea*, un idrozoario in forma medusoide.



67) Esempio di riproduzione sessuata (nella medusa) ed asessuata (nel polipo), con formazione di una larva (Planula) e con alternanza di generazioni tra polipo e medusa.

Classe	Sottoclasse
Idrozoi	
Cubozoi	
Scifozoi	
Antozoi	Ottocoralli Esacoralli Ceriantipatari

Il phylum degli Cnidari è suddiviso nelle 4 classi della tabella.



68) Sopra: l'idrozoo *Aglaophenia dichotoma*.

69) Al centro: la pericolosissima "Vespa di mare" *Chironex flecheri*. Il contatto con essa è spesso mortale per l'uomo.

70) In basso a sinistra: *Hydra viridis*, un idrozoo d'acqua dolce.

70 bis) in basso a destra: *Obelia sp.* Un idrozoo con polipi coloniali che originano meduse.

71) A lato: un idrozoo coloniale *Physalia physalis*, nota come Caravella portoghese. La colonia eteromorfa è formata da un individuo galleggiante (pneumatoforo) dal quale penzolano polipi modificati e specializzati in varie funzioni (alimentare, riproduttiva, difesa); da tali polipi partono lunghi tentacoli urticanti.

## Idrozoi

Questa classe presenta generalmente lo sviluppo di entrambe le forme: il polipo rappresenta la fase asessuata, è tipicamente sessile e spesso può dar origine a colonie. Negli Idrozoi la fase asessuata e sessuata si alternano nel corso del loro ciclo vitale che può essere così schematizzato: dalla colonia adulta di polipi si originano per gemmazione le meduse che possono essere maschili o femminili; quando queste raggiungono la maturità sessuale liberano i gameti nell'acqua i quali, dopo la fecondazione, danno origine ad una larva detta planula, questa sarà responsabile nel trovare un luogo idoneo per l'insediamento e la crescita di una nuova colonia di polipi.

Gli Idrozoi crescono solitamente su fondi duri ma è facile incontrarli anche su conchiglie.

## Cubozoi

Questa classe è rappresentata da meduse che derivano da polipi per metamorfosi e non per strobilazione. Il loro nome deriva dalla forma dell'ombrella che presenta una sezione quadrata con quattro lobi piatti.

I Cubozoi sono distribuiti su tutta la fascia tropicale, ma la loro concentrazione è massima nella regione del Pacifico indo - occidentale.

Il loro contatto è molto pericoloso e in alcuni casi è mortale per l'uomo.



## Scifozoi

Questa classe è rappresentata da specie dove la medusa è maggiormente rappresentata mentre la fase polipoide può anche essere assente.

Il polipo, quando è presente, è detto scifistoma e da esso deriva la medusa per gemmazione.

I gameti liberati dalle meduse danno origine ad una larva planula che si fisserà sul fondo e darà origine allo scifostoma. Questo originerà delle efire che sono delle piccole meduse che cominceranno a crescere ininterrottamente per 2 anni nutrendosi di plancton (vedi schema nelle pagine precedenti).



72) *Pelagia noctiluca* una medusa molto urticante.



73) A sinistra: forma medusoide di *Cotylorhiza tuberculata*; 74) A destra: forma medusoide di *Aurelia aurita*.

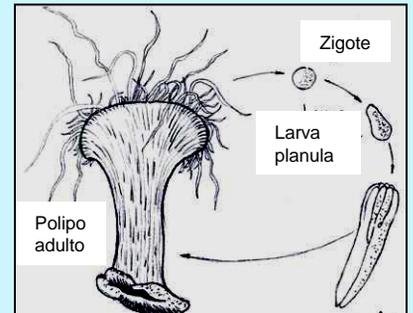


## Antozoi

Questa classe è caratterizzata dall'assenza della forma medusoide. I polipi si riproducono sia sessualmente che asessualmente.

I polipi, in base alla secrezione o meno di uno scheletro calcareo, possono avere consistenza molle o dura, e possono solitari o coloniali.

Gli Antozoi si suddividono in tre sottoclassi: Ottocoralli, Esacoralli e Ceriantipatari.



75) Esempio di ciclo riproduttivo negli Antozoi

## Ottocoralli

Sono caratterizzati da uno scheletro rigido di aragonite ed hanno solo 8 tentacoli. Lo sviluppo avviene tramite una forma larvale (planula). Di questa sottoclasse fanno parte le gorgonie e il corallo rosso.



76 e 77) Due ottocoralli: *Eunicella cavolinii* e *Corallium rubrum*.

## Esacoralli

Hanno un numero di tentacoli da 6 a multipli di 6. L'esoscheletro è calcareo nelle Madrepore e assente nelle Attinie.

Possono vivere in colonie o solitari.



78, 79, 80 e 81) Alcuni esempi di esacoralli: un pomodoro di mare (*Actinia equina*) con i tentacoli espansi e ritratti, *Corynactis viridis* noto anche come "anemone gioiello" e *Parazoanthus axinellae*.



82) *Sabella spallanzanii*.



83) Nella foto grande un esemplare di *Glycera sp.*  
 83 bis e 83 tris) diversi stadi larvali di Anellidi.  
 Lo sviluppo degli Anellidi policheti ha inizio, dopo la schiusa, con una larva trocofora. La larva è piriforme dotata di bocca e ano e possiede ciuffi e cingoli di ciglia che ne consentono il movimento. Come si può notare nella foto a sinistra, in una qualunque larva trocofora, non si osserva la struttura segmentata (metameria) tipica degli anellidi adulti. L'organizzazione metamerica si svilupperà solo negli stadi successivi, nel corso della metamorfosi. Lo sviluppo del corpo seguirà quello del celoma (canale digerente), allungandosi e suddividendosi in segmenti. Al termine della metamorfosi l'animale adulto avrà il corpo molto lungo e suddiviso in segmenti per la gran parte simili tra loro.



84 e 85) A sinistra: policheti sedentari (freccie rosse) su una valva di *Mytilus galloprovincialis*. A destra: una colonia di vermi appartenenti alla specie *Filograna implexa*.



86) A sinistra: Il polichete errante *Hermodice carunculata* presente nelle coste meridionali del Mediterraneo.

## Anellidi

Questo Phylum è caratterizzato da individui aventi un corpo cilindrico segmentato.

Hanno simmetria bilaterale. Ogni segmento è simile a quello adiacente, sia esternamente che internamente (Metameria). I segmenti distali (verso la testa) sono diversi dagli altri e si chiamano *prostomio* (quello anteriore) e *pigidio* quello posteriore.

Questo Phylum viene suddiviso nelle seguenti 3 classi:

- **Oligocheti** (poche setole o "zampe")
- **Irudinei**
- **Policheti** (tante zampe o *Parapodi*)

### Policheti

Sono esclusivamente marini e ogni segmento ospita numerose setole laterali, organizzate a ciuffi detti parapodi.

I policheti vengono divisi in erranti e sedentari.

I primi conducono una vita libera e possono nuotare, i secondi vivono all'interno di tubi che si costruiscono con materiale organico o calcareo.



87) *Sabella pavonina*.

# Molluschi

Il Phylum dei Molluschi racchiude classi molto differenziate tra loro ma accomunabili da caratteristiche rimaste invariate nel tempo.

## Anatomia e fisiologia

Il corpo, che ha simmetria bilaterale, si presenta distinto in 5 regioni:

1. Regione cefalica: dove hanno sede i recettori sensoriali (tentacoli e occhi) e la bocca, spesso provvista di una struttura cornea, la radula, che serve agli organismi per raschiare le superfici (manca nei Bivalvi).
2. Regione viscerale: posta dorsalmente è la sede di stomaco, sistema circolatorio, reni e gonadi.
3. Mantello: contorna il sacco delle viscere dove ha sede l'ano, le branchie e le aperture genitali.
4. Conchiglia: non sempre è presente, è formata dalle secrezioni ghiandolari del mantello che depositano una proteina (*conchiolina*) che successivamente viene impregnata di sali di calcio (carbonato di calcio).
5. Piede: è costituito da una espansione muscolare ventrale che serve per il movimento e come ventosa permettendo una salda adesione al substrato.



88 e 89) un polpo e una "vacchetta di mare", due comuni molluschi marini.

La conchiglia rappresenta per i molluschi lo scheletro dell'organismo. È costituita da carbonato di calcio ed è suddivisa in tre strati:

- Periostraco: quello più esterno; è uno strato sottile di sostanza organica, di vario spessore, costituito da conchiolina, una proteina organica che forma la base su cui il mollusco può deporre carbonato di calcio.
- Ostraco: lo strato intermedio la cui struttura è composta di prismi di calcite.
- Endostraco: è lo strato più interno ed è costituito da madreperla ovvero da strati di aragonite (altra forma cristallina del carbonato di calcio).

Nelle prossime pagine verranno illustrate alcune delle classi nelle quali viene suddiviso il Phylum dei Molluschi.

Classe	Sottoclasse
Solenogastri	
Caudofoverati	
Monoplacofori	
Poliplacofori	
Gasteropodi	Prosobranchi Opisthobranchi Polmonati Protobranchi
Bivalvi	Pteriomorfi Eterodonti Anomalodesmati
Scafopodi	
Cefalopodi	Nautiloidei Coleoidei

Le classi e le sottoclassi in cui è diviso il Phylum dei molluschi.

## Gasteropodi

Il nome deriva dal fatto che questi animali “strisciano sulla pancia” che per loro ha la funzione di “piede” l’unica struttura che svolge funzioni locomotorie.

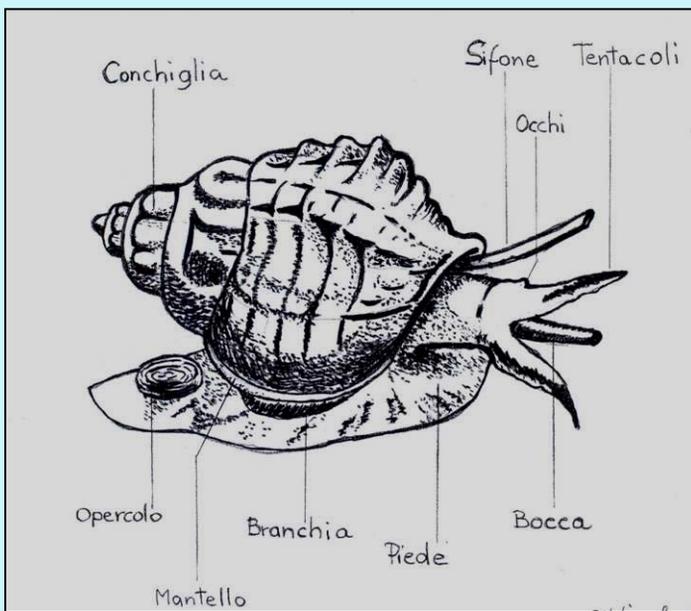
E’ la classe di Molluschi col maggior numero di specie (oltre 100.000).

La conchiglia, quando è presente, è sempre univalve con forma elicoidale, cioè è avvolta a spirale attorno ad un asse detto columella. L’avvolgimento avviene solitamente in senso orario.

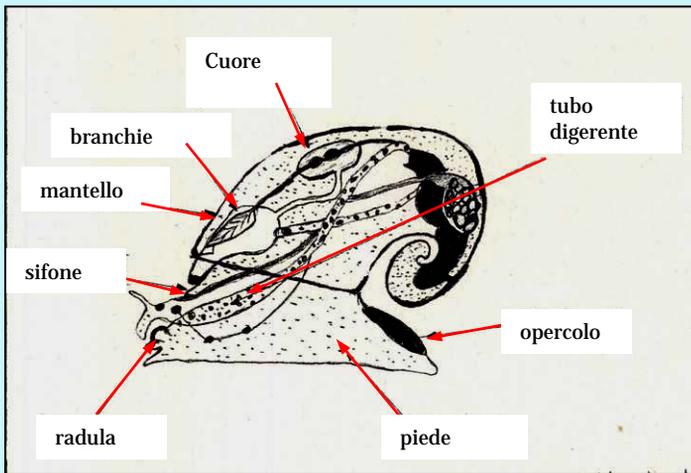
L’apertura dalla quale esce l’animale può chiudersi ermeticamente mediante un inspessimento della pelle, corneo o calcareo, detto opercolo.

Sul mantello ci sono molti recettori tattili; gli occhi sono all’estremità di tentacoli retrattili.

Respirano con le branchie.



90) Raffigurazione di un prosobranchio.



91) Organizzazione organi interni.



92) Stadio larvale di gasteropode, si noti la conchiglietta ancora trasparente.



93 ) A sinistra alcune conchiglie di gasteropodi prosobranchi. In alto a partire da sinistra: la grossa conchiglia di *Charonia lampas* e *Mitra zonata*. In basso a partire da sinistra: *Ranella olearia*, *Patella ferruginea*, *Tonna galea*.

94) A destra alcune conchiglie di gasteropodi prosobranchi simili alle cipree tropicali ma presenti nell’Area Marina Protetta di Portofino. A sinistra *Luria lurida*. A destra in alto: *Zonaria Pyrum* e, in basso, *Erosaria spurca*.

## Prosobranchi

Ne fanno parte i Molluschi muniti di una conchiglia a spirale o a cono.

Nei Patellidi la conchiglia è costituita da un cono basso a base larga.

Le patelle in genere si trovano nella zona di marea o nei primi metri sott'acqua; si muovono lentamente raschiando con la radula le alghe che crescono sugli scogli per poi tornare al punto di partenza.

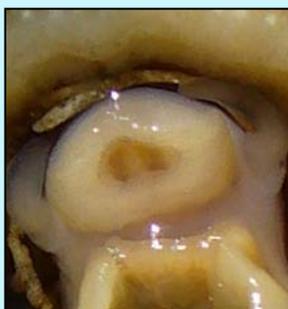


95) Alcuni gasteropodi del genere *Patella*. Al centro *Patella ferruginea*.

I Cassidi sono Gasteropodi con conchiglie di grandi dimensioni, noti ai più perché da essi si ricavano numerosi cammei. Vivono su fondali detritici dove possono infossarsi, o nel coralligeno. Sono predatori di echinodermi o poriferi.

I Murici, già noti e apprezzati da Greci e Romani che da essi estraevano la porpora per tingere di rosso i tessuti, hanno tutti opercolo corneo e il piede robusto e forte.

Questi Molluschi possono perforare il guscio di altre conchiglie mediante l'azione abrasiva della radula e di speciali enzimi. Si cibano anche di Policheti, Crostacei e Poriferi.



96 e 97) In alto: Due immagini di una patella; a sinistra particolare della bocca. A destra si possono notare il piede che aderisce alla roccia e i tentacoli.



## Opistobranchi

Questa sottoclasse si distingue dalle altre perché la conchiglia è molto ridotta o completamente assente.

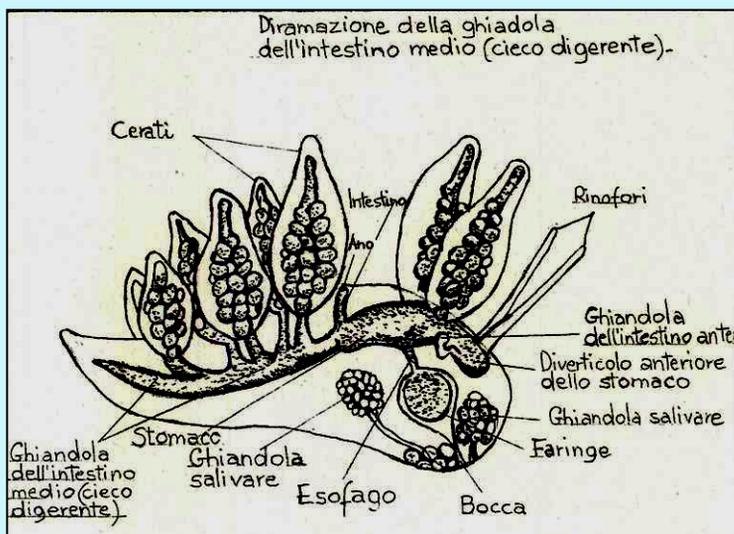
I nudibranchi ricordano delle piccole lumache, hanno tentacoli orali posti ai lati della bocca e a seconda della famiglia possono presentare fino a tre paia di appendici: i tentacoli orali posti ai lati della bocca, i rinofori (organi olfattivi posti dorsalmente sul capo) e i tentacoli propodiali (propaggini della parte anteriore del piede).

Hanno pseudobranchie laterali o perianali.

98 e 99) in alto da sinistra: ovature di un mollusco prosobranchio e *Phalium granulatum*.

100 e 101) al centro da sinistra: il piccolo mollusco *Smaragdia viridis* e la conchiglia di *Cerithium vulgatum*.

102) In basso: anatomia di un opistobranchio.



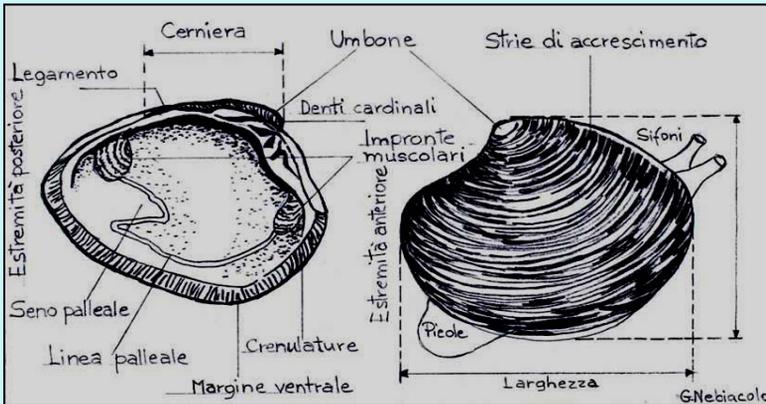


103) *Flabellina pedata*.

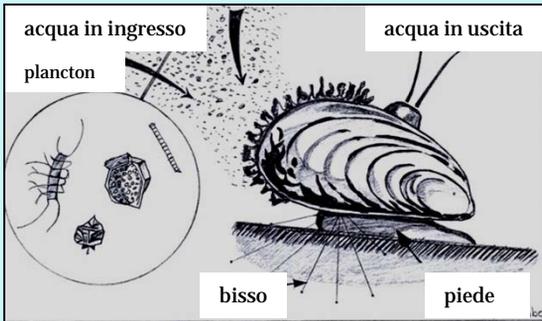


104) *Discodoris atromaculata*, nota come vacchetta di mare per la sua colorazione a macchie.

In alcune specie la colorazione è estremamente vistosa per mettere in guardia eventuali predatori della loro tossicità; alcune specie, infatti, si cibano di cnidari e sono in grado di utilizzare gli cnidoblasti “inesplosi” e non digeriti come difesa, convogliandoli nelle espansioni intestinali dorsali (cerata). Alcune specie si cibano di Spugne.



105) Schema di bivalve.



106) La filtrazione in un mitilo.

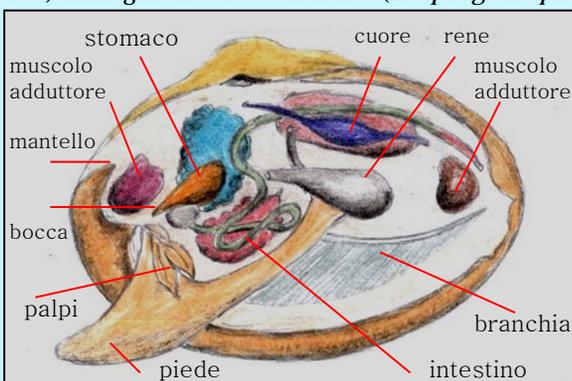
Il mollusco si presenta appiattito e mostra la parte dorsale verso la cerniera delle due valve, in prossimità dell’umbone (protuberanza che costituisce la parte più vecchia della conchiglia). La conchiglia si apre per inerzia e si chiude grazie a due muscoli adduttori che si manifestano con due impronte nette sulla superficie interna delle valve. Il nutrimento dei bivalvi è tipicamente sospensivoro, cioè filtrano l’acqua. Le Ostriche ad esempio possono filtrare fino a 37 litri d’acqua ogni ora!

Vivono infossati nei sedimenti, all’interno di rocce o come specie sessili su substrati duri. Hanno statocisti e organi a funzione visiva posti sulle branchie per notare le variazioni di luce. La riproduzione avviene tramite sessi separati, ma non sempre i sessi sono distinti ed è frequente l’ermafroditismo.



107) Immagini di “datteri di mare” (*Litophaga litophaga*).

107 bis) *Pholas dactylus* o “dattero bianco”.



108) Anatomia interna di un mollusco bivalve.

### Mitilidi

Comprende 250 specie, con conchiglia simmetrica. I mitili si fissano sul substrato mediante un bisso situato in posizione ventrale. Alcune specie, come *Mytilus galloprovincialis*, le comuni cozze, sono allevate a scopo alimentare. La loro caratteristica di filtratori li può trasformare in pericolosi vettori di batteri patogeni e di sostanze chimiche tossiche. Per i virus e batteri la cottura può ridurre la soglia di pericolo, mentre per le sostanze chimiche la bollitura non è sufficiente.

Per eliminare le sostanze tossiche idrosolubili i mitili provenienti da zone a rischio devono superare un periodo di stabulazione dentro vasche con acqua depurata prima di essere messi in commercio.

*Lithophaga lithophaga*, nota come “dattero di mare”, è un'altra specie di bivalve che veniva consumata fino a qualche anno fa. Oggi la pesca di questo bivalve è vietata: il suo tasso di crescita infatti è molto lento (3 mm/anno) e poiché è endolitico (vive dentro le rocce), la sua raccolta determinava la distruzione totale del substrato per poterlo estrarre.



109) In esemplare piccolissimo di bivalve perforatore.



110) Larva veliger di *Mytilus sp.*

### Pinnidi

Sono bivalvi di grandi dimensioni che vivono fissi al substrato mediante un robusto bisso.

La forma è triangolare con margine ventrale arrotondato. La conchiglia vive infossata nella sabbia per parte della sua lunghezza.

Talvolta all'interno della conchiglia si formano perle prive di valore commerciale, dovute alla secrezione stimolata dalla presenza di corpi estranei (es. granelli di sabbia).

Una delle specie più note è *Pinna nobilis* che si può osservare spesso sui fondali dove sono presenti praterie di *Posidonia oceanica*. Anche questa specie oggi è protetta.



111) *Pinna nobilis*



112) A sinistra: Negli scogli lungo la costa è facile osservare antiche perforazioni prodotte da molluschi bivalvi. 113) A destra: *Tapes philippinarum*.

### Veneridi

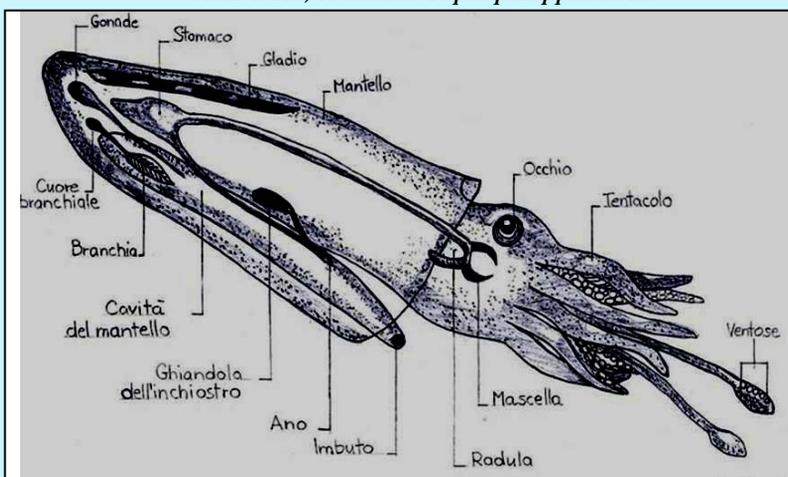
Tra le più note vi sono le vongole che vivono in fondali sabbiosi e si spostano per mezzo del loro robusto piede. La specie mediterranea è *Tapes decussatus*, ormai quasi completamente soppiantata dalla specie introdotta *Tapes semidecussatus* o *philippinarum*.

### Cefalopodi

Sono predatori che trovano nella velocità di spostamento un'essenziale arma di sopravvivenza. Hanno per lo più perso la conchiglia esterna conservandone in alcuni casi residui interni con funzioni portanti come per le seppie o i calamari. Vi sono delle eccezioni come quella del *Nautilus* che produce una

bellissima conchiglia esterna con funzione di stabilizzatore idrostatico.

Rappresentano il livello evolutivo più alto raggiunto dai molluschi. Hanno un corpo cefalizzato (sono tutto testa) al punto che il capo occupa la maggior porzione del corpo lasciando spazio solo alle braccia cefaliche distribuite intorno alla bocca.



114) Anatomia interna di un calamaro.

Quest'ultima è provvista di un becco corneo, simile nella forma a quello di un pappagallo, che funge da mascella.

Oltre alle braccia è presente l'imbuto, attraverso il quale viene incanalata ed espulsa l'acqua per la respirazione e le altre funzioni vitali nonché per la propulsione e il direzionamento del nuoto forzandovi l'acqua contenuta nel sacco.

Le braccia cefaliche servono per la cattura del cibo ma anche come organo tattile in quanto sono particolarmente innervate.

In alcune specie esiste la "ghiandola del nero", atta a secernere un liquido scuro che viene espulso quando l'animale si sente minacciato che, intorbidando l'acqua permette di scappare dai predatori.

Su tutto il corpo sono poi presenti cellule contenente pigmenti colorati (cromatofori), che possono essere dilatati o ristretti tramite contrazioni muscolari in modo da ottenere un'ampia gamma di colori, permettendo al mollusco di mimetizzarsi.

I Cefalopodi vengono suddivisi nelle due sottoclassi seguenti:

### Coleoidei



115) *Argonauta argo*.



117) *Octopus vulgaris*.

Nel Mediterraneo sono rappresentati da tre ordini: I Sepidii (le seppie) e i Teutidi (i calamari) che hanno 8 braccia cefaliche e 2 tentacolari (lunghe e appiattite nella parte terminale, utilizzate soprattutto per catturare le prede) e gli Ottopodi con solo 8 braccia cefaliche.

Questi, oltre i polpi, comprendono anche gli argonauti, cioè i molluschi pelagici che nuotano in superficie.



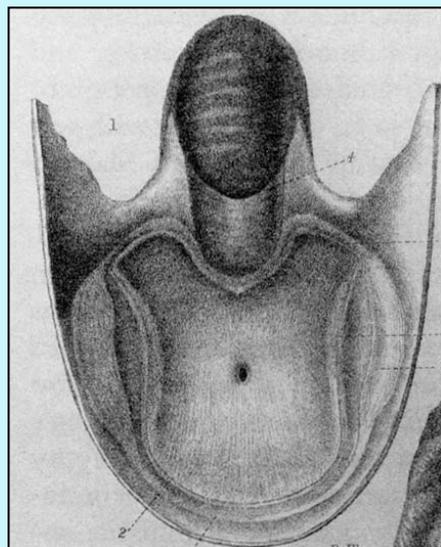
116) Una seppia *Sepia officinalis*.

### Nautiloidei

Hanno una conchiglia molto particolare, divisa in concamerazioni in cui solo l'ultima è occupata dall'animale. Le altre sono piene d'acqua ed attraversate nella regione centrale da un sifone. Variando la quantità d'acqua nelle camere il *Nautilus* riesce a variare il proprio assetto in acqua. I tentacoli sono privi di ventose. Non sono presenti nel mediterraneo.



118) A sinistra: *Nautilus pompilius*  
119) A destra: Interno della conchiglia di *Nautilus pompilius*.



# Artropodi

Originatisi più di 600 milioni di anni fa gli Artropodi costituiscono il Phylum più vasto del regno animale, comprendendo gruppi come ragni, insetti e crostacei con una serie di caratteristiche fondamentali in comune.

Il corpo è segmentato e si assiste ad una specializzazione in regioni del corpo (capo, torace, addome).

Ogni segmento del corpo presenta un paio di appendici segmentate e il capo ha solitamente una coppia di occhi (composti) laterali.

L'aspetto maggiormente caratterizzante il phylum è la presenza di un esoscheletro a protezione del corpo.

Questa importantissima novità evolutiva consente a numerosi rappresentanti di questo gruppo di conquistare definitivamente le terre emerse, ma la scarsissima estendibilità di tale struttura non permette una crescita volumetrica. Per ovviare a tale problema, gli Artropodi vanno incontro, nel corso della loro vita, ad un certo numero di mute. La spoglia cuticolare prende il nome di exuvia.

## Crostacei

I Crostacei sono artropodi preminentemente marini. Rappresentano il gruppo di invertebrati più diffuso e diversificato presente in mare, comprendendo forme minuscole planctoniche (sono la categoria tassonomica più rappresentata nel plancton), fino ad arrivare a specie di dimensioni notevoli. Esistono pochi ambienti che non siano colonizzati da questo gruppo.

Non entreremo nel dettaglio delle singole classi perché la loro trattazione richiederebbe un capitolo a parte; ci limiteremo a riportare qualche esempio tra le specie che più facilmente possono incontrarsi nelle acque del Promontorio di Portofino.

La tabella che segue indica solo le categorie tassonomiche delle specie citate.



Subphylum	Classe
Cheliceriformi	Chelicerati Pantopodi
Unirami	Miriapodi Insetti
Crostacei	Remipedi Cefalocaridi Branchiopodi Massillopodi Malacostraci

In alto: suddivisioni sistematiche degli artropodi; 120, 121, 122, 123 e 124) In basso immagini di crostacei di dimensioni diverse.



Classe	Sottoclasse	Ordine
Remipedi		
Cefalocaridi		
Branchiopodi		
Massillopodi	Copepodi	Toracici
	Cirripedi	
Malacostraci	Eumalacostraci	Isopodi Anfipodi Eufasiacei Decapodi

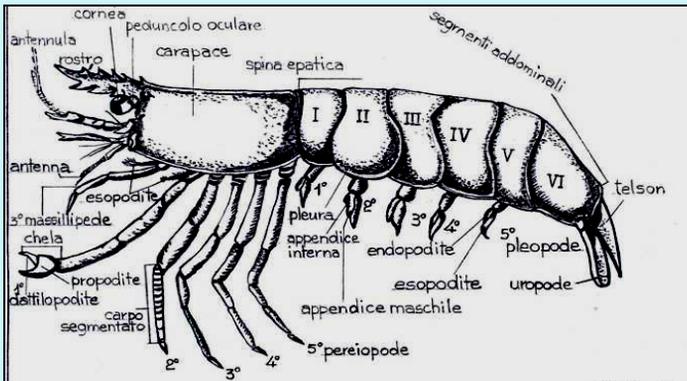
## Anatomia e fisiologia

Il loro corpo è generalmente composto da un capo (o cefalon) e un tronco (o soma), solitamente suddiviso in torace (*pereion*) ed addome (*pleon*). E' presente solitamente un carapace che può estendersi dorsalmente e lateralmente ed è spesso fuso con uno o più segmenti toracici, creando un cefalotorace con possibile formazione di un rostro. Spesso il tegumento può presentare colorazioni molto vivaci grazie alla presenza di alcune cellule chiamate cromatofori.

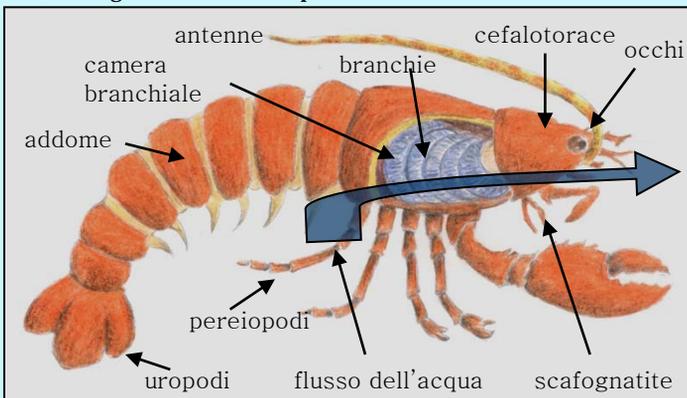
Il capo di qualsiasi crostaceo presenta cinque paia di appendici: le prime sono le antennule, le seconde le antenne e, poi, tre paia di massillipedi; le mandibole, le prime mascelle e le seconde mascelle.

I Crostacei hanno un paio di occhi composti e ben sviluppati, che possono essere sessili o pedunculati.

Gli arti toracici prendono il nome di pereiopodi e sono importanti per la locomozione; gli arti addominali sono detti pleiopodi e servono per mantenere un continuo flusso di acqua verso le branchie e per il trasporto di uova. Infine vi sono gli uropodi, che sono gli arti degli ultimi segmenti addominali. Nella parte terminale si trova il telson dove è posizionato l'ano.



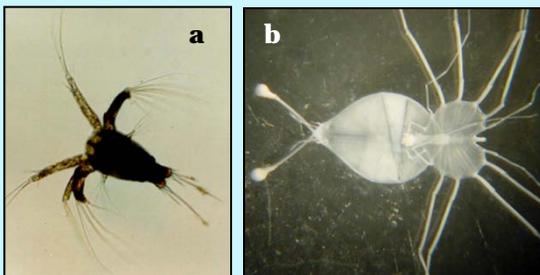
125) Raffigurazioni di decapodi.



126) Le sottili branchie dei Crostacei vengono protette dal carapace che, ripiegandosi, forma una sorta di camera branchiale. Per assicurare un fluire continuo dell'acqua attraverso la camera branchiale, i crostacei in prossimità della bocca possiedono una speciale struttura (scafognatite) che, vibrando velocemente, determina un flusso in uscita dell'acqua; il flusso in entrata viene assicurato da aperture dell'esoscheletro localizzate alla base dei pereiopodi.

127 e 128) Due esempi di larve di crostacei:

- a) nauplio di decapode (gambero peneide) e
- b) phyllosoma, stadio precoce di larva di aragosta.



Esistono casi nei quali gli scambi gassosi possono avvenire a livello cutaneo ma di norma la respirazione viene effettuata tramite le branchie poste nella camera sotto il carapace (*camera branchiale*).

Apparato circolatorio: è formato da un complesso sistema di vasi arteriosi e venosi. Il cuore si trova nella parte posteriore del torace dietro la regione gastrica e pompa sangue con *emocianina* (pigmento respiratorio simile all'emoglobina di colore blu).

Il sistema nervoso è molto sviluppato e complesso; gli occhi sono composti come quelli degli insetti.

### Riproduzione e sviluppo

I sessi sono solitamente separati anche se vi sono casi di ermafroditismo. La maggior parte dei crostacei espleta la copula e molti di essi hanno sviluppato comportamenti di corteggiamento. Le uova possono essere liberate in acqua o trattenute dalle femmine, in questo caso il compito è svolto dalle appendici addominali o particolari marsupi dorsali o ventrali (oostegiti). Lo sviluppo embrionale viene interrotto solitamente al momento in cui compaiono tre paia di metameri dotati di appendici, in questo caso l'embrione assume la forma di larva detta nauplio, caratterizzata dall'aver un occhio semplice e tre paia di appendici che si trasformeranno in antennule, antenne e mandibole.

I Cirripedi possono vivere liberi, come parassiti o come epizoi (che vivono su altri organismi). La morfologia non ricorda quella di un crostaceo. In particolare il carapace, che riveste l'intero corpo, è molto modificato e spesso secreta uno scheletro calcareo esterno costituito da una serie di placche.

I cirri, che possono estrarre e ritrarre nel carapace, sono deputati alla cattura del cibo.

All'ordine dei Toracici appartengono i Lepadiformi che si attaccano al substrato per mezzo di un peduncolo, e i Balanomorfi che si saldano direttamente sul substrato.

I Balanomorfi, noti come "denti di cane", sono in grado di colonizzare la fascia di marea anche in zone, come le coste del Promontorio di Portofino, che sono interessate da un moto ondoso talvolta molto intenso.

La classe dei Malacostraci è la più vasta tra i crostacei: vi appartengono numerosi ordini, tra cui quello dei decapodi, che comprende gamberi, granchi, paguri e aragoste solo per citarne alcuni. Nei fondali di Portofino si possono incontrare ad esempio piccoli granchi che vivono tra i tentacoli degli anemoni. Anche se i tentacoli degli anemoni sono urticanti, infatti, alcuni animali riescono a vivere in mezzo ad essi senza venire danneggiati. Pesci, gamberi o granchi si rifugiano tra i tentacoli per sfuggire ai predatori e a loro volta proteggono l'anemone, che diventa il loro "territorio".

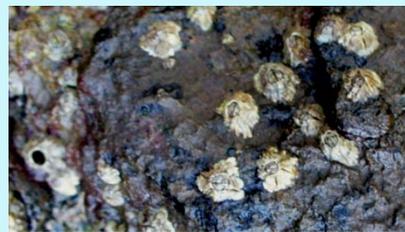
Nella foto a destra è mostrato il granchietto *Inachus phalangium* tra i tentacoli dell'anemone *Amemonia viridis*.

Talvolta però succede il contrario: non è più l'anemone a fungere da ospite ma è lui stesso ad essere ospitato.

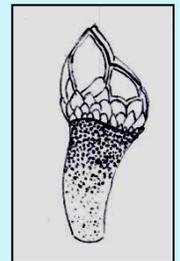
Alcune specie di paguri, ad esempio, trasportano diversi anemoni sulla conchiglia nella quale "abitano".

Anche in questo caso entrambi gli organismi hanno un vantaggio a vivere insieme: il paguro è protetto dai predatori grazie ai tentacoli urticanti dell'anemone, mentre quest'ultimo ha maggiori probabilità di catturare le sue prede mentre il paguro lo porta "a zonzo".

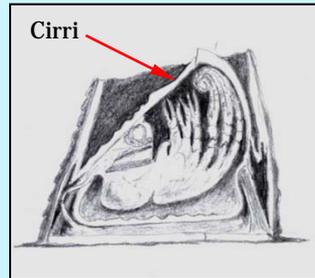
All'ordine degli Isopodi appartengono piccoli crostacei con il corpo caratteristico compresso dorso-ventralmente (sono generalmente "piatti"). Alcuni di essi sono ectoparassiti (parassiti esterni) e si possono osservare spesso attaccati alle branchie o alle scaglie di diverse specie di pesci.



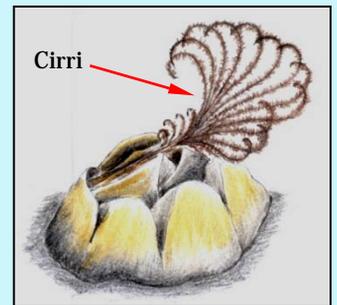
129) *Chtamalus stellatus*.



130) Schema di un lepadiforme.



131 e 131bis) Balanomorfe con i cirri all'interno (sinistra) e all'esterno (destra) del carapace.



132) In alto: *Inachus phalangium* tra i tentacoli dell'anemone *Amemonia viridis*.

133) Al centro: un paguro *Dardanus arrosor* trasporta numerosi anemoni della specie *Calliactis parasitica* sulla conchiglia; i filamenti viola urticanti, detti aconzie, sono rilasciati dall'anemone se viene disturbato.

134) In basso: un isopode parassita *Anilocra* sp. Attaccato alla coda di un labride.



135, 136 e 137)  
*Phronima*  
*sedentario*  
dentro quel che  
resta di un  
Tunicato.



138) In alto: un'aragosta *Palinurus elephas*.  
139) Al centro: un adulto di astice (*Homarus gammarus*).  
140) In basso: la magnosa, un grosso crostaceo piuttosto raro.

Alla classe degli Anfipodi appartengono invece crostacei con il corpo appiattito in senso laterale.

Uno di questi è *Phronima sedentario*, un crostaceo planctonico che vive sfruttando la teca di altri organismi, dopo essersi cibato di parte di essi.

Tra i crostacei più noti che si possono osservare immergendosi nelle acque del Promontorio di Portofino vi è l'aragosta.

Caratteristiche di questo animale sono due lunghissime antenne ripiegate all'indietro e due spine frontali tra cui si nota un rostro molto ridotto.

Ha un carapace sub-cilindrico ricoperto da spine, un grande addome con macchie giallastre e anelli gialli vicino alle zampe ed antenne. E' di colore rosso-brunastro o violaceo-brunastro e può raggiungere i 50 cm di lunghezza e circa 6 kg di peso. Predilige i fondali rocciosi e le pareti verticali, dove trova riparo, dai 15 ai 150 metri di profondità.

La specie è a sessi separati. Le femmine portano le uova aderenti all'addome anche per mesi, ossigenandole con il movimento degli arti natatori, fino alla schiusa. Le larve sono piatte, con lunghi arti e nuotano orizzontalmente in superficie conducendo vita pelagica, per poi mutare più volte, fino a diventare giovanili e posarsi sul fondo. Il periodo riproduttivo è variabile: nel Mediterraneo occidentale è settembre-ottobre, nell'Adriatico, marzo-giugno e agosto-settembre, lungo le coste sarde dicembre-gennaio.

Altro abitante dei fondali, confuso talvolta con l'aragosta, è l'astice.

Di colore bluastrò, con chiazze gialle sul dorso e ventre chiaro, possiede due paia di antenne, un paio lunghe ed uno corte, e due chele, una più grande ed una più piccola, per catturare e frantumare le prede. Il carapace è liscio ed incavato, possiede due spine, situate vicino agli occhi. E' il più grande crostaceo del Mediterraneo e può raggiungere il mezzo metro di lunghezza, ma gli esemplari comuni misurano dai 30 ai 40 cm.

Vive, spesso oltre i 40 metri di profondità, in tane su fondi molli. La femmina trasporta le uova, che sono di colore verde, anche per più di dieci mesi. La sopravvivenza delle larve è legata al tipo di fondale su cui vengono liberate.

# Echinodermi

Il phylum degli Echinodermi è rappresentato da organismi molto diffusi in mare. Tra i principali ricordiamo le stelle marine e i ricci di mare.

## Ecologia

Sono organismi esclusivamente marini e bentonici caratterizzati dalla presenza di un dermascheletro calcareo che si trova sotto l'epidermide ed è costituito da placche che possono essere saldate tra loro (come nei ricci di mare), o separate (come nelle stelle marine). Il dermascheletro spesso porta delle spine (da cui deriva il nome del Phylum).

## Anatomia e fisiologia

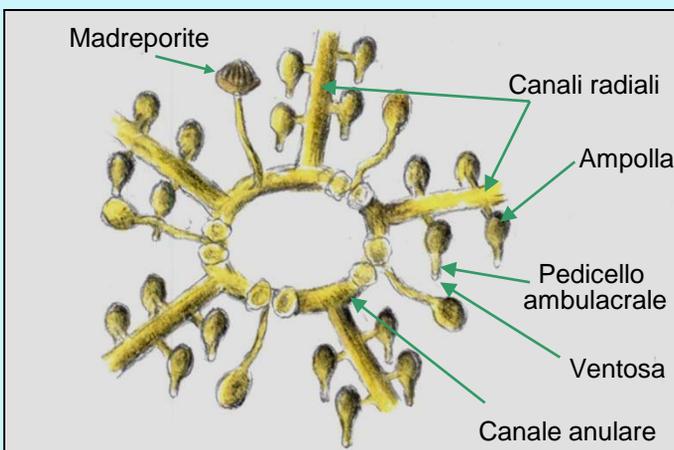
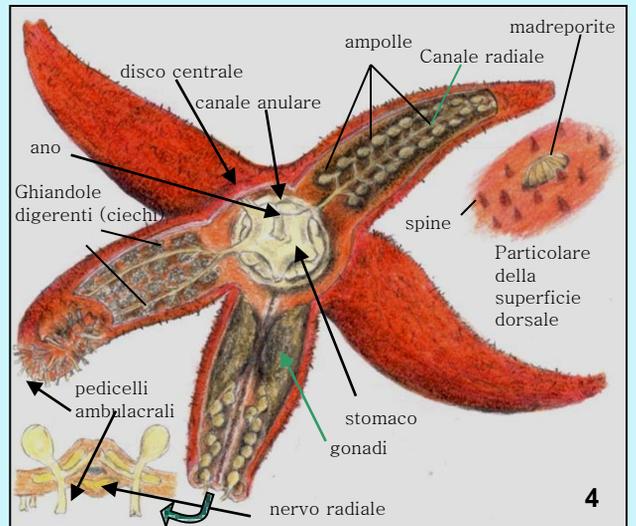
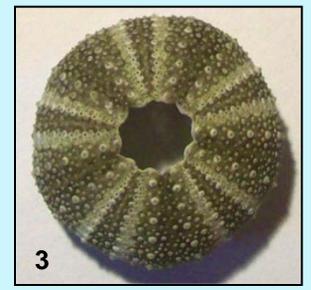
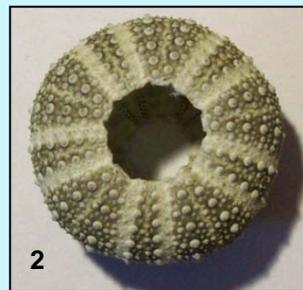
Il corpo ha simmetria bilaterale negli stadi larvali, che sono planctonici, mentre le forme adulte hanno simmetria pentamera. Hanno protuberanze con funzione sensoriali respiratorie e spesso locomotorie.

La locomozione si realizza infatti per mezzo del sistema acquifero, un insieme di tubi e canali interconnessi e pieni di liquido.

Dal canale anulare si diramano 5 canali radiali ognuno che decorre sul lato inferiore di ciascun braccio. Dai canali radiali si estendono ulteriori canali detti pedicelli ambulacrali. Ogni pedicello è connesso con un sacco muscoloso (ampolla) e termina con una piccola ventosa.

Il canale anulare è connesso con l'esterno attraverso il madreporite, una piastra perforata situata sul lato aborale che permette il rifornimento d'acqua.

Il lato orale, dove è situata l'apertura boccale, è rivolto nella maggior parte dei casi verso il basso.



141, 142 e 143) In alto: La stella marina *Echinaster sepositus* (1), e dermascheletri di ricci visti dal lato orale (sinistra 2) e aborale (destra 3).

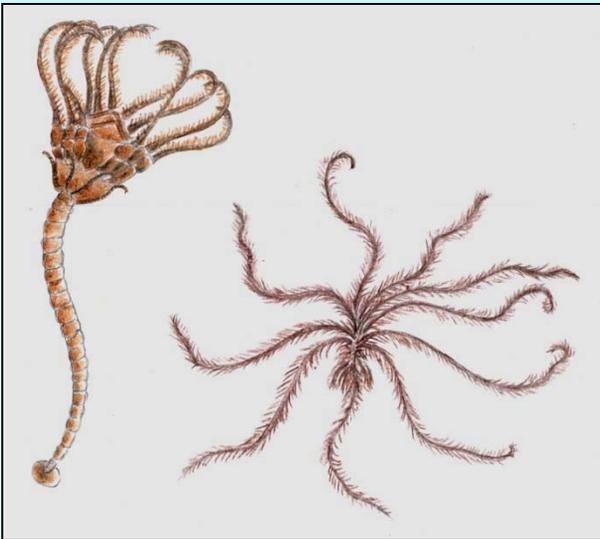
144) Anatomia interna di una stella marina (4).

145) Schema del sistema acquifero di una stella marina (5).

146) Il riccio di mare *Paracentrotus lividus* (6).

Phylum	Classe	Sottoclasse
Echinodermi	Crinoidei Oloturidei Asteroidei Ofiuridei Echinoidei	Regolari Irregolari
	Concentricicloidei	

La classificazione degli echinodermi.



147) Due crinoidi.



148) A sinistra un individuo di *Antedon mediterranea* sopra le foglie della posidonia.

## Riproduzione e sviluppo

I sessi sono generalmente separati e difficilmente si osserva dimorfismo sessuale (differente aspetto tra individui maschili e femmili).

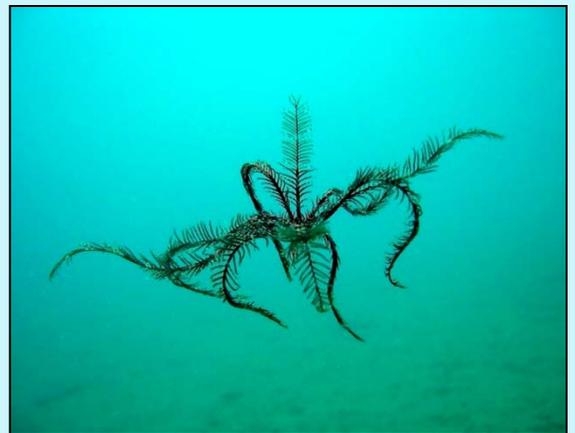
La riproduzione avviene con l'emissione di uova e spermatozoi in acqua, quindi la fecondazione è esterna. Lo sviluppo avviene attraverso larve planctoniche.

Le varie specie vivono a tutte le profondità nutrendosi, a seconda dei casi di alghe o predando altri invertebrati.

## Crinoidei

Comunemente noti come “gigli di mare” per la forma del loro corpo che ricorda un fiore.

Sono formati nella parte inferiore da un peduncolo, mentre nella parte superiore c'è sia l'apertura boccale che l'ano. Hanno 5 braccia di aspetto piumoso e vivono in colonie numerose.

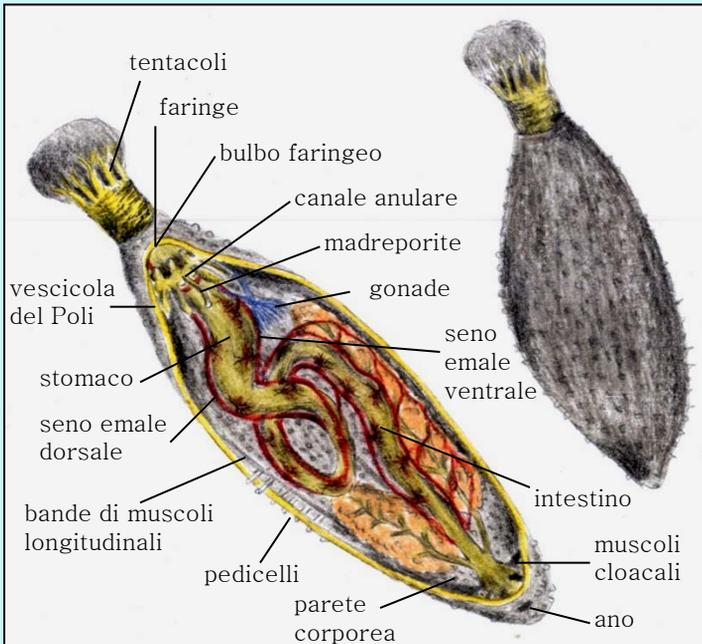


149) Il tipico nuoto del crinoide *Antedon mediterranea*.

150) Lo stesso animale avvolto ad una spugna.

## Oloturoidei

Soprannominati “ cetrioli di mare”, hanno il corpo allungato e cilindrico con la bocca e l’ano situati alle due estremità opposte. La bocca è circondata da tentacoli ben visibili. Lo scheletro è costituito da piccole e numerose piastrine (scleriti) sparse sul tegumento. Vivono in tutti i tipi di fondale a tutte le profondità nutrendosi di alghe e detrito.



151) Anatomia interna di un'oloturia.

## Asteroidei

Sono le ben note “stelle marine”. Hanno 5 o più braccia molto sviluppate dotate, nella parte inferiore, di pedicelli ambulacrali muniti di ventose con funzioni locomotorie, respiratorie e di trasporto del cibo alla bocca. Lungo le braccia sono anche presenti molto spesso aculei o squame appiattite. La riproduzione sessuata è esterna con formazione di larve planctoniche che attraversano in genere vari stadi prima di diventare una stella marina adulta. Il potere rigenerativo di svariate parti del corpo è elevatissimo tanto che, da un singolo pezzo, ammesso che la parte centrale sia inclusa, per riproduzione asexuata si può formare un altro individuo intero. Vivono a tutte le profondità e su tutti i tipi di substrato. Sono predatori voraci; hanno la bocca rivolta verso il basso in grado di dilatarsi tanto da permettere l'ingestione di molluschi, crostacei e ricci interi per poi rigettare le parti dure. Alcune specie sono in grado di aprire le valve dei Bivalvi, utilizzando le ventose dei pedicelli e, una volta estroflesso lo stomaco all'interno della conchiglia, operare una digestione esterna.

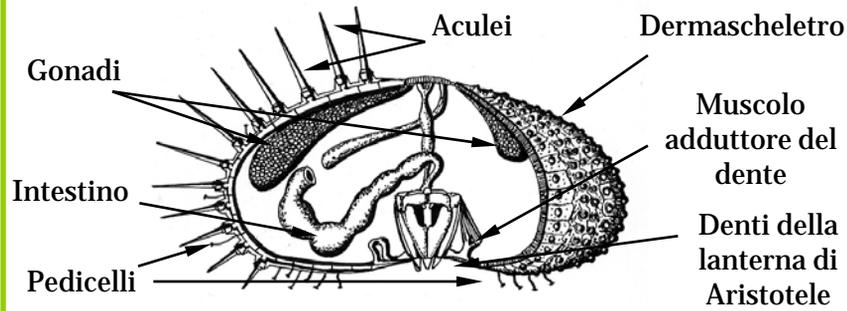


152, 153, 154, 155, 156 e 157 e 157 bis) Dall'alto: La stella marina “pentagono” *Peltaster placenta* e la stella spinosa maggiore *Marthasterias glacialis*, *Holoturia tubulosa* e le stelle marine: *Hacelia attenuata*; *Coscinasterias tenuispina*; *Echinaster sepositus*; *Ophidiaster ophidianus*.

## Echinoidei

Sono i comuni “ricci di mare”. Hanno un dermascheletro rigido di forma globosa ed ovale che porta numerosi aculei.

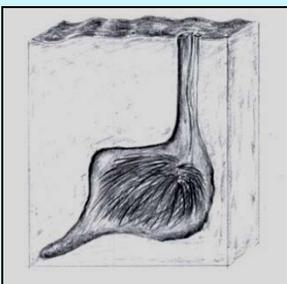
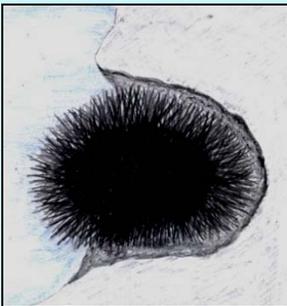
La bocca è rivolta verso il basso mentre l’ano verso l’alto.



158) Schema anatomico di un riccio di mare.



159) Il riccio regolare *Paracentrotus lividus*.



160) In altro a sinistra: esempio di cavità nella roccia erosa da un riccio regolare.

161) In alto a destra: una “stella gorgone” *Astrospartus mediterraneus*.

162) Al centro a sinistra: un riccio pseudo matita *Cidaris cidaris*.

163) Al centro a destra: un riccio diadema *Centrostephanus longispinus*.

164) In basso: esempio di cavità ricavata nella sabbia da un riccio irregolare.

165) In basso a destra: scheletro di *Spatangus sp.* ormai privo di aculei.

La locomozione è assicurata, come nelle stelle marine, da pedicelli ambulacrali.

Quasi tutti i ricci possiedono un potente apparato masticatore chiamato “lanterna di Aristotele” a forma conica da cui sporgono 5 denti.

La fecondazione è esterna e dà origine ad una larva che, dopo varie trasformazioni, diventerà un piccolo riccio.

Vivono su tutti i fondali; alcuni sono onnivori ma la maggior parte è erbivora e si nutre raschiando le alghe dagli scogli.

**Regolari:** Hanno forma sferoidale o subconica e simmetria pentamera.

La bocca è rivolta verso il basso e l’ano verso l’alto.

Prediligono fondali rocciosi o le praterie di *Posidonia*.

**Irregolari:** Hanno forma ovale. L’apertura boccale è solitamente rivolta in avanti mentre l’ano è situato in varie posizioni e comunque separato dall’apparato apicale.

Prediligono fondali sabbiosi e fangosi dove spesso si seppelliscono.

## Ofiuroidei

Sono le “stelle serpentine” e le “stelle gorgone” piuttosto appiattite e con il lato orale posto nella parte del corpo rivolta verso il substrato. Questi echinodermi hanno solitamente braccia sottili con canali ambulacrali all’interno delle stesse e pedicelli poco sviluppati.



# Cordati

L'uomo come i pesci, gli uccelli, le rane e gli altri mammiferi, è caratterizzato dalla presenza di una colonna vertebrale scheletrica che contiene, proteggendolo, il cordone nervoso dorsale.

Questo comporta l'ascrizione di tutti questi animali al *Subphylum* dei Vertebrati.

Urocordati e Cefalocordati possiedono come noi un cordone nervoso ma sono privi di vertebre. Questo cordone nervoso (Notocorda) è elastico e flessibile permettendo all'animale di piegarsi a destra e a sinistra.

## Urocordati o Tunicati

Sono organismi sospensivori: filtrano l'acqua attraverso fessure branchiali risucchiandola da un sifone orale inalante ed espellendola da un sifone atriale esalante.

Tutti i tunicati hanno il corpo rivestito da una tunica che può essere spessa o sottile ed è composta da un carboidrato simile alla cellulosa.

E' presente un sistema muscolare che consente la contrazione- espansione della tunica.

## Ascidiacei

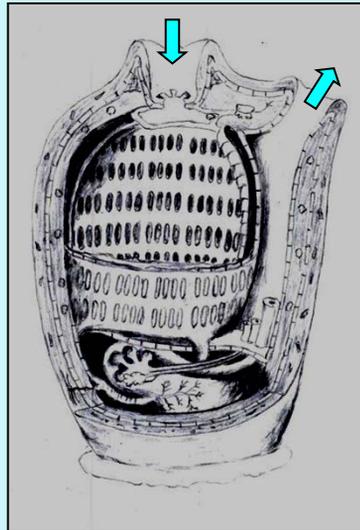
Sono la classe maggiormente rappresentata. Sono sessili e possono essere solitarie, sociali e coloniali.

Il colore del sangue delle ascidie varia da specie a specie a seconda dei diversi pigmenti respiratori.

E' stato dimostrato che le ascidie riescono ad accumulare grandi quantità di Vanadio (fino ad un milione di volte la concentrazione che si riscontra in genere nell'acqua di mare) all'interno di particolari cellule, non si sa ancora se per favorire la deposizione della tunica durante lo sviluppo o per catalizzare i processi respiratori.

Subphylum	Classe
Urocordati	Ascidiacei Taliacei Larvacei
Cefalocordati	Leptocardi
Vertebrati	

La classificazione dei cordati.

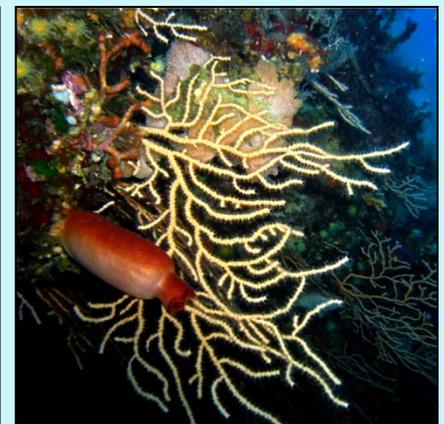
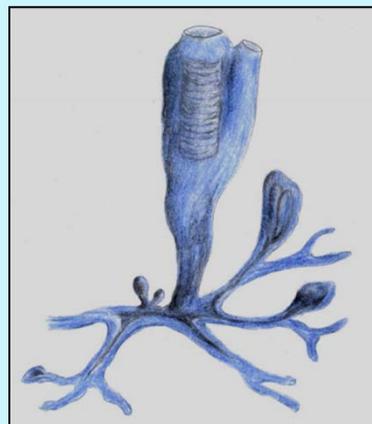


166 e 167) in alto: immagine che illustra il sistema di filtraggio nei tunicati e, a destra, un'immagine dove sono evidenti i sifoni

In basso:

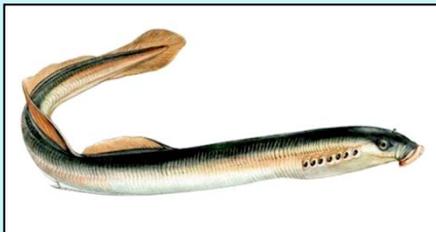
169 e 170, 171) tre immagini di ascidie: l'ascidia coloniale *Clavelina lepadiformis*, il "limone di mare" *Microcosmus sulcatus* e la "patata di mare" *Halocynthia papillosa* su una falesia lungo il Promontorio di Portofino.

In basso a sinistra: 168) riproduzione di un'ascidia coloniale.



Superclasse	Classe
Agnati Gnatostomi	Condroitti Osteitti Anfibi Rettili Uccelli Mammiferi

La classificazione dei vertebrati.  
Immagini 172, 173, 174 e 175).



176 e 177) La lampreda e il suo apparato boccale

## Vertebrati

I Vertebrati sono organismi al culmine dell'evoluzione dell'intero regno animale. Come gli altri Cordati presentano tubo neurale, fessure branchiali di origine faringea e corda dorsale, presente durante lo sviluppo embrionale di tutti i Vertebrati, ma sostituita dai pesci in poi, dalla colonna vertebrale.

Rispetto agli altri Cordati si assiste alla comparsa di un cervello e di un cranio per la sua protezione, di un tegumento con epidermide, di un sistema escretore legato a quello riproduttore e si ha la comparsa di arti e di un sistema sensoriale molto sviluppato.

Molti vertebrati, dai Ciclostomi ai Rettili, sono eterotermi (non sono in grado di regolare la temperatura corporea); sono invece omeotermi (regolano la propria temperatura corporea mantenendola costante, indipendentemente da quella ambientale) gli Uccelli e i Mammiferi.

I Vertebrati hanno avuto origine nell'ambiente acquatico, ma solo Ciclostomi, Osteitti e Condroitti vi sono rimasti; l'acquisizione di un apparato polmonare ha permesso ai tetrapodi (Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi) di conquistare le terre emerse.

### Agnati

Forme acquatiche pisciformi risalenti a circa 500 milioni di anni fa, gli Agnati sono i più antichi Vertebrati conosciuti. Sono animali con bocca immobile perchè priva di mascella e mandibola articolate fra loro. In questa superclasse, infatti, il faringe non si è ancora modificato in una struttura adatta alla presa e le mascelle sono quindi assenti.

Gli Agnati erano di origine marina, ma parecchi avevano già conquistato le acque dolci o salmastre. In genere erano di piccole dimensioni e protetti da corazze ossee, perciò sono anche chiamati Ostracodermi. Avevano lo scheletro formato dalla corda e poca cartilagine; possedevano solo una pinna impari caudale e non erano buoni nuotatori. Si nutrivano aspirando e filtrando con le loro bocche particelle di cibo sospese nell'acqua o nei detriti del fondo.

Attualmente gli Agnati sono rappresentati solo dalle lamprede e dalle missine (Ciclostomi), che mantengono alcuni caratteri di primitività come la bocca immobile, lo scheletro cartilagineo, la mancanza di pinne pari, non sono corazzati, ma hanno la pelle nuda.

Le lamprede sono distribuite in tutti i mari del mondo eccetto i tropici e le regioni polari. Migrano, per riprodursi, nelle acque dolci, ma alcune specie vi dimorano abitualmente; possono raggiungere, come massimo, un metro di lunghezza. La bocca è dotata di una ventosa e una lingua mobile come un pistone; con i dentelli della ventosa e della lingua procurano una ferita dalla quale aspirano i tessuti lacerati, comportandosi come parassiti.

### Gnatostomi

Circa 450 milioni di anni fa, comparvero i Vertebrati Gnatostomi, cioè muniti di una bocca mobile formata da mascella e mandibola articolate fra loro. In questa superclasse, infatti, la prima arcata branchiale si trasforma in mascella provvista di denti. Questa cartilagine mandibolare, chiamata anche cartilagine di Meckel, è presente nella mandibola dell'embrione dei pesci ossei e di tutti i tetrapodi. Questa novità evolutiva, che consente la cattura attiva delle prede, ha determinato l'ampia adattabilità degli Gnatostomi.

## Condroitti

### Ecologia

A questa classe, che si è evoluta circa 350 milioni di anni fa, appartengono gli squali e le razze.

### Anatomia e fisiologia

I Condroitti sono caratterizzati dall'aver uno scheletro cartilagineo che, essendo meno pesante e rigido di quello osseo, agevola i movimenti e aiuta nel galleggiamento.

Il tegumento è completamente rivestito da scaglie placoidi di dentina, organizzate in una base inserita nel derma e un dentello con la punta rivolta verso la coda.

Queste scaglie rendono la pelle molto abrasiva (zigrino). Sull'apertura orale questi dentelli divengono veri e propri denti, disposti su più file e con dimensioni crescenti verso l'esterno.

Solo la fila più esterna è funzionale, quelle più interne sono fasi di sviluppo diverse utili per la consumazione graduale dei denti consumati.

La Pinna caudale è generalmente eterocerca (cioè con il lobo superiore più sviluppato di quello inferiore). Questa forma determina, durante il nuoto, una spinta dal basso verso l'alto.

In alcune specie, soprattutto nei nuotatori veloci come lo squalo bianco, la coda tende a diventare omocerca (i due lobi sono uguali).

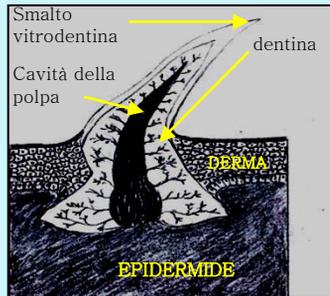
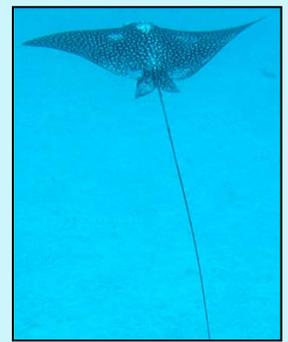
Per aumentare la galleggiabilità e ovviare alla mancanza della vescica natatoria, sono dotati di un fegato molto sviluppato che contiene un insieme di sostanze oleose (squalene).

Le branchie si aprono all'esterno tramite 5 fessure branchiali (raramente 6 o 7). La bocca e le narici si aprono sulla parte ventrale del capo e posteriormente agli occhi si aprono gli spiracoli,

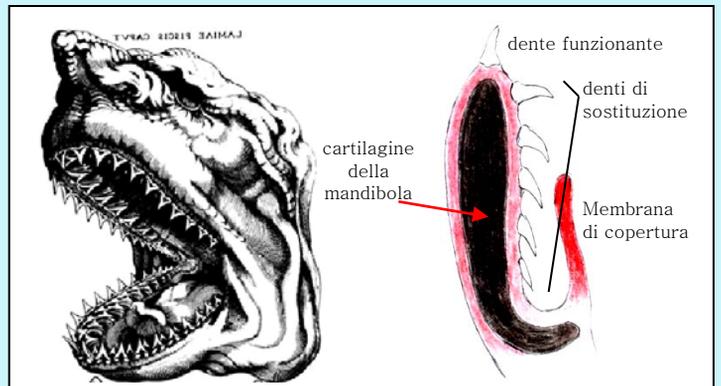
aperture coinvolte nella respirazione, soprattutto nelle forme bentoniche, sono invece meno attive nelle forme pelagiche. L'acqua infatti entra in genere dalla bocca ed esce dalle fessure branchiali, ma negli squali piatti come



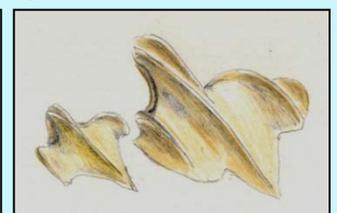
178)  
A sinistra  
*Prionace glauca*, nota come verdesca.  
179) A destra la razza aquila *Aetobatus narinari*.



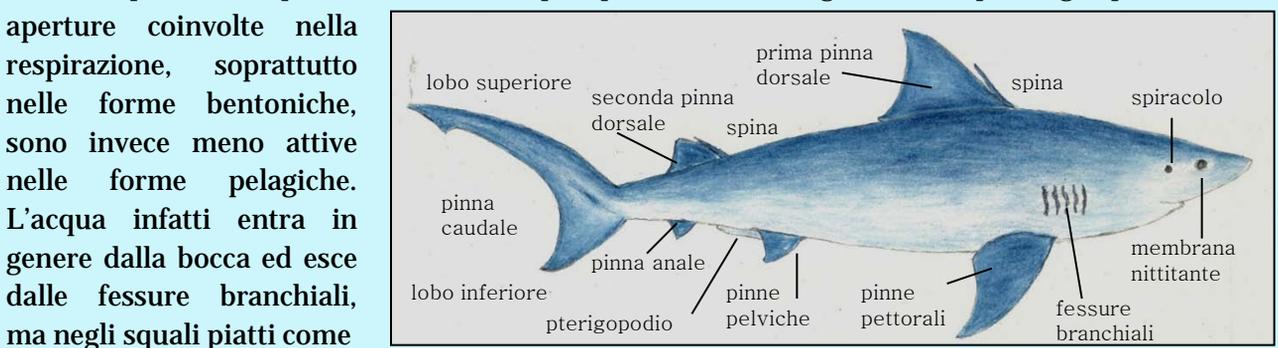
180) Squama placoida. 181) Uno squalo bianco *Carcharodon carcharias*: sono visibili le prime due file di denti.



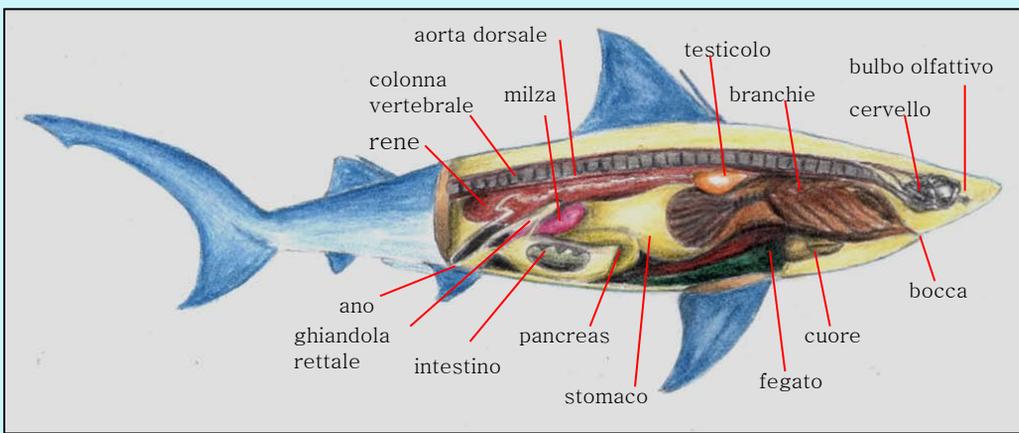
182 e 183) Rappresentazione di una mandibola di squalo (a) e sezione trasversale che mostra una fila di denti dal più vecchio (funzionante) all'ultimo in formazione.



184 e 185) Denti di squalo bianco, verdesca, mako e squame specializzate di squalo.



186) Morfologia di un pesce cartilagineo.



187) Anatomia pesci cartilaginei

le razze o gli squali sega, poiché la bocca è spesso a contatto con il fondo, l'acqua viene introdotta negli spiracoli e fatta fuoriuscire dalle fessure branchiali.

I sensi maggiormente sviluppati sono quelli della ricezione chimica, olfatto e gusto. Come tutti i vertebrati l'olfatto è localizzato nelle fosse nasali. I sapori vengono avvertiti prima che l'alimento venga ingoiato grazie a dei bottoni gustativi localizzati all'esterno della bocca e lungo il corpo. Inoltre sono dotati di particolari strutture, chiamate "ampolle del Lorenzini", in grado di captare le correnti elettriche di bassissima intensità che emettono le prede ferite. La vista è maggiormente sviluppata nelle specie pelagiche, anche se l'occhio è più adatto a vedere da vicino.

### Riproduzione e sviluppo

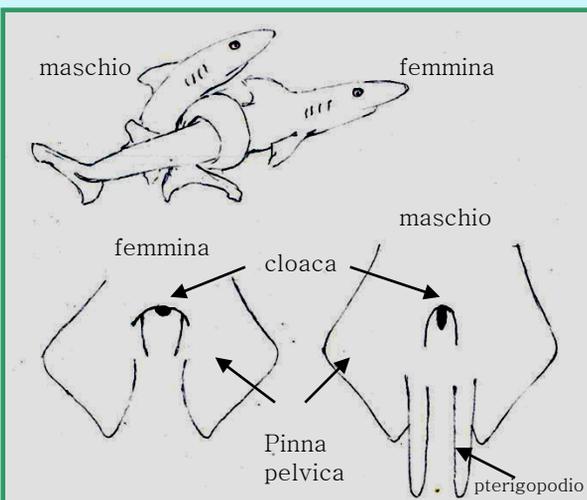
Gli squali sono pesci caratterizzati da fecondazione interna. Possono essere ovipari, ovovivipari, vivipari. I sessi sono sempre separati e vi è dimorfismo sessuale (hanno caratteri distintivi che permettono di distinguere i due sessi). I maschi sono generalmente più piccoli e portano due organi copulatori (pterigopodi) derivanti da pinne pelviche modificate.



188 e 189) Uova di gattuccio su una *Paramuricea clavata*.

Durante l'accoppiamento solo uno dei due pterigopodi viene inserito nell'apertura genitale femminile.

Le specie che depongono uova producono un guscio corneo che può assumere forme diverse (es. i gattucci producono uova rettangolari con filamenti spiraliformi a ciascun angolo, utili per ancorare le uova su supporti



190) Accoppiamento degli squali.

come le gorgonie). L'embrione comunque possiede già un precoce stadio di sviluppo delle branchie esterne che consentono di catturare ossigeno e sali minerali che passano attraverso il guscio. Negli ovovivipari l'utero contiene molte uova fecondate, che si sviluppano a spese del proprio sacco vitellino. Alcune specie presentano il fenomeno della oofagia in cui gli embrioni nati per primi si cibano delle altre uova e degli altri "fratelli" più piccoli.

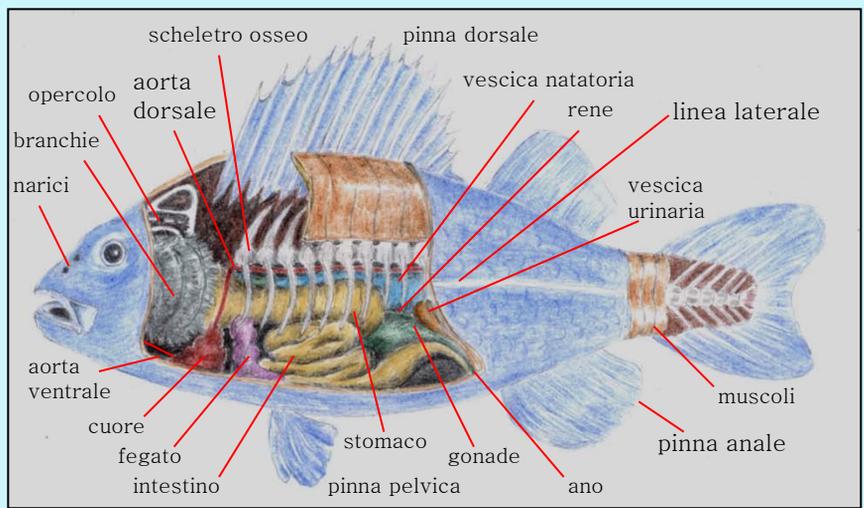
Nei vivipari l'embrione riceve nutrimento dalla madre ma non tramite la placenta (come nei mammiferi) ma in questo caso l'utero è in grado di secernere sostanze nutritive.

## Osteitti

### Ecologia

Questa classe comprende i pesci ossei, cioè tutti quelli che possiedono uno scheletro osseo.

Gli Osteitti sono comparsi nel Siluriano superiore (oltre 400 milioni di anni fa).



### Anatomia e fisiologia

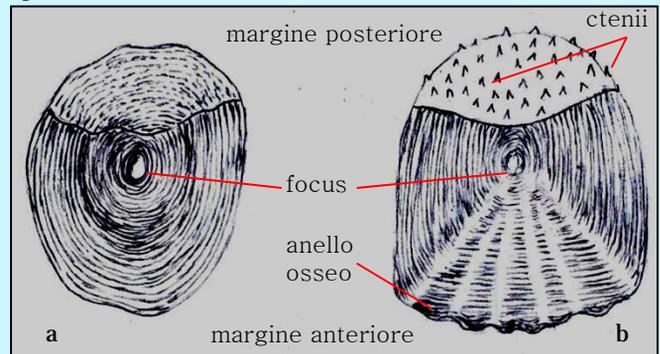
191) Anatomia di un pesce osseo.

Si distinguono dai Condroitti oltre che per lo scheletro osseo anche per altri aspetti: possiedono su ciascun lato una sola apertura branchiale, protetta da un opercolo osseo, le squame non sono mai placoidi, la coda è sempre omocerca e molte specie possiedono vescica natatoria. La pelle è ricoperta di scaglie dermiche sovrapposte che possono essere di forma *cicloide* (più o meno circolari) o *ctenoide* (simili alle precedenti ma con margine posteriore dentellato).

La colorazione nei pesci assume un significato importante. Le varie colorazioni sono utili sia a livello intraspecifico (come le livree nuziali durante il periodo riproduttivo) sia interspecifico (es. difesa del territorio, mimetismo).

Le specie nectoniche presentano una tipica colorazione scura sul dorso e chiara sul ventre detta contrombreggiatura, che limita al massimo la possibilità di prede e predatori di accorgersi della loro presenza: con questi colori infatti, se guardati dal basso verso l'alto, vengono confusi con la superficie del mare chiara, se visti invece dall'alto verso il basso si confondono con il fondo scuro.

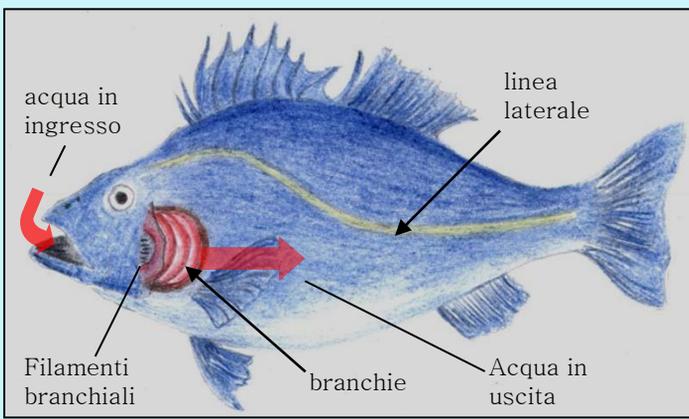
Molte specie, in particolare quelle nectoniche (che si spostano a profondità diverse), possiedono la vescica natatoria, una specie di "sacca" ricavata dal tubo digerente, utilizzata dagli osteitti che la posseggono per regolare l'assetto spostandosi alle varie profondità. La membrana della vescica natatoria è rivestita da una fitta rete di capillari che permette di immettere o richiamare dalla vescica stessa alcuni gas (ossigeno, azoto e anidride carbonica).



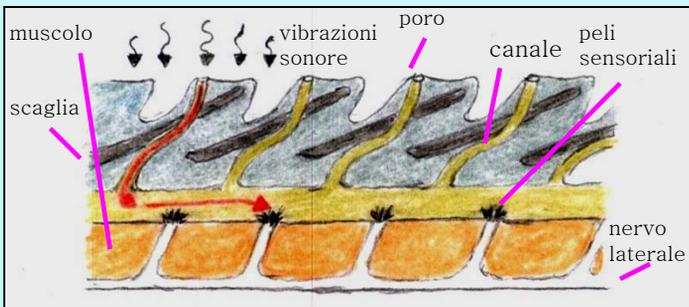
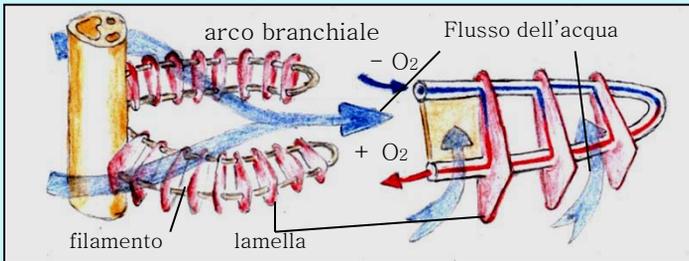
192) Veduta superficiale di scaglia cicloide (a) e ctenoide (b).



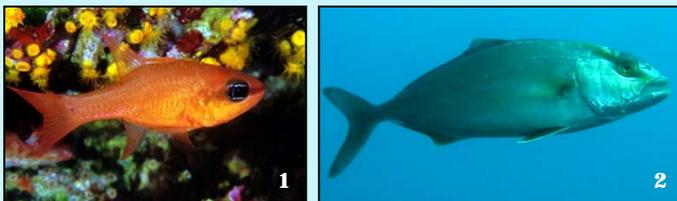
193 e 194) Esempio di colorazione diversa tra femmina (a) e maschio (b) della stessa specie *Coris julis*.



195) Linea laterale e respirazione branchiale negli osteitti.



196 e 196 bis) Respirazione e ossigenazione del sangue nei pesci e raffigurazione schematica della linea laterale.



Uno degli organi di senso più importanti è dato dalla linea laterale. Esternamente si presenta come una serie lineare di scaglie forate che decorrono quasi per tutta la lunghezza del corpo. All'interno sono situate terminazioni nervose in grado di percepire le vibrazioni trasmesse dall'acqua. Questo senso è importante per sincronizzare il nuoto fra i pesci di un banco e per avvertire la presenza di altri organismi nelle loro vicinanze, sia predatori che prede.

La respirazione nei pesci avviene grazie alle branchie che, a differenza dei pesci cartilaginei, sono coperte da un opercolo. L'acqua viene fatta entrare dalla bocca e forzata nella camera branchiale dove avviene lo scambio gassoso (ossigeno dall'acqua al sangue e anidride carbonica dal sangue all'acqua) grazie alla presenza di una fitta rete di capillari che riveste le lamelle dei filamenti branchiali.

### Riproduzione e sviluppo

I sessi sono generalmente separati ma non c'è quasi mai accoppiamento e la fecondazione è quasi sempre esterna. Le strategie riproduttive variano a seconda che la specie sia bentonica o planctonica.

Dal punto di vista del comportamento le specie più interessanti sono quelle che vivono in prossimità del fondo, dove spesso si osserva dimorfismo sessuale soprattutto nelle livree più che nelle dimensioni. Durante il periodo riproduttivo molte specie si dedicano alla costruzione di un nido e mostrano territorialità.

Le specie pelagiche, per riprodursi, si riuniscono in gruppi e liberano i gameti in grandissime quantità.

Molte specie vivono più di un anno e l'accrescimento è illimitato nel tempo.

L'età del pesce può essere desunta dalle linee di accrescimento presenti sulle scaglie.



197, 198, 199, 200, 201, 202, 203 e 204) Alcuni esempi di osteitti di dimensioni comprese tra pochi cm e oltre il metro di lunghezza: 1) *Apogon imberbis* 2) *Seriola dumerilii*, 3) giovane *Trypterygion tripteronotus*, 4) *Engraulis enchrasicolus*, 5) *Mola mola*, 6) *Hippocampus guttulatus*, 7) *Scorpaena scrofa* e 8) *Murena helena*.

## Rettili

L'unico ordine presente nel Mediterraneo è quello dei Cheloni (le tartarughe marine). Solo nelle acque del Pacifico Indiano sono presenti anche gli Squamata (lucertole e serpenti) con specie costiere e marine.

I Cheloni sono provvisti di scudi ossei dorsali e ventrali. Le mascelle formano un becco corneo. Hanno i polmoni e quindi la respirazione è aerea. Si nutrono di molluschi, meduse, gamberi e pesci. L'accoppiamento avviene in mare e poi depongono le uova, da 80 a 200, in buche su spiagge non frequentate dall'uomo. Dopo la schiusa delle uova i giovani nati sono particolarmente indifesi e rappresentano una facile preda per gli altri animali. *Caretta caretta* è la specie che si incontra più spesso nei nostri mari. Si tratta di un chelone con 5 paia di scudi dorsali e carapace rosso bruno; può raggiungere la lunghezza di 1 metro.



## Mammiferi

Sono animali generalmente provvisti di peli e caratterizzati dalla presenza di numerose strutture ghiandolari tra cui le ghiandole mammarie utilizzate dalle femmine adulte per nutrire la prole. La testa è molto sviluppata e l'accrescimento è definito, cioè limitato nel tempo (al contrario di quello dei rettili che possono continuare a crescere di taglia anche dopo raggiunta l'età adulta).



205) In alto: tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*), la più grande tartaruga del Mediterraneo. 206 e 207) Al centro: giovane tartaruga appena uscita dall'uovo e una *Caretta caretta* intenta a nuotare. 207 bis) In basso: una famiglia di tursiopi.





Altra caratteristica importante è l'omotermia cioè la capacità di conservare una temperatura del sangue, e quindi del corpo, autonoma rispetto alla temperatura dell'ambiente circostante.

Ci soffermeremo ora sui gruppi marini più importanti.

## **Pinnipedi**

Hanno dentatura completa di piccoli incisivi, grossi canini e molari taglienti. Sono provvisti di due paia di arti terminanti con 5 dita. Hanno gli arti inferiori pinniformi con le dita unite da una membrana natatoria. Nel Mediterraneo è presente una sola specie della famiglia dei **Focidi**, che si distingue per l'assenza di padiglione auricolare e la folta pelliccia.



***Monachus monachus***, nota come foca monaca, ormai considerata quasi estinta.

Ha il dorso di colore grigio bruno e il ventre chiaro e maculato. Può superare i 2,5 m di lunghezza e 300 kg di peso. Vive solitaria o in piccoli gruppi sugli scogli o in grotte.

L'alimentazione è prevalentemente costituita da pesci e polpi. Le femmine sono in grado di partorire un solo figlio all'anno, l'accoppiamento avviene nei mesi estivi ed autunnali e la gestazione dura 11 mesi.

La foca monaca sino ai primi del novecento era presente nelle acque dell'attuale area marina protetta.

La specie trovava rifugio lungo la costa impervia del fronte meridionale del Promontorio di Portofino.

Purtroppo la maggiore presenza dell'uomo ha causato la sua scomparsa. Le ultime notizie di catture di questi mammiferi marini risalgono agli anni venti.

Un esemplare proveniente dal promontorio è stato imbalsamato ed esposto nel Museo Civico di Storia Naturale di Genova.



208) Il dugongo è un altro mammifero marino che vive lungo alcuni tratti di costa africana o asiatica. A differenza delle foche, che appartengono al gruppo dei pinnipedi, è un sirenide a dieta prevalentemente erbivora.

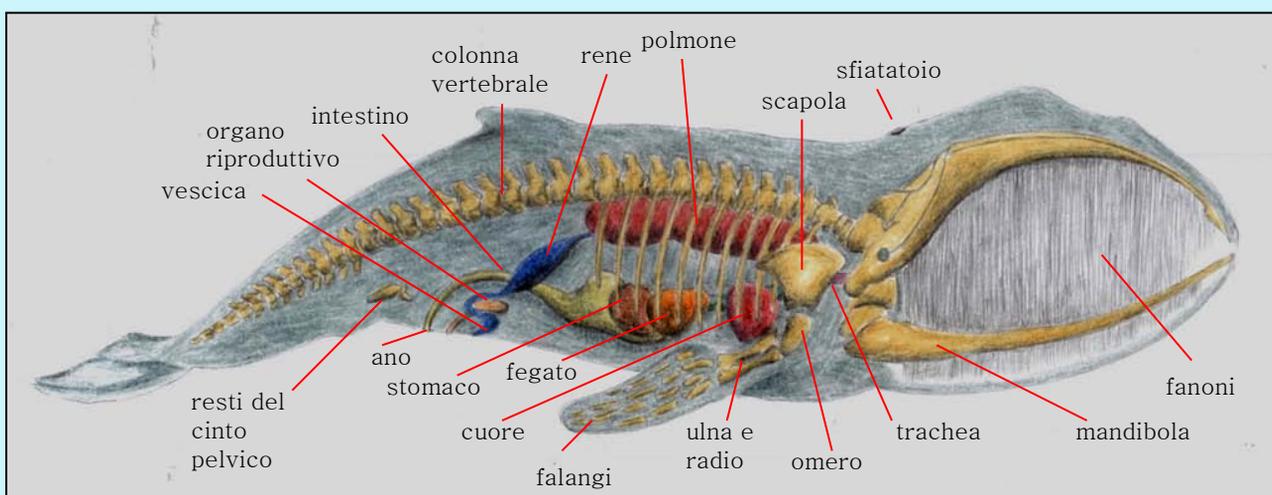
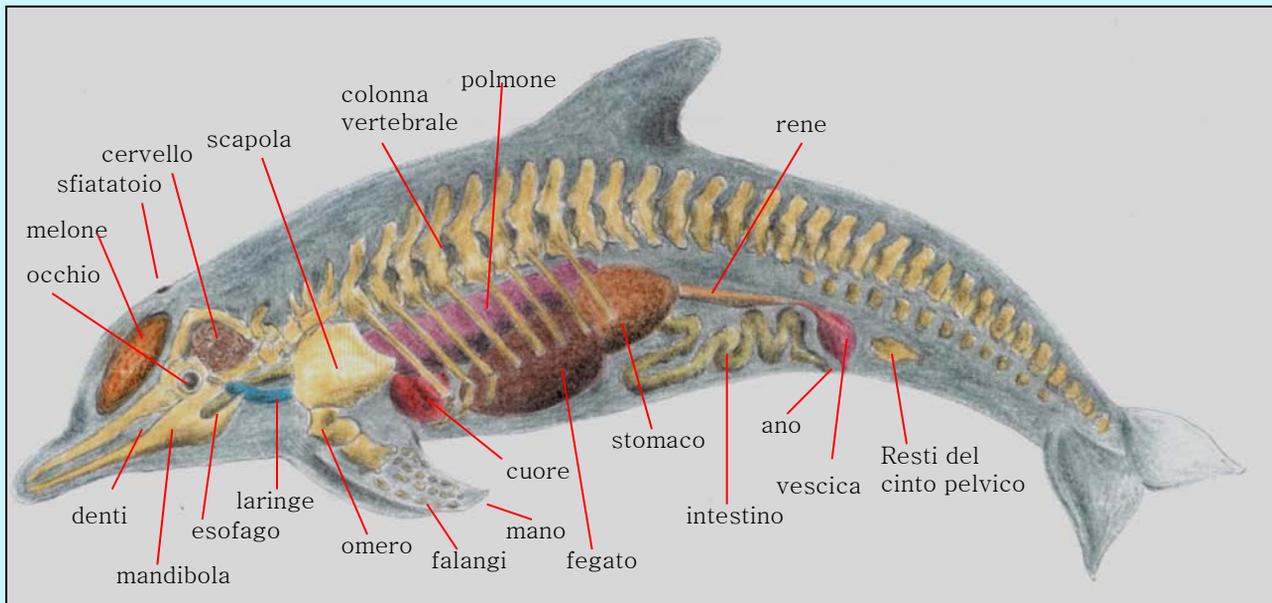
209 e 209bis) *Monachus monachus* imbalsamata ed esposta nel Museo Civico di Storia Naturale di Genova.

## Cetacei

Quest'ordine comprende animali di grosse dimensioni, privi di pelo e completamente adattati alla vita acquatica. Gli arti inferiori sono pinniformi, posteriormente hanno una grande pinna caudale orizzontale che fornisce la spinta propulsiva.

Sono tutti pelagici, eccellenti nuotatori, con notevoli capacità di immersione. La gestazione può durare anche 12 mesi, partoriscono un piccolo ogni 3 anni circa.

Vengono distinti in due sottordini: Odontoceti (provvisi di denti) e Mysticeti (privi di denti sostituiti da strutture note come "fanoni").



210) Apparato scheletrico e anatomia in Odontoceti e Mysticeti.

Nei Cetacei è molto evoluta la comunicazione acustica; negli Odontoceti si può parlare di ecolocalizzazione poiché vengono utilizzati suoni ad alta frequenza.

In alcuni delfini il raggio d'azione può arrivare a 350 m fino ad 1 km. Il capodoglio, durante le sue immersioni, produce dei *clik* udibili anche a 15 km di distanza. I Mysticeti emettono invece segnali a bassa frequenza e sono rilevabili a grandissime distanze (1000 km per le Megattere dell'Atlantico).

## Odontoceti

Hanno denti che possono essere disposti su entrambe le mascelle. E' presente una narice esterna sulla fronte detta sfiatatoio. I maschi sono generalmente più grandi delle femmine.



Si nutrono di pesci e Cefalopodi.  
Gli Odontoceti presenti in Mediterraneo sono:

- Stenella caeruleoalba,*
- Delphinus delphis,*
- Tursiops truncatus,*
- Globicephala melas,*
- Ziphius cavirostris,*
- Grampus griseus,*
- Physeter catodont.*

### Misticeti

Sono privi di denti, al posto dei quali vi sono i fanoni (lamelle cornee attaccate al palato).

Si nutrono di enormi quantità di specie planctoniche, soprattutto Eufasiacei, che trattengono con i fanoni.

I Misticeti più comuni in Mediterraneo sono:

- Balenoptera physalus*
- Balenoptera acutorostrata.*



211 e 212) alcuni *Grampus griseus* emergono in superficie per respirare. Si noti lo sfiatatoio presente sul capo.



213) Alcuni *Globicephala melas*.



215) Una *Stenella caeruleoalba* salta fuori dall'acqua.

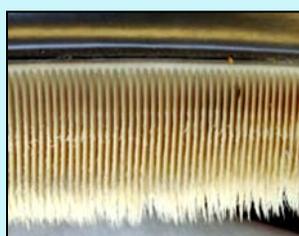


214) Alcuni Tursiopi *Tursiops truncatus*.

216) Alcuni delfini comuni *Delphinus delphis*.



218) Un capodoglio, *Physeter catodont*, in superficie.



217 e 219) Fanoni di una balena e, a destra, *Balenoptera physalus*.

