

Primi risultati sull'uso degli organismi stigobi come indicatori della qualità ambientale



DI FABIO STOCH (INAC)

INTRODUZIONE

I metodi di valutazione della qualità biologica delle acque superficiali sono noti da tempo e da quasi un ventennio vengono impiegati correntemente per la valutazione del grado di inquinamento dei corsi d'acqua di superficie. Sono noti i vantaggi di questi metodi, basati sullo studio dei macroinvertebrati bentonici (organismi di fondo di dimensioni superiori al mm), rispetto ai metodi chimici e microbiologici. Gli organismi acquatici infatti, essendo sensibili al tasso di inquinamento e vivendo con continuità nell'ambiente acquatico, registrano le variazioni di qualità delle acque con notevole precisione, e possono essere utilizzati con successo anche laddove le analisi chimiche non forniscono risultati adeguati (ad esempio nel caso di inquinamenti intermittenti o episodici). L'uso di bioindicatori nello studio della qualità delle acque sotterranee è più complesso, per una serie di problematiche di non facile soluzione:

- 1) bassa diversità specifica, che richiede una identificazione degli organismi a livello di specie e non di genere o famiglia, come accade nelle acque di superficie;
- 2) scarso numero di specie macrobentoniche (mancando quasi totalmente gli insetti), che obbliga a considerare nello studio anche il meiobentos (insieme di organismi di dimensioni comprese tra 0,1 e 1 mm);
- 3) necessità di tecniche specialistiche per il campionamento, lo studio e l'identificazione degli esemplari, spesso laboriose e basate solamente sulla letteratura specializzata;
- 4) scarsa conoscenza della tassonomia e biogeografia delle specie delle acque sotterranee italiane, dove vengono scoperte specie nuove per la scienza o per l'Italia con una certa frequenza;
- 5) elevata tendenza all'endemizzazione delle specie stigobie (esclusive cioè dell'ambiente sotterraneo), che tendono pertanto ad essere diverse in ogni singolo massiccio carsico.

Nonostante questi problemi di carattere tecnico, gli studi sinora realizzati in Francia, Olanda e Stati Uniti hanno dimostrato l'efficacia di tale metodologia nella sorveglianza ecologica delle falde acquifere, e sono state sviluppate tecniche adeguate per le acque interstiziali. Per le acque carsiche il problema del campionamento è più complesso, e le

tecniche sono tuttora in corso di perfezionamento. Tuttavia, non risulta che in Italia, ad eccezione del presente studio e di alcune cavità studiate in Friuli-Venezia Giulia dallo scrivente, tali tecniche siano mai state applicate alle acque carsiche di grotta; solo per quanto attiene le sorgenti, che ospitano un discreto popolamento macrobentonico di superficie, alcuni metodi biologici sono stati applicati in via sperimentale (ad esempio in provincia di Genova), ma effettuando campionamenti per lo più di fauna esterna. Nella presente indagine, dopo il necessario approfondimento delle conoscenze tassonomiche e faunistiche relative ai crostacei - il gruppo maggiormente rappresentato nelle acque carsiche sotterranee - è stata verificata la possibilità di applicare metodi biologici in cinque risorgive del Veneto. Scopo del lavoro è operare una taratura dei metodi alla realtà territoriale delle grotte del Veneto e verificare se, con tali metodiche, sia possibile fornire un contributo alla quantificazione dello "stato di salute" degli ambienti esaminati.



Fig. 1 - Il Landron. Prelievo di meiofauna con retino da plancton.

STAZIONI E METODI DI INDAGINE

Sono state prese in esame per il seguente studio cinque risorgive dei Monti Lessini e precisamente:

- Grotta C del Ponte di Veja (466 V VR), Veja, com. S. Anna d'Alfaedo, prov. Verona;
- Grotta Regosse (161 V VR), Regosse, com. Roverè Veronese, prov. Verona;
- Buso della Spurga (11 V VR), Rio Camparso, com. di Dolcè, prov. Verona;
- Buso della Rana (40 V VI), Maddalena, com. Monte di Malo, prov. Vicenza;
- Grotta della Poscola (136 V VI), Priabona, com. Monte di Malo, prov. Vicenza.

Le risorgive indagate sono state campionate nel corso degli anni 1992/96 con le seguenti modalità:

1) raccolte a vista: gli organismi macrobentonici di maggiori dimensioni (isopodi e anfi-

- podì) sono stati raccolti mediante caccia a vista;
- 2) raccolte mediante retino immanicato: i prelievi di meiobentos sono stati effettuati mediante retino immanicato (vuoto di maglia 100 μ) applicando le seguenti metodiche differenziate nei diversi microambienti:
- 2a) corsi d'acqua sotterranei: posizionando il retino controcorrente e rimuovendo il detrito a monte della bocca per lunghi tratti;
- 2b) laghetti, sifoni e pools dei ruscelli ipogei: mediante lo stesso strumento sono state effettuate retinate nei tratti ad acque ferme o debolmente correnti smuovendo il detrito;
- 2c) rivoli d'acqua di minori dimensioni e pozzette: i prelievi sono stati effettuati mediante una pompetta aspirante manuale.

I campioni raccolti sono stati immediatamente fissati in formaldeide al 5% e trasportati successivamente in laboratorio. Ogni campione è stato sottoposto a sorting al microscopio binoculare (20 x) per la rimozione degli organismi dal detrito. Il materiale smistato è stato fissato in alcol 70° o formaldeide 5% a seconda dei gruppi tassonomici, successivamente selezionato e in parte montato su vetrino da microscopia. Tutti i crostacei, costituenti oltre il 90% degli individui raccolti, sono stati identificati a livello di specie.

RISULTATI DELLE INDAGINI

I risultati delle raccolte effettuate nelle varie campagne di indagine a scopo faunistico sono esposti in Tab. I. Nella tabella viene riportato l'elenco delle specie di crostacei rinvenute nelle cavità indagate, aggiornato secondo la nomenclatura più recente, e le classi di abbondanza nelle stazioni indagate. Sono state complessivamente raccolte 28 specie, tra cui prevalgono i copepodi (23 specie), appartenenti al meiobentos. Le 28 specie reperite possono essere suddivise nei tre seguenti gruppi ecologici:

- 1) specie stigobie (o stigobionti), cioè esclusive di acque sotterranee; comprendono specie in genere molto sensibili alle alterazioni ambientali, molte delle quali endemiche, o addirittura nuove per la scienza (indicate come n. sp.) ed in attesa di essere descritte; sono tutte rare e vulnerabili;
- 2) specie stigofile: frequentano l'ambiente sotterraneo, ove possono riprodursi talora con regolarità; essendo a più ampia valenza ecologica, sono generalmente meno sensibili alle alterazioni ambientali;
- 3) specie stigossene: ritenute solo occasionalmente presenti negli ambienti di acque sotterranee; tuttavia, e questo è un dato del tutto nuovo emerso dalla presente ricerca, in condizioni di eutrofizzazione queste specie di superficie possono colonizzare le acque carsiche sotterranee e riprodursi, comportandosi da stigofile.

In base alle specie tabulate, per ogni cavità è stata calcolato il rapporto percentuale tra specie stigobie e specie totali (stigobie+stigofile+stigossene); tanto più elevato è questo rapporto, tanto più l'ambiente deve essere esente da forme di inquinamento cui le specie stigobie sono sensibili. I valori ricavati sono riportati in calce alla tabella. In base a tale valore ed alla struttura complessiva del popolamento, le stazioni di campionamento sono state attribuite alle seguenti classi di qualità:

	Categoria ecologica	Grotta C del Ponte di Veja (466 V VR)	Grotta Regosse (161 V VR)	Buso della Spurga (11 V VR)	Buso della Rana (40 V VR)	Grotta della Poscola (136 V VR)
Anomopoda						
<i>Chydorus sphaericus</i>	sg			+		
Copepoda						
<i>Bryocamptus (Limocamptus) echinatus</i> s.l.	sf		+	+		
<i>Bryocamptus (Limocamptus) hoferi</i>	sf		+		++	+
<i>Bryocamptus (Rheocamptus) tatrensis</i>	sf				+	
<i>Lessinocamptus insoletus</i>	sb				+	
<i>Lessinocamptus pivai</i>	sb					
<i>Echinocamptus pilosus</i>	sf	+				
<i>Elaphoidella pseudophreatica</i>	sb				+++	
<i>Elaphoidella</i> n. sp.	sb				+	+
<i>Moraria</i> n. sp.	sb				+	
<i>Moraria varica</i>	sf				+	
<i>Nitocrella psammophila</i>	sb				++	+++
<i>Parastenocaris ranae</i>	sb				+	
<i>Diacyclops lubbocki</i>	sf			+++		
<i>Diacyclops bisetosus</i>	sg			+++		+
<i>Diacyclops italianus</i>	sb				++	+
<i>Diacyclops</i> sp. gruppo <i>languidoides</i>	sb	+		+		
<i>Eucyclops serrulatus</i>	sg	+		+	+	
<i>Megacyclops viridis</i>	sg			++		
<i>Paracyclops fimbriatus</i> s.l.	sf	+	++	++	++	
<i>Speocyclops infernus</i>	sb		+		++	+
<i>Tropocyclops prasinus</i>	sg			++		
Ostracoda						
<i>Ostracoda</i> gen. sp.	sb		+		+	
<i>Sphaeromicola</i> sp.	sb				+	+
Isopoda						
<i>Monolistra (Typhlosphaeroma) berica</i>	sb		+		++	+
Amphipoda						
<i>Gammarus balcanicus</i>	sg				++	
<i>Niphargus</i> cf. <i>costozzae</i>	sb				+++	+
<i>Niphargus tamaninii</i>	sb	+	+++			
stigobi/specie totali (%)		40	43	0	67	78

Legenda

+ = presente; ++ = comune; +++ = abbondante;
sb = stigobia; sf = stigofila; sg = stigossena

Tab. 1 - Struttura del popolamento a crostacei delle stazioni campionate.

Classe I - Ambiente non inquinato in modo sensibile: la composizione del popolamento a crostacei delle acque sotterranee non consente di verificare un sensibile tasso di inquinamento; si può pertanto ritenere che l'ambiente, che ospita una fauna diversificata e ricca di elementi stigobi, sia in buone condizioni di naturalità; il giudizio è pertanto positivo, ed il sito necessita di essere adeguatamente protetto in relazione all'interesse della sua fauna.

Classe II - Ambiente sensibilmente inquinato: la struttura del popolamento presenta qualche anomalia rispetto alla situazione precedente; il giudizio è dubbio, cioè non consente con precisione di identificare la causa dell'anomalia, ma suggerisce che vi sia una alterazione ambientale in atto.

Classe III - Ambiente nettamente inquinato: la struttura del popolamento è fortemente alterata, e lascia presupporre un intenso inquinamento in atto; il giudizio è pertanto negativo.

Il termine "inquinamento", come per gli indici biotici delle acque di superficie, è inteso qui nel suo senso più ampio, cioè come alterazione ambientale dovuta a cause presumibilmente antropiche. Poiché si possono fornire anche giudizi su situazioni intermedie tra le classi (es. classe II-III, o III-II) è possibile disporre di un ampio range di valori per fornire un giudizio articolato. È in fase di sperimentazione un protocollo più preciso, per il quale tuttavia necessitano numerosi campionamenti ed analisi complementari (chimiche e microbiologiche) per una opportuna taratura del metodo. In assenza di tali dati, il giudizio sinora espresso non è stato ricavato matematicamente in base al valore dell'indice, ma discusso in base all'esperienza, che permette di valutare se vi siano altre "anomalie" ambientali (ad esempio precedenti piene, oligotrofia marcata, breve distanza dall'inghiottitoio e pertanto assenza di un popolamento stigobio dovuto a cause naturali) o problemi di campionamento che possano aver influito sul risultato. Si tratta pertanto di un giudizio pesato, come del resto dovrebbe avvenire in tutti gli studi che si basano su bioindicatori. Vengono qui di seguito brevemente discussi i valori di qualità attribuiti alle cavità indagate.

Grotta C del Ponte di Veja (117 V VR): la cavità nel periodo di prelievo sembrava interessata da periodici inquinamenti, poiché presentava spesso acqua torbida e maleodorante. Si trattava pertanto presumibilmente di un inquinamento intermittente, di difficile valutazione con metodiche chimiche. Il popolamento animale, pur contenendo qualche specie stigobia, si presenta molto povero. Si tratta presumibilmente di una comunità condizionata da uno stress ambientale che fa propendere il giudizio per un ambiente sensibilmente inquinato (classe II). Va ricordato che la grotta (inserita nei siti meritevoli di tutela del BioItaly) si trova in un'area di parco naturale di gran pregio (area del Ponte di Veja), ove tuttavia, nel periodo di prelievo, si è spesso osservato che le piccole sorgenti carsiche convogliano acqua torbida e maleodorante e si assiste ad una elevata pressione antropica con conseguente alterazione ambientale. Va comunque sottolineato come la fonte inquinante che occasionalmente interessa la risorgiva non vada ricercata a livello locale, trattandosi di un inquinamento troppo intenso, ma nelle aree a monte dove vengono assorbite le acque superficiali.

Grotta Regosse (161 V VR): piccola risorgiva, in letteratura di notevole interesse faunistico, ma allo stato attuale delle ricerche presentante una comunità costituita in prevalenza da specie banali o, se stigobie, presenti in numero elevatissimo ed anomalo. Questa comunità testimonia un processo di eutrofizzazione accentuato, dovuto ad un inquinamento organico. Il giudizio non può che essere negativo (classe II-III).

Buso della Spurga (11 V VR): anche questa cavità è citata in letteratura per l'interesse della sua fauna troglobia e stigobia. I prelievi effettuati (all'epoca la cavità era agibile) hanno rilevato un gravissimo stato di compromissione della comunità animale; sono risultati del tutto assenti gli elementi stigobi, mentre si assiste ad una elevatissima presenza di specie stigossene, che traggono giovamento da situazioni di inquinamento organico. La comunità instaurata nel sifone campionato era pertanto del tutto paragonabile a quella di uno stagno eutrofizzato di superficie. Si tratta dunque di una cavità fortemente compromessa dall'inquinamento, in cui l'originale struttura della comunità animale è completamente modificata. Le acque della grotta possono venir attribuite alla classe III e giudicate come fortemente inquinate. L'elevato grado di compromissione del sito, inserito in un ambiente selvaggio di rara bellezza, richiede urgenti misure di intervento per il suo risanamento.

Buso della Rana (40 V VI): i dati faunistici relativi a questo imponente sistema carsico, rivelano una diversità specifica ed una abbondanza davvero notevoli; l'elevata presenza di taxa stigobi, cioè esclusivi di acque sotterranee, depone a favore di un notevole grado di integrità delle comunità biologiche del reticolo carsico nel suo complesso. Tuttavia l'elevato numero di individui riscontrati nel torrente principale depone a favore di una lieve eutrofizzazione. Ne emerge pertanto un quadro che denota la presenza di acque lievemente inquinate nell'ambito di un reticolo carsico complesso, in cui sono presenti acque di provenienza diversa ed esenti da inquinamento. Le acque della cavità possono pertanto venir complessivamente attribuite alla classe II. L'importanza della cavità (inserita nell'elenco del BioItaly) e la ricchezza della sua fauna depongono a favore di uno studio di monitoraggio periodico, volto a verificare il reale numero di specie presenti - presumibilmente ancora sottostimato in relazione alla complessità del sistema carsico - e le adeguate misure di tutela.

Grotta della Poscola (136 V VI): la cavità è senz'altro più povera di fauna della precedente, ma ciò sembra dovuto a motivi di ordine naturale, data l'elevata incidenza delle specie stigobie, peraltro abbondanti. La situazione sembra pertanto migliore di quella del Buso della Rana, per quanto lo studio della struttura della comunità animale non possa far escludere un certo grado di alterazione. Ci troviamo pertanto in presenza di una situazione intermedia tra la I e la II classe.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le cavità indagate, pur in numero limitato e in un'area ristretta (Monti Lessini veronesi e vicentini) denotano una marcata compromissione delle acque carsiche sotterra-

nee ed un generale stato di degrado anche per le grotte localizzate in siti protetti o di elevato valore naturalistico e ricreativo. Il grado di compromissione è ben testimoniato dalle comunità animali insediate, che rivelano una alterazione degli equilibri ecologici che in qualche caso è giunta alla totale sostituzione delle comunità naturali, ricche in specie stigobie, con popolamenti costituiti in buona parte da specie euriecie, stigofile o stigossene. Questo fatto è degno della massima considerazione, poiché è noto che gli organismi bentonici hanno in primo luogo la funzione di riciclo della sostanza organica e pertanto concorrono all'autodepurazione delle acque: una comunità animale integra provvederà a depurare l'acqua in modo efficiente, una comunità alterata effettuerà questa funzione in modo parziale ed inadeguato. In tre delle cinque cavità il tasso di inquinamento ha superato il "livello di guardia" della II classe, ma anche le restanti due risorgive non sono probabilmente esenti da problemi; tutte le cavità esaminate richiedono pertanto urgenti misure di tutela e risanamento. A conclusione del lavoro va rimarcato come i metodi biologici impiegati si siano dimostrati pienamente efficienti nel diagnosticare lo stato di degrado dell'ambiente, unendo a tale proprietà quella di poter quantificare anche il valore naturalistico del sito, in relazione alla presenza di specie rare, endemiche o vulnerabili, e pertanto suggerendo le aree dove è opportuno intervenire in via prioritaria non solo per un miglioramento della qualità biologica delle acque ad uso umano, ma anche in relazione alla conservazione della fauna. La programmata estensione dell'indagine ad un numero elevato di cavità che includa altri massicci carsici del Veneto potrà fornire uno strumento conoscitivo adeguato per stabilire quelle misure gestionali delle acque che non possono più essere dilazionate.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare in primo luogo Vladimiro Toniello, che ha incoraggiato e supportato in ogni modo la stesura del lavoro. L'indispensabile raccolta dei dati faunistici, che è alla base delle analisi esposte nel presente contributo, è stata resa possibile grazie all'aiuto prestato nel corso delle esplorazioni dagli amici Fulvio Gasparo, Gianfranco Caoduro ed Erminio Piva; a tutti loro il mio sentito ringraziamento.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- BODON M., GAITER S., 1995. Nuovi criteri di valutazione, basati sulla componente biologica, per le captazioni di acque destinate al consumo umano. *Biologia Ambientale*, 1(1995): 5-17.
- CAODURO G., OSELLA G., RUFFO S., 1994. La fauna cavernicola della Regione Veronese. *Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona, ser. II*, 11: 1-144.
- GIBERT J., DANIELOPOL D.L., STANFORD J.A., 1994. *Groundwater ecology*. Academic Press, 571 pp.
- STOCH F., 1992. Indagini faunistiche sulle acque sotterranee della Val Torre (Italia nordorientale). *Gortania, Atti Mus. Friul. Storia Nat.*, 14: 167-183.
- STOCH F., 1997. La fauna delle acque carsiche sotterranee delle Valli del Natisone. *Mem. Ist. It. Spel.*, s. II, 9: 73-84.
- STOCH F., DOLCE S., 1994. Progetto Timavo: risultati delle indagini sulla fauna delle acque sotterranee. *Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan"*, Trieste, 31: 59-71.

nee ed un generale stato di degrado anche per le grotte localizzate in siti protetti o di elevato valore naturalistico e ricreativo. Il grado di compromissione è ben testimoniato dalle comunità animali insediate, che rivelano una alterazione degli equilibri ecologici che in qualche caso è giunta alla totale sostituzione delle comunità naturali, ricche in specie stigobie, con popolamenti costituiti in buona parte da specie euriecie, stigofile o stigossene. Questo fatto è degno della massima considerazione, poiché è noto che gli organismi bentonici hanno in primo luogo la funzione di riciclo della sostanza organica e pertanto concorrono all'autodepurazione delle acque: una comunità animale integra provvederà a depurare l'acqua in modo efficiente, una comunità alterata effettuerà questa funzione in modo parziale ed inadeguato. In tre delle cinque cavità il tasso di inquinamento ha superato il "livello di guardia" della II classe, ma anche le restanti due risorgive non sono probabilmente esenti da problemi; tutte le cavità esaminate richiedono pertanto urgenti misure di tutela e risanamento. A conclusione del lavoro va rimarcato come i metodi biologici impiegati si siano dimostrati pienamente efficienti nel diagnosticare lo stato di degrado dell'ambiente, unendo a tale proprietà quella di poter quantificare anche il valore naturalistico del sito, in relazione alla presenza di specie rare, endemiche o vulnerabili, e pertanto suggerendo le aree dove è opportuno intervenire in via prioritaria non solo per un miglioramento della qualità biologica delle acque ad uso umano, ma anche in relazione alla conservazione della fauna. La programmata estensione dell'indagine ad un numero elevato di cavità che includa altri massicci carsici del Veneto potrà fornire uno strumento conoscitivo adeguato per stabilire quelle misure gestionali delle acque che non possono più essere dilazionate.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare in primo luogo Vladimiro Toniello, che ha incoraggiato e supportato in ogni modo la stesura del lavoro. L'indispensabile raccolta dei dati faunistici, che è alla base delle analisi esposte nel presente contributo, è stata resa possibile grazie all'aiuto prestato nel corso delle esplorazioni dagli amici Fulvio Gasparo, Gianfranco Caoduro ed Erminio Piva; a tutti loro il mio sentito ringraziamento.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- BODON M., GAITER S., 1995. Nuovi criteri di valutazione, basati sulla componente biologica, per le captazioni di acque destinate al consumo umano. *Biologia Ambientale*, 1(1995): 5-17.
- CAODURO G., OSELLA G., RUFFO S., 1994. La fauna cavernicola della Regione Veronese. *Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona, ser. II, 11: 1-144.*
- GIBERT J., DANIELOPOL D.L., STANFORD J.A., 1994. *Groundwater ecology. Academic Press, 571 pp.*
- STOCH F., 1992. Indagini faunistiche sulle acque sotterranee della Val Torre (Italia nordorientale). *Gortania, Atti Mus. Friul. Storia Nat.*, 14: 167-183.
- STOCH F., 1997. La fauna delle acque carsiche sotterranee delle Valli del Natisone. *Mem. Ist. It. Spel.*, s. II, 9: 73-84.
- STOCH F., DOLCE S., 1994. Progetto Timavo: risultati delle indagini sulla fauna delle acque sotterranee. *Atti Mem. Comm. Grotte "E. Boegan", Trieste*, 31: 59-71.