

NEW SERIES

ISSN 1125-6338

Quaderni ETP

Vol. 31/2002

Journal of Freshwater Biology

Atti del Convegno di Sacile: **LA LIVENZA**

Una inestimabile risorsa ambientale



ENTE TUTELA PESCA

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

LABORATORIO REGIONALE
DI IDROBIOLOGIA
"Paolo Solimbergo"

Sacile - 30 Novembre 2002

CITTÀ DI SACILE
Assessorato all'Ambiente

QUADERNI dell'ENTE TUTELA PESCA

Journal of Freshwater Biology - ISSN 1125-6338

N° 31/2002 NEW SERIES

Catalogato/Riassunto sulla base dati ASFA
(Aquatic Sciences Fisheries Abstracts)

Supplemento a NOTIZIARIO ETP
Autorizzazione del Tribunale di Udine,
n° 335 del 31 maggio 1974

Amministrazione

ENTE TUTELA PESCA
del Friuli Venezia Giulia
via Colugna, 3 - 33100 UDINE
Tel. (0432) 551211 - Fax (0432) 482474
e-mail: etp@regione.fvg.it
www.entetutelapesca.it

Direzione e Redazione

Laboratorio Regionale di Idrobiologia
"Paolo Solimbergo" - Ariis di Rivignano (UD)

Direttore Responsabile

Attilio VUGA

Editorial Board

Giuseppe CESCIA
Giancarlo FAVA
Mario SPECCHI

Diritti riservati.

Per riproduzioni, anche parziali, chiedere autorizzazione
a questo Ente e citare le fonti.

REFEREE BOARD

ALESSIO Gianluigi	PARMA - ITALY
BERREBI Patrick	MONTPELLIER - FRANCE
FERRI Mauro	MODENA - ITALY
FORNERIS Gilberto	TORINO - ITALY
FRANZOI Piero	VENEZIA - ITALY
FREYHOF Jörg	BONN - GERMANY
GANDOLFI Gilberto	PARMA - ITALY
GIBERTINI Giancarlo	ROMA - ITALY
MAIO Giuseppe	VICENZA - ITALY
McCARTHY Kieran	GALWAY - IRELAND
MEARELLI Mario	PERUGIA - ITALY
MOJETTA Angelo	MILANO - ITALY
PATZNER A. Robert	SALZBURG - AUSTRIA
PENÁZ Milan	BRNO - CZECH REPUBLIC
PONTALTI Bernardo	TRENTO - ITALY
POVZ Meta	LJUBLJANA - SLOVENIA
VITTORI Alvis	TRENTO - ITALY



ENTE TUTELA PESCA

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA

Uno dei compiti istituzionali dell'Ente Tutela Pesca della Regione Friuli Venezia Giulia è quello di promuovere iniziative atte ad assicurare la tutela delle acque pubbliche interne promuovendo ricerche ed indagini.

Dalla sua istituzione, avvenuta nel 1971, sono stati compiuti molti sforzi per lo studio, il monitoraggio e la divulgazione scientifica riguardante lo stato dei comportamenti ambientali al fine di sensibilizzare l'opinione pubblica sulla salvaguardia della natura.

Particolare attenzione è stata rivolta agli ecosistemi acquatici perché ricettori, diretti o indiretti, di un gran numero di composti tossici e, naturalmente, gli effetti che tale degrado ha sulle popolazioni ittiche.

Le indagini compiute sul Fiume Livenza, ed i suoi principali affluenti, sono la prosecuzione di un progetto che ha interessato le acque della bassa provincia di Pordenone, iniziate nel 2000 con il Sanvitese e proseguite nel 2001 nel Pordenonese.

Il Livenza è stato ciclicamente oggetto di studi promossi dall'Ente Tutela Pesca e pubblicati sulla rivista scientifica "Quaderni ETP", il primo dei quali risale al 1987 seguito poi dalla raccolta degli atti del convegno tenutosi il 25 maggio 1991.

Per la sua importanza idrobiologica, fin dalla metà degli anni '90, il corso d'acqua è stato compreso fra quelli idonei alla reintroduzione della trota marmorata, importante specie ittica che l'Ente Tutela Pesca, in collaborazione con le principali istituzioni universitarie, ha salvato dalla sicura estinzione e scomparsa dalle acque regionali che, fino a qualche decennio fa, abbondavano di questo splendido salmonide.

Nel sottolineare l'importanza scientifica degli argomenti trattati, questa pubblicazione bene s'inquadra nel contesto sopra esposto rappresentando pure una tappa fondamentale per la sensibilizzazione dell'opinione pubblica, degli amministratori e soprattutto degli "utenti" delle acque interne, i pescatori sportivi, sui problemi della tutela e della conservazione dell'ambiente.

Un particolare ringraziamento va al professor Mario Specchi, da anni apprezzato collaboratore dell'Ente Tutela Pesca, per aver contribuito in maniera significativa alla realizzazione della pubblicazione.

Ezio Fain

Presidente dell'Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia

Contenuti

- pag. 1* Introduzione
POLDINI L.
- pag. 3* Lo stato di salute delle acque del fiume Livenza e dei suoi affluenti.
The state of the water of the Livenza (North-Eastern Italy) river and its affluents.
CARNIEL A.
- pag. 13* Valutazione dello stato di qualità del fiume Livenza attraverso indicatori biologici.
Macroinvertebrati bentonici e macrofite acquatiche.
Valuation of the quality of the river Livenza using biological indicators.
Benthonic macroinvertebrates and aquatic macrophyllous.
BRONZI A., BUFFA G., DE MARCO N.
- pag. 29* Ambienti acquatici e comunità macro zoobentoniche nel bacino dell'Alto Livenza.
Aquatic environment and macro zoobenthic invertebrate communities in the Alto Livenza catchment. North Eastern Italy.
MORO G.-A.
- pag. 37* La fauna ittica del fiume Livenza.
The fish fauna of Livenza river. North Eastern Italy.
PIZZUL E., GABRIJELČIČ E., DORIGO L.
- pag. 47* Specie ittiche del Fiume Livenza

Introduzione

LIVIO POLDINI

Dipartimento di Biologia - Università di Trieste

Il tema centrale di questo convegno è stato quello di mettere in evidenza il valore assunto da piante e animali quali "bioindicatori", soprattutto in riferimento alla qualità delle acque. In senso più generale si possono intendere come bioindicatori tutte quelle specie il cui comportamento in natura coincide con uno o più fattori; un po' alla volta si è visto che questa ipotesi di "coincidenza" valeva per tutte le specie.

In senso più ristretto per bioindicatori si intendono specie, gruppi di specie oppure cenosi, che mediante la loro presenza ed il loro comportamento rendono possibili analisi qualitative e quantitative dei fattori stazionali che, nella moderna società industriale, agiscono quali fattori di disturbo.

A tal fine risulta molto più efficace lo studio delle comunità biotiche anziché delle singole specie, poiché in tal modo viene ridotto sensibilmente l'effetto della casualità.

Per una migliore definizione del concetto di "bioindicazione", conviene distinguere dal punto di vista operativo tre tipi di organismi quali fonte di informazione sullo stato e la qualità dei sistemi acquatici:

- a - **indicatori stazionali**, che sono presenti in natura ma che possono anche mancare e in tal caso è indicativa anche la loro assenza;
- b - **monitori**, che ci informano su eventuali mutamenti della situazione sia in modo diretto che a seguito di analisi chimiche;
- c - **organismi test**, che vengono esposti all'influenza di sostanze che devono essere testate; queste ricerche rientrano però già nel campo della ecotossicologia.

Mentre i cambiamenti negativi si possono dimostrare facilmente con la sparizione di certe specie, non sempre si verifica il fatto che ad un miglioramento dell'ambiente faccia sempre seguito il ritorno delle specie essendo questo condizionato dalla capacità colonizzatrice delle specie e dall'apporto delle diaspore.

L'altro aspetto da considerare è la capacità autodepurativa delle acque. Essa venne già osservata dagli studiosi del XIX secolo che ne furono affascinati. Ne dettero fin d'allora l'esatta interpretazione: si trattava dell'ossidazione dei composti inquinanti.

Poco si sapeva però della partecipazione degli organismi viventi a questo processo e Liebig negò fino alla fine il ruolo biologico nello smantellamento degli inquinanti, che secondo lui era da attribuire esclusivamente a reazioni chimiche.

Si deve attendere la fine del XIX secolo perché s'intraveda il nesso fra composizione delle biocenosi in acque correnti (ambiente lotico) ed il livello di inquinamento. Viene introdotto il concetto di "saprobionti" per quegli organismi animali che presentano uno spettro ecologico ristretto nei confronti dell'inquinamento organico e quindi del contenuto in ossigeno che ne dipende. Questi nessi vennero meglio chiariti dopo la fondazione della Limnologia - ecologia delle acque dolci - da parte di August Thienemann.

La Limnologia è stata fino ai giorni d'oggi prerogativa quasi esclusiva degli zoologi. Nel loro sforzo di interpretare la circolazione della materia nelle acque si sono occupati intensamente anche di alghe, ma hanno trascurato completamente le vegetazioni natanti, sommerse e riparie costituite da piante superiori.

Con gli anni '70 del trascorso secolo si definiscono sempre meglio le relazioni fra modelli distributivi di macrofite acquatiche (idrofite), sia in acque stagnanti (lemniche) che correnti (lotiche) e carico di inquinanti di origine vegetale.

Questi studi hanno costituito le premesse teoriche fondamentali per riconsiderare i corpi idrici quali ecosistemi complessi la cui gestione deve essere di tipo olistico, integrato e non esclusivamente ingegneristico - chimico. Purtroppo il nostro Paese e in particolare il Friuli Venezia Giulia sono ben lungi dall'essere arrivati a questo traguardo culturale.

È da sperare che i risultati di questo Convegno contribuiscano ad una futura "gestione verde" dei corsi d'acqua.

Lo stato di salute delle acque del fiume Livenza e dei suoi affluenti.

The state of the water of the Livenza river (North-Eastern Italy) and its affluents.

ALBERTO CARNIEL
Direttore del Dipartimento ARPA - FVG di Pordenone

Key words

Livenza river (N.E. Italy), chemical and microbiological analysis, comparison in time.

Summary

The Livenza river has origin in the province of Pordenone (Friuli Venezia Giulia – Italy) and with the law 183/89 this river has been proclaimed among the 11 most important rivers of national interest; moreover, it has been included in the significant water supply list foreseen by the decree n° 152/99. The monitoring of its waters is very significant for the protection of a so important water reserve. In this report, results through chemical and bacterial analysis, of the monitoring of the Livenza river and its principal affluents for the year 2001 are described, so as to be able to valuate the influence of this water supply and the quality of the river as well as the evolution of the quality of the water in this river is outlaid.

Riassunto

Il fiume Livenza che nasce in provincia di Pordenone (Friuli Venezia Giulia) è stato incluso dalla Legge 183/89 tra gli 11 fiumi di interesse nazionale e inoltre rientra nella lista dei corpi idrici significativi previsti dal Decreto Legislativo n° 152/99. Molto importante risulta il monitoraggio delle sue acque per la salvaguardia di una così importante risorsa. In questo lavoro vengono descritti i risultati delle analisi chimiche e microbiologiche del monitoraggio 2001 del fiume Livenza e dei suoi principali affluenti. Viene descritta infine l'evoluzione della qualità delle acque del fiume.



Fig. 1 - Regione Friuli Venezia Giulia, Italia.
Fig. 1 - Region of Friuli Venezia Giulia, Italy.

Introduzione

La Livenza è stata inclusa dalla Legge 183/91 tra gli 11 fiumi di interesse nazionale e inoltre rientra a pieno titolo nella lista dei Corpi Idrici significativi previsti dal DL.vo 152/99 essendo un corso d'acqua di 1° Ordine (sfocia direttamente al mare) con un bacino imbriferico superiore a 200 Km² così come risulta dalle sue caratteristiche idrologiche e di bacino. (Fig. 2)



Fig. 2 - Bacino idrografico del fiume Livenza.
Fig. 2 - Hydrographic basin of the Livenza river.

Per un fiume di questo rango sono previsti dalla normativa controlli e verifiche analitiche continue sullo stato ecologico e sulla conformità della qualità delle sue acque alla classificazione che è stata attribuita in funzione della sua attitudine alla vita dei pesci.

Lo stato ecologico di un corso d'acqua viene stabilito sulla base di parametri di valutazione che possono essere così descritti:

- 1) stato di inquinamento dei Macrodescrittori dove 7 parametri analitici significativi della qualità dell'acqua vengono suddivisi in intervalli di qualità con assegnazione di un punteggio (Tab.1);
- 2) stato biologico del corso d'acqua determinato attraverso la valutazione dell'Indice Biologico Esteso I.B.E. e relativa assegnazione alla corrispondente Classe di qualità (Tab.1);
- 3) stato ambientale dove l'analisi deve valutare la presenza di sostanze tossiche ambientali ai livelli di concentrazione rilevabili strumentalmente.

STATO CHIMICO : MACRODESCRITTORI

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100 – OD (% sat.)*	≤ / 10 / #	≤ / 20 /	≤ / 30 /	≤ / 50 /	> / 50 /
BOD ₅ (O ₂ mg/L)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O ₂ mg/L)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO ₃ (N mg/L)	< 0,30	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo tot. (P mg/L)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,6	> 0,6
Escherichia coli (UFC /100 mL) Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevam.)	< 100 80	≤ 1000 40	≤ 5000 20	≤ 20.000 10	> 20.000 5
Livello di inquinamento dai Macrodescrittori	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

* La misura deve essere effettuata in assenza di vortici; il dato relativo al deficit o al surplus deve essere considerato in valore assoluto.

In assenza di fenomeni di eutrofia.

STATO ECOLOGICO DEI CORSI D'ACQUA

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
I. B. E.	≤ 10	8 - 9	6 - 7	4 - 5	1, 2, 3
Livello di inquinamento Macrodescrittori	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

Tab. 1 - Attribuzione dello stato di qualità ambientale. Stato chimico e stato ecologico.

Tab. 1 - Attribution of the environmental quality. Chemical and ecological state.

Dalla valutazione che scaturisce dai criteri sopraelencati si deriva una appartenenza del fiume a una CLASSE di QUALITÀ secondo le definizioni indicate nella Fig. 3.

La 3° Classe di qualità (sufficiente) dovrà essere raggiunta entro l'anno 2008 e per l'anno 2016 diventerà obbligatoria la classificazione di "buono" (2° Classe di qualità).

In questo lavoro vengono commentati i risultati delle analisi eseguite nel 2001 e inoltre viene fatto un confronto tra i risultati (valori medi) dei campionamenti eseguiti negli anni 1985/90 e quelli eseguiti negli anni 1996/2001.

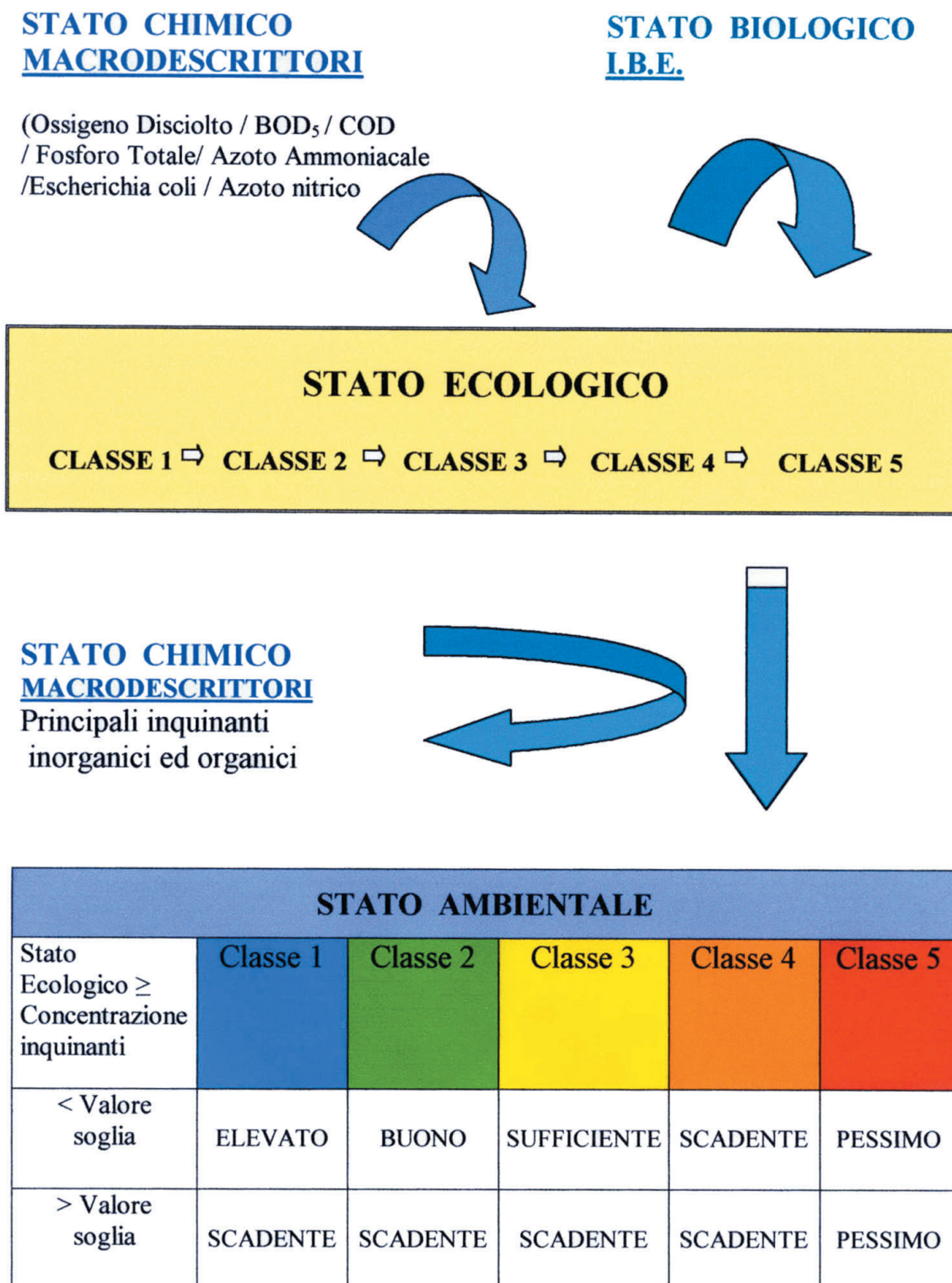


Fig. 3 - Attribuzione dello stato di qualità ambientale. Schema riassuntivo.

Fig. 3 - Attribution of the environmental quality. summary pattern.

Materiali e metodi

Per l'effettuazione delle analisi si è fatto riferimento al manuale "Metodi analitici per le acque" (IRSA-CNR, 1994) completando, dove è necessario, con metodiche reperite nella bibliografia internazionale. Dei parametri analizzati nel 2001 sono stati considerati in questo lavoro i seguenti:

- BOD₅ a 20°C
- Solidi sospesi totali (SST)
- Azoto ammoniacale (N-NH₄)
- Azoto nitroso (N-NO₂)
- Azoto nitrico (N-NO₃)
- Carbonio organico totale (TOC)
- Solfati (S-SO₄)
- Coliformi fecali
- *Escherichia coli*
- Ossigeno disciolto (OD)
- Temperatura (T)

I campionamenti per le analisi chimiche e microbiologiche sono stati eseguiti nelle seguenti date:

- 19 febbraio 2001
- 02 aprile 2001
- 02 luglio 2001
- 03 ottobre 2001

Stazioni di campionamento

Nel corso dell'anno 2001 come anche per gli anni precedenti sono stati eseguiti 4 campionamenti e analisi su 9 stazioni di prelevamento lungo il fiume con frequenza stagionale. Contemporaneamente nelle stesse date si è provveduto a prelevare campioni dei principali affluenti in riva destra e sinistra (Siliga, Orzaia, Paisa, Meschio, Aralt) onde valutare l'influenza di tali apporti allo stato di qualità del fiume Livenza recettore.

I punti di campionamento lungo l'asta del Fiume e suoi affluenti, sono stati i seguenti (Fig. 4):

(Livenzetta)	CANEVA	Loc. Livenzetta - a valle immissione scarichi allevamenti ittici
(L1)	CANEVA	Loc. Longon - dopo confluenza rami iniziali tra Caneva e Polcenigo
(L2)	SACILE	m 500 a nord S.S. n. 13, a monte dell'abitato
(P.te Lacchin)	SACILE	a valle dell'abitato in prossimità ponte Lacchin - f. Livenza
(L3)	SACILE	m 800 a valle dell'abitato, prima della confluenza f. Meschio
(L4)	GAIARINE	km 5 a valle di Sacile - loc. Francenigo
(Villavarda)	BRUGNERA	all'interno del Parco di Villavarda
(L5)	PRATA DI PN	loc. Portobuffolè - m 500 a valle dell'abitato
(L6)	PASIANO DI PN	m 500 a valle della confluenza con il fiume Meduna
CANEVA	Rio Siliga	all'immissione nel f. Livenza
SACILE	Rio Orzaia	all'immissione nel f. Livenza
SACILE	Roggia La Paisa	all'immissione nel f. Livenza
SACILE	Fiume Meschio	all'immissione nel f. Livenza
GAIARINE (TV)	Rio Aralt	all'immissione nel f. Livenza



Fig. 4 - Punti di campionamento del Fiume Livenza e dei suoi principali affluenti.
Fig. 4 - Sites of sampling of the Livenza River and its main affluents.

Risultati e discussione

Sulla base dei dati analitici emersi dagli esami di Laboratorio e dalle misure eseguite in campo nel corso dei prelievi, si è potuto tracciare una valutazione della situazione del fiume e dei suoi principali affluenti.

La temperatura delle acque della Livenza, nelle due stazioni a monte di Sacile, risulta abbastanza costante e compresa tra un minimo di 9,8°C (febbraio 2001 500 m a monte della SS13) ed un massimo di 12,8 °C (luglio 2001 500 m a monte SS 13), in conformità alla sua natura di risorgiva.

Nel tratto successivo questo parametro risente delle condizioni stagionali facendo registrare temperature più basse nei prelievi di febbraio con il minimo assoluto a Francenigo con 7,3 °C evidenziandosi in questa situazione l'apporto molto importante del Meschio che immette acque molto fredde (valore medio 5,5 °C nella stessa giornata) che influenzano in maniera determinante la qualità delle acque della Livenza anche per altri parametri come sarà evidenziato più avanti (Tab.2).

	BOD ₅	SST	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	TOC	SO ₄ ⁻	Coliformi fecali	<i>Escherichia coli</i>	O.D.	T
stazione	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	UFC/100ml	UFC/100ml	mg/l	°C
Caneva – loc. Livenzetta	1.1	1.4	0.050	<0.004	0.91	0.5	4	86	41	10.7	12.2
Caneva – loc. Longon	0.8	1.4	0.020	<0.004	0.78	0.5	3.2	37	17	11.2	10.6
Caneva – rio Siliga	2.6	2.8	0.270	0.038	4.94	1.4	42.1	20800	14500	9.2	13.2
Sacile – 500m N ss13	1.0	2.6	0.020	0.004	1.39	0.5	5.1	500	280	10.9	11.2
Sacile – rio Orzaia	1.6	5.2	0.120	0.020	3.71	1	10.2	5925	4055	9.1	12.9
Sacile – ponte Lacchin	0.9	3.4	0.090	0.010	1.61	0.8	6.6	2750	1375	10.9	12.0
Sacile – rio La Paisa	1.7	5.3	0.850	0.082	5.8	1.2	12.6	8975	5350	9.3	12.9
Sacile – ante confl. Meschio	1.1	2.6	0.100	0.046	2.04	0.8	7.2	2775	1600	11.0	12.1
Sacile – fiume Meschio	0.8	3.9	<0.02	<0.004	0.77	1.2	68.5	802	450	11.7	11.1
Gaiarine - Francenigo	0.9	3.5	0.030	0.010	1.24	0.8	42.7	1650	635	11.1	11.7
Gaiarine – rio Aralt	1.2	2.2	0.120	0.019	4.95	1.1	61.6	9125	5450	11.1	14.3
Brugnera – Villa Varda	0.9	4.3	0.040	0.014	1.63	0.7	38.2	1655	898	11.0	11.8
Prata di PN – Portobuffolè	0.9	11.4	0.060	0.018	1.85	0.8	32.9	2175	625	10.4	12.3
Pasiano – loc. Traffe	0.8	60	0.090	0.022	2.5	0.8	23.6	4175	1525	9.9	13.1

Tab. 2 - Fiume Livenza e affluenti. Valori medi anno 2001.

Tab. 2 - Livenza river and affluents. Media values - Year 2001.

Ai fini della classificazione come acque destinate a supportare la vita dei salmonidi, in febbraio e quindi nel periodo di maggior interesse per la riproduzione del pesce, la temperatura è inferiore ai 10 °C previsti in tutte le stazioni del fiume ad eccezione dei due punti iniziali dove la natura di risorgiva comporta un piccolo sfioramento del limite ammesso dal Decreto Legislativo n° 152/99 per acque destinate a salmonidi.

Tuttavia per quanto riguarda la classificazione della Livenza per questa particolare funzione di supportare la vita dei pesci, è in atto un programma di monitoraggio apposito con rilevazione settimanale delle temperature ad opera di personale qualificato dell'Ente Tutela Pesca.

L'**ossigenazione** delle acque della Livenza è sempre risultata superiore a 9 mg/l di ossigeno disciolto durante tutto l'anno e lungo tutta l'asta del fiume. Il punto di minimo per l'ossigenazione (9,4 mg/l) delle acque è stato registrato in località Traffe dopo l'immissione del fiume Meduna nei prelievi estivi e autunnali.

Gli affluenti rio Siliga, rio Orzaia e roggia Paisa hanno valori leggermente inferiori alle acque del Livenza, mentre apporti positivi in tema di ossigenazione derivano dal fiume Meschio.

La buona **limpидità** delle acque della Livenza è generalmente confermata: non supera i 25 mg/l, valore guida per le acque salmonicole e si pone quasi sempre al di sotto dei 10 mg/l. I valori medi dei solidi sospesi totali (SST) si confermano su livelli molto bassi con il punto di massima torbidità nella stazione L5, come negli anni precedenti, a valle dell'immissione del fiume Meduna che convoglia acque più torbide. Nel corso dell'anno si sono verificate condizioni eccezionali di torbidità del fiume Meduna che ha causato in comune di Pasiano di Pordenone località Traffe un forte degrado delle acque della Livenza con un valore medio di SST pari a 60 mg/l. Nel prelievo di aprile 2001 in nella stazione L6 si è riscontrata una concentrazione di SST di 187,6 mg/l attribuibile con certezza al fiume Meduna in quanto le acque della Livenza L5 di Portobuffolè erano in condizioni normali con un valore di SST di 7,4 mg/l.

Mediamente il rio Orzaia e la roggia Paisa danno un apporto di acque leggermente più torbide rispetto a quelle dei corrispondenti punti della Livenza, rimanendo tuttavia su livelli di buona limpидità.

Il **carico organico**, visto attraverso il parametro del BOD₅, risulta sempre mediamente al di sotto di 2 mg/l, valore questo molto soddisfacente ai fini dei valori di riferimento per la valutazione della qualità delle acque. Analoghe valutazioni possono essere svolte per il parametro del Total Organic Carbon (TOC). Gli affluenti apportano acque con carichi di materiale organico peggiorativi come dimostrano i valori medi di BOD₅ riscontrati nel rio Siliga (2,6 mg/l), rio Orzaia (1,6 mg/l) e roggia Paisa (1,7 mg/l), valori questi generalmente superiori a quelli riscontrati nelle

acque del fiume ricevente.

Per quanto riguarda l'**ammoniaca**, altro tracciante significativo dell'immissione di scarichi fognali, i valori medi sulle acque della Livenza variano da un minimo di 0,02 mg/l in località Longon a un valore massimo di 0,10 mg/l riscontrato a valle della città di Sacile; altri punti di massimo relativo (0,09 mg/l) si trovano in centro cittadino (Via Ponte Lacchin) e a Traffe di Pasiano dopo l'immissione della Meduna.

Al proposito si fa riferimento al limite di 1 mg/l delle acque per salmonidi significando che le acque della Livenza risultano su livelli di oltre 10 volte inferiori a quelli indicati dalla legge.

Una probabile motivazione di tale situazione è l'apporto di acque degli affluenti, come il rio Siliga con un valore medio di 0,27 mg/l, il rio Orzaia 0,12 mg/l e in particolare la roggia Paisa con una elevata concentrazione di 0,85 mg/l di Ammoniaca, vale a dire livelli 10 volte superiori a quelle della Livenza. Molto bene invece come sempre il Meschio con assenza di ammoniaca.

A conferma di quanto sopra esposto per l'ammoniaca si segnalano i risultati ottenuti per i **nitriti** che risultano assenti nei primi due punti di prelievo risultando poi su livelli molto contenuti con il massimo 0,046 mg/l nella stazione L3 a valle di Sacile e un secondo punto di massimo relativo nella stazione L6 in località Traffe di Pasiano con 0,022 mg/l. Trattasi comunque di valori molto bassi a fronte di un limite imperativo delle acque a salmonidi di 0,88 mg/l (ben 20 volte superiore a quello massimo riscontrato).

Come apporti negativi anche in questo caso l'affluente roggia Paisa dà un contributo di acque con 0,082 mg/l valore circa doppio del massimo rilevato nella Livenza.

Come apporti positivi il Meschio si presenta all'immissione nella Livenza con assenza di Nitriti confermandosi netto benefattore del fiume.

Una valutazione della concentrazione dei **solfati** prima (L3) e dopo (L4) la confluenza del fiume Meschio conferma quanto riscontrato anche in tutte le campagne precedenti, riguardo il forte contributo di questo anione da parte delle acque del Meschio che derivano dai bacini di rocce gessose della Val Visdende in provincia di Belluno dove originano anche i fiumi Piave e Tagliamento. In questo anno 2001 la concentrazione passa da 7,2 a 42,7 mg/l tra i due punti sopra indicati.

La concentrazione media di solfati nelle acque del fiume Meschio durante l'anno 2001 è risultata di 68,5 mg/l: è una giustificazione delle differenze osservate per questo parametro nella Livenza dopo il recepimento di questo importante affluente.

Le analisi relativamente ai prelievi del febbraio e del luglio hanno riguardato anche la ricerca di **metalli tossici** quali cadmio, cromo, nichel, mercurio e piombo, risultan-

do tuttavia la concentrazione in tutti i campioni esaminati, sempre al di sotto del limite di rilevabilità e quindi in piena conformità alla norma di cui al Decreto legislativo n° 152/99 per le acque salmonicole.

Tracce di Rame e Zinco sono state rilevate nella Livenzetta e negli affluenti Orzaia e Paisa ma non nel Meschio e nell'Arat a significare un indicatore di una qualche minore influenza di attività agricole e di allevamento.

Gli **indici microbiologici** che rappresentano l'indicatore più sensibile per l'inquinamento di origine fognale e costituiscono tradizionalmente l'aspetto più negativo delle acque dei nostri fiumi, anche nel 2001 fanno registrare livelli relativamente elevati. A seguito dell'entrata in vigore del Decreto Legislativo n° 152/99 si utilizza il parametro *E.Coli* come indicatore di inquinamento fecale risultando come "sufficienti" i valori al di sotto di 5000 UFC/100ml. In assoluto i valori medi più alti sono stati rilevati all'altezza dell'abitato di Sacile, via Ponte Lacchin e nella stazione L3 a valle di Sacile con presenza di *E.coli* di rispettivamente 1375 e 1600 UFC/100mL e dati inferiori sulla parte a valle del Fiume.

Sempre nell'ambito dell'inquinamento microbiologico, nel corso del 2001, è stata effettuata la ricerca della presenza di germi patogeni come le salmonelle segnalandosi alcuni casi di positività nei prelievi dell'ottobre 2001 in due punti corrispondenti a località Francenigo (stazione L4) e a località Villavarda con isolamento in 1000 ml di *Salmonella infantis*, analogamente a quanto verificatosi nell'anno precedente per il punto in Via Ponte Lacchin.

Tra gli affluenti si segnala che nella roggia Paisa nel prelievo del luglio 2001 è stata accertata positività per la

Salmonella heidelberg.

Migliore è la situazione microbiologica nella Livenzetta e nel punto iniziale del fiume in loc. Longon (stazione L1), dove i valori di *E.coli* sono buoni e la presenza media di coliformi fecali è inferiore a 100 UFC/100 ml, compatibile con l'uso ricreativo di balneazione.

Si sono calcolati infine gli indici di qualità chimica e microbiologica intesi come **livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori** dell'acqua per i parametri previsti dal Dlvo 152/99 (Tab.1) risultandone una situazione elaborata graficamente in Fig.5. Ai fini dell'applicazione di tale indice si deve considerare che per quanto riguarda il carico organico, il Dipartimento di Pordenone ha optato per la determinazione del Total Organic Carbon (TOC) e ha ottenuto per calcolo il corrispondente valore del COD (Carniel, 1998) da inserire nel calcolo per l'attribuzione del livello di inquinamento espresso ai Macrodescrittori.

Su qualità elevata risulta il solo punto in Loc. Longon all'inizio del suo corso e ai limiti tra qualità elevata e buona gli altri due punti a monte di Sacile. Si registra quindi successivamente un netto calo dei valori parametrici con i dati più bassi immediatamente a valle di Sacile e nell'ultimo punto di campionamento a Traffe, come peraltro già riscontrato in precedenza su base di altre valutazioni ambientali. Per i corrispondenti parametri è stato considerato il valore medio dei quattro campionamenti dell'anno 2001.

Tra gli affluenti la classificazione peggiore spetta al Rio Siliga e subito dopo si situano la roggia Paisa e il rio Orzaia. Con il valore migliore si riscontra il fiume Meschio.

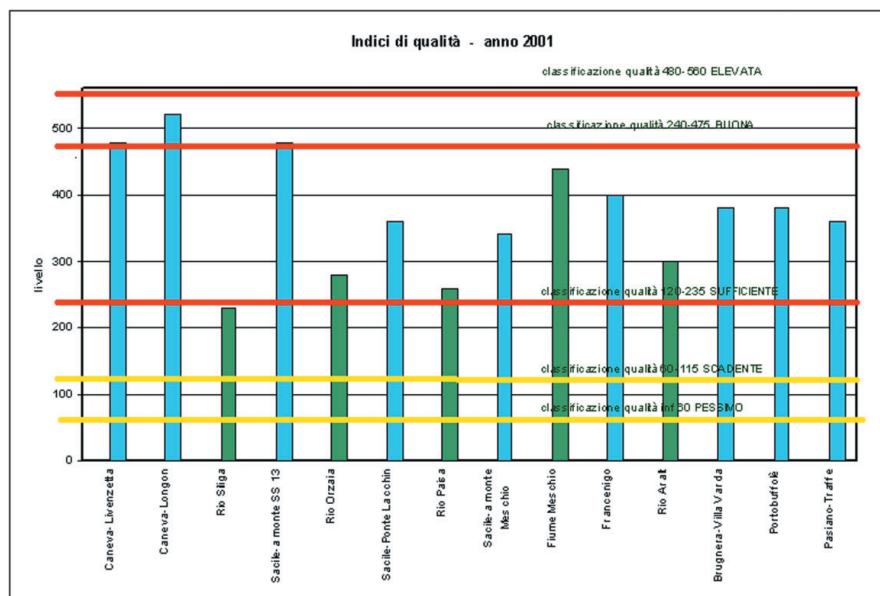


Fig. 5 - Stato di qualità del fiume Livenza e dei suoi affluenti - Anno 2001. (Azzurro = stazioni di campionamento sul Livenza - Verde = stazioni di campionamento sugli affluenti).

Fig. 5 - The quality of the Livenza river and its affluents - Year 2001. (Bleu = sites of sampling on the River Livenza - Green = sites of sampling on the affluents).

Evoluzione della qualità delle acque del fiume

La qualità delle acque del fiume Livenza è stata oggetto di studio fin dall'anno 1974 anno in cui la Direzione Regionale Ambiente incaricò l'allora Laboratorio Igiene e profilassi della Provincia, poi dal 1981 Presidio Multizonale di Prevenzione della Azienda Sanitaria e ora dal 1999 Dipartimento di Prevenzione dell'ARPA FVG, di svolgere indagini stagionali sui principali corsi d'acqua della Provincia di Pordenone.

Sulla base di tali studi si è svolto nell'anno 1991 a Sacile (PN) un Convegno con la pubblicazione dei dati di qualità delle acque del fiume corrispondenti al periodo 1985/1990 (Carniel *et al.*, 1993).

Allo scopo di valutare la evoluzione della qualità delle acque del fiume nel tempo per alcuni parametri di maggior significato chimico e microbiologico si sono raccolti ed elaborati i dati analitici relativi al periodo 1996/2001 (valori medi di 24 campioni per ciascun punto di campionamento), ponendoli quindi a confronto con i corrispondenti valori del periodo 1985/1990.

Nelle Fig. 6, 7, 8 e 9 vengono evidenziati i confronti dei due periodi indicati relativi alla situazione di inquinamento chimico e fecale in tre posizioni chiave del fiume corrispondenti alla parte iniziale, centrale e finale del suo percorso nella Provincia di Pordenone, risultandone le seguenti considerazioni di sintesi:

- La limpidezza del fiume, monitorata attraverso il contenuto di SST, subisce un miglioramento nei primi due punti considerati, mentre rimane sostanzialmente stabile e relativamente molto più elevata nell'ultima stazione, dopo il recepimento delle acque del fiume Meduna.
- Il carico organico presente nelle acque della Livenza e valutato con il parametro del BOD₅ denota una riduzione di concentrazione in tutti e tre i punti considerati.
- La presenza di ammoniaca indice di immissione di liquami fognali non trattati, denota un miglioramento nei primi due punti considerati e senza sostanziali variazioni nell'ultimo punto in località Traffe di Pasiano.
- L'inquinamento fecale derivante da sversamenti urbani, evidenziato dal parametro Coliformi Fecali, mostra un sensibile miglioramento nella parte iniziale del corso d'acqua. La situazione rimane stabile a valle di Sacile e subisce invece un deciso peggioramento nell'ultimo punto in località Traffe di Pasiano dopo i contributi ricevuti dai fiumi Meduna e Noncello.

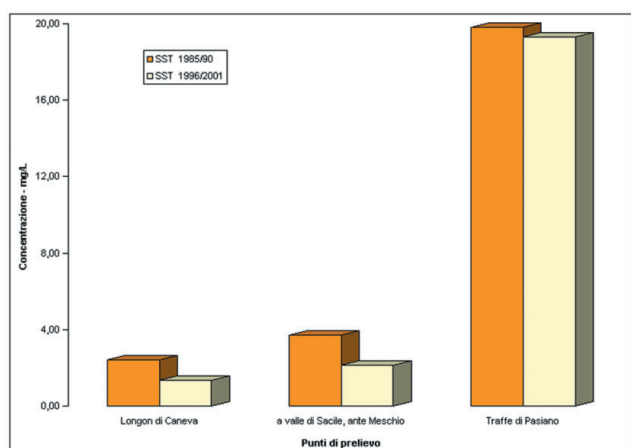


Fig. 6 - Fiume Livenza - Valori di Solidi Sospesi Totali - Confronto tra 1985/90 e 1996/2001.

Fig. 6 - Livenza river - Values of Total Solid Sospension - Comparison between 1985/90 and 1996/2001.

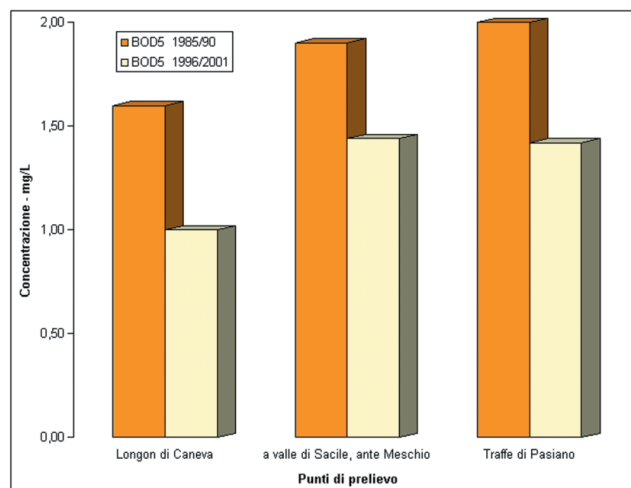


Fig. 7 - Fiume Livenza - Valori di carico organico espressi come BOD₅ - Confronto tra 1985/90 e 1996/2001.

Fig. 7 - Livenza river - Values of Organic Charges expressed as BOD₅ - Comparison between 1985/90 and 1996/2001.

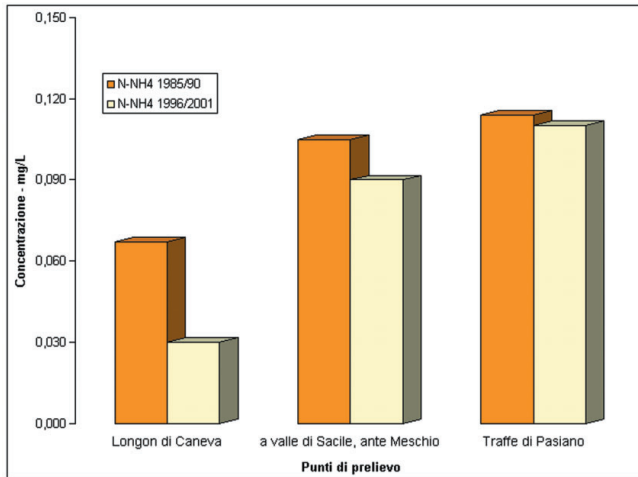


Fig. 7 - Fiume Livenza - Valori di Ammoniaca (NH₄⁺) - Confronto tra 1985/90 e 1996/2001.

Fig. 7 - Livenza river - Values of Ammonia (NH₄⁺) - Comparison between 1985/90 and 1996/2001.

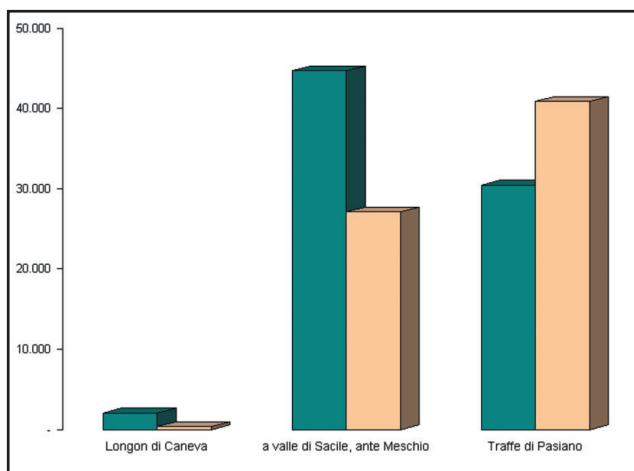


Fig. 9 - Fiume Livenza - Valori di Coliformi Fecali (CF) - Confronto tra 1985/90 e 1996/2001.

Fig. 9 - Livenza river - Values of Fecal Coliforms (CF) - Comparison between 1985/90 and 1996/2001.

Bibliografia

- CARNIEL A., DEL BIANCO C., ZANIN N., 1998. Determinazione della sostanza organica nelle acque: correlazione tra metodo Kuebel (ossidabilità al permanganato) e TOC (Total Organic Carbon). Bollettino dei Chimici Igienisti n°49: 223-226. Milano.
- CARNIEL A., DE MARCO N., POLESE F., 1993. Aspetti chimici e microbiologici dell'acqua del fiume. Atti del convegno di Sacile del 25 Maggio 1991 "Il Livenza un fiume di interesse nazionale". Quaderni ETP. Rivista di Limnologia, 21: 5-18. Udine.
- Decreto Legislativo n° 152 del 11 maggio 1999 e successive modifiche. Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Gazzetta Ufficiale n. 246 del 20.10.2000.
- IRSA-CNR, 1994. Metodi analitici per le acque. Quaderni 100, 342. Roma.
- Legge n° 183 del 18 maggio 1989. Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. S.O. Gazzetta Ufficiale n. 120 del 25.5.1989.

Ringraziamenti

L'autore ringrazia il personale dell'ARPA FVG del Dipartimento di Pordenone per il lavoro svolto.

Un ringraziamento particolare al Dott. Pierluigi Verardo.

Valutazione dello stato di qualità del fiume Livenza attraverso indicatori biologici. Macroinvertebrati bentonici e macrofite acquatiche.

Valuation of the quality of the river Livenza using biological indicators.

Benthonic macroinvertebrates and aquatic macrophyllous.

ANDREA BRONZI

Consulente Ambiente, Qualità e Sicurezza

GABRIELLA BUFFA

Professore Associato, Dipartimento di Scienze Ambientali -
Università di "Ca' Foscari" - Venezia

NIDIA DE MARCO

Coordinatore Sezione Acque, ARPA - FVG Dip. di Pordenone

Key words

Livenza River (N.E. Italy). Biological waters quality. Macroinvertebrates. Macrophytae.

Summary

In this document accomplished in 1999, the Livenza river was monitored in the trait that flows in the province of Pordenone with two biological methods: the Extended Biotic Index E.B.I. and with the Italian modified method I.B.E. and the study of the aquatic macrophyllous through phytosociological survey by sigmatic system a comparison was made between results obtained with E.B.I. method in 1999 and a study made 10 years previously.

The data obtained from the phytosociological survey was elaborated with multi various analysis. The nitrogen index of Ellemberg was then applied, with the scope of obtaining information as to the distribution of the survey within the groups obtained by multivariate analysis.

Riassunto

In questo lavoro, eseguito nel 1999, è stato monitorato il fiume Livenza nel tratto che scorre in provincia di Pordenone con due metodi biologici: l'Extended Biotic Index (E.B.I.), con la versione italiana modificata I.B.E., e lo studio delle macrofite acquatiche attraverso i rilievi fitosociologici con metodo sigmatista.

E' stato fatto un confronto tra i risultati ottenuti con metodo E.B.I. nel 1999 e uno studio eseguito 10 anni prima.

I dati ottenuti con rilievi fitosociologici sono stati elaborati con l'analisi multivariata. E' stato applicato infine l'Indice dell'Azoto di Ellemberg allo scopo di ottenere informazioni circa la distribuzione dei rilievi all'interno dei gruppi ottenuti con l'analisi multivariata.

Introduzione

Lo studio che viene presentato, riguarda la valutazione dello stato di qualità, a livello biologico, delle acque del fiume Livenza che scorre in provincia di Pordenone, comprendente le sue sorgenti e 40 Km dell'intero corso.

Lo studio si è reso concreto nel momento in cui l'attuale Dipartimento dell'A.R.P.A. F.V.G. ha ritenuto importante effettuare tale valutazione, potendo anche contare su dati pregressi di 10 anni, derivati da uno studio precedente con l'applicazione del metodo E.B.I. (Campaioli *et al.* 1993) e presentato nel Convegno "Il Livenza un fiume di interesse nazionale".

Questa necessità è nata dalla volontà di verificare le possibili variazioni avvenute nell'arco di tempo di 10 anni per un fiume di interesse nazionale.

Le novità di questo studio, rispetto al precedente consistono nella valutazione dello stato di qualità delle "bellissime sorgenti" del fiume (Fig. 1);

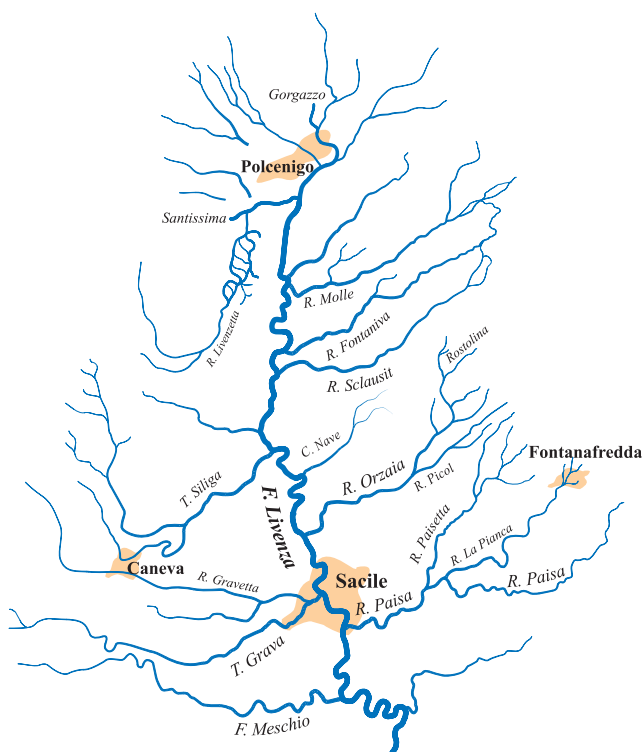


Fig. 1 - Cartina topografica "Area delle Risorgive" delle zone umide dell'Alto Livenza.

Fig. 1 - Map "Area delle Risorgive" in the humid zone of High Livenza.

L'inclusione di altre stazioni di campionamento considerate importanti dal punto di vista ecologico e storico e dell'introduzione di un altro importante indicatore biologico "le macrofite acquatiche" di cui il fiume Livenza è ricco specialmente nel suo tratto iniziale.

Per le caratteristiche del fiume Livenza e del suo bacino si rimanda a "Il Livenza un fiume di interesse nazionale" Atti del convegno di Sacile del 25 Maggio 1991" e al capitolo precedente di questa pubblicazione "Lo stato di salute delle acque del fiume Livenza e dei suoi affluenti".

Materiali e metodi

La qualità biologica delle acque del fiume Livenza è stata valutata mediante l'applicazione dell'originale Extended Biotic Index - E.B.I. (Woodiwiss, 1978; Ghetti, 1986) e della sua versione modificata Indice Biotico Esteso - I.B.E. (Ghetti, 1995; Ghetti, 1997) che si basano sull'analisi della struttura della comunità dei macroinvertebrati bentonici e tramite i rilievi vegetazionali condotti secondo il metodo sigmatista (S.I.G.M.A. Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine) metodo sviluppato all'inizio del secolo dal botanico J. Braun-Blanquet.

Tutte le elaborazioni sono state effettuate utilizzando i programmi del Package SYN-TAX 5.0 (Podani, 1993) e dalla loro elaborazione attraverso l'analisi multivariata (Lagonegro e Feoli, 1985; Scimone, 1990, Feoli *et al.* 1982). Inoltre è stato utilizzato l'indice dei nutrienti di Ellemberg (Ellemberg *et al.* 1992) relativo alle macrofite acquatiche presenti nelle stazioni considerate.

Indici E.B.I. e I.B.E.

L'indice E.B.I. e la sua versione modificata I.B.E. è basato sullo studio delle comunità di macroinvertebrati bentonici che, per le loro caratteristiche, risultano più adatti di altri organismi a rappresentare le variazioni indotte dalla turbativa su un corso d'acqua.

L'Indice è basato su due tipi di indicatori: la presenza dei taxa più esigenti e la ricchezza totale in taxa delle comunità. Per la definizione del valore dell'Indice si utilizza una tabella a doppia entrata.

L'Indice fornisce numeri interi rivelando in questo modo tutti i livelli dello stato e segnalando in senso decrescente, progressivi allontanamenti dalla condizione di normalità da un livello "ottimale" ad una condizione di "massimo degrado".

I valori di E.B.I. ed I.B.E., sono stati raggruppati tra loro in cinque Classi di Qualità (C.Q.) ciascuna rappresentata da un numero romano, facilmente visualizzabili in cartografia mediante colori convenzionali rendendo così possibile la realizzazione di Mappe di Qualità utili per l'analisi dello stato delle acque di un bacino idrografico.

È stato condotto infine un confronto tra la qualità biologica determinata con metodo E.B.I. nel 1990 e nel 1999.

Le raccolte dei campioni sono state condotte secondo Ghetti 1997.

Analisi vegetazionale - Analisi fitosociologica

L'analisi fitosociologica è stata condotta secondo il metodo sigmatista (da S.I.G.M.A. Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine), metodo sviluppato all'inizio del secolo dal botanico J. Braun - Blanquet (Braun - Blanquet, 1932).

Il metodo prevede una fase analitica e una sintetica. La prima consiste nella raccolta dei dati in campo, tramite un campionamento delle fitocenosi che viene definito rilevamento fitosociologico.

Durante le estati 1999 e 2000, sono stati eseguiti 46 rilievi fitosociologici su 12 delle 14 stazioni considerate nel presente lavoro.

Il rilievo fitosociologico consiste nella stesura di una lista (elenco floristico) di tutte le specie presenti nel sito di campionamento. Nella compilazione dell'elenco floristico sono state prese in considerazione esclusivamente le specie rinvenute all'interno dell'alveo (idrofito radicante, natante ed alofite). I punti A13 ed A14 non sono stati valutati attraverso questa analisi, poiché non presentavano comunità di macrofite.

La fase più importante di un rilievo consiste nella scelta del sito di rilevamento, che deve essere omogeneo sia dal punto di vista geomorfologico che ecologico.

La comunità vegetale, o popolamento elementare, deve presentarsi omogenea sia dal punto di vista della sua composizione floristica che da un punto di vista strutturale e fisionomico, fattori che garantiscono l'omogeneità delle caratteristiche ecologiche del sito (Guinochet, 1973), cioè una superficie di vegetazione omogenea dal punto di vista fisionomico e floristico e quindi anche ecologico. Una volta individuato il sito, si prende in considerazione dapprima una subarea di superficie ridotta e si effettua la lista delle specie presenti. Si estende poi il rilievo ad aree che vengono raddoppiate in successione annotando via via le nuove specie incontrate, il cui numero decresce progressivamente fino ad azzerarsi. Tale metodo permette di rilevare l'area minima, ovvero la più piccola superficie all'interno della quale il popolamento elementare si può esprimere pienamente.

L'osservazione delle principali macrofite presenti è stata effettuata con l'utilizzo di un rastrello dotato di braccio telescopico e di un'ancoretta d'acciaio legata ad una corda. Una volta completato l'elenco delle specie presenti, ad ognuna si attribuisce un valore indice della copertura (intesa come superficie di suolo occupata dalla proiezione della parte vegetativa di tutti gli individui appartenenti alla

stessa specie). La copertura viene valutata in percentuale rispetto alla superficie totale rilevata. Questo valore viene assegnato secondo la scala mista di abbondanza dominanza di Braun-Blanquet (1932) (Tab. 1).

Elleberg individua nelle esigenze di approvvigionamento di azoto minerale (NO_3^- e/o NH_4^+) delle piante un indicatore utile per inferire sul contenuto di nutrienti presenti nel substrato in cui vive la comunità.

Classe	
5	Specie che ricopre dal 75 al 100% della superficie rilevata
4	Specie che ricopre dal 50 al 75% della superficie rilevata
3	Specie che ricopre dal 25 al 50% della superficie rilevata
2	Specie che ricopre dal 5 al 25% della superficie rilevata
1	Specie che ricopre dal 1 al 5% della superficie rilevata
+	Specie con ricoprimento < 1%
r	Specie rappresentata da pochissimi individui
i	Specie presente con un solo individuo

Tab. 1 - Classi di abbondanza-dominanza proposte da Braun-Blanquet (1932).

Tab. 1 - Classes of abundance-denomination propose by Braun-Blanquet (1932).

Si procede, infine, annotando i dati riguardanti la stazione: località, altitudine, esposizione, inclinazione, profondità dell'acqua, velocità della corrente, ecc..

La fase sintetica comincia con la stesura di una tabella (tabella bruta), in cui, nelle righe, figurano le specie rinvenute e nelle colonne, i rilievi effettuati nelle singole stazioni, secondo l'ordine cronologico di esecuzione; nelle intersezioni sono riportate le relative abbondanze. L'ultima colonna presenta i valori assoluti delle presenze di ogni specie nel totale dei rilievi.

La tabella bruta costituisce la base per la comparazione floristica dei rilievi che permette di riunirli in gruppi omogenei e di suddividere la tabella iniziale in tabelle parziali, omogenee al loro interno, che rappresentano una precisa comunità vegetale caratterizzata da una composizione specifica originale, individuata da specie esclusive, e da una propria ecologia.

Queste vengono, successivamente, classificate in categorie astratte di cui l'unità fondamentale è l'associazione; essa rappresenta l'unità elementare di un sistema gerarchico (sinsistema) in cui le associazioni ecologicamente affini vengono riunite in un'alleanza, più alleanze in un ordine e più ordini in una classe (Gehù e Rivas-Martinez, 1981).

Indice dell'azoto o dei nutrienti (N) di Elleberg

Il comportamento ecologico delle specie vegetali, rispetto ai più importanti fattori stazionali, determina, sulla base delle diverse caratteristiche fisiologiche delle piante e per mezzo della competizione tra esse, la composizione e la struttura della comunità vegetale.

L'Indice di Elleberg (Elleberg *et al.* 1992) in nessun modo dà indicazioni sulle esigenze fisiologiche delle singole specie, ma rappresenta uno strumento utile per effettuare confronti tra ambienti che ospitano comunità con diverse esigenze relative al contenuto di azoto. È importante sottolineare che l'Indice dell'azoto corrisponde, per le piante acquatiche, ai gradi di trofia, cioè alle condizioni generali di approvvigionamento di nutrienti in cui si trovano comunemente questi taxa.

Per il calcolo dell'Indice, Elleberg attribuisce alle specie vegetali un valore numerico da 1 a 9 che rappresenta il loro comportamento ecologico rispetto al contenuto di azoto del sito occupato.

Elleberg ha cercato di assegnare un valore al maggior numero di taxa possibili. Il suo valore è stato complicato dal notevole aumento delle immissioni di azoto degli ultimi decenni, che ha tolto il carattere di estrema povertà ai siti oligotrofici. Per questo motivo, essendo tuttora in atto uno spostamento degli equilibri tra le specie a favore di quelle indicatrici di azoto, l'autore si è basato soprattutto su dati ottenuti da misurazioni dirette e da letteratura precedenti il 1975. I dati più recenti si riferiscono, invece esclusivamente a sperimentazioni di concimazione e a confronti tra tipi di vegetazione diversi. In conseguenza di ciò l'autore stesso suggerisce di considerare l'Indice dell'azoto "soltanto come tentativo" o perlomeno in grado di evidenziare gli estremi, cioè le specie che indicano suoli poveri (1 e 2) e

quelle indicatrici di suoli ricchi di nutrienti (8 e 9); per le altre si può dire che stanno tra questi estremi e che tendono più ad uno che all'altro (Elleberg *et al.* 1992).

Di seguito vengono riportati i valori numerici dell'Indice dell'azoto e il loro significato.

1. piante che indicano siti poverissimi di azoto (i più poveri in assoluto)
2. intermedio tra 1 e 3
3. piante che indicano siti poveri di azoto
4. intermedio tra 3 e 5
5. piante che indicano siti con un contenuto povero di azoto; sono rare sia su soli ricchi, sia su suoli poveri di azoto
6. intermedio tra 5 e 7
7. piante che sono più abbondanti in siti ben forniti di azoto, rispetto a una concentrazione di azoto moderata; sono presenti solo eccezionalmente su suoli poveri di azoto
8. piante indicatrici di azoto vere e proprie
9. piante che si concentrano nei siti con un eccesso di azoto (tipiche di siti inquinati o di posti dove si riunisce il bestiame durante la notte)

Il simbolo X indica specie indifferenti, cioè con una grande ampiezza e con un comportamento diverso in aree differenti: ad esse Elleberg ha attribuito valore zero e di conseguenza sono escluse dal calcolo del valore medio.

Le specie non considerate da Elleberg sono la briofita *Fontinalis antipyretica*, l'alga *Spirogyra fluviatilis* e *Hippuris vulgaris*, e pertanto sono state omesse dal calcolo del valore medio del rilievo.

Ai fini del calcolo i valori di abbondanza – dominanza sono stati convertiti in “valori ponderati” secondo la scala riportata in Tab. 2.

Valori di abbondanza-dominanza	Valori ponderati
i, r, +	1
1	2
2	3
3	4
4	5
5	6

Tab. 5 - Scala di conversione dei coefficienti di abbondanza-dominanza con i valori ponderati (Pirola, 1984).

Tab. 5 - Scale of conversion of coefficients of abundance-denomination with their values (Pirola, 1984).

Per ogni rilievo è stato eseguito il calcolo del valore medio dell'Indice, utilizzando la seguente formula:

$$\frac{\sum_{k=1}^n v_i \cdot p_k}{\sum_{k=1}^n p_k}$$

v_i = valori indicatore

p = fattore di ponderazione o valore ponderato

n = numero di specie di rilievo

in cui al numeratore è riportata la sommatoria del prodotto tra valore indicatore della specie per il valore ponderato di ogni specie e al denominatore la sommatoria dei valori ponderati.

I valori ottenuti per ciascun rilievo sono stati usati per calcolare il valore medio e relativa deviazione standard sia dei gruppi evidenziati dall'analisi multivariata sia delle singole stazioni scelte in questa ricerca.

Questi valori medi sono stati utilizzati per ottenere informazioni circa la distribuzione dei rilievi all'interno dei gruppi evidenziati dall'analisi multivariata e per effettuare, a livello delle singole stazioni, un confronto con il valore medio dell'I.B.E..

L'Indice dell'azoto di Elleberg è stato inoltre utilizzato nella valutazione del carico organico delle singole stazioni attraverso il carico del valore medio e della deviazione standard per ciascun rilievo appartenente ad ogni stazione. Tali dati sono stati, inoltre, graficati insieme ai rispettivi valori medi derivanti dalla metodica I.B.E..

Analisi statistica multivariata (applicata ai rilievi vegetazionali)

Per analisi multivariata si intende un'analisi statistica in cui diverse variabili, in questo caso le specie, descrivono in termini qualitativi (presenza, assenza) o quantitativi (abbondanza) una serie di oggetti, i rilievi fitosociologici. La necessità di questo tipo di approccio nasce dalla considerazione che le biocenosi sono sistemi complessi, nei quali le specie, oltre che tra di loro, interagiscono con l'ambiente. Questo tipo di analisi si distingue dalle classiche metodologie statistiche che si occupano delle differenze e delle distribuzioni di misure di variabili singole (Lagonegro e Feoli, 1985). Si introducono, infatti concetti quali somiglianza/distanza tra oggetti, che correlano le variabili oltre le caratteristiche statistiche delle variabili e delle popolazioni (Scimone, 1990).

Esistono due modi diversi di osservare la variabilità presente in questo spazio multidimensionale: la classificazione che ricerca la discontinuità nelle misure sperimentali e ne mette in luce le differenze, riunendo i rilievi in classi di equivalenza (gruppi o *cluster*) e l'ordinamento che enfatizza le tendenze di variazione nello stesso insieme di misure, disponendo i rilievi lungo assi di variazione (Feoli *et al.*, 1982).

La tabella iniziale era una matrice di 18 righe (il totale delle specie rilevate) e 46 colonne (i rilievi) in cui i valori delle classi di abbondanza-dominanza sono stati trasformati in dati di tipo binario.

Tutte le elaborazioni sono state effettuate utilizzando i programmi del Package SYN-TAX 5.0 (Podani, 1993). I dati sono stati classificati utilizzando nel calcolo della distanza tra gli oggetti l'Indice di Wishart o *similarity ratio* (Westhoff e Van Der Maarel, 1973) e come metodo di legame tra i gruppi quello del legame medio (Feoli *et al.*, 1982).

Il dendrogramma ottenuto presenta rami la cui lunghezza a partire dalla base, è proporzionale alla dissimilarità tra le entità raggruppate: gruppi riuniti da un tratto breve, sono più simili, al loro interno, di quelli uniti da rami più lunghi e comunque a livelli più alti.

Sulla stessa matrice binaria è stata poi applicata una metodologia di ordinamento (analisi delle coordinate principali) (Podani, 1993) tramite l'algoritmo *similarity ratio*, che mostra le relazioni intercorrenti tra le variabili e l'andamento della variabilità.

Siti di campionamento

In Fig. 2 sono riportate le stazioni di campionamento numerate da A1 a A14 da monte a valle. I punti A6,A7,A8,A9,A11,A12,A13,A14 rappresentano le località nelle quali 4 volte l'anno l'ARPA di Pordenone in virtù di una Convenzione con la Regione ha effettuato indagini chimiche, fisiche e batteriologiche. A queste, al fine di rendere più completa la valutazione dello stato di qualità si sono aggiunte le stazioni A1,A2,A3,A4,A5 rappresentative delle sorgenti del fiume Livenza e la stazione A10 a valle dell'immissione del fiume Meschio.

I punti A2,A3,A6,A7,A9,A10,A11,A13,A14 rappresentano le stazioni sulle quali si è effettuato il confronto, dopo dieci anni.

Stazioni di campionamento:

A1-La Santissima –Comune di Polcenigo

A2-Località a 40m slm tra il ponte Strada Polcenigo-Sarone e l'immissione delle acque provenienti dal torrente Gorgazzo. Comune di Polcenigo

A3-Livenzetta-a monte della confluenza con le acque provenienti dalla sorgente della Santissima, a valle di un allevamento ittico. Le sue acque provengono dalla sorgente del Molinetto. Comune di Caneva

A4-Acque Molli - località inclusa nella zona compresa nell'ambito di tutela ambientale del F.V.G. D1- Comune di Polcenigo

A5-La stazione è situata in località Longon prima della confluenza dei due tratti principali. Riceve le acque dalla sorgente del Gorgazzo, da un ramo della sorgente della Santissima e dal punto A4 (risorgive); rimangono escluse le acque provenienti dalla Sorgente del Molinetto. Comune di Caneva



Fig. 2 - Localizzazione delle stazioni di campionamento dei macroinvertebrati e dei rilievi vegetazionali lungo il tratto del fiume Livenza in provincia di Pordenone. In blu sono indicate le stazioni in comune con il monitoraggio del 1990 (Campaioli *et al.*, 1993).

Fig. 2 - Localization of the points of sampling of macroinvertebrates and of the vegetation along the Livenza in the province of Pordenone. The common sampling points are marked in blue according to monitoring of 1990 (Campaioli *et al.*, 1993).

A6-Località Longon - La stazione è situata dopo la confluenza dei rami iniziali: Santissima, Gorgazzo, Molinetto e dalla zona definita Palù - Comune di Caneva

A7-500 m a Nord della SS13-Comune di Sacile

A8-Ponte Lacchin - Comune di Sacile

A9-La stazione è situata a circa 1 KM dal Comune di Sacile -300m a monte della immissione del fiume Meschio - Comune di Sacile

A10-500m a valle della confluenza del fiume Meschio

A11-La stazione è situata in località Francenigo a monte della confluenza del fiume Aralt - Comune di Gaiarine

A12-Parco di Villa Varda - Comune di Brugnera

A13-La stazione è situata in località Ghirano -circa 3 Km a monte della confluenza con il fiume Meduna - Pasiano di Pordenone

A14-La stazione è situata in località Traffe circa 1 Km a valle della confluenza con il fiume Meduna - Pasiano di Pordenone

Periodo e numerosità dei campionamenti dei macroinvertebrati e dei rilievi vegetazionali

I campionamenti dei macroinvertebrati sono stati effettuati con frequenza stagionale nell'arco di un anno: dal febbraio 1999 al novembre 1999.

I periodi di campionamento sono qui di seguito elencati:

dal 15/02/1999 al 10/03/1999 prelievi invernali

dal 20/05/1999 al 11/06/1999 prelievi primaverili

dal 20/08/1999 al 12/09/1999 prelievi estivi

dal 01/11/1999 al 22/11/1999 prelievi autunnali

La raccolta e la determinazione delle specie di macrofite acquatiche, presenti nell'alveo delle stazioni di campionamento, è stata condotta durante le estati del 1999 e 2000.

Risultati

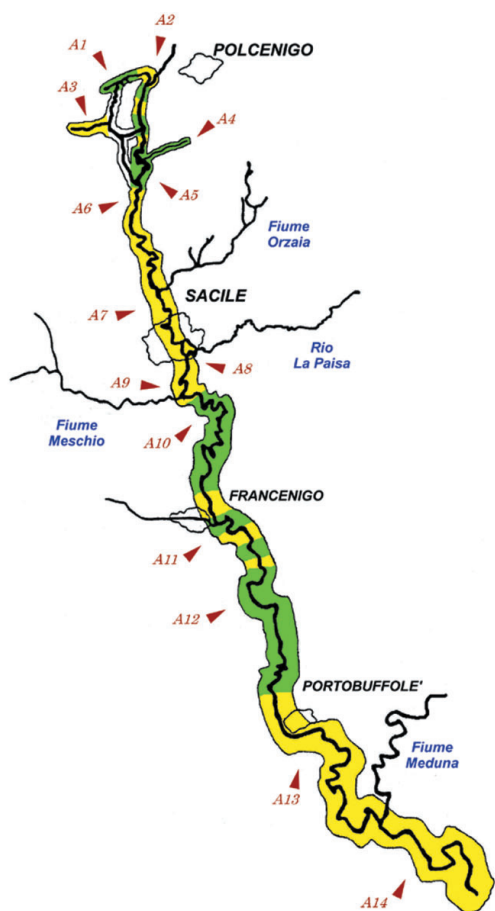
Indici I.B.E. e E.B.I.

In Tab. 3 sono rappresentati i valori stagionali e le medie annuali ottenuti dall'applicazione dei metodi I.B.E. ed E.B.I. nelle 14 stazioni campionate nel 1999.

		INVERNO		PRIMAVERA		ESTATE		AUTUNNO		MEDIE	
		I.B.E.	E.B.I.	I.B.E.	E.B.I.	I.B.E.	E.B.I.	I.B.E.	E.B.I.	I.B.E.	E.B.I.
A1	Indice Biotico Esteso	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Classe di Qualità	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
A2	Indice Biotico Esteso	7	6	8	8-9	8-7	8-7	7	7	7-8	7
	Classe di Qualità	III	III	II	II	II-III	II-III	III	III	III-II	III
A3	Indice Biotico Esteso	6-5	6-5	6	6	6	6	7-6	7-6	6	6
	Classe di Qualità	III-IV	III-IV	III	III	III	III	III	III	III	III
A4	Indice Biotico Esteso	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8
	Classe di Qualità	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
A5	Indice Biotico Esteso	9-8	7	7-8	8-7	9	9	7-8	7-8	8	8-7
	Classe di Qualità	II	III	III-II	II-III	II	II	III-II	III-II	II	II-III
A6	Indice Biotico Esteso	7-6	7-6	6	6-7	7-6	7-6	7	7-6	6-7	6-7
	Classe di Qualità	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
A7	Indice Biotico Esteso	7	6-5	8-7	7-8	7	7	7	7	7	7-6
	Classe di Qualità	III	III-IV	II-III	III-II	III	III	III	III	III	III
A8	Indice Biotico Esteso	6-7	6-7	7-8	7-8	6	6	6-5	6-5	6-7	6-7
	Classe di Qualità	III	III	III-II	III-II	III	III	III-IV	III-IV	III	III
A9	Indice Biotico Esteso	7-6	7-6	7	7-8	8	8	7-8	7-8	7	7-8
	Classe di Qualità	III	III	III	III-II	II	II	III-II	III-II	III	III-II
A10	Indice Biotico Esteso	9	9	8-7	8-7	9	7-8	9-8	8-9	8-9	8
	Classe di Qualità	II	II	II-III	II-III	II	III-II	II	II	II	II
A11	Indice Biotico Esteso	8	8	7-8	7	8-7	8-7	7	7-6	7-8	7
	Classe di Qualità	II	II	III-II	III	II-III	II-III	III	III	III-II	III
A12	Indice Biotico Esteso	9	8	7-8	8-7	8	8	7-8	7-8	8	8-7
	Classe di Qualità	II	II	III- II	II-III	II	II	III-II	III-II	II	II-III
A13	Indice Biotico Esteso	8	8-7	6-7	6-7	6-7	6	7	7	7	7-6
	Classe di Qualità	II	II-III	III	III	III	III	III	III	III	III
A14	Indice Biotico Esteso	7	7	6-7	6-7	6-7	6-7	5-6	5-6	6-7	6-7
	Classe di Qualità	III	III	III	III	III	III	IV-III	IV-III	III	III

Tab. 3 - Tabella riassuntiva dei valori stagionali e delle medie annuali ottenuti dall'applicazione dei metodi I.B.E. ed E.B.I. nelle stazioni campionate nel 1999.

Tab. 3 - Riassuntive table of the seasonal values of the annual media obtained by applying the I.B.E. and E.B.I. methods in the sites sampled in 1999.



In Fig. 3 è rappresentata la mappa di qualità biologica (media delle stagioni) del monitoraggio condotto nell'anno 1999 con metodo I.B.E..

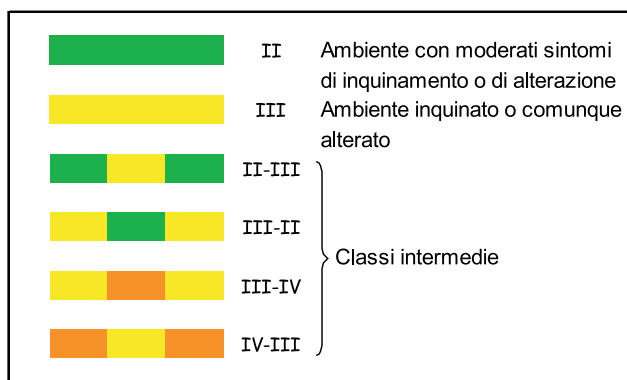


Fig. 3 - Mappa di qualità. Medi delle annuali 1999-Metodo I.B.E.
 Fig. 3 - Quality map. Media of the seasons-year 1999-Method I.B.E.

In Fig. 4 è rappresentato il confronto dei valori medi di E.B.I. per gli anni 1990 e 1999.

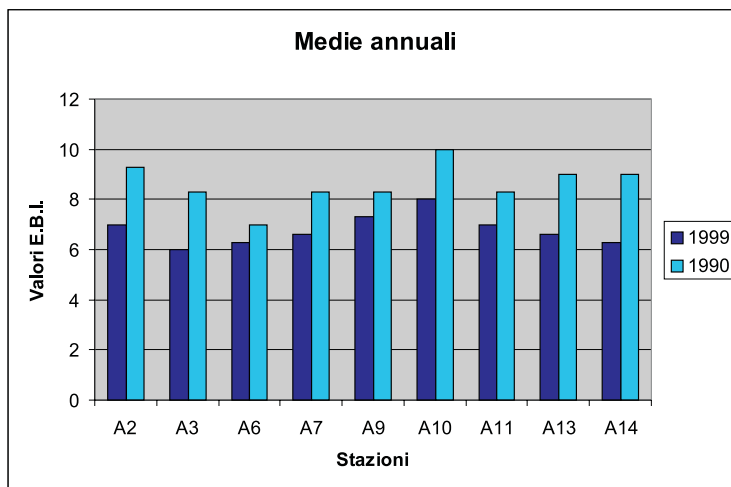


Fig. 4 - Confronto dei valori medi di E.B.I. per gli anni 1990-1999.
 Fig. 4 - Confronting medium values E.B.I. for the years 1990-1999.

Risultato dello studio delle macrofite acquatiche Analisi fitosociologica e multivariata

L'analisi floristica della tabella, confortata anche dai risultati della classificazione (Fig. 5) e dell'ordinamento (Fig.6) ha evidenziato l'esistenza di sei gruppi di rilievi dissimili tra loro (a,b,c,d,e,f), raggruppabili, a loro volta, in due cluster più grandi (Tab. 4).

		CLUSTER 1																			
		GRUPPO "A"												GRUPPO "B"							
n° progressivo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n° rilievo originario		1	3	4	17	28	22	6	24	8	29	10	13	9	15	23	18	19	25	26	30
Località		A1	A1	A1	A6	A2	A5	A1	A2	A4	A2	A3	A3	A3	A6	A5	A6	A5	A2	A2	A9
n° rilievo-stazione		1	3	4	4	5	4	6	1	1	6	2	5	1	2	5	5	1	2	3	1
VELOCITA' CORRENTE	Alta																				
	Media	X	X							X	X	X	X								
	Bassa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Laminare	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Turbolenta																				
SUBSTRATO	Massi																				
	Ciottoli																				
	Ghiaia			X	X	X	X	X	X							X			X	X	
	Sabbia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
	Limo	X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROFONDITA' (m)		0,5	0,7	1,5	0,6	1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	1	1	0,5	1	0,3	0,3	0,5	0,8	1,2	0,8
ZONA	Sponda	X	X			X	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	Centro corso			X	X			X		X			X								
LIMPIDEZZA	Ottima	X	X	X			X	X		X											
	Buona				X	X			X		X					X	X	X	X	X	X
	Media											X	X	X	X						
	Bassa																				X
NOTE	Copertura arborea								X									X			X
	Radici sommerse											X	X								
SUPERFICIE RILEVATA (m ²)		3	2	2	2	1	2	3	2	6	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	3
COPERTURA %		90	100	65	80	100	100	60	70	100	70	85	60	60	40	70	60	80	90	100	80
SPECIE RILEVATE:																					
	Ranunculus trichophyllus	.	.	2	3	3	3	3	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.
	Apium nodiflorum	3	4	3	4	3	3	3	3	5	4	3	3	.	3	3	4	.	+	.	3
	Fontinalis antipyretica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Callitriche stagnalis	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	3	3	4	3	5	5	5	2
	Elodea canadensis	2	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
	Potamogeton pectinatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
	Phragmites australis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	4	.	.	.	.	.	.	.
	Veronica anagallis-aquatica	.	.	.	.	.	.	3	.	.	2	.	.	.	.	.	2	2	+	.	.
	Hippuris vulgaris	3	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Lemna trisulca	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
	Spirogyra fluviatilis	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Potamogeton nodosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ceratophyllum demersum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mentha aquatica	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Myosotis scorpioides	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Myriophyllum spicatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Potamogeton crispus	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sparganium erectum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Indice dell'N di Elleberg		4,09	4,09	4,50	6,44	6,50	5,82	6,33	6,23	5,55	6,27	6,00	5,50	5,67	5,00	5,27	5,33	4,67	7,17	4,25	6,29

Tab. 4 - Tabella elaborata finale.
Tab. 4 - Final elaborated table.

GRUPPO "C"								CLUSTER 2																	
GRUPPO "D"								GRUPPO "E"			GRUPPO "F"														
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
5	14	34	16	21	27	33	20	2	7	12	32	40	42	11	37	43	31	41	35	39	38	44	45	36	46
A1	A6	A10	A6	A5	A2	A10	A5	A1	A1	A3	A10	A8	A8	A3	A11	A12	A9	A8	A10	A11	A11	A12	A12	A10	A7
5	1	3	3	3	4	2	2	2	7	4	1	1	3	3	1	1	2	2	4	3	2	2	3	5	1
X	X	X	X	X	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			X	X	X	X								X	X										
								X	X	X	X	X	X												
X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X		X	X							X
																X			X	X	X	X	X	X	
X	X				X														X	X					
X	X	X	X	X	X	X													X	X	X	X	X	X	
X		X					X	X				X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
							X		X		X			X			X								
								X	X	X	X	X	X	X		X	X	X							X
0,6	1	1	0,8	1,2	1,5	0,9	0,6	0,5	1	2	0,5	0,8	1,2	2	0,8	1,5	1	1,5	1	0,7	0,5	1	0,5	1,5	0,8
X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X	X
		X		X	X												X	X			X	X			
X								X	X																
	X	X	X			X				X	X			X					X	X	X	X		X	
										X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
										X				X											X
2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	1	4
70	40	50	50	50	100	50	90	90	100	60	50	100	60	50	70	60	70	100	80	70	70	80	80	100	50
3	3	5	5	5	5	5	4	.	3	.	3	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	19
.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	18
3	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	5	5	2	1	3	3	3	3	3	3	15
.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	14
.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	5	3	4	3	1	.	.	2	3	.	.	.	.	.	2	13
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	4	4	4	4	4	4	3	10
.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
2	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
.	.	.	.	.	.	.	.	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
6,57	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	5,67	3,75	5,17	6,33	6,18	5,88	6,31	6,50		7,00	7,67	7,56	7,63	7,71	8,00	8,00	7,78	7,00	6,10

In Fig. 5 è riportato il dendrogramma di classificazione dei 46 rilievi della tabella bruta.

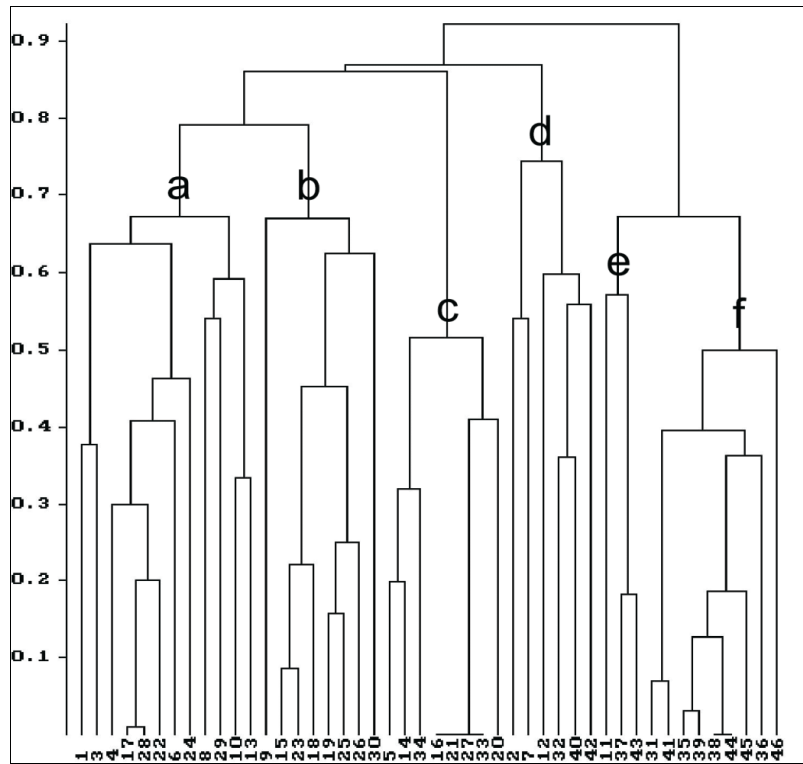


Fig. 5 - Dendrogramma di classificazione dei 46 rilievi della tabella bruta ottenuto applicando il legame medio e la *similarity ratio* a partire dai dati di copertura.

Fig. 5 - Dendrogramma of classification of 46 ranges of the table obtained by applying the media legaly and the *similarity ratio* as from the cover data.

In Fig. 6 è riportato l'ordinamento dei rilievi della tabella bruta.

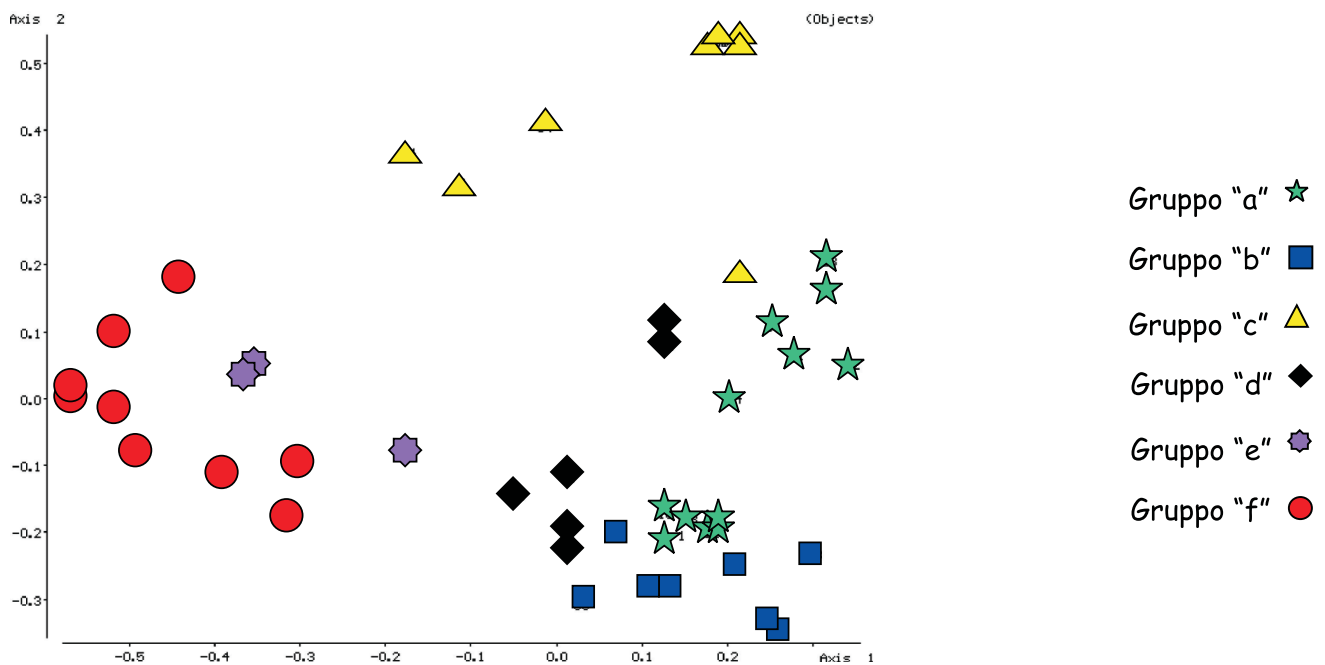


Fig. 6 - Ordinamento dei rilievi della tabella bruta (*similarity ratio*, su dati di copertura).

Fig. 6 - Arrangement of sights of the rough table.

Indice dell'azoto (N) o dei nutrienti di Ellemberg

In Fig. 7 sono rappresentati i valori medi dell'Indice dell'azoto di Ellemberg calcolati per i gruppi individuati dall'analisi multivariata.

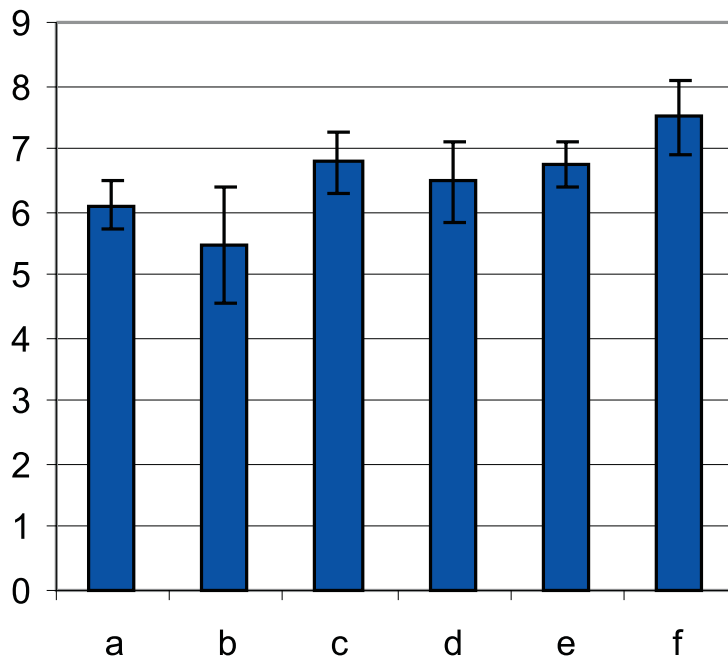


Fig. 7 - Grafico dei valori medi dell'Indice dell'azoto di Ellemberg (Ellemberg *et al.* 1992) calcolati per i gruppi individuati dall'analisi multivariata. Le barre indicano la deviazione standard.

Fig. 7 - *Grafic of media values of Index of Hydrogen of Ellemberg (Ellemberg et al. 1992) calculated by groups found by variated analysis. The bars indicate the standard deviation.*

In Fig. 8 è rappresentato il confronto tra i valori medi stagionali I.B.E. e i valori dell'Indice dell'azoto di Ellemberg delle 12 stazioni.

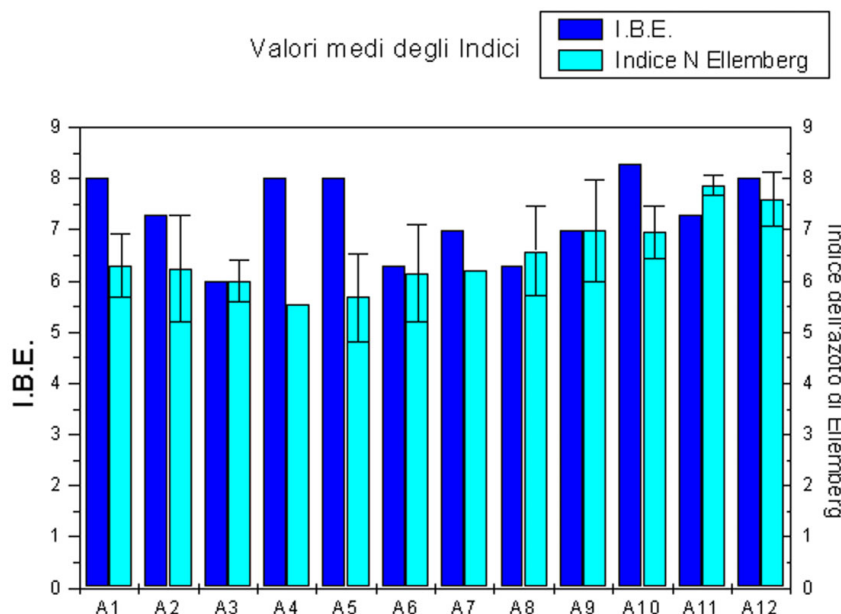


Fig. 8 - Confronto tra i valori medi stagionali I.B.E. e i valori dell'Indice dell'azoto di Ellemberg delle 12 stazioni. Le barre indicano la deviazione standard.

Fig. 8 - *Difference between the season values I.B.E. and the Index values of hydrogen by Ellemberg of the 12 stations. The bars indicate the deviation standard.*

Discussione

Indice I.B.E. (Fig. 3)

La stazione A1, la più importante sorgente del fiume Livenza presenta un valore medio di I.B.E. pari a 8 corrispondente ad una II Classe di Qualità (C.Q.) riferibile ad un ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione.

La stazione è caratterizzata da assenza di Plecotteri; presente per gli Efemerotteri il genere *Ephemerella* determinante per l'ingresso in tabella per il calcolo dell'Indice.

La stazione A2 presenta un valore medio di I.B.E. pari a 7-8 corrispondente ad una III-II C.Q.. Tale situazione è riferibile ad un ambiente in cui si presentano inquinanti o comunque alterazioni. Da segnalare l'assenza di Plecotteri. Per le sue caratteristiche e per la sua posizione rispetto alle sorgenti era attendibile una maggior C.Q. biologica rispetto a quella trovata.

La stazione A3 presenta un valore medio di I.B.E. pari a 6 corrispondente ad una III C.Q. che è riferita ad un ambiente inquinato o in ogni caso alterato.

Questa condizione è da attribuire alla entrata in tabella 1 dei Tricotteri, terzo taxon importante in ordine di sensibilità.

La stazione A4 presenta un valore medio di I.B.E. pari a 8 corrispondente ad una II C.Q., determinata dalla presenza di più Unità Sistematiche (U.S.) di Efemerotteri.

La stazione A5 presenta un valore medio di I.B.E. pari a 8 corrispondente a una II C.Q.. Gli Efemerotteri sono presenti con il solo genere *Ephemerella*. Da segnalare la presenza di un alto numero di U.S. diverse da quelle appartenenti ai tre gruppi ritenuti maggiormente sensibili con prevalenza numerica delle famiglie Elmidae, Gammaridae, Tubificidae e dei generi *Polycelis* e *Dina*.

Il valore medio di I.B.E. presentato dalla stazione A6 corrisponde ad una III C.Q. dovuto alla scarsa presenza di U.S. appartenenti ai tre taxa più sensibili all'inquinamento.

Nella stazione 7 il valore medio di I.B.E. risulta pari a 7 che corrisponde ad una III C.Q.. Tra le U.S. rinvenute vi è la presenza di organismi limnofili, indicatori di un elevato grado di inquinamento come Asellidae, Tubificidae, Lumbricidae, *Pisidium*, *Bythinia* e *Sphaerium*.

Nella stazione A8 viene confermata una III C.Q. Il genere *Ephemerella* compare soltanto in primavera. E' da rilevare la presenza abbondante di diverse famiglie di Gasteropodi.

Per la stazione A8 il valore dell'I.B.E. permane 7, III C.Q. confermando per la quarta stazione di seguito il giudizio di ambiente inquinato o comunque alterato. Il popolamento macrobentonico risulta meglio rappresentato in questo nel tratto A9 rispetto al precedente, ciò indica

che l'abitato di Sacile non influenza in modo significativo la qualità delle acque.

Il valore di I.B.E. della stazione A10, posta a valle della confluenza con il fiume Meschio, è 8-9 valore più alto ottenuto in tutta la campagna dei campionamenti, corrispondente a una II C.Q. e riferibile ad un ambiente con moderati sintomi di inquinamento. Compagnano i generi *Perlodes* per i Plecotteri e *Rbitbrogena* ed *Ecdyonurus* per gli Efemerotteri, una media stagionale di circa 3 U.S. in più, utili al fine del calcolo dell'I.B.E.

Per la stazione A11 il valore medio di I.B.E. è pari a 7-8 corrispondente ad una III-II C.Q.: Classe di giudizio intermedio che indica un ambiente in cui si presentano inquinanti o comunque alterazioni. Questa stazione risulta avere valori stagionali più bassi rispetto al punto A10, che la precede e al punto A12 che la segue.

Il valore medio di I.B.E. nella stazione A12 è infatti 8, corrispondente ad una II C.Q. È presente il genere *Ephemerella* e numerose sono le famiglie di Tricotteri; sempre presente la famiglia di Simuliidae.

Nella successiva stazione A13 il valore medio dell'I.B.E. si abbassa a 7: il fiume Livenza ritorna di III C.Q. E' presente, tra gli Efemerotteri, *Ephemerella mucronata* (specie nuova per l'Italia) (Belfiore *et al.* 1989).

Il valore medio dell' I.B.E. nell'ultimo tratto del fiume Livenza, (A14), che scorre in provincia di Pordenone è pari a 6-7 corrispondente ad una III C.Q.. I valori di I.B.E. non superano mai il 6-7 raggiungendo il valore più basso in autunno di 5-6, IV-III C.Q. riferibile ad un ambiente che si pone tra l'inquinato o il molto inquinato e tra l'alterato e il molto alterato.

L'affluente Meduna, risultato alla sua immissione di III C.Q. in uno studio precedente non ha apportato alcuna modificazione allo stato di "qualità" di questo tratto.

Confronto con il monitoraggio del 1990. (Metodo E.B.I.) (Fig. 4)

Nella stazione A2 ha un valore medio di E.B.I. corrispondente a una III C.Q. rispetto a una II-I di 10 anni fa. La differenza percentuale del numero di U.S. presenti è del 36%. Sono dominanti i Gasteropodi ed è scomparsa la famiglia dei Dytiscidae.

Per la stazione A3 la classe di qualità media passa da una II, nel 1990, ad una III attuale con una diminuzione delle U.S., utili per il calcolo dell'Indice, del 38%.

Gli Efemerotteri, tranne che per una stagione, compaiono di drift e ciò determina una diversa entrata decisiva per l'abbassamento della Classe di Qualità.

Per la stazione A6 la C.Q. era una III e si mantiene una III pur con una diminuzione di U.S. del 30%. Si può affermare che alcune specie sono del tutto scomparse e che quelle ritrovate sono diminuite quantitativamente rispet-

to al passato, per esempio manca il genere *Ephemera*, Efemerottero sensibile all'inquinamento.

Il fiume Livenza nel tratto A7 presenta una III C.Q. media rispetto ad una II del monitoraggio precedente, una tendenza che il corso d'acqua manterrà fino all'uscita dalla provincia di Pordenone, nonostante gli apporti di acqua più pulita dei suoi numerosi affluenti. La diminuzione delle U.S. presenti è del 35% con la scomparsa di ben 9 taxa. I più significativi sono il genere *Ephemera* e le famiglie Dytiscidae, Polycentropodidae e Haplotaxidae, oltre agli Oligocheti che si ritrovano in ambienti di risorgiva. Nella stazione A9 la C.Q. passa da II a III-II. Le U.S. utili per il calcolo dell'Indice diminuiscono del 27%. Si può interpretare questo risultato come una manifesta sofferenza della comunità dei macroinvertebrati bentonici che si esprime con una diminuzione numerica degli organismi presenti.

Nella stazione A10 la C.Q. è II nel 1999 e I nel 1990 riferibile ad un ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile. Benché l'affluente fiume Meschio sembrano migliori la qualità dell'acqua, si riscontra ugualmente la perdita di una C.Q. tra i due momenti di monitoraggio. Il peggioramento è dovuto sia alla riduzione di U.S. trovate, circa il 18%, sia al Gruppo di Entrata. Tra gli Efemerotteri non si è più riscontrata la presenza dei generi *Ephemera*, *Caenis*, *Habrophlebia* e tra i Tricotteri le famiglie di Lepidostomatidae, Polycentropodidae e Sericostomatidae. Si è rilevata anche in questa stazione una riduzione delle diverse tipologie di habitat.

Nella stazione A11 il fiume Livenza passa da una II C.Q. del 1990 ad una III-II. La percentuale di U.S. utili rinvenute è diminuita del 21%. Gli organismi che mancano sono *Ephemera*, *Theodoxus*.

Nella stazione A13 la C.Q. media passa da II a III con il 35% in meno di U.S. utili per il calcolo dell'Indice. Fondamentale è l'assenza del genere *Ephemera*, che associata al genere *Ephemera*, aveva in passato determinato l'entrata in tabella 2 per la determinazione di una C.Q. superiore. Sono scomparse le seguenti U.S.: *Ephemera*, Leptoceridae, Empididae, Limoniidae, Haplotaxidae, tutte rappresentano organismi rari e sensibili all'inquinamento.

Nell'ultima stazione, A14, campionata in questo lavoro il tratto del fiume Livenza passa da una II C.Q. media nel 1990 ad una III netta nel 1999. Il numero di U.S. rinvenute è diminuito del 47%. Questo risultato dimostra attraverso la comunità di macroinvertebrati l'avvenuta banalizzazione del fiume.

Analisi vegetazionali (rilievi fitosociologici)

L'analisi della tabella strutturata, ottenuta dall'elaborazione della tabella bruta anche attraverso l'applicazione dell'analisi multivariata, ha evidenziato la presenza di 6 gruppi (a,b,c,d,e,f), contenuti a loro volta in due cluster più ampi:

l'1, comprendente i gruppi "a", "b", "c" e il 2, i gruppi "d", "e" ed "f".

I sei gruppi risultano ognuno caratterizzato dalla presenza costante di una o più specie vegetali:

il gruppo "a": *Apium nodiflorum*;

il gruppo "b": *Callitriche stagnalis*;

il gruppo "c": *Ranunculus trichophyllus*;

il gruppo "d": *Elodea canadensis*;

il gruppo "e": *Fontinalis antipiretica*;

il gruppo "f": *Fontinalis antipiretica* e *Potamogeton pectinatus*.

Benché ogni gruppo sia identificato da una particolare specie vegetale, l'esiguità dei rilievi e, soprattutto, la frammentarietà degli ambienti indagati, non hanno fornito sufficienti elementi per arrivare ad un puntuale inquadramento delle comunità rilevate, in particolare per la definizione di associazioni vegetali particolari. I gruppi evidenziano esclusivamente, in base alla loro composizione in specie, syntaxa di rango superiore all'associazione, quali alleanza e classe (*Potametea*, *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Ranunculion fluitantis*) che come è noto non forniscono indicazioni sufficientemente dettagliate e puntuali per descrivere l'ambiente in cui si trovano.

La divisione in gruppi operata dalla *cluster analysis* non risulta di facile interpretazione. Le esigenze ecologiche delle poche piante che li caratterizzano, infatti, e l'appartenenza di rilievi di una stessa stazione a più gruppi, non identificano ambienti nettamente distinti tra loro. I due gruppi principali (1 e 2) riuniscono, infatti, in maniera molto approssimativa i rilievi a seconda della loro appartenenza a stazioni del tratto medio-alto o di quello medio-basso del corso del fiume.

I gruppi contenuti nel cluster 1 sono costituiti, tranne poche eccezioni, da rilievi appartenenti a stazioni più a monte e quindi più vicine alla zona sorgentizia.

Al contrario, il cluster 2 comprende i gruppi "d" ed "e", contenenti rilievi effettuati in stazioni dislocate lungo l'asta fluviale, ed il gruppo "f", invece, contiene rilievi appartenenti esclusivamente a stazioni presenti nella parte più a valle del fiume Livenza. Il cluster 2, pertanto, non risulta essere altrettanto omogeneo del primo, almeno dal punto di vista della localizzazione geografica dei suoi rilievi.

Un fiume può essere considerato come una successione di ecosistemi interconnessi l'uno con l'altro e con gli ecosistemi terrestri. I parametri morfologici, idrodinamici e fisico-chimici variano dalla sorgente alla foce e in relazione ad essi, i popolamenti biologici.

Le comunità vegetali acquatiche, però risultano dipendere prevalentemente dall'adattamento a fattori ecologici quali ad esempio la litologia e la granulometria del substrato, la velocità della corrente e la profondità, che costituiscono mosaici di biozone che si interrompono, si frammentano e si ripetono lungo il percorso di un fiume.

L'acqua, inoltre, contribuendo alla diffusione delle specie vegetali insediate, determina il mantenimento di una relativa uniformità dei popolamenti lungo il corso del fiume, poiché consente loro di occupare ogni habitat che risponda alle loro esigenze ecologiche.

L'ordinamento e i dati raccolti in campo confermano questa tendenza giustificando, quindi, i due cluster e i sei gruppi individuati dal dendrogramma.

L'ordinamento dei gruppi, infatti, (Fig. 6) ha permesso di individuare nella velocità della corrente e nella composizione granulometrica del substrato quei fattori ecologici che, più degli altri, hanno determinato la distribuzione delle specie vegetali all'interno dei singoli rilievi appartenenti ai gruppi.

La velocità della corrente risulta essere alta e turbolenta per il gruppo "f" e lenta e laminare per il gruppo "b", gruppi opposti rispetto all'asse x del grafico dell'ordinamento. I gruppi "a", "c", "d", "e", sono caratterizzati da una velocità della corrente intermedia agli estremi indicati.

La granulometria del substrato è risultata essere il fattore di distribuzione dei gruppi secondo l'asse y: il gruppo "b", infatti presenta una composizione del substrato di tipo limo-sabbioso, mentre nel gruppo "c" è di tipo ciottoloso (Tab. 4).

Indice dell'azoto (N) dei nutrienti di Ellemberg

Poiché l'inquinamento organico potrebbe essere una delle cause che ha portato all'impoverimento degli habitat e alla conseguente uniformazione degli ambienti del fiume Livenza, si è deciso di valutare se le comunità vegetali che compongono i gruppi indicatori del carico organico presente attraverso l'applicazione dell'Indice dell'azoto o dei nutrienti di Ellemberg (Ellemberg *et al.* 1992).

Il grafico (Fig. 7) evidenzia che le comunità presenti all'interno di ciascun gruppo non solo rappresentano ambienti tra il mesotrofico e l'eutrofico, ma confermano anche la tendenza all'uniformità degli stessi, pur esprimendo un valore più elevato del carico organico per il gruppo "f", composto, infatti, da rilievi tutti collocati nella parte più a valle del fiume.

I valori dell'Indice di Ellemberg mostrano una differenza tra le stazioni poste più a monte (A1,A3,A4,A5) che risultano mesotrofiche e quelle site più a valle (A10,A11,A12), con una maggiore tendenza verso l'eutrofia. Per le stazioni intermedie, a causa dei valori delle deviazioni standard, non è possibile inferire sulle eventuali differenze; tuttavia il loro valore risulta compreso all'interno degli estremi sopra citati.

Il confronto, infine, tra i valori dell'Indice di Ellemberg e i valori I.B.E. non permette di individuare una correlazione positiva e lineare tra questi due Indici e porta a ritenere che l'alterazione segnalata dall'I.B.E. non dipenda esclusi-

vamente dal carico organico.

Conclusioni

I giudizi sulla qualità delle acque del fiume Livenza, ottenuti da questa ricerca sulla base degli obiettivi che si era proposta inizialmente e conseguiti attraverso l'applicazione di diversi Indici Biologici e dell'analisi fitosociologica, risultano particolarmente probanti in quanto derivati da uno studio basato su una serie di campionamenti effettuati in modo mirato in diversi periodi stagionali.

L'applicazione del metodo I.B.E. definisce di III C.Q. la maggior parte del fiume Livenza, presente nella provincia di Pordenone. Tale giudizio è riferito dal metodo, ad un ambiente inquinato o comunque alterato. Fanno eccezione a tale valutazione le sue sorgenti e il tratto a valle del fiume Meschio che risultano di II C.Q.

Particolarmente importante risulta il confronto effettuato, a distanza di 10 anni, su 9 delle 14 stazioni considerate in questa ricerca. I dati, ricavati attraverso l'applicazione del metodo E.B.I., indispensabile per il confronto, evidenziano la perdita di un'intera C.Q. nella quasi totalità dei punti considerati. Il Livenza risulta essere passato da un ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione, ad un ambiente inquinato o comunque alterato. Lo scadimento della sua qualità è stato determinato da una diminuzione di circa il 30% del numero di U.S. rinvenute e dalla scomparsa di taxa appartenenti ai gruppi più sensibili. Bisogna far rilevare però che l'estrema instabilità delle comunità a macroinvertebrati può essere dovuta a particolari situazioni idrologiche che determinano sfarfallamenti

e/o deposizioni precoci o tardive, quindi in taluni casi il giudizio di qualità può essere falsato. Nel contempo bisogna tener conto che in dieci anni, anche se le condizioni chimico-fisiche dell'acqua sembrano migliorate (Carniel in questo volume), pare però peggiorata la situazione delle macrofite e soprattutto la vegetazione di ripa che non rappresenta più un substrato ideale per le forme adulte degli insetti acquatici.

L'analisi dei risultati, ottenuta per mezzo dell'analisi fitosociologica, dell'analisi multivariata e degli Indici di Ellemberg, sulle macrofite acquatiche, confermano lo stato di alterazione di questo fiume. I dati raccolti evidenziano, in particolar modo, la presenza di un non evidente gradiente longitudinale, da monte a valle, esasperato dall'alterazione del paesaggio fluviale ed, inoltre, la selezione di una flora tipica di ambienti in cui il carico organico è piuttosto elevato e costante.

In conclusione, l'utilizzo di Indicatori Biologici, che permettono di valutare l'insieme degli effetti prodotti nel tempo dal complesso delle cause di alterazione del fiume, evidenziano una banalizzazione e un appiattimento dei suoi ambienti.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare per il contributo attivo prestato in questo lavoro:
 il Dott. Alberto Carniel, Direttore del Dipartimento ARPA di Pordenone;
 il Dott. Pierluigi Verardo, Sezione Acque del Dipartimento ARPA di Pordenone.

Bibliografia

- BELFIORE C., CAMPAIOLI S., DE MARCO N., MARTIN M. 1989. *Ephemera mucronata* (Bengtsson, 1909), nuova specie per l'Italia, in Friuli (EPHEMEROPTERA, EPHEMERELLIDAE). Gortania – Atti Museo Friul. Storia Nat., Udine. 11: 177-182.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932). Plant Sociology. Mc Graw-Hill, New York.
- CAMPAIOLI S., DE MARCO N., MARTIN M. 1993. Qualità biologica delle acque del fiume Livenza. Atti del Convegno di Sacile del 25 Maggio 1991 "Il Livenza un fiume di interesse nazionale" Quaderni ETP. Rivista di Limnologia, 21:21-40. Udine.
- ELLEMBERG H., WEBER H.E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULIBEN D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica XVIII, Erich Goltze Kg, Göttingen, II edit..
- FEOLI E., LAGONEGRO M., ZAMPAR A. 1982. Classificazione e ordinamento della vegetazione. Metodi e programmi di calcolo. C.N.R., Collana del Programma Finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", AQ/5/35, Udine.
- GEHÙ J.-M., RIVAS-MARTINEZ S. 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. Ber. Internat. Simp. Internat. Vereinigung für Vegetationskunde. Syntaxonomie: 5-33.
- GHETTI P.F. 1986. I macroinvertebrati nell'analisi della qualità dei corsi d'acqua. Manuale di Applicazione. Provincia Autonoma di Trento. Provincia Autonoma di Trento, Stazione Sperimentale Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambientale, Trento.
- GHETTI P.F. 1995. Indice Biotico Esteso (I.B.E.). Notiziario dei Metodi Analitici. Istituto di Ricerca sulle Acque-C.N.R., Roma, luglio 1995: 1-24
- GHETTI P.F. 1997. Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità delle acque correnti. INDICE BIOTICO: E.B.I., modif. Ghetti, 1986. Provincia Autonoma di Trento – Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente. Trento.
- GUINOSCET M. 1973. Phytosociologie. Masson & C., Paris.
- LAGONEGRO M., FEOLI E. Analisi multivariata dei dati. Libreria Goliardica, Trieste.
- PIROLA A. 1984. Rilevamento fitosociologico per la pianificazione ecologica territoriale. Università degli studi di Pavia. Scuola di Specializzazione in Conservazione della Natura e Pianificazione Ecologica territoriale "Ruggero Tomaselli", Pavia.
- PODANI J. 1993. SYN-TAX 5.0 Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics. Scientia Publishing, Budapest.
- SCIMONE M. 1990. Metodologia di analisi multivariate e diversità ecologica applicate all'analisi ambientale. Centro di Ecologia Teorica ed Applicata, Gorizia-Padova.
- WESTHOFF V., VAN DER MAAREL E. 1973. The Braun –Blanquet Approach. In Whittaker R. M. (ed.) Ordination and Classification of Vegetation. Handbook of Vegetation Science, V: 619-726.
- WOODIWISS F.S. 1978. Biological Water Assessment Methods. Severn Trent Authorities, U.K..

Ambienti acquatici e comunità macrozoobentoniche nel bacino dell'Alto Livenza.

Aquatic environment and macrozoobenthic invertebrate communities in the Alto Livenza catchment. (North Eastern Italy)

GIUSEPPE-ADRIANO MORO

Laboratorio Regionale di Idrobiologia

"Paolo Solimbergo" - Ente Tutela Pesca del FVG

Key words

Macro invertebrates, chalk streams, Livenza, spawning areas.

Summary

During the year 2002 samples of macro zoobenthic invertebrates have been collected in 20 sampling points within the high Livenza basin. By mean of the analysis of macrozoobenthic communities, it was possible to prove the presence of several different cenosis, influenced by growing alpine characteristics upstream to the Livenza springs. In the whole study area rare are cenosis typical of slow lowland waters, while common is the presence of taxa characteristic of chalk streams cenosis. Water quality, as in other Sud alpine basins, decreases while going downstream, crossing an anthropized area, widely used for agriculture. The evaluation of habitat availability for Salmonid fish reproduction evidenced a lack of spawning areas, which causes concern for the future presence of indigenous populations of these fish species.

Riassunto

In venti stazioni, posizionate sul tratto del fiume Livenza compreso fra Schiavoi di Sacile (PN) e le sorgenti, nonché su alcuni affluenti, sono stati raccolti durante l'anno 2002 campioni di macroinvertebrati bentonici. L'esame delle comunità macrozoobentoniche ha consentito di individuare alcune cenosi caratterizzate da una influenza di tipo alpino e prealpino crescente procedendo da valle verso monte. In tutta l'area di studio sono risultate rare le cenosi di acque lente di bassa pianura, mentre è, ovviamente, sempre presente una componente faunistica legata agli ambienti di risorgiva. La qualità biologica delle acque valutata tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso è risultata come in altri bacini fluviali sud alpini diminuire progressivamente man mano che si procede dalle sorgenti attraverso un territorio antropizzato ed ampiamente utilizzato per la produzione agricola. La valutazione di idoneità degli habitat acquatici per la riproduzione dei pesci appartenenti alla famiglia Salmonidae ha evidenziato una preoccupante carenza di aree di frega.

Introduzione

Nel quadro della propria sua attività istituzionale, durante l'anno 2002, l'Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia ha promosso, attraverso il suo Laboratorio Regionale di Idrobiologia ed in collaborazione con il Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Trieste, una campagna di ricerche idrobiologiche volte a verificare lo stato degli ecosistemi acquatici del bacino dell'Alto Livenza. In questo lavoro verranno presentati i risultati relativi alle indagini svolte sulle comunità macrozoobentoniche di quest'area, utilizzate come metodo di caratterizzazione dell'ecosistema acquatico sia dal punto di vista corografico che funzionale.

Inquadramento geografico

Il fiume Livenza (Fig. 1) trae origine da sorgenti poste ai piedi del massiccio del Cansiglio, al limite occidentale delle Prealpi Carniche, nella provincia di Pordenone. Il fiume scorre in direzione SSE da Polcenigo, dapprima attraverso un sistema di modeste ondulazioni, quindi in pianura. Circa metà del corso del Livenza si trova all'interno della regione Veneto, la foce, situata nei pressi di Caorle, è in provincia di Venezia.

Il bacino del Livenza compreso all'interno della regione Friuli Venezia Giulia è più ampio dell'area che drena direttamente nel corso principale, poiché tributari del Livenza sono anche i torrenti Cellina e Meduna, con i loro ampi bacini montani, che ricoprono i due terzi del territorio delle Prealpi Carniche.

Per quanto riguarda l'area dell'Alto Livenza, oggetto di questo studio, il reticolo idrografico superficiale è piuttosto semplice: una serie di affluenti del primo e secondo ordine si riversano nell'asta principale a partire dall'area delle sorgenti. Da sinistra giungono piccoli rii di risorgiva, da destra rii sempre di modeste dimensioni che però drenano in parte il versante meridionale del massiccio del Cansiglio. Solo presso Sacile vi è la confluenza nell'asta principale di due affluenti di maggiore importanza: in riva sinistra il Paisa con il suo piccolo bacino di risorgiva, da destra il fiume Meschio, che origina in provincia di Treviso da sorgenti carsiche, risorgive di conoide e raccoglie le acque superficiali del versante Sud Occidentale del Cansiglio.

Le acque che formano il corso del Livenza hanno tre differenti provenienze nel suo bacino superiore.

Le tre sorgenti principali del fiume sono di tipo carsico. Di fatti le acque del Gorgazzo, della Santissima e del Molinetto provengono da un acquifero carsico profondo alimentato dalle aree carsiche di assorbimento del Cansiglio (Mosetti, 1983).

Le acque degli affluenti di sinistra provengono da risorgive di conoide, distribuite sul lato occidentale del grande conoide alluvionale che dallo sbocco della Val Cellina si allarga a ventaglio nella pianura pordenonese. Questo conoide influenza anche il corso del fiume Livenza stesso che si trova, inizialmente, costretto fra questo ampio rilevamento e le pendici del Cansiglio.

Le acque degli affluenti di destra hanno origine mista, si tratta sia di drenaggi superficiali del versante del Cansiglio che di risorgive di piccoli conoidi. Il Meschio riceve anche acque carsiche.

Le acque provenienti da acquiferi carsici a scorrimento relativamente rapido e quelle provenienti da falde idriche in terreni alluvionali calcarei possono differire per chimismo. A seconda del tempo di permanenza nel sottosuolo, della dimensione delle condotte carsiche in zona freatica e della temperatura originaria delle acque di alimentazione degli

acquiferi. In questo lavoro non si è tenuto conto di tali caratteristiche delle acque, ma, come verrà in seguito discusso, in alcuni affluenti di risorgiva si osservano fenomeni di concrezionamento sul fondo tali da suggerire una elevata concentrazione dello ione Calcio, maggiore nelle acque di conoide che in quelle carsiche.

Il corso della Livenza è inizialmente influenzato dalla presenza di una serie di piccoli rilievi che ne impongono lo scorrimento verso Nord Est dalla Santissima fino ai pressi di Polcenigo. In queste aree si trovano acque lente, aree di scorrimento in canali paralleli, in particolare fra il Molinetto e la Santissima. Poco a monte della confluenza col torrente Gorgazzo il Livenza riesce a trovare una via verso Sud e prende a scorrere su un letto unico, relativamente ampio, con acque poco profonde, corrente rapida, fondo ciottoloso e corso, se non rettilineo, solo modestamente divagante. Ben presto però il fiume assume l'aspetto tipico del corso d'acqua di pianura, con meandreggiamento sempre più ampio man mano che, procedendo verso Sud, diminuisce la pendenza media della pianura. Il canale di scorrimento delle acque è ampio, con profondità massima superiore ai 2 m, il fondo è sabbioso-limoso e la corrente, sebbene sostenuta, limitata alla porzione centrale del letto bagnato.

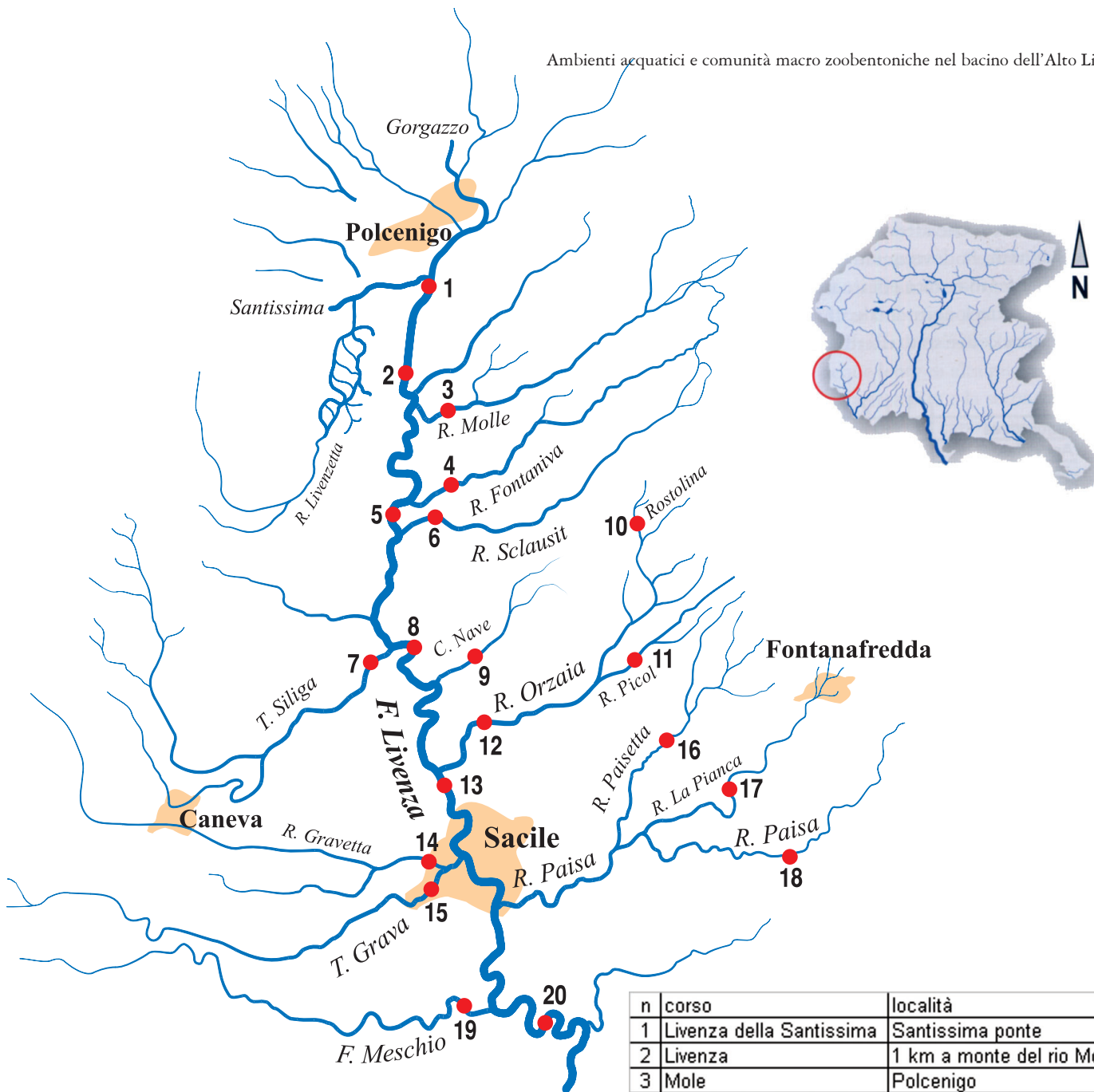
Gli affluenti di sinistra hanno andamento poco meandreggiante. Quelli della porzione settentrionale, Fontaniva, Sclausit, Mole, Nave, hanno piccole dimensioni, acque poco profonde e fondo tendenzialmente ghiaioso e ciottoloso, ma modificato in ghiaioso fangoso, probabilmente a causa del dilavamento delle superfici agricole circostanti. Gli affluenti della porzione meridionale dell'area di studio, Orzaia, Paisa ed affluenti di questi hanno tendenzialmente un andamento più meandreggiante non appena ci si allontana dalle risorgive vere e proprie. Nel tratto inferiore Orzaia e Paisa hanno larghezza per lo meno pari a 4 m e profondità massima talvolta superiore al metro. Il fondo è generalmente fangoso e coperto di vegetazione acquatica.

Gli affluenti di destra hanno generalmente una morfologia di tipo torrentizio, con profondità modeste e fondo ghiaioso o ciottoloso, ma con importanti depositi di sabbie fini e limo là dove si osserva una rottura di pendenza, od in presenza di opere trasversali.

Il fiume Meschio, in particolare, ha un letto ghiaioso e ciottoloso piuttosto ampio e flusso delle acque a tratti persino turbolento.

Materiali e metodi

I venti punti di campionamento (Fig. 1; Tab. 1) e raccolta dei dati sono stati scelti in modo da caratterizzare ciascun tratto dell'asta principale del Livenza (sei stazioni) e da avere dati relativi a per lo meno un punto su ciascun affluente (per un totale di 14 stazioni).



n	corso	località
1	Livenza della Santissima	Santissima ponte
2	Livenza	1 km a monte del rio Mole
3	Mole	Polcenigo
4	Fontaniva	Polcenigo
5	Livenza	Polcenigo vicino Sclausit
6	Sclausit	Polcenigo
7	Siliga	Fiaschetti
8	Livenza	Nave
9	Nave	Nave
10	Rostolina	Ranzano
11	Picòl	a monte Orzaia
12	Orzaia	Nave
13	Livenza	Ronche di Sacile
14	Gravetta	Sacile
15	Grava	strada per Caneva
16	Paisetta	motocross
17	Pianca	valle SS
18	Paissa	ponte Alpini Fontanafredda
19	Meschio	Schiavoi
20	Livenza	Cavolano Val de la Madona

Fig. 1 - Mappa dell'area di studio e dei punti di campionamento.
 Fig. 1 - Map of the study area and of sampling points.

Tab. 1 - Punti di campionamento.
 Tab. 1 - Sampling points.

In ciascuna stazione è stata effettuata la raccolta di campioni di macro invertebrati bentonici con la tecnica del kick sampling e l'impiego di un retino immanicato e rete a maglia di 500 µm. Dove è stato possibile guardare il corso d'acqua i campioni di macrobenthos sono stati raccolti lungo un transetto che attraversasse trasversalmente l'intero letto bagnato, là dove questo non è risultato possibile il campionamento è stato effettuato in prossimità delle rive su un transetto longitudinale. Il riconoscimento degli invertebrati raccolti è stato effettuato in laboratorio ed i cam-

pioni sono stati, pertanto, conservati in una soluzione di formaldeide al 4%. Alcuni esemplari sono stati successivamente conservati in alcool etilico 70% per fungere da campioni di confronto e riferimento negli studi futuri.

L'osservazione degli esemplari di macroinvertebrati bentonici è stata effettuata con un microscopio binoculare in luce riflessa ed ingrandimenti variabili da 8x a 50x. I dettagli anatomici di minori dimensioni sono stati osservati con l'ausilio di un microscopio bioculare in luce trasmessa ad ingrandimenti variabili fra 40x e 400x.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20
Acroloxiidae																	+		
Ancylidae															+				
Asellidae			+	+				+	+	+	+	+	+	+	+		+		+
Baetidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bereidae	+	+	+	+	+											+			
Bythiniidae	+												+						
Caloptergidae								+											+
Ceratopogonidae					+	+		+							+				
Chironomidae	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Corixidae																		+	
Dytiscidae																		+	
Elminthidae	+	+	+	+	+	+		+	+						+	+		+	
Emmericiidae		+				+			+	+			+			+		+	
Ephemerellidae		+		+	+			+		+		+	+			+	+	+	+
Ephemeridae				+	+				+			+				+			
Erpobdellidae	+	+	+		+			+						+				+	+
Gammaridae	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Goeridae			+	+											+	+			
Haemopidae	+		+		+		+					+				+	+	+	
Haplotaxidae					+	+		+		+			+	+		+			
Heptageniidae		+				+													+
Hidropsychidae				+		+	+				+	+		+		+		+	
Hydrobioidea	+	+	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+		+	+
Hydrophilidae																			+
Hydroptilidae								+		+							+		
Leptoceridae	+				+			+					+	+					
Leptophlebiidae									+										
Leuctridae						+											+		
Limnephilidae	+	+			+			+	+				+			+			
Limoniidae		+		+		+			+						+	+			
Lumbricidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+		+	
Lymnaeidae	+	+						+				+	+	+					+
Naididae									+		+								
Niphargidae	+		+		+		+	+	+	+		+	+				+	+	
Odontoceridae	+	+							+	+						+			
Perlodidae		+																	
Pisidiidae	+			+		+	+	+	+	+		+		+			+		
Planaridae	+	+			+			+		+		+	+			+			+
Planorbidae	+	+			+				+			+	+		+	+			
Psychodidae														+					
Rhiacophylidae		+													+			+	
Sericostomatidae	+															+			
Simuliidae		+	+	+	+	+	+	+		+		+		+	+	+	+		
Sphaeriidae																	+		
Tabanidae								+						+					
Tipulidae				+		+													
Tubificidae			+				+	+		+	+	+	+	+	+		+		

Tab. 2 - Taxa rinvenuti.

Tab. 2 - Found taxa.

Il livello tassonomico di identificazione è stato quello minimo richiesto dal protocollo di applicazione dell'Indice Biotico Esteso (Ghetti, 1997), solo in alcuni casi si è proceduto ad identificare gli esemplari raccolti a livello specifico.

Oltre alla raccolta di macrobenthos si è provveduto in ogni stazione ad effettuare una misurazione di larghezza del letto bagnato, profondità massima, stima della copertura da parte della vegetazione e caratterizzazione della composizione del fondo secondo le classi granulometriche dei sedimenti. Oltre a questi parametri sono stati misurati la concentrazione dell'ossigeno disciolto, la temperatura, la conducibilità ed il pH delle acque. Questi dati hanno costituito un elemento aggiuntivo nell'interpretazione di quelli relativi alla fauna macrozoobentonica.

Risultati e discussione

I macroinvertebrati bentonici raccolti (Tab. 2) appartengono per la maggior parte ai *phyla* degli Artropodi e dei Molluschi, ma assai frequenti sono gli Anellidi.

Fra gli Artropodi i più frequenti sono gli Insetti ed i Crostacei. I primi rappresentati da diversi ordini sono rappresentati da stadi pre imaginali di taxa aericoli o da individui adulti di taxa acquatici, mentre i secondi sono esclusivamente acquatici.

Fra gli insetti particolarmente frequenti ed abbondanti risultano essere Ephemeroptera, Trichoptera e Diptera, meno abbondanti i taxa appartenenti agli ordini Odonata (dato non atteso), Heteroptera e Plecoptera. I Crostacei sono rappresentati da Anfipodi della famiglia Gammaridae e Niphargidae, nonché da Isopodi della famiglia Asellidae. I Molluschi Gasteropodi sono spesso abbondanti, frequenti le famiglie Planorbidae, Phisidae, Bythiniidae, Lymnaeidae e la superfamiglia Hydrobioidea. Rari, fatto non atteso, sono gli Odonati, rappresentati esclusivamente dal genere *Calopteryx* e gli Emitteri, col solo genere *Sigara* rinvenuto in una stazione.

Per effettuare un'analisi della composizione delle comunità, non essendo possibile spesso approfondire la determinazione fino al livello di genere, si è preferito prendere in considerazione l'ecologia delle famiglie di invertebrati osservati, tenendo conto dei dati di distribuzione indicati nella Carta Ittica Regionale del Friuli Venezia Giulia (Stoch *et Al.*, 1992) integrati da quelli raccolti dall'Autore nel corso degli ultimi cinque anni (dati non pubblicati). Il difetto di una analisi che si limiti all'esame di taxa del livello di famiglia risulta piuttosto evidente quando si considerano casi come quello dei Ditteri della famiglia Chironomidae, cui appartengono sia generi adattati alla vita in acque povere di ossigeno e calde, che generi stenotermi freddi che richiedono elevata concentrazione di ossigeno nelle acque e generalmente colonizzano i corsi d'acqua alpini e subalpini,

spingendosi talvolta a quote inferiori durante la stagione invernale. Taxa come quello dei Chironomidae, per questo motivo, sono stati assegnati ad una categoria definita "non informativa", indicata nei grafici con la sigla n.i., dato che dalla presenza del taxon non è possibile ottenere informazioni relative alle caratteristiche dell'ecosistema acquatico.

Le categorie utilizzate sono quattro: organismi di zona alpina, di zona prealpina, di zona di risorgive, di acque lente di bassa pianura. Altre due zone sono riconoscibili nelle acque correnti del Friuli Venezia Giulia, quella subalpina e quella delle acque lente di alta pianura, ma la prima non è ancora ben caratterizzata e la seconda risulta essere piuttosto rara e povera di taxa caratteristici, se non priva di taxa esclusivi.

Nelle stazioni poste lungo l'asta principale del fiume Livenza sono state osservate comunità caratterizzate da una forte componente di taxa caratteristici della zona delle risorgive, sebbene sia possibile osservare, in particolare nella stazione 2 (Fig. 2), una presenza di taxa di zona alpina e prealpina. Di particolare interesse è il rinvenimento di esemplari dei Plecotteri appartenenti alla famiglia Perlodidae, attribuiti alle specie *Isoperla grammatica* e *Dictyogenus fontium*.

Fiume Livenza - Stazione 2

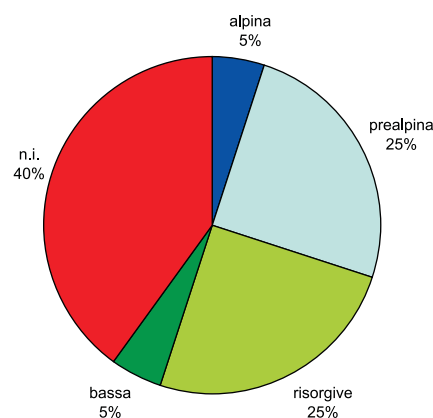


Fig. 2 - Corogramma della comunità osservata nella stazione 2.
Fig. 2 - Chorogram of the community observed in sampling point 2.

Procedendo verso valle il contributo delle specie di risorgiva e di acque lente di bassa pianura si fa sempre più importante, ma mai vengono osservate comunità tipiche di quest'ultima zona, dato che, come verrà discusso in seguito, la Livenza non ha mai caratteristiche potamali nell'area studiata; esemplare è quanto osservato nella stazione posta più a valle (Fig. 3).

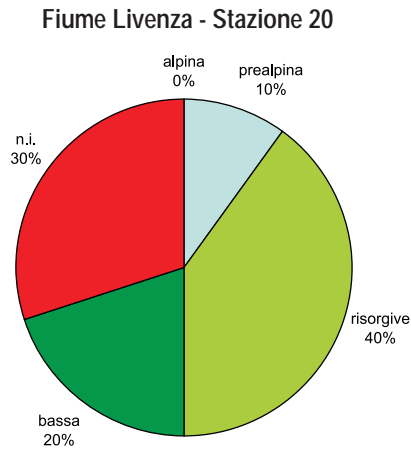


Fig. 3 - Corogramma della comunità osservata nella stazione 20.
Fig. 3 - *Chorogram of the community observed in sampling point 20.*

Unico tratto realmente ascrivibile alle acque lente di bassa pianura è quello del rio Paisa (Fig. 4) a Sud di Fontanafredda. Nella figura 4 si nota che il 46% dei taxa (famiglie) rinvenute sono caratteristiche della zona delle acque lente di bassa pianura o, comunque, sono ricorrenti in prevalenza all'interno di questa zona.

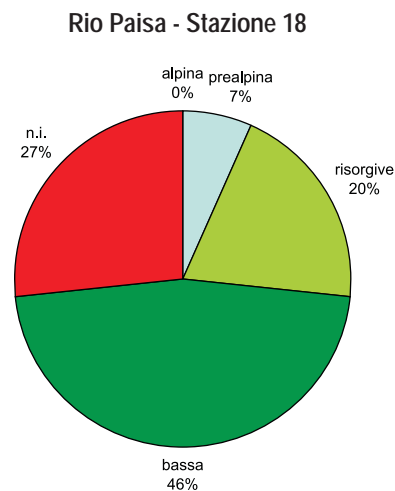


Fig. 4 - Corogramma della comunità osservata nella stazione 18.
Fig. 4 - *Chorogram of the community observed in sampling point 18.*

Si noti che nella stazione 2, posta sull'asta principale, il contributo dei taxa considerati non informativi è molto più rilevante che in altre stazioni. Questo fenomeno potrebbe essere legato al fatto che si tratta di comunità che colonizzano un ambiente extrazonale, dove gli organismi tipici delle acque di pianura sono naturalmente scarsi, ma mancando anche la continuità con la zona alpina e prealpina, la maggior parte dei taxa presenti risulta essere ad ampio spettro ecologico, fatto che se da un lato li rende "non informativi" dall'altro permette loro di occupare habitat extrazonali come quello della stazione 2 sul fiume Livenza.

L'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (Ghetti, 1997) ai dati faunistici ha consentito di determinare un quadro di potenziale alterazione antropica degli ecosistemi acquatici, che riveste notevole importanza nella fase di elaborazione dei piani di gestione della fauna ittica del bacino del Livenza.

Nella figura 5 è riportata la mappa della qualità biologica delle acque valutata attraverso l'IBE applicato ai dati faunistici raccolti nel corso di questa campagna di studi. Il quadro presentato deve essere opportunamente interpretato tenendo conto del fatto che un solo campionamento, per di più in stagione estiva, può fornire informazioni apparentemente falsate. Nella realtà la dinamica stagionale delle comunità macro zoobentoniche dei corsi d'acqua al margine meridionale delle Alpi Orientali è ben nota e ciò consente una migliore interpretazione dei risultati derivanti dall'applicazione dell'Indice Biotico Esteso che, in ogni caso, non dovrebbe mai essere acritica.

Lungo l'asta principale della Livenza si osserva una progressiva degradazione della qualità biologica delle acque procedendo da monte verso valle. Se si esclude il caso della stazione numero 1, che per motivi di tipo morfologico locale è abitata da una comunità bentonica relativamente più povera di quanto atteso, le acque della Livenza vengono inizialmente attribuite alla I Classe di qualità, sono cioè ritenute esenti da fenomeni sensibili di alterazione della funzionalità dell'ambiente acquatico per quanto riguarda le comunità macro zoobentoniche. Procedendo verso valle le acque vengono attribuite alla II Classe di qualità in corrispondenza dell'apporto di un affluente di sinistra, il rio Mole, le cui acque sono state attribuite addirittura alla III Classe di qualità. Le acque degli affluenti Fontaniva, Sclausit e Nave sono state, invece, attribuite alla II Classe di qualità, come quelle dell'asta principale nel corrispondente tratto. Peggiora risulta essere la situazione del primo affluente di destra considerato, il rio Siliga, le cui acque sono state attribuite alla III Classe di qualità. Le acque del rio Orzaia, affluente di sinistra, sono state attribuite alla II Classe di qualità, come quelle del suo affluente Rostolina, mentre quelle di un altro affluente, il rio Picol, sono state attribuite alla III Classe di qualità.

Per quanto riguarda il sottobacino del rio Paisa, affluente di sinistra presso Sacile, le acque del rio Passetta sono state attribuite alla I Classe di qualità, mentre ben peggiore è il giudizio relativo alle acque del rio Pianca (III/II Classe di qualità) e del rio Paissa stesso (III Classe di qualità). Le acque del rio Grava, che confluisce nella Livenza presso Sacile, sono state attribuite alla Classe di qualità intermedia II/III, mentre quelle del suo affluente Gravetta alla III Classe di qualità. A valle di Sacile la qualità delle acque della Livenza passa alla III Classe, mentre quelle del più importante affluente di destra, il Meschio, sono state attribuite alla II Classe di qualità.

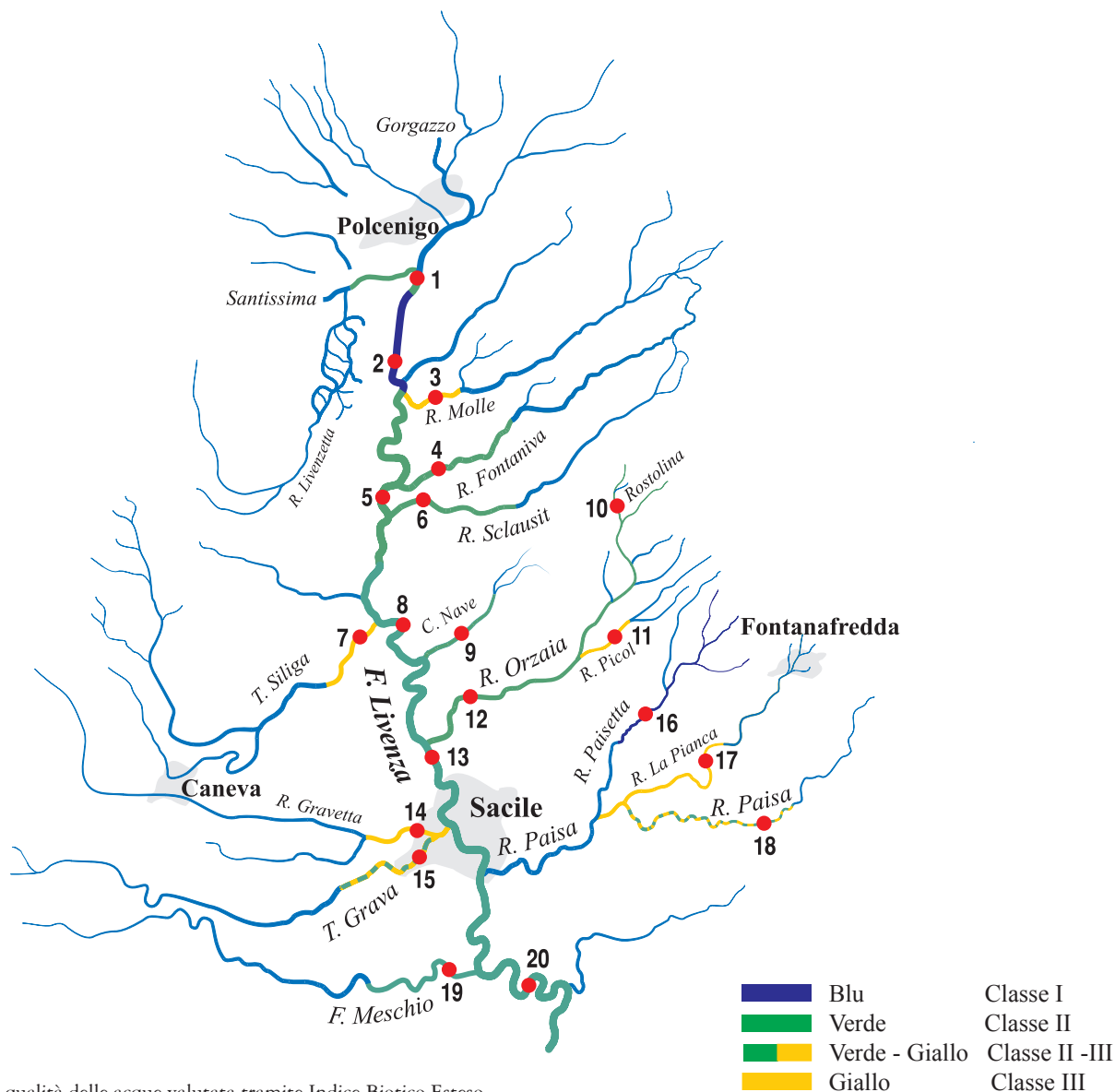


Fig. 5 - Mappa di qualità delle acque valutata tramite Indice Biotico Esteso.
 Fig. 5 - Map of the water quality evaluated by mean of the Indice Biotico Esteso.

I motivi della rilevata alterazione delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua indagati, tipicamente di maggiore entità procedendo da monte verso valle, sono assai probabilmente legati all'apporto di sostanza organica sia particolare che disciolta derivante da scarichi civili. Di grande importanza in questi ambienti è l'apporto di azoto derivante dagli allevamenti ittici e dal dilavamento delle superfici agrarie là dove non esista un sistema filtro fra area agricola e corso d'acqua.

Questo filtro era un tempo costituito dai canali di drenaggio che, grazie ad una manutenzione non meccanica ritenuta all'epoca poco efficiente, conservavano la capacità di trattenere in particolare azoto, utilizzati dalla vegetazione acquatica in essi presenti.

La mancanza di un sistema frapposto fra le superfici arate ed i corpi idrici determina anche un notevole dilavamento, trasporto e deposizione di sedimenti fini nei

corsi d'acqua, un tempo assai meno abbondanti. La composizione del fondo di gran parte dei piccoli affluenti della Livenza non é, oggi, quella che un tempo era considerata caratteristica dei corsi d'acqua di risorgiva.

Per effettuare la frega tutte le specie appartenenti alla famiglia Salmonidae hanno esigenze particolari per quanto riguarda le caratteristiche del corso d'acqua, sia dal punto di vista chimico che morfologico. La deposizione, infatti, avviene in nidi di frega scavati nel fondo ghiaioso del corso d'acqua. Le uova deposte, una volta fecondate, vengono ricoperte con sedimenti e quindi abbandonate. Se i sedimenti che costituiscono il fondo del corso d'acqua hanno una granulometria opportuna, fra la ghiaia fine ed i piccoli ciottoli, gli spazi interstiziali esistenti fra un elemento e l'altro consentono la circolazione di acqua e, dunque, l'apporto di ossigeno necessario per lo sviluppo degli embrioni. Se, viceversa, i sedimenti del fondo sono troppo fini, o

costituiti da ghiaie i cui spazi interstiziali sono occlusi da limo od argilla, la circolazione di acqua non è sufficiente a consentire lo sviluppo degli embrioni.

I macroinvertebrati bentonici vivono sul fondo dei corsi d'acqua nell'interfaccia sedimento-acqua o negli spazi interstiziali. Le esigenze di molti taxa sono tali da consentire la vita nello stesso ambiente in cui possono svilupparsi con successo le uova di Salmonidi. Per questo motivo nello studio della fauna macrozoobentonica viene tenuta in considerazione la composizione del fondo dei corsi d'acqua e la disponibilità di spazi interstiziali, ottenendo un set di dati che possono essere utilmente impiegati per individuare le aree potenziali di frega.

Nell'alto bacino della Livenza le aree ritenute idonee alla frega dei Salmonidi e di *Thymallus thymallus* L. sono piuttosto limitate. Per quanto riguarda le stazioni di raccolta dei dati che sono oggetto di questo lavoro, solamente tre possono essere ritenute buone aree potenziali di frega per i Salmonidi:

- stazione 2, fiume Livenza a monte del rio Mole;
- stazione 16, rio Paisetta;
- stazione 19, fiume Meschio presso Schiavoi.

Piuttosto dubbia è la situazione per quanto riguarda altri affluenti di piccole dimensioni, come i rii Selausit e Fontaniva, dato che nei tratti esaminati il fondo risulta essere ghiaioso, ma con spazi interstiziali completamente occlusi da limo ed argilla. In altri casi fondi ghiaiosi e ciottolosi presentano spazi interstiziali occlusi da fanghiglia scura ricca in materiale organico particolato fine, come il rio Grava, il Pianca od il Siliga. Dato che gran parte delle stazioni di campionamento è stata posta nella porzione inferiore degli affluenti, in prossimità della confluenza con il corso principale della Livenza, non è possibile escludere che nell'area immediatamente a valle delle sorgenti di conoide vi siano piccole aree con fondi idonei alla frega dei Salmonidi, ma queste non sono state osservate nel corso di questo studio.

Conclusioni

L'alto bacino della Livenza è caratterizzato da un mosaico di ambienti acquatici in cui vivono comunità macrozoobentoniche particolarmente interessanti per la presenza di diversi elementi faunistici, talvolta caratteristici di zone morfologicamente assai diverse e, spesso, lontane geograficamente dall'area studiata. Nella porzione superiore del corso d'acqua, anche in conseguenza dell'origine carsica del fiume, si osserva la presenza di elementi faunistici di tipo alpino e prealpino, giustificata peraltro dalle caratteristiche morfologiche dell'ambiente acquatico, con fondi a detriti grossolani, corrente talvolta sostenuta a moto turbolento e temperature sempre relativamente basse. La pre-

senza di elementi delle zone montane si spinge fino a valle di Sacile, fatto che è caratteristico dei fiumi di risorgiva, limitando a poche aree le vere e proprie acque lente di bassa pianura.

L'area in cui scorre la Livenza è fortemente antropizzata e ciò non manca di determinare una progressiva degradazione della qualità biologica delle acque, che determina una diminuzione nel valore e nella fruibilità del sistema - fiume. La ridotta disponibilità di aree di frega per i pesci appartenenti alla famiglia dei Salmonidi è uno dei più chiari esempi di ridotta funzionalità dell'ecosistema acquatico, che si riflette in modo diretto sulla capacità dei corsi d'acqua di ospitare popolazioni naturali di alcune specie della fauna ittica autoctona.

Bibliografia

- BELFIORE C., 1983. Efemerotteri (Ephemeroptera). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. C.N.R. AQ/1/201, 24.
- CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A., RUFFO S., 1994. Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Provincia Autonoma di Trento, 1.
- CONSIGLIO C., 1980. Plecotteri (Plecoptera). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. C.N.R. AQ/1/77, 9.
- FERRARESE U., ROSSARO B., 1981. Chironomidi 1. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. C.N.R. AQ/1/129, 12.
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991. I pesci delle acque interne italiane, Ministero dell'Ambiente, Unione Zoologica Italiana, Istituto Poligrafico Zecca dello Stato, Roma.
- GHETTI P.F., 1997. Manuale di applicazione. Indice Biotico Esteso (I.B.E.) - I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque dolci correnti. Prov. Aut. Trento, Ag. Prov. Prot. Amb., Trento.
- MORETTI G.P., 1983. Tricotteri (Trichoptera). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. C.N.R. AQ/1/196, 19.
- MOSETTI S., 1983. Sintesi sull'idrologia del Friuli Venezia Giulia. Quaderni ETP - 6. Ente Tutela Pesca, Udine.
- SANSONI G., 1998. Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia Autonoma di Trento; Stazione Sperimentale Agraria Forestale; Servizio Protezione Ambientale, APR&B Editrice, Trento.
- STOCH F., PARADISI S., BUDA DANCEVIC M., 1992. Carta ittica del Friuli Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Ente Tutela Pesca, Udine.

La fauna ittica del fiume Livenza

The fish fauna of Livenza river. (North Eastern Italy).

ELISABETTA PIZZUL

ELIZABETA GABRIJELČIČ

LUCA DORIGO

Dipartimento di Biologia - Università di Trieste

Key words

Fish communities, freshwater management, Friuli Venezia Giulia, North-Eastern Italy.

Summary

In this study has been exposed results on fish communities that occur in Livenza river and in some of its most important tributaries. In stations investigated, beside the analyses on fish populations, chemical and physical parameters and the conditions of river environment were also investigated. River environment, in the stations investigated, resulted to be in good conditions and also biodiversity of fish communities observed were fairly good. On the other hand the abundance of the communities resulted very low. This fact lead us to investigate data obtained with fish management on Livenza river in years preceding our study. The fish management expected also repopulation of marble trout (*Salmo {trutta} marmoratus*), the species in hard numerical decrease in Livenza river as also in other water courses of Friuli Venezia Giulia region.

Riassunto

In questo studio vengono esposti i risultati riguardanti l'assetto delle comunità ittiche presenti lungo il corso principale del fiume Livenza ed in alcuni suoi affluenti. Nelle stazioni investigate, oltre all'analisi dei popolamenti ittici sono stati rilevati i principali parametri chimico-fisici e lo stato dell'ambiente fluviale e ripario. Benché le condizioni ambientali, nelle stazioni visitate, siano apparse generalmente buone e discreta sia stata la biodiversità osservata nelle comunità ittiche, la numerosità delle stesse è risultata estremamente bassa. Si è quindi messo in relazione i dati ottenuti con la gestione condotta sulla Livenza negli anni precedenti questo studio, la quale peraltro ha previsto il ripopolamento della trota marmorata (*Salmo {trutta} marmoratus*), salmonide in forte decremento numerico in questo, come in altri corsi d'acqua regionali.

Introduzione

Il fiume Livenza nasce da due distinte sorgenti carsiche poste in comune di Polcenigo e denominate rispettivamente Santissima e Gorgazzo. Quasi immediatamente dopo la fuoriuscita dalle risorgive, come riportato da Mosetti (1983), la Livenza diventa un tipico fiume di pianura che scorre su di un letto impermeabile e segna, per un tratto, il confine tra il Friuli Venezia Giulia ed il Veneto, e quindi scorre definitivamente in quest'ultima regione per sfociare direttamente nel Mar Adriatico presso Caorle. Il suo bacino, in relazione ai notevoli pregi naturalistici e paesaggistici, è stato inserito tra quelli di interesse nazionale dalla Legge 183/89 e pertanto è stato ed è oggetto di numerose analisi e monitoraggi.

Alcuni di questi studi hanno interessato gli aspetti chimici e microbiologici dell'acqua del fiume (Carniel *et al.*, 1993), altri lo stato di qualità biologica (Duzzin, 1993; Campatoli *et al.*, 1993) ed altri ancora gli aspetti naturalistici e floristico-vegetazionali dell'ambiente fluviale (Poldini, 1993).

Monitoraggi riguardanti i popolamenti ittici sono stati inoltre effettuati, negli anni 1997 e 2001 dal Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste, soprattutto allo scopo di valutare lo stato delle popolazioni di *Salmo {trutta} marmoratus*, emispicie endemica dei fiumi della Pianura Padana ed originariamente presente nella Livenza (Stoch *et al.*, 1992) ma da tempo in forte contrazione numerica. Per questo motivo, a partire dagli inizi del 1990, fu adottato dall'Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia un piano di ripopolamento.

Da informazioni ottenute da parte di pescatori sportivi della zona, le pratiche di ripopolamento sembra non abbiano, tuttavia, dato nel corso degli anni i risultati voluti. Nell'estate del 2002 si è condotta perciò un'analisi complessiva sull'intero bacino, descritta parzialmente in questo lavoro, al fine di ottenere un quadro il più completo possibile riguardante sia lo stato delle popolazioni di trota marmorata che, in generale, dell'ittiofauna presente e fornire quindi le basi per una corretta gestione.

Materiali e Metodi

Nel luglio 2002 sono state fissate complessivamente, da monte a valle, 6 stazioni sul corso principale del fiume Livenza e 16 stazioni poste su altrettanti affluenti, dei quali, per esigenza di sintesi, ne prenderemo in considerazione solo 4 e più precisamente: il rio Molle, il rio Fontaniva, il rio Sclausit ed il rio Paisetta (Fig. 1)

In ogni stazione sono stati rilevati i principali parametri chimico-fisici dell'acqua (temperatura, pH, concentrazione dell'ossigeno disciolto, conducibilità, durezza, concentrazioni di ioni ammonio, nitriti, nitrati e fosforo totale). I valori ottenuti sono stati quindi confrontati con i range di variazione dei parametri validi per acque Salmonicole e Ciprinicole riportati dal Decreto Legislativo n°152 del 1999. È stata quindi valutata la funzionalità dell'intero ecosistema fluviale, mediante l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (Manuale ANPA, 2000).

I campionamenti ittici sono stati effettuati mediante utilizzo di elettroscandori a corrente continua pulsata a voltaggio ed amperaggio modulabili (0.3–7.0 A; 150–380 V). Sull'asta principale del fiume i campionamenti sono stati semiquantitativi, non essendo stato possibile, in relazione all'ampiezza del letto fluviale ed alla portata, chiudere con reti il tratto analizzato.

Le analisi negli affluenti sono state invece quantitative, qui all'interno di un tratto della lunghezza di circa 150 m, chiuso a monte ed a valle da reti da imbocco, le catture sono state condotte con passaggi ripetuti fino ad esaurimento delle stesse. Sugli esemplari prelevati ad ogni passaggio è stato quindi misurato il peso, la lunghezza totale e sono state prelevate alcune scaglie per la determinazione dell'età in laboratorio, ciò al fine di ottenere utili informazioni sulla struttura di popolazione delle specie numericamente più cospicue.

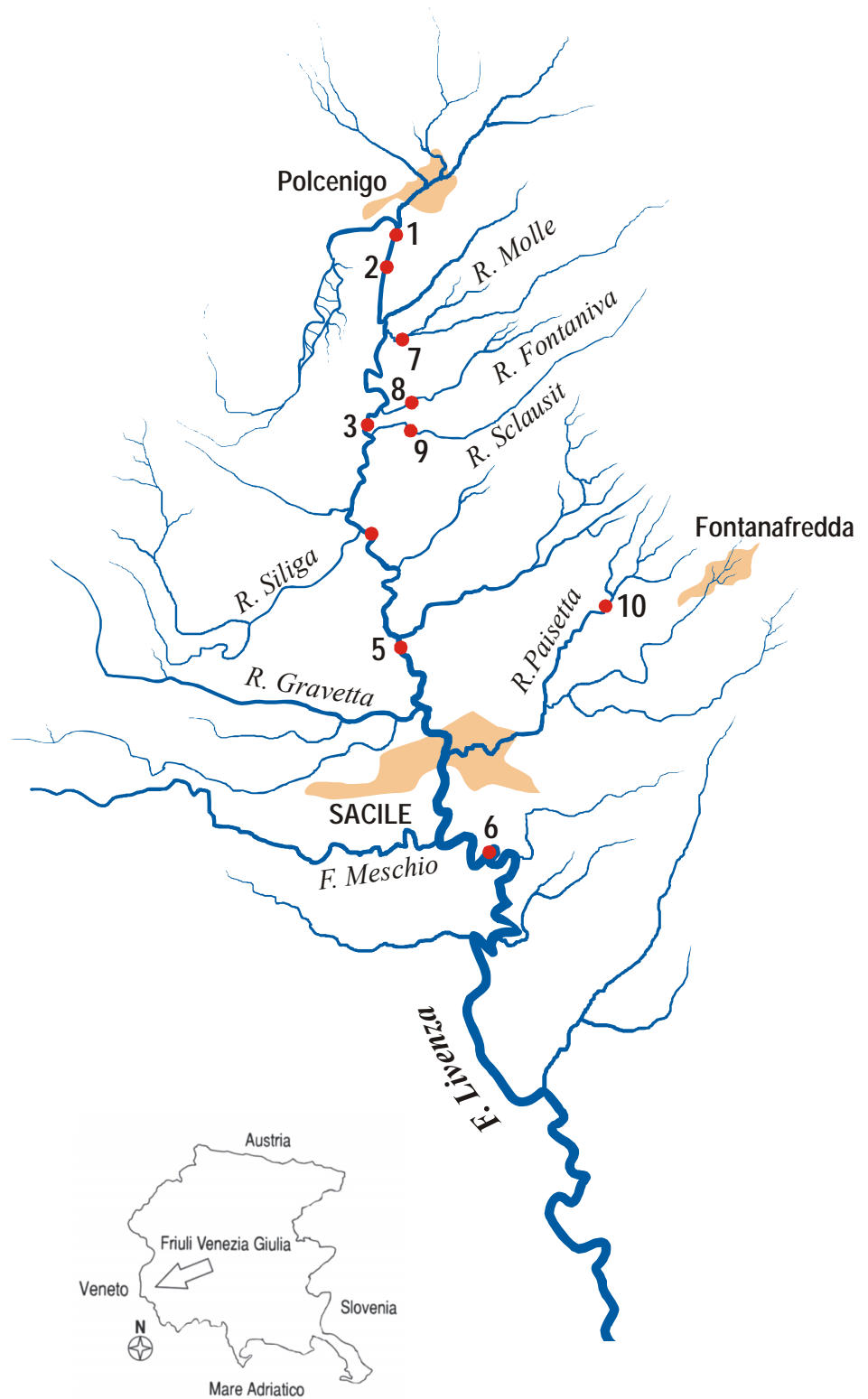


Fig. 1 - Bacino del Fiume Livenza.
Fig. 1 - Livenza basin.

Analisi dei dati e discussione

Asta principale della Livenza

I valori riguardanti i parametri chimico-fisici rilevati nelle stazioni poste sull'asta principale, come si può osservare in Tabella 1, rientrano nei range di variazione proposti per acque Salmonicole dal Decreto Legislativo n°152 del'99.

e presenta un'ampiezza ridotta, per lo più compresa tra 1 e 5 m, in relazione al grado di antropizzazione del territorio circostante (campi agricoli, manufatti, ecc).

Inoltre sono stati rilevati processi di erosione a carico delle sponde che in alcuni casi (staz. 1, staz. 4, staz. 6) sono molto evidenti, con rive scavate e franate e talvolta presenza di interventi artificiali.

Parametri chimico-fisici	Staz.1	Staz.2	Staz.3	Staz.4	Staz.5	Staz.6	Dec. Leg. N°152 Acque Salmonicole	Dec. Leg. N°152 Acque Ciprinicole
O ₂ mg/l	9.9	11.7	10.3	10.7	10.4	10.5	≥ 9	≥ 7
% O ₂	92	108	104	87	99	101	≥ 50%	≥ 50%
t °C	12.3	11.2	11.1	11.1	14	13.8	T _{MAX} 21,5	T _{MAX} 28
pH	7.85	7.7	7.7	7.4	7.5	7.6	6 – 9	6 – 9
durezza °f	11.1	9.6	9.3	10.3	9.9	10.8		
Conducibilità μS/cm	236	239	420	235	240	380		
NO ₃ mg/L	5.3	4.1	4.2	4.6	5	6.1		
NO ₂ mg/L	0.21	0.18	0.15	0.19	0.20	0.22	≤ 0.88	≤ 1.77
NH ₄ mg/L	0.14	0.07	0.13	0.09	0.12	0.17	≤ 1	≤ 1
PO ₄ mg/L	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	0.19	0.18		

Tab.1 - Parametri chimico-fisici rilevati nelle stazioni poste sull'asta principale del fiume Livenza.

Tab.1 - Chemical and physical parameters in the stations on Livenza River.

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) (Tab. 2) riporta, per le stesse stazioni, un giudizio per entrambe le sponde generalmente variabile tra la seconda e la terza classe, ad indicare che la funzionalità dell'ecosistema fluviale è buona o mediocre.

Ad influire negativamente su quest'ultima valutazione è soprattutto lo stato della vegetazione perifluviale, la quale spesso è caratterizzata dalla presenza di specie non riparie

Il giudizio dato dall'I.F.F. risulta invece elevato nella stazione 2, sita a monte della confluenza con il rio Molle, dove la fascia perifluviale primaria, che vede la presenza di formazioni arboree tipicamente riparie, ha un'estensione compresa tra 5 e 30 m ed è priva di interruzioni. In questa zona l'erosione delle sponde è poco evidente e non rilevante, mentre la sezione trasversale del corso d'acqua è naturale con raschi, pozze e meandri ben distinti e ricorrenti.

	Staz.1	Staz.2	Staz.3	Staz.4	Staz.5	Staz.6
Sponda sinistra	III	I	II	II-III	III	II-III
Sponda destra	II	I	II	II-III	II-III	III

Tab. 2 - Livelli di Funzionalità (I.F.F.) nelle stazioni poste sull'asta principale.

Tab. 2 - Functionality level (I.F.F.) in the stations on Livenza River.

Per quanto attiene la fauna ittica, in Figura 2 sono rappresentate graficamente le frequenze percentuali delle singole specie catturate nelle 6 stazioni in esame.

Dall'analisi della figura risulta tuttavia evidente la scarsa numerosità dei campioni raccolti, fatto che potrebbe avere diverse giustificazioni.

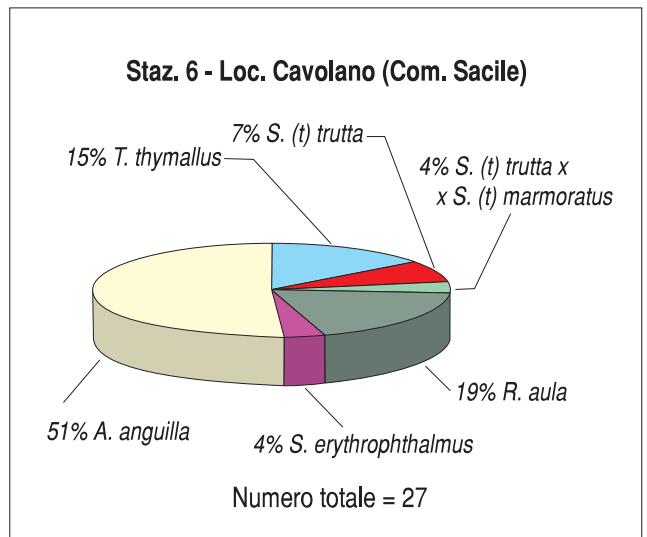
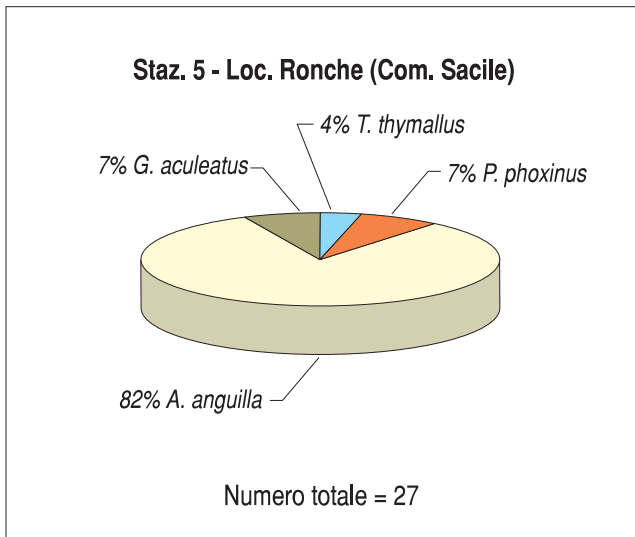
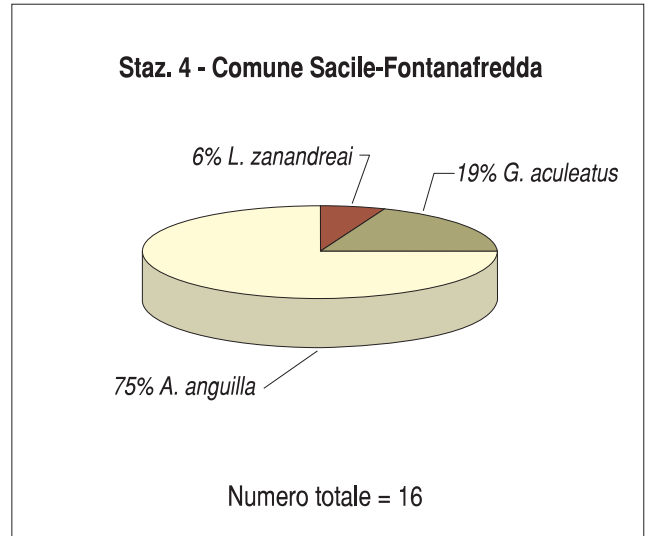
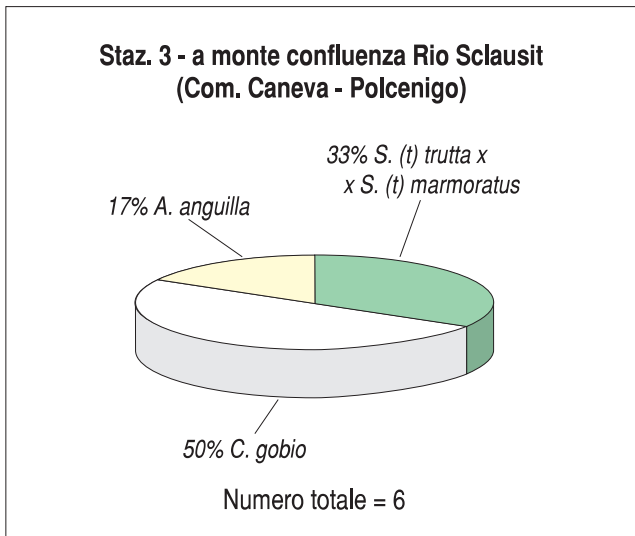
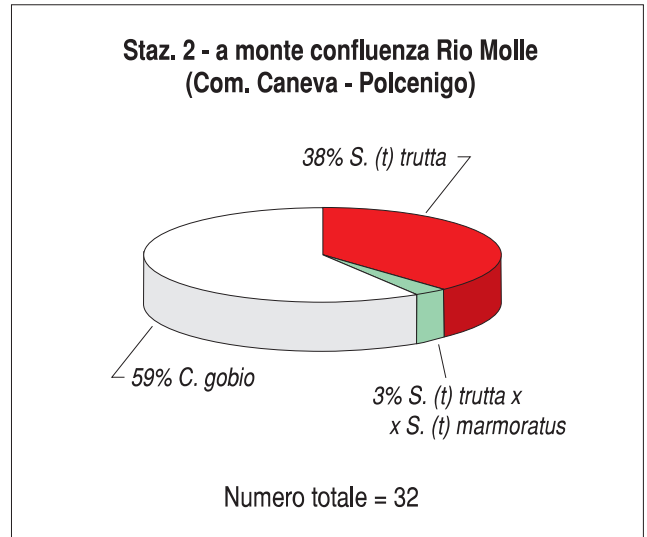
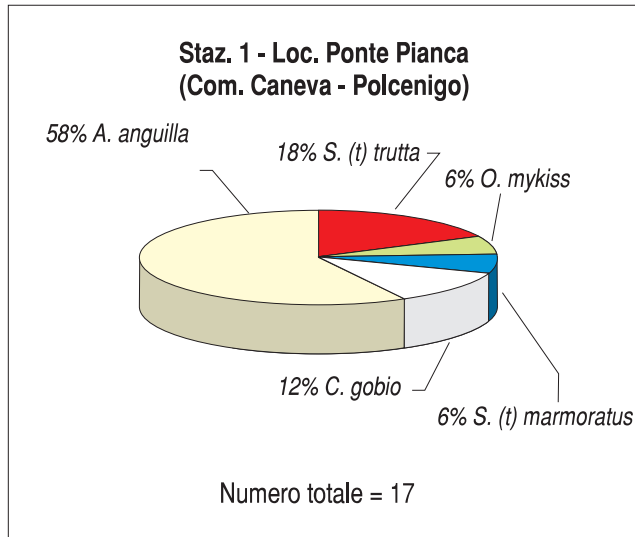


Fig. 2 - Frequenza percentuale delle specie nelle stazioni poste sul corso principale del F. Livenza.
 Fig. 2 - Frequency distribution of fish species on Livenza River.

Innanzitutto il periodo di campionamento che ha seguito, seppure di un mese, forti e frequenti piogge che hanno portato nell'area notevoli allagamenti.

È quindi verosimile che al momento dei campionamenti la ricolonizzazione delle naturali aree di distribuzione, da parte delle specie ittiche, non fosse ancora ultimata.

Inoltre la cattura tramite elettrostorditore è comunque resa difficile, in queste stazioni, dalla rilevante portata del fiume e dall'ampiezza del suo letto.

Dall'osservazione dei grafici di Figura 2, rappresentanti la composizione delle comunità ittiche che si susseguono da monte a valle, si nota la presenza pressoché costante, ad eccezione della stazione 2, dell'anguilla (*Anguilla anguilla*), specie che spesso supera il 50% delle catture. La trota fario (*Salmo {trutta} trutta*) è presente in percentuali piuttosto elevate esclusivamente nelle prime due stazioni, in cui peraltro sono stati osservati, benché in bassa percentuale, anche esemplari di trota marmorata (*Salmo {trutta} marmoratus*).

Risultato dell'incrocio tra queste due emispesce, sono gli ibridi (*Salmo {trutta} trutta* x *Salmo {trutta} marmoratus*) che

compaiono in percentuali più elevate nella stazione successiva (staz.3).

Tra le altre specie ittiche catturate, oltre al temolo (*Thymallus thymallus*) confinato nelle stazioni a valle (stazz.5, 6), merita poi menzionare la presenza dello spinarello (*Gasterosteus aculeatus*) specie caratteristica di ambienti di risorgiva e un po' ovunque in fortissima contrazione.

La gestione, condotta negli anni antecedenti questo studio, assieme alle recenti vicende idrologiche di cui si è detto, potrebbe aver influito sulla bassa numerosità dei salmonidi presenti. Analizzando i verbali delle semine condotte nell'asta principale negli anni 1985-2001 (Fig.3) risulta che i quantitativi, sia di novellame sia di adulto, di trota marmorata immessi a fine ripopolamento sono molto modesti, soprattutto se confrontati con le semine, condotte fino al 1996, di trota fario.

Quest'ultima specie, come vedremo in seguito, viene tuttora seminata in alcuni affluenti, contribuendo ad incrementare il numero di ibridi tra le due emispesce e quindi a creare un ostacolo alla realizzazione del ripopolamento della trota marmorata.

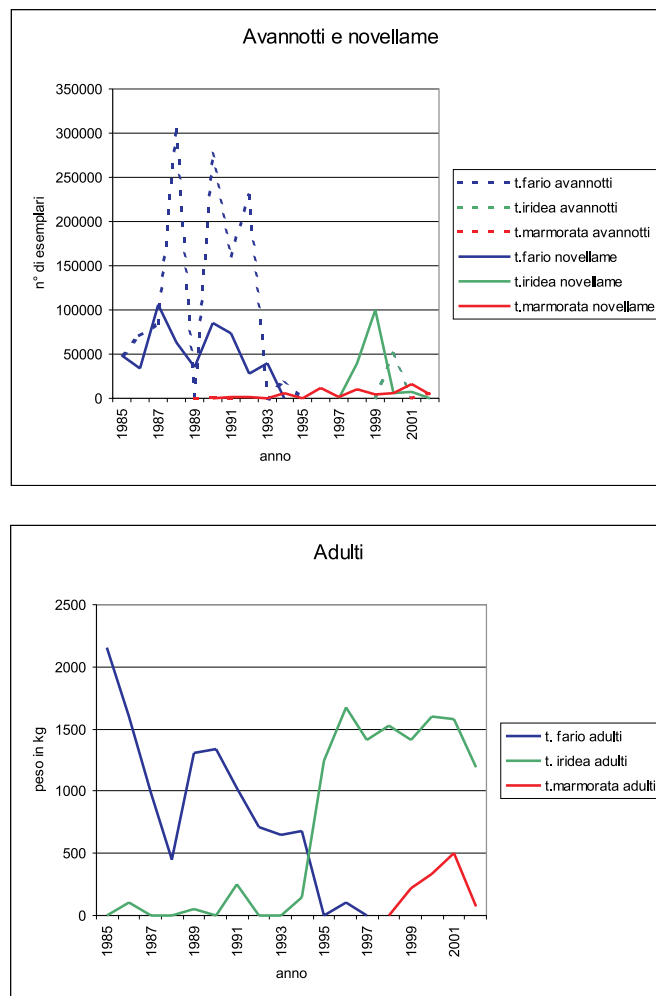


Fig. 3 - Semine di salmonidi nel corso principale del fiume Livenza.

Fig. 3 - Salmonid restocking in Livenza River.

Affluenti

In Tabella 3 vengono riportati i parametri chimico-fisici rilevati nei quattro affluenti esaminati, si può osservare che, ad eccezione della concentrazione di ossigeno disciolto nelle stazioni 7 e 9, le acque risultano, come nell'asta principale, idonee ad ospitare una fauna ittica Salmonicola.

Da segnalare, in alcuni affluenti posti nella zona più a monte (rio Fontaniva e rio Sclausit, stazz. 8-9), la presenza di un substrato costituito da ghiaia uniformemente cementata a limo, inadatto alla riproduzione dei salmonidi, i quali richiedono la presenza di ciottoli e ghiaie grossolane.

Parametri chimico-fisici	Staz.7	Staz.8	Staz.9	Staz.10	Dec. Leg. N°152 Acque Salmonicole	Dec. Leg. N°152 Acque Ciprinicole
O ₂ mg/l	8.2	9.1	8.5	9.5	≥ 9	≥ 7
% O ₂	80	90	87	94	≥ 50%	≥ 50%
t °C	14.9	15.5	16.7	15.2	T _{MAX} 21,5	T _{MAX} 28
pH	7.4	7.4	7.6	7.8	6 – 9	6 – 9
durezza °f	14.8	13.3	18.6	13.6		
Conducibilità μS/cm	385	410	450	430		
NO ₃ mg/L	11.7	13.5	29.2	18		
NO ₂ mg/L	0.19	0.21	0.24	0.18	≤ 0.88	≤ 1.77
NH ₄ mg/L	0.20	0.12	0.24	0.08	≤ 1	≤ 1
PO ₄ mg/L	<0.15	0.19	0.18	<0.15		

Tab. 3 - Parametri chimico-fisici rilevati negli affluenti del fiume Livenza.
 Tab. 3 - *Chemical and physical parameters in the tributaries of Livenza River.*

L'indice di funzionalità fluviale (Tab. 4) ha portato, nelle stesse stazioni, ad un giudizio complessivamente variabile tra buono (II classe) e mediocre (III classe), mentre è risultata elevata la funzionalità dell'ecosistema fluviale nel rio Paisetta (staz. 10).

	Staz.7	Staz.8	Staz.9	Staz.10
Sponda sinistra	II	II	II	II
Sponda destra	II	II-III	III	I

Tab. 4 - Livelli di Funzionalità (I.F.F.) nelle stazioni poste sugli affluenti.
 Tab. 4 - *Functionality level (I.F.F.) in the stations of the tributaries.*

La presenza di questo substrato può essere messa in relazione con l'assenza o comunque forte riduzione, registrata anche negli affluenti, delle fasce di vegetazione riparie, le quali, oltre a trattenere parte delle sostanze inquinanti eventualmente presenti nelle acque di dilavamento dei territori circostanti, trattengono i sedimenti più fini che finiscono invece in loro assenza per depositarsi sul fondo, con modificazione dello stesso.

In Figura 4 sono rappresentate graficamente le frequenze percentuali delle specie catturate nelle singole stazioni.

Negli affluenti si nota l'assenza di trota marmorata e la presenza, benché in bassa percentuale, di ibridi (*Salmo {trutta} trutta* x *Salmo {trutta} marmoratus*) frutto anche delle pratiche di semina di trota fario a fini alieutici.

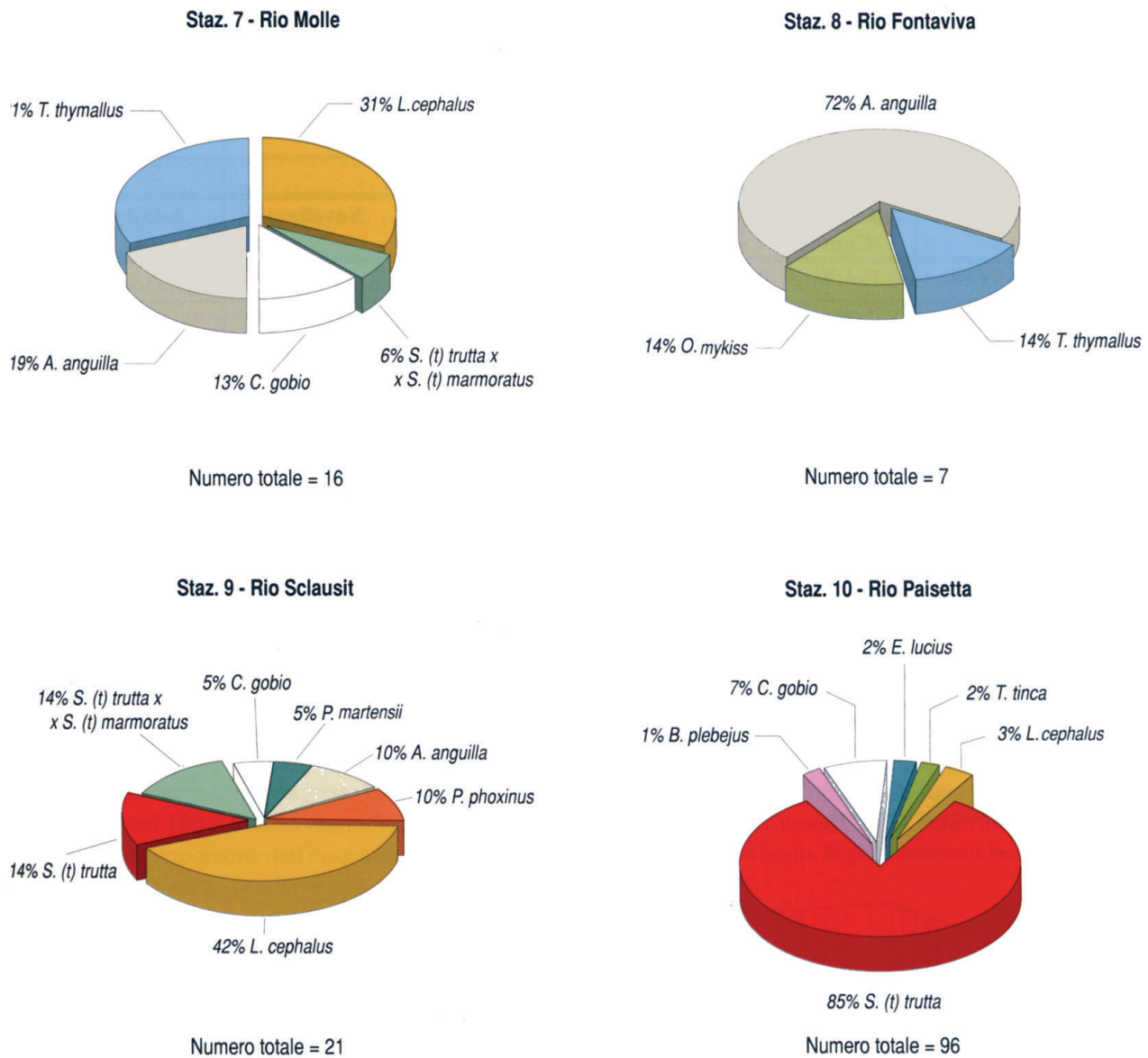


Fig. 4 - Frequenze percentuali delle specie ittiche negli affluenti esaminati.
 Tab. 4 - Frequency distribution of the species in the tributaries.

Dai verbali di semina in questi affluenti (Tab. 5), si rileva infatti che nel rio Fontaniva (staz. 8), anche negli anni in cui nell'asta principale si effettuavano ripopolamenti di trota marmorata, veniva seminata a scopo alieutico trota fario, come pure nel rio Paisetta in cui tuttavia queste pratiche, a differenza degli altri affluenti, non dovrebbero influire sul ripristino delle popolazioni di trota marmorata, giacché

questo rio è separato dal corso principale della Livenza da uno sbarramento insuperabile per le specie ittiche.

La popolazione di trota fario, in questo corso d'acqua, risulta peraltro ben strutturata e composta da 5 classi di età (Fig. 5), di cui la più numerosa è la classe 0+ ad indicare che nell'area avviene la riproduzione dell'emispecie.

anno	Rio Molle Comune	specie	Avannotti N°	Novellame N°	Adulto Kg
1997	Polcenigo	t. iridea	92000	-	-
2001	Polcenigo	t. marmorata	-	1000	-
anno	Rio Fontaniva Comune	specie	Avannotti N°	Novellame N°	Adulto Kg
1999	Polcenigo	t. fario	-	-	50
2000	Caneva	t. fario	-	-	50
2001	Polcenigo	t. fario	-	-	50
anno	Rio Sclausit Comune	specie	Avannotti N°	Novellame Nà	Adulto Kg
1997	Polcenigo	t. iridea	300000	-	-
1998	Fontanafredda	t. iridea	-	1000	-
1999	Polcenigo	t. marmorata	-	15000	-
1999	Fontanafredda	t. marmorata	-	15000	-
2000	Fontanafredda	t. marmorata	4000	-	-
2001	Fontanafredda	t. iridea	200000	50000	-
anno	Rio Paisetta Comune	specie	Avannotti N°	Novellame N°	Adulto Kg
1997	Fontanafredda	t. fario	-	-	100
1998	Fontanafredda	t. fario	-	-	125
1999	Fontanafredda	t. fario	-	-	75
2000	Sacile	t. fario	-	-	50
2001	Sacile	t. fario	-	-	50

Tab. 5 - Semine condotte negli affluenti analizzati.
 Tab. 5 - Salmonid restocking in the tributaries.

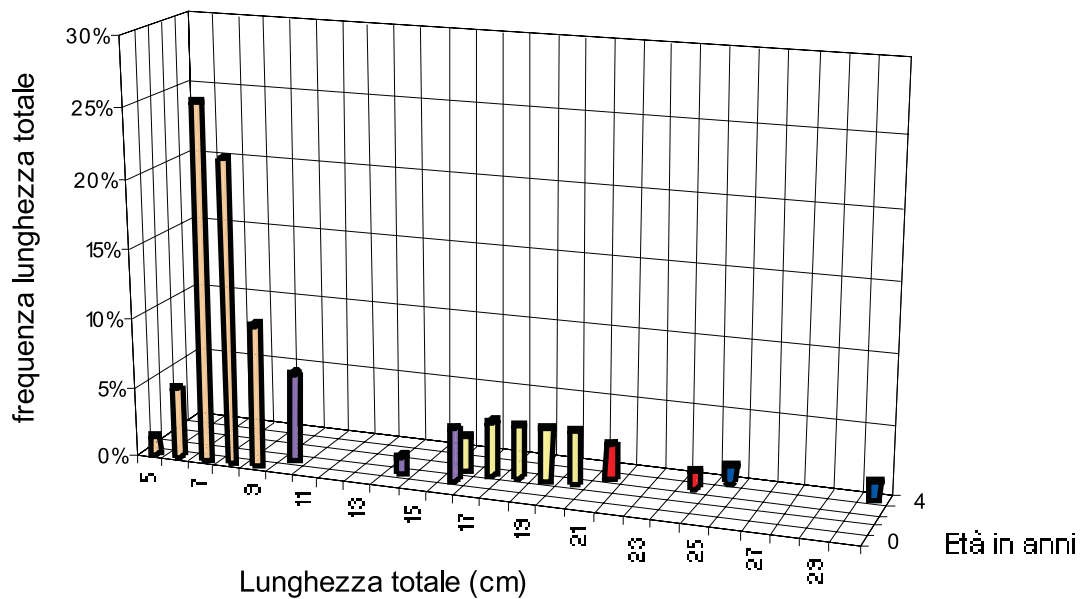


Fig. 5 - Struttura di popolazione di *S. (t.) trutta* nel rio Paisetta.
 Fig. 5 - Population structure of *s. (t.) trutta* in rio Paisetta stream.

Conclusioni

I dati ottenuti da questa prima indagine sul fiume Livenza e affluenti permettono di avere una preliminare visione sulla situazione delle comunità ittiche presenti, la quale dovrebbe tuttavia necessariamente essere confermata ed approfondita da ulteriori indagini.

Senza dubbio è possibile affermare che, in accordo con le segnalazioni dei pescatori sportivi locali, il progetto di ripopolamento della trota marmorata in questo corso d'acqua non ha portato ai risultati attesi ed i motivi sono stati, in parte, precedentemente analizzati (semine di trota marmorata poco abbondanti, immissioni di trota fario negli affluenti, modificazioni dei fondali, ecc).

Non avendo dati riguardanti lo sforzo di pesca nelle aree investigate, necessari per una completa analisi della risorsa ittica e del suo sfruttamento, abbiamo voluto comunque, tramite compilazione di un questionario, raccogliere alcune informazioni da circa 160 pescatori appartenenti al collegio di pesca di Sacile. Di questi oltre la metà esercitavano la pesca sportiva da oltre 20 anni quasi esclusivamente nel loro collegio di pesca. Oltre il 60% di loro pescava esclusivamente salmonidi e temoli e l'86% si dichiarava complessivamente scontento delle catture nella Livenza. La scarsa numerosità delle catture era infine secondo il 55% dei pescatori da attribuire alle semine condotte dall'Ente Gestore ed in particolare ai ripopolamenti di trota marmorata, la quale non troverebbe nella Livenza e nei suoi affluenti un ambiente adatto.

Da studi precedenti, tra cui la stessa Carta Ittica redatta da Stoch *et al.* nel 1992, la trota marmorata in passato era una componente importante dell'ittiofauna del bacino della Livenza e le osservazioni condotte in questo studio rivelano la presenza di aree con caratteristiche tuttora adatte alla sua presenza, quali il tratto compreso tra le sorgenti e la confluenza con il rio Sclausit. Consapevoli quindi dell'importanza di mantenere presente, anche nel fiume Livenza, una specie, caratteristica un tempo dei principali corsi d'acqua che sfociano nell'alto Adriatico, si intende approfondire questa ricerca al fine di fornire un supporto per un nuovo programma gestionale mirato alla tutela della trota marmorata e delle altre specie ittiche tipiche di questo fiume.

Ringraziamenti

Si ringrazia il personale dell'Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia per il prezioso aiuto fornito nelle fasi di campionamento.

Bibliografia

- ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), 2000. IFF Indice di funzionalità fluviale. ANPA Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi, APPA Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente Provincia di Trento: 221 pp.
- CAMPATOLI S., DE MARCO N., MARTIN M., 1993. Qualità biologica delle acque del fiume Livenza. Quaderni Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, 21: 24-40.
- CARNIEL A., DE MARCO N., POLESE F., 1993. Aspetti chimici e microbiologici dell'acqua del fiume. Quaderni Ente Tutela Pesca. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, 21: 5-18.
- DECRETO LEGISLATIVO 11 MAGGIO 1999 N° 152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole. Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n°124 del 29 maggio 1999, Serie Generale.
- DUZZIN B., 1993. Presentazione delle ricerche sullo stato di qualità biologica del fiume Livenza. Quaderni Ente Tutela Pesca. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, 21: 19-23.
- MOSETTI F., 1983. Sintesi sull'idrologia del Friuli Venezia Giulia. Quaderni Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, 6: 63-68.
- POLDINI L., 1993. Aspetti naturalistici e flogistico-vegetazionali dell'ambiente fluviale. Quaderni Ente Tutela Pesca. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, 21: 41-45.
- STOCH F., PARADISI S., BUDA DANCEVICH M., 1992. Carta ittica del Friuli Venezia Giulia. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia. Regione autonoma Friuli Venezia Giulia: 285 pp.

Le specie ittiche del Fiume Livenza



Trota marmorata



Temolo



Trota fario



Lampreda



Trota iridea



Spinarello



Scazzone



Anguilla



Sanguinerola



Barbo



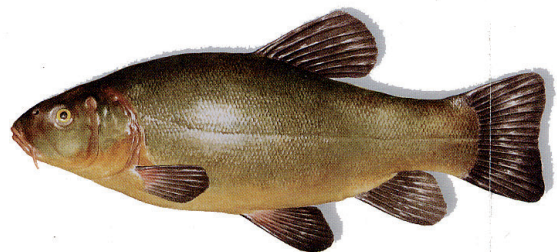
Triotto



Luccio



Scardola



Tinca



Cavedano



Ghiozzo padano

Norme per gli Autori

I "Quaderni ETP" pubblicano articoli originali o *review* in tutti gli aspetti dell'idrobiologia e della biologia delle acque dolci, con particolare interesse per gli studi sulla biologia dei pesci dulcicoli ed eurialini e sulla gestione dei popolamenti ittici.

Un volume sarà pubblicato alla fine di ogni anno. Pertanto i manoscritti dovranno essere spediti, in triplice copia, entro il 31 maggio a:

**Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia
Comitato Scientifico Quaderni ETP
via Colugna, 3
33100 Udine (ITALY)**

I lavori dovranno essere scritti in inglese o in italiano.

I titoli e le didascalie delle figure e delle tabelle dovranno essere scritti in entrambe le lingue (per gli Autori non italiani la traduzione, su richiesta, potrà essere fatta a cura dell'ETP).

I manoscritti potranno essere restituiti agli Autori con i suggerimenti dei revisori, affinché apportino le modifiche richieste.

L'elaborato dovrà essere organizzato rispettando le seguenti indicazioni.

Titolo del lavoro

in italiano e inglese o inglese e italiano se il lavoro è in inglese

Nome (completo) e Cognome

dell'Autore o degli Autori e sotto ogni Autore l'Ente di appartenenza e il relativo indirizzo. Esempio:

Giovanni Rossi

Dipartimento di (Università di)

via n° CAP Città

Key words non più di sei parole (in inglese).

Summary in inglese (possibilmente ampio, se il testo è in italiano)

Riassunto in italiano, (massimo mezza pagina)

Introduzione - Materiali e metodi - Risultati

Discussione e conclusioni - Ringraziamenti (eventuali)

Bibliografia

digitata in ordine alfabetico (evitando forzature del testo) con le modalità indicate nell'esempio:

Ferrari I., Rossi R., 1983. Regime alimentare di *Atherina boyeri* Risso in una laguna del Delta del Po. *Nova Thalassia*, 6: 275-280.

Bweden B., 1970. The relationship of light and temperature to reproduction in the guppy, *Poecilia reticulata* Peters. Ph.D. Dissertation, Univ. Connecticut, Stors, CT, USA.

Sokal R.R., Rohlf F. J., 1995. Biometry (3d ed.) W. H. Freeman & Co. N.Y., 300 pp.

Guyomard R., 1993. Methods to describe fish stocks.

In: Genetic conservation of salmonid fishes. (J. G. Cloud e G. H. Thorgaard eds.), Plenum Press, N. Y., 1-22.

Testo

battuto (in tutte le sue parti) in Word o altro programma PC compatibile e fornito su supporto magnetico (dischetto o altra memoria di massa). Si consiglia di evitare marginazioni e rientri. La divisione fra paragrafi andrà indicata dal salto di una riga.

Andrà anche inviata una stampa su carta, sulla quale dovranno essere indicati i punti d'inserzione di grafici e tabelle.

Tabelle e grafici

costruiti in EXCEL (o altro foglio elettronico compatibile) e corredati da stampa singola con numerazione progressiva.

Disegni e foto

forniti in originale o copie di buona qualità. Tutto il materiale iconografico verrà riprodotto in bianco e nero e sarà cura degli Autori valutarne la leggibilità in considerazione delle riduzioni che potranno essere apportate.

Nel caso si rivelasse indispensabile l'impiego del colore in stampa ai fini della comprensibilità del lavoro, sarà l'Ente ad autorizzarne l'uso.

Legenda

sono da considerarsi parte integrante delle figure e dovranno essere fornite in italiano e inglese e con una numerazione progressiva relativa alla posizione d'inserimento.

Didascalie

in italiano ed inglese, verranno riportate su un foglio a parte e seguiranno la stessa numerazione di grafici e tabelle a cui si riferiscono.

Bozze ed estratti

Le bozze dovranno essere restituite all'ETP entro due settimane. Le correzioni dovranno essere effettuate in rosso.

I costi aggiuntivi per modifiche del testo saranno imputate agli Autori.

Sarà cura della redazione restituire i materiali originali integri ai rispettivi Autori a pubblicazione avvenuta, assieme a 50 estratti gratuiti per ogni Primo Autore.

Instructions for Autors

General

The "Quaderni ETP" publishes original and review articles on all aspects of fresh water biology and hydrobiology with special interest in studies on fish biology and fish stock management.

One volume will be issued at the end of each year, thus manuscripts should be submitted in triplicate to:

Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia
Comitato Scientifico Quaderni ETP
 Via Colugna 3
 I - 33100 Udine (Italy)

By May 31 of each year.

Papers should be written either in English or Italian. The title, and table and figure legends should be written in both languages (for non Italian authors, the translation from English to Italian may be made by ETP, upon request). Reviewed manuscripts will be returned to the authors who are requested to amend the manuscript according to the reviewers' suggestions for final acceptance.

Name, Surname, Address

Should be provided for each Author

Keywords

A maximum of six words, in English

Summary

In English (if possible one page if the text is written in Italian)

Organisation of the text

Introdution - Material and Methods - Results - Discussion and Conclusions - (Acknowledgements)

References

References within the text must be cited by author and year; in the list they must be typed in alphabetical order, by authors, without tabulations, according to the following format:

- Text** Mari I., Rossi R., 1983. Regime alimentare di *Atherina boyeri* Risso in una laguna del Delta del Po. *Nova Thalassia*, 6: 275-280.
- Bweden B., 1970. The relationship of light and temperature to riproduction in the guppy, *Poecilia reticulata* Peters. Ph.D. Dissertation, Univ. Connecticut, Stors, CT, USA.
- Sokal R. R. e Rohlf F. J., 1995. *Biometry* (3d ed.) W. H. Freeman & Co. N.Y., 300 pp.
- Guyomard R., 1993. Methods to describe fish stocks. In: Genetic conservation of salmonid fishes. (J. G. Cloud e G. H. Thorgaard eds.), Plenum Press, N. Y., 1-22.

The manuscript should be typed in WORD, or other PC compatible word processor, single-spaced, without tabulations or justification. Double spacing may be used to indicate the subdivision between paragraphs. The diskette with the files should be supplied with the printed text.

Tables and graphs

Tables and graphs should be made in EXCEL, or other compatible program. The files must be provided with the text diskette.

Drawings and photographs

Black and white drawings and photographs (high quality originals) may be submitted. Line thickness and letter size should take into consideration the possible magnification or reduction ratio. Upon request, colow prints may be authorised if this will be considered necessary by EIP.

Legends

Legends, in English and Italian, should be typed on a separate sheet and numbered according to the corresponding tables, figures, drawings or photographs.

Proofs and Reprints

Proofs should be returned to ETP - Quaderni, Comitato Scientifico within two weeks of receipt. Correction of misprints should be made in red. Extra costs for modification of the text will be charged to the authors.

The first author will receive 50 free reprints. Additional reprints can be required with the proofs, at the cost indicated by ETP.

Consulenza scientifica

Mario Specchi

Dipartimento di Biologia - Università di Trieste

Progetto grafico e impaginazione

Franco Vicario - (Udine)

Illustrazioni dei pesci

Andrea Toselli - (Trieste)

Stampa

Grafiche Filacorda srl - (Udine)

