

biologia ambientale

4

luglio
agosto
1996

BOLLETTINO **C.I.S.B.A.**

Bimestrale, anno X, n. 1, gennaio-febbraio 1996. Spediz. abbon. post. comma 27 art. 2 L. 549/95, filiate RE. Tassa pagata - Taxe perçue



SOMMARIO

EDITORIALE	3
ECOLOGIA	5
Appunti sulle comunità biologiche delle acque sotterranee di M. Bodon e S. Gaiter	
ABSTRACTS	21
Rassegna monografica di ecologia fluviale	
SEGNALAZIONI	35
The River Handbook Rifiuti & C.	
APPUNTAMENTI	37



biologia ambientale

Bollettino C.I.S.B.A. n. 4/1996

**Autorizzazione del Tribunale di
Reggio Emilia n. 837 del 14 maggio 1993**

proprietario

Paola Manzini

(Presidente del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale)

direttore responsabile

Rossella Azzoni

REDAZIONE

Rossella Azzoni

responsabile di redazione

Giuseppe Sansoni

responsabile grafico

Roberto Spaggiari

responsabile di segreteria

Hanno collaborato a questo numero:

Mirvana Feletti

Silvio Gaiter

Simonetta Leto

Giuseppe Sansoni

Numero chiuso in redazione il 18/9/1996

Il **C.I.S.B.A.** - Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale si propone di:

- divenire un punto di riferimento nazionale per la formazione e l'informazione sui temi di biologia ambientale, fornendo agli operatori pubblici uno strumento di documentazione, di aggiornamento e di collegamento con interlocutori qualificati
- favorire il collegamento fra il mondo della ricerca e quello applicativo, promuovendo i rapporti tecnico-scientifici con i Ministeri, il CNR, l'Università ed altri organismi pubblici e privati interessati allo studio ed alla gestione dell'ambiente
- orientare le linee di ricerca degli Istituti Scientifici del Paese e la didattica universitaria, facendo della biologia ambientale un tema di interesse nazionale
- favorire il recepimento dei principi e dei metodi della sorveglianza ecologica nelle normative regionali e nazionale concernenti la tutela ambientale.

Per iscriversi al **C.I.S.B.A.** o per informazioni scrivere al:
Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale,
via Amendola 2, 42100 Reggio Emilia
o telefonare al Segretario: *Roberto Spaggiari*
tel. 0522/295460 - 0338/6252618; fax 0522/295446

Quote annuali di iscrizione al Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: socio ordinario: £ 70.000; socio collaboratore £ 50.000; socio sostenitore £ 600.000.
conto corrente postale n. 10833424 intestato a: **CISBA, RE**

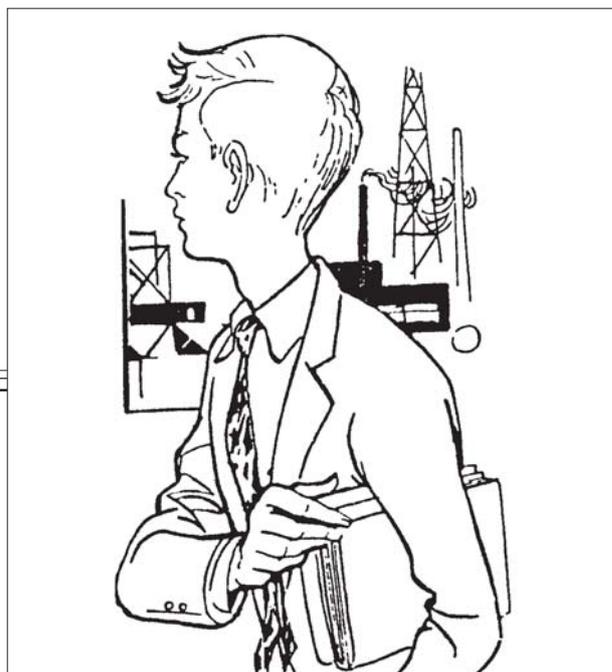
I soci ricevono il bollettino *Biologia Ambientale* e vengono tempestivamente informati sui corsi di formazione e sulle altre iniziative del **C.I.S.B.A.**

Gli articoli originali e altri contributi vanno inviati alla Redazione:
Rossella Azzoni Gastaldi, via Cola di Rienzo, 26 - 20144 Milano.

I dattiloscritti, compreso il materiale illustrativo, saranno sottoposti a revisori per l'approvazione e non verranno restituiti, salvo specifica richiesta dell'Autore all'atto dell'invio del materiale.

Le opinioni espresse dagli Autori negli articoli firmati non rispecchiano necessariamente le posizioni del **C.I.S.B.A.**

EDITORIALE



Come spesso accade, anche l'invenzione delle fibre artificiali origina da un episodio assolutamente casuale: una sera, sul finire dell'800, la cameriera di Chardonnet rovesciò per sbaglio un flacone di collodio, che cominciò a colare sotto forma di fili sottili. L'inventore francese, intuì l'importanza pratica di disporre di una materia che dallo stato liquido solidificasse in fili sottili, si dedicò con accanimento ed estro per più di trent'anni ad un unico sogno: fabbricare industrialmente fibre simili alla seta.

Dalla prima scoperta sull'uso della nitrocellulosa sciolta nell'etere, Chardonnet depositò ben 48 brevetti e nel 1924 –quando morì quasi dissetato– ebbe almeno la soddisfazione di vedere la sua invenzione diffusa a livello mondiale.

Nello stesso anno, la compagnia statunitense Viscose Company decise di usare il nome rayon al posto di "seta artificiale" poichè quest'ultimo suggeriva una fastidiosa idea di surrogato e poteva scontentare anche i produttori di seta naturale: ..."rayon è un nome facile da pronunciare, piacevole da ascoltare ed espressivo perchè ricorda i raggi del sole e la luminosità del tessuto".

L'influenza della seta artificiale nel mondo dell'abbigliamento fu straordinaria, soprattutto nel campo delle calze femminili ove rivoluzionò incredibilmente le abitudini e l'estetica: a fronte dell'uso di calze spesse

fatte a mano e opache, o di calze in seta per pochissime donne, si diffuse l'uso delle calze di rayon sempre più fini, brillanti ed eleganti. Ma proprio la brillantezza del filato rayon, che contribuiva alla sua popolarità, ne restringeva l'uso agli articoli considerati di lusso e quindi si rese necessario passare alla creazione del filo opaco.

È certo che già negli anni '30 proprio a Lione, città della seta, l'80% dei telai lavoravano tessuti rayon e una percentuale analoga si produceva nei setifici del comasco.

Con la diffusione delle fibre artificiali venne sconvolta la tipica localizzazione geografica delle materie tessili naturali, che presupponeva legami molto stretti fra paesi produttori e paesi manifatturieri; furono proprio i paesi industriali con minori risorse naturali che ampliarono e animarono maggiormente la nuova produzione la cui materia prima, la cellulosa, è la più diffusa nel mondo.

L'importanza economica di questo settore industriale può essere attestata anche da un solo esempio: l'opera colossale di messa a coltura di un terreno di seimila ettari, tra Venezia e Trieste, destinato alla produzione di cellulosa. Il progetto comprendeva un grandioso fabbricato industriale, gli impianti di estrazione e di lavorazione, strade, canali, case: diventò un vero e proprio villaggio, chiamato Torviscosa, inaugurato da Mussolini in persona nel 1938 e destinato a portare benessere in una zona che era stata malarica.

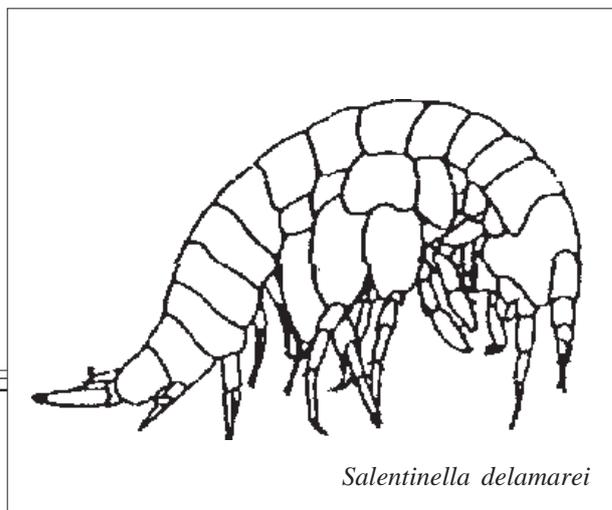
Il passo successivo in questa rapidissima evoluzione nel campo tessile fu la scoperta delle fibre sintetiche –cioè non cellulosiche– la prima delle quali fu il nylon: nel 1938 la Du Pont americana annunciava l'investimento di 8 milioni di dollari per costruire il primo impianto al mondo per la produzione di nylon o poliamide.

Basta citare solo alcuni dei prodotti realizzati col nylon per capire l'importanza enorme di questa invenzione: oltre a capi d'abbigliamento di tutti i tipi, pneumatici, filtri, reti da pesca, paracadute, cinture di sicurezza.

Solo novant'anni fa non esisteva l'industria delle fibre artificiali, e cinquant'anni fa non esisteva quella delle fibre sintetiche.

La stessa industria che cinquant'anni fa non esisteva affatto, nel 1990 ha prodotto nel mondo venti milioni di tonnellate di fibre chimiche e queste fibre sono oggi al primo posto nei consumi industriali tessili: prima del cotone, della lana, del lino e della seta.

ECOLOGIA



APPUNTI SULLE COMUNITÀ BIOLOGICHE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Mirvana Feletti¹, Silvio Gaiter²

INTRODUZIONE

La velocità di rinnovamento delle acque sotterranee è estremamente bassa (GIBERT, 1989): secondo L'VOVICH (P.I.R.EN., 1990) mentre il rinnovamento medio di laghi e fiumi risulta rispettivamente di circa 17 anni e di alcuni giorni, quello delle falde acquifere è compreso tra 4.000 e 5.000 anni.

L'estrema lentezza di recupero dall'inquinamento delle risorse idriche sotterranee e il conseguente danno economico hanno indotto negli ultimi anni una accresciuta sensibilità nei confronti della loro protezione.

In Francia, già a partire dagli anni '70, il CNRS promuove programmi interdisciplinari di ricerca sulle acque sotterranee e nel 1990 ha istituito uno specifico comitato –denominato P.I.R.EN.-acque sotterranee– (Programme Interdisciplinaire de Recherche “Environnement”) che raccoglie diverse professionalità scientifiche (biologi, idrogeologi, petrografi, igienisti, natu-

ralisti, ingegneri impiantisti ed idraulici, chimici, ecc.) ed opera sulla base di piani di indagine interdisciplinari. In questi ultimi anni nel campo delle acque sotterranee sono stati raggiunti livelli conoscitivi di grande significato, tali da poter essere definiti all'avanguardia a livello mondiale.

In questa rassegna vengono riportate le principali acquisizioni di questi anni sulla biologia delle acque sotterranee, con particolare riguardo agli approfondimenti sui popolamenti faunistici, sui meccanismi che regolano l'ambiente sotterraneo e sulla possibile applicazione delle conoscenze acquisite nella prevenzione ambientale ed igienica.

Dalla scuola francese emerge una concezione innovativa dell'*ambiente sotterraneo*, visto non solo come mondo minerale, ma anche come mondo vivente; le riserve d'acqua sotterranee ospitano numerosi animali acquatici che –contrariamente a quanto avviene negli ecosistemi di superficie– vivono e si riproducono in un ambiente povero di risorse energetiche elementari e caratterizzato da assenza di luce e scarsi-

¹ ALIPPA (Associazione Ligure di Idrobiologia e per la Protezione della Pesca e delle Acque), Genova

² Presidio Multizonale di Prevenzione di Genova; ALIPPA.

tà di cibo (ROUCH e DANIELOPOL, 1987; CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991). Nonostante le condizioni particolari o estreme, tuttavia, le forme animali sotterranee sono diversificate quasi quanto le specie presenti nell'ambiente superficiale (CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991); i popolamenti sotterranei, quindi, possono essere considerati dei veri e propri sistemi biologici.

Le falde acquifere, ospitando popolazioni ben strutturate e regolate da specifici fattori ecologici, possono perciò essere considerate dei veri e propri sistemi biologici nei quali ogni singolo ambiente può costituire una unità biologica originale ben distinta dalle altre (varietà di biotopi).

METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

La grande varietà degli ambienti sotterranei, come d'altronde la diversità del loro funzionamento, comporta metodologie differenziate di acquisizione dei dati legate ai problemi specifici di campionamento (MATHIEU *et al.*, 1991; CREUZÉ DES CHATELLIERS e DOLE-OLIVIER, 1991; BRUYÈRE *et al.*, 1993; PLENET e GIBERT, 1993); inoltre l'accessibilità di questi ambienti non è altrettanto semplice come quella dei siti di acque superficiali.

Vengono innanzitutto definite le difficoltà connesse con il reperimento e lo studio del materiale biologico e successivamente presentati i metodi di raccolta nei diversi ambienti naturali.

1) Difficoltà strettamente legate alla peculiarità del materiale biologico

I prelievi della microfauna interstiziale sono relativamente facili (filtrazione con rete a maglia di 70 μ) e, di norma, non comportano deterioramenti degli organismi né a livello tegumentale né a livello degli organi interni. Al contrario, nella raccolta della macrofauna (rete con maglia da 300 μ circa) si può verificare la distruzione del materiale raccolto. I batteri movimentati dall'acqua durante il campionamento non causano, in genere, alcun problema particolare né di pompaggio né di stima.

2) Difficoltà legate alle tecniche di prelievo e all'ambiente

Per il prelievo in ambienti sotterranei acquidulci o marini esistono numerosi sistemi di prelievo che

dipendono dal materiale che deve essere raccolto (micro-, meio- e macrobenthos) e dalla natura del sito sotterraneo (falde, sorgenti, grotte, pozzi). Di conseguenza, le tecniche adottate risultano molto diverse e spesso sono necessarie ulteriori modifiche per specifiche applicazioni.

Tipologie di campionamento

A) Emergenze in acquiferi carsici e fratturati

● Prelievi istantanei

Filtrazione tramite posa di retini di raccolta in contro corrente dotati di maglie da 30 a 300 μ . I principali inconvenienti sono dovuti all'azione della corrente che può danneggiare gli organismi; anche l'eccessiva torbidità può danneggiare il campione e compromettere l'efficienza del retino.

● Prelievi dopo colonizzazione

Nei sistemi carsici, all'imboccatura delle falde acquifere o in emergenze idriche di tipo sorgivo (acquiferi fessurati) possono essere sistemati i *substrati artificiali*, realizzati con tubi perforati fissati tramite un supporto e riempiti di corda o altri materiali atti a favorire la colonizzazione. L'insieme è trattenuto da una rete che agisce da recettore al momento del ritiro (Fig. 1). Modelli più evoluti prevedono, all'interno del cilindro, l'inserimento di altri cilindri perforati più piccoli, riempiti con substrato colonizzabile proveniente dal terreno alluvionale della zona studiata o con materiale artificiale; la durata di esposizione varia da pochi giorni ad un mese circa a seconda del modello e del tipo di substrato utilizzato, ma soprattutto dalla finalità della ricerca. Tale metodo rappresenta un valido "habitat rifugio" per la fauna interstiziale e permette lo studio della stratificazione. Oggi il modello ritenuto maggiormente evoluto per la sua funzionalità, definito recentemente da TABACCHI (in MATHIEU *et al.* 1991), consiste in un gruppo a tre cilindri, dei quali il più esterno resta fisso nel sedimento e i due interni sono semovibili ed estraibili contemporaneamente. I cilindri interni sono inoltre sostituibili.

B) Falde alluvionali e di subalveo (ambienti interstiziali)

● Prelievi istantanei

Metodo Karaman-Chappuis: maggiormente impiegato per investigazioni in ambiente iporreico, con-

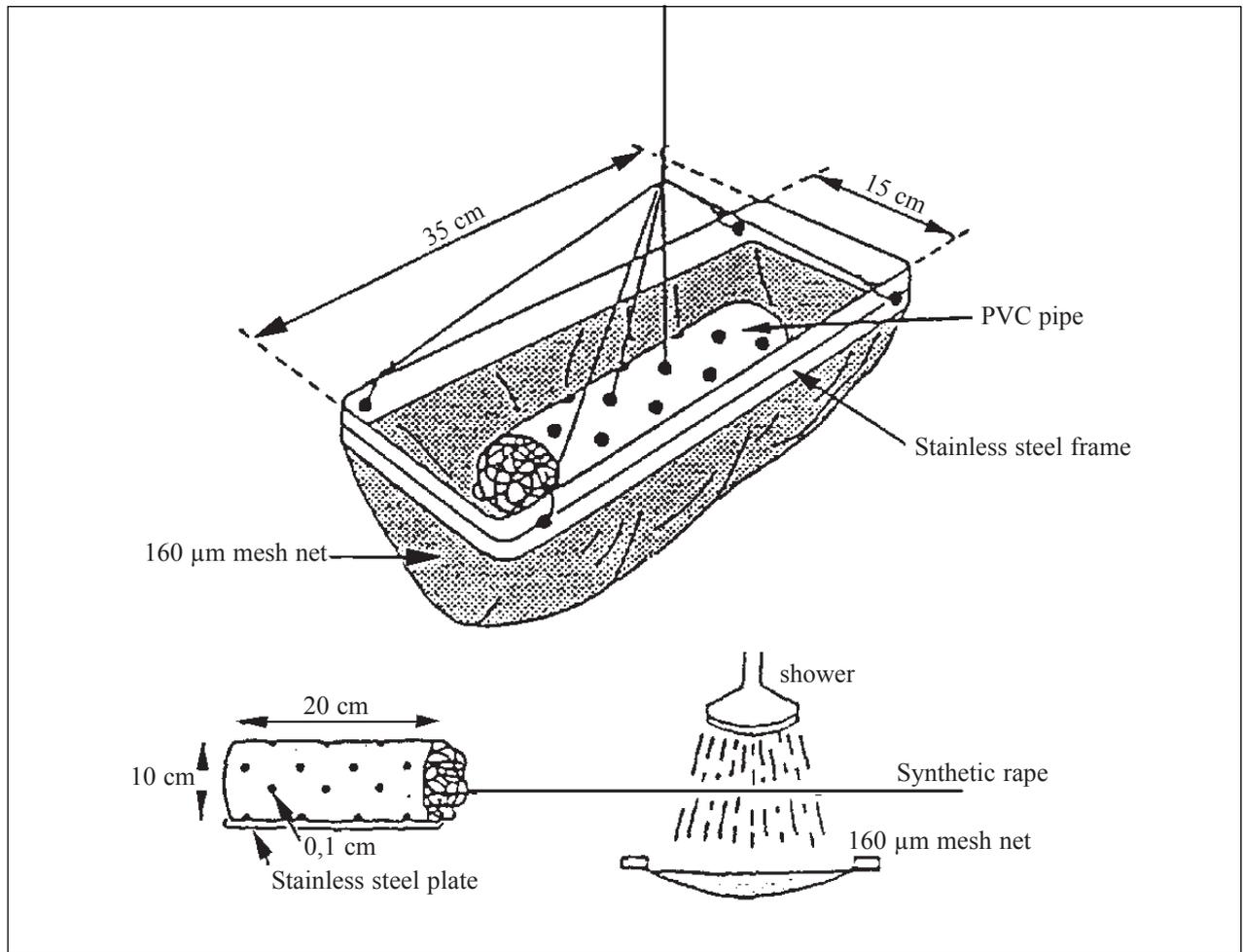


Fig. 1. In alto: substrato artificiale utilizzato in ambienti carsici; in basso: raccolta della fauna in laboratorio (da MATHIEU *et al.*, 1991).

siste nello scavo di una fossa nei terreni alluvionali non inondati e nella successiva filtrazione dell'acqua che si è raccolta nella depressione creata. Generalmente non ci si spinge oltre il metro di profondità rispetto al livello piezometrico della falda.

Metodo Bou-Rouch: posa di una pompa aspirante manuale a pistone, detta "pompa freatobiologica", comunemente conosciuta come "pompa Norton". Consiste in una sonda formata da un tubo metallico con la parte terminale (spada) forata, che viene affondata e collegata alla pompa a mano. Questo metodo viene utilizzato per prelievi effettuati tra i 20 e i 50 cm, comunque sempre entro il metro di profondità (Fig. 2).

Metodo del "freezing core": è simile al precedente, ma viene iniettato azoto liquido nella sonda attra-

verso un foro; in tal modo materiali alluvionali, materia organica, eventuali sostanze inquinanti e fauna sotterranea vengono imprigionati in una carota ghiacciata; l'insieme solidificato è estratto tramite un paranco. Tale metodo può essere migliorato con il posizionamento, circa due giorni prima del prelievo, di due elettrodi affondati nel sedimento. Al momento del campionamento si attiva l'erogazione della corrente e quindi gli organismi vengono immobilizzati tramite elettrocuzione.

- **Prelievi dopo colonizzazione**

Metodo Bretschko: posizionamento di sonde fisse impiantate nel sedimento e lasciate in situ per tre giorni durante i quali avviene la colonizzazione dei substrati contenuti nella sonda. Gli organismi vengono poi aspirati tramite pompa.

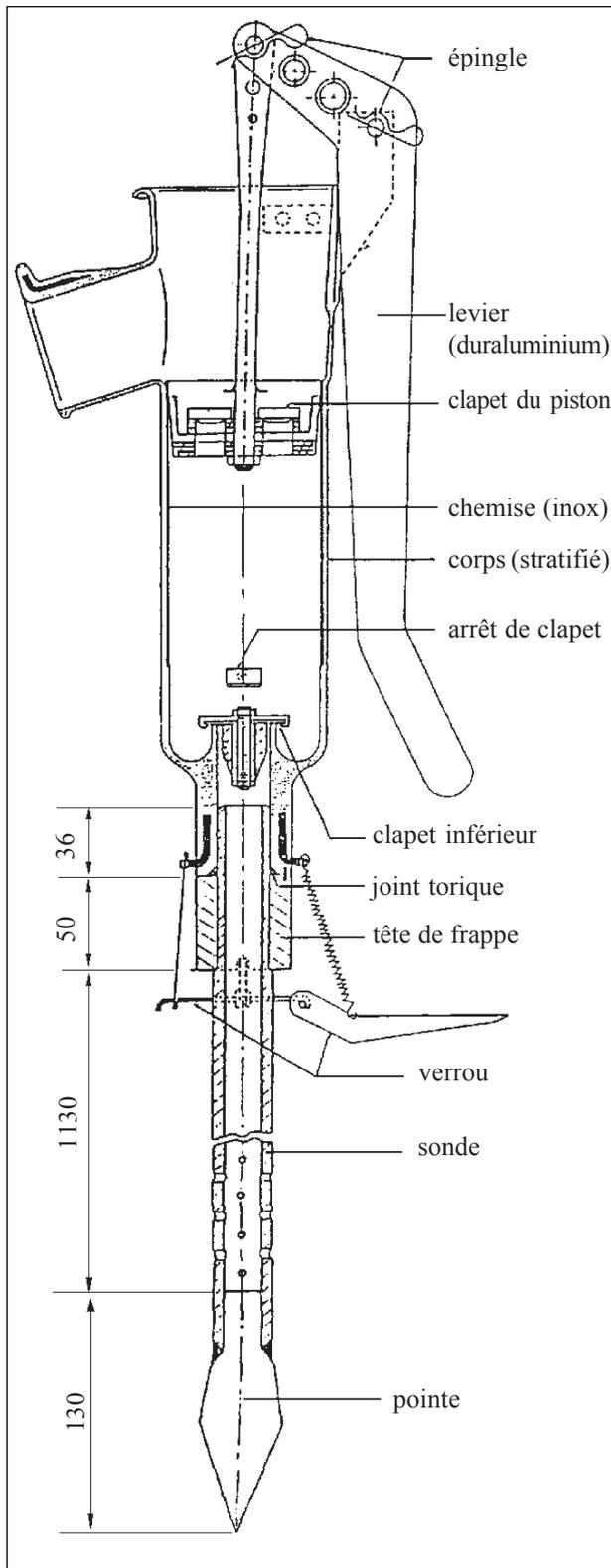


Fig. 2. Pompa tipo "Bou-Rouch" (da MATHIEU *et al.*, 1991).

Metodo dei substrati artificiali: già descritto per gli acquiferi carsici.

C) Falde profonde (oltre 7 m di profondità)

I terreni acquiferi sono investigabili mediante aperture artificiali e trivellazioni di varia natura; generalmente i pozzi costituiscono il principale accesso per l'investigazione.

Per studi effettuati a partire da un diametro di 1" 1/2 (41 mm circa) si può utilizzare una pompa pneumatica sommergibile, efficace fino a 50 m circa di profondità. Tali pompe consentono il passaggio di sedimento, ma hanno un debole potere di aspirazione e quindi si intasano con frequenza.

A partire da 2" (55 mm circa) esistono pompe elettromeccaniche "da immersione" che, sebbene siano efficienti fino a 90 m di profondità, arrecano danni alla microfauna a causa delle eliche (sistemi a vuoto interno).

Per la ricerca effettuata in pozzi con diametro di 4" (circa 110 mm) si può utilizzare un retino freatobiologico. La profondità accessibile è tuttavia limitata a circa 50 m per via della trazione manuale della fune che sorregge il retino stesso; è particolarmente indicato per la ricerca biologica. Il retino tipo "Cvetkov" consiste in un anello metallico appesantito con piombi collegato, tramite una fascia in tela robusta, alla rete conica filtrante dotata di un collettore terminale estraibile, anch'esso appesantito con piombi. Una valvola, posta in prossimità del tratto terminale del cono filtrante, impedisce il riflusso dell'acqua. L'anello metallico è collegato tramite tre tiranti ad una lunga fune con la quale viene calato l'attrezzo fino al fondo del pozzo. Mediante movimenti rapidi di caduta e successive trazioni si opera uno scuotimento e una filtrazione del sedimento del fondo. A partire da un diametro di 400 mm e oltre sono utilizzabili pompe idrovore ad immersione.

Considerazioni generali

Le diverse tecniche presentano sistemi investigativi ben delineati e forniscono materiale e informazioni abbastanza specifici sulla fauna raccolta. Tuttavia, la diversità dei siti investigabili non consente di definire il "sistema di campionamento ideale" per ogni ambiente; è necessario pertanto, prima di ogni campagna d'indagine, valutare accuratamente la tecnica di pre-

lievo più opportuna tenendo conto dell'ambiente acquifero e delle caratteristiche litologiche ed idrogeologiche locali. Gli inconvenienti più frequenti nei prelievi di fauna interstiziale, soprattutto iporreica (es. metodo Bou-Rouch), sono legati alla possibile contaminazione-infiltrazione di acque superficiali determinata dalla depressione creata dall'aspirazione della pompa. Meno probabile risulta invece la cattura di organismi superficiali poiché, contrariamente all'acqua, gli organismi sono trattenuti negli strati superiori di terreno alluvionale. Le sonde mobili forniscono risultati semiquantitativi mentre le sonde fisse, atte soprattutto alla colonizzazione e ritirate dopo un certo periodo, permettono di raccogliere dati qualitativi talvolta specifici a seconda della natura del substrato studiato.

HABITAT SOTTERRANEI

Le falde sotterranee possono essere classificate in diversi gruppi a seconda della struttura e della dimensione degli spazi interstiziali e della variabilità spaziale; le principali tipologie sono gli acquiferi interstiziali, quelli fessurati e quelli carsici (GIBERT *et al.*, 1990; CREUZÉ DES CHATELLIERS e POINSART, 1991; CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991; MARMONIER *et al.*, 1993).

Gli *acquiferi interstiziali* sono situati in corrispondenza delle piane alluvionali dei corsi d'acqua e sono di spessore variabile (da pochi centimetri fino a centinaia di metri). I sedimenti possono essere di natura diversa: sabbiosi, formati da ghiaia e ciottoli, talvolta con lingue argillose, limosi o fangosi o fluvio-glaciali di derivazione morenica. L'ambiente di falda associato ai corsi d'acqua superficiali, caratterizzato da una ricca fauna direttamente dipendente da quella del corpo idrico di alimentazione, è detto *iporreico* per distinguerlo dal più generale ambiente *freatico* non direttamente a contatto con il corso d'acqua superficiale. Sebbene i due habitat siano caratterizzati da peculiari differenze faunistiche con biotopi ben distinti (ORGHIDAN, 1959 in CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991), la separazione tra essi non è mai netta e si sposta nel corso dell'anno, determinando continui scambi di fauna e ripopolamenti dell'ambiente sotterraneo.

Gli *acquiferi fessurati* sono dotati di fratture di dimensioni maggiori rispetto a quelle degli acquiferi interstiziali e sono caratteristici di formazioni litologiche prevalentemente compatte.

Gli *acquiferi carsici* sono invece costituiti da rocce ricche di carbonati che vengono disciolte per mezzo

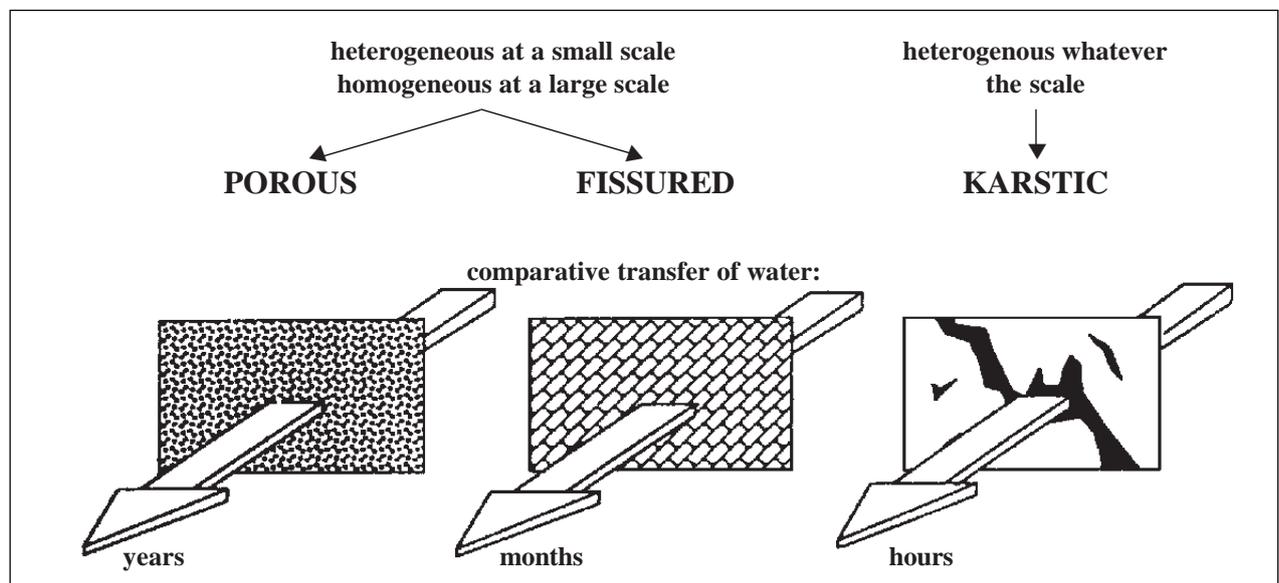


Fig. 3. Principali tipi di acquiferi: interstiziale (poroso), fessurato e carsico. Questi habitat differiscono principalmente per la struttura fisica, in particolare per le dimensioni degli spazi vuoti; tale fattore determina una diversa permeabilità nei confronti degli elementi provenienti dai sistemi superficiali ed influenza alcune caratteristiche biologiche della fauna sotterranea (da MARMONIER *et al.*, 1993).

dell'acqua che in esse penetra e circola (MANGIN, 1985, 1986; BAKALOWICZ, 1986); gli spazi creati dal carso sono molto più ampi di quelli esistenti negli acquiferi porosi e fessurati. Il carso presenta una morfologia particolare, caratterizzata da strutture superficiali (esocarso), come le doline, e da un complesso reticolo di spazi profondi (endocarso), costituito da canali, piccole grotte, corsi d'acqua sotterranei. Nell'ambiente carsico le acque, in genere assenti in superficie, sono immagazzinate in profondità e danno vita a sorgenti molto abbondanti (GIBERT, 1990; GIBERT *et al.*, 1990; CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991).

Gli ambienti sopra descritti differiscono principalmente per la loro struttura fisica, in particolare per le dimensioni degli spazi vuoti (Fig. 3); ne deriva una diversa permeabilità nei confronti dell'ambiente superficiale che influenza le caratteristiche biologiche della fauna sotterranea (ROUCH, 1977; CREUZÉ DES CHATELLIERS, 1991; CREUZÉ DES CHATELLIERS & POINSART, 1991; MARMONIER *et al.*, 1993).

Di particolare interesse è lo studio degli ecotoni sotterranei (Fig. 4), zone dotate di una caratteristica elasticità fisica che varia irregolarmente nel corso dell'anno in funzione delle stagioni, delle condizioni meteorologiche, delle piene, ecc. Le zone di connessione tra livelli superficiali e profondi si ampliano durante le esondazioni o le piene; in queste situazioni nuove specie possono colonizzare gli strati saturi della sottostante falda. L'ecotono non solo agisce nell'interazione tra due ambienti distinti ma determina una zona di continuità con caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche intermedie tra sistema superficiale e ipogeo (GIBERT, 1991; PLENET *et al.*, 1992 a).

Gli ecotoni vengono generalmente distinti in:

- *Ecotoni terra-acqua a legame idrico indiretto*, ad esempio l'interfaccia suolo insaturo-saturo, attraversata in senso discendente dall'acqua piovana che percola per gravità e in senso contrario dall'acqua che risale per capillarità dalla zona satura. L'instabilità idrologica determina oscillazioni verticali dell'interfaccia (fluttuazioni stagionali) stabilendo così un legame indiretto tra l'ecosistema "terra" e quello "acqua". Ecotoni di questo tipo sono caratterizzati da instabilità delle biocenosi interstiziali, da comunità con un basso indice di diversità e da forme adattatesi ancestralmente all'acquifero e, forse, in grado di superare momenti sfavorevoli in fase criptica.

- *Ecotoni acqua-acqua con legame diretto*: si realizzano in tutti i sistemi in cui vi sia un collegamento diretto tra acque superficiali e profonde. Aumenti di portata possono ampliare la zona di ecotono. Le popolazioni tenderebbero potenzialmente alla stabilità con possibilità di modificarsi nel tempo; infatti, essendo sistemi aperti, ad una frazione di fauna "adattata" si aggiungono periodicamente nuove forme biologiche epigee che possono successivamente adattarsi all'acquifero.

ASSOCIAZIONI BIOLOGICHE

● Colonizzazione e adattamenti

Un tempo le acque sotterranee venivano considerate ambienti caratterizzati da una certa monotonia, quasi privi di variabilità nei parametri fisici, chimici e biologici, in cui si riteneva assente la produzione primaria. Recenti studi più approfonditi hanno messo in rilievo una eterogeneità delle falde acquifere tale da farle considerare ambienti variabili quasi quanto quelli superficiali (DOLE-OLIVIER *et al.*, 1993; MARMONIER *et al.*, 1993).

Sembra che la colonizzazione dell'ambiente sotterraneo da parte di organismi viventi abbia avuto inizio sia da antenati marini che di acque dolci; per spiegare tale processo sono stati proposti due modelli distinti: il "modello rifugio" ed il "modello di colonizzazione attiva" (ROUCH e DANIELOPOL, 1987; DANIELOPOL & ROUCH, 1991; MARMONIER *et al.*, 1993).

Secondo il primo modello, adottato negli anni '50-'60, le acque sotterranee costituirono nel passato un rifugio per gli organismi superficiali da situazioni ambientali divenute estreme (ad esempio le variazioni climatiche); ovviamente, in tale processo era necessario il preadattamento della specie pioniera a questo nuovo ambiente che doveva presentare condizioni non troppo dissimili da quelle di provenienza. Questo modello non spiegava però le ragioni della colonizzazione di falde sotterranee nei climi caratterizzati, anche nel passato, dalla quasi totale assenza di variazioni "fisico-ambientali" delle acque superficiali e da condizioni climatiche pressoché invariabili (per es. nelle zone tropicali).

In contrasto con l'ipotesi del "rifugio", ROUCH e DANIELOPOL (1987) hanno proposto il modello di colonizzazione attiva, secondo cui la colonizzazione delle

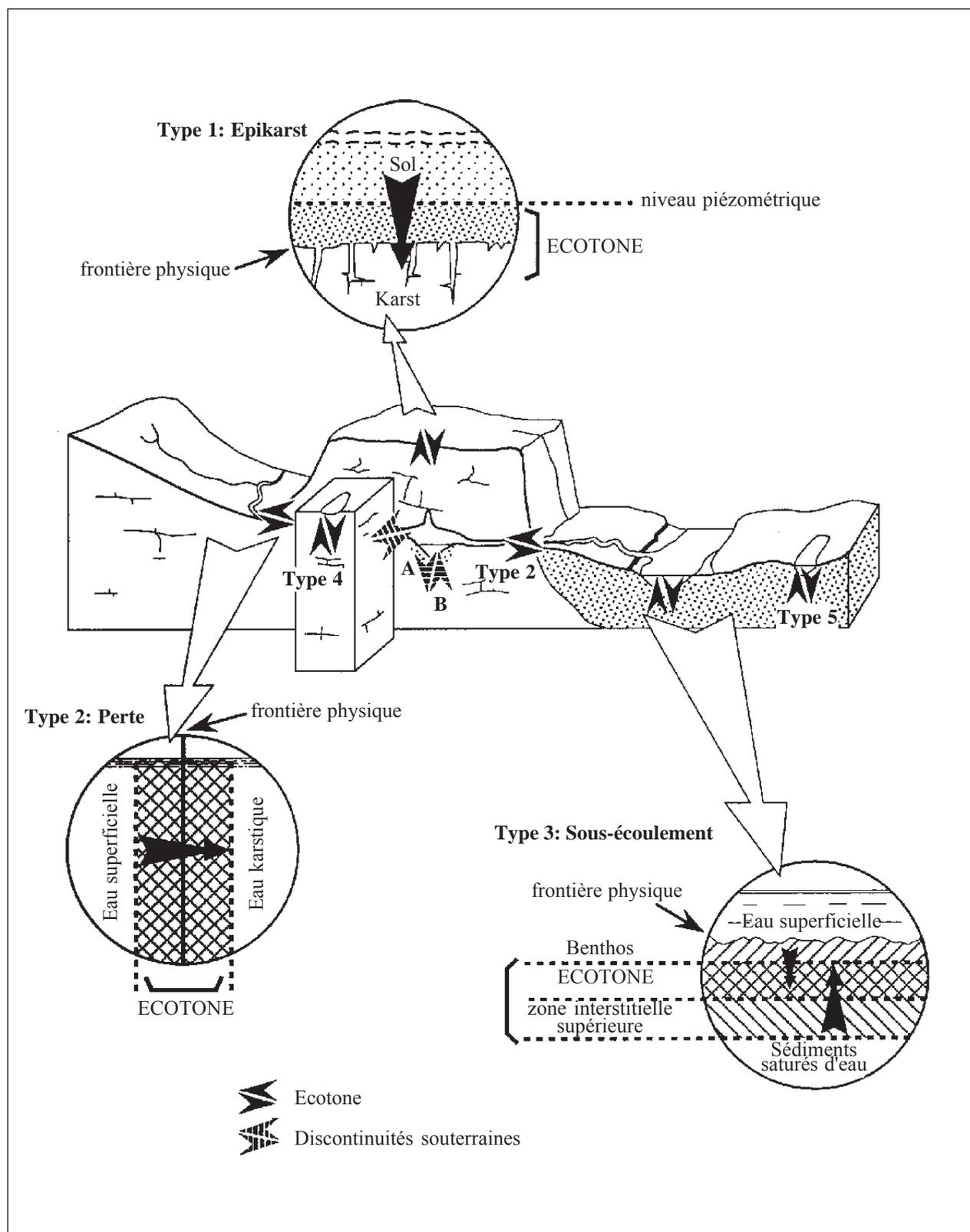


Fig. 4. Principali tipi di ecotoni acqua superficiale/acqua sotterranea verticali e orizzontali (da PLENET e GIBERT, 1993).

acque sotterranee è il risultato di una progressiva estensione, rispetto alla distribuzione originale, di alcune specie all'interno del sistema sotterraneo, legata alla capacità di esplorazione e di adattamento degli organismi stessi. Secondo tale ipotesi, le diverse specie colonizzarono l'ambiente ipogeo in periodi caratterizzati da condizioni ambientali e climatiche piuttosto stabili ed utilizzarono gli ecotoni per adattarsi più facilmente al passaggio da un ambiente all'altro.

Gli organismi tipici delle acque sotterranee hanno sviluppato nel tempo caratteristiche morfologiche convergenti, quali la perdita di pigmentazione, la gracilità, l'allungamento delle appendici, la regressione o scomparsa degli occhi (quest'ultima compensata dall'ipertrofia di altri organi sensoriali); analogie si riscontrano anche nei caratteri fisiologici –come il metabolismo rallentato, il basso tasso di riproduzione, l'alta longevità– e in alcuni aspetti comportamentali quali bassa attività, stereotropismo, termotattismo, speciali strategie eto-fisiologiche e alimentazione polifaga.

Gli organismi rinvenibili nell'ambiente sotterraneo sono stati distinti (ROUCH e DANIELOPOL, 1987), in relazione al diverso grado di connessione con l'ambiente ipogeo, in:

a) *Stigosseni*: organismi epigei che appaiono raramente e con distribuzione casuale nelle acque sotterranee (es. l'Anfipode *Gammarus fossarum*);

b) *Stigofili*: organismi epigei che compaiono anche nelle acque sotterranee, senza però alcun tipo di adattamento alla vita sotterranea stessa. In particolare, questi organismi si suddividono in:

- iporreici facoltativi: vivono sia nelle acque superficiali sia nel sedimento, ma hanno uno stadio epigeo obbligato (ad es. molti insetti acquatici ed il benthos di superficie);

- iporreici permanenti: vivono sia nelle acque superficiali sia nei sedimenti, senza avere nessuno stadio epigeo obbligato.

c) *Stigobionti*: assenti nelle acque superficiali, sono abitanti comuni delle acque sotterranee e presentano caratteristiche adattative tipiche dell'ambiente ipogeo (es.: gli Anfipodi *Salentinella deramarei*, *Niphargus rhenorhodanensis*, *Niphargopsis casparyi*, l'Isopode *Proasellus walteri* e gli Ostracodi *Fabaeformiscandona wegwlini* e *Pseudocandona triquetra* (DOLE-OLIVIER *et al.*, 1993). Gli stigobionti detti “ubi-

quitari” sono in grado di colonizzare tutti i sistemi sotterranei; altri, denominati “freatobiti”, sono ristretti solo alle falde acquifere porose o interstiziali (freatiche) (Fig. 5).

Sebbene gli organismi ipogei presentino caratteristiche morfologiche analoghe, non devono tuttavia essere considerati un gruppo omogeneo (CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991; MARMONIER *et al.*, 1993); recenti studi condotti su specie diverse hanno evidenziato notevoli differenze nelle risposte a fattori ambientali (ad es., strategie diverse per sopperire alla scarsità di ossigeno); inoltre, piccole differenze morfologiche fra singole specie possono significare grandi diversità fisiologiche.

Gli ecotoni risultano particolarmente importanti in quanto forniscono rifugio alle forme superficiali durante le piene. Questi particolari ambienti, inoltre, presentano una maggiore quantità di ossigeno e di materia organica a causa dei continui scambi con lo strato d'acqua superficiale soprastante, costituendo un substrato più ricco rispetto a quello ipogeo.

● Differenze faunistiche tra acquiferi

Gli ambienti sotterranei sono diversificati quasi quanto quelli superficiali e le specie ipogee presentano differenze a seconda del sistema sotterraneo in cui vivono. Tra le specie ipogee, alcune sembrano legate ad un tipo particolare di ambiente, altre hanno colonizzato ambienti molto diversi tra loro (ad esempio l'Isopode *Proasellus cavaticus* e l'Anfipode *Niphargus rhenorhodanensis*).

Nelle falde porose o interstiziali, costituite per lo più da formazioni mobili sabbiose o ghiaiose, i minuscoli spazi intergranulari permettono esclusivamente la colonizzazione di organismi di piccole dimensioni; al contrario, le falde acquifere calcaree o granitiche, caratterizzate da spazi molto ampi, ospitano i più grandi organismi del mondo sotterraneo (CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991).

● Alimentazione

Gli ambienti sotterranei sono sistemi eterotrofi che attingono l'energia dai sistemi superficiali. Nei sistemi carsici, tuttavia, l'apporto di energia può realizzarsi in modo diretto per trascinamento, ad opera delle acque superficiali, di depositi legnosi o vegetali (foglie, rami, frammenti organici di varia natura), oppu-

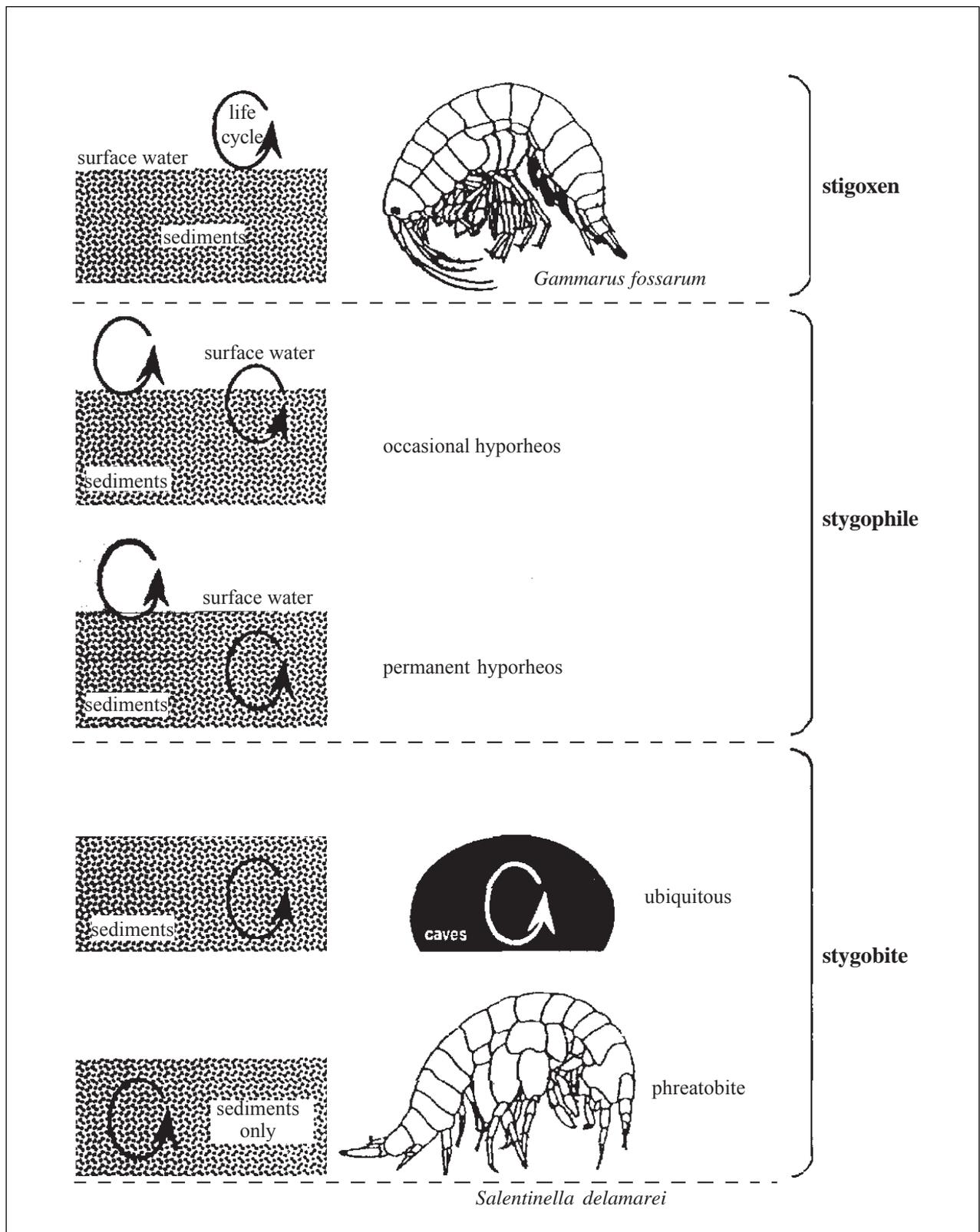


Fig. 5. Differenti organismi presenti nelle acque sotterranee (da MARMONIER *et al.*, 1993).

re di organismi morti o vivi che possono rappresentare prede per le forme sotterranee.

Forme batteriche sono riscontrabili anche in acquiferi isolati, caratterizzati da limitatissimi apporti organici, in cui possono pervenire elementi algali o muffe che rappresentano un ottimo substrato per la proliferazione di cospicue e specifiche flore batteriche. Le argille ed i fanghi sotterranei, nei quali si accumula sostanza organica proveniente dagli strati superiori e si accrescono i microrganismi, rappresentano un pabulum importante che favorisce una ricca fauna. Gli organismi ipogei sono infatti generalmente microfagi e detritivori; solo qualche organismo di grandi dimensioni, appartenente ai generi *Niphargus* e *Proasellus*, presenta un regime polifago tale da essere considerato un potenziale predatore; osservazioni condotte su Anfipodi Niphargidi e Isopodi Asellidi (CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991) hanno dimostrato che tali crostacei ipogei possono alimentarsi con queste risorse indirette di energia.

Nei sistemi idrici sotterranei le catene alimentari sono dunque relativamente corte e i Crostacei possono essere considerati gli equivalenti dei pesci nelle acque superficiali.

● Ciclo biologico

Generalmente la maggioranza degli organismi superficiali presenta ritmi sessuali discontinui, legati alle variazioni stagionali, alla durata della luce e alla temperatura. Al contrario, gli animali ipogei non presentano interruzioni nella riproduzione e le femmine ovigere compaiono tutto l'anno. Tuttavia, in alcuni Artropodi ipogei sono state osservate variazioni del ciclo sessuale con alternanza di periodi di maggiore e di minore attività riproduttiva, sebbene non si verifichi mai un periodo di pausa o arresto riproduttivo (CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991).

Studi effettuati da HENRY (1976, in CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991) su Isopodi ipogei hanno mostrato che le popolazioni interstiziali, direttamente influenzate dal corso d'acqua superficiale soprastante, presentano un periodo di massima riproduzione più accentuato rispetto ai popolamenti carsici; le variazioni stagionali e quindi termiche si ripercuotono rapidamente nell'ambiente interstiziale, mentre negli ambienti carsici le variazioni sono attenuate e la temperatura dell'acqua risulta pressoché costante; tutta-

via nelle cavità carsiche maggiormente a contatto con l'ambiente idrico superficiale i cicli riproduttivi hanno un andamento più simile a quello degli organismi interstiziali, caratterizzato da periodi di maggiore riproduzione.

Da studi effettuati da TURQUIN (1981), sembra che la riproduzione dell'Anfipode *Niphargus virei* sia correlata non tanto alle variazioni di temperatura stagionale, ma ad altri riferimenti temporali come ad esempio al ciclo idrologico del sistema carsico, a sua volta indirettamente correlato alle variazioni stagionali dell'ambiente superficiale.

● Densità e forme tipiche sotterranee

È difficile stimare la densità di organismi presenti nelle piane alluvionali o nei sistemi carsici dei corsi d'acqua; campionamenti effettuati sul Fiume Rodano filtrando campioni di 10 litri di acqua e sedimento hanno fornito valori intorno ai 7.000 individui/campione, con netta preponderanza di Crostacei. Nei sistemi carsici la densità è risultata ugualmente alta; nel massiccio di Dorvan è stato stimato un valore medio annuo di circa 45.000 individui/campione, considerando solo il genere *Niphargus*; nel sistema carsico del Baget, in ogni ciclo idrologico (anno solare) vengono introdotti nell'ambiente sotterraneo dai 7 ai 14 milioni di organismi (CREUZÉ DES CHATELLIERS *et al.*, 1991). I valori di densità riscontrati, generalmente elevati, hanno condotto a nuove ricerche allo scopo di delineare le tipicità biologiche dei diversi ambienti.

DOLE-OLIVIER *et al.* (1993), analizzando un tratto del Fiume Rodano caratterizzato da un materasso alluvionale con sedimenti di diversa tipologia, hanno riscontrato la presenza di numerose specie (alcune delle quali non strettamente stigobionti) appartenenti a 12 gruppi diversi, prevalentemente Crostacei: Cladoceri, Ciclopoidi, Arpacticoidi, Ostracodi, Isopodi, Anfipodi e Sincaridi. Gli Anfipodi sono risultati i più significativi, presenti con 10 specie. Differenze sono state osservate nella composizione qualitativa e quantitativa della stigofauna; solo due generi (*Niphargopsis* e *Niphargus*) sono stati riscontrati in tutti i siti, mentre altre forme sono risultate assenti in alcune stazioni e ben rappresentate in altre. La distribuzione verticale della fauna ipogea è risultata non uniforme, caratterizzata in superficie da poche specie ben rappresentate e in profondità da un maggior numero di

forme, presenti però in minore densità. Le differenze quali-quantitative degli stigobionti dipendono principalmente dal momento idrologico in cui avviene il campionamento; pertanto, tali organismi possono essere considerati utili indicatori delle fluttuazioni idrologiche del sistema superficiale-sotterraneo e utilizzabili nel biomonitoraggio (CREUZÉ DES CHATELLIERS e POINSART, 1991; MARMONIER e CREUZÉ DES CHATELLIERS, 1991).

Nell'ambiente sub-fluviale la fauna interstiziale è dominata dagli Anfipodi del genere *Niphargus* che, per le sue caratteristiche biologiche, può essere considerato una specie ipogea a larga valenza ecologica, in grado di sopportare condizioni ambientali molto variabili. Il genere *Salentinella*, invece, è uno stigobionte per eccellenza, molto sensibile a modificazioni dell'ambiente. Gli Isopodi ipogei sono rappresentati dal genere *Proasellus*, ospite abituale dei sistemi alluvionali dei corsi d'acqua. Tra gli Ostracodi ipogei, il genere *Fabaeformiscandona* non penetra mai molto in profondità, mentre *Pseudocandona* (come *Niphargus* e *Niphargopsis*) predilige terreni porosi interessati da recenti esondazioni (CREUZÉ DES CHATELLIERS, 1991).

Studi effettuati nel Fiume Rodano (MARMONIER *et al.*, 1992) hanno evidenziato che nelle zone interstiziali iporreiche, interessate dall'apporto continuo di acque di superficie, durante le piene primaverili si verifica un dilavamento imponente del sistema interstiziale con conseguente depauperamento della fauna ipogea; questi ambienti, rimasti privi della maggior parte delle specie freatiche, nel periodo estivo sono in breve tempo ricolonizzati da numerose forme epigee. Nelle zone sotterranee quasi esclusivamente interessate da acque di falde maggiormente profonde, durante le piene primaverili gli scarsi apporti di acque superficiali determinano una scarsa penetrazione di organismi negli interstizi, permettendo così la conservazione della sottostante fauna ipogea. Le caratteristiche idrodinamiche e la posizione della falda rispetto al corso d'acqua superficiale influenzano quindi la distribuzione e la ricchezza della fauna interstiziale.

Nelle zone carsiche povere di sedimento, il fenomeno delle piene ha un effetto "catastrofico" poiché tende a dilavare completamente l'area dalla fauna che vi alberga; al contrario, nelle zone carsiche ricche di sedimento, dove gli effetti delle piene sono meno

disastrosi, gli organismi ipogei hanno maggiori possibilità di rifugio e la ricolonizzazione è immediata. In particolare, è stata studiata la distribuzione dell'Anfipode *Niphargus*, stigobionte dotato di grandi capacità di adattamento, in due zone carsiche (Massiccio di Dorvan e Giura), rilevando una stretta correlazione tra le caratteristiche geologiche e idrologiche e l'abbondanza di questa specie (MATHIEU e ESSAFI, 1991; ESSAFI *et al.*, 1992).

Studi sulla distribuzione e sull'abbondanza di *Niphargus rhenorhodanensis* e *Proasellus valdensis*, condotti in zone carsiche (MATHIEU *et al.*, 1992) con substrati artificiali affondati nel sedimento, hanno evidenziato una maggiore densità di organismi negli strati superficiali; indagini condotte prima e dopo l'effetto di una piena piuttosto violenta, hanno rilevato diminuzioni nette del popolamento seguite da lente ricolonizzazioni.

Particolare rilievo hanno assunto, negli ultimi anni, gli studi sul tropomorfismo. Una ricerca effettuata su alcuni aspetti comportamentali di *Niphargus* (ESSAFI *et al.*, 1991) ha evidenziato differenze di locomozione in popolazioni diverse, prevalentemente causate dalle diverse dimensioni di ogni singola specie; tuttavia il comportamento assunto durante la locomozione potrebbe essere condizionato dall'habitat: gli organismi che vivono in ambienti molto ristretti e che sono a contatto con entrambi i lati del corpo con le pareti interstiziali, in genere, nuotano indifferentemente su entrambi i lati, mentre quelli che vivono in ambienti più ampi sembrano prediligere un solo lato durante la locomozione.

Tipici abitanti delle acque sotterranee sono gli Ostracodi, la cui biogeografia è stata studiata da numerosi Autori (MARMONIER e WARD, 1990; CREUZÉ DES CHATELLIERS e REYGROBELLET, 1990; CREUZÉ DES CHATELLIERS, 1991; CREUZÉ DES CHATELLIERS e POINSART, 1991; CREUZÉ DES CHATELLIERS e MARMONIER, 1993; MARMONIER, 1991; MARMONIER e CREUZÉ DES CHATELLIERS, 1991; MARMONIER e CREUZÉ DES CHATELLIERS, 1992); studi condotti sulla distribuzione di questi organismi in ambienti bentonici ed interstiziali hanno evidenziato una stretta relazione tra la densità, il grado di eutrofizzazione del corso d'acqua e gli scambi di acqua tra ambiente bentonico e interstiziale; la microdistribuzione non appare tanto legata ai parametri chimico-fisici quanto invece alle caratteristiche

idrologiche e geomorfologiche dello specifico corpo idrico.

ORGANISMI STIGOBIONTI COME BIOINDICATORI

Nello studio delle acque sotterranee è necessario stabilire le relazioni tra sistema acquifero e dinamica delle popolazioni presenti in tale ambiente, cercando di capire come le variazioni spaziali e temporali dell'habitat ipogeo influiscano sulla composizione, struttura e biologia delle comunità ivi stanziate. Inoltre, è necessario conoscere l'impatto derivante dalle perturbazioni antropiche sulle popolazioni sotterranee; sotto questo aspetto gli organismi ipogei rivestono un ruolo di rilevante importanza nella ricerca delle sostanze inquinanti, dei loro effetti sull'ambiente e, più in generale, nella conoscenza del funzionamento degli ecosistemi sotterranei. Gli organismi ipogei, infatti, possono essere considerati validi indicatori biologici, in grado di fornire informazioni di sintesi sulle caratteristiche ambientali dell'ecosistema sotterraneo e di rilevarne le eventuali alterazioni.

Il modo in cui i contaminanti vengono trasportati e diffusi attraverso le acque sotterranee dipende dal tipo di falda e dalla natura del substrato; numerose variabili ambientali di natura fisica (temperatura, dimensioni del sedimento e degli spazi interstiziali ecc.), chimica (pH, particelle in soluzione, ecc.) e biologica (attività microbica, fauna ipogea) possono infatti influenzare la diffusione di inquinanti (GIBERT, 1990).

In generale le falde acquifere in terreni porosi (falde di terreni alluvionali), caratterizzate da spazi interstiziali molto ristretti, presentano buone proprietà di filtrazione fisica, chimica e biologica e quindi notevole capacità di autodepurazione dei contaminanti, riducendo l'impatto delle sostanze inquinanti sulla qualità dell'acqua sotterranea. Nei sistemi carsici la capacità filtrante è invece ridotta a causa dei grandi spazi presenti, con un conseguente maggior rilascio di sostanze tossiche (P.I.R.EN., 1990; GIBERT *et al.*, 1991).

Alcuni usi del territorio comportano ripercussioni sugli habitat sotterranei. In ambienti carsici, i drenaggi volti ad eliminare l'endoreismo causano l'accumulo di depositi carbonatici, il prosciugamento delle sorgenti e l'erosione accelerata delle valli; l'approvvigionamento d'acqua per gli impianti idroelettrici deter-

mina modificazioni nella dinamica dei corsi d'acqua e quindi delle falde ipogee; il dragaggio di sedimenti causa l'abbassamento del livello idrico del corso d'acqua e della falda ad esso associata; la deforestazione nelle aree di ricarica delle falde induce l'erosione del suolo e l'aumento di sedimento fine nei sistemi ipogei; modificazioni quasi irreversibili negli ambienti sotterranei sono state provocate da dighe in seguito all'apertura delle paratoie, con conseguente ritorno d'acqua innaturale ed irregolare nell'habitat sotterraneo e sconvolgimento della biocenosi sotterranea. I danni più gravi derivano comunque dall'agricoltura intensiva e dall'industria i cui effetti inquinanti, noti a tutti, si estendono anche negli strati più profondi (GIBERT *et al.*, 1991).

Secondo DARMENDRAIL (1988 in GIBERT *et al.*, 1991) cinque sono i processi che intervengono nel passaggio di sostanze dalla superficie al sistema ipogeo: adsorbimento/desorbimento, precipitazione/soluzione, degradazione biotica e abiotica, complessazione (con formazione di ossidi e carbonati) e flocculazione/coagulazione/peptizzazione (con formazione di macromolecole organiche); questi processi possono interferire con il trasporto dei soluti e, quindi, del materiale inquinante.

La necessità di conoscere a fondo le interazioni tra gli inquinanti presenti nelle falde e gli organismi che in tali ambienti vivono ha indotto a promuovere ricerche sugli effetti causati dai contaminanti alla fauna sotterranea, sui processi di degradazione e riciclaggio degli inquinanti attuati dalla fauna e sull'uso di tali forme come indicatori di qualità delle falde ipogee (GIBERT, 1989; DURBEC & LAFONT, 1991; PLENET *et al.*, 1992; PLENET & GIBERT, 1993; MALARD *et al.*, 1994).

In seguito all'azione tossica di contaminanti sono stati osservati, oltre alla morte degli organismi, numerosi effetti quali alterazioni morfologiche e genetiche (ad es. deformità nelle setole di Oligocheti esposti a concentrazioni di mercurio), modificazioni nel ciclo vitale e riproduttivo e nelle abitudini, modificazioni nella struttura della comunità, presenza di fauna epigea saprobionte all'interno della falda (ad es. Tubificidi e Chironomidi) e induzione della carcinogenesi.

Studi recenti hanno evidenziato modificazioni nella struttura delle popolazioni ipogee per la presenza di sostanze inquinanti in un tratto del Fiume Rodano caratterizzato da contaminazione cronica (SCHMIDT *et*

al., 1991); sono state osservate notevoli differenze rispetto alla fauna sotterranea presente a monte della città; diversi gruppi faunistici sono risultati particolarmente sensibili all'inquinamento mentre numerosi organismi della fauna interstiziale, come i Cladoceri, gli Ostracodi e i Copepodi, sembrano essere meno sensibili agli inquinanti; potrebbe quindi essere possibile considerare i microcrostacei come indicatori di un ambiente parzialmente degradato.

GIBERT *et al.* (1991), in studi condotti sulla falda del Fiume Botunya (Bulgaria), hanno osservato che la presenza di inquinanti nelle acque profonde (liquami civili, fertilizzanti chimici e scarichi industriali) causa la crescita delle popolazioni batteriche, la formazione di composti chimici (nitrati e fosfati) e la scomparsa dei macroinvertebrati.

DANIELOPOL *et al.* (1992) hanno osservato le variazioni nella distribuzione della fauna ipogea in un sistema sotterraneo interessato da fenomeni di ipossia. In condizioni di grave ipossia si registrava un forte decremento del numero di specie; il ripopolamento si verificava non appena la concentrazione di ossigeno aumentava. Gli Isopodi sono risultati il primo gruppo a insediarsi nuovamente nelle zone studiate, seguiti da Anfipodi e Cladoceri.

Le forme appartenenti alla meio- e macrofauna rivestono un ruolo importante nella degradazione delle sostanze inquinanti, attuando alcuni specifici processi (P.I.R.EN., 1990):

- Biodegradazione e biotrasformazione: la fauna ipogea è in grado di trasformare alcuni inquinanti in prodotti non tossici. Numerosi studi hanno individuato i processi di degradazione degli idrocarburi e di regolazione di alcuni metalli pesanti.
- Bioaccumulo: Le sostanze tossiche sono accumulate sulle pareti del corpo per assorbimento, oppure ingerite e assimilate dal tubo digestivo; attraverso la catena alimentare i contaminanti già concentrati dagli organismi predati passano in quelli di livello trofico superiore. Con tali processi, alcuni fenomeni inquinanti sono rallentati o temporaneamente contenuti in modo da favorire il ripristino delle condizioni ambientali primitive.
- Bioturbativa: lo spostamento e il trasporto dei sedimenti da parte degli organismi è definito processo di "bioturbativa"; è provocato da Oligocheti, larve di Chironomidi, e, in maniera meno efficace, da Crosta-

cei e altre larve di Insetti; tale processo crea modificazioni nella struttura del sedimento, in particolare nella porosità e nella conseguente ritenzione di inquinanti.

Non è quindi da sottovalutare il contributo che complessivamente è svolto dalle attività biologiche nel concorrere alla "depurazione" delle acque sotterranee.

I macroinvertebrati delle acque sotterranee possono giocare, entro certi limiti dipendenti dal quantitativo organico presente, un ruolo significativo nella decomposizione e nel consumo di materia organica derivante da scarichi fognari; da uno studio effettuato in una falda localizzata a valle di uno scarico fognario (SINTON, 1984, in GIBERT *et al.*, 1991) è stato osservato infatti un aumento di stigobionti nelle zone ricche di materiale organico ma, al contrario, un'alta mortalità della fauna ipogea in caso di carico inquinante eccessivo. Questo fenomeno può essere considerato come un processo di purificazione biologica nell'ambiente interstiziale; i metazoi infatti rimuovono materiale biogenico tramite l'ingestione, contribuendo così alla depurazione dell'acqua da un eccesso di sostanza particellata sospesa e migliorando la capacità di assorbimento del sedimento.

PLENET *et al.* (1992) riportano le osservazioni su alcuni organismi interstiziali esposti a diverse concentrazioni di metalli pesanti presenti nel sedimento; dai dati ottenuti è risultato che gli organismi stigobionti sono in grado di accumulare una certa quantità di metalli pesanti all'interno del loro corpo, contribuendo così alla rimozione ed al riciclo di tali elementi nell'ambiente acquatico ipogeo.

La capacità degli organismi sotterranei di accumulare metalli sembra dipendere da diversi fattori quali la longevità, la stretta associazione con gli spazi interstiziali all'interno del sedimento (tigmotattismo) e l'alimentazione detritivora; per tutte queste caratteristiche, gli stigobionti possono essere considerati potenziali "sentinelle" dell'inquinamento da metalli pesanti disciolti lungo la colonna d'acqua e nelle zone profonde.

Gli indicatori più utili nella parte superiore delle falde sono risultati i Chironomidi ed i Tubificidi (LAFONT e DURBEC, 1990; DURBEC e LAFONT, 1991). Sono stati identificati sei gruppi di specie che sembrano correlati a contaminanti specifici; i raggruppamenti di specie sono stati creati in base al valore di Carbonio

organico presente nel sedimento (disponibilità trofica) e alla concentrazione dei metalli pesanti (grado di inquinamento) (LANG e LANG DOHL, 1979 in GIBERT, 1989).

Gli indicatori biologici sono utili anche per studi ecologici retrospettivi: i resti fossili di Chironomidi, Chaoboridi e Ceratopogonidi reperibili nei sedimenti sono considerati validi indicatori paleolimnologici nello studio della storia dell'inquinamento dei laghi durante i secoli XIX e XX (GIBERT, 1989).

Nello studio dello stato di salute dell'ambiente sotterraneo è necessario conoscere sia il numero di specie bioindicatrici sia il numero di individui per ogni singola specie poiché anche l'aspetto quantitativo è importante per stabilire le condizioni ambientali del sistema stesso.

Secondo DANIELOPOL *et al.* (1992) esiste una correlazione diretta tra la concentrazione di ossigeno nelle acque sotterranee e l'abbondanza e diversità della fauna ipogea, per cui gli stigobionti possono essere usati come bioindicatori nella valutazione del grado di ossigenazione di ambienti sotterranei.

LAFONT & DURBEC (1990) hanno osservato le modificazioni delle acque sotterranee in seguito all'apporto di acque superficiali inquinate, attraverso l'analisi delle popolazioni di Oligocheti presenti nel substrato; gli agenti inquinanti di origine industriale possono provocare simultaneamente l'eliminazione delle diverse specie di organismi (effetto letale) e la migrazione dai loro siti per sfuggire ai tossici. Le indagini biologiche condotte sull'abbondanza e sul comportamento di alcuni invertebrati bentonici (DURBEC & LAFONT, 1991) hanno confermato interazioni tra acque sotterranee e superficiali; questo scambio reciproco acqua sotterranea-acqua superficiale potrebbe forse favorire anche la diffusione di elementi inquinanti.

PLENET e GIBERT (1993) hanno condotto una ricerca sulla presenza di inquinanti metallici nell'interfaccia sistema acquatico superficiale-interstiziale, basandosi sullo studio di bioindicatori e sulla valutazione della composizione e della struttura delle popolazioni. In generale, le specie ipogee sono risultate meno sensibili rispetto a quelle epigee; in particolare, sembra che alcune specie sotterranee accumulino talvolta una maggiore quantità di metalli pesanti rispetto alle concentrazioni presenti nel sedimento, mostrando quindi un effettivo bioaccumulo dei metalli stessi; tali

organismi potrebbero essere utili come indicatori nella valutazione di contaminazione da metalli, sia dal punto di vista diagnostico sia nella gestione della qualità dell'acqua.

MALARD *et al.* (1994), studiando le popolazioni ipogee di un corso d'acqua soggetto a scarichi fognari, hanno osservato una distribuzione spazio-temporale strettamente correlata al flusso delle acque provenienti dal sistema di scarico; durante i periodi di magra, caratterizzati da un basso apporto di acqua pulita e un alto tasso di acque di scarico, la comunità sotterranea era dominata da organismi epigei che colonizzavano la maggior parte degli interstizi; al contrario, durante i periodi di intenso apporto e ricambio delle acque sotterranee, gli organismi epigei trascinati a valle erano sostituiti da fauna sotterranea, che ricolonizzava l'habitat interstiziale. Gli organismi stigobionti risultavano quindi sensibili a fattori di alterazione delle acque. Dai dati ottenuti, gli Autori suggeriscono che gli invertebrati sotterranei possono essere usati come indicatori dello stato di salute dei sistemi ipogei e di eventuali fenomeni di contaminazione, in quanto le variazioni nella qualità delle acque sotterranee influiscono direttamente sulla struttura delle popolazioni ipogee.

BIBLIOGRAFIA

- BAKALOWICZ M., 1986. De l'hydrogéochimie en karstologie. *Journées sur le karst en Euskadi, Donostia-San Sebastian*, 2: 105-129.
- BRUYÈRE E., TURQUIN M.J., REYGROBELLET J.L., 1993. Le tracage biologique, une nouvelle approche du milieu souterrain aquatique. *C.R.Acad.Sci. Paris*, 317 (Série II): 479-485.

- CREUZÉ DES CHATELLIERS M., 1991. Geomorphological processes and discontinuities in the macrodistribution of the interstitial fauna. A working hypothesis. *Vehr.Internat.Verein.Limnol.*, **24**: 1609-1612.
- CREUZÉ DES CHATELLIERS M., REYGROBELLET J.L., 1990. Interactions between geomorphological processes, benthic and iporheic communities: first results on a by-passed canal of the French upper Rhone River. *Regulated rivers: Research and Management*, **5**: 139-158.
- CREUZÉ DES CHATELLIERS M., DOLE-OLIVIER M.J., 1991. Limites d'utilisation du sondage de type Bou-Rouch pour la capture de la faune interstitielle. (I) tracage chimique au chlorure de sodium. *C.R.Acad.Sci. Paris*, **312** (Série III): 671-676.
- CREUZÉ DES CHATELLIERS M., POINSART D., 1991. Caractéristiques des aquifères alluviaux et diversité faunistique du sous-écoulement du Rhone. *Hydrogéologie*, **3**: 201-215.
- CREUZÉ DES CHATELLIERS M., TURQUIN M.J., GIBERT J., 1991. Les aquifères: des systèmes biologiques. *Hydrogéologie*, **3**: 163-185.
- CREUZÉ DES CHATELLIERS M., MARMONIER P., 1993. Ecology of benthic and interstitial ostracods of the Rhone River, France. *Journal of Crustacean Biology*, **13** (2): 268-279.
- DANIELOPOL D.L., ROUCH R., 1991. L'adaptation des organismes au milieu aquatique souterrain. Réflexions sur l'apport des recherches écologiques récentes. *Stygologia*, **6** (3): 129-142.
- DANIELOPOL D.L., DREHER J., GUNATILAKA A., KAISER M., NIEDERREITER R., POSPISIL P., CREUZÉ DES CHATELLIERS M., RICHTER A., 1992. Ecology of organisms living in a hypoxic groundwater environment at Vienna (Austria); methodological questions and preliminary results. *U.S. Environmental Protection Agency American Water Resources Association*, April: 79-90.
- DOLE-OLIVIER M.J., CREUZÉ DES CHATELLIERS M., MARMONIER P., 1993. Repeated gradients in subterranean landscape - Example of the stygofauna in the alluvial floodplain of the Rhone River (France). *Arch.Hydrobiol.*, **127** (4): 451-471.
- DURBEC A., LAFONT M., 1991. Sensibilité à la pollution des zones de captage en site alluvial. *Informations Techniques du CEMA-GREF*, **83** (4): 1-8.
- ESSAFI K., MATHIEU J., LEGAY J.M., 1991. Asymmetries and locomotor behaviour for *Niphargus* (stygoibiont amphipod). *Stygologia*, **6** (2): 91-95.
- ESSAFI K., MATHIEU J., BEFFY J.L., 1992. Spatial and temporal variations of *Niphargus* populations in interstitial aquatic habitat at the karst/floodplain interface. *Regulated rivers: Research and Management*, **7**: 83-92.
- GIBERT J., 1989. The role of fauna in contaminated aquifers. *Scope Workshop on Groundwater Contamination-Stanford University (July 27-28)*: 1-6.
- GIBERT J., 1990. Behavior of aquifers concerning contaminants: differential permeability and importance of the different purification processes. *Wat.Sci.Tech.*, **22** (6): 101-108.
- GIBERT J., 1991. Les écotones souterrains/superficiels: des zones d'échanges entre environnements souterrain et de surface. *Hydrogéologie*, **3**: 233-240.
- GIBERT J., DOLE-OLIVIER M.J., MARMONIER P., VERVIER P., 1990. Surface water-underwater ecotones. In: "Ecology and Management of aerobic-terrestrial Ecotones." R.J. Nainan et H. Decamps, Pastenon Publ., London: 199-225.
- GIBERT J., MARMONIER P., TURQUIN M.J., MARTIN D., 1991. Anthropogenic disturbance of surface landscape: consequences on groundwater ecosystems. In: "Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery." O. Ravera, Ellis Horwood Limited, 613 pp.: 310-319.
- LAFONT M., DURBEC A., 1990. Essai de description biologique des interactions entre eau de surface et eau souterraine: vulnérabilité d'un aquifère à la pollution d'un fleuve. *Annls Limnol.*, **26** (2-3): 119-129.
- MALARD F., REYGROBELLET J.L., MATHIEU J., LAFONT M., 1994. The use of invertebrate communities to describe groundwater flow and contaminant transport in a fractured rock aquifer. *Arch.Hydrobiol.*, **131** (1): 93-110.
- MANGIN A., 1985. Progrès récents dans l'étude hydrogéologique des karsts. *Stygologia*, **1** (3): 239-257.
- MANGIN A., 1986. Reflexion sur l'approche et la modelisation des aquifères karstiques. *Journées sur le karst en Euskadi, Donostia-San Sebastian 1986*: 11-30.
- MARMONIER P., WARD J., 1990. Superficial and interstitial Ostracoda of the South Platte River (Colorado, U.S.A.) - Systematics and biogeography. *Stygologia*, **5** (4): 225-239.
- MARMONIER P., 1991. Effect of alluvial shift on the spatial distribution of interstitial fauna. *Vehr.Internat.Verein.Limnol.*, **24**: 1613-1616.
- MARMONIER P., CREUZÉ DES CHATELLIERS M., 1991. Effects of spates on interstitial assemblages of the Rhone River. Importance of spatial heterogeneity. *Hydrobiologia*, **210**: 243-251.
- MARMONIER P., CREUZÉ DES CHATELLIERS M., 1992. Biogeography of the benthic and interstitial living ostracods (Crustacea) of the Rhone River (France). *Journal of Biogeography*, **19**: 693-704.
- MARMONIER P., DOLE-OLIVIER M.J., CREUZÉ DES CHATELLIERS M., 1992. Spatial distribution of interstitial assemblages in the floodplain of the Rhone River. *Regulated Rivers: Research and Management*, **7**: 75-82.
- MARMONIER P., VERVIER P., GIBERT J., DOLE-OLIVIER M.J., 1993. Biodiversity in Ground Waters. *Reviews in Ecology and Evolution*, **8** (11): 392-395.
- MATHIEU J., ESSAFI K., 1991. Variations des effectifs de populations interstitielles de *Niphargus* (Amphipodes stygobies) à l'interface karst/plaine alluviale. *C.R.Acad.Sci. Paris*, **312** (Série III): 489-494.
- MATHIEU J., MARMONIER P., LAURENT R., MARTIN D., 1991. Réculte du matériel biologique aquatique souterrain et stratégie d'écha-

tillonage. *Hydrogéologie*, **3**: 187-200.

MATHIEU J., ESSAFI-CHERGUI K., CULVER D.C., 1992. Variations in the structure of stygobiont crustacean populations (*Niphargus rhenorhodanensis* and *Proasellus valdensis*) within the sediments of a karst outflow. *Hydrobiologia*, **231**: 41-49.

P.I.R.EN. (Programme Interdisciplinaire de la Recherche "Environnement"), 1990. Recherche et Environnement. Colloque. Eaux souterraines - comptes rendus. 17 et 18 décembre 1990, Forum la Part - Dieu, Lyon.

PLENET S., GIBERT J., VERVIER P., 1992. A floodplain spring: an ecotone between surface water and groundwater. *Regulated rivers: Research and Management*, **7**: 93-102.

PLENET S., MARMONIER P., GIBERT J., STANFORD J.A., BODERGAT A.M., SCHMIDT C.M., 1992. Groundwater hazard evaluation: a perspective for the use of interstitial and benthic invertebrates as sentinels of aquifer metallic contamination. *First international conference on ground water ecology. U.S. Environmental Protection Agency American Water Resources Association*, 319-329.

PLENET S., GIBERT J., 1993. Etude du devenir des pollutions métalliques à l'interface cours d'eau/nappe alluviale. *Travaux de l'équipe "Hydrobiologie et Ecologie des Eaux Souterraines"*. U.A. CNRS 1451 - *Ecologie des Eaux Douces et des Grands Fleuves*.

ROUCH R., 1977. Considérations sur l'Ecosystème karstique. *C.R.Acad.Sc. Paris*, **284**: 1101-1103.

ROUCH R., DANIELOPOL D.L., 1987. L'origine de la faune aquatique souterraine, entre le paradigme du refuge et le modèle de la colonisation active. *Stygologia*, **3** (4): 345-372.

SCHMIDT C.M., MARMONIER P., PLENET S., CREUZÉ DES CHATELLIERS M., GIBERT J., 1991. Bank filtration and interstitial communities. Example of the Rhone River in a polluted sector (downstream of Lyon, Grand-Gravier, France). *Hydrogéologie*, **3**: 217-233.

TURQUIN M.J., 1981. Profil démographique et environnement chez une population de *Niphargus virei* (Amphipode troglobie). *Extrait du Bulletin de la Société Zoologique de France*, **106**: 457-466.

ERRATA CORRIGE al n° 2/3

Nell'articolo di Massimo Morpurgo "Descrizione sintetica del Saprobienindex" pubblicato sul numero 2/3 di Biologia Ambientale sono sfuggiti alcuni errori tipografici; ce ne scusiamo con i lettori e con l'Autore.

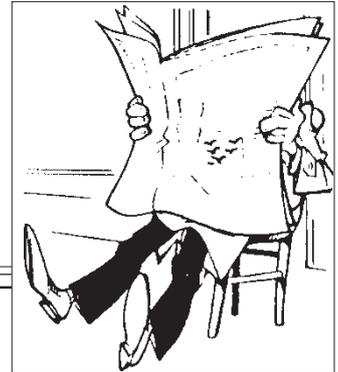
A pagina 19 le due formule corrette sono:

$$S = \frac{\sum s_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum A_i \cdot G_i}$$

$$SM = \pm \sqrt{\frac{\sum (s_i - S)^2 \cdot A_i \cdot G_i}{(n - 1) \cdot \sum A_i \cdot G_i}}$$

A pagina 23, nel riferimento bibliografico dell'appendice, è stato omissso l'Autore (FRIEDRICH, 1990).

ABSTRACTS



RASSEGNA MONOGRAFICA DI ECOLOGIA FLUVIALE

- [359] 1- The River Continuum Concept
- [360] 2- Question and comments on the River Continuum Concept
- [361] 3- Importance of organic debris dams in the structure and function of stream ecosystems
- [362] 4- Developments in stream ecosystem theory
- [363] 5- Stream management: emerging global similarities
- [364] 6- Nature conservation: the role of corridors
- [365] 7- Toward a classification of lotic habitats

VANNOTE R.L., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., SEDELL J.R., CUSHING C.E. - 1980

The River Continuum Concept

Can. J. Fish. Aquat. Sci., **37**: 130-137 [359]

I geomorfologi, per spiegare le forme dei fiumi (larghezza, profondità, velocità, carico di sedimenti), hanno elaborato la teoria dell'equilibrio dinamico: i fiumi tendono verso una morfologia e un'idraulica medie, risultanti dalla tendenza a massimizzare l'utilizzo dell'energia e dall'opposta tendenza verso una velocità di utilizzo energetico uniforme.

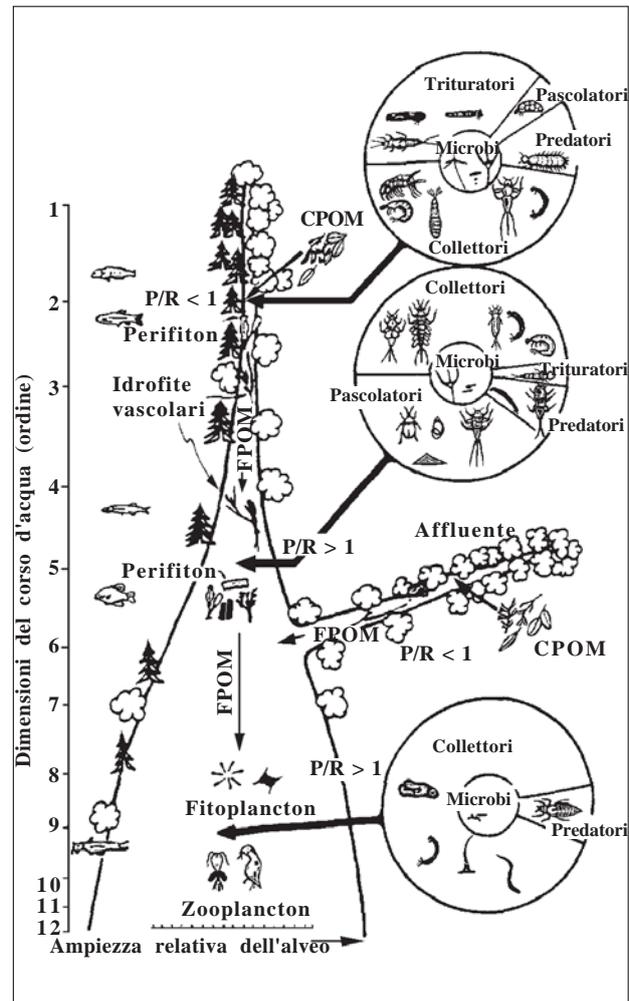
Gli Autori, estrapolando questa teoria al campo biologico, propongono il concetto del "river continuum" ipotizzando che le caratteristiche strutturali e funzionali delle comunità distribuite lungo i gradienti fluviali si adeguino, in ogni tratto, alle condizioni medie del sistema fisico. Le implicazioni del concetto sono numerose e di notevole rilievo.

Nei corsi d'acqua sorgivi (1°-3° ordine) la vegetazione riparia riduce la produzione autotrofica con l'ombreggiamento e fornisce grandi quantità di detrito organico; il rapporto produzione/respirazione (P/R) è quindi < 1 e il corso d'acqua è eterotrofico.

Nei fiumi di media grandezza (4°-6° ordine) l'entità dell'ombreggiamento e l'importanza degli input terrestri (es. foglie) si riducono e sono accompagnate da un aumento della produzione autoctona: il rapporto P/R diviene > 1 e il fiume prevalentemente autotrofico.

Nei grandi fiumi (ordine $> 6^\circ$) l'ombreggiamento della vegetazione riparia è insignificante, ma la produzione primaria è spesso limitata dalla profondità e dalla torbidità: le condizioni ritornano eterotrofiche ($P/R < 1$) e la base alimentare è rappresentata da grandi quantità di materia organica particolata fine (FPOM) proveniente dalla demolizione, nei tratti superiori, dei materiali vegetali.

Il sistema fluviale, dalla sorgente alla foce, può quindi essere considerato come un gradiente di condizioni da un regime sorgivo spiccatamente eterotrofico ad uno autotrofico stagionale e spesso annuale nei



tratti medi e, infine, ad un graduale ritorno all'eterotrofia nei tratti terminali.

Naturalmente, alle altitudini o latitudini più elevate e nelle regioni xeriche, dove la vegetazione riparia è molto contenuta, la transizione all'autotrofia può verificarsi anche in corsi d'acqua di 1° ordine. Analogamente, fiumi profondamente incisi (a canyon) possono essere eterotrofici per l'ombreggiamento dovuto dalla ripidità delle sponde.

Viene ipotizzato che gli adattamenti morfologico-funzionali dei macroinvertebrati riflettano questa variazione del tipo e localizzazione delle risorse alimentari che si accompagna alle variazioni dimensionali del fiume.

I trituratori, che utilizzano la materia organica particolata grossolana (CPOM, > 1 mm), sono quindi abbondanti nei piccoli corsi d'acqua. I collettori di

particolato fine (FPOM, 50 μm -1 mm) e ultrafine (UPOM, 0.5-50 μm), abbondanti nei corsi d'acqua piccoli e medi, diventano dominanti nei grandi fiumi, perché in essi la materia organica prevalente è FPOM e UPOM. I raschiatori di substrato (pascolatori) abbondano solo nei tratti autotrofici, quindi nei fiumi di media grandezza. La componente dei predatori — una piccola frazione della comunità— è piuttosto insensibile alla dimensione del fiume.

Come conseguenza dei processi fisici e biologici, dunque, la dimensione del materiale organico trasportato diviene progressivamente più piccola lungo il continuum e la struttura della comunità fluviale si adatta ad una più efficiente assunzione delle particelle più fini.

I pesci dei tratti montani si nutrono prevalentemente di invertebrati e quelli dei tratti medi anche di altri pesci; solo nei grandi fiumi compaiono alcune specie planctivore, come riflesso della natura semilenticola di queste acque.

La stabilità dell'ecosistema fluviale può essere vista come una tendenza a ridurre le fluttuazioni del flusso energetico mentre, a dispetto delle variazioni ambientali, la struttura e la funzione della comunità vengono mantenute. Ciò implica che in ambienti con ampie fluttuazioni (es. tratti fluviali con ampie escursioni termiche) la comunità biologica possa assumere un'importanza critica nella stabilizzazione dell'intero sistema.

In questa interpretazione, la stabilità dell'ecosistema è ottenuta attraverso un equilibrio dinamico tra le forze che contribuiscono alla stabilizzazione (es. strutture di ritenzione della materia organica, filtratori, ciclizzazione dei nutrienti) e forze destabilizzanti (es. piene, fluttuazioni termiche, epidemie microbiche). Mentre in sistemi con una struttura fisica molto stabile la stabilità dell'ecosistema fluviale può essere mantenuta anche con una bassa diversità biologica, nei sistemi con elevate variazioni fisiche il mantenimento della stabilità dell'ecosistema richiede una elevata diversità biologica o, almeno, una elevata complessità biologica.

Ad es. in tratti fluviali soggetti ad ampie escursioni termiche giornaliere gli organismi saranno esposti per la maggior parte del tempo a temperature subottimali, ma il numero di specie che —almeno temporaneamente— trova la temperatura ottimale sarà molto più ele-

vato che in tratti con escursioni termiche minime; così, al variare della temperatura, entreranno in azione specie diverse, ma l'attività biologica complessiva risulterà sostanzialmente stabile.

Poiché l'escursione termica giornaliera massima si registra nei fiumi di media grandezza, è in questi che si trova la massima diversità biologica; nei tratti sorgivi questa è minore perché le comunità comprendono specie stenoterme ed aventi una base alimentare più ristretta; nei grandi fiumi, invece, le variazioni termiche —e quindi la diversità biologica— sono più contenute per l'effetto tamponante dei grandi volumi idrici. Naturalmente la temperatura non è il solo fattore responsabile dei cambiamenti nella struttura della comunità: essa è solo uno dei più semplici da visualizzare. Altri fattori importanti e che manifestano cambiamenti prevedibili procedendo verso valle sono l'influenza della vegetazione riparia, la granulometria del substrato, la portata, la base alimentare.

Mentre i corsi d'acqua naturali devono tendere verso un flusso di energia costante su base annua, i principali substrati organici variano stagionalmente: il detrito vegetale sostiene le catene alimentari autunnali ed invernali e fornisce FPOM per i consumatori durante le altre stagioni; la produzione primaria rappresenta spesso la principale base alimentare nei mesi primaverili ed estivi.

Le comunità biologiche formano una sequenza temporale sincronizzata di sostituzione di specie: quando in un particolare microhabitat una specie ha completato il suo ciclo di sviluppo, essa viene rimpiazzata da altre specie che svolgono essenzialmente la stessa funzione, differendo principalmente per la stagione di crescita.

Questa continua rotazione di specie spiega la tendenza del sistema biologico a sfruttare al massimo l'energia disponibile (minimizzandone le perdite) e a mantenere costante nel tempo il consumo energetico. Questo equilibrio dinamico si realizza attraverso l'immagazzinamento (ritenzione fisica e produzione di nuova biomassa) e la perdita di energia (trasporto verso valle). Le comunità poste a valle sono strutturate per sfruttare l'inefficienza del tratto a monte: le perdite di questo divengono entrate per il tratto successivo.

In ogni tratto, parte della materia organica è processata, parte è conservata e parte è rilasciata. Le

comunità distribuite lungo un fiume sono strutturate in modo da minimizzare le variazioni della struttura e del funzionamento del sistema. Ad es. i materiali più facilmente trascinabili, come il detrito flocculento fine, richiede di essere processato in modo più efficiente sia durante il suo trasporto che dopo la sua deposizione nei sedimenti: così nei tratti a valle la ritenzione è accentuata dalla formazione di comunità specializzate di collettori.

La minimizzazione della variazione del flusso di energia è dunque la risultante dell'accoppiamento tra le variazioni stagionali di input energetici (detrito e produzione autotrofica) e gli aggiustamenti nella diversità di specie, nelle specializzazioni alimentari, nelle variazioni temporali dei gruppi funzionali e nei processi di erosione-deposito e trasporto-immagazzinamento caratteristici dei corsi d'acqua.

Un corollario dell'ipotesi del continuum fluviale è

che i sistemi biologici possono essere visti in un modo indipendente dal tempo. Il concetto dell'invarianza temporale permette l'integrazione della struttura e funzione della comunità lungo il fiume senza l'illusione che, in una data sezione, siano osservabili stadi di una successione temporale.

Il concetto delle successioni biologiche è di scarsa utilità nei fiumi perché le comunità sono una eredità continua piuttosto che una isolata composizione temporale di specie. Il concetto di eredità implica che in un sistema fluviale l'assenza totale di una popolazione sia rara: i subsistemi biologici sono slittamenti spaziali (come il sovrapporsi, sfalsato, di una serie di curve normali di abbondanza di specie, in cui in ogni punto sono presenti tutte le specie, ma la loro abbondanza differisce da un punto all'altro) e non temporali nel senso tipico delle successioni vegetali.

G.S.

STATZNER B., HIGLER B. - 1985

Question and comments on the River Continuum Concept

Can. J. Fish. Aquat. Sci., **42**: 1038-1044

[360]

Gli Autori, pur considerando il river continuum concept (RCC) uno schema concettuale utile per interpretare le variazioni di struttura e funzione delle comunità fluviali procedendo dalla sorgente alla foce, ritengono che alcuni suoi principi siano infondati o non generalizzabili.

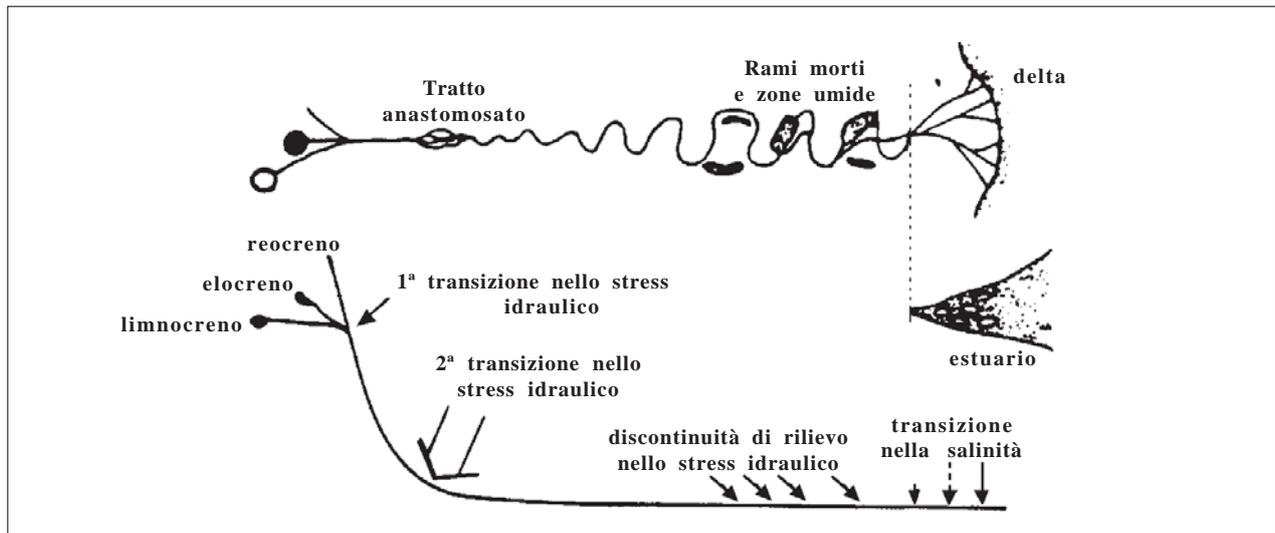
In primo luogo essi avanzano osservazioni di carattere generale: occorre una caratterizzazione fisica più accurata di ciascun tratto fluviale poiché questa non è necessariamente definita in maniera esaustiva ed univoca dall'ordine del corso d'acqua; la classificazione dei macroinvertebrati in gruppi alimentari funzionali, pur rappresentando un contributo fondamentale, pone qualche problema pratico perché la loro dieta può variare con l'età e con la località; il RCC non considera i fiumi veramente "naturali e indisturbati" (oggi praticamente inesistenti), ma corsi d'acqua in condizioni relativamente naturali; il "continuum" graduale dalla sorgente alla foce, nella realtà

concreta è fortemente disturbato dall'immissione di affluenti, dall'interposizione di laghi, zone umide, anomalie di pendenza dovute a fattori geologici o tettonici, ecc. Gli Autori passano poi ad una critica puntuale di 5 principi del RCC.

1° - Equilibrio energetico del sistema fisico e suo analogo biologico

Secondo i principi fisici dell'equilibrio dinamico, l'energia spesa per unità di lunghezza e di superficie dell'alveo tende all'uniformità: ciò spiega la tendenza al raggiungimento del profilo longitudinale di equilibrio. Tuttavia molti fiumi sono lontani dal profilo d'equilibrio per la presenza di più livelli di base (es. laghi) o anomalie tettoniche; un'ulteriore complicazione deriva dalla presenza di numerosi regimi idrologici differenziati.

Cosa significa il principio, espresso dal RCC, della tendenza dell'ecosistema fluviale all'uniformità del



flusso di energia su base annua? Implica un'unità energetica del sistema fisico e biologico? Se sì, ciò significa che le variazioni annuali del flusso energetico fisico (es. portata) sono controbilanciate dal flusso energetico biologico, in modo che è la loro somma (flusso biologico + fisico) che tende all'uniformità? Questo principio, dunque, richiede chiarificazioni.

Inoltre, esaminando i dati di 16 stazioni fluviali e calcolando diversi parametri idraulici (potenza spesa per unità di lunghezza e di superficie, sforzo di taglio, turbolenza, ecc.), non si rileva una chiara ed uniforme tendenza nel loro andamento da monte a valle.

Per dimostrare la relazione tra geomorfologia (es. pendenza) ed ecologia degli invertebrati acquatici viene suggerito di prendere in considerazione un altro parametro —lo spessore dello strato laminare sul fondo dell'alveo— in quanto indicatore più rappresentativo dello "stress idraulico" che agisce direttamente sui macroinvertebrati. Infine, in uno schema di corso d'acqua "ideale", vengono individuate diverse discontinuità principali nello stress idraulico (vedi figura), una situazione che contrasta palesemente con l'idea di un "continuum".

2° - Andamento dell'entropia

Il RCC postula che l'organizzazione biologica nei fiumi si adatti strutturalmente e funzionalmente all'andamento della dissipazione dell'energia cinetica del sistema fisico. Tuttavia sia il rapporto fotosintesi/respirazione (concetto termodinamico di entropia) che la diversità biologica (concetto di entropia della teoria dell'informazione) mostrano un massimo nel tratto

intermedio dei fiumi, in contrasto con il continuo aumento di entropia nel sistema fisico. D'altronde, se il principio intende riferirsi semplicemente alla ben nota tendenza degli organismi (tutti i sistemi viventi sono neghentropici), allora esso diviene superfluo.

3° - Sequenza temporale del rimpiazzo di specie e utilizzazione degli input di energia

Questo principio è applicabile solo ai corsi d'acqua di aree geografiche soggette a distinte variazioni stagionali dei fattori abiotici; nei regimi equatoriali tutte le principali specie di un fiume sono presenti nell'intero arco dell'anno (sebbene siano evidenziabili andamenti ciclici).

Un'altra questione è se i popolamenti bentonici fluviali giochino veramente il ruolo, postulato nel RCC, di massimizzare il consumo di energia (il che equivale a minimizzare l'esportazione della materia organica). Recenti studi, infatti, mostrano che in condizioni di portata normale la distruzione sperimentale della fauna porta ad una riduzione dell'esportazione: in altre parole, i macroinvertebrati diminuirebbero l'efficienza dell'ecosistema fluviale.

4° - Assenza di successione temporale

Se eventi catastrofici possono causare aumenti o perdite di specie, allora bisogna ammettere che le comunità biologiche fluviali si ristabiliscano attraverso una successione temporale, analogamente a quanto avviene negli ecosistemi terrestri dopo frane, incendi, eruzioni. Non sempre, quindi, le comunità fluviali possono essere viste come indipendenti dal tempo.

5° - *Andamento della diversità biologica*

Il RCC, partendo dalla considerazione che l'elevata diversità ambientale determina una elevata diversità biologica, postula un massimo di quest'ultima nel tratto intermedio dei corsi d'acqua; a supporto di questa affermazione viene riportato l'esempio delle variazioni giornaliere di temperatura che, effettivamente, sono più elevate nel tratto intermedio.

Appare però improbabile che tutti gli altri fattori (influenza riparia, substrato, portata, cibo, ecc.) esibiscano il loro massimo di variabilità esattamente nel tratto intermedio. Vi sono inoltre evidenze di corsi d'acqua nei quali la diversità biologica è quasi costante (indifferentemente dall'ordine fluviale) e di altri nei

quali essa cambia bruscamente non in relazione con l'ordine.

In conclusione, le analogie biologiche dell'equilibrio energetico nel sistema fisico sono più complicate di quanto postuli il RCC. Gli Autori suggeriscono di rivedere il RCC eliminando da esso i 5 principi sopra discussi, al fine di accrescerne la flessibilità e il campo di applicabilità. Ciò non scalfirebbe i contributi principali del RCC, che riguardano la fotosintesi, la respirazione, lo stato della materia organica e la corrispondente organizzazione funzionale della comunità biologica fluviale.

G.S.

BILBY R.E., LIKENS G.E. - 1980

Importance of organic debris dams in the structure and function of stream ecosystems

Ecology, **61** (5): 1107-1113

[361]

I piccoli corsi d'acqua montani sono fortemente dipendenti dal territorio circostante per gli apporti di materia organica sotto forma di frammenti vegetali grossolani (CPOM) che vengono poi ridotti a particolato fine (0,5-1000 μm : FPOM), a materia organica disciolta (< 0,5 μm) e, infine, a CO_2 .

Man mano che aumentano le dimensioni del corso d'acqua, si riduce l'importanza degli apporti terrestri e aumenta quella della produzione autoctona fotosintetica e della FPOM proveniente dai tratti a monte; a questi cambiamenti della fonte d'energia si accompagnano cambiamenti della struttura della comunità.

La capacità dei piccoli corsi d'acqua di demolire il particolato organico grossolano in particelle più fini è ben documentata; meritano di essere approfonditi i meccanismi che consentono la ritenzione del CPOM anziché il suo trasporto verso valle.

Il principale dispositivo di ritenzione sembra essere costituito dagli accumuli di frammenti vegetali (rami,



foglie) che si incastrano nel substrato intrappolando poi altri frammenti fino a formare uno sbarramento del corso d'acqua (*debris dam*), a monte del quale si forma una pozza in cui sedimentano la sabbia e altri materiali fini.

Per studiarne sperimentalmente l'importanza, nel 1977 gli Autori hanno rimosso tutti gli sbarramenti vegetali da un tratto lungo 175 m di un corso d'acqua di 2° ordine, largo 2,8 m e posto immediatamente a monte di una briglia munita di misuratore di portata; in questa operazione vennero rimossi 24 sbarramenti per un totale di 837 kg di biomassa secca. Durante l'anno precedente e quello successivo fu monitorato l'export del carbonio organico disciolto (DOC), del FPOC e del CPOC.

L'export di DOC, che prima della rimozione degli sbarramenti era relativamente costante (media 2,81 mg/l) e insensibile alle variazioni di portata, salì ad una media di 3,84 mg/l e mostrò sensibili incrementi alle

portate più elevate, probabilmente perché la rimozione degli sbarramenti provoca l'esposizione alla corrente, la risospensione e il trasporto di depositi organici sepolti nei sedimenti.

La rimozione degli sbarramenti determinò anche la scomparsa della maggior parte delle pozze e quindi la riduzione della capacità di ritenzione; ne derivarono spiccati incrementi della concentrazione di FPOC, soprattutto alle maggiori portate. A questo risultato contribuì anche l'aumento della velocità della corrente conseguente alla scomparsa delle cascatelle associate agli sbarramenti e alla loro funzione dissipatrice dell'energia cinetica.

L'intervento sperimentale indusse non solo l'ovvia deplezione (del 63%) dello standing stock di CPOC, ma anche la perdita della capacità di ritenzione del corso d'acqua e, quindi, l'incremento dell'export verso valle; complessivamente, l'export di carbonio organico totale aumentò di 2,5 volte.

Gli Autori concludono sottolineando come, soprattutto nei piccoli corsi d'acqua, gli sbarramenti vegetali siano una delle componenti strutturali dell'ecosistema più importanti: senza questi dispositivi di ritenzione il ruscello si comporta quasi come una tubazione in cui gli input si limitano a transitare e vengono trascinati via rapidamente dal sistema.

Naturalmente ciò comporta un aumento dell'input di CPOM nei segmenti fluviali posti più a valle, ma questi ultimi non sono in grado di utilizzarlo in maniera efficiente per la scarsità di invertebrati trituratori e di dispositivi di ritenzione capaci di trattenere i materiali per un tempo sufficientemente lungo da consentirne la demolizione.

Gli sbarramenti vegetali dunque, sebbene si rinven- gano quasi esclusivamente nei piccoli corsi d'acqua, esercitano una notevole influenza su tutta la lunghezza dell'ecosistema fluviale regolando le dimensioni, la quantità e la concentrazione degli input organici.

G.S.

MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., PETERSEN R.C., CUSHING C.E., BRUNS D.A., SEDELL J.R., VANNOTE R.L. - 1985

Developments in stream ecosystem theory

Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42: 1045-1055

[362]

Fino agli anni 50 gli studi di ecologia fluviale erano principalmente descrittivi e di natura autoecologica; da allora la ricerca si è indirizzata verso un approccio olistico e sinecologico ed ha prodotto quattro fondamentali contributi alla teoria dell'ecosistema fluviale.

1 - *Passaggio da una visione individualistica ad una olistica*

Dallo studio descrittivo delle comunità di singoli fiumi, viste come entità individuali, si è passati allo studio del metabolismo fluviale (sulla scia dell'approccio del bilancio energetico di Odum) e si è giunti alla visione sintetica del river continuum concept (RCC) che sottolinea gli aspetti unificanti della geomorfologia e dell'idraulica nello strutturare le comunità e fornisce uno schema del funzionamento dell'ecosistema fluviale. I fiumi vengono visti come una serie di sistemi

collegati in senso longitudinale, in cui i processi nei tratti a valle sono influenzati da quelli nei tratti montani. Il RCC ha stimolato la verifica di ipotesi, contribuendo a far progredire l'ecologia delle acque correnti da scienza descrittiva a scienza predittiva.

2 - *Collegamento tra il fiume e il suo territorio*

Numerose ricerche hanno sottolineato la similarità delle comunità tra fiumi che attraversano paesaggi simili ed hanno richiamato l'attenzione sull'importanza degli apporti terrestri (detrito alloctono) sulle dinamiche fluviali. Così, il prendere in considerazione il detrito alloctono (e non più la sola produzione primaria) sposta necessariamente l'attenzione anche sulle caratteristiche fisiche e biologiche del territorio che influiscono sugli apporti organici al fiume: pendenza della valle, profondità e permeabilità del suolo, regime idrologico,

tipo e densità della vegetazione, ecc.

3 - *Sviluppo di idee sulla ciclizzazione della materia organica nei sistemi aperti*

A differenza di quanto avviene nei classici ecosistemi “chiusi” (stagni, foreste), nelle acque correnti il ciclo dei nutrienti non avviene sul posto, ma durante il loro trasporto. Questo accoppiamento tra ciclizzazione e trasporto è stato descritto come “spiralizzazione dei nutrienti” e rappresentato con una spirale in cui un aumento del diametro indica un rallentamento del tasso di ciclizzazione (bassa attività biologica) e un aumento della distanza tra le spire (uno “stiramento” della spirale) indica una riduzione della capacità di ritenzione del detrito (elevato trasporto). I filtratori, catturando il detrito sospeso, aumentano la ritenzione della materia organica impedendone il trasporto a valle; i trituratori, d'altronde, rendono la materia organica più minuta e trasportabile. In un test interbioma del RCC le stazioni di corsi d'acqua di 1°-3° ordine avevano spire ravvicinate —cioè elevata ritenzione— e le stazioni dei fiumi più larghi, di 5°-7° ordine, spire distanziate. La distanza tra le spire era determinata principalmente dalla velocità della corrente e dalla presenza ed efficienza di dispositivi di ritenzione (es. massi, tronchi incastrati).

4 - *Importanza delle interazioni biotiche entro le comunità fluviali*

Uno degli errori concettuali sottostanti alle prime ricerche ecologiche è stata l'idea che i corsi d'acqua, in quanto ambienti altamente variabili, fossero imprevedibili e, quindi, le loro comunità fortemente individualistiche. È emerso, invece, che vi è un alto grado di predittività (dunque di determinismo), sebbene associato ad un certo grado di stocasticità.

Le risposte trofiche alle caratteristiche fisiche previste dal RCC, ad es., sono largamente deterministiche. Oltre alla relativa predittività spaziale (longitudinale) e temporale, va osservato che diverse caratteristiche degli organismi acquatici consentono un rapido recupero dalle fluttuazioni ambientali, minimizzando l'effetto delle perturbazioni: in particolare, la mobilità, i brevi cicli vitali, gli alti tassi riproduttivi, la capacità di infossarsi nel substrato, permettono ai macroinvertebrati di evitare o recuperare l'effetto delle piene. Almeno per lunghi periodi dell'anno, dunque, prevalgono condizioni di equilibrio (perciò deterministiche).

Il fatto che la maggior parte dei consumatori lotici siano generalisti trofici ha condotto a ritenere —in

stretta associazione con la visione stocastica legata all'alta variabilità— che la competizione per il cibo non fosse un fattore determinante nella strutturazione delle comunità fluviali. Il RCC, invece, suggerisce l'importanza delle relazioni trofiche nella strutturazione delle comunità fluviali. In effetti, i consumatori lotici mostrano specializzazioni nelle strutture di procacciamento del cibo; in alcuni casi la competizione per il cibo è stata dimostrata mentre in altri casi è risultata evidente la ripartizione del cibo (che conduce ad una evitazione “controllata” della competizione), basata sulla dimensione delle particelle, sul loro tipo, sulla loro composizione e palatabilità.

L'organizzazione delle comunità di macroinvertebrati (es. ricchezza in specie, ampiezza e sovrapposizione di nicchia, complessità e stabilità della comunità) appare legata alle tipologie ambientali e può perciò essere interpretata come risultante dalle condizioni medie delle variabili ambientali e dal loro grado di variabilità temporale e di eterogeneità spaziale.

Partendo da queste acquisizioni, gli Autori riesaminano e precisano alcuni punti del RCC, in modo da ampliarne il campo di applicabilità geografico e storico. In particolare, mostrano come anche gli scostamenti regionali dallo schema generale del RCC —conseguenti a specifiche condizioni climatiche e geologiche, influenze antropiche, ecc.— siano prevedibili.

• *Influenza degli affluenti*

Laddove gli apporti degli affluenti si scostano dalla normale influenza additiva sulla qualità del corso d'acqua principale, la struttura della comunità può discostarsi da quella prevista dal RCC. Ad es. un affluente che apporti grandi quantità di detrito organico grossolano ad un fiume medio-grande può indurre in questo una comunità simile a quella di un corso d'acqua di ordine inferiore.

• *Litologia e geomorfologia locali*

Lo schema classico di un fiume è quello di un progressivo cambiamento da corsi d'acqua ad elevata pendenza, turbolenti, con substrato roccioso o grossolano a fiumi a debole pendenza, lenti, con substrato sabbioso o limoso e da un alveo piuttosto rettilineo ad uno a canali anastomosati e, poi, meandriformi. Nei fiumi reali gli scostamenti da questo schema ideale sono frequenti. Per es. nel Salmon River le acque montane a forte pendenza scendono bruscamente in

Caratteristiche geomorfologiche				
	Canyon	Anastomosato	Meandriforme	
PARAMETRO				
Rapporto superficie/portata	Basso	Alto	Medio	
Apporti organici ripari	Bassi	Alti	Medi	
Ritenzione del detrito	Bassa	Alta	Medio-alta	
Superficie bagnata	Bassa	Ampia	Media	

una valle glaciale a debole pendenza e l'alveo passa da diritto a meandriforme ad anastomosato e poi nuovamente a meandriforme, poi diritto e poi anastomosato. È evidente che, oltre alle variazioni idrauliche associate a questi cambiamenti, siano da attendersi corrispondenti variazioni negli input ripari, nella ritenzione della materia organica, negli interscambi con la pianura alluvionale: la direzione di queste variazioni può desumersi dalla figura.

- *Effetti antropici a lungo termine*

Per la comprensione delle dinamiche fluviali è necessario considerare sia la scala spaziale che quella temporale. Ciò è particolarmente importante, vista l'attuale inadeguatezza del nostro concetto di condizioni originali. L'alterazione delle comunità e l'estinzione di specie per responsabilità dell'uomo in tutto il corso della sua storia potrebbero essere molto più consistenti di quanto comunemente si pensi. Vari disturbi antropici come il fuoco, la silvicoltura, il controllo della vegetazione riparia e la rimozione dei tronchi in alveo hanno effetti potenziali a lungo termine nei siti fluviali. Tra le alterazioni che probabilmente esplicano gli impatti principali sugli ecosistemi fluviali vanno ricordate: urbanizzazione, deforestazione, agricoltura, irrigazione, dighe; alterazione dell'alveo per la navigazione, le escavazioni, il controllo delle piene; lo sterminio dei castori, dei bisonti e di altri grandi mammiferi; il pascolo.

Nonostante l'insufficienza delle nostre conoscenze sulle condizioni originarie dei fiumi, l'adozione di una prospettiva temporale molto ampia sta cominciando a contribuire alla comprensione degli ecosistemi fluviali passati e presenti. Alvei laterali, canali anastomosati,

rami morti stagionali possono avere effetti analoghi a quelli degli affluenti. La massiccia e sistematica eliminazione degli ostacoli al deflusso e gli sforzi di canalizzazione su larga scala hanno convertito la maggior parte dei fiumi più grandi del 4°-6° ordine da sistemi altamente anastomosati o meandriformi in sistemi ad un unico alveo, relativamente rettilineo. Tra l'altro, ciò implica che, prima di questa alterazione, l'influenza del territorio ripario dovesse essere molto maggiore.

L'insieme delle anomalie locali e delle loro implicazioni sull'ecologia fluviale suggerisce l'opportunità di apportare ritocchi al RCC per renderlo applicabile a tutti i biomi e a condizioni ambientali estreme o insolite.

Ad es. in alcune foreste africane gran parte del detrito organico grossolano non raggiunge il fiume, ma è processata dai detritivori terrestri nella stagione secca e, all'arrivo delle piogge, è già ridotta a particelle fini; in questi corsi d'acqua, di conseguenza, il gruppo funzionale dei trituratori è ridotto o assente; questa assenza è tipica anche di corsi d'acqua montani instabili, scarsamente ritentivi, in bacini disturbati.

In aree carsiche i fiumi possono iniziare direttamente con grandi dimensioni, per la mancanza dei ruscelli montani; verranno dunque a mancare anche gli effetti che questi ultimi solitamente hanno sui tratti a valle: i fiumi saranno dominati dalla produzione primaria e, dunque, dai gruppi funzionali dei pascolatori (molluschi) e dei collettori-raschiatori, mentre saranno rari i filtratori.

Scostamenti dalle risposte previste dal RCC possono verificarsi soprattutto quando le cause sono distanziate dagli effetti nello spazio e nel tempo: ad es. in

Europa l'acidificazione delle precipitazioni iniziò con la rivoluzione industriale e la deforestazione, in alcuni luoghi, anche 3000 anni fa.

Poiché le dinamiche dell'ecosistema sono strettamente accoppiate alla geomorfologia fluviale, questa deve essere tenuta in considerazione nelle verifiche sperimentali del RCC. Ad es. campionamenti macrobentonici in un grande fiume effettuati solo nei raschi forniscono un'immagine non rappresentativa della

struttura della comunità; in tal caso sono più appropriati campionamenti in aree di sedimentazione.

In conclusione, il RCC riesce a sintetizzare la maggior parte delle moderne visioni dell'ecologia fluviale in una ipotesi di lavoro generale; anche i casi segnalati come eccezioni alla regola non rappresentano altro che variazioni riconducibili allo schema centrale se si tiene conto degli effetti —prevedibili— delle anomalie locali.

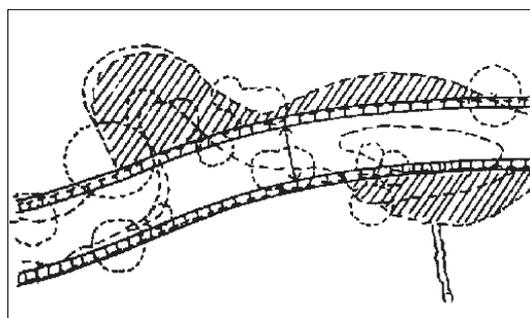
G.S.

PETERSEN R.C., MADSEN B.L., WILZBACH M.A., MAGADZA C.H.D., PAARLBERG A., KULLBERG A., CUMMINS K.W. - 1987

Stream management: emerging global similarities

Ambio, 16 (4): 166-179

[363]



Vengono presi in esame problemi di gestione fluviale in diverse aree geografiche e fornite indicazioni generalizzabili. La qualità e quantità delle acque fluviali è la risultante delle condizioni del suo bacino e, al suo interno, un'importanza cruciale è rivestita dal territorio circostante i corsi d'acqua di 1° e 2° ordine. Ad es. l'85 % del carico solido totale del Rio delle Amazzoni proviene dal 12 % del bacino montano, situato nella parte andina.

Considerate le attuali difficoltà a gestire l'intero bacino è opportuno porsi come priorità la tutela delle zone riparie, le interfacce terra-acqua dalla cui integrità traggono beneficio sia l'ambiente acquatico che quello terrestre. La vegetazione fornisce ombreggiamento (che rinfresca le acque e controlla la crescita delle piante acquatiche), foglie e materia organica, consolidamento delle sponde e tronchi che, incastrandosi nell'alveo, svolgono una importante azione geomorfologica; inoltre filtra i nutrienti provenienti dal territorio, una funzione particolarmente importante nelle aree agricole.

In Danimarca, un territorio prevalentemente agricolo, gran parte dei corsi d'acqua sono stati canalizzati

con gravi conseguenze ecologiche; un grande sforzo tecnologico nella depurazione degli scarichi ha prodotto scarsi risultati perché nel frattempo è aumentato l'inquinamento di origine diffusa. La perdita delle fasce-filtro di vegetazione riparia contribuisce all'eutrofizzazione delle acque poiché aumenta gli apporti ai corsi d'acqua di azoto (principalmente per via subsuperficiale) e di fosforo (principalmente legato alle particelle di suolo e trasportato col ruscellamento superficiale).

La maggior parte dei nutrienti entra nel corso di eventi improvvisi, conseguenti allo scioglimento delle nevi o a forti precipitazioni: un piccolo torrente danese, in sole 24 ore, ricevette un carico organico equivalente a quello di 10 anni di portata normale e uno di nutrienti equivalente a 6 mesi per l'azoto e a 30 anni per il P. Queste considerazioni hanno prodotto una nuova legislazione che fornisce raccomandazioni e incentivi per la protezione delle fasce riparie, per la ricostituzione dei meandri e dei raschi, per metodi di manutenzione volti ad aumentare la diversità ambientale, per riaprire i tratti intubati, ecc.

In un'analogia condizione di sofferenza versano i

corsi d'acqua olandesi, soprattutto per il massiccio spandimento sul suolo di liquami zootecnici; recenti piani di restauro ambientale riguardano aree di pianure alluvionali dei fiumi principali, Mosa e Reno compresi.

In Svezia la capacità delle zone riparie di rimozione dei nutrienti varia da 89 Kg annui/ha di N per un pioppeto a 52 Kg annui/ha di N e 4 di P per una boscaglia umida. Tenuto conto che il costo di rimozione di 1 Kg di nutrienti (N e P combinati) in un impianto di depurazione è di 25 dollari, il valore delle fasce riparie per la loro sola funzione depurante varia da 1370 a 2195 dollari all'anno per ettaro. La scelta del governo svedese di pagare 400 dollari annui/ha agli agricoltori che non coltivano le zone riparie è dunque un buon investimento e, per gli agricoltori, un buon incentivo, visto che la coltivazione produce al massimo grano per un valore di 833 dollari. Ciò che resta da fare è migliorare gli incentivi per il *set aside* delle pianure alluvionali più fertili; una possibile soluzione alternativa è sviluppare colture che producano il minimo disturbo, ad es. alberi a rapida crescita (salici, pioppi, ontani) da tagliare ogni 3 anni per ricavarvi energia.

La gestione ecologica dei fiumi richiede anche di essere impostata su un'ampia scala temporale. Mentre in Europa le alterazioni dei corsi d'acqua datano da molti secoli, rendendo difficile riconoscere le loro caratteristiche originarie, nel Nordamerica le alterazioni sono recenti e meglio documentate e riguardano deforestazione, rimozione degli ammassi di tronchi e ramaglie incastrati nell'alveo, canalizzazione, isolamento dei corsi d'acqua dalle loro pianure alluvionali (dighe, arginature).

L'importanza delle interazioni tra i corsi d'acqua e le loro zone riparie ha condotto gli ecologi all'adozione di un approccio funzionale. Per es., se nei piccoli corsi d'acqua l'ombreggiamento e la stabilizzazione delle rive possono essere soddisfatti anche da una fascia piuttosto stretta di erbe e arbusti, il rifornimento a lungo termine di grossi ammassi legnosi (come habitat per pesci e dispositivo di ritenzione di sedimenti e di detrito organico) richiede il mantenimento di una fascia ben più ampia, comprendente alberi d'alto fusto, ad alcuni dei quali deve essere consentito di raggiungere la maturità e di cadere nell'alveo. Nell'ambito di una strategia complessiva di gestione ambientale è prioritario lasciare indisturbati lunghi tratti di corsi d'acqua montani: è questo il primo passo da compiere per la

protezione delle principali aste fluviali; la protezione dei tratti terminali (sui quali si ripercuotono le alterazioni del bacino montano) sarebbe una vittoria inconsistente.

Un altro requisito di una corretta gestione ambientale è un approccio olistico; senza di esso, la soluzione di un problema può farne sorgere altri.

Ad es. il programma delle Nazioni Unite per combattere l'oncocercosi (una malattia parassitaria che può condurre a cecità, causata da una filaria trasmessa dalla puntura di Simulidi) rischia di produrre a lungo termine sconvolgimenti nell'uso del suolo superiori a quelli verificatisi nel periodo coloniale. Il programma coinvolge 11 paesi dell'Africa occidentale, per un'area superiore a un milione di km², e prevede il trattamento antisimulidi con pesticidi irrorati da elicotteri su 25.000 km di corsi d'acqua.

Il successo del programma per ora è ben lontano, viste le difficoltà di individuare e trattare tutti i rifugi dei Simulidi, dai quali essi ricolonizzano i fiumi trattati. In compenso, oltre alle ripercussioni dei pesticidi sulle comunità fluviali, il successo del programma condurrebbe al sorgere di insediamenti lungo le zone riparie (come è avvenuto nelle aree libere dall'oncocercosi) provocandone un irreversibile degrado, vista anche la particolare vulnerabilità di questi corridoi forestati fluviali nelle aree di savana. A lungo termine, quindi, se i governi e la FAO non integreranno il programma con un piano di protezione delle foreste riparie, l'obiettivo di partenza —che era quello di creare un ambiente più abitabile— potrebbe venire totalmente vanificato.

Un'altra grave e diffusa alterazione dei fiumi derivante dalla miopia degli interventi e dalla mancanza di un approccio globale è l'introduzione di specie ittiche esotiche.

In alcuni casi la soluzione a problemi di gestione è esterna al bacino fluviale. Oltre al ben noto caso del trasporto transfrontaliero dell'inquinamento atmosferico che produce le precipitazioni acide, viene riportato quello dello Zimbabwe. Il taglio delle foreste equatoriali dell'Africa occidentale può ridurre il trasporto di masse d'aria umida alle zone di savana tropicale, accentuandone il processo di desertificazione. Lo Zimbabwe, consapevole della gravità del rischio, ha avviato un programma nazionale di conservazione dei bacini montani e di massiccia riforestazione.

G.S.

HOBBS R.J., SAUNDERS D.A., HUSSEY B.M.T. - 1990

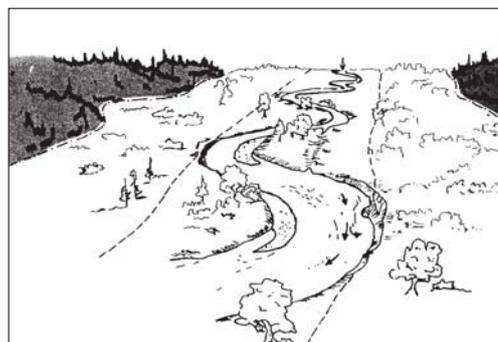
Nature conservation: the role of corridors

Ambio, **19** (2): 94-95

[364]

In molte parti del mondo le attività umane hanno frammentato il paesaggio lasciando solo pochi relitti degli originali ecosistemi; questi relitti costituiscono oggi le sole risorse disponibili per la conservazione.

La conservazione non può limitarsi a proteggere aree isolate, ma deve garantire il collegamento tra esse in modo da assicurare la dispersione delle specie, la ricolonizzazione e il flusso genico; in questa ottica il ruolo di collegamento svolto dai corridoi è essenziale. I corridoi possono essere naturali, come i fiumi e la vegetazione riparia ad essi associata, o artificiali come strisce di terreno lungo strade, ferrovie, ecc.



Studi recenti hanno dimostrato che, in effetti, i corridoi rivestono un ruolo vitale per gli spostamenti di fauna e flora. Da qui l'esigenza prioritaria per la ricerca di redigere inventari regionali dei corridoi esistenti, di sviluppare tecniche di manutenzione che ne preservino il valore ecologico, di monitorarne la qualità, di mettere a punto tecniche di restauro ambientale e, infine, di sensibilizzare l'opinione pubblica e gli amministratori: per il successo della conservazione, infatti, è necessario il concorso di tutti, non solo del mondo scientifico.

G.S.

PENNAK R.W. - 1971

Toward a classification of lotic habitats

Hydrobiologia, **38** (2): 321-334

[365]

I sistemi di classificazione degli habitat lotici sono vari, ma spesso dubbi e inattendibili. Alcuni sistemi utilizzano un singolo parametro chimico per classificare le acque correnti.

Alcuni Autori, lavorando in aree ristrette, suddividono il corso d'acqua, dalla sorgente alla foce, sulla base della distribuzione longitudinale di varie specie di invertebrati indicatori entro un singolo ordine, come Trichoptera, Plecoptera e Ephemeroptera. Altre classificazioni sono basate su associazioni della fauna di fondo. Illies descrive un sistema di classificazione in cui riconosce 8 zone: eucronon, hypocronon, epi-rhythron, meso-, hipo-, epi-, meta- e hypopotamon. Questo sistema di zonazione dovrebbe essere accom-

pagnato da studi faunistici.

Un'altra classificazione eterogenea dei corsi d'acqua è quella di Shelford che identifica corsi d'acqua "intermittenti", ruscelli di sorgente, corsi d'acqua veloci, corsi d'acqua a fondo sabbioso e corsi d'acqua lenti.

Il sistema ideale di classificazione dovrebbe essere di applicabilità universale, ma fino ad oggi non è stato ancora proposto un set di criteri soddisfacente.

Criteri biologici ristretti di classificazione (es. ruscello a *Simulium*, a *Ephemerella*) sono di scarso valore.

Considerato che dalla sorgente alla foce è individuabile una serie longitudinale di habitat aventi diverse

condizioni ecologiche, l'Autore scarta l'idea di trattare l'intero fiume come una singola entità ecologica. Corsi d'acqua geograficamente lontani possono perciò essere correttamente confrontati tra loro solo per tratti aventi una tipologia ambientale analoga. Piuttosto che su criteri biologici tassonomici appare più ragionevole basarsi su un gruppo di parametri fisici e chimici che possono essere determinati universalmente e facilmente, con la consapevolezza che anche corsi d'acqua geograficamente molto distanti, ma aventi caratteristiche abiologiche molto simili, di solito avranno una struttura faunistica simile.

L'autore ritiene che un adeguato sistema di classificazione debba basarsi su un ampio set di criteri e propone almeno 13 parametri chimici, fisici e biologici.

1) *Ampiezza Media*

Esercita una notevole influenza sui popolamenti biologici; in generale corsi d'acqua molto stretti e fiumi molto ampi hanno entrambi popolamenti scarsi, mentre i popolamenti più abbondanti si riscontrano normalmente in habitat lotici tra i 5 e i 20 metri di ampiezza. L'ampiezza media dovrebbe essere calcolata tramite misurazioni effettuate durante i mesi dell'anno in cui il corso d'acqua non è sottoposto a periodi di piena.

2) *Durata del deflusso*

(*temporaneo o permanente*)

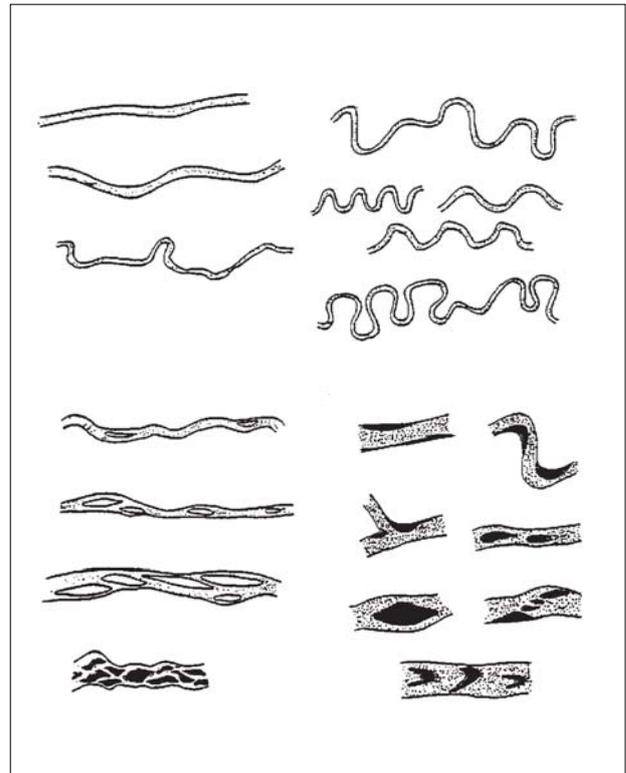
In regioni aride e semi aride molti ruscelli sono "temporanei" e non hanno acqua nel letto sabbioso, ad eccezione di alcune pozzanghere, per 1-11 mesi all'anno. Nei ruscelli temporanei, asciutti per molti mesi, sebbene compaia rapidamente un limitato periphyton, raramente c'è il tempo sufficiente per lo sviluppo di una fauna bentonica tipica. È quindi necessario specificare se il corso d'acqua è "temporaneo" o "permanente".

3) *Corrente*

La velocità media della corrente dovrebbe essere calcolata tramite misurazioni effettuate durante i 10 mesi più asciutti dell'anno. Idealmente la velocità della corrente dovrebbe essere misurata allo 0,6% di profondità dalla superficie, ma ciò risulta spesso impossibile in campo. È perciò sufficiente definire la corrente come "impercettibile" (più lente di 0,5 Km/h) "lenta" (0,5-2,5), "moderata" (2,5- 5), "veloce" (5-10), "torrenziale" (> 10 Km/h).

4) *Substrato*

È forse il singolo fattore di maggior significato



biologico. Molti studi hanno mostrato che il substrato ciottoloso è quello più densamente abitato nei torrenti probabilmente grazie alla presenza di molte nicchie e interstizi. Nei corsi d'acqua larghi, dove la corrente non è veloce, i substrati con melma organica fine e detriti grossolani hanno talora dense popolazioni. Sabbia e fondi di nuda roccia ospitano invece una fauna di fondo rarefatta.

Il substrato può essere distinto in "pietrisco" (particelle da 2,5 a 22,5 cm di diametro), "sabbia" (1/16-2 mm), "limo" (1/256-1/16 mm), "argilla" (<1/256 mm). I substrati argillosi comunque raramente sono mobili; più spesso sono compattati in "fondi duri" privi di interstizi di significato biologico. "Detriti organici grossolani" consistono soprattutto di pezzi di vegetazione alloctona morta superiore a 0,84 mm di diametro.

Un substrato lotico può essere caratterizzato dalla tipologia granulometrica dominante.

5) *Temperatura massima estiva*

Insieme al successivo, è un parametro importante come fattore limitante e approssimativamente separa una fauna di acqua caldo-temperata da una di acqua fredda.

6) *Temperatura minima invernale*

La maggioranza di habitat lotici in montagna e a latitudini sopra i 35° ha temperature minime invernali inferiori a 5 °C.

7) *Torbidità media*

La torbidità è quasi invariabilmente espressa come parti per milioni di terra di Fuller. Un valore medio potrebbe essere calcolato in quei 10 mesi durante i quali l'acqua è più chiara, scartando quindi i dati presi durante le piene primaverili poiché distorcerebbero la media. I range di torbidità sono: eccezionalmente chiara (meno di 10 ppm), chiara (10-50 ppm), leggermente torbida (50-100), torbida (100-500) e altamente torbida (più di 500 ppm).

8) *Salinità totale*

È un indice sommario, ma accettabile, della produttività e della biomassa. Corsi d'acqua con valori elevati sono biologicamente più produttivi. In generale la salinità aumenta procedendo dalla sorgente alla foce.

9) *Sostanza organica totale disciolta*

Le acque naturali contengono un ampio range di materiali organici disciolti i cui effetti diretti sul biota sono scarsamente conosciuti. Essi agiscono comunque come fonte di energia per i batteri, a loro volta importante risorsa alimentare per pascolatori e filtratori. Le abbondanti densità di Metazoi comunemente rinvenibili a valle della zona di recupero di corsi d'acqua inquinati sono presumibilmente il risultato della ricca popolazione batterica; in tali habitat i materiali organici disciolti possono perfino superare i 500 mg/l mentre i torrenti alpini ne contengono meno di 5 mg/l.

10) *Durezza*

A parità di altri fattori i corsi d'acqua con acqua dura hanno popolamenti bentonici più abbondanti. Acque aventi da 0 a 10 ppm di CO legata sono definite "leggere", da 10 a 40 ppm "medie", da 40 a 100 ppm "dure" e oltre i 100 ppm "molto dure".

11) *Ossigeno disciolto*

La stragrande maggioranza di habitat lotici sono sufficientemente turbolenti e poco profondi da impedire la stratificazione dell'ossigeno dalla superficie al fondo; la saturazione dell'ossigeno normalmente varia tra 95 e 105%. In corsi d'acqua lenti con una rigogliosa proliferazione di piante acquatiche sommerse essa può raggiungere o superare il 200% a mezzogiorno quando l'ossigeno proveniente dalla fotosintesi non è liberato

nell'atmosfera così velocemente come è prodotto. Indici di inquinamento "moderato" e "forte" sono comunemente considerate, rispettivamente, le saturazioni da 50 a 80% e da 10 a 50%; in caso di inquinamento "severo" la saturazione può scendere al di sotto del 10%.

Alcuni fiumi e ruscelli lenti, specialmente ai tropici, hanno sviluppi di piante acquatiche talmente densi da formare tappeti continui che annullano la turbolenza superficiale e ostacolano la penetrazione della luce e, quindi, la fotosintesi, conducendo a basse concentrazioni di ossigeno disciolto.

12) *Macrofite radicate*

Fornendo cibo e microhabitat, sostengono biomasse di invertebrati da 3 a 10 volte superiori a quelle di corsi d'acqua simili ma privi di vegetazione acquatica. Le macrofite sono quindi un elemento chiave per la classificazione tipologica di fiumi e ruscelli. Ruscelli freddi, acque torbide e situazioni fortemente inquinate raramente presentano una crescita vegetativa.

13) *Vegetazione riparia dominante*

Benché la biologia di fiumi ampi non sia probabilmente molto influenzata dalla vegetazione riparia, questa influenza notevolmente la fauna di ruscelli e torrenti fornendo agli insetti acquatici cibo e substrati per l'ovoposizione, acque più fresche (ombreggiamento) e più limpide (consolidamento delle sponde e ridotta erosione). Gli apporti annuali di foglie, arbusti decidui e alberi contribuisce in maniera significativa alla struttura trofica delle comunità macrobentoniche.

14) *pH*

L'utilizzo di questo parametro, per differenziare tipologie fluviali, è discutibile poiché in molti habitat lotici il pH varia notevolmente durante il giorno, specialmente se l'acqua è inquinata, ha un'alta attività fotosintetica, variazioni di temperatura o di portata; è invece piuttosto costante nei ruscelli sorgivi e montani.

L'Autore conclude affermando che l'insieme dei parametri proposti consente una efficace classificazione della grande maggioranza dei corsi d'acqua; per certi habitat lotici atipici, inquinati o no, piuttosto che complicare ulteriormente la classificazione introducendo molti criteri chimici addizionali e confusi, conviene trattare queste situazioni chimiche aberranti come problemi speciali.

S.L.

Regione del Veneto

Segreteria per le attività produttive del settore primario

Dipartimento Foreste

Centro sperimentale Valanghe e difesa idrogeologica di Arabba**Servizio forestale regionale di Belluno**

Corso:

**ASPETTI PROGETTUALI ED
ESECUTIVI NEI CANTIERI DI
INGEGNERIA NATURALISTICA**

Belluno

1^a e 2^a settimana di ottobre 1996**Contenuti**

Il corso si caratterizza per l'interazione stretta tra aula e campagna in una dimensione di full immersion dove viene privilegiato il rapporto continuo con la realtà operativa.

La durata del corso di 8 giorni distribuiti in due settimane viene suddivisa tra:

- relazioni a tema;
- illustrazione, con relativo sopralluogo, di lavori eseguiti in passato e di cantieri aperti;
- analisi di problematiche territoriali con esercitazioni progettuali.

Il 70% del corso è perciò dedicato interamente ad uscite sul territorio ed esercitazioni adeguatamente preparate e documentate.

Destinatari

Il corso è rivolto a tecnici impegnati nella progettazione e nella direzione lavori nel settore degli interventi di gestione territoriale ovvero:

- opere di difesa del suolo;
- opere di ripristino ambientale

con esperienza specifica nel campo dell'ingegneria naturalistica. Lo stage infatti non ha le caratteristiche di un corso di base, ma di un vero e proprio corso di specializzazione.

Ambito territoriale

Il corso si svolge in provincia di Belluno.

In particolare i cantieri in oggetto di analisi e studio sono realtà tipiche dell'ambiente montano delle Dolomiti bellunesi.

Trattasi di cantieri di sistemazione idraulico-forestale che comprendono lavori in alveo ed in versante.

Enti organizzatori

- Il *Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrogeologica di Arabba* è un servizio periferico del Dipartimento per le Foreste e l'Economia Montana che opera nel campo della tutela dell'ambiente montano regionale nelle sue diverse componenti fisiche e biologiche: la meteorologia alpina, le valanghe, l'erosione dei versanti, la regolazione dei corsi d'acqua.
- Il *Servizio Forestale Regionale di Belluno* è un servizio periferico del Dipartimento per le Foreste e l'Economia Montana che opera, all'interno del territorio provinciale, nei seguenti settori: difesa idrogeologica e miglioramenti fondiari, attività silvo-pastorali, antincendio, vincolo idrogeologico ed usi civici.

Segreteria organizzativa:

*Centro Sperimentale Valanghe
e Difesa Idrogeologica
Via Campolongo, 122
32030 Arabba (BL)
Tel. 0436/79227
Fax 0436/79319*

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

A.G.A.C.

Azienda Gas Acqua Consorziale Reggio Emilia

Convegno di formazione e aggiornamento professionale

CARATTERIZZAZIONE DELLA BIOMASSA IN IMPIANTI DI DEPURAZIONE A FANGHI ATTIVI

AGAC, Via Gastinelli 30, Reggio Emilia

11-15 Novembre 1996

Lunedì 11 novembre

- Rimozione biologica dei nutrienti: principali meccanismi, problemi e tecnologie
- Trattamenti innovativi per la depurazione di scarichi civili, industriali ed agrozootecnici
- Test di campo e di laboratorio utili per seguire il processo di depurazione biologica

Martedì 12 novembre

- Disfunzioni degli impianti a fanghi attivi: foaming, bulking, washout di solidi, effluente torbido, rising, pin point e ashing
- Analisi microscopica del fango attivo
- Guida al riconoscimento dei principali batteri filamentosi tramite l'ausilio del software Lisa-Micro

Mercoledì 13 novembre

- Esercitazioni: caratterizzazione del fiocco di fango e identificazione dei principali microrganismi filamentosi tramite osservazione microscopica e colorazioni

Giovedì 14 e Venerdì 15 novembre

- Esercitazioni: il corsista, attraverso l'utilizzo delle tecniche e delle informazioni apprese nelle giornate precedenti, dovrà analizzare situazioni verificatesi in impianti a fanghi attivi individuando la principale disfunzione e proponendo i possibili interventi correttivi

Finalità e contenuti del corso

Il corso intende offrire a coloro che a vario titolo operano nel campo della ricerca e della gestione degli impianti di depurazione a fanghi attivi un momento di approfondimento e di discussione attorno a temi estremamente attuali, quali ad esempio la rimozione dei nutrienti e le anomalie legate a cattiva sedimentabilità del fango.

Si tratta di problemi che possono essere affrontati non solo da specialisti, ma anche da tecnici addetti alla conduzione.

Si ritiene che tutti i partecipanti al corso possiedano le conoscenze di base riguardanti i parametri abituali di controllo del processo.

Gli aspetti teorici, con discussione delle diverse problematiche, sono intervallati da esercitazioni pratiche per la comprensione dei fenomeni e la ricerca delle possibili soluzioni.

Il corso si compone di 12 ore di lezione e 28 ore di esercitazioni per un totale di 40 ore di corso effettive.

Per informazioni:

AGAC
Segreteria Corso di formazione
Sig.ra Maura Davoli
Via Gastinelli, 30
42100 Reggio Emilia
Tel. 0522/297207 Fax 297542



CILEA

**Consorzio Interuniversitario Lombardo
per l'Elaborazione Automatica**

Seminari CILEA dedicati ad applicazioni dell'informatica negli enti locali

SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI
GESTIONE DEI BENI CULTURALI
ANALISI STATISTICA DI DATI A STRUTTURA SPAZIALE
IDRAULICA AMBIENTALE

Si terranno a Milano, nell'autunno 1996, i seguenti seminari sui S.I.T.:

23-25 ottobre

I GIS per la gestione dei beni culturali: georeferenza del bene e integrazione di documenti multimediali

Vengono analizzate le tematiche connesse alla gestione dell'archivio dei beni culturali, con riferimento a casi specifici di inventario e di precatalogazione già avviati.

Coordina la dr.ssa A. Della Ventura (ITIM-CNR, Milano) e il prof. L. Marescotti (Politecnico di Milano).

5-7 novembre

I dati per i SIT: fonti e acquisizione, tipologie, gestione e trattamento, nuove tecniche

Studia le caratteristiche dei diversi tipi di dati presenti nella pubblica amministrazione, i problemi d'acquisizione dalle diverse fonti (ISTAT, catasto, ecc.) e il loro utilizzo nei SIT.

Coordina il prof. M. Salvemini, docente di Urbanistica presso l'Università di Roma "La Sapienza".

6-8 novembre

Elaborazione di immagini digitali per la comunicazione

Rivolto in particolare ai Beni culturali.

Coordina il prof. C. Jacob dell'Università per Stranieri di Perugia.

3-5 dicembre (edizione riservata ai PMIP)

Analisi statistica di dati a struttura spazio-temporale

Illustra tecniche che trovano applicazione in tutti i campi interessati alla statistica di dati a struttura spaziale (ambiente, epidemiologia, ecc.).

Coordina il prof. V. Capasso dell'Università degli Studi di Milano.

11-13 dicembre

È in preparazione un seminario dedicato all'impiego della simulazione numerica nei problemi di *idraulica ambientale*, coordinato dal prof. M. Gallati dell'Università di Pavia.

**Informazioni:**

CILEA
Segreteria Tecnica

tel. 02 26922434

fax 02 2135520

e-mail: cileaset@cilea.it.



CENTRO
ITALIANO
STUDI DI
BIOLOGIA
AMBIENTALE

Dipartimento di
Scienze Ambientali
Ca' Foscari, Venezia

Il 1996 rappresenta una tappa importante nella storia del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale in quanto l'Associazione compie 10 anni.

Se finora l'attività del Centro Studi ha preso in considerazione prevalentemente temi legati alla qualità delle acque correnti ed all'impatto delle sorgenti puntiformi di inquinamento, oggi il CISBA manifesta grande interesse verso nuovi argomenti di discussione.

Ciò è determinato dalla necessità di dotarsi di strumenti adeguati a fronteggiare le problematiche ambientali emergenti, per ampliare quindi le capacità d'intervento dei biologi ambientali.

Il Seminario di Studi si prefigge pertanto di porre le basi per determinare il ruolo che la cultura biologico-naturalistica dovrà assumere nel prossimo decennio nella gestione ambientale.

Seminario di Studi

I BIOLOGI E L'AMBIENTE oltre il duemila

Venezia, Auditorium Santa Margherita

22-23 Novembre 1996

Venerdì 22 novembre

8.30 *Registrazione dei partecipanti*

9.30 *Apertura dei lavori*
Saluto delle Autorità

A dieci anni dal primo Seminario CISBA

P. Manzini - Presidente CISBA, Reggio Emilia

10.00 - SESSIONE I

**RUOLO DELLA CULTURA BIOLOGICO-NATURALISTICA
NELLA GESTIONE DELL'AMBIENTE**

Presiede: **P. Manzini** - Presidente CIBA

Ecologia degli ambienti acquatici

P.F. Ghetti - Dipartimento Scienze Ambientali
Università Ca' Foscari, Venezia

Ecologia del paesaggio: principi, metodi ed applicazioni

A. Farina - Museo della Lunigiana, Aulla (MS)

Ecologia dell'ambiente urbano

V. Bettini - Istituto Universitario di Architettura, Venezia

13.00 *Pausa pranzo*

14.00 - SESSIONE POSTER

I BIOLOGI E L'AMBIENTE: DIECI ANNI DI ESPERIENZE
Esposizione poster

15.00 - SESSIONE II

QUALITÀ DELLE ACQUE E DEGLI AMBIENTI ACQUATICI
Presiede: **O. Ravera** - Dip. Scienze Ambientali, Venezia

La "qualità ecologica delle acque" per la gestione delle risorse idriche

R. Pagnotta - IRSA-CNR, Roma

La qualità biologico-ecologica dei fiumi alle soglie del 2000

R. Spaggiari - Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente, Reggio Emilia

Ingegneria naturalistica fluviale: strumento per la gestione idraulico-naturalistica o cosmesi ambientale?

G. Sansoni - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, Massa-Carrara

Problematiche ambientali nei laghi italiani: esempi di studi integrati**R. De Bernardi** - CNR, Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza**Problematiche di conservazione della ittiofauna indigena****S. Zerunian** - Parco del Circeo, Sabaudia**G. Gandolfi** - Dip. di Biologia, Università di Parma**Gli interventi di recupero morfologico ed ambientale della laguna Veneta****A.G. Bernstein** - Consorzio Venezia Nuova, VE**Prospettive di studio e tutela degli ambienti costieri****A. Occhipinti** - Dip. di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Milano

18.30 - SESSIONE POSTER

PRESENTAZIONE E DISCUSSIONE POSTER**R. Azzoni** - Presidio Multizonale di Igiene e Prevenzione, Milano**Sabato 23 novembre**

9.00 - SESSIONE III

ANALISI DELLE COMPONENTI DEL PAESAGGIOPresiede: **A. Zitelli** - Istituto Universitario di Architettura, Venezia**La conservazione del patrimonio naturale nella gestione dei parchi****F. Zanichelli** - Parco del Taro, Collecchio (PR)**Uso sostenibile del suolo negli agroecosistemi ed applicazioni di ingegneria genetica****M.G. Paoletti** - Dipartimento di Biologia, Università di Padova**Agricoltura e generazione dei carichi diffusi****C. Giupponi** - Dip. Agronomia Ambientale e Produzione Vegetale, Università di Padova**Cave, discariche e aree dismesse: problematiche ambientali e prospettive di recupero****R. Groppali** - Istituto di Entomologia, Università di Pavia

11.00 - SESSIONE IV

QUALITÀ DELL'AMBIENTE URBANOPresiede: **G. Zanello** - Dipartimento di Scienze Ambientali, Venezia**Qualità dell'aria in ambiente urbano e qualità della vita****G. Gilli** - Dip. di Igiene e Medicina di Comunità, Università di Torino**Il verde urbano e qualità dell'ambiente****G. Lorenzini** - Dip. di Coltivazione e Difesa delle

Specie Legnose, sez. di Patologia Vegetale, Univ. di Pisa

Avifauna urbana: un problema?**N.E. Baldaccini** - Dip. Scienze del Comportamento Animale e dell'Uomo, Università di Pisa**Note di entomologia urbana****G. Domenichini** - Istituto di Entomologia Agraria, Università Cattolica di Piacenza**Biologia e controllo di mammiferi roditori in ambiente urbano****L. Santini** - Dip. di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose, sez. di Entomologia Agraria, Università di Pisa

13.30 DISCUSSIONE E CHIUSURA

Sede del Seminario:Auditorium S. Margherita
Campo S. Margherita, Dorsoduro 3688/A
Tel. 041/5212765; Fax 041/5212770**Quota di partecipazione:**£ 150.000 comprensivodegli atti (£ 100.000 per i Soci CISBA). Il versamento dovrà essere effettuato sul C/C postale n° 10833424 intestato a CISBA, Reggio Emilia. La Segreteria provvederà a rilasciare regolare ricevuta di versamento. *La ricevuta del versamento postale dovrà essere obbligatoriamente presentata al momento della registrazione.***Poster:**

Dimensione massima cm 100 di altezza e cm 70 di larghezza. I riassunti degli elaborati dovranno pervenire alla Segreteria entro il 15 ottobre 1996 per permettere la stampa dell'Abstract Book. Ulteriori dettagli possono essere richiesti alla Segreteria.

Pubblicazione degli Atti:

Il Comitato Scientifico si riserva di accettare i lavori per l'inserimento negli atti, dopo verifica del testo definitivo.

Segreteria:**Dr. Spaggiari Roberto** - CISBA
Via Amendola, 2
42100 Reggio Emilia

Tel. 0522/295460 Fax 295446



**GRUPPO SCIENTIFICO ITALIANO
STUDIE RICERCHE**

Giornata di studio

**QUALITÀ DELL'ACQUA: APPROCCIO
CHIMICO ED ECOTOSSICOLOGICO**
**Nuovi strumenti previsionali in funzione
dei diversi usi della risorsa idrica**

Sala Congressi C.N.R. - via Ampère, 56

Milano, 24 ottobre 1996

La Giornata di studio approfondisce gli aspetti normativi in merito alla qualità dell'acqua con particolare attenzione all'adeguamento alla normativa europea, e propone il ruolo dell'ecotossicologia come potenziale strumento per l'attuazione di una politica di salvaguardia ambientale.

Ampio spazio è lasciato alla discussione ed all'analisi di problematiche specifiche proposte dagli stessi partecipanti nell'ambito di un confronto con le Autorità istituzionali di riferimento.



Informazioni:

*Gruppo Scientifico Italiano Studi e Ricerche
viale Lombardia, 8
20131 Milano
tel. 02 266.53.30 fax 02 236.35.37*

PROVINCIA DI PERUGIA**Corso di specializzazione****CONTROLLO DI PROCESSO E
MODELLI MATEMATICI NELLA
GESTIONE DEGLI IMPIANTI A
FANGHI ATTIVI****Perugia, 4-8 Novembre 1996**

Il corso si propone di presentare agli operatori del settore un quadro delle principali strategie di intervento atte ad affrontare i problemi più comuni riscontrati nella conduzione degli impianti a fanghi attivi utilizzando quale supporto teorico modelli matematici a diverso grado di complessità. Il programma riserva particolare attenzione alle rilevazioni respirometriche ed alle loro potenzialità applicative nella determinazione della frazione attiva della biomassa, dei parametri cinetici e del grado di tossicità; prende in esame, inoltre, le principali strategie per il controllo dei fenomeni di bulking e di foaming.

**Informazioni:**

*Ida Basile
Provincia di Perugia, Centro Studi
Strada S.Sisto-Settevalli, 50
06126 Perugia
tel. 075 5747501
fax 075 5747-503/606*

Provincia di Pesaro
Assessorato all'Ambiente

Azienda U.S.L. 1 Pesaro
Servizio Multizonale di Sanità Pubblica

Provveditorato agli Studi di Pesaro

Giornata di studio

BIOMONITORAGGIO DEI FIUMI: UN INCONTRO TRA RICERCA E DIDATTICA

Sala del Consiglio Provinciale di Pesaro

8 novembre 1996

Segreteria scientifica ed organizzativa:



Dr. Paolo Giacchini
Centro di Educazione Ambientale, Provincia di Pesaro
Via Nanterre
Tel. 0721/453773; Fax 0721/359295

Dr. Claudio Pizzagalli
Servizio Multizonale di Sanità Pubblica
Azienda USL 1, Pesaro, Via Barsanti 10
Tel. 0721/364038; Fax 0721/364114

Dr.ssa Alessandra Gaudiano
Via Bruscolini 41
Tel. 0721/559992

Dr. Daniele Farina
Via Marco Polo 9, Pesaro
Tel. 0721/68566; Fax 0721/68566