



## Il concetto di indicatore biologico

Per definire la qualità delle acque correnti generalmente ci si avvale di metodi basati sulle analisi di laboratorio, analisi chimiche, fisiche e microbiologiche, che sicuramente rivestono un'importanza fondamentale per segnalare le cause e la natura di un inquinamento ma non certo gli effetti che questo ha sull'ecosistema; infatti, l'acqua è solo una delle componenti dell'ambiente fluviale. Il fiume è anche e soprattutto una entità biologica, un ambiente dove convivono comunità di vegetali ed animali costituite da batteri, alghe, protozoi, larve di insetti, crostacei, molluschi, pesci: organismi che compiono tutto o parte del proprio ciclo vitale nell'acqua.

Ognuno di questi ha una propria tolleranza e sensibilità a determinati inquinanti o fattori di stress, proprie esigenze fisiche, chimiche, nutrizionali, ecc. Ciascuna specie quindi, conoscendone le esigenze, può essere utilizzata come un "indicatore biologico", un segnale del grado di alterazione dell'ecosistema. Infatti a seconda della diversa intensità e natura del fenomeno inquinante si verifica una risposta biologica tipica: le specie più sensibili tendono a scomparire rapidamente, mentre le più resistenti si adattano alle nuove condizioni alterate, aumentando anche la propria numerosità.

Tra gli organismi che popolano i corsi d'acqua, particolarmente sensibili alle variazioni di qualità dell'ambiente acquatico sono i macroinvertebrati bentonici; questi, vivendo a stretto contatto con il substrato ed essendo dotati di una scarsa mobilità, non hanno la possibilità di sottrarsi all'azione degli inquinanti ma la subiscono passivamente, a significare che il raggiungimento di condizioni di alterazione incompatibili con la sopravvivenza delle varie specie ne comporterà via via la scomparsa, in funzione del loro grado di resistenza.

Queste modifiche alla composizione della comunità dei macroinvertebrati costituiscono una traccia leggibile e inequivocabile, una traccia che può essere individuata anche in tempi successivi al verificarsi del momento impattante e che, di fatto, non sarebbe rilevabile ad esempio tramite le consuete analisi chimiche se i relativi prelievi non vengono effettuati durante l'evento.

Le comunità macrobentoniche forniscono, quindi, una risposta integrata nel tempo funzionando quasi come dei "nastri registratori" delle variazioni ambientali.

Per le loro peculiarità, lo studio di queste popolazioni acquatiche è risultato essere un metodo adatto per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua; in particolare il metodo attualmente più utilizzato in Italia è l'Indice Biotico Esteso, un adattamento alle acque italiane dell'Extended Biotic Index (E.B.I.) messo a punto in Inghilterra e introdotto in Italia da Ghetti (1981).



## I metodi pratici per definire la qualità biologica delle acque

Fin dai primi del Novecento sono stati messi a punto numerosi metodi in grado di fornire una diagnosi sulla qualità biologica degli ambienti d'acqua corrente, basandosi sullo studio di popolazioni e comunità animali. In Europa sono stati elaborati almeno un centinaio di indici che possono essere raggruppati in tre grandi gruppi:

1. indici basati su specie indicatrici di differenti categorie di qualità delle acque (**indici saprobici**);
2. indici basati sul numero delle specie presenti ed eventualmente sulle abbondanze relative (**indici di diversità e di ricchezza**);
3. indici che combinano il valore di indicatore di alcune specie con la ricchezza in specie della comunità (**indici biotici**).

Indici Saprofici: gli organismi saprobi sono quegli organismi che partecipano al naturale processo di depurazione delle acque e la loro presenza e sviluppo dipendono dal carico organico dell'ambiente: il grado di autodepurazione delle acque (e quindi dell'inquinamento) può essere evidenziato tramite la verifica della presenza-assenza di questi organismi.

Indici di Diversità e di Ricchezza: Questi indici si basano sul fatto che di norma la ricchezza in specie di un campione è un buon indicatore di stress dal momento che in un ambiente alterato le specie più sensibili tendono ad essere eliminate e rimangono poche specie, le più tolleranti. Tra questi vi sono degli indici che considerano anche l'abbondanza relativa delle singole specie all'interno della comunità.

Indici Biotici: Questi indici utilizzano le comunità degli organismi presenti in un dato ambiente; essi valutano se la comunità di quell'ambiente corrisponde a quella attesa in condizioni di qualità ottimale.

Gli indici biotici, per la praticità e facilità di applicazione, risultano di gran lunga i più utilizzati; in Italia è entrato nell'uso comune, come è già stato detto, l'I.B.E.

La metodologia di indagine prevede il campionamento dei macroinvertebrati bentonici, attraverso l'utilizzo di un retino immanicato a maglie fitte (21 fili/cm), nei microambienti presenti nel tratto di fiume che si intende studiare. Sul campo viene effettuata una prima separazione degli organismi raccolti dal detrito; viene stilata una scheda con una prima determinazione del materiale raccolto e quindi questo viene fissato in un liquido conservante (alcol a 70 gradi addizionato con glicerina). Successivamente in laboratorio si passa alla determinazione sistematica con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Gli organismi sono riconosciuti solo a livello di ordini tassonomici superiori (famiglia e genere) che vengono convenzionalmente definiti come Unità Sistematiche. Per la definizione del valore dell'Indice Biotico si utilizza una tabella a doppia entrata; nelle colonne verticali sono raggruppati gli intervalli numerici che si



riferiscono al numero complessivo di Unità Sistematiche ritrovate e in orizzontale sono indicati i gruppi di organismi che, dall'alto al basso, si dimostrano più sensibili alle alterazioni ambientali. Dall'incrocio delle colonne e delle righe si individua un numero che corrisponde al valore dell'Indice Biotico dell'ambiente indagato.

Gruppi Faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecotteri presenti ( <i>Leuctra</i> <sup>o</sup> )	più di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13	14
	una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13
Efemerotteri presenti (escludere <i>Baetidae</i> , <i>Caenidae</i> ) <sup>oo</sup>	più di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri presenti comprendere <i>Baetidae</i> e <i>Caenidae</i>	più di una U.S.	-	4	6	7	8	9	10	11	-
	una sola U.S.	-	5	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridi e/o Atiidi e/o Palemonidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi e/o Nifargidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti o Chironomidi	tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	tutte le U.S. sopra assenti	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>o</sup> nella comunità in cui *Leuctra* è presente come unico taxon di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (o presenti solo *Baetidae* e *Caenidae*), *Leuctra* deve essere considerata a livello dei Tricotteri per definire l'entrata orizzontale in tabella

<sup>oo</sup> per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie *Baetidae* e *Caenidae* vengono considerate a livello dei Tricotteri.

Classi di qualità	Valore di I.B.E.	Giudizio di qualità	Colore e/o retinatura relativa alla Classe di qualità	
Classe I	10-11-12-...	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	azzurro	----- -----
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	verde	
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	giallo	
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	arancione	
Classe V	0-1-2-3	Ambiente fortemente inquinato e fortemente alterato	rosso	□



I valori dell'Indice variano da 0 a 14 e sono raggruppati in cinque diverse classi di qualità, ciascuna rappresentata da un colore. Le colorazioni corrispondenti alle diverse stazioni vengono riportate sulla carta topografica riprodotte il reticolo idrografico in esame; ciò permette di sintetizzare e rendere immediatamente percepibile lo stato di qualità delle acque di un determinato bacino idrografico.

## I macroinvertebrati acquatici

A chiunque di noi sarà capitato passeggiando nelle vicinanze di un fiume, di seguire con lo sguardo il volo leggiadro di una libellula oppure di scrutare gli agilissimi Gerromorfi che pattinano e saltano senza affondare sulla superficie dell'acqua.

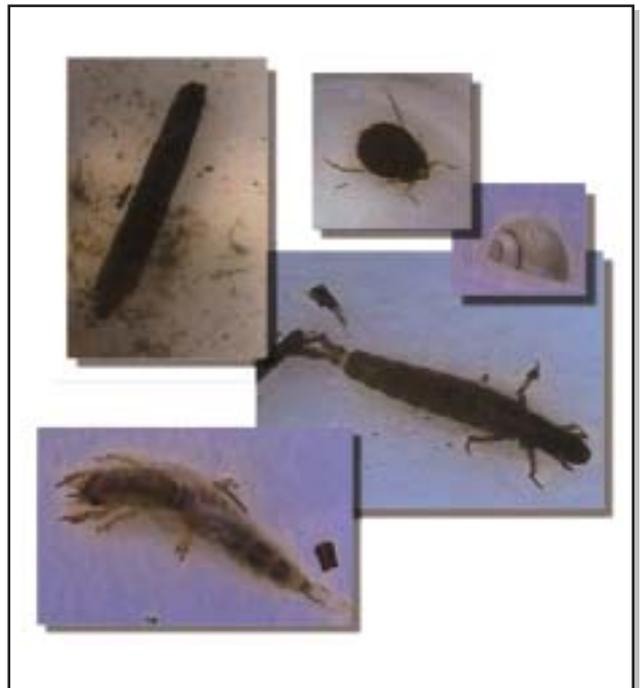
Ma ci siamo mai chiesti quali siano i veri rapporti fra questi organismi e l'ambiente acquatico? Infatti nessuno immagina, ad esempio, che lo sviluppo larvale di una libellula avviene sotto la superficie dell'acqua a contatto con il fondo tra ghiaia e ciottoli. Ebbene i greti dei nostri corsi d'acqua sono popolati da una insospettabile quantità di organismi. Alcuni sono minuscoli, persino microscopici; altri, invece sono facilmente visibili ad occhio nudo.

Gli invertebrati acquatici di dimensioni non microscopiche, generalmente superiori a 1 mm e quindi visibili anche ad occhio nudo, vengono chiamati macroinvertebrati (fig. 3.1). Essi costituiscono una importante fonte di cibo sia per i Pesci che per altri vertebrati che vivono a stretto contatto con gli ambienti acquatici.

Ad essi appartengono prevalentemente le larve di numerosi ordini di insetti: Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri, Ditteri ecc., ma ci sono anche Crostacei, Molluschi, Irudinei, Oligocheti e altri gruppi minori di invertebrati.

Nei paragrafi precedenti si è sottolineata l'importanza di questi animaletti come organismi indicatori della qualità delle nostre acque correnti; vediamo ora di comprendere qual è sia il ruolo degli invertebrati negli ecosistemi acquatici.

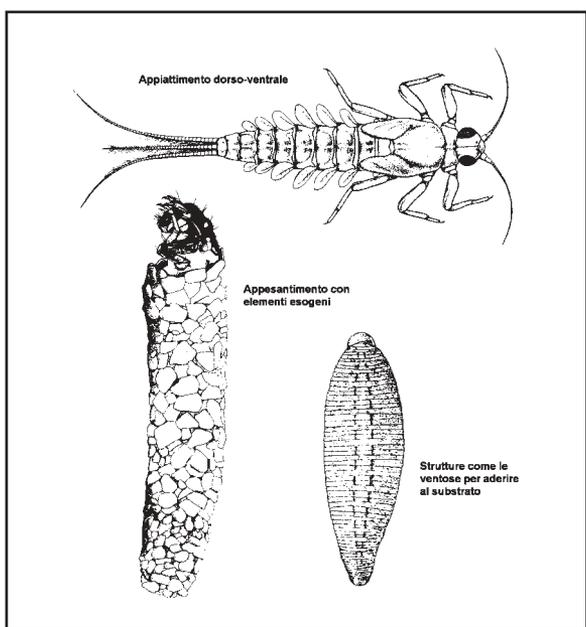
I macroinvertebrati ricoprono praticamente tutti i ruoli che nell'ecosistema appartengono ai consumatori. Troviamo specie tipicamente erbivore, capaci di nutrirsi tanto di alghe quanto



**Figura 3.1** - Alcuni macroinvertebrati



di muschi o di idrofite, oppure esclusivamente carnivore, come le larve dei Ditiscidi o delle libellule. Oltre a questi, vi sono innumerevoli invertebrati detritivori, che si nutrono di detrito organico (in gran parte di origine vegetale) o inorganico (elementi fini minerali) accumulato sul fondale del fiume. Occasionalmente i detritivori possono passare ad un regime alimentare erbivoro o carnivoro. Ci sono inoltre alcune larve di insetti cosiddetti filtratori (ad esempio le famiglie dei Simulidi o degli Hydropsychidi), che si nutrono di particelle organiche molto piccole filtrate dall'acqua circostante.



**Figura 3.2** - Adattamenti morfologici alla velocità di corrente

La grande diversità biologica che contraddistingue questi organismi dipende da vari fattori, come il tipo di risorse alimentari disponibili, la tipologia del corso d'acqua, la velocità della corrente, ecc.. Ogni gruppo ecologico, infatti, ha messo a punto diversi adattamenti morfologici, fisiologici e comportamentali che consentono di colonizzare ogni zona e ogni microhabitat del corso d'acqua (fig. 3.2). Così, ad esempio, i tratti di fiume caratterizzati da acque turbolente e veloci sono colonizzati da specie con corpo appiattito o carenato, con appendici munite di uncini, ventose o protette in astucci incollati sulla superficie inferiore dei ciottoli, strutture che consentono agli organismi di non essere trascinati verso valle dalla corrente.

Grazie alla loro capacità di demolire e utilizzare per il proprio metabolismo il detrito organico trasportato dal fiume, i macroinvertebrati partecipano all'importante compito di depurazione biologica delle acque. Senza il loro contributo, infatti, il materiale organico versato nel corso d'acqua andrebbe incontro a processi di decomposizione e demolizione batterica; ciò provocherebbe un notevole incremento delle sostanze organiche disciolte, i conseguenti fenomeni di eutrofizzazione e i rischi di inquinamento a questi connessi.

Nel paragrafo successivo saranno descritti, sia dal punto di vista morfologico che biologico (ciclo vitale), i principali gruppi sistematici che possiamo trovare nelle acque correnti dei fiumi e torrenti della provincia.

## INSETTI

Gli Insetti sono noti fin dal Devoniano e costituiscono la classe più ricca in specie del Phylum Artropodi; la loro caratteristica è il possedere allo stadio adulto (detto **immagine**) tre paia di zampe (da ciò il nome di Esapodi) e due paia di ali. L'involucro chitinoso che pro-



tegge il corpo fa sì che l'accrescimento non sia continuo ma si realizzi per tappe (**mute**). Periodicamente la vecchia cuticola si distacca, viene rigettata (exuvie) e se ne forma una nuova. Ad esclusione del mare, gli insetti abbondano in tutti gli ambienti, colonizzando le acque dolci, le acque salmastre, il suolo, la vegetazione e l'ambiente subaereo; inoltre molti sono parassiti di altri animali.

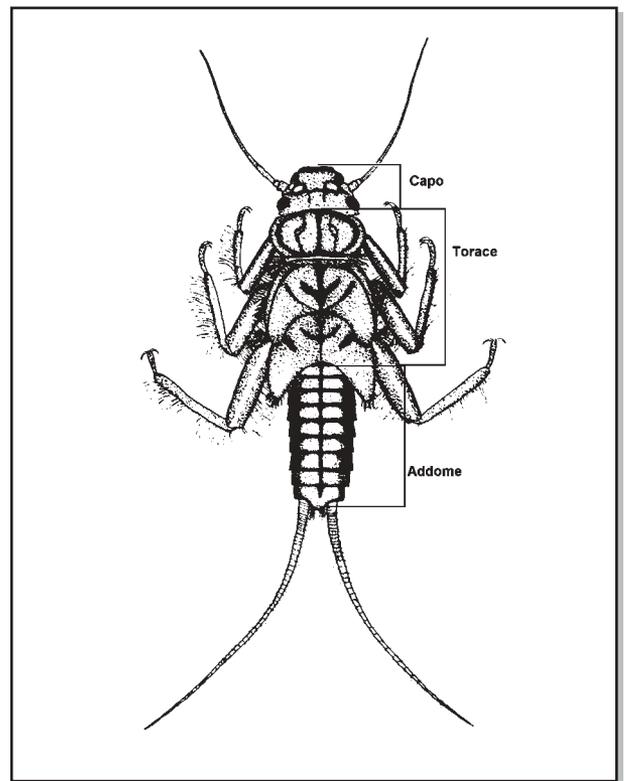
### **Morfologia esterna**

Per ciò che riguarda la morfologia, la descrizione che segue si riferisce a quella delle forme larvali, lo stadio vitale di norma di maggior interesse per l'applicazione dell'I.B.E..

Il corpo degli insetti (fig. 3.3) è tipicamente diviso in tre regioni: capo, torace e addome.

Il capo è ben definito e differenziato come organo sensoriale e masticatore; solo in alcune larve di Ditteri si presenta ridotto o indistinto.

E' sempre presente un paio di antenne mobili, con numerosi articoli; nella regione media del capo vi sono tre ocelli od occhi semplici. Lateralmente si trovano due occhi composti, formati da un insieme di **ommatidi**. L'apparato boccale è costituito da un pezzo impari, il labbro superiore, due mandibole, due mascelle prime e un altro pezzo impari, il labbro inferiore, dato dalla fusione delle mascelle seconde. Sulla base delle differenti modalità di assunzione del cibo, le varie parti presentano delle modificazioni, così che si possono distinguere apparati boccali di tipo masticatore, lambente, succhiatore o pungente.



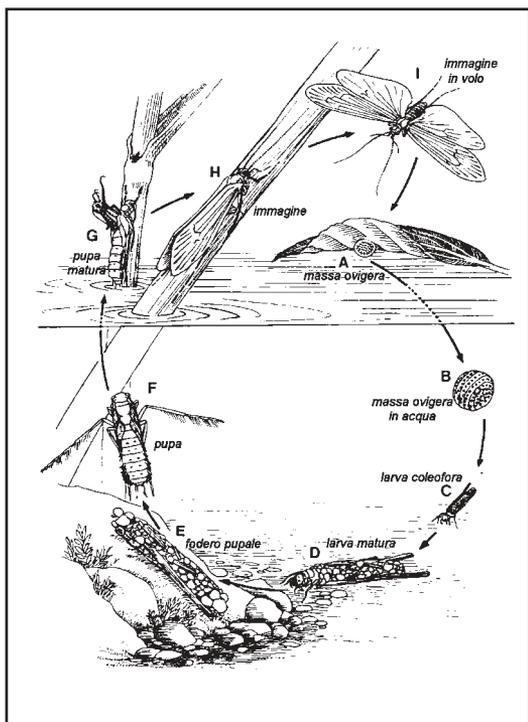
**Figura 3.3** - Regioni del corpo di una larva di insetto

Il torace è formato da tre segmenti, distinti in pro, meso e metatorace. Ogni segmento porta un paio di zampe articolate, terminanti con delle unghie più o meno sviluppate. Dorsalmente su meso e metatorace sono inserite un paio di ali; assenti nei primi stadi larvali (neanidi), esse cominciano a svilupparsi allo stadio di ninfe per divenire funzionali allo stadio immaginale.

L'addome è privo di zampe e consta, in genere, di 12 segmenti o uriti (es. Proturi), ridotti normalmente a 10-11 o a 6 (Collemboli). L'ultimo segmento può portare delle appendici dette **cerci**.

### Ciclo biologico

Gli insetti sono tipicamente ovipari (esiste qualche caso di ovoviviparità, es. Ditteri). Lo sviluppo postembrionale avviene per **metamorfosi** con mute successive, secondo due processi fondamentali: **eterometabolia** e **olometabolia**.



**Figura 3.4** - Ciclo biologico di un Tricottero Limnefilide

Nel primo caso dall'uovo fuoriesce una larva (neanide) che è simile all'adulto ma senza ali; nei successivi stadi di ninfa cominciano ad abbozzarsi le ali fino all'ultima muta, in cui l'insetto raggiunge lo stadio definitivo di **immagine**. Se l'adulto e la larva vivono nello stesso ambiente si parla di **paurometabolia** (es. Ortotteri); se le larve sono acquatiche e gli adulti vivono in un altro ambiente, si ha **emimetabolia** (es. Odonati) (fig. 3.4).

Nel caso di **olometabolia**, dall'uovo sguscia una larva che è profondamente diversa dall'adulto, con apparato boccale masticatore (es. Coleotteri) e tre paia di corte zampe.

Dopo alcune mute l'animale entra in uno stadio 'quiescente' come **pupa** all'interno di un bozzolo (o **pupario**). Qui molti organi larvali si degradano e vengono riassorbiti, e nel contempo si originano nuove strutture per l'adulto. Al termine di queste

profonde trasformazioni, sfarfalla l'individuo adulto.

Negli ordini primitivi (Tisanuri) non vi è metamorfosi, i giovani sono simili agli adulti e quindi lo sviluppo avviene solo mediante cambiamenti gradualmente; questi insetti sono chiamati **ametaboli** (es. Collemboli).

Le specie con cicli vitali caratterizzati da una sola generazione nel corso dell'anno sono dette **univoltine**, con più di una generazione nell'arco dell'anno sono dette **polivoltine** e quelle, infine, con cicli di durata maggiore di un anno, **poliannuali**.

#### Ordine: **Plecotteri**

I Plecotteri sono insetti **emimetaboli**, cioè con metamorfosi graduale; le larve acquatiche sono simili all'adulto, ma prive di ali. Gli adulti hanno generalmente una vita breve, da pochi giorni ad un mese, mentre le larve possono vivere da pochi mesi fino a tre anni; in questo periodo un plecoterter può compiere anche fino a trenta mute.



### Morfologia delle larve

Il corpo è allungato e depresso (fig. 3.5), a volte cilindrico. Il colore di norma è bruno o grigiastro, talora rossiccio, verdastro o giallo. La lunghezza varia da 4 a 40 mm.

Il capo presenta lateralmente due **occhi composti** e dorsalmente tre **ocelli** disposti a triangolo. L'apparato boccale è di tipo masticatore.

Il torace è distinto in pro, meso e metanoto. Nelle larve più sviluppate, ai lati del secondo e terzo segmento, si notano gli astucci alari che aumentano di dimensioni in seguito ad ogni muta.

Le zampe, ricoperte da frange di peli lunghi e sottili, sono provviste di due unghie.

L'addome è suddiviso in 11 segmenti ai cui lati si possono trovare le **tracheobranchie**, di norma rappresentate da ciuffi di filamenti o da strutture di varia forma. Caratteristica distintiva di questo gruppo di organismi è la presenza nell'ultimo segmento addominale di due **cerci** lunghi e antenniformi.

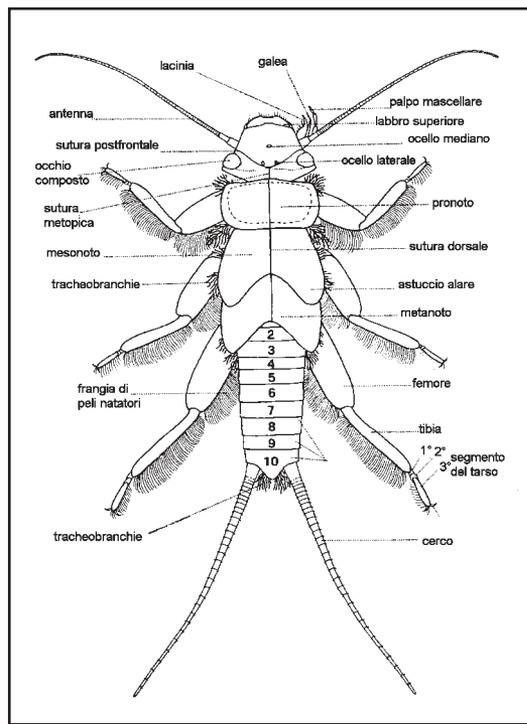


Figura 3.5 - Morfologia di una larva di Plecottero

### Ecologia

Le larve dei Plecotteri sono generalmente stenoterme fredde e prediligono acque limpide e ben ossigenate come quelle dei torrenti montani, al di sopra dei 700 m di altitudine. Qui, tendono a selezionare i microhabitat dove la corrente è meno forte, sotto le pietre o nelle insenature. Vi sono comunque anche specie che vivono nei grandi fiumi a basse altitudini. A questo gruppo appartengono sia specie predatrici carnivore che specie erbivore e detritivore, che si nutrono di alghe, muschi e detriti vegetali.

Anche se alcune specie presentano un certo grado di tolleranza, i Plecotteri sono considerati un gruppo molto sensibile all'inquinamento organico e per questo la loro presenza è di norma legata ad ambienti con acque di buona qualità.

### Ordine: **Efemerotteri**

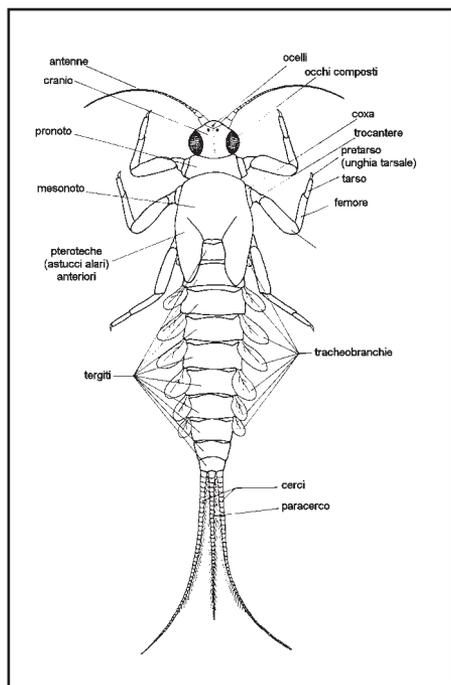
Caratteristica dell'ordine è la presenza di uno stadio alato intermedio tra la larva e l'imagine, detto **subimmagine**, che subisce la muta definitiva solo alcune ore dopo lo sfarfallamento; per questa caratteristica gli efemerotteri costituiscono da soli il gruppo dei **prometaboli**. La vita immaginale è tipicamente breve, può durare da un'ora a qualche giorno



o, eccezionalmente, poche settimane. Gli adulti hanno infatti l'apparato boccale atrofizzato e non funzionante e si dedicano esclusivamente alla riproduzione. I maschi compiono in gran numero tipici voli nuziali, alternando rapidi movimenti ascendenti con discese più lente, nelle ore pomeridiane presso i corsi d'acqua.

### Morfologia delle larve

Le larve degli Efemerotteri (fig. 3.6) possono avere corpo appiattito, subcilindrico o affusolato. Il colore è fortemente variabile anche nell'ambito della stessa specie.



**Figura 3.6** - Schema di una ninfia di Efemerottero

Il capo presenta dorsalmente o lateralmente due occhi composti e anteriormente tre ocelli disposti a triangolo. L'apparato boccale è di tipo masticatore.

I tre segmenti toracici si dividono in una parte dorsale (pro, meso e metanoto), una parte ventrale (pro, meso e metasterno) uniti dalle pleure laterali. Il secondo e terzo segmento portano gli astucci alari; questi ultimi possono essere ridotti e, nelle specie prive delle ali posteriori, possono mancare.

Le zampe terminano sempre con una sola unghia ma possono presentare forma diversa nelle diverse specie.

L'addome è suddiviso in 10 segmenti ben visibili e un undicesimo rudimentale. L'ultimo segmento presenta sempre tre prolungamenti: due cerci laterali e uno mediano detto **paracercio**. Fa eccezione il genere *Epeorus*, nelle cui larve non si osserva il prolungamento centrale. L'addome presenta delle tracheobranchie che possono essere a forma di lamina ovale oppure filamentose, in numero variabile da

5 a 7 paia.

### Ciclo biologico

Negli Efemerotteri il ciclo vitale può essere univoltino, polivoltino o semivoltino (una generazione ogni due anni). Lo sfarfallamento, molto rapido, si verifica su pietre o vegetali emergenti o addirittura qualche centimetro sotto la superficie dell'acqua.

### Ecologia

Le ninfe degli Efemerotteri colonizzano la maggior parte degli ambienti dulciacquicoli: laghi, stagni, paludi, grandi fiumi di pianura e rapidi torrenti di montagna.

Le larve dei diversi generi presentano degli adattamenti morfologici legati al modo di



vita e all'ambiente colonizzato. Si distinguono così: ninfe piatte (o litofile) che vivono in ambienti con substrati rocciosi o ciottolosi a corrente rapida; ninfe nuotatrici (o iponeofile) di forma idrodinamica, con cerci forniti di frange di peli con funzione natatoria e che popolano le acque a corrente moderata o nulla; ninfe strascicanti (o erpofile) affusolate, spesso coperte di peli, che raccolgono particelle di detrito a scopo criptico e vivono in acque poco correnti; ninfe scavatrici (o orittofile) cilindriche con zampe anteriori molto robuste atte allo scavo e tracheobranchie in posizione dorsale, che popolano laghi e fiumi con substrato fangoso o sabbioso.

Tutti gli Efemerotteri italiani si nutrono, negli stadi larvali di detriti organici o di sostanze vegetali ma qualche specie occasionalmente si comporta come carnivora predatrice.

Alcuni gruppi di specie (es. *Baetis*) possono tollerare situazioni di inquinamento anche consistenti. Nel complesso gli Efemerotteri sono comunque indicatori di buona qualità delle acque.

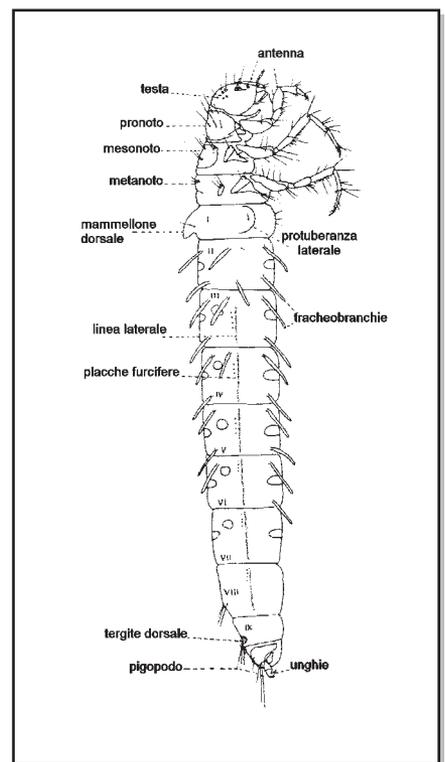
**Ordine: *Tricotteri***

Sono insetti ometaboli (a metamorfosi completa); le larve conducono vita acquatica mentre gli adulti colonizzano l'ambiente subaereo. Possiedono quattro ali membranose diseguali che, a riposo, vengono chiuse a tetto sul corpo. Hanno antenne molto lunghe e sottili. Tra le caratteristiche che contraddistinguono questo ordine vi è quella che le larve di molte famiglie costruiscono intorno al loro corpo un astuccio protettivo dalle forme insolite e bizzarre, utilizzando granelli di sabbia, pietruzze o elementi vegetali vari; queste vengono chiamate volgarmente "portasassi" e "portalegna". In alcuni ambienti i tricoteri possono costituire una delle più importanti fonti di cibo per la fauna ittica.

**Morfologia delle larve**

Le larve mature (fig. 3.7) presentano capo, torace e addome distinti; le dimensioni possono variare da 2 a 40 mm.

Il capo è ben sclerificato e può essere ovale, rettangolare o quadrato, convesso, appiattito o concavo, liscio o con creste dorsalmente sporgenti, munito di setole e fran-



**Figura 3.7 - Larva di Tricottero**



ge di peli più o meno lunghi e distanziati. Gli occhi sono semplici e le antenne sono generalmente piccole e rudimentali.

L'apparato boccale masticatore può assumere diverse forme: nelle specie erbivore le mandibole sono a forbice, munite di denti tozzi; nelle specie carnivore le mandibole sono a coltello ed hanno denti acuminati.

Il torace è costituito da tre tergiti che possono essere diversamente sclerificati.

Le zampe sono ben sviluppate e terminano con una singola unghia, talvolta robusta e corta altre volte sottile e lunga, munita di una spina basale; spesso esse sono coperte di setole, spinule e speroni.

L'addome è cilindrico o depresso in senso dorso-ventrale ed è formato da 10 segmenti. Il primo segmento nelle larve con astuccio presenta delle protuberanze carnose dette **mammelloni**, utili per tenere aderente "l'astuccio" al corpo durante gli spostamenti. L'ultimo segmento presenta un paio di appendici terminali dette **pigopodi**; nelle larve prive di astuccio queste appendici sono lunghe e provviste di unghie per facilitare l'ancoraggio al substrato. Nelle larve con astuccio i pigopodi sono molto corti, così che le unghie appaiono inserite direttamente sull'ultimo segmento addominale.

### **Ciclo biologico**

La maggior parte dei Tricotteri completa il ciclo vitale in un solo anno ma alcune specie sono anche polivoltine.

### **Ecologia**

I Tricotteri popolano quasi tutte le acque dolci, correnti o stagnanti; vi sono specie che abitano le rocce bagnate anche da un sottile velo d'acqua, altre popolano i ruscelli, i torrenti, i fiumi, gli stagni, le paludi o i laghi. Lungo i corsi d'acqua si distribuiscono secondo una tipica zonazione, per cui nel tratto superiore si rinvengono ad esempio le specie stenoterme fredde; alcune specie (euriecie) possono localizzarsi indifferentemente in biotopi diversi.

Le larve delle diverse famiglie presentano un regime alimentare molto vario: alcune sono fitofaghe, altre carnivore, altre si comportano come onnivore o come detritivore. Anche le modalità di procacciamento del cibo sono varie: si riconoscono forme succhiatrici, raschiatori, brucatori, tagliuzzatori, collettori aspiratori, collettori filtratori e predatori.

La sensibilità all'inquinamento da parte di questi insetti è piuttosto elevata per cui sono ritenuti essere dei validi indicatori biologici e la loro presenza è spesso collegata ad ambienti di buona qualità; alcune specie sono comunque in grado di prosperare in acque inquinate.



### Ordine: **Coleotteri**

Costituiscono l'ordine più ricco di specie tra tutti gli Insetti; i Coleotteri sono **olometaboli** (con metamorfosi completa) e tra gli insetti sono i soli che si possono rinvenire sia allo stadio adulto che a quello larvale, negli ambienti acquatici (fig. 3.8). Caratteristica distintiva del gruppo è la sclerificazione del primo paio di ali, le **elitre**, che ricoprono le ali posteriori membranose. Sono comunque dei pessimi volatori.

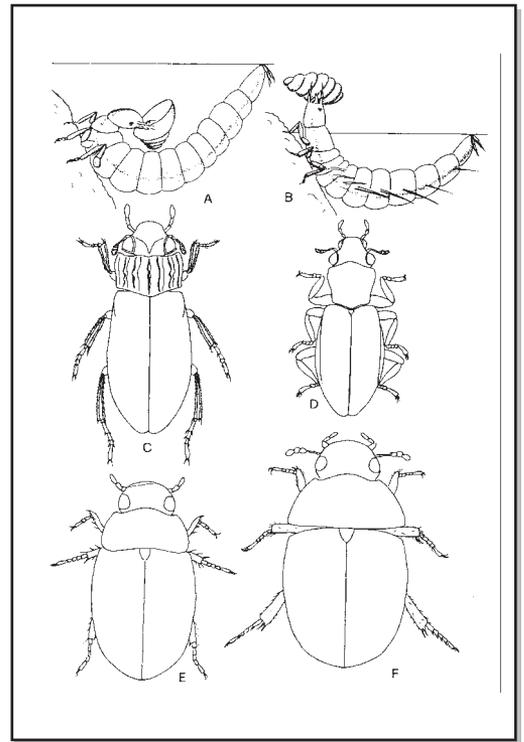
#### **Morfologia delle larve**

Le larve presentano una buona variabilità morfologica che rispecchia la loro grande versatilità nell'adattarsi agli ambienti più svariati.

Il capo, ben differenziato, reca un paio di antenne composte di 3 articoli con diversa forma. Gli occhi sono semplici e l'apparato boccale molto sviluppato.

Il torace presenta degli scleriti variabili per forma e dimensioni; le zampe possono essere grandi e provviste di unghie, ma anche corte e ridotte.

L'addome può presentare da 8 a 10 segmenti poco sclerificati, oppure interamente carnosi. Gli scambi gassosi avvengono attraverso i tegumenti ma spesso la respirazione è coadiuvata da tracheobranchie rettali o addominali. Anche nelle larve dei Coleotteri possono essere presenti dei cerci.



**Figura 3.8** - A. *Hydrous piceus*; B. *Hydrophilus caraboides*, C. *Helophorus* sp., D. *Hydrochus* sp., E. *Paracymus* sp., F. *Coelostoma* sp.

#### **Ecologia**

I Coleotteri possono colonizzare una discreta varietà di ambienti acquatici e li si possono rinvenire sia nelle acque stagnanti che in quelle debolmente correnti o a rapido corso.

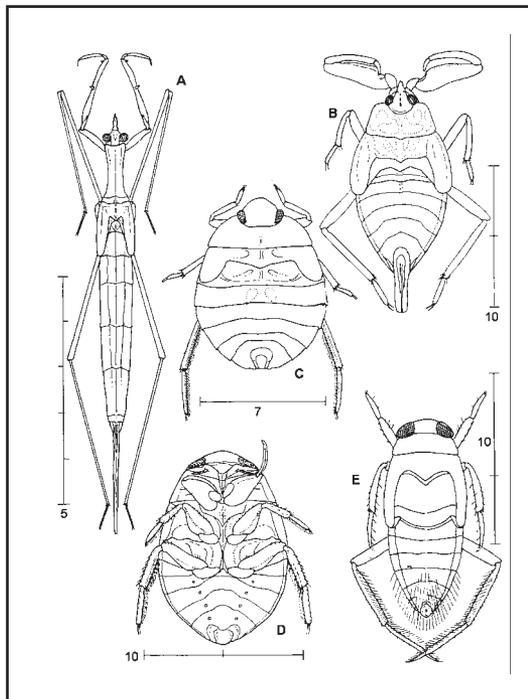
Il tipo di alimentazione è molto vario; vi sono specie carnivore predatrici e altre fitofaghe, numerosi gruppi sono xilofagi più o meno strettamente legati a determinate specie vegetali, e vi sono anche coleotteri detritivori e onnivori.

A seconda della specie, i Coleotteri sono considerati indicatori di acque pulite o debolmente inquinate.



### Ordine: **Eterotteri**

Sono insetti **paurometaboli** (con metamorfosi graduale o incompleta) caratterizzati dalla conformazione dell'apparato boccale perforante-succhiatore in tutti gli stadi della loro vita. Le



**Figura 3.9** - A. *Ranatra linearis*, B. *Nepa cinerea*, C. *Aphelocheirus aestivalis*, D. *Ilyocoris cimicoides*, E. *Notonecta glauca*

mandibole e le mascelle sono trasformate in stilette, percorsi internamente da due canalicoli: l'uno dorsale, che serve per aspirare l'alimento liquido, l'altro atto a condurre all'esterno il secreto salivare. Durante la fase di riposo, il rostro viene ripiegato all'indietro e alloggiato in una scanalatura sulla superficie ventrale del capo e del torace. Le ali anteriori, dette **emielitre** perché coriacee e fortemente sclerificate nella porzione basale e membranose nella distale, si differenziano dalle posteriori che sono interamente membranose: da ciò il nome Eterotteri (ali diverse). Frequenti anche le forme prive di ali (attere) o con ali ridotte (brachittere).

Gli Eterotteri (fig. 3.9) si dividono in due gruppi: i Gerromorfi, che vivono sulla superficie dell'acqua, e i Nepomorfi, che vivono immersi nell'acqua. I primi, hanno i tarsi provvisti di peli idrofughi che permettono loro di correre o pattinare sull'acqua con grande abilità. I Nepomorfi, invece, comprendono

forme nuotatrici o marciatrici sul fondo. Nei maschi di diverse specie sono presenti apparati stridulanti (organi acustici).

### **Morfologia delle larve**

Le neanidi uscite dall'uovo sono molto simili agli adulti atteri. Se l'individuo adulto sarà alato, nel terzo e quarto stadio larvale compaiono le pteroteche (astucci alari); nel caso contrario l'insetto conserverà l'aspetto dello stadio larvale anche da adulto.

### **Ciclo biologico**

Gli Eterotteri possono avere una o più generazioni all'anno (polivoltine) e sono in grado di superare il periodo invernale sia allo stadio adulto che di uovo.

### **Ecologia**

Gli Eterotteri colonizzano acque a decorso lento e gli ambienti lotici.

La maggior parte delle specie è zoofaga: caccia altri insetti, comprese le uova e le larve,



acari e ragni, le specie più grandi succhiano anche le uova degli anfibi e dei pesci, girini e avannotti. Alcune specie hanno un regime alimentare misto, si nutrono della microfauna bentica, di alghe microscopiche e di detriti organici; poche specie sono ematofaghe.

### Ordine: **Odonati**

Gli Odonati, comunemente noti come libellule, sono insetti di medie o grandi dimensioni, ottimi volatori da adulti e talvolta con vivaci colorazioni del corpo e delle ali. Le larve, acquatiche, si distinguono da qualsiasi altro insetto per la caratteristica **maschera**, un organo di presa derivante dalla profonda modificazione del labbro inferiore.

Sono insetti **emimetaboli** (a metamorfosi graduale).

#### **Morfologia delle larve**

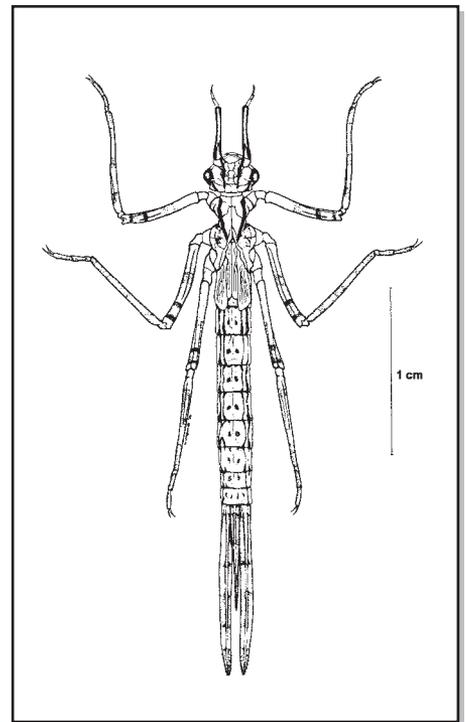
Il corpo è diviso in capo, pro e pterotorace, addome (fig. 3.10); può avere una forma conica ed allungata (sottordine Zygopteri) oppure ovoidale, più corto e appiattito in senso dorso-ventrale (sottordine Anisopteri). La colorazione non è mai vistosa, varia tra il verde e il giallognolo ed il bruno più o meno intenso. La lunghezza massima può arrivare anche ai 5,5 cm.

Il capo ha una forma pentagonale o rettangolare; in posizione antero-laterale vi sono gli occhi composti, piuttosto grandi e ben evidenti.

L'apparato boccale ha il **labium** trasformato in maschera raptatoria che, a riposo, nasconde buona parte del capo. Essa è composta da un postmento sul quale si articola un premento recante all'estremità due palpi labiali che funzionano a mo' di tenaglia.

Lo pterotorace porta gli abbozzi esterni delle ali (pteroteche). Le zampe, sono ben sviluppate, hanno funzione deambulatoria o fossoria, mai natatoria o di presa.

L'addome è sempre costituito di 10 uriti evidenti più un 11° ridotto e diversamente modificato nei due **Figura 3.10** - Larva di *Calopterygidae* sottordini. Gli Zygopteri hanno un addome subcilindrico che si restringe verso l'estremità posteriore e porta tre lamelle branchiali molto lunghe e fogliacee. Negli Anisopteri, invece, l'addome è più largo al centro e ristretto alle due estremità, più o meno depresso in senso dorso-ventrale. Le lamelle branchiali sono assenti per cui la respirazione avviene tramite branchie rettali interne. In entrambi i gruppi sono presenti due cerci terminali.



### **Ciclo biologico**

La durata del ciclo biologico è fortemente variabile da specie a specie e in alcuni casi anche all'interno di popolazioni della stessa specie. Ci sono specie univoltine, le cui immagini sfarfallano l'anno seguente alla deposizione (la maggior parte degli Zigotteri e alcuni Anisotteri), semivoltine con una generazione ogni due anni e altre che presentano cicli di tre o più anni (sino a 5). Alcune popolazioni mediterranee di specie solitamente univoltine riescono a completare una seconda generazione nel corso dello stesso anno (ciclo **bivoltino**).

### **Ecologia**

Gli ambienti che ospitano il maggior numero di specie di Odonati sono le raccolte di acqua dolce come i piccoli laghi, gli stagni e le torbiere; talune specie vivono anche nelle acque salmastre. Nelle acque correnti si possono rinvenire vari generi di Odonati, soprattutto nei tratti a debole corrente e con abbondante vegetazione. In questi ambienti è possibile distinguere due gruppi di specie: uno comprende le specie vaganti o affossate più o meno profondamente nel fango, l'altro quelle più strettamente legate alla vegetazione.

Tutte le specie di Odonati hanno larve predatrici. Esse si nutrono di Ciliati, Rotiferi, Oligocheti, Crostacei, Insetti, Gasteropodi, girini e anche piccoli pesci.

In generale gli Odonati sono in grado di vivere anche in situazioni di un certo degrado; di norma sono assenti nelle acque oligotrofe.

### Ordine: **Ditteri**

All'ordine dei Ditteri appartiene una porzione rilevante di insetti considerati molesti o dannosi, come zanzare, pappataci, tafani, mosche, ecc.

Carattere distintivo dell'intero gruppo è il possedere solo il primo paio di ali membranose e di avere il secondo paio (metatoraciche) trasformato in organi a funzione equilibratrice del volo, i **bilancieri**.

I Ditteri sono tipicamente **olometaboli** (con metamorfosi completa). Le larve non somigliano agli adulti e il loro genere di vita è totalmente diverso in quanto l'ambiente in cui si sviluppano è completamente diverso da quello in cui vivono gli adulti.

### **Morfologia delle larve**

La morfologia delle larve dei Ditteri (fig. 3.11) è estremamente variabile, anche se la forma dominante è cilindrica o subcilindrica; sono sempre assenti zampe o arti, ma possono presentare vari tipi di strutture adibite alla locomozione (pseudopodi, aree ambulacrali, peli, setole, ventose ecc.). Le dimensioni variano da pochi mm ad oltre 5 cm. Il tegumento può essere fortemente sclerificato, ricoperto solo parzialmente da placche, completamente membranoso oppure nudo con qualche ispessimento; possono essere presenti uncini e spine.



Il colore va dal bianco, bianco-giallastro al bruno e bruno-nero; a volte le larve sono rossastre per la presenza di pigmenti respiratori. Non di rado le larve possono essere diafane.

Il corpo, in generale, presenta la tipica segmentazione degli insetti con capo, 3 segmenti toracici ed 8 segmenti addominali; in alcuni casi questa disposizione non è riconoscibile a causa della fusione di alcuni segmenti o per segmentazioni sovrannumerarie.

In base alla struttura del capo è possibile effettuare una prima distinzione delle forme larvali in: larve **eucefale**, con capsula cefalica ben sclerificata e distinta dal torace; larve **emicefale**, con capsula cefalica ridotta, parzialmente sclerificata e incassata nel torace; larve **acefale**, con capsula cefalica poco o per nulla sviluppata. Sono sempre presenti occhi composti e antenne .

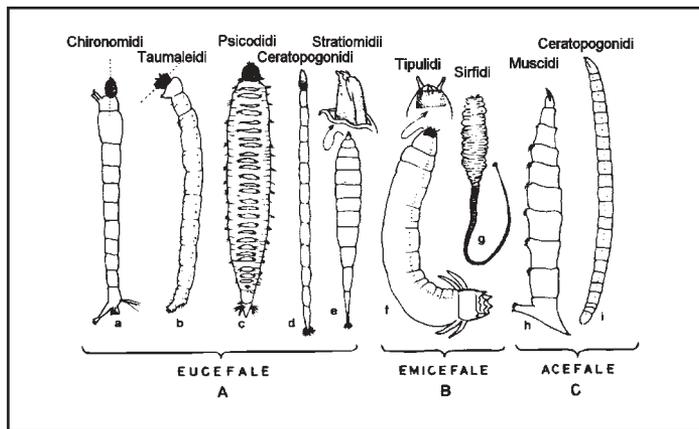


Figura 3.11 - Larve di Ditteri

L'apparato boccale è masticatore, di norma con mandibole e mascelle mobili in senso orizzontale; nei Ditteri più evoluti, i pezzi boccali sono ridotti a uncini mobili verticalmente.

Nell'addome è la morfologia dell'ultimo urite ad avere importanza ai fini diagnostici; in relazione alle necessità di respirazione della larva abbiamo sifoni, piastre stigmatiche, branchie cuticolari, tracheali o rettali.

### Ciclo biologico

Normalmente il ciclo vitale dei Ditteri avviene, per la parte riguardante gli stadi preimmaginali (uovo, larva, pupa), nel mezzo acquatico mentre per ciò che si riferisce agli adulti in quello terrestre; in realtà questo può essere alquanto diverso e variabile da famiglia a famiglia.

### Ecologia

Le larve sono prevalentemente acquatiche ma, grazie alla loro elevata valenza ecologica, sono in grado di colonizzare una vasta gamma di biotopi come i terreni umidi, le fosse settiche, la neve ed anche l'aceto o il petrolio; inoltre si possono rinvenire all'interno dei nidi, nelle sostanze animali e vegetali in decomposizione oltre che evidentemente negli habitat



acquatici. Ciò è permesso, oltre che dalla capacità di adattarsi a diversi tipi di regimi alimentari e dal modo di assumere il cibo, anche e soprattutto dai particolari meccanismi di respirazione di cui le larve sono dotate.

I Ditteri ricoprono i ruoli trofici dei carnivori, degli erbivori e dei detritivori. Il cibo è rappresentato da detriti organici più o meno grossolani, da Diatomee, altre alghe, batteri, perifiton, altri invertebrati vivi o morti (Insetti, Oligocheti, Molluschi, Crostacei, ecc.). Esiste una notevole variabilità anche per quanto riguarda la modalità di assunzione del cibo; si conoscono: raschiatori, collettori aspiratori, collettori filtratori, tagliuzzatori, predatori succhiatori.

Alcune tra le maggiori famiglie di Ditteri con larve acquatiche presentano specie di notevole importanza in campo medico e/o veterinario.

Non è semplice dare delle indicazioni sul ruolo che questo ordine ha come indicatore della qualità delle acque, dal momento che all'interno della stessa famiglia varie specie possono avere dei comportamenti notevolmente diversi. Tutta la famiglia dei Blefariceridi, ad esempio, è legata ad acque pulite, ma all'interno della famiglia dei Simulidi si trovano specie e generi in grado di vivere in acque pulite o in acque inquinate.

## CROSTACEI

La classe dei Crostacei appartiene al Phylum degli Artropodi e comprende specie prevalentemente acquatiche, marine o di acqua dolce. I Crostacei si distinguono dagli altri Artropodi per la respirazione branchiale, per la presenza di due paia di antenne inserite nel secondo e nel terzo segmento e di un paio di mandibole nel quarto. I Crostacei si dividono in due gruppi: Entomostraci (Crostacei inferiori) e Malacostraci (Crostacei superiori) (fig. 3.12). I primi sono generalmente piccoli ed hanno un'organizzazione molto semplice (Artemie, Dafnie, Copepodi e Balani). I Malacostraci, sono più numerosi e comprendono forme più evolute (esempio: Isopodi, Anfipodi e Decapodi).

### **Morfologia**

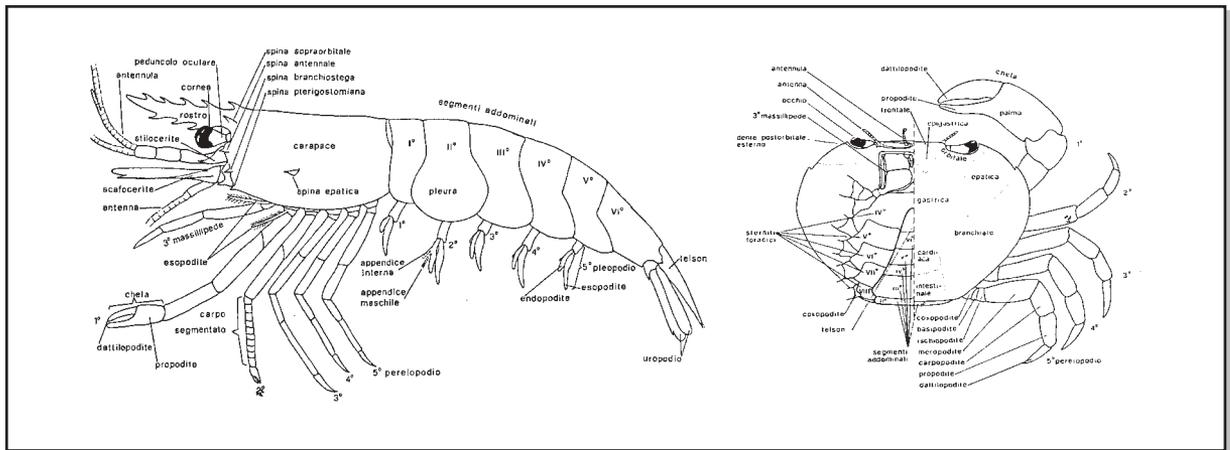
Il corpo è costituito da un elevato numero di segmenti (fino a 60) nelle forme primitive; con l'evoluzione questo numero è andato riducendosi, fino a fissarsi in 19 nei Malacostraci. I segmenti si raggruppano a formare tre regioni del corpo: capo, torace e addome.

Il capo è formato da 5 segmenti fusi tra loro, cui corrispondono altrettante paia di



appendici: le **antennule** e le **antenne**, preorali, le **mandibole** e le **mascelle I e II**, postorali, che costituiscono l'apparato boccale (masticatore). La bocca è in posizione ventrale. Gli occhi sono composti, e possono essere situati su peduncoli mobili.

Il tronco è formato da due regioni: il torace (**pereion**) e l'addome (**pleion**). Le appendici del torace sono le zampe, o **pereiopodi**: a volte alcune delle prime paia si specializzano per la presa e la triturazione del cibo e sono dette **massillipedi**. Le appendici dell'addo-



**Figura 3.12** - Schemi di un gambero (a sinistra) e di un granchio (a destra)

me (**pleopodi**) possono adattarsi a diverse funzioni (nuoto, supporto per le uova o per le branchie). Caratteristica di molti Crostacei è la presenza di una plica dorsale dell'esoscheletro, il **carapace**, che si origina nel bordo posteriore del capo e si estende all'indietro ricoprendo del tutto o in parte il tronco con funzione protettiva; talora si estende lateralmente a formare le camere branchiali.

Nella parte posteriore si trova il **telson**, alla base del quale si apre l'ano e che, insieme agli **uropodi** (ultimo paio di pleopodi), può formare una caratteristica espansione caudale a ventaglio, utilizzata nel nuoto.

### Riproduzione e sviluppo

I Crostacei sono di norma animali anfionici (a sessi separati); relativamente rari sono l'ermafroditismo e la partenogenesi, quest'ultima spesso in alternanza con l'anfigonia. Lo sviluppo è per lo più indiretto e la forma larvale tipica iniziale è quella di **nauplius**. In seguito, la larva subisce delle metamorfosi successive accompagnata da un certo numero di mute che daranno origine all'adulto.

Si può avere però anche sviluppo diretto come, ad esempio, in tutti i Crostacei terrestri.



## Ecologia

I Crostacei colonizzano tutti gli ambienti acquatici marini e d'acqua dolce o salmastra. Li troviamo, infatti nell'ambiente pelagico, dove costituiscono una delle componenti più importanti del plancton, e in quello bentonico, sui più svariati tipi di fondale. La grande maggioranza conduce vita libera con forme più o meno mobili o sessili, certi altri sono commensali o ecto-endoparassiti.

Nelle acque correnti prediligono quelle a lento decorso, con fondali fangosi e abbondante vegetazione.

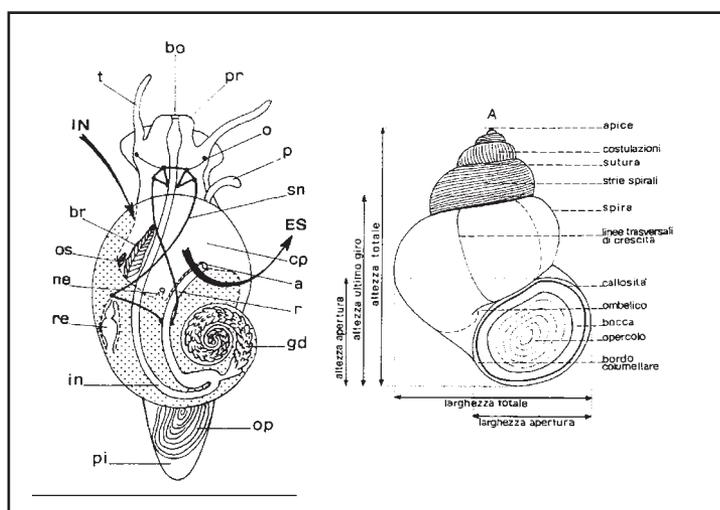
Un numero di specie relativamente piccolo ha colonizzato l'ambiente terrestre, sviluppando pure in questo caso adattamenti che hanno consentito loro di popolare i più diversi ambienti.

Il regime alimentare è spesso misto, prevalentemente vegetariano o detritivoro, ma talora carnivoro.

## GASTEROPODI

La classe dei Gasteropodi costituisce il gruppo che ha avuto il maggior successo evolutivo e più diversificato appartenente al phylum dei Molluschi. I Gasteropodi hanno un piede per la locomozione e il corpo è caratterizzato da un voluminoso sacco viscerale che durante lo sviluppo subisce una torsione su se stesso di 180° rispetto al piede ed al capo.

La classe viene solitamente divisa in tre sottoclassi: prosobranchi (soprattutto chiocchie marine), opisthobranchi (lumache marine) e polmonati (chiocchie e lumache terrestri).



**Figura 3.13** - Schema di organizzazione di un Gasteropode (a sinistra) e della sua conchiglia (a destra)

### Morfologia

Il corpo è distinto in cinque regioni: il capo, il piede, il sacco viscerale, il mantello e la conchiglia (fig. 3.13).

Il capo è ben differenziato e reca un numero variabile di appendici, dette **tentacoli**, gli occhi, talvolta pedunculati, e la bocca. Internamente alla cavità boccale nella parte superiore, è situata la mascella chitinoso. Inferiormente alla mascella, si trova una membrana cartilaginea

(odontoforo) che sostiene una **radula** costituita da dentelli cornei. Quest'ultima, estroflessa durante l'alimentazione, si muove avanti e indietro svolgendo un'azione raschiante.

Il piede ventrale è un organo di locomozione strisciante muscoloso, munito di ghiandole mucose che lubrificano il substrato.

Gli organi interni sono racchiusi nel sacco viscerale, generalmente voluminoso e protetto dalla conchiglia che ne segue l'avvolgimento a spirale.

Il mantello ampio ed esternamente rivestito dalla conchiglia, avvolge prima il sacco viscerale e poi si estende in avanti per dare origine alla cavità palleale.

La conchiglia ha funzione di sostegno e protezione: il suo accrescimento avviene per deposizione di sali di calcio da parte di specifiche cellule del mantello. Essa è composta da uno strato esterno corneo, **periostraco**, uno medio calcareo ed uno interno madreperlaceo. La tipica conchiglia di un gasteropode è quasi sempre ad avvolgimento elicoidale, attorno ad un asse, detto **columella**; ne risulta una struttura a cono elicato, formata da un numero variabile di giri o **spire**. Essa si presenta destrorsa, se l'accrescimento delle spire è in senso orario rispetto alla columella; sinistrorsa se lo sviluppo avviene in senso antiorario.

### **Ciclo biologico**

Nei Polmonati il ciclo vitale è abbastanza omogeneo e si compie nell'arco di un anno; fanno eccezione i grossi Polmonati in cui sono noti cicli di vita biennali. Nei Prosobranchi si hanno cicli più vari: biennali, triennali o anche quadriennali.

### **Ecologia**

I Gasteropodi si trovano in tutti i principali habitat, terrestri, di acqua dolce e marini. Nelle acque dolci colonizzano un po' tutti gli ambienti; vi sono infatti specie spiccatamente reofile e specie limnofile. Tra i principali fattori che condizionano la presenza di questi organismi vi sono l'acidità, che non deve essere inferiore a pH 5,5 e la concentrazione di sali di Ca e Mg, indispensabili per la formazione del guscio; importanti sono quindi la temperatura, le caratteristiche del substrato, i movimenti dell'acqua e la disponibilità d'alimento.

I Gasteropodi dulciacquicoli sono organismi demolitori ed utilizzano soprattutto detrito vegetale. La maggior parte ha una dieta mista composta da alghe, microrganismi incrostanti, detrito organico, batteri e materiale vegetale vario. Si cibano anche dei resti in decomposizione di pesci, anfibi ed altri animali. Va infine ricordato che alcuni Gasteropodi di acque dolci italiane, sono ospiti intermedi di parassiti degli animali (*Fasciola*, *Schistosoma* ecc.) e possono quindi, assumere notevole importanza in campo veterinario.

Grazie alla loro capacità di accumulare sostanze inquinanti (ad es. metalli pesanti) i molluschi vengono anche utilizzati come bioindicatori di inquinamento industriale.

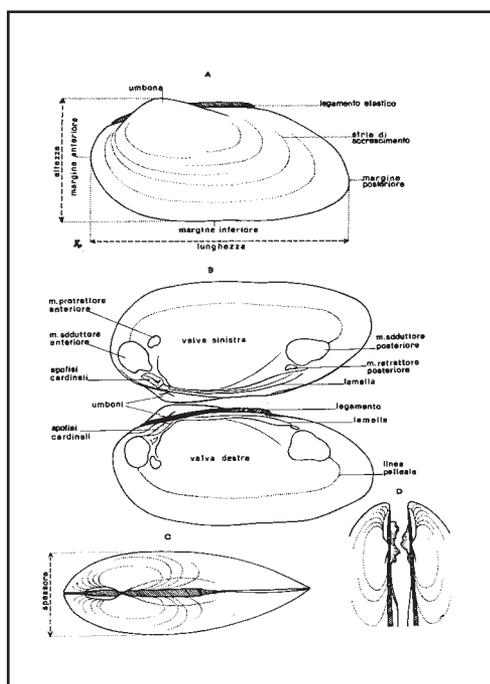


## BIVALVI

I Bivalvi (fig. 3.14) sono molluschi il cui corpo è racchiuso entro una conchiglia madreperlacea, formata da due valve, articolate dorsalmente; sono chiamati anche Lamellibranchi per la forma laminare delle branchie nelle forme più rappresentative.

### Morfologia

Il corpo è compresso lateralmente. Il capo manca completamente; la bocca è ridotta ad una fenditura trasversale situata nella regione anteriore del corpo ed è provvista di due coppie di palpi labiali. Mancano occhi, ma sono presenti **ocelli** variamente distribuiti.



**Figura 3.14** - Descrizione del nicchio di *Unio*

Il piede dei Lamellibranchi è molto ridotto, in posizione ventrale, spesso compresso lateralmente e a forma di scure; viene utilizzato per lo scavo o per l'ancoraggio sul substrato.

Il mantello, che riveste internamente la conchiglia, racchiude la cavità palleale dove sono alloggiate le branchie. I margini possono rimanere distinti (Unionidae) o saldarsi tra loro in uno o più punti. Più spesso, sono presenti tre aperture: una anteriore, dalla quale sporge il piede, e due posteriori (**inalante** ed **esalante**). Attorno alle due aperture posteriori, il mantello può estendersi in due tubi più o meno lunghi, **sifoni**, uscenti dalla conchiglia.

La conchiglia è formata da due **valve**, tenute insieme da un legamento elastico e articolate fra loro, lungo il margine dorsale, mediante una **cerniera**. Quest'ultima è rappresentata da una placca provvista di un sistema di dentelli e fossette, variabile nei diversi gruppi. Le due valve vengono serrate ad opera di 1 o 2 muscoli adduttori, che contrastano l'azione del legamento elastico. La porzione embrionale della conchiglia, che resta piuttosto sporgente dorsalmente, viene detta **umbone**.

### Riproduzione e sviluppo

I sessi sono generalmente separati ma non sono rari i casi di ermafroditismo. La fecondazione può avvenire sia nella cavità del mantello che in ambiente esterno. In alcune specie



le uova vengono incubate nella cavità palleale. Lo sviluppo è per lo più indiretto, con una forma larvale libera detta **veliger**.

### **Ecologia**

La maggior parte dei Bivalvi è marina ma non mancano le specie salmastre e di acqua dolce.

Le specie dulciaquicole vivono in stagni e fiumi a lento decorso con fondali sabbiosi o fangosi. Si nutrono di plancton che attraggono per mezzo del movimento ciliare delle branchie.

Non sono esigenti per ciò che riguarda la qualità dell'acqua e si adattano bene anche a situazioni di un certo degrado.

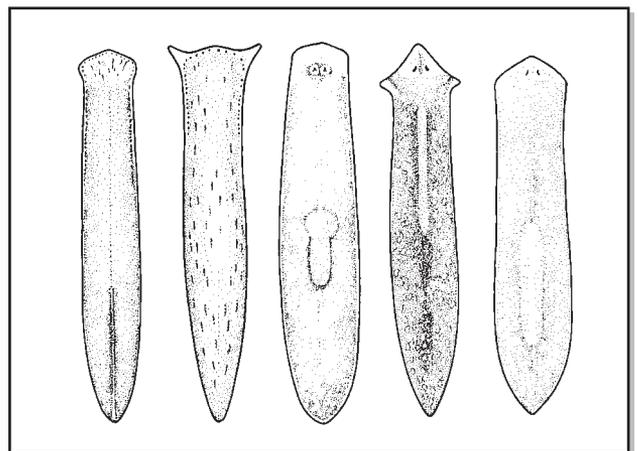
## TRICLADI

Quest'ordine appartiene alla classe Turbellari (phylum Platelminti) e comprende i vermi comunemente detti Planarie. Sono organismi poco evoluti e il nome fa riferimento alle tre ramificazioni dell'intestino, due dirette posteriormente ed una anteriormente. Sono conosciuti per le spiccate capacità rigenerative.

### **Morfologia**

Il corpo è fortemente appiattito, di piccole dimensioni (massimo 3 cm) e di forma lanceolata (fig. 3.15). L'epitelio, soprattutto sulla superficie ventrale, è provvisto di ciglia ed è rivestito di muco a costituire una suola strisciante. Possono essere presenti delle macule oculari con funzioni fotorecetttrici.

Il capo è poco differenziato e può presentare dei lobi, detti **tentacoli** o **orecchiette**. L'apertura boccale, ventrale, è situata a circa metà del corpo; da essa viene estroflesso un lungo faringe muscoloso che secerne degli enzimi proteolitici. Manca l'apertura anale, per cui i residui alimentari indigeriti vengono espulsi dal faringe stesso.



**Figura 3.15** - Varie specie di Tricladi



## Riproduzione

Può essere asessuata, per scissiparità o frammentazione, ma anche sessuata. In questo caso si comportano come ermafroditi proterandri in cui i gameti maschili maturano prima di quelli femminili.

## Ecologia

I Tricladi prediligono le acque chiare e sono tipici delle acque correnti; lucifughi, durante il giorno si rifugiano sotto i ciottoli o tra i detriti. Sono carnivori e si nutrono di piccoli invertebrati.

## OLIGOCHETI

Gli oligocheti sono una delle classi del phylum Anellidi, vermiformi, celomati, con il corpo suddiviso in numerosi metameri (fig. 3.16). E' caratteristica in essi la presenza di un ingrossamento anulare o **clitello**, utile per la riproduzione.

## Morfologia

Il corpo, cilindrico e allungato, si differenzia in una regione anteriore cefalica e in una regione posteriore o caudale ed è diviso in una serie di segmenti o **metameri** estremamente variabili in numero (da 9 ad oltre 600). Le dimensioni sono generalmente comprese fra 3

mm e 10 cm; le forme più piccole non raggiungono il mezzo millimetro, mentre le più grandi superano i 2 m. L'epidermide è ricoperta da una cuticola con numerose cellule mucose che ne mantengono umida la superficie. Sulla parete del corpo trovano impianto le **setole**, di forma e disposizioni diverse in funzione delle specie; servono al nuoto o alla locomozione e spesso hanno funzione sensoriale.

La regione cefalica è poco differenziata; anteriormente vi è un breve **prostomio**, più o meno conico e talora munito di una proboscide. La bocca è in posizione subterminale.

Posteriormente alla regione cefalica, in prossimità delle aperture genitali, si individua un tratto

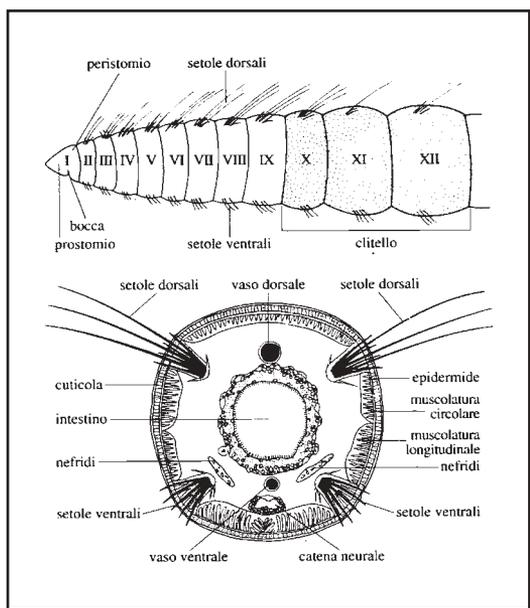


Figura 3.16 - Schemi di Oligochete

rigonfio, il clitello; qui viene secreto sia il muco per l'accoppiamento che il bozzolo.

Nell'ultimo segmento della regione caudale, ventralmente, si apre il poro anale; segue il **pigidio**, ad estremità tronca.

A dare consistenza al corpo è il **liquido celomatico**, contenuto all'interno di cavità che fungono da scheletro idraulico. In questo modo, nonostante il loro corpo molle, gli Oligocheti riescono a compiere movimenti anche agili e ad infossarsi nel substrato.

### **Riproduzione e sviluppo**

Gli Oligocheti sono quasi tutti ermafroditi con fecondazione incrociata. Le specie limnicole si riproducono anche per scissione; talvolta la riproduzione può essere esclusivamente agamica con riduzione delle gonadi.

### **Ecologia**

Pochi Oligocheti sono marini o eurialini, la maggior parte vive nel suolo o nelle acque dolci. Gli Oligocheti che vivono nei fiumi e nei laghi sono legati soprattutto a fondali di tipo fangoso e sabbioso, con vegetazione acquatica e detrito organico; alcuni sono immobili e vivono entro cunicoli scavati nel fango, altri si costruiscono tubi trasportabili come fanno le larve dei tricoteri. Il regime alimentare è detritivoro e in parte carnivoro; sono animali collettatori-aspiratori e predatori. La maggior parte delle specie si nutre ingerendo il substrato e assimilandone la frazione organica.

Alcune specie possono sopportare condizioni di scarsa ossigenazione e, in relazione a questo, vivere anche in acque molto inquinate.

## IRUDINEI

Appartengono al phylum Anellidi e sono più comunemente noti con il nome di Sanguisughe. Sono muniti di due ventose situate alle estremità opposte del corpo, utilizzate per la locomozione e per l'alimentazione. Clitellati, sono privi di appendici e di setole; il celoma è sensibilmente ridotto.

### **Morfologia**

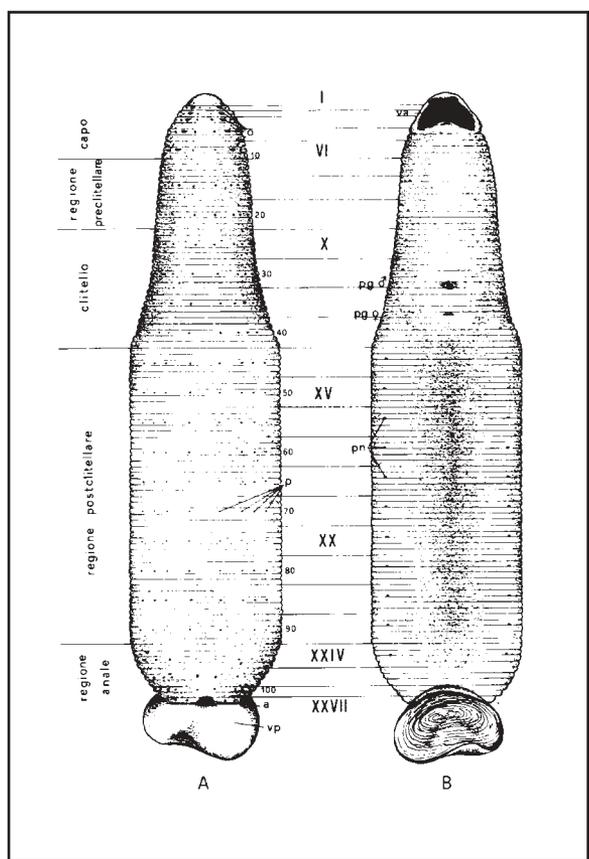
La forma del corpo può essere alquanto varia: allungata, cilindrica, più spesso appiattita o addirittura fogliacea. In tutti gli Irudinei il corpo è costituito da 33 segmenti (fig. 3.17); la superficie esterna di ogni metamero si suddivide ulteriormente in 2-14 anelli (più spesso 3 oppure 5). Le dimensioni sono molto variabili, fra 1 cm e 30 cm. L'epidermide ha numerose cellule mucose che secernono la cuticola dotata di grande elasticità, organo che viene periodicamente rinnovato. Sul dorso sono presenti numerose minuscole papille sensoriali.

Il corpo può essere diviso in 5 regioni: capo, regione preclitellare, clitello, regione post-clitellare e regione anale.



L'estremità cefalica è per lo più ristretta e comprende il **prostomio**. I segmenti presentano annulazione incompleta e ventralmente sono fusi a formare il pavimento della ventosa anteriore. L'apertura boccale, dotata di un faringe talora differenziato in proboscide estroflessibile, può trovarsi al centro di questa o spostata in avanti. Gli occhi, dorsali, sono in numero variabile da 2 a 10 ma, raramente, possono anche mancare. La regione preclitellare raccorda il capo con il clitello. Il clitello è formato da 4 metameri. Qui vi sono le ghiandole secernenti il muco per il **bozzolo ovigero**. Sul lato ventrale si aprono il gonoporo maschile, più evidente, e il gonoporo femminile.

La regione postclitellare comprende ancora segmenti con annulazione completa. Nella regione anale, l'annulazione si semplifica fino a fondersi completamente negli ultimi segmenti a formare la ventosa posteriore, discoidale. Sulla faccia dorsale e davanti alla ventosa si apre l'ano.



**Figura 3.17** - Schema di Irudineo

### Riproduzione e sviluppo

Gli Irudinei sono ermafroditi **proterandri** e praticano la fecondazione incrociata. Lo sviluppo è diretto.

### Ecologia

La maggior parte delle specie è diffusa soprattutto nelle acque dolci. Gli Irudinei colonizzano le acque correnti, i bacini lacustri, gli stagni e le paludi.

Vivono a profondità modeste su fondali ghiaiosi e ciottolosi oppure muovendosi sui detriti e sulla vegetazione sommersa: un substrato duro è infatti indispensabile per il buon funzionamento delle ventose. Gli Irudinei sono di norma predatori carnivori ma varie specie si nutrono di alimenti liquidi (sangue ed altri fluidi corporei). Alcune specie ematofaghe possono attaccare anche l'uomo; tra queste ricordiamo *Hirudo medicinalis* che in passato è stata usata comunemente in medicina per operare

dei veri e propri salassi ai pazienti.

La resistenza all'inquinamento è generalmente elevata: alcune specie possono vivere a lungo, fino ad alcuni giorni, in condizioni di forte carenza di ossigeno.

