

**Stato delle acque del torrente Stura
(Appennino ligure-piemontese)**

S. SPANO' ⁽¹⁾ - G. TIMOSSO ⁽²⁾ - F. PASTORINO ⁽²⁾

Istituto di Zoologia dell'Università di Genova

Premessa

Il Gruppo Difesa Ambiente Valle Stura, per statuto ed elezione direttamente interessato al problema, ha chiesto di collaborare ad uno studio, prevalentemente biologico, sullo stato delle acque di tutto il torrente Stura, mettendo a disposizione la sua conoscenza specifica della vallata e il suo materiale umano, tra cui neo-laureati e studenti di biologia e chimica, iniziati a questo tipo di indagine.

Scopo primario della ricerca era l'evidenziazione dei danni alle biocenosi macrobentoniche del corso d'acqua conseguenti al notevolissimo « rimaneggiamento » ambientale causato dai lavori per la costruzione dell'Autostrada dei Trafori (Genova-Ovada-Alessandria).

Naturalmente è stato necessario tener conto anche degli altri carichi inquinanti sia industriali che urbani, trascurando apporti di origine agricola, tale attività essendo ridottissima nella maggior parte del bacino.

Facendo così il punto della situazione, oltre ad inventariare dati di confronto per eventuali future indagini, ci si inserisce nell'attività prevista dalla recente legge sull'inquinamento delle acque (n. 319, del 10-5-1976) che prevede il rilevamento delle caratteristiche — anche biologiche — dei corpi idrici. Infatti le biocenosi acquatiche, sottoposte a sorgenti inquinanti, possono testimoniare con le loro fluttuazioni la qualità fisico-chimica delle acque e servire così come indice biologico dell'inquinamento stesso (Tuffery, 1976).

(¹) Dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Genova.

(²) Del Gruppo Difesa Ambiente Valle Stura.

Descrizione del bacino (cenni di geologia⁽³⁾ e idrologia).

Lo Stura nasce dal M. Orditano (950 m) e, dopo un percorso appenninico di circa 35 km, confluisce nell'Orba (Fig. 1), a sua volta affluente di destra del Bormida. Riceve numerosi affluenti, fra cui sulla destra il Vezzulla, il Ponzema, l'Angassino e il Berlino, e, sulla sinistra, il Masone, il Masca e il Gargassa.

Le sorgenti dello Stura sono situate in un affioramento di rocce ofiolitiche, prevalentemente serpentiniti, appartenenti alla formazione delle ofioliti del M. Beigua. Stesse caratteristiche presenta, per i primi chilometri, il bacino del Vezzulla e del Rio Masone, che scendono dal M. Poggio e dal Bric del Dente, rispettivamente. Il restante corso, sino a valle di Campo Ligure, segue un affioramento monoclinale della formazione dei calcescisti del Turchino costituiti da vari litotipi, prevalentemente calcemicascisti, argilloscisti sericitici, filladi più o meno calcarifere, calcescisti, calcemicascisti e mica-scisti albitici; intercalati nei precedenti esistono consistenti affioramenti di prasiniti, talora epidottiche, biotitiche o ovarditiche, generalmente stratoidi o comunque a tessitura subparallela. Tali affioramenti interessano maggiormente gli affluenti di destra (Ponzema, Angassino e Berlino) i quali, dopo aver preso origine nelle serpentiniti grosso modo nel tratto individuato dal M. Poggio e dal M. Pracaban, attraversano per almeno metà del loro corso, la formazione dei calcescisti.

Mentre il corso principale segue quasi esattamente il contatto occidentale tra serpentiniti e calcescisti, tutti gli affluenti di sinistra, sino poco a monte di Rossiglione, attraversano serpentiniti del Pavaglione, che appartengono alla formazione delle ofioliti del Beigua.

Da circa 2 km a monte della confluenza col Berlino anche il corso principale attraversa le serpentiniti incontrando poi, all'altezza di Rossiglione, un importante affioramento prasinitico, a valle del quale riattraversa nuovamente le serpentiniti e poi ancora i calcescisti sino a poche centinaia di metri da Ovada, dove incontra finalmente i sedimenti del bacino terziario piemontese.

Degno di rilievo è il bacino dell'affluente di sinistra a livello di Rossiglione, il Gargassa, che attraversa praticamente tutti i litotipi della formazione precedentemente illustrata con prevalenza di ser-

(³) Si ringrazia il Prof. P. Maifredi dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova, per le informazioni gentilmente fornite sulla struttura del bacino.

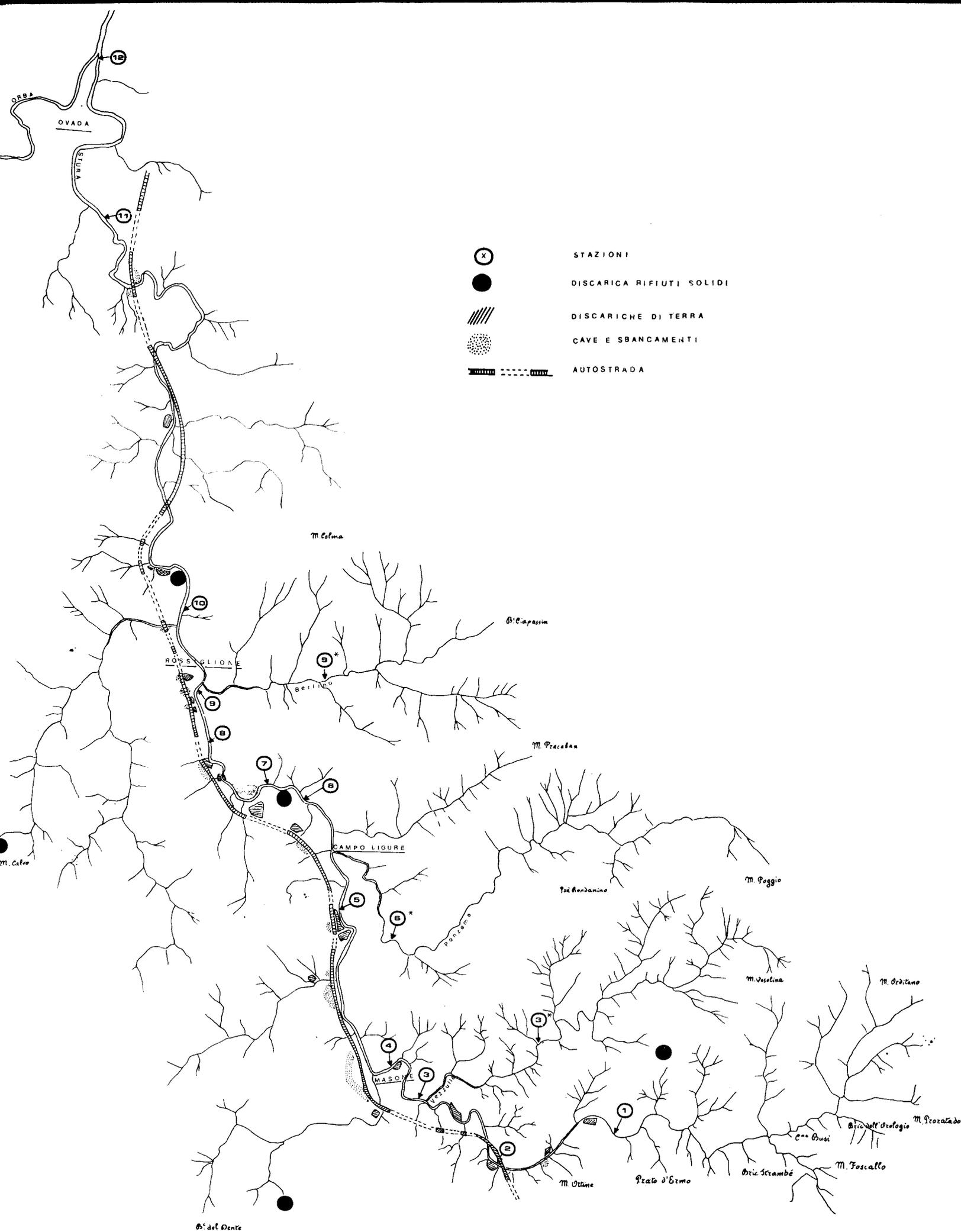


Fig. 1 - Rete idrografica del bacino del torrente Stura, con l'indicazione delle stazioni di prelievo e di alcune fonti di alterazione.

pentiniti, ma è per circa il 50% interessato da un affioramento di conglomerati oligocenici a elementi piuttosto grossolani (Rocce Nere) appartenenti alla formazione di Molare.

Ad eccezione dei calcescisti, che possono presentare litotipi carbonatici relativamente solubili, tutte le formazioni attraversate sono in generale poco aggredibili dalle acque di ruscellamento conferendo ad esse una modesta mineralizzazione e, in generale, un carattere neutro o debolmente acido.

Dalla consultazione delle pubblicazioni del Servizio Idrografico, limitatamente agli ultimi volumi pubblicati (fino al 1970) sono stati rilevati i dati pluviometrici raccolti alle stazioni di Masone (433 m s.l.m.) e di Rossiglione (270 m).

A Masone la media annua delle precipitazioni dal 1967 al 1970 (compresi) è di 1348,6 mm, e quella dei giorni piovosi 90; il massimo di pioggia si ha ogni anno in novembre, il minimo, nei mesi estivi (ma una volta a gennaio).

A Rossiglione per lo stesso periodo la media delle precipitazioni è di 1254,7 mm e quelle dei giorni piovosi 78; il massimo di pioggia cade in novembre per tre anni e in marzo nel 1969, il minimo due volte in gennaio, una in ottobre e una in luglio.

Da una tesi di idrobiologia del dott. Ermanno Ricci si rileva che, in riferimento al nubifragio verificatosi il 13-8-1935, sono stati calcolati i seguenti contributi di piena (massima portata) del bacino dello Stura: a Masone 815 m³/sec., a Campo Ligure 957,60 m³/sec., a Rossiglione 1123,2 m³/sec.

Carichi urbani e industriali

Essi sono soprattutto concentrati negli abitati di Masone, Campo Ligure e Rossiglione (in territorio ligure; Regione Liguria, 1976) ed in quello di Ovada (in territorio piemontese).

	superf. km ²	Popol. res.	Equiv. ind.	Densità/km ² res. equiv.	
Masone	29,85	4134	3016	138	101
Campo Lig.	23,81	3771	1450	158	61
Rossiglione	47,24	3852	2651	82	56
Ovada	—	13039	—	—	—

La popolazione residente nei centri liguri, che in definitiva sono quelli che gravitano totalmente sul corso d'acqua, dal 1861 al 1976 ha registrato variazioni di seguito riassunte:

	Minimo	Massimo
Masone	2245 (nel 1861);	4244 (nel 1951)
Campo Ligure	3068 (1861)	4304 (1931)
Rossiglione	2780 (1861)	4234 (1951)

Dal 1861 al 1951 sono state calcolate le variazioni percentuali: + 84,32 per Masone, + 26,50 per Campo Ligure, + 51,19 per Rossiglione.

Dal 1951 (massimo di popolazione per la maggior parte della vallata) al 1976 la tendenza si inverte, con le seguenti variazioni percentuali: Masone — 2,66, Campo Ligure — 13,47, Rossiglione — 9,91.

I dati relativi al comune di Ovada, di minore interesse per il presente lavoro, si limitano, come già visto, all'indicazione del numero totale di abitanti, dei quali 11.500 raggruppati nel centro urbano (di cui circa il 40% gravitanti sullo Stura).

Segue l'elenco delle industrie presenti della vallata:

Masone: metalmeccaniche (4 con 300* dipendenti), manifatturiere (2 con 140* dip.), cartiere (1 con 15 dip.), molino cereali (1 con 3 dip.), falegnamerie artigianali (6 con 15* dip.), autocarrozzerie (2 con 3 dip.), cave (1 con 15* dip.), betonaggio (2 con 10* dip.).

Campo Ligure: metalmeccaniche (2 con 30* dip.), manifatturiere (6 con 90 dip.), molino cereali (1 con 4 dip.), falegnamerie (5 con 10* dip.), mobilifici (2 con 15* dip.), segherie (1 con 3 dip.), concerie (1 con 3 dip.), betonaggio (2 con 9* dip.), filigrana (25* con 120* dip.), autocarrozzerie (2 con 3 dip.).

Rossiglione: manifatturiere (2 con 15* dip.), tessili (1 con 300 dip.), falegnamerie (4 con 12 dip.), autocarrozzerie (1 con 3 dip.), depositi carburante (1 con 1 dip.), lavanderie (1 con 4 dip.), mobilifici (2 con 20* dip.), molino cereali (1 con 1 dip.), lavorazione grassi (1 con 3 dip.), betonaggio (1 con 10* dip.).

Ovada (solo quelle gravitanti sullo Stura): tessili (1 con 50 dip.), metalmeccaniche (2 con 15* dip.), falegnamerie (2 con 60* dip.), autocarrozzerie (2 con 5* dip.), molino cereali (1 con 11 dip.), depo-

siti carburanti (1 con 3* dip.), impianti lavaggio auto (2 con 4 dip.), paste alimentari (1 con 15 dip.), estrazione ghiaia, betonaggio, preparazione bitumi (2 con 75 dip.).

I dati con asterisco sono stati calcolati in base a stime, i rimanenti sono stati accertati. Non tutti i valori sono stati rilevati dalle relative pubblicazioni della Regione Liguria (1975), in quanto non sempre complete; essi sono stati forniti dal Gruppo Difesa Ambiente Valle Stura.

Gli scarichi cloacali dei centri abitati sono solo parzialmente raccolti in fognature (per lo più acque miste), le quali servono circa 3400 abitanti a Masone, circa 3200 a Campo Ligure, circa 3500 a Rossiglione. Non si hanno dati per Ovada.

Le fogne e gli scarichi « selvaggi », sboccano nel corso d'acqua, nel quale sboccano anche gli scarichi degli Ospedali di Campo Ligure, Rossiglione ed Ovada.

Non esistono impianti di depurazione dei liquami anche se sono previsti per un futuro ormai non troppo lontano.

Sono in funzione servizi comunali di raccolta e trasporto a discarica dei rifiuti solidi in tutti i comuni considerati, tuttavia le discariche stesse sono sovente situate in località che insistono direttamente sul corso d'acqua (Fig. 1).

A questa situazione si è aggiunta la costruzione dell'Autostrada dei Trafori, iniziata nella primavera 1972 e che probabilmente verrà portata a termine nel 1977. I lavori hanno previsto aperture di gallerie, costruzioni di ponti, aperture di cave, sbancamenti: al terreno trasportato per erosione nel torrente dalla sede autostradale, si aggiunge quello versatovi quasi direttamente in occasione di alcune delle operazioni sopraindicate. E' evidente che un torrente montano, a fondo ciottoloso, non possa non venire completamente modificato dall'enorme quantità di depositi fini che tale stato di cose comporta.

La dislocazione delle discariche del materiale di risulta, gli sbancamenti e le cave, rilevati empiricamente sul luogo, sono indicati in cartina.

Metodologie e stazioni di prelievo

Sono state fissate 15 stazioni di campionamento (Fig. 1) di cui 12 lungo il corso principale, soprattutto in relazione ai più macroscopici carichi inquinanti, e 3 su affluenti di destra, indenni da alte-

razione che, per la loro ottima dislocazione (a livello dei centri di Masone, Campo Ligure e Rossiglione), possono fornire, insieme con la stazione posta del tutto a monte, indicazioni sulle condizioni ottimali delle biocenosi macrobentoniche della zona e quindi servire da irrinunciabile confronto con quelle alterate.

Staz. 1: a monte della frazione S. Pietro (loc. Cascina Bruzzona); pura di confronto.

Staz. 2: appena a monte di S. Pietro; fino al 1976 è in funzione una cava di pietrisco con frantoi a monte della stazione stessa.

Staz. 3: all'inizio dell'abitato di Masone (dopo la confluenza col Vezzulla); su essa gravitano già alcune piccole attività industriali ed una fognatura.

Staz. 3:* alto torrente Vezzulla (loc. Ca' Nuova); pura, di confronto.

Staz. 4: a valle di Masone (prima della confluenza col Rio Masone).

Staz. 5: a monte di Campo Ligure (loc. Chiusa dei Gibelli); risente del più evidente sconvolgimento da lavori autostradali.

Staz. 6: a valle di Campo Ligure (dopo il Cimitero).

Staz. 6:* alto torrente Ponzema (loc. Ponte della Fornaciazza); pura, di confronto.

Staz. 7: località Mulino di Giacca, a valle discarica rifiuti solidi e conceria.

Staz. 8: Rossiglione, a monte del Cotonificio Ligure.

Staz. 9: Rossiglione, a valle del Cotonificio Ligure.

Staz. 9:* alto torrente Berlino (loc. Gamondino); pura, di confronto.

Staz. 10: a valle di Rossiglione (centrale ENEL).

Staz. 11: a monte di Ovada (loc. Ponte di Belforte).

Staz. 12: a valle di Ovada (prima della confluenza col t. Orba).

Il fondo del torrente, in quasi tutte le stazioni (tranne le poche inalterate), presentava tratti di depositi melmosi sul substrato ciottoloso, dovuti con ogni probabilità alle sostanze solide erose dagli sbancamenti autostradali.

In ognuna di dette stazioni sono stati eseguiti prelievi di macrobentos con retino tipo Surber (50 cm di lato e maglia di 0,3 mm), con triplice campionamento per ogni località al fine di saggiare tutti gli ambienti presenti. Ci si riferisce quindi ad una superficie di fondo pari a $3/4$ di m².

L'intera serie di prelievi è stata ripetuta in 3 stagioni diverse in modo da ottenere informazioni della situazione globale, reale, del corso d'acqua: infatti anche eventi naturali sporadici, quali piene violente, possono causare modificazioni vistose nelle biocenosi, falsando, in un campione singolo, i risultati dell'indagine.

Ci si è rivolti allo studio del macrobentos in quanto le relativa bassa mobilità degli organismi che lo compongono (in maggior parte forme larvali di Insetti) e il loro diverso grado di esigenza ne fanno un ottimo indicatore biologico, insostituibile per corsi d'acqua a forte corrente e regime turbolento nei quali la componente planctonica è ridotta e, comunque, soggetta a fluttuazioni notevolissime. L'ittiofauna, per la sua stessa autonomia di movimento, è utilizzabile solo parzialmente.

I prelievi sono stati effettuati in data: 2-3-1975; 1-6-1975; 4-10-1975. Non avendo informazioni in periodo strettamente estivo si possono ritenere i risultati lievemente ottimistici. Non si deve comunque dimenticare che l'erosione, e quindi l'apporto terrigeno, delle discariche e sbancamenti autostradali è maggiore in periodi piovosi che non in quelli secchi. Si sono registrate piene immediatamente precedenti al prelievo del marzo (che, infatti risulta alquanto povero di organismi) e altre, più diluite nel tempo, precedenti a quello di ottobre.

Gli organismi raccolti sono stati fissati in formalina al 6% e quindi passati in alcool 70°.

Sovente, a causa dell'eccessivo detrito, si è dovuto ricorrere a esame di subcampioni.

Il numero di reperti è stato poi riferito al metro quadrato⁽¹⁾.

La classificazione si è mantenuta, dove possibile, a livello di genere. Gruppi particolarmente « difficili », per i quali, comunque, non erano disponibili in sede specialisti, sono stati determinati a li-

(¹) E' doveroso sottolineare che i dati quantitativi presentano limiti inevitabili legati al sistema di campionamento.

velli sistematici più alti. Quanto sopra si ritiene accettabile per lo scopo di caratterizzazione ecologica globale di un bacino che vuol raggiungere il presente lavoro.

Rilievi fisico-chimici delle acque sono stati effettuati nelle stesse stazioni ed in ugual data.

Risultati dell'indagine fisico-chimica

Dall'esame della tabella I si rileva che i pochi dati ottenuti nel loro insieme si collocano in una situazione di accettabilità; tuttavia alcuni di essi meritano un più attento esame.

La *temperatura* si mantiene a livelli ottimali; mancano dati per il mese di agosto, tuttavia, da quanto rilevato dalla tesi di laurea di Idrobiologia e Piscicoltura del dott. C. Cibrario, in tale mese e nel corso principale dello Stura a monte di Masone sono stati raggiunti 22° C, al limite superiore di tollerabilità per i Salmonidi.

Il *pH* ha suscitato notevoli perplessità: l'indagine, condotta con cartine, ha fornito, come si può notare, valori nettamente al di sotto della neutralità, cosa in sé prevedibile dalla composizione geologica del bacino, ma non in proporzioni così notevoli. D'altra parte, altri dati, rilevati con pH-metro portatile, hanno fornito valori basici (tesi di laurea sopra citata).

A seguito di informazioni assunte presso docenti degli Istituti Chimici (¹), che hanno messo in guardia sulla delicatezza di tale misurazione, è stata ripetuta parzialmente la serie delle misurazioni sia con pH-metro portatile sia con cartine indicatrici (es. Neutralit pH 5-10, della Merck), nuovissime (ne è nota la possibilità di alterazione). Il pH-metro è stato tarato ogni volta, prima di ciascuna misurazione, con soluzione a pH noto (6,86).

I valori così ottenuti, misurati il giorno 30-4-1977, sono riportati nell'ultima riga della tabella: vengono riferiti i dati relativi alle prime 8 stazioni in quanto, per motivi tecnici non è stato possibile controllarle tutte. Come da previsioni, comunque, l'ambiente è risultato leggermente acido con pH variabile tra 6 e 6,5.

Si è notato che i valori forniti dalle cartine danno un errore compreso tra — 0,3 e — 0,5, e che, pertanto, i dati in tabella dovrebbero esser corretti in tal senso.

(¹) Si ringraziano per i consigli i Proff. Drago e Frache dell'Istituto di Chimica dell'Università di Genova.

Tab. 1

		Stazioni															
		1	2	3	3*	4	5	6	6*	7	8	9	9*	10	11	12	
2 - III 1975	Ora	8,30	9	9,30	9,55	10,35	11,05	11,30	12,35	11,50	15	15,50	15,20	16,15	17,20	17,50	
	t aria	8	8,5	9,1	9,1	9,2	6,7	5,7	6	5,7	7	6,9	6,9	7,1	7	7,3	
	t acqua	5,5	6	6,5	5,8	6,5	6,5	6,5	5,8	6	6,5	6,5	6,4	6	6,4	6,5	6,5
	pH	5,5	5	6	5,5	6,5	6	6,5	6	6	6,5	6	6	5,5	6	6,5	6
	O ₂ (mg/l) (*)	13,4	12,7	13,2	—	13,1	13,1	13,5	—	13,5	13,3	13,2	—	—	13	13,1	13,3
	Odore	ass	terr	terr	ass	dec	terr	terr	dec	ass	dec	dec	dec	ass	dec	dec	idr-dec
Colore	ass	opal	opal	ass	opal	opal	opal	torb	ass	torb	torb	torb	ass	torb	torb	torb	
1 - VI 1975	Ora	8	8,45	9,05	9,30	9,55	10,25	12	11,05	12,15	12,45	13,05	13,25	13,55	14,35	15	
	t aria	13,6	13,9	14,2	12,7	13,5	13,8	14,6	13,5	15	16,6	17,4	17	18,1	19	19,5	
	t acqua	12,7	12,9	13,1	12,8	13	13,1	13,5	12,1	13,5	15	14,5	12,4	15,4	16	16,8	
	pH	5,8	5,8	5,8	6,2	5,8	5,8	6,2	6	6	6	5,8	5,8	6	6	6	
	O ₂ (mg/l)	12,3	11,7	10,7	—	11,4	10,6	16	—	14,6	13,3	10,7	—	12,8	12,1	13	
	Odore	ass	terr	terr	ass	dec	terr	terr	terr	ass	terr	dec	dec	ass	dec	dec	
Colore	ass	opal	opal	ass	opal	opal	opal	opal	ass	opal	opal	opal	ass	opal	opal	opal	
4 - X 1975	Ora	7	7,25	7,40	8,05	8,40	9,10	10,05	9,35	10,30	10,50	11,30	11,10	11,50	12,20	12,40	
	t aria	9,5	9,7	11,8	11,8	13,9	17,7	19,1	17,4	19	20,5	23	20,5	22	23,8	24,4	
	t acqua	13,8	12,5	12,7	13,8	13,8	14,3	15,1	13,7	14,9	15,3	15,1	12,5	17,1	17,9	19	
	pH	6	6,2	5,8	5,8	5,8	5,6	6	6	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
	O ₂ (mg/l)	13,2	12,5	12,2	—	11,3	14	13,3	—	16	13,3	14,2	—	15,2	15,3	14,6	
	Odore	ass	terr	terr	ass	dec	terr	terr	dec	ass	aro	dec	ass	ass	dec	aro	
Colore	ass	torb	opal	ass	opal	opal	opal	opal	ass	opal	opal	opal	ass	opal	torb	torb	
30 - IV 1977	pH	6,1	6,3	6,5	6,5	6,6	6,5	6	6,3	—	—	—	—	—	—	—	

(*) Prelievo effettuato il 19 - 3 - 1975.

ass - assente; terr - torroso; opal - opalescente; torb - torbido; dec - sostanze in decomposizione; idr - idrocarburi; aro - aromatico; il segno (—) significa misura non effettuata.

L'Ossigeno disciolto si mantiene su valori ottimali (metodologia: Winkler). La torbidità e l'odore, parametri valutati soggettivamente, variano a secondo delle stazioni: la torbidità è maggiore laddove ci sono sbancamenti più ampi, ma è anche legata al momento stagionale per l'azione di ruscellamento delle acque meteoriche. L'odore è soprattutto legato agli scarichi fognari, alle discariche di rifiuti solidi e a determinate attività industriali (ad es. preparazione di bitumi: odore di idrocarburi).

Risultati dell'indagine macrobentonica

La tabella II a, b, c, e i diagrammi circolari (Fig. 2) forniscono rispettivamente i dati analitici e sintetici dell'indagine.

Le stazioni 1, 3*, 6*, 9*, di controllo, presentano biocenosi i cui diversi gruppi risultano percentualmente ben equilibrati in ogni località; un paragone fra tali popolamenti mostra netta omogeneità fra le percentuali dei singoli gruppi, anche in località diverse (fa eccezione la staz. 1, solo per un'eccedenza di Efemerotteri, e che tuttavia ha aspetto tipico di acque pure: non si può comunque escludere una influenza, seppur blanda, dovuta al dilavamento della discarica di rifiuti solidi presso le sorgenti).

In tutte le altre stazioni, più o meno soggette a carichi inquinanti, le biocenosi si scostano, sovente fortemente, dalla composizione ottimale.

I rapporti numerici fra specie, popolazioni e comunità funzionano spesso da indicatori più attendibili delle singole specie (le condizioni effettive vengono meglio espresse dal tutto che da una parte) in quanto con le loro fluttuazioni possono destimoniare la qualità fisico-chimica dell'acqua (Odum, 1973).

Esaminando da questa prospettiva i diagrammi circolari, ottenuti come percentuali sul totale raccolto, e confrontandoli con le stazioni di controllo, si nota una sproporzione evidentissima a favore di forme tipicamente resistenti (Ditteri, Oligocheti, *Asellus*, Irudinei) che diventano dominanti (oltre 50% del popolamento) nelle stazioni 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Le stesse forme rappresentano, nelle stazioni di controllo, il 16,35% (staz. 1), 19,10% (staz. 3*), 34,08% (staz. 6*), 42,97% (staz. 9*).

Le biocenosi tendono a un miglioramento nelle stazioni 11 e 12.

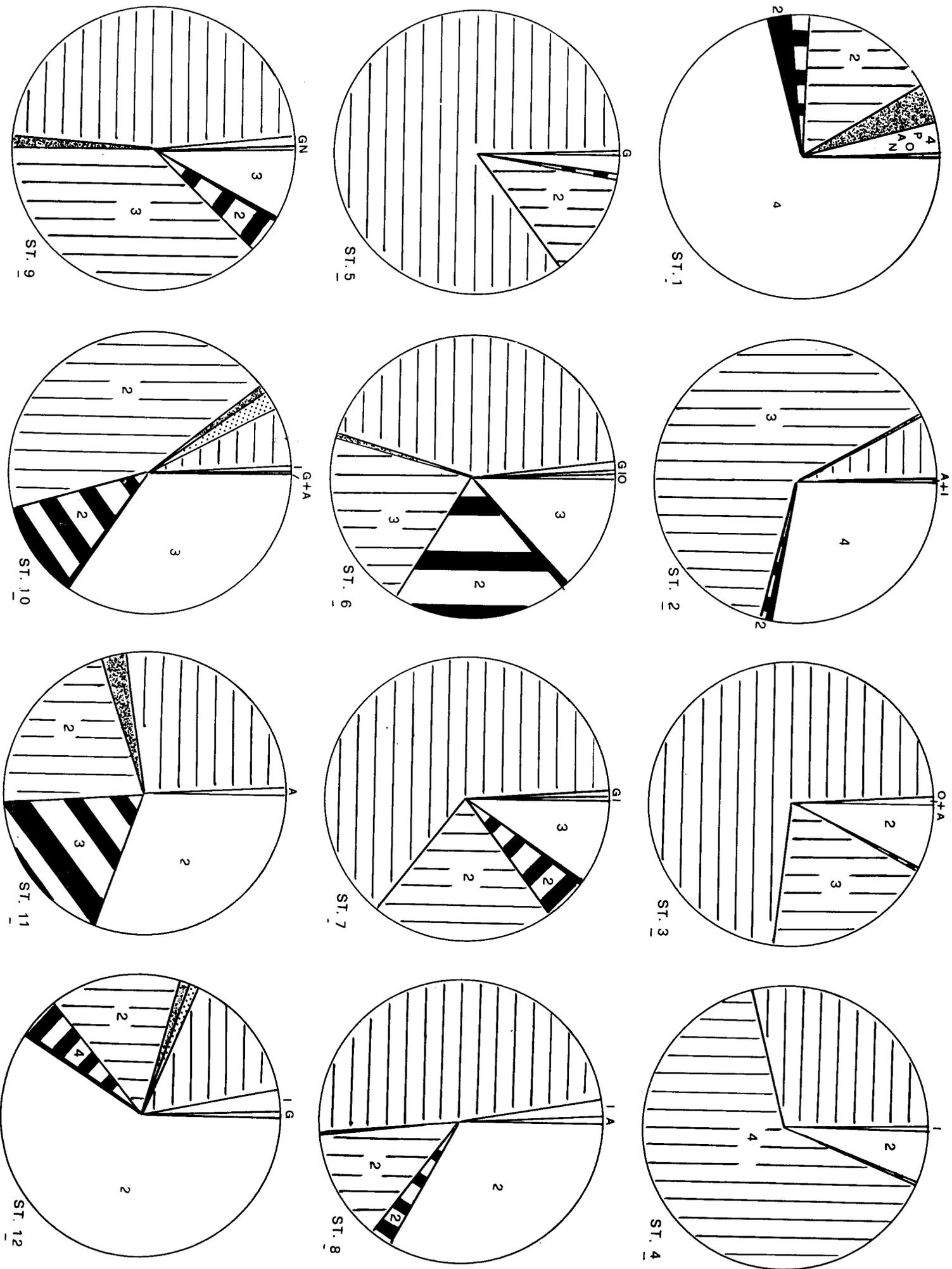
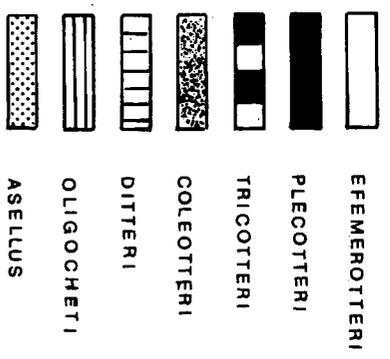
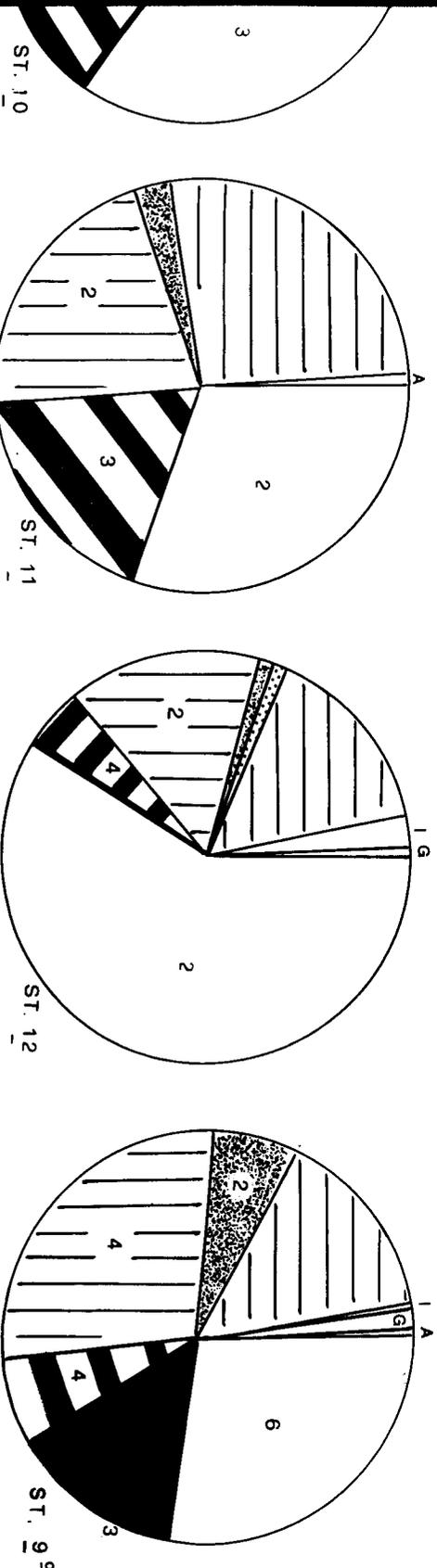
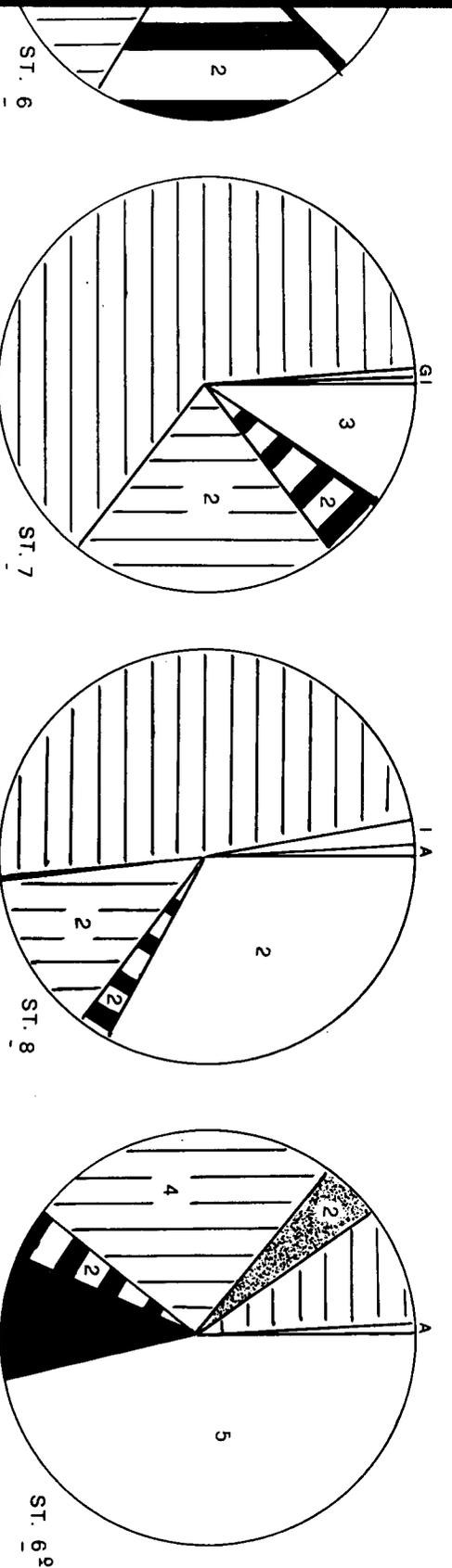
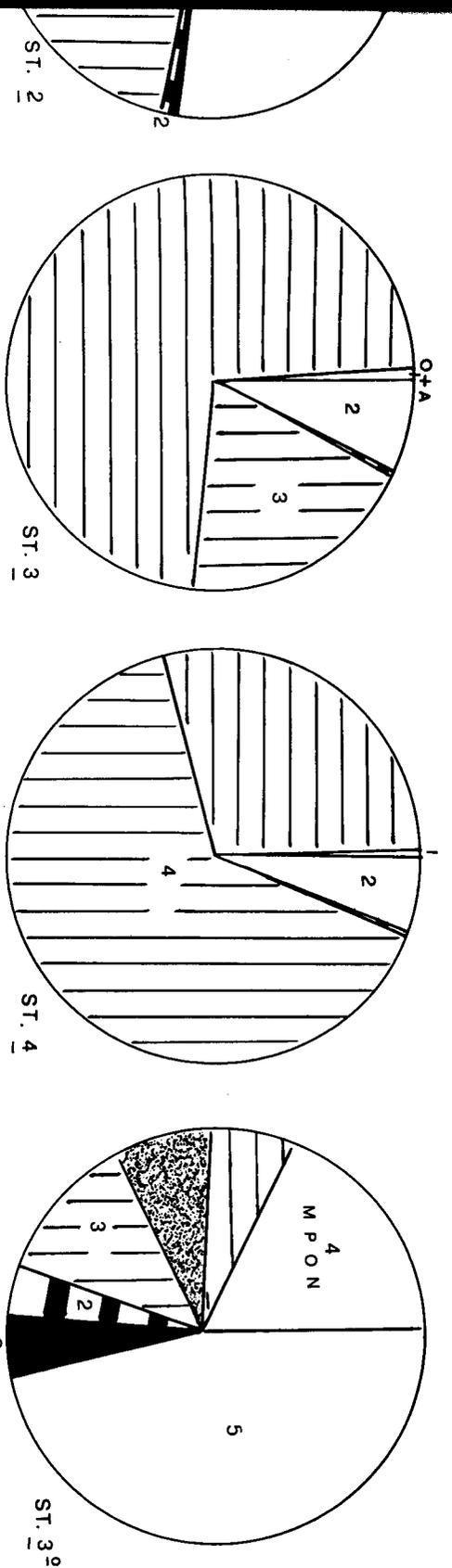


Fig. 2 - Percentuali sul totale dei principali gruppi sistematici di macrobenoni raccolti nelle stazioni considerate. Le lettere corrispondono alle iniziali di gruppi sistemati: O = Odonati, I = Irudinei, G = Gasteropodi, A = Acanthi, P = Planarie, N = Nematodi, M = Megalotteri. Le cifre all'interno dei settori indicano il numero di unità sistematiche di quel gruppo raccolte nella stazione. Le staz. 3^o, 6^o, 9^o, nel testo sono state indicate da ugual numero seguito da asterisco.



fali gruppi sistematici di macrobenoni raccolti nelle stazioni considerate. Le lettere corrispondono alle iniziali di gruppi sistematici: A = Acari, P = Planarie, N = Nematodi, M = Megalotteri. Le cifre all'interno dei settori indicano il numero medio raccolto nella stazione. Le staz. 3°, 6°, 9°, nel testo sono state indicate da ugual numero seguito da asterisco.

TAB. IIa

STAZIONI															
T. Stura (2/III/75)	1	2	3	3°	4	5	6	6°	7	8	9	9°	10	11	12
PLECOTTERI															
Brachyptera sp.			3		3				3	4		3	80		1
Protonemura sp.													1		1
Amphinemura sp.					4				24			3	91		13
Nemoura					1				1						
Leuctra sp.					15				12	1		1	40		
Isoperla sp.					1				3						
Perla sp.		1			1										
Chloroperla sp.		1			37				24						
Perlidae n.c.		7													
N.C.									1						
EFEMEROTTERI															
Ecdyonurus sp.	80	32			93	3			53	1		4	24		
Epeorus sp.	1	4							1	4		1	11		
Baetis sp.	59	57	4		75	34	8	19	67	25	5	8	81	4	13
Habrophlebia modesta	16	4			53				16			4	8		464
Ephemerella majpr		1											3		
Ephemera danica					1				1			1	11		
Caenis sp.					3										25
TRICOTTERI															
Rhyacophila sp.	1									3		1	4		1
Hydropsyche sp.	11	9	3		16		1	8	5	8	4	7	36	29	93
Polycentropidae													7		
Philopotamidae					1							1			
Psychomyia pusilla		3													7
Cheumatopsyche															12
Limnephilidae													1		
N.C.					1							1			3
DITTERI															
Chironomidae	4	3	1		9	1	1	3	11	3	4	4	13	5	1
Simuliidae													1		129
Tipulidae					16	1			1	1	1	4			7
Rhagionidae	1								5			1	15		
Empididae									1				1		
Tabanidae															1
Psychodidae						1									
Ceratopogonidae															16
N.C. (pupe)								7						1	
COLEOTTERI															
Dryopidae					1				1		3		11		11
Gyrinidae									1						
N.C.														1	
MEGALOTTERI															
ODONATI (Anisotteri)	4				1										
ACARI					1										
CROSTACEI (Asellus sp.)															1
ANELLIDI															
Oligochaeta		4	1		8	71		1	3	1	1	136	108		40
Hirudinea (Erpobdellidae)		1				3		1					1	1	5
MOLLUSCHI (Ancylostomum sp.)															
TURBELLARI (Planariidae)	1				1							1	11		
EMITTERI (Notonectidae)															
					1										
I.B.	8	8	4	9	6	3	4	9	8	4	8	10	4	4	8

In quest'ultima stazione, tuttavia, i segni dell'eutrofizzazione sono chiaramente sottolineati dalla presenza di *Asellus* e Irudinei, notoriamente saprofili, e — a livello della composizione dei singoli gruppi — da una dominanza di Efemeroteri appartenenti ai soli generi *Baetis*, *Ephemerella*, *Caenis* (con specie prevalenti *B. rhodani*, *E. ignita*, *C. macrura*) che tutti gli Autori considerano a bassi livelli di « polluosensibilità ». I pochi Plecotteri sono stati tutti reperiti nel prelievo di marzo, dopo periodi di piena, la quale può aver tra-

TAB. IIb

T. Stura (1/VI/75)	STAZIONI															
	1	2	3	3 ^b	4	5	6	6 ^b	7	8	9	9 ^b	10	11	12	
PLECOTTERI																
Protonemura sp.				3									96			
Amphinemura sp.	1							11					11			
Nemoura sp.													11			
Leuctra sp.	4			7				32					21			
Isoperla sp.																
Perla sp.			1					192								
Dinocras sp.													75			
Chloroperla sp.							1									
EFEMEROTTERI																
Ecdyonurus sp.	21	20		3			3	438	10			11	21			
Epeorus sp.												11				
Baetis sp.	7	444	34	10	399	1	37	544				21	384	1280	117	96
Habrophlebia modesta	21			5				224								
H. fusca													11	11	11	
Ephemerella ignita	1	33	17	1	17		84	309	43	21	11	469	651	299	341	
Ephemera danica								11				43				
Caenis sp.	13	85	16	25	47	4	3	24	21	75	11	11	21	288	363	
TRICOTTERI																
Rhyacophila sp.	1	4											32			
Hydropsyche sp.	3	11	1		4		3	117			11	96		21	21	
Hydropsyche sp. (pupe)								21							53	
Polycentropidae	3	3		1		1	1	21	11	11			21	11		
Wormliia sp.													149	32		
Psycomyia sp.		1												11	11	
Beraca														11		
Limnephilidae n.c.								11						11		
Coeridae														11		
Sericostomatidae		3												11		
Hydroptilidae				3												
N.C.		1		1	1		1	11								
DITTERI																
Chironomidae	59	181	137	21	621	19	560	896	256	53	217	597	2464	619	873	
Tipulidae	5	1	1	8				149			11	11		32		
Rhagionidae				1				21						43		
Empididae			7	4												
Tabanidae																
Psychodidae						1		1								
Ceratopogonidae		1	4		5	3	5			11	11		11	11		
Dolichopodidae			1													
N.C. (pupe)		11	15	7	93	7	88	32	32	21	149	21	267	21	75	
COLEOTTERI																
Dryopidae	3	3		12				64			21	140	21	11	21	
N.C.								85						43		
Adulti N.C.			7					32				75	11			
ODONATI (Anisotteri)																
	1			5												
ACARI																
	3	1	3					32						11	11	
CROSTACEI (Asellus sp.)																
															24	
ANELLIDI																
Oligochaeta	3	191	1681	4	773	1040	2293	160	4267	1066	2341	555	384	1173	1067	
Hirudinea (Erpobdellidae)									11	43					96	
MOLLUSCHI																
Limnaca sp.							1									
EMITTERI (Notonectidae)																
	5			1												
I.B.	9	8	6	9	6	4	7	10	7	5	6	10	8	7	7	

scinato nella stazione queste forme da località più a monte o da affluenti. Senza contare che la stragrande maggioranza dei Plecotteri raccolti appartiene al genere *Amphinemura*, uno dei più resistenti dell'Ordine.

Tra le altre stazioni si può inoltre individuare una gradualità del loro stato di compromissione.

TAB. IIc

T. Stura (4/X/75)	STAZIONI														
	1	2	3	3'	4	5	6	6'	7	8	9	9'	10	11	12
PLECOTTERI															
Amphinemura sp.								64				85			
Leuctra sp.	11						43	85				256	21		
Perlidae n.c.								21							
N.C. (larvale)				21											
EFEMEROTTERI															
Ecdyonurus sp.	107			75				235				96			
Epeorus sp.													11		
Baetis sp.	32	11		32			448	128	107	32	53	352	363	565	629
Habrophlebia modesta	96	11		160				11	85			21			
Ephemerebella major												11			
Caenis sp.	277	32	107	384		21	266	11	555	640	373	21	245	96	3616
TRICOTTERI															
Rhyacophila sp.							11		21				32	21	
Hydropsyche sp.				11			1353		320	11	213	11	693	469	21
Hydropsychidae n.c.													32	21	
Polycentropidae										11		21			
Cheumatopsyche sp.														117	21
Philopotamidae													21	107	
Leptoceridae				43						11					
Sericostomatidae				8											
Glossosomatidae								11							
Psycomyia pusilla								43						53	192
N.C.											43				
DITTERI															
Chironomidae	96	1440	256	160	4587	117	65	24	1365	213	1643	875	501	245	299
Tipulidae				21					11			11			
Rhagionidae												43			
Psychodidae					11										
Ceratopogonidae		11			11		11								
N.C. (pupe)		32	32	11	149	21	85	11	21		267		85		53
COLEOTTERI															
Dryopidae	43			139			11	21			21	160	11	75	64
Gyrinidae												11			
Adulti n.c.								85			32		11		
ODONATI (Anisotteri)															
	21			21			11								
ACARI															
			11							21		21		16	
CROSTACEI (Asellus sp.)															
													139		75
ANELLIDI															
Oligochaeta			11	117	1537	128	640	184	981	85	427	192	139	53	341
Hirudinea					43		11					75		128	
MOLLUSCHI															
Ancylastrum sp.							85		43		85	75	11		32
Physa sp.															11
Linnaea sp.															11
EMITTERI (Notonectidae)															
				320								11			
I.B.	8	5	4	0	3	4	7	0	7	6	6	10	0	6	7

Così le stazioni 3, 4, 5 hanno popolamenti assai banalizzati e monotoni: oltre all'altissima percentuale di Oligocheti + Ditteri (in prevalenza Chironomidi), superiore al 90%, e l'assenza di Plecotteri, anche gli altri gruppi risultano composti da forme resistenti (es. *Baetis*, *Ephemerebella*, *Caenis*, *Hydropsyche*).

La Staz. 6 accenna un lieve miglioramento, forse anche grazie all'apporto di acque pure del Ponzema, ma la situazione torna a peggiorare nella Staz. 7 (a valle di una conceria e della discarica dei rifiuti solidi).

Stranamente la staz. 9 appare lievemente migliore della staz. 8 per la presenza di Plecotteri e un più alto numero di unità sistema-

tiche di Efemerotteri; tuttavia tali forme più esigenti compaiono solo nel prelievo di marzo, dopo le piene inverno-primaverili. Quantitativamente si ha invece una situazione più equilibrata nella staz. 8 che non nella 9: la presenza del 32,85% di Efemerotteri nella prima, contro il 7,88% nella seconda, può appoggiare tale affermazione. Nella discussione dei risultati verranno comunque fornite ulteriori argomentazioni.

La staz. 10, a valle di Rossiglione, tende a riavere popolamenti più equilibrati, anche se l'altissimo numero di Ditteri Chironomidi (circa il 44%) e la presenza di *Asellus* indicano una netta eutrofizzazione delle acque dovuta agli scarichi organici del centro abitato. Gioca, d'altra parte, in vantaggio la diluizione con acque di ottima qualità affluenti nello Stura dal Berlino e dal Gargassa, rispettivamente da destra e da sinistra. Probabilmente a questo fatto si deve la presenza saltuaria di Plecotteri ed Efemerotteri Ecdionuridi (¹).

Non è molto chiaro perché la staz. 11, dopo un lungo tratto di possibile autodepurazione, abbia varietà di forme inferiore sia rispetto la 10 che la 12, entrambe a valle di centri urbani. Tuttavia, come risulta anche dalle considerazioni più sopra fatte, i dati quantitativi mitigano notevolmente il valore di tali indicazioni.

Applicazione degli Indici Biotici (I.B.)

Verneaux e Tuffery (1967) hanno messo a punto un metodo pratico ispirato a quello usato in Inghilterra dalla Trent River Authority, il quale è stato in seguito adottato dal Ministero dell'Agricoltura francese per il catasto dello stato delle acque correnti. E' semplice, non specifico di un determinato tipo di inquinamento né di una determinata categoria di un corso d'acqua, e presenta una sensibilità e una precisione sufficienti per essere standardizzato e permetterne lo sfruttamento codificato dei risultati (Vivier, 1970).

In Italia è stato applicato, con risultati accettabili, da Ghetti e coll. (1973), Ghetti (1974), Spanò e coll. (1974, 1975), Balduzzi e coll. (1976).

(¹) Poiché anche a livello di Masone esiste una discreta diluizione con le acque pure del Vezzulla e del Rio Masone è verosimile pensare che il crollo alla Staz. 5 sia legato, più che a tutta la situazione a monte, alla situazione del tratto — con notevoli sbancamenti — tra la confluenza col Rio Masone e detta stazione. Se l'ipotesi è corretta un controllo tra qualche anno, quando cioè le materie fini sedimentabili, dovute agli sbancamenti autostradali, saranno completamente asportate dalle acque meteoriche, dovrebbe fornire cenni inequivocabili di ripresa.

In pratica gli Indici Biotici vengono determinati a mezzo di una tabella standard, funzione sia della natura che della diversità della macrofauna bentonica, raccolta e determinata secondo processi anche essi standardizzati. Essi esprimono l'attitudine dell'ambiente a permettere lo sviluppo degli organismi acquatici e forniscono una stima della presenza e dell'entità di un inquinamento. Quest'ultima fase è effettuabile confrontando fra loro gli I.B.-di diverse stazioni.

L'apprezzamento della qualità biologica globale di un'acqua si fa in base a valori che variano tra 0 e 10, passando tra 5 e 6 la demarcazione fra acque inquinate e acque accettabili.

Inoltre può essere calcolato un indice di inquinamento I_p (« Indice de pollution », Verneaux, 1976) come differenza tra l'I.B. in condizioni normali (I_n), cioè fuori dei tratti inquinati, e l'I.B. della stazione considerata (I_b): $I_p = I_n - I_b$

Anche questo indice varia da 0 a 10 e le indicazioni fornite sono rilevabili nella tabella che segue (Verneaux, 1976).

<i>Indici di inquinamento (I_p)</i>	<i>Qualità dell'acqua</i>	<i>Inquinamento</i>
$I_p < 1$	buona	assente
$I_p < 3$	accettabile	presente
$I_p < 5$	dubbia	notevole
$I_p < 7$	critica	importante
$I_p > 7$	pericolosa	molto importante

Nota: per i corsi d'acqua di buona qualità biologica I_n è generalmente uguale a 10.

Gli I.B., inoltre, dovrebbero esser derivati dalle medie dei risultati di prelievi fatti separatamente (e con diverse metodologie) in fase lenticia e in fase lotica. Tuttavia, nel caso presente, trattandosi di corso d'acqua compreso tutto nel tratto appenninico, ci si è limitati a campionamenti classici per la fase lotica e fondi ciottolosi in quanto non sono ravvisabili condizioni riconducibili a situazioni lentiche vere e proprie. A tale riguardo, in una ricerca parallela effettuata per conto del Comune di Ovada, si è tentato un campionamento con benna ad azione manuale su fondi molli: i risultati sono stati del tutto inaccettabili e, ancorché precisare, infirmavano le indicazioni ottenute per altre vie.

I valori degli I.B. calcolati per ogni prelievo sono indicati al fondo delle tabelle II a, b, c; il valore medio dei tre prelievi è riportato in grafico (fig. 3). Da quest'ultimo si rileva che le stazioni 3, 4, 5, 8 sono al di sotto dell'accettabilità; e che, inoltre, tra la staz. 2 e la staz. 3, nonché tra la staz. 7 e la staz. 8, verificandosi un salto di più di due unità (passando a valori inferiori a 5) deve esistere una fonte di alterazione (Verneaux e Tuffery, 1967).

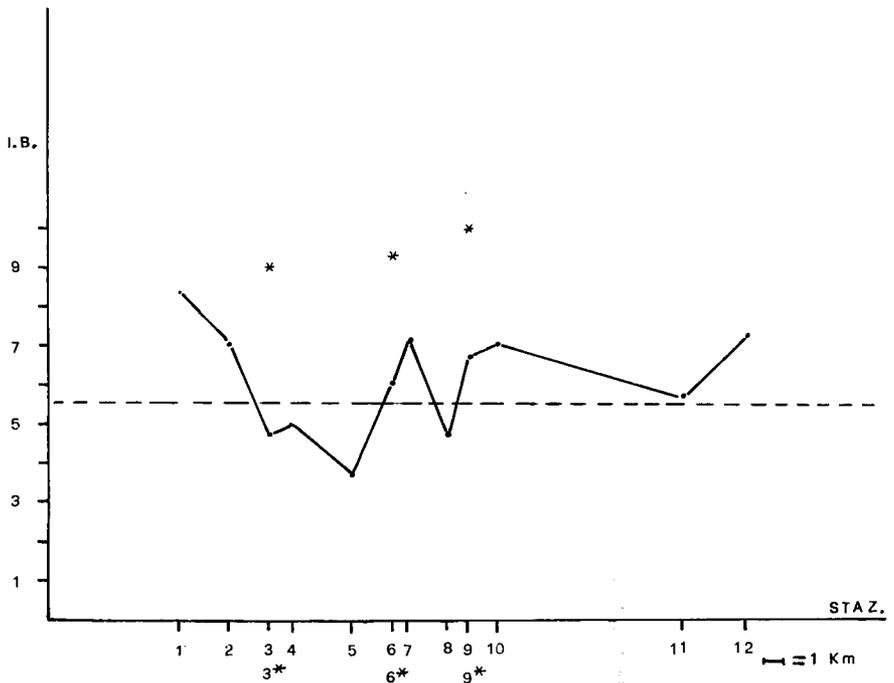


Fig. 3 - Andamento degli Indici Biotici medi. La distanza fra le stazioni, in ascisse, è proporzionale alla distanza reale. Il valore con asterisco si riferisce a stazioni di controllo non sul corso principale.

Gli indici di inquinamento (I_p) sono risultati:

staz. 1 = 0,8; staz. 2 = 2,1; staz. 3 = 4,5; staz. 4 = 4,1; staz. 5 = 5,5; staz. 6 = 3,1; staz. 7 = 1,8; staz. 8 = 4,5; staz. 9 = 2,5; staz. 10 = 2,1; staz. 11 = 3,5; staz. 12 = 1,8.

Le stazioni di controllo collaterali hanno i seguenti I_p :

staz. 3* = 0,1; staz. 6* = -0,2; staz. 9* = -0,9.

I valori negativi sono dovuti al fatto che il valore di confronto (In) è stato calcolato come media dei valori di tutte le stazioni di controllo (In = 9,1).

Quindi la qualità dell'acqua, in base a questo indice, può dirsi: *buona* nelle stazioni 1, 3*, 6*, 9*; *accettabile* nelle stazioni 2, 7, 9, 10, 12; *dubbia* nelle stazioni 3, 4, 6, 8, 11; *critica* nella stazione 5.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La comparazione fra le deduzioni effettuate dall'esame delle biocenosi e i dati ottenuti dall'applicazione degli I.B. portano a risultati simili, ma non identici, anche perché la discussione critica delle tabelle permette di entrare in particolari che non possono essere compresi nei valori standardizzati degli I.B. (ad es. la staz. 10 risulta migliore della staz. 11 secondo gli Indici biotici e di inquinamento, mentre un esame diretto delle biocenosi, dei loro rapporti quantitativi e di variabili ambientali, potrebbe invertire la diagnosi).

In linea di massima è possibile affermare che lo stato biologico delle acque crolla a livello delle stazioni 3, 4, 5 (la staz. 5 ha il più basso I.B. medio, pari a 3,66, e non passa mai, ai singoli prelievi, il punteggio di 4), per poi tendere ad una certa ripresa che, tuttavia, non raggiunge mai situazioni ottimali paragonabili alle stazioni di controllo.

Dalla cartina (fig. 1) si nota, infatti, che già a monte della staz. 2 esistono alterazioni del suolo legate ai lavori autostradali; queste alterazioni si moltiplicano lungo il tracciato della nuova arteria e, in particolare, insistono direttamente sull'alveo del torrente, con notevole continuità, tra Masone e Campo Ligure. Se si considera che su tale tratto insiste anche il carico urbano e industriale di Masone (tale centro presenta la maggior densità di abitanti equivalenti industriali di tutta la vallata) risulta comprensibile il globale risultato di degradazione, in particolare alla staz. 5 che ne riceve tutto il carico.

Per l'imprevisto risultato ottenuto alle stazioni 8 e 9, a monte e a valle del Cotonificio Ligure, successive indagini hanno fornito una spiegazione accettabile a tale inversione di risultati.

Il cotonificio deriva dal corso principale qualche centinaio di metri a monte una condotta di discreta portata ad uso prevalente per produzione di forza motrice (a mezzo di turbine), quindi, a circa

metà della sua lunghezza, restituisce un'acqua inalterata. E' chiaro che altri scarichi di lavorazione giungeranno nello Stura, tuttavia sembrerebbero esercitare azione relativamente blanda, anche perché, a detta dei locali, le operazioni di tintura, che un tempo alteravano il colore delle acque per alcuni chilometri, oggi sarebbero effettuate in altro stabilimento.

Una tale situazione giustificerebbe un turbamento ambientale a monte dell'industria legato alla diminuzione di portata (è noto che le dighe modificano nettamente le caratteristiche ecologiche dei corsi d'acqua) e un miglioramento (o, comunque, una situazione simile nonostante l'effluente industriale), a valle, per la reimmissione delle acque prima sottratte.

L'analogo comportamento delle biocenosi delle stazioni 11 e 12 invece, al di fuori delle argomentazioni fatte a proposito dei risultati dell'analisi macrobentonica, non è confortato da ulteriori plausibili giustificazioni. Né può essere invocata, anche qui, la presenza di una vecchia canalizzazione, già sfruttata da un mulino di cereali, ma oggi priva di acqua in quanto l'alluvione del 1970 ha distrutto la chiusa d'imbocco: da allora raccoglie solo scarichi fognari, peggiorando semmai la situazione.

Poiché le stazioni 11 e 12 corrispondono a località saggiate anche nel corso di altro lavoro sulle acque correnti in territorio di Ovada, si vuole fare qualche cenno di confronto al fine di verificare la validità del metodo. Nel suaccennato lavoro svolto in analogo periodo, ma esteso per tutto l'arco stagionale, gli I.B. hanno fornito valori assai bassi nel periodo invernale-primaverile (sempre intorno al 5), mentre salivano intorno a 7 nelle altre stagioni. Anche qui la località a monte era a livello lievemente inferiore (I.B. medio = 5,75 contro 6) che quella a valle. Quest'ultima, tuttavia, denunciava netta eutrofizzazione per la comparsa di *Asellus*, Irudinei, *Physa*, *Limnaea*. Anche il coli titolo (luglio '76) si aggirava intorno ai 10.000 coli/cc.

Un precedente saggio (Spanò e coll., 1974) aveva fornito per la staz. 12 un I.B. = 6 (prelievo effettuato in aprile 1973).

Dati chimici inferiori all'accettabilità (sec. Nisbet e Verneaux, 1970) si sono ottenuti sia a monte (per BOD₅, NH₄⁺, PO₄), che a valle, qui peggiori (per BOD₅, NH₄⁺, Ossidabilità Kubel, Materia in sospensione, PO₄).

Interessante sottolineare la presenza costante di Zn^{+} e Cu^{+} , probabilmente legati alle pratiche agricole (viticoltura), ma forse anche parzialmente naturali (Cu^{+}) per la presenza di Cuprite nelle rocce verdi del gruppo di Voltri.

Per concludere, si accenna all'importanza anche strettamente zoologica di queste ricerche: oltre a permettere una conoscenza delle biocenosi, offrono la possibilità di accertare la presenza di forme poco note, contribuendo a definire la biogeografia delle specie.

Nel caso presente è stato possibile segnalare l'esistenza nel bacino di *Ephemerella* (*Torleya*) *major* Klapalek, un Efemerottero ad ampia diffusione centro-europea, ma sconosciuto per l'Italia (Gaino e Spanò, 1975). La specie raccolta nel T. Berlino e, per uno studio analogo, nel bacino del Centa (prov. Savona e Imperia), è stata ulteriormente ritrovata sia nel Berlino stesso, il 4-10-1975, sia nel corso principale dello Stura alla staz. 2, in data 2-3-1975, sempre con pochissimi individui.

APPENDICE

Quando il presente studio era già in bozze (31-5-1977) è stata effettuata una rapida indagine sul Rio Gargassa con l'intenzione di evidenziare le cause della sua bassa produttività ittica.

Poiché il Gargassa fa parte del bacino dello Stura si riferiscono sommariamente i risultati, anche se l'indagine, puntiforme, è da considerarsi incompleta.

Le 5 stazioni campionate, a partire da monte della sorgente sulfurea fino a valle della frazione Veirera (oggi disabitata), hanno mostrato un popolamento macrobentonico tipico di acque oligotrofiche, purissime, povere di nutrienti, a pH piuttosto acido. Gli I.B. non scendono al di sotto di 8 (moda 9), ma il numero di organismi/m² è basso, con media 245. E' sufficiente un confronto col Rio Berlino (2000 org./m² in media) per rendersi conto del perché della bassa produttività ittica.

RIASSUNTO

E' stata effettuata un'indagine sul Torrente Stura (Appennino Ligure) al fine di controllarne la qualità biologica delle acque, compromessa, oltre che dai centri urbani, dai lavori di costruzione di una autostrada.

Lo studio ha preso in considerazione le biocenosi macrobentoniche in diverse situazioni stagionali.

In base ai risultati sono stati calcolati i valori degli Indici Biotici (Verneaux e Tuffery, 1967) per ognuna delle 15 stazioni fissate lungo il corso d'acqua.

Praticamente tutto il corso principale, a partire dalla frazione S. Pietro (Masone) fino alla confluenza con l'Orba (Ovada), è risultato compromesso in maniera più o meno pesante.

Il tratto peggiore è risultato quello compreso tra gli abitati di Masone e di Campo Ligure.

SUMMARY

An investigation was carried out on the Stura stream (Appennino Ligure) for the purpose to control the biological quality of water which has been polluted, besides by the cities sewage, also by the manufacturing work of an highway.

The study has taken into consideration the lotic macrobenthos during different seasonal situations.

Basing upon such results the figures concerning Biotic Index were calculated (Verneaux e Tuffery, 1967) regarding each of the 15 stations established along the stream.

Practically the whole main course of the stream, starting from S. Pietro village (Masone) up to confluence with Orba river (Ovada) was found compromised more or less seriously.

The worst section was found the one included between the area of Masone and Campo Ligure.

BIBLIOGRAFIA

- GAINO E. e SPANÒ S., 1975 - Segnalazione di *Ephemerella (Torleya) major* Klapalek in Italia (*Ephemeroptera*). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **43**, 63-67.
- GHETTI P.F., ANTONIETTI R., ARTUSI G.C., CURTI G.M. e DE MARCHI A., 1973 - Definizione della qualità delle acque correnti della Val Parma mediante l'analisi comparata di alcuni parametri chimici e biologici. *Atti III Simp. Naz. Conservaz. Natura*, Bari, **2**, 263-289.
- GHETTI P.F., 1974 - L'acqua nell'ambiente umano della Val Parma. *Studium Parmense*, Parma.
- MINISTERO L.L.P.P., Servizio Idrografico (Genova), 1968-69-70-71 - Annali idrologici. Poligrafico Stato, Roma.
- NISBET M. e VERNEAUX J., 1970 - Composantes chimiques des eaux courantes. *Annls. Limnol.*, Paris, **6**, 161-190.
- ODUM E.P., 1973 - Principi di ecologia. Piccin, Padova.
- REGIONE LIGURIA, 1975 - Indagine sulla distribuzione delle possibili fonti di inquinamento industriale e urbano in Liguria. Vol. II. Provincia di Genova.
- REGIONE LIGURIA, 1976 - PO22. Piano orientativo degli impianti antinquinamento da rifiuti urbani L.R. 31-7-1974 n. 22. Vol. I.
- TUFFERY G., 1976 - Incidences écologiques de la pollution des eaux courantes. Révélateurs biologiques de la pollution. In PESSON P. « La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques », Gauthier-Villars, Paris.
- VERNEAUX J. e TUFFERY G., 1967 - Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices Biotiques. *Annls. Sc. Univ. Besançon*, **3**, 79-90.
- VERNEAUX J., 1976 - Application de la méthode des Indices Biotiques à l'échelle d'un réseau hydrographique: cartographie de la qualité biologique des eaux. In PESSON P. « La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques », Gauthier-Villars, Paris.
- VIVIER P., 1970 - Influence de la pollution organique sur la faune aquatique des eaux courantes. *Bull. Franç. Piscicult.*, Paris, **42** (236), 89-104.
- SPANÒ S., CARRARA G. e SALAMANO M., 1974 - Il torrente Orba: contributo alla conoscenza della qualità delle sue acque in base ad alcuni parametri chimico-fisici e biologici. Quaderni « Italia Nostra » (Novi-Ovada), **2**, 1-19.