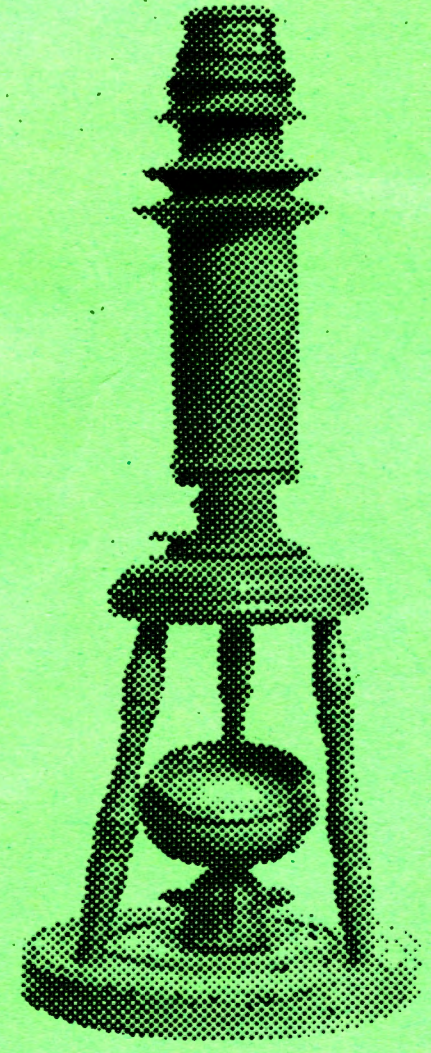
Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale

biologia ambientale

3
luglio
1989

BOLLETTINO **C.I.S.B.A.** *anno III n. 10*



SOMMARIO

EDITORIALE 3

IMPATTO AMBIENTALE 5
Uso del suolo e qualità delle acque correnti: i corsi d' acqua della costa centrale toscana
di E. Olivieri

ATTUALITA' 21
Ring-test sull' analisi microscopica del fango attivo
di P. Madoni

L' INTERVISTA 26
Aspetti biologici dell' inquinamento atmosferico
Intervista al dr. Schenone, a cura di R. Azzoni

ABSTRACTS 35

SEGNALAZIONI 47

NOTIZIE 49

PAGINE APERTE 52

APPUNTAMENTI 53

biologia ambientale

Bollettino C.I.S.B.A. n. 3/1989

direttore responsabile
Paolo Carta

REDAZIONE

Rossella Azzoni responsabile di redazione
Giuseppe Sansoni responsabile grafico
Roberto Spaggiari responsabile di segreteria

Hanno collaborato a questo numero:

Rossella Azzoni
Gilberto N. Baldaccini
Bruno Borghini
Patrizia Casarini
Maurizio Cocchi
Mirka Galli
Paolo Madoni
Paola Manzini
Enrico Olivieri
Giuseppe Sansoni
Giancarlo Sbrilli
Franca Strumia

Numero chiuso in redazione il 5/7/1989

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

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

Per iscriversi al **C.I.S.B.A.** o per informazioni scrivere al *Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale, cas. post. Succursale 1, 42100 Reggio Emilia*
o telefonare al Segretario: *Roberto Spaggiari: 0522-42941.*

Quote annuali di iscrizione al Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: socio ordinario: £ 50.000; socio collaboratore £ 30.000; socio sostenitore £ 200.000.

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

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

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

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

Stampa ROTOPACK via Degola 7/A, REGGIO EMILIA

EDITORIALE

Con questo numero compiamo il giro di boa del primo semestre 1989: iniziamo con soddisfazione a raccogliere le prime manifestazioni di apprezzamento del nostro bollettino.

Oggi affrontiamo due temi di grande attualità: quello del rapporto fra l'agricoltura e le acque superficiali e quello del rapporto fra inquinanti atmosferici e vegetazione.

L'articolo di Enrico Olivieri pone l'accento sul manifestarsi di nuove forme di patologia ambientale: quando le fonti ad alto contenuto inquinante vengono eliminate emergono nuovi agenti di danno i cui effetti erano fino ad allora mimetizzati dalle forme di degrado più accentuate.

Ecco quindi che nella realtà livornese i due fattori che influiscono maggiormente sulla qualità biologica e chimica delle acque correnti divengono l' uso del suolo e le canalizzazioni; l' articolo propone le contromisure per ridurre l' impatto di entrambe e suggerisce un aspetto da non sottovalutare: le Amministrazioni dovranno tenere conto dei diversi costi di manutenzione di un fiume verde e di un fiume canalizzato.

Giorgio Schenone, nell' intervista sugli aspetti biologici dell'inquinamento atmosferico, pone all' attenzione dei soci C.I.S.B.A. un problema ambientale di vastità allarmante.

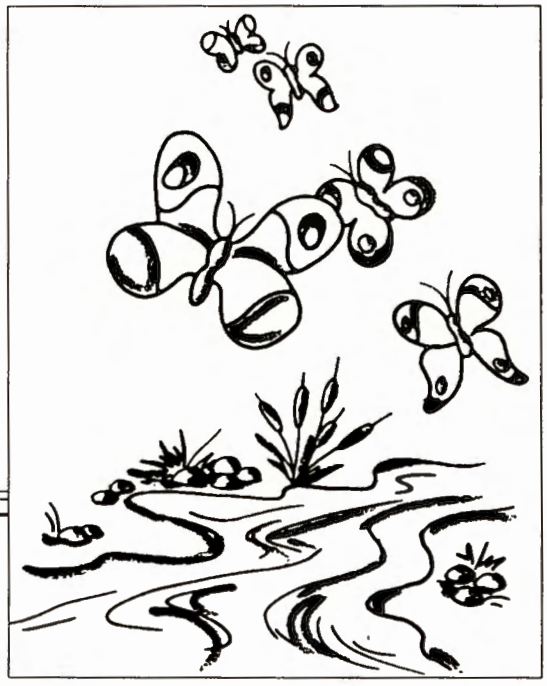
Riscopriamo che le deposizioni acide agiscono a distanza, e non solo sul patrimonio boschivo, ma anche sulla produzione agraria. Scopriamo che l' ozono antropogenico crea i danni maggiori nelle aree rurali e che piante indicatrici possono essere utilizzate per monitorare la presenza di questo inquinante. Prendiamo coscienza del realizzarsi di una serie di attività e ricerche i cui risultati riguardano anche la nostra regione. Scopriamo, soprattutto, che potremo contare su un interlocutore qualificato quando vorremo affrontare il problema del biomonitoraggio della qualità dell' aria.

Il terzo scritto che merita particolare attenzione è quello che riguarda il ring-test sulla microfauna degli impianti di depurazione: Paolo Madoni, nel fare il punto della situazione, riconferma l' utilità didattica dei corsi di formazione C.I.S.B.A.

Ricche di spunti di riflessione le rubriche Segnalazioni, Abstracts e Pagine Aperte: soprattutto quest' ultima merita un crescente sviluppo perchè concepita come mezzo rapido di comunicazione tra i Soci, a cui auguriamo

BUONE VACANZE

IMPATTO AMBIENTALE



USO DEL SUOLO E QUALITA' DELLE ACQUE CORRENTI: i corsi d' acqua della costa centrale toscana

di Enrico Olivieri

I fiumi ed i torrenti sono considerati, per tradizione e cultura ingegneristica, dei trasportatori d' acqua o, nella migliore delle ipotesi, delle riserve di materiale litoide. In realtà i corsi d' acqua sono degli ecosistemi, anzi sono una successione continua, nel senso della corrente, di ecosistemi diversi che collegano ambienti lontani spazialmente tra loro: la montagna e la collina con il fondovalle, il bosco con l' estuario, i laghi con il mare. Mantenere in "buona salute" i corsi d' acqua è dunque molto importante perchè essi rappresentano l' interfaccia tra gli ecosistemi acquatici e gli ecosistemi terrestri, tra il ciclo dell' acqua ed il territorio.

L' utilità degli ecosistemi lotici è anche rilevata dal fatto che:

- forniscono proteine pregiate di origine ittica;
- mantengono la diversità biologica e genetica per le future generazioni;
- sono ambienti pregiati per il tempo libero e il turismo (canoa, pesca, ecc.);
- assorbono, proporzionalmente alle proprie capacità assimilative, una certa quantità di effluenti di origine domestica e industriale;
- sono trasportatori di nutrienti, di elementi essenziali e di energia dal sistema terrestre agli ambienti acquatici dei laghi e del mare.

Quest' ultima funzione è da considerare la più importante dell' ecosistema fluviale. Purtroppo quando si decide la costruzione di una

diga o la canalizzazione di un corso d' acqua non si tiene mai sufficientemente conto di questo aspetto essenziale delle acque correnti.

Il taglio della vegetazione, l' utilizzo del legno come combustibile, l' agricoltura intensiva, le escavazioni in alveo per estrarre materiali litoidi e la costruzione di dighe per la produzione di energia idroelettrica o per accumulare l' acqua in bacini artificiali, sono attività largamente praticate in tutti i corsi d' acqua del mondo. L' abbondanza o la scarsità d' acqua è probabilmente la variabile più importante dello sviluppo sociale, economico e produttivo di un dato territorio. La variazione di questa risorsa è soprattutto importante nei corsi d' acqua mediterranei, dove le fluttuazioni della portata, tra il regime di piena e quello di magra, sono molto alte, dell' ordine di centinaia di volte. Ad esempio, la fig. 1 mostra che le variazioni della portata del fiume Cecina sono molto ampie: la portata minima più probabile è di appena 0,32 m^3/s mentre la portata massima più probabile è di 64 m^3/s, con un' escursione di 196 volte. Fluttuazioni della portata di tale entità rendono estremamente critiche le condizioni di qualità di questi corsi d' acqua.

La qualità delle acque superficiali è inoltre, come mostra la tab. 1, il risultato del "sinergismo" di molti fattori: dall' inquinamento puntiforme e diffuso all' uso del suolo, dalla presenza e abbondanza della vegetazione riparia all' alterazione dell' alveo fluviale ed, infine, alla variazione della portata dovuta ad emungimenti e diversioni. Altri fattori naturali, quali la litologia e la geomorfologia, la climatologia e la metereologia del territorio, contribuiscono a rendere "unico" ogni bacino idrografico.

Nel presente lavoro verranno presi in esame soprattutto l' uso del suolo e l' impatto delle varie attività sulla qualità biologica e chimica delle acque correnti dei principali bacini idrografici della provincia di Livorno. Particolare attenzione verrà posta all' importanza della

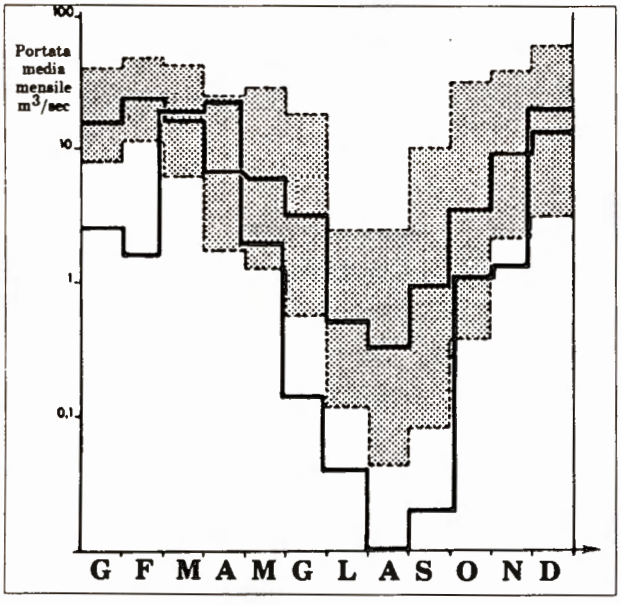


Fig. 1 -Bacino imbrifero fiume Cecina: portate medie mensili, m^3/sec.

Curva A: media mensile più probabile.
Curva B: media mensile anno 1958, considerato di particolare magra.
L' area compresa nella zona grigia rappresenta la media mensile che può essere prevista nell' 80% degli anni (da Olivieri, 1981).

Tab. 1 - Fattori che influenzano la qualità biologica delle acque correnti

A - Inquinamento puntiforme	1) Urbano 2) Industriale
B - Inquinamento diffuso	1) Fertilizzanti ($P\text{-}PO_4$; $N\text{-}NO_3$; K) 2) Pesticidi, anticrittogamici, diserbanti
C - Uso del suolo	- Seminativo, boschivo, pascolo, vigneti e oliveti, ecc.
D - Presenza di vegetazione riparia	- Pioppi, ontani, salici, fragmiteto
E - Alterazione dell' alveo fluviale	1) Dighe, traverse e briglie 2) Rettifiche e risagomature 3) Allargamento e dragaggio 4) Stabilizzazione delle banchine 5) Escavazione di materiali litoidi
F - Portata	- Diminuzione della portata (diversione)

vegetazione riparia come "zona filtro" tra il bacino idrografico e il corso d' acqua. Si accennerà anche ad alcune tecniche bioingegneristiche utilizzabili per migliorare e diversificare gli habitat delle acque correnti che hanno subito processi di canalizzazione.

USO DEL SUOLO DEI BACINI IDROGRAFICI DELLA PROVINCIA DI LIVORNO

Un lungo lavoro di planimetrazione delle carte regionali 1:25000 dell' uso del territorio, ha permesso di riportare in modo semplificato nella tab. 2 le caratteristiche dell' uso del suolo e la permeabilità dei principali bacini e sottobacini della provincia di Livorno.

Dalla tabella si può notare la notevole diversificazione dell' uso del suolo dei vari bacini idrografici. Infatti mentre il t. Chioma, il Rio Ardenza, il t. Ugione e il f. Cornia conservano una superficie boschiva molto ampia -compresa tra il 60 e il 70%- ed una superficie destinata a seminativo relativamente bassa -compresa tra il 18,8 ed il 30%- il f. Fine ed il f. Tora (ed i suoi principali affluenti: t. Morra, t. Nugola e t. Tanna) presentano una situazione opposta: la superficie boschiva scende a valori molto bassi -compresi tra il 22,9 e il 33,5%- mentre la superficie destinata a seminativo sale al 58,2-68,8%.

I bacini idrografici del f. Cecina e del t. Redigaffi hanno una situazione intermedia rispetto agli altri corsi d' acqua. In particolare il bacino del f. Cecina, il più importante corso d' acqua della provincia, è destinato a boschivo

Tab 2 - Uso del suolo dei principali bacini idrografici della provincia di Livorno

BACINI IDROGRAFICI	Fiume Cecina	Fiume Fine	Fiume Cornia	Torr. Ugione	Torr. Tora	Torr. Morra	Torr. Nugola	Torr. Tanna	Rio. Ardenza	Torr. Redigaffi	Torr. Chioma
Limiti altitudinali (m):	1051-0	675-0	852-0	451-0	498-0,5	461-26	407-22	263-10,3	461-0	480-50	373-0
Superficie (ha):	90.844	17.085	35.600	3.388	8.852	1.620	678	1.768	2.032	1.560	1823
USO DEL TERRITORIO %											
▪ **Boschi e foreste**:	54,7	24,1	68,5	64,2	22,9	26,3	30	33,5	60,3	49,5	69,15
▪ **Terreni agricoli lavorati**:											
a) Seminativo semplice asciutto e irriguo	38,3	68,8	19,8	29,5	67,3	58,2	62,5	59,5	30	29	18,8
b) Vigneti e oliveti	2,1	4,4	5,7	1,2	6,8	10	5,2	5,5	4,8	4,5	1,8
▪ **Pascoli**	3,2	1,3	6,0	0,7	2,1	4,8	2,3	1,5	3,7	17	8,7
▪ **Altri**	1,7	1,4	-	4,4	0,9	0,7	-	-	1,2	-	2,25
PERMEABILITA' DEI SUOLI (SUPERFICIE %)											
Permeabile	20,5	7,5	4,7	1,23		19	24,2	26,4	9,9	-	3,8
Mediamente permeabile	-	-	-	12,5		14,4	12,8	26,4	13,4	25	8,2
Scarsamente permeabile	25,2	15	37,6	31,7		44	11,5	5	16,4	25	2,6
Impermeabile	54,3	77,5	57,6	43,4		22	51,2	42	60	50	85
Densità popolaz. ab/km^2	58	56	68	300*	79	63	34	49	480*	4	15

(*) Stime

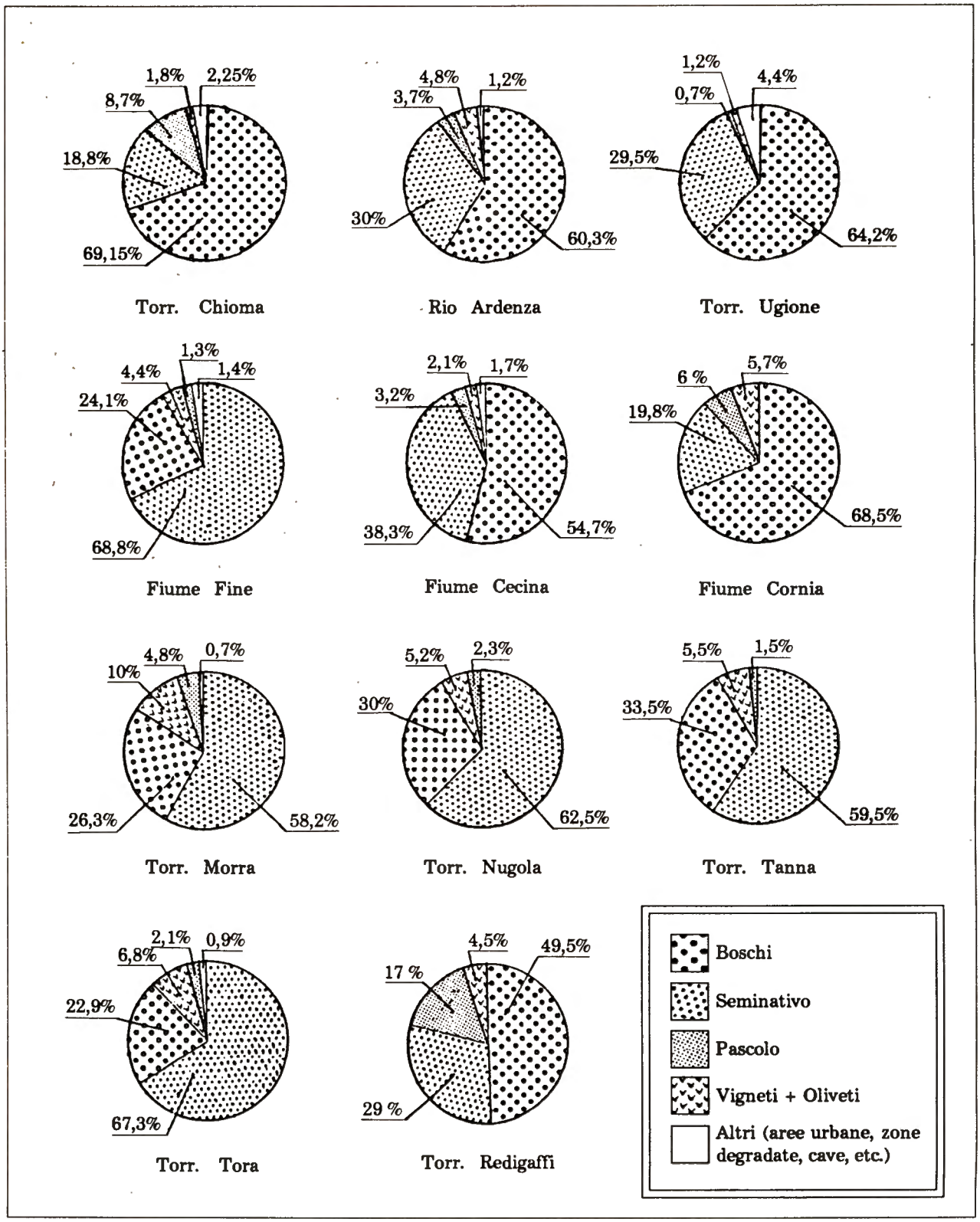


Fig. 2 - Uso del suolo dei principali bacini idrografici della provincia di Livorno.

per il 54,7% e a seminativo per il 38,3% mentre il t. Redigaffi (un piccolo affluente di destra del f. Cornia) ha il 49,5% di boschivo e il 29% di seminativo. Da notare che il t. Redigaffi, proporzionalmente al bacino idrografico, ha la più alta superficie destinata a pascolo: il 17%. La fig. 2 visualizza in modo immediato il diverso uso del suolo dei vari bacini idrografici.

AGRICOLTURA E QUALITA' DELLE ACQUE CORRENTI

L' uso del suolo a fini agricoli esercita un impatto sulla qualità delle acque correnti. Considerando i carichi di azoto applicati ai terreni agricoli, si rilevano situazioni molto diversificate. Dalla tab. 3 si può osservare che mentre i carichi annui per unità di superficie coltivata sono sostanzialmente costanti (ad es. 104,4 nel t. Chioma e 104,6 nel f. Tora) i corrispondenti carichi, espressi per unità di superficie del bacino idrografico, diventano rispettivamente di 21,53 e 77,5 kg/ha·anno. Il f. Tora riceve quindi un carico di azoto di circa 3,6 volte superiore a quello del t. Chioma. Questo tipo di indagine permette di classificare i bacini idrografici della provincia in:

-bacini a basso carico:

t. Chioma	21,53	kg/ha·anno
f. Cornia	28,00	"
t. Ugione	31,24	"

-bacini a medio carico:

t. Redigaffi	35,70	"
Rio Ardenza	37,25	"
f. Cecina	41,43	"

-bacini ad alto carico:

t. Tanna	67,70	"
t. Nugola	70,50	"
t. Morra	73,50	"
f. Fine	75,50	"
f. Tora	77,50	"

Si può facilmente comprendere, però, che i carichi applicati al suolo non corrispondono necessariamente ai carichi che giungono alle acque, in quanto questi sono condizionati da

Tab. 3 - Carichi di azoto applicati ai bacini idrografici della costa toscana

BACINI IDROGRAFICI	(1) Superficie seminativa (ha)	(2) Percentuale del bacino idrografico	(3) Carico di N kg/anno	(4) Superficie Oliveti-Vigneti (ha)	(5) Percentuale del bacino idrografico	(6) Carico di N kg/anno	(7) Carico tot. di N (3)+(6) kg/anno	(8) Carico di N per unità di superficie Kg/ha·anno	(9) Superficie totale del bacino	(10) Carico di N per unità di bac. idrogr. Kg/ha·anno
T. Ugione	1.000	29,5	100.000	39	1,15	5.850	105.850	101,9	3.388	31,24
T. Morra	948	58,1	94.800	163,4	10	24.510	119.310	107,3	1.630	73,2
T. Nugola	425	62,5	42.500	35,4	5,2	5.310	47.810	103,8	678	70,5
T. Tanna	1.048	59,3	104.800	100	5,6	15.000	119.800	104,4	1.768	67,7
T. Tora	5.958	67,3	595.800	602	6,8	90.300	686.100	104,6	8.852	77,5
Rio Ardenza	611	30	61.100	97,3	4,8	14.595	75.695	106,9	2.032	37,25
T. Chioma	343	18,8	34.300	33	1,8	4.950	39.250	104,4	1.823	21,53
F. Fine	11.769	68,9	1.176.900	750	4,4	112.500	1.289.400	103	17.085	75,5
F. Cecina	34.792	38,3	3.479.200	1.895	2,08	284.250	3.763.450	102,6	90.844	41,43
F. Cornia	7.049	19,8	704.900	1922	5,4	288.300	993.200	110,7	35.600	28
Fosso Redigaffi	452	29	45.200	70,2	4,5	10.530	55.730	106,7	1.560	35,7

altri fattori, tra i quali la profondità della fascia degli alberi che costituisce la zona "filtro" riparia.

La portata dei corsi d' acqua, oltre che dalle precipitazioni, dipende anche dalla permeabilità del terreno: su tale base si rileva che, ad eccezione dei sottobacini Tanna e Nugola -che hanno rispettivamente il 52,8 e 37% della superficie permeabile (calcolata come somma dei terreni permeabili e mediamente permeabili, vedi tab. 2)- tutti gli altri bacini hanno una scarsa permeabilità. Ciò comporta che in regime di magra i carichi azotati dilavati dai terreni nelle acque correnti non vengono sufficientemente diluiti. Le alte concentrazioni di azoto riscontrate nel periodo estivo determinano pertanto abnormi crescite algali nella maggior parte dei nostri fiumi. I problemi di crescita algale che vengono registrati nelle acque marine sono certamente da ricercare nell' eccessivo input di nutrienti azotati e fosforati veicolati dai corsi d' acqua superficiali verso il mare. In realtà alcuni di questi corsi d'acqua -t. Redigaffi, t. Ugione, t. Chioma e f. Cornia- conservano per gran parte del loro percorso condizioni oligo-mesotrofiche. Questa constatazione è giustificabile non solo dalle limitate quantità di azoto ricevute dai terreni, ma anche per la presenza di zone filtro riparie sufficientemente spesse da assorbire tutti o in parte i composti azotati caricati sul bacino idrografico.

LE ZONE "FILTRO" RIPARIE

Petersen et al. (1987) in una loro interessante pubblicazione affermano che "...in questo tipo di indagini ragioni economiche, politiche e culturali rendono molto difficile gestire l'intero bacino idrografico ed è pertanto più pratico partire dalle zone riparie...". Nella gestione della qualità delle acque correnti sembra importante seguire la massima "Pensa in grande, ma inizia dal piccolo". Per questo sembra un ottimo punto di partenza analizzare le capacità di controllo delle zone riparie.

Le zone riparie sono quelle porzioni di terreno che sono in contatto con le acque correnti. In sostanza sono le aree di interfaccia tra il terreno e l' acqua, dalle quali traggono beneficio, date le condizioni di alta umidità, sia gli organismi acquatici che quelli terrestri.

Le zone riparie offrono anche altri vantaggi all' ecosistema delle acque correnti: l' ombreggiatura, ad esempio, mantiene più bassa la temperatura e, riducendo l' irraggiamento solare, controlla un' eccessiva crescita delle piante acquatiche. Dawson et al. (1979) hanno dimostrato che c' è una relazione lineare, in ambienti eutrofici, tra la luce disponibile sulla superficie del corso d' acqua e la biomassa delle idrofite. Nel t. Tora, dove crescono abbondantissime le idrofite *Ranunculus* sp., *Potamogeton* sp. e l' alga filamentosa *Cladophora* sp., il controllo dell' illuminazione potrebbe essere un efficace mezzo di gestione delle condizioni di eutrofia di questo corso d' acqua.

La perdita delle zone riparie porta ad un aumento di input di nutrienti nelle acque. La maggior parte dei nutrienti e di tutti gli inquinanti di origine diffusa, compresi gli anticrittogamici e i diserbanti, entrano nelle acque correnti come eventi improvvisi (sudden events) durante la prima pioggia intensa. La quantità di azoto e di fosforo trasportata durante questi brevi eventi varia dal 100% al 200% rispetto alla quantità trasportata durante il resto dell'anno.

Le zone riparie hanno anche un importante risvolto economico. Infatti l' aspetto economico di queste aree può essere facilmente compreso dal fatto che la riduzione dei nitrati e dei fosfati è quantizzabile basandoci sui costi di depurazione. Petersen et al. (1987) valutano che la rimozione di un kg di nutrienti (N+P) in un impianto di depurazione costa circa 25 USD. Dal momento che le zone filtro riparie hanno la capacità di trattenere 89 kg di N/ha · anno se costituite da pioppi (*Populus* sp.) e di 52 kg di N e di 4 kg/ha · anno di P se costituite da foreste umide, allora le zone riparie rimuovono nutri-

enti ad una velocità che è quantizzabile, dal punto di vista economico, tra 1350 e 2195 USD per ettaro all' anno. In sostanza il valore economico delle capacità ritentive di un ettaro di zone riparie è comparabile a quello della costruzione di un impianto di depurazione di 10.000 abitanti equivalenti. Credo che gli enti pubblici, ad iniziare dai comuni e dalle provincie, dovrebbero dare degli incentivi ai coltivatori per allargare lo spessore delle zone vegetazionali riparie.

C' è, infine, un altro importante aspetto che ha valenza sia economica che ecologica. Infatti, se consideriamo che la vegetazione riparia è costituita da piante ad alta velocità di crescita, come i pioppi (*Populus* sp.), i salici (*Salix* sp.) e gli ontani (*Alnus* sp.) che possono essere tagliate a rotazione ogni tre anni e utilizzate come fonte energetica alternativa, si comprende come sia possibile recuperare energia pulita di origine solare. Nella gestione dei bacini idrografici l' aspetto più importante è proprio la valutazione dello spessore delle fasce riparie. Purtroppo poco è stato fatto per salvare le zone riparie dei nostri fiumi.

Lawrence et al. (1984) hanno dimostrato che le zone riparie sono degli ottimi tamponi che, catturando fertilizzanti azotati e fosforati, riducono l' inquinamento delle acque e possono divenire fonte di reddito se vengono coltivate con piante ad alta velocità di crescita, come i pioppi.

Nelle nostre zone, la capacità di cattura dei nutrienti da parte delle essenze autoctone deve essere quantificata. La vegetazione riparia è anche molto importante perchè aumenta l' input di materiale organico di origine alloctona verso l' ecosistema delle acque correnti e perchè con gli apparati radicali fornisce una maggiore stabilità alle aree riparie. Le zone riparie sono pertanto delle aree molto importanti per mantenere in "buona salute" la struttura fisica e biologica di un corso d' acqua.

Seibert (1968) ha evidenziato che nei tratti potamali esistono quattro distinte zone vegetazionali che hanno un effetto stabilizzante sui terreni ripari. La prima zona è quella delle piante acquatiche che riducono la velocità della corrente e, quindi, il potere erosivo sulle aree laterali. La seconda zona, nota come zona del fragmiteto (costituita prevalentemente dalle specie *Phragmites australis* e *Arundo donax*) protegge le sponde dall' azione erosiva delle onde provocate dai mezzi nautici (Bonham, 1980). La terza zona comprende la fascia degli alberi a legno tenero (pioppi, ontani, salici) e svolge con gli estesi apparati radicali un' importante azione di stabilizzazione delle banchine. La quarta zona, chiamata da Seibert "zona degli alberi a legno duro", ha un minore significato per la stabilizzazione delle ripe poichè è abbastanza lontana dal canale fluviale. Essa, comunque, contribuisce a dare spessore alla zona filtro per l' assorbimento dei fertilizzanti agricoli prima che questi raggiungano il corso d' acqua.

LA CANALIZZAZIONE DEI CORSI D' ACQUA

Il termine canalizzazione, mutuato dalla letteratura ingegneristica nordamericana, può essere definito come la modificazione del canale fluviale con lo scopo di controllare le esondazioni, aumentare il drenaggio dei terreni, favorire la navigazione o prevenire fenomeni di erosione (Keller, 1976).

A seconda del tipo di operazioni che vengono effettuate nel canale fluviale, le canalizzazioni possono essere suddivise in:

a) Risagomature: si aumenta la larghezza e/o la profondità dell' alveo in modo da contenere l' acqua che preventivamente esondava nella pianura alluvionale;
b) Rettifiche: comportano, col taglio dei meandri, un accorciamento del canale fluviale e un aumento di pendenza e di velocità della corrente;
c) Diversioni: sono effettuate a monte dei tratti urbani, dove normalmente si ha un restringimento della sezione trasversale del

corso d' acqua e quindi una più alta probabilità di esondazione;

d) Arginature: sono finalizzate ad aumentare artificialmente la sezione, verso l' alto, per cui le piene vengono contenute nel canale artificiale;

e) Protezione delle banchine (o difese spondali): consistono in opere longitudinali radenti (gabbionate, scogliere o strutture di cemento) finalizzate a controllare l' erosione delle sponde.

Altri metodi di canalizzazione, quali il rivestimento e la copertura del canale fluviale sono estensivamente usati soprattutto nei piccoli corsi d' acqua.

Nei corsi d' acqua della nostra provincia sono utilizzate soprattutto le pratiche di arginatura e di protezione delle banchine riparie. Obbedendo a questa cultura tipicamente ingegneristica, le nostre acque correnti sono state considerate solamente condotte d' acqua e non veri ecosistemi. Questa cultura ha portato al taglio dei meandri, alla scomparsa delle zone lentiche e della flora riparia, in una parola ha portato ad una semplificazione degli habitat biologici ed ha ridotto notevolmente il numero di specie animali e vegetali presenti nei corsi d'acqua. La storia di moltissimi corsi d' acqua italiani, grandi e piccoli, è una storia di semplificazione, di banalizzazione ambientale. Gli anni futuri dovranno vedere il prevalere di una nuova cultura e di una pratica del ripristino ecologico.

La stabilità di un territorio dipende infatti dalla complessità delle interrelazioni tra le entità floro-faunistiche: quanto più diversificato è un ambiente, tanto più alte saranno queste interrelazioni e tanto più stabile sarà l'ambiente.

La tab. 4 mostra che nella maggior parte dei corsi d' acqua della costa centrale toscana non solo sono presenti lunghi tratti canalizzati, ma in essi sono assenti o scarsamente rilevanti sia la fascia arborea riparia che il fragmiteto. Nel

Tab. 4 - Corsi d' acqua della costa centrale toscana: lunghezza dei tratti canalizzati e delle fasce di vegetazione riparia

BACINO	LUNGHEZZA km	CANALIZZATI km (%)	VEGETAZIONE ARBOREA RIPARIA	FRAGMITETO
T. Ugione	13	5,0 (38,5%)	Assente nei tratti canalizzati	Assente nei tratti canalizzati
Rio Ardenza	8	0,7 (8,7%)	Assente nei tratti canalizzati	Presente
T. Tanna	8	3,5 (43,7%)	Assente nei tratti canalizzati	Assente
T. Nugola	6,2	1,5 (24,0%)	Assente nei tratti canalizzati	Parzialmente presente
T. Tora	35,5	19,0 (54,0%)	Assente nei tratti canalizzati	Scarsamente presente
F. Fine	29,5	-	16,5 km riva dx(Fascia troppo 16,5 km riva sx sottile)	Presente
F. Cecina	82	-	5,3 km riva dx 6,6 km riva sx	Presente
F. Cornia	42,5	10,0 (20,0%)	5,3 km riva dx 6,6 km riva sx	Assente
TOTALE	224,7	39,7 (17,7%)		

tratto potamale di alcuni dei nostri corsi d'acqua -f. Tora, t. Tanna, t. Nugola, t. Ugione- nei quali il processo di canalizzazione è particolarmente spinto, si potrebbe procedere nuovamente alla ricostruzione dei meandri e alla ricostituzione della vegetazione tipica delle zone riparie.

In una interessante pubblicazione di A. Brookes (1984) dal titolo "Recommendations bearing on the sinuosity of Danish stream channels" vengono illustrati alcuni esempi di tecniche "soft" alternative alle canalizzazioni: queste tecniche sono riassunte nella tab. 5. La tecnica della ricostruzione delle pozze e dei raschi potrebbe essere facilmente applicata alla maggior parte dei nostri corsi d' acqua canalizzati. Questa tecnica favorirebbe sia una maggiore stabilità del canale fluviale che una maggiore produttività biologica dei corsi d'acqua.

A partire dalla seconda metà del secolo scorso, fino a tutti gli anni sessanta, i tratti potamali meandrificati dei nostri corsi d' acqua sono stati canalizzati e dotati di argini artificiali per contenere le piene. Durante il periodo estivo la vegetazione riparia ed il fragmiteto che crescono sugli argini vengono costantemente tagliati. Se è comprensibile il taglio degli alberi cresciuti in pieno alveo fluviale (che potrebbero portare a delle esondazioni) non è ecologicamente corretto il taglio della vegetazione che cresce sull' argine poichè questa fornisce l' ombreggiatura necessaria per limitare la crescita delle macrofite e delle alghe filamentose, rappresenta l' habitat di rifugio per molte specie faunistiche e, infine, dà stabilità agli ambienti ripari.

La tecnica dell' "aggradation", consistente nel restauro della sinuosità dei tratti canalizzati, è già stata sperimentata in corsi d' acqua di varie parti del mondo. Nella fig. 3 è illustrato il processo di aggradation del fiume Boest back, consistente nel favorire artificialmente il deposito di sabbia e substrato fine allargando alternativamente, sulla sponda sinistra e su quella destra, il canale fluviale in modo da favorire zone di deposito e di erosione. In sostanza si tratta di favorire artificialmente

Tab. 5 - Esempi di alternative alla canalizzazione (da Brookes et Al., 1983)

ESEMPIO	AREE DI APPLICAZIONE
Rapide e pozze	
Costruzione di pozze e rapide in modo da dare stabilità alla morfologia dell' alveo. Con questa operazione si migliora la produttività biologica e l' aspetto estetico del corso d' acqua.	Nord America
Aree di riposo	
Inserimento di tratti naturali nei canali fluviali cementificati. In questo modo si conserva sufficiente habitat per la migrazione dell' ittiofauna.	Hawaii
Restauro del corso d' acqua	
Minimizzazione dei processi di rettifica del tracciato: mantenimento degli alberi per dare stabilità alle aree ripariali; minimizzazione dei processi di risagomatura dell' alveo; mantenimento della morfologia naturale.	Briar Creek North Carolina (impiegato sin dal 1975)

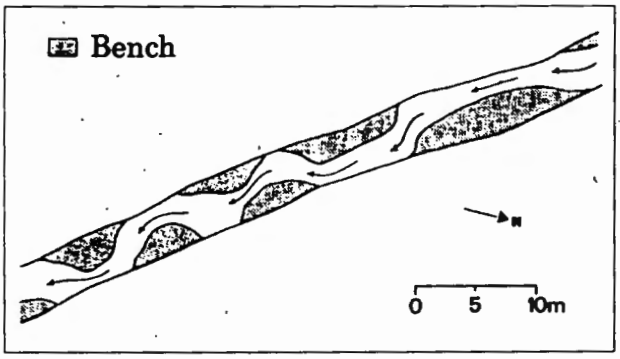


Fig. 3 - Fiume Boest back.
Aumento della sinuosità del canale fluviale ottenuta con il processo di aggradation.

sinuosità di piccolo raggio che portano ad una diversificazione di microhabitat e favoriscono l' impianto di numerose specie animali e vegetali, dando maggiore stabilità a tutto l' ecosistema fluviale.

Dispositivi "instream" possono aumentare la variabilità degli habitat: variando la portata, la morfologia o il substrato e favorendo la parziale copertura vegetazionale del canale fluviale. Swales e O'Hara (1980) hanno classificato queste strutture in tre tipi principali a seconda del beneficio apportato: strutture che favoriscono accelerazioni o rallentamenti localizzati della corrente (deflettori e briglie), dispositivi che forniscono aree coperte (ripari per l' ittiofauna) e, infine, strutture che contribuiscono alla formazione di aree di deposizione delle uova. La tab. 6 riassume brevemente dove sono state applicate queste tecniche e gli effetti positivi che queste hanno portato al miglioramento biologico dei corsi d' acqua.

Dalla tab. 4 si rileva che dei 224,7 km di corsi d' acqua presi in esame in questo studio, circa il 18% (con punte del 54% sul f. Tora) sono stati canalizzati e che nella maggior parte di questi tratti la vegetazione arborea riparia ed il fragmiteto sono assenti o scarsamente presenti.

Tab. 6 -Esempi di strutture per migliorare l' habitat dei corsi d' acqua (da Brookes,1985)

TIPO	METODO	AREA DI APPLICAZIONE	EFFETTO
Deflettori di corrente	Deviazione del flusso della corrente	Lawrence Creek Wisconsin	L' aumento della biomassa e della dimensione delle trote raggiunge il suo massimo dopo 5 anni dall'installazione
Piccole briglie	Formazione di un piccolo bacino a monte delle briglie e aumento della potenza erosiva a valle	California	Dopo 4 anni di introduzione le trote crescono rapidamente e trovano l' habitat per riprodursi
Rifugi coperti sotto sponda	Rami frondosi immersi (ancorati a riva)	Wisconsin (in diversi corsi d'acqua)	Aree di riparo per i pesci
Miglioramento del substrato	Ghiaie e sassi posizionati dove si possono prevedere piccole rapide	Scozia e U.K.	Miglioramento dell' habitat per la fauna ittica
Miglioramento del substrato	Aggiunta di pezzame calcareo e di ghiaie	Fiume Ock (U.K.)	Il substrato ricostituito favorisce un' alta densità di invertebrati a differenza del substrato argilloso creato dalla canalizzazione

Particolarmente grave appare la situazione dei tratti potamali del t. Ugione, del t. Tanna e soprattutto del f. Tora. In questi corsi d' acqua è possibile applicare alcune delle tecniche esposte precedentemente in modo da migliorare le condizioni fisiche delle aree ripariè e del canale fluviale. In sostanza in questi bacini idrografici, senza intaccare le attività economiche e produttive presenti nel bacino, è possibile condurre operazioni pilota di vera e propria ecologia del ripristino.

IL MAPPAGGIO BIOLOGICO

Al fine di controllare l' impatto biologico delle canalizzazioni, dell' attività agricola intensiva e degli inquinamenti puntiformi si è proceduto al mappaggio biologico dei corsi d'acqua. I risultati sono riportati nella fig. 4 e nella tab. 7.

Scendendo nei dettagli, si può osservare che dal 1981 al 1986 la qualità biologica del f. Cecina ha subito una evoluzione positiva dopo la completa eliminazione, dal 1982 in poi, dei reflui di boro riversati nel t. Possera dall'ENEL e dalla Società Chimica Larderello. Infatti se osserviamo l' istogramma della fig. 5 delle concentrazioni medie di boro dal 1974 al 1987, si rileva una drastica riduzione di questo elemento dal 1982 in poi. A questa riduzione è corrisposto un aumento della 1ª classe di qualità dal 39% al 62% della lunghezza totale, mentre la 3ª classe di qualità (acqua inquinata) scende parallelamente dal 21,6% al 16;1% della lunghezza. Infine il tratto finale, che era tutto in 4ª classe, migliora di un livello di qualità. Nel 1986 la qualità di questo corso d' acqua ha subito un leggero peggioramento a causa delle escavazioni in alveo ancora operanti nella

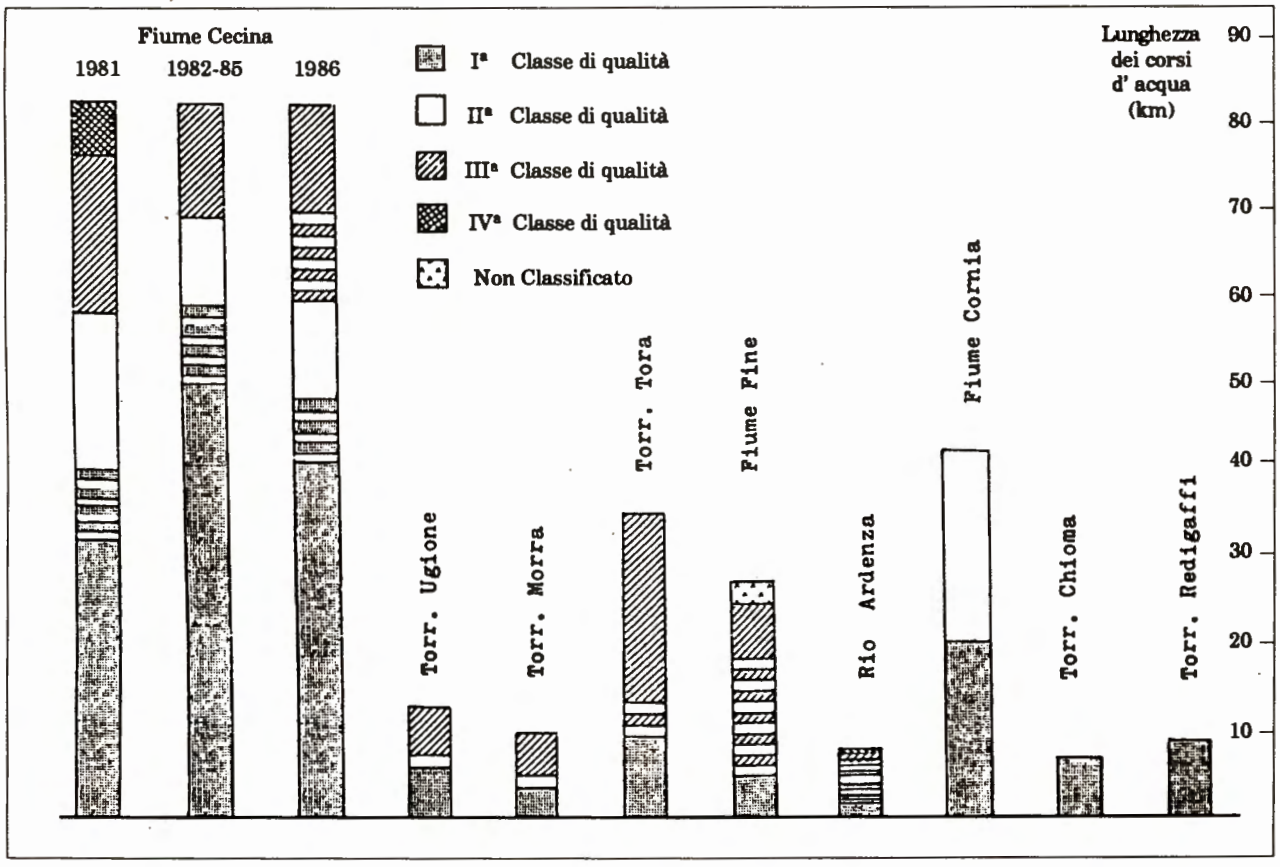


Fig. 4 - Classi di qualità delle acque correnti della costa toscana.

Tab. 7 - Corsi d' acqua della costa centrale toscana: lunghezza dei tratti fluviali e relativa classe di qualità

BACINO	lungh. (km)	I^a km (%)	I^a - II^a km (%)	II^a km (%)	II^a - III^a km (%)	III^a km (%)	IV^a km (%)	N. C. km (%)
T. Ugione	13	5,8 (44,6%)		1,7 (13,0%)		5,5 (42,0%)		
T. Morra	10	4 (40,0%)		1 (10,0%)		5 (50,0%)		
T. Tora	35,5	10 (28,2%)			3,5 (9,8%)	22 (62,0%)		
Rio Ardenza	8	3,3 (41,2%)				1 (12,8%)	0,7 (8,7%)	
T. Chioma	7,5	7,5(100,0%)						
F. Fine	29	5,5 (18,8%)			13,7 (47,3%)	7 (24,2%)		2,8 (9,7%)
F. Cecina 1981 *	82	32 (39,0%)	7,2 (8,8%)	19,4 (23,6%)		17,8 (21,6%)	5,5 (6,7%)	
F. Cecina 82-85*	82	51,4 (62,7%)	7,2 (8,8%)	10,2 (12,4%)		13,2 (16,1%)		
F. Cecina 1986*	82	41,4 (50,5%)	7,2 (8,8%)	10,2 (12,4%)	10,0 (12,2%)	13,2 (16,1%)		
F. Cornia	42	20,8 (49,5%)		21,2 (50,5%)				
T. Rediganffi	9,5	9,5(100,0%)						
TOTALE	236,5	107,75(45,6%)	10,2 (4,3%)	37,84 (14,4%)	27,2 (11,5%)	53,7 (22,7%)	0,7 (0,003%)	2,8 (1,18%)

(*) Esclusi dal computo totale

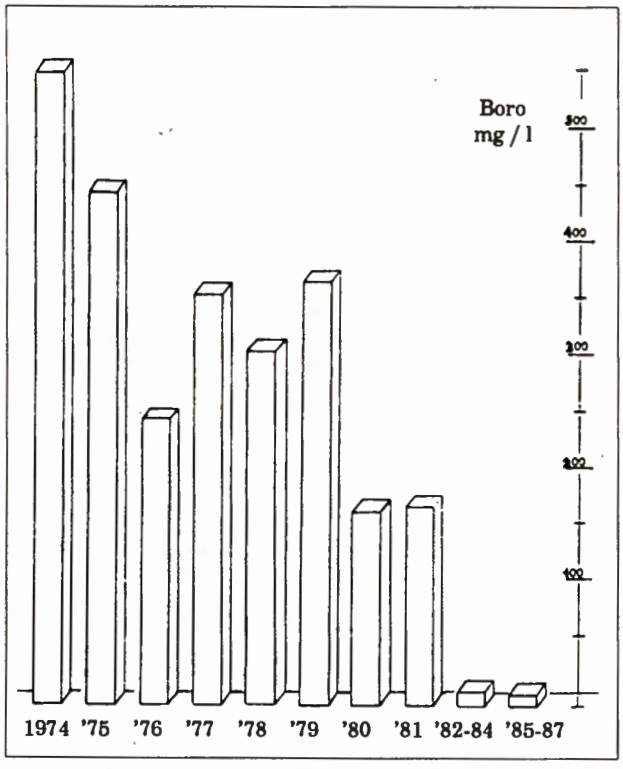


Fig. 5 - Torrente Possera: concentrazione media annua di boro (mg/l).

provincia di Siena.

Questo bacino idrografico merita un' analisi più particolareggiata poichè è presumibile che, almeno in alcuni tratti e raccordi (vedi ad esempio l' area del bacino idrografico all' altezza di ponte di Monterufoli, dove la zona riparia sinistra è completamente erosa con conseguente scomparsa della vegetazione riparia) il dilavamento dei fertilizzanti nel fiume alteri la qualità biologica.

In altri corsi d' acqua, come il f. Fine, il t. Tora e il t. Ugione, il rapporto tra uso del territorio e qualità delle acque è più evidente. Il bacino del f. Fine è intensivamente utilizzato per le attività agricole (68,8%) e, dal momento che nel tratto mediano non esistono scarichi puntiformi, è evidente che i 13,7 km pari al 47% dell' intera lunghezza -ai quali corrisponde una classe di qualità intermedia tra la 2^a e la 3^a- sono tutti dovuti al dilavamento dei fertilizzanti nelle acque del fiume. Nella no-

stra provincia questo è il caso più tipico di effetto delle attività agricole sulla qualità biologica degli ambienti fluviali. In effetti, nonostante che questo corso d' acqua sia fiancheggiato per 16,5 km di una fascia di vegetazione riparia, questa risulta troppo sottile per assorbire la perdita di 267.380 kg di azoto dal bacino verso il fiume. In questo bacino idrografico è pertanto necessaria un' attenta valutazione dello spessore delle zone riparie al fine di trattenere l' azoto dilavato dai terreni agricoli.

Ancora maggiore attenzione richiede il f. Tora poichè, come possiamo vedere dalla tab. 8, la perdita di azoto dal bacino verso le acque è di circa 138.533 kg per anno. In questo bacino, per giunta, la qualità biologica delle acque è ancora peggiore a causa della rettifica dell' alveo (canalizzazione) che porta alla scomparsa di numerosi microhabitat. La composizione della fauna bentonica è estremamente semplificata e ridotta a soli 8 taxa, con netta dominanza dei Crostacei *Atyaephyra* sp., *Asellus* sp., *Gammarus* sp. e dei Molluschi Gasteropodi *Limnaea* sp. e *Valvata* sp.

Sinteticamente, in questo bacino possono essere compiute due operazioni di ecologia del ripristino: da una parte impiantare nei tratti canalizzati la vegetazione arborea riparia e dall' altra restituire all' alveo almeno una certa sinuosità per ottenere una maggiore diversificazione degli habitat. Problemi simili si hanno anche nel tratto finale del t. Ugione dove il corso d' acqua è canalizzato per il 38,5% di tutta la lunghezza.

In totale su 236,5 km analizzati, 107,75 km (45,6%) sono in 1ª classe di qualità e, anche considerando accettabili i 48 km (18,7%) in 1ª-2ª e 2ª classe, restano 81 km (34,2%) in condizioni qualitative scadenti. Mentre il recupero di quei tratti la cui qualità è degradata da inquinamenti puntiformi non dovrebbe rivelarsi particolarmente difficile, più impegnativo sarà riuscire a "restaurare" quei tratti soggetti a inquinamento diffuso.

Riuscire a capire ed a prevedere quale sarà l' impatto di una certa attività di uso del suolo non solo non è facile, ma è anche un lavoro lungo e tedioso. Per questo è utile usare alcuni "trucchi", alcune estrapolazioni, per riuscire a dare valutazioni numeriche per via indiretta a questo impatto. Ad esempio, se due bacini idrografici sono vicini, ricevono la stessa quantità di pioggia ed hanno le stesse caratteristiche geomorfologiche e di uso del suolo, è possibile, conoscendo le perdite di azoto -nelle tre forme

Tab. 8 - Perdita media annua di "azoto" di alcuni bacini idrografici con simili caratteristiche di uso del suolo

Bacini idrografici	F. Fine	T. Tora	T. Nugola	T. Tanna	T. Morra
Superficie (ha)	17.085	8.852	678	1.768	1.620
Perdite di N-NO_3 kg/anno	178.367	92.415	7.78	18.458	17.017
Perdite di N-organico kg/anno	84.912	43.994	3.370	8.787	8.101
Perdite di N-NH_4 kg/anno	4.100	2.124	163	424	391
Perdite totali di N kg/anno	267.380	138.533	10.611	27.669	25.509
Carico totale di N sul bacino	1.289.400	686.000	47.810	119.800	119.310
Percentuali di N perso nei corsi d' acqua	20,7%	20,2%	22,2%	23,0%	21,4%

organica, nitrica, ammoniacale- di un bacino idrografico, riuscire ad estrapolare le perdite di azoto nel bacino confinante.

Da Caporali (1980, 1985) e Caporali et al. (1981) sappiamo che il bacino del f. Era "perde" verso il corso d' acqua, soprattutto durante i mesi invernali e primaverili, le seguenti quantità di azoto: 10,44 kg $N\text{-}NO_3$/ha · anno, 4,97 kg N-org./ha · anno e 0,24 kg $N\text{-}NH_4$/ha · anno per un computo totale di 15 kg N/ha · anno. Dal momento che i bacini idrografici del f. Fine, del f. Tora e dei t. Nugola, Tanna e Morra hanno le stesse caratteristiche di uso del suolo (vedi tab. 2) e che ricevono la stessa quantità di pioggia del bacino del f. Era è facile calcolare le perdite di azoto dei nostri corsi d' acqua. La tab. 8 mostra che nel solo bacino del f. Fine vengono persi 267.380 kg N/anno per cui si comprende come il fiume sia particolarmente eutrofico. La classe di qualità registrata tra il 2° e 3° livello, in tutto il tratto intermedio del fiume, ha ora una spiegazione esaustiva.

Anche il bacino del f. Tora perde circa 138.533 kg N/anno provocando i più massivi processi eutrofici di tutti i corsi d' acqua della provincia. In questo torrente le continue e ripetute morie di pesci possono essere spiegate con l' abnorme consumo di ossigeno durante le ore notturne da parte delle alghe filamentose, appartenenti al genere *Cladophora*. L' eutrofizzazione delle acque del fiume provoca anche un grande sviluppo delle idrofite *Ranunculus* sp. e *Potamogeton* sp.

CONCLUSIONI

Nel concludere questo lavoro ci sembra importante sottolineare che i due fattori che influiscono maggiormente sulla qualità biologica e chimica delle acque correnti della costa centrale toscana sono l' uso del suolo (principalmente le attività agricole) e le canalizzazioni. Gli inquinamenti puntiformi, anche se ancora presenti, hanno un impatto sicuramente inferiore rispetto ad alcuni anni fa, poichè alcuni di questi inquinanti sono stati eliminati (ad es. il boro dal f. Cecina) o sono parzialmente depurati dagli impianti di trattamento. In ogni caso gli inquinanti puntiformi sono destinati, nel prossimo futuro, ad avere un impatto sempre più marginale sulla qualità delle acque delle nostre zone.

Uno degli scopi principali di questa relazione era quello di dimostrare che è possibile minimizzare l' impatto delle attività agricole proteggendo e/o ispessendo le zone interfaccia tra il bacino idrografico e il corso d' acqua. Le zone "filtro" riparie sono le più importanti aree di protezione della qualità delle acque per l' assorbimento dei fertilizzanti azotati e fosforati dilavati dai terreni agricoli, prima che questi raggiungano i corsi d' acqua superficiali.

Mentre per le zone riparie costituite da pioppeti è ben noto il potere di assorbimento (89 kg N/ha · anno) non sono note le capacità di assorbimento delle nostre aree riparie costituite da comunità vegetali complesse che comprendono il fragmiteto (*Phragmites australis* e *Arundo donax*) il salice bianco (*Salix alba*), il pioppo bianco (*Populus alba*), il pioppo tremulo (*Populus tremula*), il pioppo nero (*Populus nigra*), il salicone (*Salix capraea*) oltre a varie specie di ontani (*Alnus* sp.). Al fine di valutare le capacità di assorbimento dell'azoto e del fosforo delle nostre aree riparie sarà necessario, nel prossimo futuro, effettuare alcune ricerche preliminari per riuscire a quantificare le capacità di "filtrazione" di questi ambienti.

E' meno noto, invece, che anche le canalizzazioni hanno un ruolo importante nella semplificazione e nella degradazione degli ecosistemi fluviali. L' uso di opere ingegneristiche "hard", come il taglio dei meandri, le risagomature e le arginature artificiali hanno accresciuto l' uniformità dell' ambiente, che riesce a sostenere una comunità animale e vegetale estremamente semplificata e instabile. Anche in questo caso, però, abbiamo visto che esisto-

no tecniche bioingegneristiche (aggradation, aree di riposo, pozze e raschi, ecc,) che permettono di ricostruire o restaurare, nel canale fluviale, ambienti differenziati e complessi che possono dare maggiore stabilità agli ecosistemi fluviali.

C' è, infine, anche un aspetto economico rilevante da considerare quando dobbiamo gestire un fiume verde o un fiume canalizzato. Studi effettuati in Olanda hanno dimostrato che la manutenzione di un fiume verde costa 735 lire/m^2 mentre il costo di manutenzione di un fiume canalizzato è di lire 1860/m^2. Un fiume canalizzato ha un costo, quindi, di 2,5 volte più alto di un fiume verde.

Il mappaggio biologico ha permesso di evidenziare che la qualità biologica di alcuni reticoli idrografici è talmente pregiata da meritare il loro inserimento tra i parchi fluviali. Questi bacini rappresentano, in un quadro di corretta gestione e programmazione del territorio, riserve di flora e fauna che potranno ricolonizzare le aste principali dei fiumi e dei torrenti risanati. In sostanza la diversificazione di questi ambienti naturali tenderà a ricreare un profondo intreccio di anelli di feed-back tali da dare maggiore stabilità ai sistemi biologici.

L' esposizione, necessariamente sintetica, della qualità biologica dei nostri corsi d' acqua ci permette di evidenziare l' opportunità di interventi articolati e differenziati. Mentre le condizioni dell' alta valle del t. Morra, del bacino del t. Chioma, del t. Pavone e del t. Redigaffi, vista l' ottima qualità delle acque, consentono strategie di tipo conservativo, i tratti terminali del Rio Ardenza, del f. Cecina e del f. Tora necessitano di interventi di risanamento per il controllo degli inquinanti puntiformi. Un' attenzione particolare deve essere riposta alle escavazioni effettuate, sia in passato che in tempi recenti, sia sull' alveo del fiume che nelle zone alluvionali. Queste escavazioni hanno portato profonde alterazioni sia nel canale fluviale che nelle zone riparie. Questi ambienti necessitano, pertanto, di vere e proprie operazioni di ecologia del ripristino.

BIBLIOGRAFIA

Bonham A.J., 1980. Bank protection using emergent plants against boat wash in rivers and canals.
Wallingford Hydraulics Research Station, Report II, 206.

Brookes A., Gregory K.A., Dawson F.H., 1983. An assessment of river channelization in Egngland and Wales.
The Scienze of the Total Environment, **27**: 97-112.

Brookes A., 1984. Reccomendations bearing on the sinuosity of Danish stream channels.
National Agency of Environmental Protection, Freshwater Laboratory, Silkeborg, Denmark.

Brookes A., 1985. River channelization: traditional engineering methods, physical consequences and alternative practices.
Progress in Physical Geography, **9**(a): 44-73.

Caporali F., 1980. Relazione tra uso del territorio e contenuto di azoto nelle acque superficiali di bacini agricoli e forestali della Toscana.
Atti del *1° Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia.* Salsomaggiore Terme (Parma): 21-24 ottobre 1980.

Caporali F., 1985. Gli effetti della gestione agroforestale del territorio nel flusso di acqua e di elementi minerali.
S.I.T.E. Atti vol. **5**: 127-130.

CAPORALI F., NANNIPIERI P., PEDRAZZINI F., 1981. Nitrogen contents of stream draining and agricultural and forested watershed in central Italy.
J. of Env. Quality, **10** (1): 72-76.

DAWSON F.H., KERN-HANSEN V., 1979. The Effect of Natural and Artificial Shade on the Microphytes of Lowland Streams and the use of Shade as a Management Technique.
Int. Rev. Ges. Hydrobiol., **64** (4): 437-455.

KELLER E.A., 1976. Channelization. Environmental, geomorphic and engineering aspects. In COATS D.R. (Ed.) 1976: *Geomorphology and Engineering:* 115-140.

LAWRENCE R., TODD R., FALL J. HENDRICKSON O., AMUNSEN L., 1984. Riparian Forests as Nutrients Filters in Agricultural Watersheds.
Bioscience, **34** (6): 374-377.

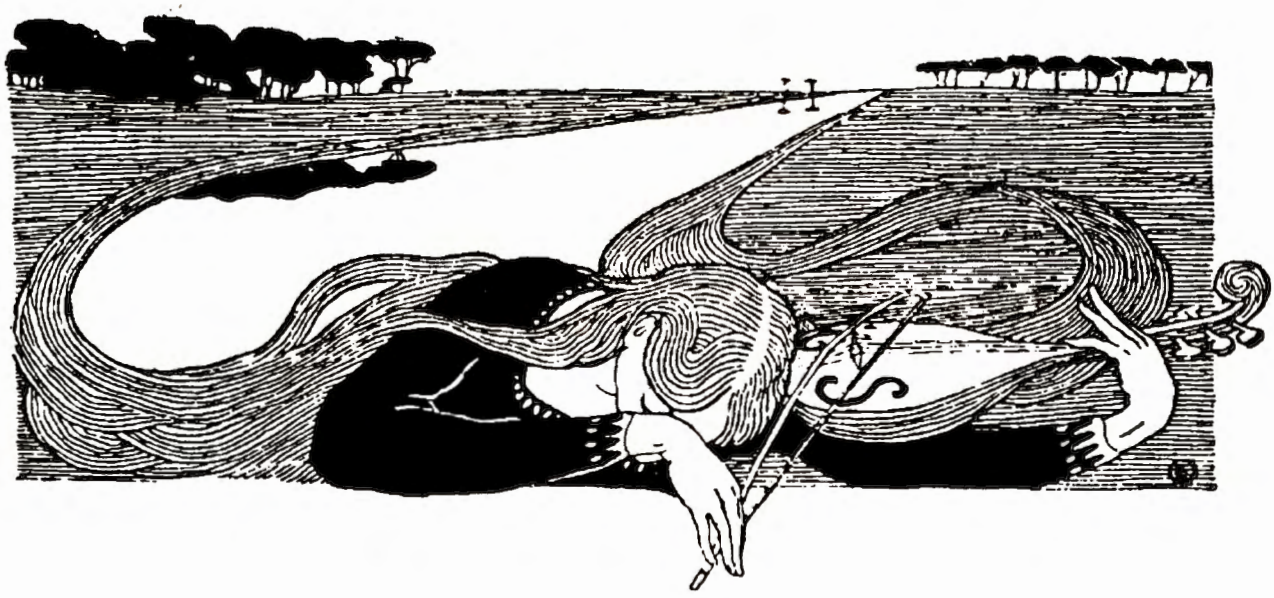
OLIVIERI E., 1981. L' analisi statistica idrologica del bacino imbrifero del fiume Cecina.
Inquinamento, ott. 1981: 1-7.

PETERSEN R.C., MADSEN B.L., WILZBACH M.A., MAGADZA C., PAARLBERG A., KELLBERG A., CUMMINS K.W., 1987. Stream Management Emerging Global Similarities.
AMBIO, **16** (4): 166-179.

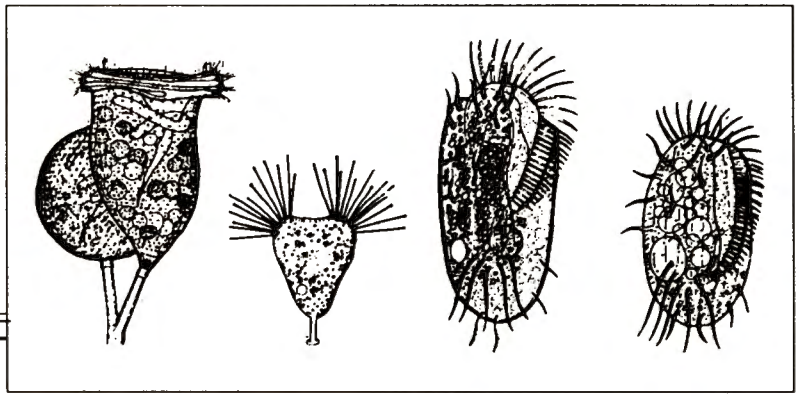
SEIBERT P., 1968. Importance of Natural Vegetation for the Protection of Banks, Streams, Rivers, Canals.
Council of Europe, Nature and Environmental Series 2, Freshwater: 35-67.

SWALES S., O'HARA K., 1980. Instream habitat improvement devices and their use in Freshwater Fisheries Management.
J. of Env. Manag., **10**: 167-169.

****



ATTUALITA'



RING TEST SULL' ANALISI MICROSCOPICA DEL FANGO ATTIVO

a cura di **Paolo Madoni**

Si è svolto nei giorni 15, 16 e 17 marzo a Reggio Emilia, organizzato dai dr. Paola Manzini e Roberto Spaggiari dell' USL n° 9, un workshop avente per tema l' analisi microscopica dei fanghi attivi. All' incontro hanno partecipato 20 biologi, fra i più esperti di analisi della microfauna, coordinati dal dr. Paolo Madoni dell' Università di Parma. Durante le tre giornate di lavoro i partecipanti si sono cimentati nell' osservazione al microscopio ottico del fango attivo proveniente da sei differenti impianti biologici di depurazione. Ad ogni analista è stato chiesto di effettuare, in modo assolutamente autonomo, le seguenti determinazioni:

- identificazione delle forme componenti la microfauna e, in particolare, delle specie di Protozoi Ciliati presenti;
- stima quantitativa di ogni forma o specie attraverso l' analisi di due subcampioni di 25 μl ciascuno;
- stima quantitativa dei flagellati utilizzando la camera di Fuchs-Rosenthal;
- interpretazione dei dati ottenuti mediante la stesura di diagnosi sull' andamento del processo biologico di depurazione, nonchè di eventuali cause di mal funzionamento degli impianti.

Lo scopo del ring-test era quello di confrontare il grado di concordanza fra le diverse analisi effettuate dai partecipanti e, soprattutto, la rispondenza dei giudizi da loro dati sull' efficienza di depurazione degli impianti analizzati.

I risultati (vedi tabelle 1 e 2) sono molto incoraggianti. I valori espressi nelle tabelle mostrano che la taglia delle 6 comunità, in termini di numero di specie e individui, è stata stimata dai 20 analisti in modo sostanzialmente uguale. Il coefficiente di variazione, infatti, si mantiene sempre molto basso, tanto da rimanere al di sotto del 20% nella gran parte dei casi.

Anche i giudizi sulla qualità del funzionamento degli impianti (tabella 3) sono sostanzialmente concordi, tenendo conto della

variabilità dei termini utilizzati dai vari analisti e delle non sempre chiare e concise affermazioni, che sono invece necessarie nella compilazione della diagnosi. Solo in un caso (impianto F) i giudizi positivi e quelli negativi sembrano essere più o meno equamente distribuiti. Anche per quanto riguarda la stima dei flagellati non sono emersi particolari problemi: solo pochissimi analisti hanno manifestato alcune difficoltà nella loro enumerazione. Si conferma valida la metodica messa a punto durante il corso di Ferrara con la quale la presenza di flagellati nel fango attivo viene quantificata sulla base degli individui contati lungo la diagonale della camera di Fuchs-Rosenthal (n° ≤5 flagellati assenti; n° >5 flagellati presenti).

Il ring-test di Reggio Emilia ha permesso inoltre di mettere in evidenza l' esistenza di alcune incertezze e difficoltà nella identifica-

Tabella 1

N° specie	IMPIANTI					
	A	B	C	D	E	F
Media ($\bar{x}$)	13,10	6,00	10,68	10,16	6,66	9,20
Dev. std. (s)	2,13	1,86	1,64	1,64	1,31	1,58
Errore std. (E.S.)	0,48	0,42	0,38	0,38	0,29	0,35
Varianza	4,52	3,47	2,67	2,70	1,71	2,48
Coeff. variaz. %	16,22	31,06	15,30	16,16	19,68	17,13
Minimo	10	3	8	8	5	6
Massimo	16	10	14	13	9	12
Range	6	7	6	5	4	6
Σ	262	120	203	193	133	184
Σq	3518	786	2217	2209	917	1740
$t_{.05} \cdot$ E.S.	0,99	0,87	0,79	0,79	0,61	0,74
$\bar{x} - t_{.05} \cdot$ E.S.	12,11	5,13	9,90	9,37	6,04	8,46
$\bar{x} + t_{.05} \cdot$ E.S.	14,10	6,87	11,47	10,95	7,26	9,94

Tabella 2

DENSITA'	IMPIANTI					
	A	B	C	D	E	F
Media ($\bar{x}$)	530,10	437,95	588,32	677,58	721,15	490,90
Dev. std. (s)	147,67	79,88	107,26	133,82	108,72	122,96
Errore std. (E.S.)	33,02	17,86	24,61	30,70	24,31	27,49
Varianza	21806,20	6380,16	11504,67	17907,59	11820,77	15118,73
Coeff. variaz. %	27,86	18,24	18,23	19,75	15,08	25,05
Minimo	213	324	348	366	462	273
Massimo	775	597	774	940	890	881
Range	562	273	426	574	428	608
Σ	10602	8759	11178	12874	14423	9818
$\Sigma q \cdot 10^3$	6034,44	3957,23	6783,28	9045,49	10625,74	5106,91
$t_{.05} \cdot$ E.S.	69,12	37,39	51,70	64,51	50,89	57,55
$\bar{x} - t_{.05} \cdot$ E.S.	460,98	400,56	536,61	613,07	670,26	433,35
$\bar{x} + t_{.05} \cdot$ E.S.	599,22	475,34	640,02	742,06	772,04	548,45

zione delle due specie di Peritrichi *Vorticella microstoma* e *Vorticella octava* che molto spesso vengono confuse l' una con l' altra. Ad integrazione delle notizie date nei manuali (MADONI 1981, 1988) sulle due specie, si ritiene perciò utile riportare in appendice dati e disegni dalle monografie di STILLER (1968, 1971).

In conclusione, è possibile affermare che il ring-test di Reggio Emilia ha messo in evidenza la buona omogeneità di risposta del metodo di analisi della microfauna dei fanghi attivi per la valutazione dell' efficienza di depurazione.

Ottima e senza particolari problemi è stata la risposta per quanto riguarda la stima della densità e l' analisi della struttura in specie della microfauna. Qualche incertezza è emersa, invece, nella stesura delle diagnosi. Si è notata la tendenza, in questi casi, di basare la diagnosi *solo su alcuni elementi*, non sempre importanti, della microfauna anzichè sulle sue caratteristiche globali [vedi i tre punti a pag. 20 del manuale (MADONI 1988)]. Si rammenta quindi che, prima di prendere in considerazione una eventuale specie dominante (punto 3), devono essere valutate le situazioni ai punti 1 e 2.

Tabella 3

	IMPIANTI					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
GIUDIZIO						
a) Buon funzionamento	17	-	2	2	17	8
b) Cattivo funzionamento	-	15	1	3	-	5
c) in peggioramento	3	5	14	13	2	7
d) in miglioramento	-	-	2	1	-	-
CAUSE						
Punte di carico o carico discontinuo	-	7	8	9	-	5
Carico basso	-	-	-	-	17	4
Carico troppo alto	-	10	2	4	-	1
Carenza di ossigenazione	5	16	9	10	-	1
Sostanze tossiche o inibenti	1	7	6	9	-	2
Situazione transitoria	1	1	5	1	-	1
Impianto da sorvegliare	5	-	1	1	-	4
Riavviamento dell' impianto	1	-	-	-	-	-
Giudizio non chiaro	2	-	-	-	1	-

BIBLIOGRAFIA

MADONI P., 1981. I protozoi ciliati degli impianti biologici di depurazione. *CNR AQ/1/167*, Roma.

MADONI P., 1988. I protozoi ciliati nel controllo di efficienza dei fanghi attivi. *C.I.S.B.A.*, Reggio Emilia.

STILLER J., 1968. Peritriche Ciliaten Okologisch Verschiedener Biotope von Rovinj und Umbegung. *Acta Zool. Acad. Sci. Hungaricae*, **14**: 185-211.

STILLER J., 1971. Szàjkoszorùs Csillòsok Peritricha. *Fauna Hungarica*, **105**, Akad. Kiadò, Budapest.

APPENDICE

Da Stiller (1968):

"In ambiente marino *V. striata* è altrettanto variabile quanto in ambiente di acque dolci. Nel mare sono state osservate forme a simmetria bilaterale che si restringono verso il basso a forma di urna; ma vi sono anche varianti con peristoma fortemente ristretto simile a quello di *V. pyrum* (5a) e un altro tipo un po' più compresso, generalmente asimmetrico, a forma di pera (5b), e in più forme di transizione ad urna e a simmetria bilaterale (5c). La differenza fra le forme viventi in mare e in acqua dolce è molto piccola. Noland e Finley definiscono giustamente la specie *V. octava* come la variante ecologica della *V. striata* marina. Il limite del peristoma della forma marina è sempre un po' più spesso della forma d' acqua dolce, ma in quest' ultima è abbastanza variabile. Il corpo sotto il limite del peristoma si strozza fortemente. Il nucleo della forma di acqua dolce è corto e orizzontale.... I vacuoli alimentari sono grandi 3-4 μm. L' endoplasma è opaco e delimitato in maniera precisa dall' ectoplasma ialino. La pellicola è chiaramente striata trasversalmente e il limite inferiore del corpo è spesso invaginato. Il corpo contratto è rotondeggiante.... Il peduncolo delle forme marine è un po' più piegato di quello delle forme d' acqua dolce. La sua lunghezza raggiunge 3 o 4 volte quella del corpo.... Le dimensioni sono:

- f. pyrum (5a): lungh. corpo 32 μ, largh. 16 μ, peristoma 12 μ;
- forma asimmetrica a pera (5b) e ad urna (5c): lungh. 25-36 μ, largh. 20-22 μ, peristoma 20 μ ."

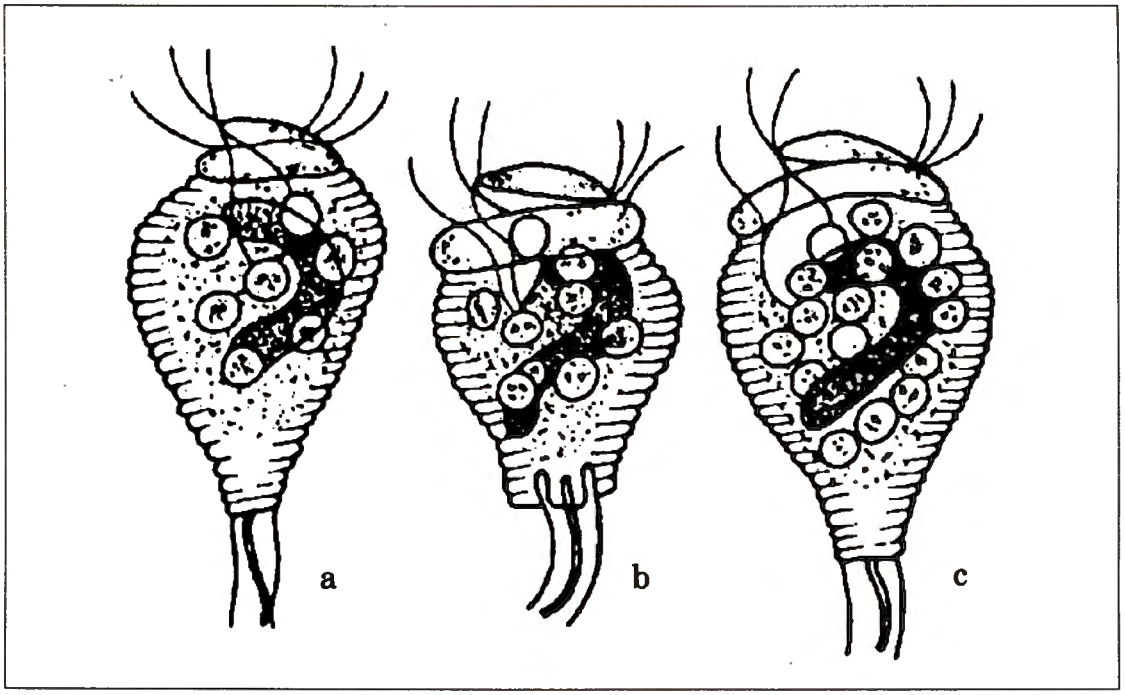
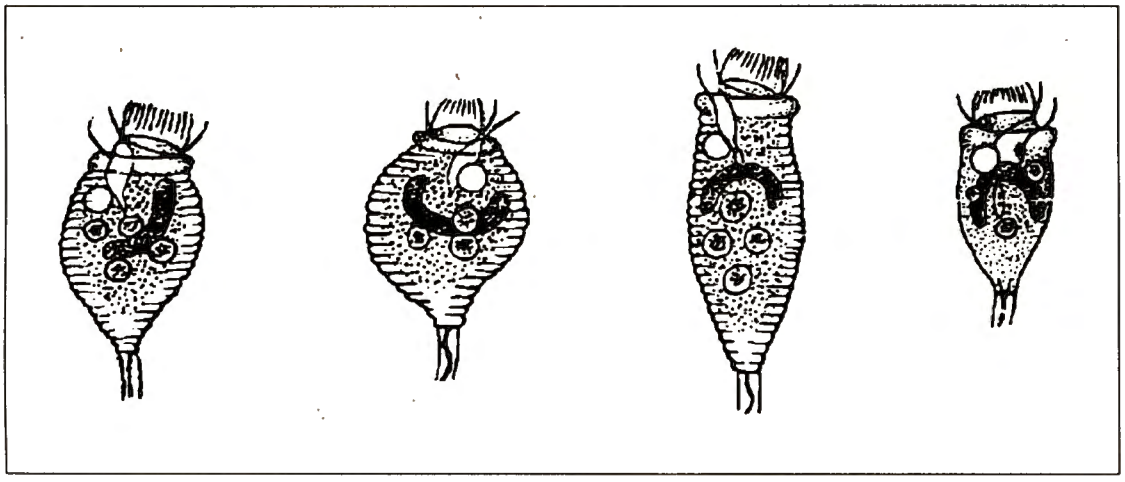
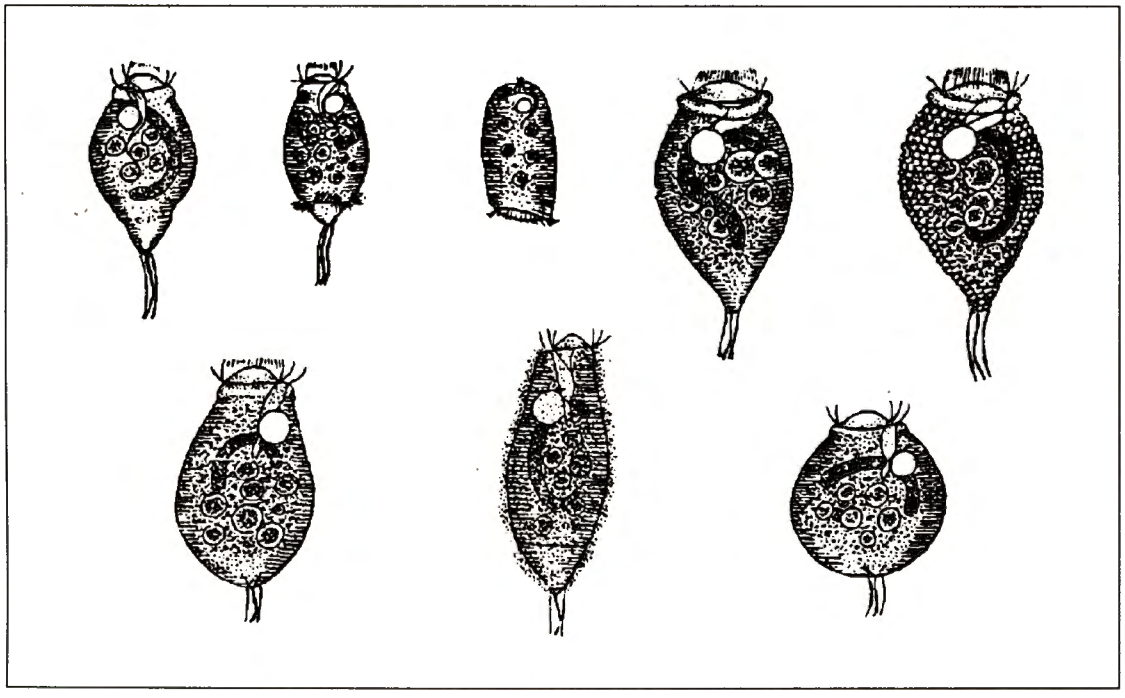


Abb. 5. *Vorticella striata* DUJARDIN: a = f. *pyrum*, b = asymmetrische Birnform mit invaginiertem Hinterende, c = bilateral symmetrische Urnenform (1500fach).

Qui sotto sono riportati, infine, i grafici di ulteriori forme di *V. octava* (fig. 84) e delle maggiori forme di *V. microstoma* (fig. 85) secondo le osservazioni di Stiller (1971).

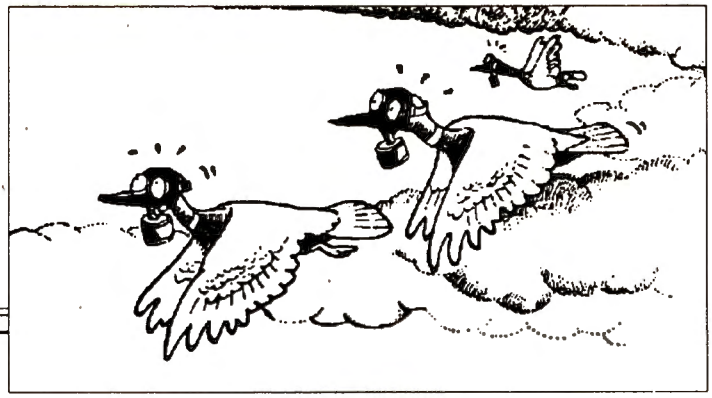


84. ábra. A: *Vorticella striata* Dujardin var. *octava* Stokes; B: *V. striata* var. *octava* f. *abbreviata* Keiser; C: *V. striata* var. *octava* f. *utriculus* Stokes; D: *V. striata* var. *octava* f. *asellicola* Stiller (Eredeti).



85. ábra. A: *Vorticella microstoma* Ehrenberg tiszta vízből származó, áttetsző, s a rendesnél kisebb méretü tipikus alakja, B: rajzóképzödése, C: nyeléröl levált rajzója, D: β-mesosaprob közegböl származó tipikus alakja; E. *V. microstoma* f. *monilata* Stiller; F: *V. microstoma* f. *hians* Fauré-Fremiet; G: *V. microstoma* f. *elongata* Stiller tektinburokkal fedett termális alakja; H: *V. microstoma* f. *turgescens* Stiller (Eredeti).

L' INTERVISTA



Quattro chiacchiere con il dottor Schenone a proposito degli

ASPETTI BIOLOGICI DELL' INQUINAMENTO ATMOSFERICO

a cura di **Rossella Azzoni**

Il dottor Giorgio Schenone lavora nel Laboratorio di Biologia Terrestre del Centro Ricerche Termiche e Nucleari (C.R.T.N.) di Milano, uno dei centri operativi della Direzione Studi e Ricerche dell' ENEL; è attualmente impegnato nel progetto di ricerca "Effetti dell' inquinamento atmosferico su foreste ed agricoltura", che fa capo al più ampio progetto di ricerca "Contributi dell' ENEL alla conoscenza di problematiche ambientali", centrato sullo studio del trasporto e della ricaduta degli inquinanti atmosferici, dell' acidificazione delle precipitazioni e degli effetti di queste sul patrimonio vegetale, idrico e monumentale.

Dottor Schenone, per meglio inquadrare gli argomenti che seguiranno, dovrebbe sommariamente illustrare la strutturazione dell' attività di ricerca ENEL.

La Direzione Studi e Ricerche dell' ENEL è organizzata in cinque Centri di Ricerca che coprono tutti gli aspetti tecnologici e ambientali connessi alla produzione elettrica. Il C.R.T.N. di Milano in particolare comprende due distinti servizi: l' uno, il Servizio Tecnologie e Materiali, si occupa delle problematiche connesse alla strutturazione ed alla operatività degli impianti termoelettrici e nucleari; l' altro, il Servizio Ambiente, sviluppa ricerche applicate legate ai "sottoprodotti" degli impianti per la produzione dell' energia elettrica.

Le linee di ricerca seguite da questo Servizio sono centrate sui seguenti argomenti:

- studio della diffusione e della distribuzione dei radionuclidi nell' ambiente;
- utilizzazione del calore residuo delle centrali in impianti di acquacoltura, in serra e in pieno campo;
- impatto del calore residuo sugli ambienti marini;
- effetti ambientali dell' inquinamento atmosferico.

Lo svolgimento di queste ricerche è realizzato in parte direttamente dal C.R.T.N. ed in parte da istituti esterni (Università, C.N.R., Società di Servizi,...) attraverso contratti.

Lei si occupa, in particolare, degli effetti delle piogge acide. Vuole darci un quadro della situazione?

Innanzitutto, va precisato che le piogge acide sono un aspetto di un fenomeno più vasto di inquinamento atmosferico che comprende anche le deposizioni secche. Ecco perchè, in generale, si preferisce parlare di deposizioni acide.

Le deposizioni acide sono attualmente oggetto di attenzione in tutto il mondo in quanto sono ritenute collegate a manifestazioni di degrado ambientale riguardante laghi, foreste e monumenti.

Le prime preoccupazioni sulle deposizioni acide iniziarono a diffondersi negli anni '70 quando i Paesi Scandinavi cominciarono a registrare un processo di acidificazione dei laghi con conseguenti danni alla fauna ittica, che in alcuni casi giungevano fino alla sparizione della stessa. Negli anni '80 la Germania Federale ha iniziato a denunciare danni crescenti ad alcune foreste della Selva Nera e della Baviera, investendo del problema la Comunità Europea. Inoltre, in tutte le grandi città europee sono stati evidenziati notevoli danneggiamenti al patrimonio monumentale.

Poichè l' attuazione di azioni correttive per evitare effetti irreversibili sugli ecosistemi è complicata dal fatto che esiste una notevole incertezza sulle cause reali dei danni ambientali osservati, è stato giudicato necessario pervenire ad una migliore comprensione dei fenomeni.

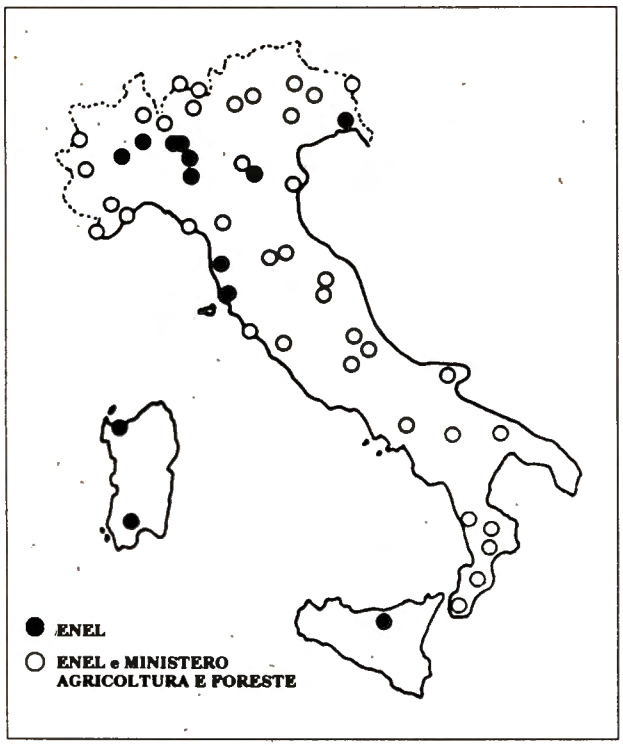
Mi risulta che il deperimento delle foreste sia un fenomeno che si sta manifestando con notevole intensità in Europa centrale e nel Nord America. Qual è la situazione italiana?

La situazione nel nostro Paese non è ancora ben definita: solo da poco tempo è iniziato un monitoraggio della qualità dell' aria e delle

precipitazioni in zone forestali. Il problema iniziale in cui ci siamo imbattuti è stato quello della pressochè assoluta mancanza di rilevamenti di dati di inquinamento atmosferico e di acidità delle precipitazioni in siti rurali e forestali: le misure, infatti, vengono solitamente eseguite in ambiente urbano.

Per superare questo problema è stata stipulata una convenzione con il Corpo Forestale dello Stato, che ha assunto l' incarico di raccogliere la pioggia su base settimanale in circa quaranta siti forestali distribuiti sul territorio nazionale e di inviarla a Milano, ove viene analizzata.

L' obiettivo è quello di effettuare un confronto fra le caratteristiche chimiche delle piogge e lo stato di salute delle foreste valutato nei punti-bosco del reticolo trichilometrico dell' Inventario Forestale Nazionale. L' indagine sullo stato sanitario delle foreste consiste nella periodica rilevazione dei dati sanitari eseguita dal personale del Corpo Forestale dello Stato in circa novemila di questi punti che coprono uniformemente l' intero territorio forestale nazionale. I rilevamenti riguardano la distribuzione delle piante danneggiate per specie e per categoria, con riferimento alla probabile causa del danno delle piante in esame.



Stazioni di raccolta dell' acqua piovana per lo studio delle deposizioni acide.

L' Inventario dei Danni Forestali (INDEFO) ha preso avvio nel 1984 e viene ripetuto ogni anno. I risultati, presentati ad un recente seminario sullo stato delle foreste in Italia tenutosi a Verona, sono stati elaborati da una Società informatica e sono disponibili sia in volume sia in "Banca dati".

Per questo tipo di confronto, è sufficiente disporre dei dati chimici dell' acqua piovana?

No, una valutazione accurata degli effetti ecologici attribuiti alle deposizioni acide richiede la conoscenza sia della chimica delle piogge, sia della qualità dell' aria. Mi riferisco alle concentrazioni in atmosfera dei principali inquinanti gassosi (biossido di zolfo, ossidi di azoto, ozono) e degli aerosoli. Oltre alla già citata rete di campionatori di precipitazione abbiamo installato alcune stazioni automatiche di rilevamento dell' inquinamento atmosferico. Una è stata installata dai nostri colleghi del laboratorio ENEL-DCO di Piacenza presso la Foresta di Vallombrosa. Il C.R.T.N. ha posizionato una stazione sul monte Mottarone, vicino al lago Maggiore. La peculiarità di questa località prealpina consiste nel fatto che il Mottarone è il primo monte che le masse d'aria che provengono da Milano incontrano andando verso le Alpi: in questa stazione la mediana del pH della pioggia è intorno a quattro unità e si verificano consistenti apporti di SO_2, NO_x e O_3 con la brezza di valle. Altre stazioni automatiche sono al Brennero e al Sestrière, e vengono utilizzate anche per lo studio del trasporto transfrontaliero. Le stazioni in siti rurali di pianura sono ubicate all'isola Serafini, sul fiume Po in provincia di Piacenza, ed a San Pietro Capofiume, in provincia di Bologna.

Immagino che il trasporto transfrontaliero dell' acidità crei problemi di ardua soluzione a livello internazionale.

Infatti, proprio in relazione alle implicazioni internazionali del problema è apparso importante avere una base di conoscenze precisa sul trasporto trasfrontaliero fra Italia e Stati limitrofi. Per molti Stati potrebbe accadere che una riduzione delle emissioni, non accompagnata da analoghe iniziative da parte delle nazioni confinanti, non produca benefici commisurati ai costi sostenuti.

Il programma di indagini ENEL comprende analisi climatologiche a scala generale, campagne sperimentali ed elaborazioni di modelli

di trasporto a grandi distanze, che tengano conto dell' effetto di grandi rilievi montani, quali le Alpi.

Come detto, per quanto riguarda la fase sperimentale, sono state installate due prime stazioni di misura al Sestrière, nelle Alpi occidentali, e al Brennero, in quelle orientali, per studiare le caratteristiche delle masse d' aria che si infiltrano fra le Alpi o le scavalcano. Tali stazioni, oltre a registrare in modo continuo i dati chimico-fisici relativi all' atmosfera, serviranno come base per campagne di misure effettuate con metodologie particolari, quali radiosondaggi, telemisure, ecc.

Quali sono le condizioni delle foreste italiane?

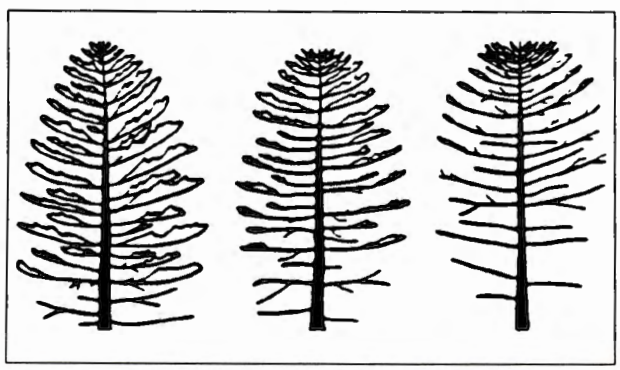
Casi di deperimento sono presenti in svariate regioni italiane e colpiscono le stesse specie colpite in Germania: abete bianco, abete rosso, pino silvestre, faggio e svariate altre specie di conifere e latifoglie. Danni agli abeti bianchi ed ai faggi sono visibili nella foresta di Vallombrosa, presso Firenze. Nella foresta del Monte Gouta, sulle Alpi Marittime, si assiste al marcato deperimento dell' abete bianco e del pino silvestre, con ingiallimento e caduta precoce degli aghi, sintomi del tutto simili a quelli presentati dai boschi tedeschi. In rilevante stato di deperimento si trovano alcune migliaia di ettari di bosco di abete in Trentino e in Alto Adige; danni sono segnalati anche in svariate località dell' Italia centrale e meridionale.

Le deposizioni acide però non sono che uno dei numerosi fattori acidificanti del suolo forestale. Solo in pochi siti è stata individuata una relazione di causa-effetto tra inquinamento atmosferico e deperimento degli alberi. E' questo il caso del pino marittimo lungo la costa toscana, dove è ormai dimostrato speri-

mentalmente che l' aerosol marino fortemente inquinato da tensioattivi ha danneggiato pesantemente gli alberi più vicini al mare.

IL CRTN si occupa di due bacini forestali campione: quello del Mottarone e quello del monte Gouta. Il primo ci permette di studiare il comportamento di foreste sottoposte a forti tassi di deposizioni acide. Qui la pioggia viene campionata anche sotto la chioma degli alberi per verificare il dilavamento delle deposizioni secche dalle foglie degli alberi e l' eventuale presenza di elementi nutritivi trascinati dall'acqua acida. Dai risultati attualmente a disposizione risulta che la pioggia sottochioma e più acida di circa un grado di pH e che la concentrazione di solfati e nitrati è molto più elevata di quella presente nella pioggia a cielo aperto.

Una seconda ricerca, iniziata da poco, si prefigge di comprendere i meccanismi che regolano i rapporti fra clima, crescita degli alberi e fattori non climatici tra i quali vi può essere l' inquinamento atmosferico. Abbiamo adottato un metodo dendrocronologico: attraverso lo studio degli anelli di crescita annuali ci proponiamo di individuare eventuali alterazioni nell' accrescimento, ed attraverso lo studio della chimica degli anelli di crescita valuteremo eventuali accumuli. L' analisi chimica degli anelli legnosi potrà dare utili informazioni sull'andamento passato delle deposizioni atmosferiche di inquinanti e sulle variazioni temporali nell' assunzione dei macro e micronutrienti, quindi fornire indicazioni sulla "storia" dell' inquinamento dell' area nella quale vissero le piante studiate.



Uno degli aspetti di deperimento da deposizioni acide nell' abete bianco: chioma a "nido di cicogna". La perdita di aghi avviene dal basso verso l' alto e dall' interno verso l' esterno. Nello stadio terminale solo la zona apicale (il "nido di cicogna") mantiene gli aghi.

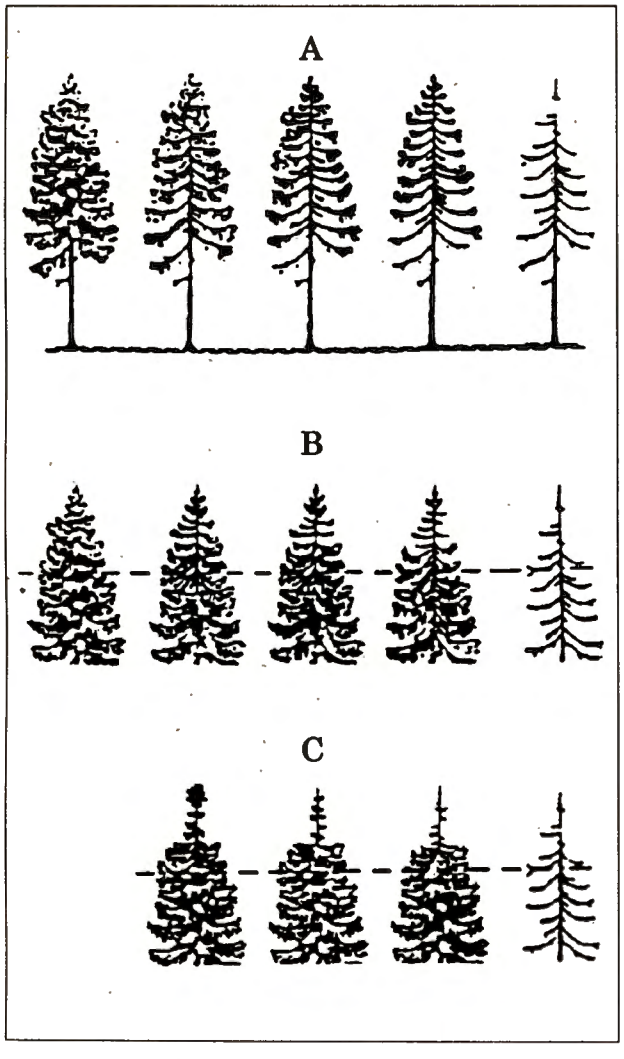
L' attenzione del C.I.S.B.A. nei confronti del problema "inquinamento atmosferico" è fino ad oggi stata estremamente superficiale. Nostri Soci, però, operano attivamente in questo campo utilizzando i licheni come bioindicatori.

Certamente i licheni sono indicatori eccellenti del grado di inquinamento atmosferico medio annuale. Una delle ricerche attivate per il controllo del trasporto transfrontaliero è stata realizzata dal Dipartimento di Biologia dell' Università di Padova mediante il biomonitoraggio della valle dell' Isarco attraverso lo studio dei licheni.

Poco fa ha citato due stazioni di rilevamento ubicate in siti rurali: sono legate al progetto per lo studio dell' influenza delle piogge acide sull' agricoltura?

Si, un apposito programma di ricerca ha l'obiettivo di identificare gli eventuali effetti delle deposizioni acide sulla produzione agraria e sui processi fisiologici fondamentali delle specie di più larga coltivazione in Italia.

Innanzitutto, va detto che difficilmente possono esserci effetti negativi a carico del suolo agrario, il cui chimismo è influenzato in maniera preponderante dalle pratiche agronomiche come la fertilizzazione o l' asportazione delle biomasse dei raccolti. Diverso è il



Tipi di defoliazione nell' abete rosso.
A: tipo a larice; B: tipo a finestre; C: tipo apicale.

discorso sui possibili effetti della deposizione di inquinanti direttamente sulle foglie. In questo caso, infatti, viene a mancare l' azione tamponante mediata dal terreno.

Gli inquinanti atmosferici primari di maggiore rilevanza in agricoltura sono il biossido di zolfo, gli ossidi d' azoto e l' acido fluoridrico. Tra gli inquinanti secondari, ossia quelli generatisi in seguito a trasformazioni fotochimiche in atmosfera a carico di inquinanti primari emessi dall' uomo, il piu importante è l'ozono. La fitotossicità di questo gas è estremamente elevata, superiore a quella degli inquinanti primari da cui deriva.

Zolfo ed azoto, gli elementi responsabili di gran parte dell' acidità che ricade sulla terra, assumono il duplice ruolo di nutrienti essenziali o di agenti fitotossici a seconda della quantità e delle condizioni del terreno. Nel primo caso, infatti, quando l' uno o l' altro dei due elementi non è presente in sufficiente quantità nel suolo, la deposizione di SO_2, NO_x o di pioggia acida sulle foglie e sul terreno induce un' evidente stimolazione della crescita a causa dell' effetto nutritivo di zolfo e azoto. Se però vengono superate determinate dosi soglia, gli effetti si invertono e compare uno stato di stress dovuto all' azione tossica degli acidi, che ha come risultato una riduzione più o meno marcata dello sviluppo.

Comunque, l' attenzione dei ricercatori è attualmente rivolta prevalentemente ai possibili effetti della deposizione secca, in quanto la sperimentazione ha dimostrato che la deposizione acida umida sulle foglie delle piante agrarie ha conseguenze minime e, quando si verificano effetti, questi possono essere anche positivi. Viceversa, la deposizione secca di sostanze acide (polveri e gas) a dosi elevate può provocare effetti visibili di tipo acuto come ingiallimento o necrosi. Questi effetti si verificano però solo occasionalmente presso i moderni impianti industriali, in seguito alla riduzione delle emissioni di zolfo e al miglioramento delle modalità di dispersione dei fumi.

Altra eventualità importante è quella che riguarda la deposizione secca di gas acidi a dosi basse e prolungate. Secondo alcuni autori, in certe condizioni si potrebbero manifestare degli effetti sulla crescita e la produzione delle piante agrarie senza avere sintomi visibili; in presenza di ozono gli effetti negativi sarebbero stimolati.

Ricordo che la deposizione secca degli inquinanti gassosi sui vegetali segue due vie: la prima consiste nel deposito sulla cuticola cerosa che riveste le foglie. Si può verificare così una acidificazione della superficie esterna della foglia, che non raggiunge però l' interno in

quanto lo strato ceroso risulta pressochè impermeabile ai gas. La seconda via, più rilevante in quanto riguarda circa il 90% della deposizione totale per l' SO_2, avviene attraverso le aperture stomatiche che costituiscono la normale via di scambio gassoso della foglia con l'esterno.

Il nostro programma di ricerca si propone i seguenti obiettivi:

- identificare le modalità d' azione delle deposizioni acide sui processi fisiologici fondamentali delle specie e varietà di più larga coltivazione in Italia;
- ricavare, mediante ricerche sperimentali su campo, realistici rapporti di causa-effetto fra deposizioni acide e crescita di alcune specie particolarmente significative, sia erbacee che legnose;
- giungere ad una stima, in alcune località urbane e rurali, dell' effettivo impatto dell'inquinamento atmosferico locale sulle colture. A tal fine è in allestimento un laboratorio per la misura della fotosintesi delle piante agrarie in presenza di inquinanti, quali SO_2 e ozono. Inoltre, sono di recente stati installati due impianti con serre a tetto aperto che consentono di modificare e regolare l' inquinamento dell' atmosfera all'interno delle serre, senza alterare la temperatura e le altre variabili che condizionano la crescita.

Si ha gia qualche informazione utile sulla situazione italiana?

Come già detto, i danni visibili da SO_2 quali ingiallimento e necrosi delle foglie, sono ormai solo occasionali intorno ai moderni impianti industriali dotati di camini alti. Abbastanza frequenti sono i danni da acido fluoridrico nei dintorni degli stabilimenti per la produzione di laterizi, ceramiche, vetro e alluminio.

Poco o nulla si sa sulla eventuale presenza

dei già citati "danni non visibili" alla produzione agricola causati dalla deposizione secca di SO_2, NO_x, O_3 a dosi basse e per tempi prolungati. Scarsissima è la disponibilita di informazioni sulle risposte a lungo termine delle piante legnose da frutto, nelle quali potrebbero risultare molto importanti i fenomeni di accumulo.

Fondamentalmente, si sa troppo poco sulla qualità dell' aria nei siti rurali. Le stazioni di monitoraggio sono localizzate nella quasi totalità in siti urbani o rurali influenzati da grandi impianti industriali. Ogni rete pubblica di monitoraggio degli inquinanti dovrebbe viceversa comprendere almeno alcune stazioni in località significative per la produzione agricola o per la presenza di ecosistemi forestali.

Ricordo, infine, che la deposizione acida sulle foglie delle piante agrarie può influenzare lo sviluppo dei parassiti. Si registra un'estrema variabilità nelle risposte dei pato-sistemi: si possono avere azioni inibenti, indifferenti o stimolanti. Questi risultati non sono ancora chiaramente interpretabili perchè non si conoscono le modalità di interazione fra inquinanti atmosferici e organismi patogeni.

Mi risulta che le reti di rilevamento dell'inquinamento atmosferico registrino prevalentemente le concentrazio-

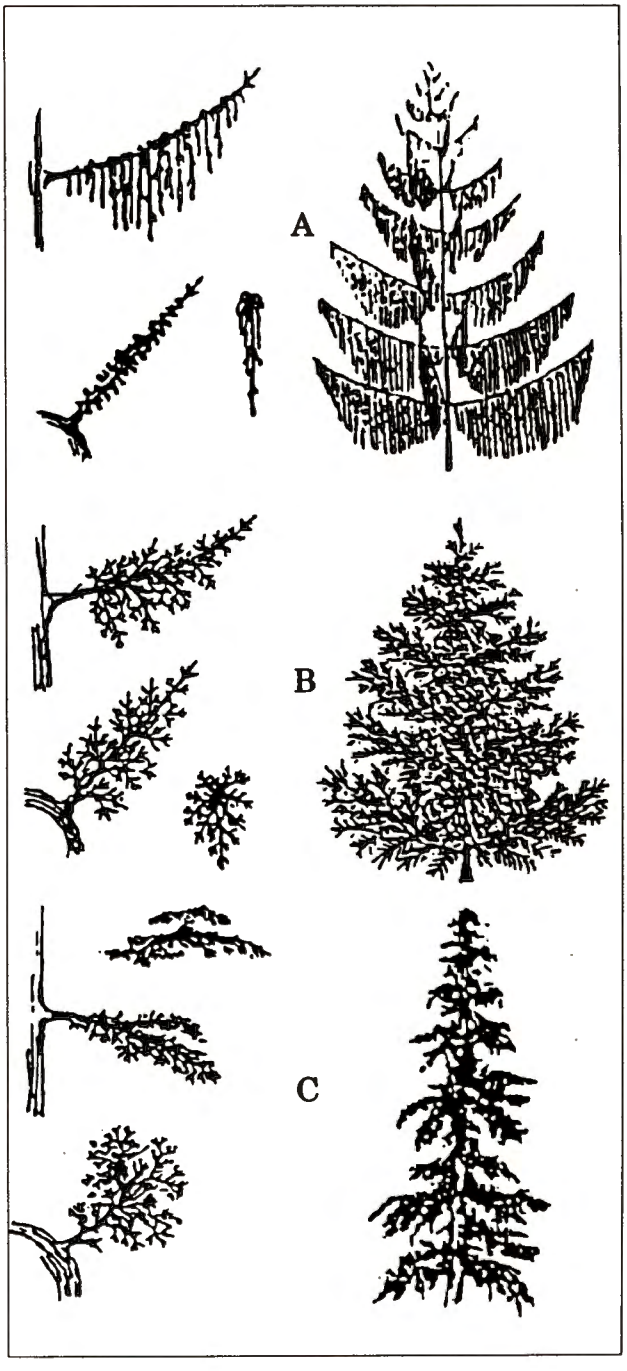
ni di SO_2 e, in minor misura, di ossidi d'azoto. Estremamente scarse sono le stazioni attrezzate per il rilevamento dell' ozono che, viceversa, è particolarmente fitotossico.

Effettivamente c' è una carenza generalizzata di dati relativi alle concentrazioni di ozono. Gli strumenti che effettuano la misura automatica di questo inquinante sono costosi e richiedono personale tecnico altamente specializzato, di conseguenza mal si prestano alla realizzazione di reti estese di monitoraggio. Però, per rilevare la presenza di ozono e conoscerne la distribuzione su vaste aree è possibile utilizzare come indicatore il danno visibile che compare sulla superficie fogliare di piante particolarmente sensibili.

L' ozono antropogenico è prodotto dalla reazione chimica, favorita dalla radiazione solare UV, tra idrocarburi e ossidi di azoto prodotti dalla maggior parte dei processi di combustione. La concentrazione di ozono nella bassa atmosfera dipende quindi da quella dei precursori e dall' irraggiamento solare. E' infatti durante la stagione estiva che si possono registrare i valori piu alti di O_3.

La particolare conformazione geografica della valle Padana, l' elevata densità di fonti di emissioni mobili e stazionarie nonchè uno scarso ricambio di aria e l' intenso irraggiamento durante il periodo estivo, favoriscono le reazioni fotochimiche che conducono alla formazione di ozono. Per questo, per verificare in via preliminare la fattibilità di una rete di monitoraggio biologico dell' ozono in alta Italia, nel 1986 abbiamo allestito alcune stazioni per l' esposizione di piante indicatrici: per la sperimentazione sono state utilizzate piante di tabacco di una varietà particolarmente sensibile a questo inquinante.

Dalla nostra indagine risulta una maggior incidenza dell' inquinamento da ozono in siti rurali: ciò è dovuto al fatto che nei centri urbani vi è un alto tenore di monossido d' azoto che reagisce con l' ozono a dare biossido d' azoto e ossigeno. Durante il trasporto delle masse d'aria si verificano le reazioni fotochimiche che portano ad una nuova formazione di ozono. Possiamo concludere che l' intensità dei danni fogliari ottenuti nei siti rurali è indicativa di



Tipi di portamento della chioma nell' abete rosso.
A: a pettine; B: a spazzola; C: colonnare.

una situazione di potenziale rischio per le colture agricole.

Devo anche aggiungere che la metodologia adottata si è dimostrata funzionale e di relativamente semplice applicazione: i risultati preliminari dimostrano che piante bioindicatrici possono essere utilizzate per ottenere informazioni sulla presenza e distribuzione dell'ozono e per valutare i possibili rischi per la vegetazione.

Questo genere di biomonitoraggio può essere utilizzato in qualsiasi tipo di realtà territoriale o presenta dei limiti?

Come detto, l' ozono è considerato uno degli inquinanti più dannosi agli ecosistemi forestali a causa della sua elevata fitotossicità e delle alte concentrazioni che si possono determinare nel periodo primaverile-estivo. Lesioni fogliari visibili si verificano frequentemente in diverse regioni degli Stati Uniti su numerose specie di conifere e latifoglie; l' ozono è inoltre in grado di rallentare lo sviluppo di specie arboree anche in assenza di danni visibili.

Nell' 87 abbiamo condotto un' esperienza di monitoraggio biologico in due zone alpine ma, nonostante le piante avessero sviluppato danni fogliari caratteristici dell' ozono per tutto il periodo considerato, non è stata trovata correlazione tra entità delle lesioni fogliari e concentrazione di ozono. In concomitanza di difficili condizioni climatiche, come basse temperature e sbalzi dell' umidità dell' aria, il danno fogliare sembrava seguire più l' andamento della temperatura che quello dell'ozono.

Ciò non stupisce se si considera che fattori quali il clima, influenzato a sua volta dall' altitudine, interagiscono in modo complesso con altri fattori quali lo stadio di sviluppo delle piante o l' eventuale presenza di altri inquinanti nell' aria: la risposta delle piante indicatrici ai fotoossidanti è la risultante di tutto ciò.

Nel campo della lotta all' inquinamento idrico si stanno sempre più sviluppando studi concernenti la fitodepurazione come mezzo non solo per ripulire l' acqua, ma anche per riciclare nutrienti di valore. Esiste qualche cosa di simile nel campo della lotta all' inquinameto atmosferico?

Sicuramente le essenze arboree in ambiente urbano giocano un ruolo purificatore molto importante: la loro azione filtro si compie nel trattenere polveri e particelle grazie alla ampia superficie della chioma esposta all' aria. Questa azione puramente meccanica è coadiuvata da una componente fisiologica di rimozione di zolfo e azoto dall' aria mediante l'assunzione attraverso gli stomi.

Può consigliare una bibliografia di base ai nostri lettori?

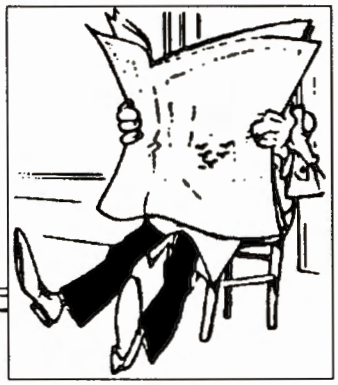
Una aggiornata esposizione divulgativa della problematica si trova nel volume di Giacomo Lorenzini *"Le piante e l' inquinamento dell' aria"*, della Edagricole. Più specialistico, in quanto dedicato prevalentemente agli aspetti della sintomatologia acuta di danno, è *"Inquinamento atmosferico e vegetazione"* di Mezzetti e coautori, sempre della Edagricole.

Sul problema del deperimento delle foreste segnalo il volume di Romano Gellini *"Danni forestali di nuovo tipo"* edito dalla Regione Toscana e, per chi desiderasse un approfondimento sui meccanismi e sulle cause, segnalo l'articolo di Blank et al. pubblicato su "Nature" del 3 novembre 1988 *"New perspectives in forest decline"*.

Segnalo, infine, il recente testo di Treshore *"Air pollution and plant life"*, edizioni Wiley & Sons.

* * * * * * *

ABSTRACTS



BIOMANIPOLAZIONE

[84] 1- The impact of planktivorous fish on the structure of a plankton community

DESTINO AMBIENTALE

[85] 1- Chemical composition of vegetable grown on an agricultural soil amended with sewage sludges

[86] 2- The octanol/water partition coefficient of humic material and its dependence on hydrogen ion activity

[87] 3- Indici convenzionali di rischio ambientale: una proposta metodologica

IGIENE AMBIENTALE

[88] 1- Denitrificazione biologica di acque ad uso potabile. Risultati della prima serie di prove sperimentali

METABOLISMO ACQUATICO

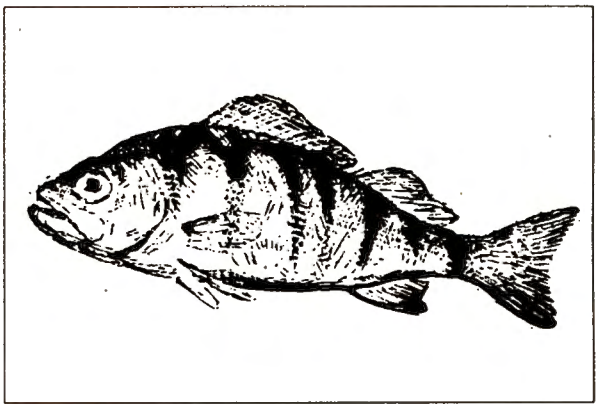
[89] 1- The biological importance of humic material in acidified waters

[90] 2- Metabolic activities in flocculent surface sediments and underlying sandy littoral sediments

[91] 3- A membrane filter method for the enumeration of aquatic ammonifiers

[92] 4- Measuring nutrient spiralling in streams

[93] 5- Interbiome comparison of stream ecosystem dynamics



POST J.R., MC QUEEN D.J.

The impact of planktivourous fish on the structure of a plankton community

Freshwater Biology, **17**: 79-89, 1987 [84]

I pesci che si nutrono di plancton producono rilevanti effetti sulla struttura tassonomica e sulla taglia delle comunità zooplanctoniche. Quando questi pesci sono numerosi, lo zooplancton dei laghi e degli stagni è costituito da specie erbivore e predatrici di piccola taglia, mentre dominano le specie di grossa taglia quando i pesci sono rari o assenti. Alcuni Autori hanno dimostrato che le specie erbivore dello zooplancton controllano i popolamenti algali riducendo l' abbondanza dei gruppi appartenenti al nanoplancton.

Il lavoro si propone di quantificare le relazioni tra pesci ad alimentazione planctonica, biomassa di zooplancton e biomassa di fitoplancton. Allo scopo, sul lago eutrofico di St George (Ontario, Canada), sono stati approntati tre recinti di 750 m^3, in nylon rivestito di polivinile. Nei recinti 1 e 2 sono stati immessi rispettivamente 600 e 200 giovani pesci persici mentre il terzo è stato utilizzato come controllo; settimanalmente sono stati aggiunti azoto e fosforo, sotto forma di nitrato di sodio e di acido fosforico, per garantire analoghe condizioni sperimentali, ovviando ad eventuali carenze.

Da giugno a settembre 1982 sono stati effettuati controlli fisici e chimici per valutare la torbidità (disco di Secchi), la temperatura e l'ossigeno disciolto, unitamente a campionamenti di pesci, di zooplancton e di fitoplancton.

La stima della biomassa dei pesci durante il periodo sperimentale ha mostrato che, nonostante l' iniziale maggiore biomassa immessa nel recinto 1, in agosto e settembre le popolazioni nei recinti 1 e 2 erano in equilibrio, per una stasi di crescita nel recinto 1. Ciò suggerisce che l' impatto dei pesci sul loro alimento primario (lo zooplancton) deve essere stato più rilevante nel recinto 1. Naturalmente, nel recinto 3 (nessun individuo immesso) non c' era biomassa ittica.

Per quanto riguarda lo zooplancton, si è visto che la predazione da parte dei pesci portava ad una riduzione della biomassa zooplanctonica proporzionale alla biomassa ittica. La taglia degli organismi zooplanctonici, nel mese di giugno, era simile in tutti i recinti (predazione non selettiva). Nei mesi di luglio, agosto e settembre gli individui di grossa taglia erano diventati rari od erano scomparsi nei recinti con pesci mentre nel recinto 3 erano stati pressochè eliminati gli individui di piccola taglia. Questa selezione comportava conseguentemente variazioni nella composizione tassonomica, inizialmente simile in tutti i recinti.

Le osservazioni sul fitoplancton hanno evidenziato che la comunità di individui zooplanctonici filtratori di grossa taglia, presenti solo a

basse densità di pesci predatori, poteva aver inizialmente influito sulla biomassa fitoplanctonica, prima del bloom algale. Al momento del bloom, invece, tale biomassa era pressochè simile in tutti i recinti, il che dimostra che anche l' abbondanza di erbivori di grossa taglia non è un fattore efficace nel controllo dei blooms algali. La composizione tassonomica del fitoplancton, inizialmente simile nei tre recinti, dalla fine di luglio si è diversificata a seconda della taglia dello zooplancton.

Si è quindi confermato che i pesci che si nutrono di plancton possono influenzare la taglia e la composizione tassonomica dello zooplancton mentre è risultata meno chiara la relazione tra comunità zooplanctoniche e fitoplanctoniche. Ciò contrasta con le conclusioni di altri Autori, che hanno individuato nella riduzione del numero di pesci che si nutrono di plancton un metodo per ridurre l' eutrofizzazione.

Se il controllo del fitoplancton da parte degli erbivori può essere importante nel periodo primaverile, durante i blooms algali entrano probabilmente in gioco fattori indipendenti dall' abbondanza di erbivori e quindi drastiche alterazioni della comunità ittica possono avere solo effetti marginali sulla biomassa di fitoplancton. Il successo di tale tecnica di biomanipolazione è quindi da considerare assai limitato.

P. C.

R.F. KEEFER, R.N. SINGH and D.J. HORVATH

Chemical composition of vegetables grown on an agricultural soil amended with sewage sludges

J. Environ. Qual., **15**, n. 2: 146-152, 1986. [85]

Alcune specie vegetali (ravanello, carota, cavolo, fagiolo, mais e pomodoro) sono state coltivate su un terreno ammendato con quattro fanghi di liquami fognari, per valutarne l'assorbimento di metalli pesanti. I fanghi, due stabilizzati mediante digestione anaerobica, uno con digestione aerobica ed uno con compostaggio, venivano applicati a piccoli lotti di terreno (15 m²) in due dosi: 9 e 15 q/ha (peso secco). Ogni prova comprendeva cinque repliche e due set di controllo, costituiti da terreno non ammendato, uno fertilizzato normalmente e l' altro non fertilizzato.

L' analisi chimica dei fanghi rilevava una bassa concentrazione di potassio ed una notevole variabilità nel contenuto di metalli pesanti. Nei vegetali si registrava complessivamente un incremento di metalli pesanti, dipendente dall' elemento e dal fango adoperato, senza che, tuttavia, emergesse una correlazione attendibile tra composizione chimica del terreno e assorbimento di metalli.

Le parti edibili dei vegetali, ad esclusione dei pomodori e dei ravanelli, non sembrano comportare rischi sanitari, purchè il contenuto di Cd nei fanghi non superi 1 mg/kg ed il

rapporto Zn/Cd sia ⩾ 200 (si ritiene, infatti, che lo Zn riduca la tossicità del Cd, forse per competizione con esso: *n.d.r.*). Effetti tossici potrebbero invece derivare dal consumo di pomodori e ravanelli, per il basso rapporto Zn/Cd riscontrato (rispettivamente circa 100 e tra 50 e 100).

Nelle parti non edibili di alcuni vegetali l'accumulo di metalli pesanti era considerevole e in tutti, tranne nel fagiolo, il rapporto Zn/Cd era compreso tra 10 e 100. Rischi di tossicità potevano derivare dal consumo di mais come foraggio.

Gli Autori concludono con la considerazione che la conoscenza della composizione chimica dei fanghi, pur essendo indispensabile, si rivela insufficiente: prima di poter usare con sicurezza i fanghi in agricoltura occorrono ulteriori studi.

B.B.

R.C. PETERSEN Jr., A. KULLBERG

The octanol/water partition coefficient of humic material and its dependence on hydrogen ion activity

Vatten, **41**: 236-239, 1985. [86]

Il coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (K_{ow}) è utilizzato da tempo con successo per stimare la biodisponibilità e la tossicità potenziale di composti organici specifici (sedativi, PCB, ecc.).

Sulla scorta di tali esperienze, è stato determinato il K_{ow} di tre tipi di composti umici, osservando che -nell' intervallo di pH da 6,5 a 3,5- esso tende ad aumentare parallelamente all'incremento dell'attività idrogenionica. Ciò segnala, probabilmente, l' incremento di lipofilia dei componenti fenolici e polifenolici dell'humus acquatico (aventi indubbie capacità tossiche, dirette e indirette), secondo una "pH dipendenza".

Ne deriva che l'aumento stagionale od occasionale dell' acidità delle acque dolci può innescare la mobilizzazione di alcuni costituenti dei composti umici, diversamente indisponibili, determinando effetti negativi sulle comunità acquatiche.

M.C.

MALCEVSCHI S., MARCHETTI G.

Indici convenzionali di rischio ambientale: una proposta metodologica

Acqua-Aria, 5: 569-577, 1988 [87]

Diversi sono i rischi che possono essere definiti come ambientali: quelli legati alle attività quotidiane dell' individuo e quelli legati all' ambiente esterno (naturali o di origine antropica). Nel presente lavoro viene esaminato il rischio ambientale esterno e viene proposto un modello di calcolo che tenga conto dei vari elementi in gioco.

Il concetto di rischio comprende diverse componenti: una sorgente iniziale (S), cioè un evento che modifica lo stato di fatto; le vie critiche (VC) cioè le linee di trasmissione che in un contesto ambientale determinano le interferenze; i bersagli dei rischi (B), cioè gli elementi ambientali sui quali l' evento ha un effetto negativo più o meno intenso. Il rischio stimabile (R) è direttamente proporzionale ad alcuni fattori:

- le dimensioni degli eventi scatenanti (H) (non sempre sono possibili stime dirette);
- la pericolosità intrinseca delle interferenze prodotte (Gh);
- la capacità dell' interferenza di attraversare la via critica senza subire attenuazioni, cioè la suscettibilità della via critica all' attraversamento (Svc);
- le dimensioni degli effetti sui bersagli interessati (B · Vb): queste dipendono dalle dimensioni dei bersagli (B) e dal valore che si attribuisce ai possibili bersagli (Vb);
- la suscettibilità intrinseca dei bersagli (Sb) ad assumere gli input esterni;
- la probabilità che gli eventi esterni si verifichino (Ph);
- la probabilità (Pvc) che le conseguenze degli eventi iniziali passino effettivamente per le vie di collegamento al bersaglio.

Infatti, considerando lo schema sorgente → vie critiche → bersaglio, si deve tener presente che il rischio ha un carattere di incertezza perchè, non essendosi l' evento ancora verificato, la sua potenzialità negativa non è sicuramente prevedibile (a differenza del danno o dell' impatto). Il livello di incertezza può essere quindi definito come probabilità (P), ossia come la frequenza attesa in una determinata unità di tempo. Il rischio finale è il risultato di più stadi di probabilità Ph e Pvc.

Da quanto illustrato sopra, il rischio potrebbe essere quantificato nella seguente equazione:

$$R = H \cdot Gh \cdot Ph \cdot Svc \cdot Pvc \cdot B \cdot Vb \cdot Sb$$

Considerate, però, le difficoltà insite nella stima delle singole componenti, il modello completo di calcolo è praticamente inutilizzabile nella maggior parte dei casi reali. Viene dunque proposta una metodologia basata sulla scomposizione dell' equazione ottimale in modo da effettuare la stima del rischio attraverso l' uso delle componenti disponibili ritenute significative. Tali stime possono funzionare come indici sintetici del rischio analizzato.

Gli indici sintetici hanno il vantaggio di sfruttare al meglio l' informazione esistente in casi di carenze di informazioni di base e nei casi di rischi complessi (es. i rischi sugli ecosistemi) difficilmente analizzabili attraverso sistemi di equazioni. In base alle componenti che possono essere convenientemente utilizzate, caso per caso, si possono avere, per esempio, indici definiti dalla sorgente, indici definiti dai bersagli, indici definiti dalle vie critiche. Gli Autori illustrano per gli indici citati tre esempi pratici.

Per gli indici basati sulle sorgenti viene riportata la mappa delle aziende ad alto rischio di inquinamento di acque superficiali effettuata per il catasto degli scarichi della provincia di Pavia. L' indice di rischio è stato definito come:

$$R = H \cdot Gh \cdot Vb$$

La quantità degli scarichi prevedibili è stata stimata sulla base di proposte della letteratura; la pericolosità dell' interferenza è stata stimata sulla base della pericolosità complessiva attribuibile agli scarichi di diverse categorie industriali in relazione alle sostanze prevedibilmente scaricate; l' importanza dei bersagli è stata indicizzata riconoscendo sul territorio provinciale aree a differente priorità di interesse, stabilendo per ognuna un coefficiente.

Per gli indici definiti dai bersagli è stata valutata la vulnerabilità di un territorio al fine della localizzazione di una discarica controllata di rifiuti solidi. Il potenziale bersaglio poteva essere costituito dalle risorse idriche utilizzabili: si è tenuto conto perciò degli insediamenti esistenti in quanto utilizzatori attuali o futuri delle riserve idriche e del senso di scorrimento della falda. Il modello di calcolo utilizzato è:

$$R = B \cdot Pvc$$

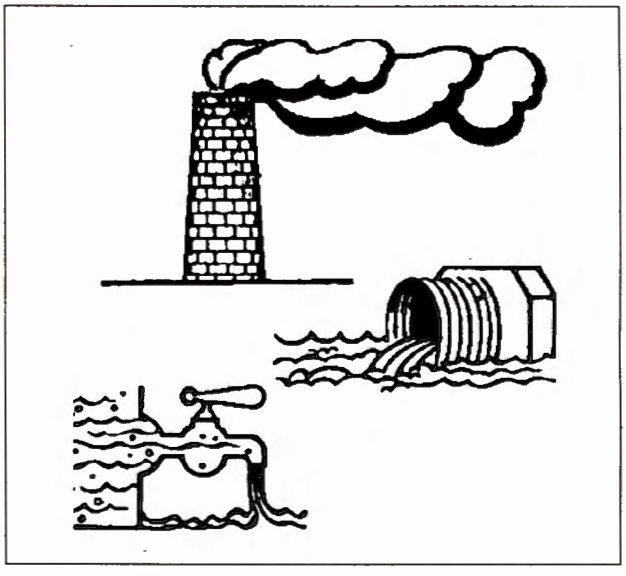
La probabilità che il bersaglio venga raggiunto dal rischio è definita dal trovarsi o meno nel senso di scorrimento della falda.

Come indice definito dalle vie critiche è stato considerato lo scarico del depuratore di un complesso produttivo situato presso le rive del f. Ticino. L' obiettivo dell' analisi è stato il confronto fra destinazioni alternative di scarico. Il modello di calcolo utilizzato è:

$$R = Pvc \cdot Svc \quad \text{con} \quad Svc = KA_i \cdot Vs_i \cdot LL_i$$

La suscettibilità della via critica è intesa come sequenza di i successive unità ambientali attraversate dall' agente di impatto, con L_i = lunghezza dell' i-esima unità ambientale attraversata. I bersagli considerati erano gli ecosistemi presenti, la balneabilità del fiume, le falde idriche lontane. La stima calcolata ha permesso di evidenziare come lo scarico diretto nel f. Ticino fosse quello a maggior rischio ambientale indotto e che l' introduzione di ecosistemi filtro avrebbe diminuito tale rischio.

F. S.



C. NURIZZO, R. VISMARA

Denitrificazione biologica di acque ad uso potabile. Risultati della prima serie di prove sperimentali

Ingegneria Ambientale, **17**, n. 2, feb. 1988. [88]

La necessità di studi e applicazioni relativi ai metodi di rimozione dei nitrati dalle acque potabili si rende necessaria a causa del continuo aumento di tale parametro nelle falde idriche. Le attività agricole con fertilizzazione intensiva, lo spandimento di liquami e fanghi, le discariche a fondo permeabile, sono ritenute le cause principali del fenomeno. Anche in Italia sono in aumento i casi in cui la concentrazione di nitrati nelle acque si approssima o supera la concentrazione massima ammissibile (CMA) fissata dalla normativa (il DPCM 8.2.85 fissa la CMA a 50 mg/l e il valore guida a 5 mg/l di NO_3).

Fra i rischi igienici associati al consumo di acque ricche di nitrati si considerano casi di cianosi infantile (metaemoglobinemia) e la potenziale induzione di neoplasie del tratto gastroesofageo conseguente alla trasformazione dei nitrati ingeriti in nitriti e in composti N-nitrosi.

Uno dei metodi attualmente più interessanti per la rimozione dei nitrati dall' acqua potabile è la denitrificazione biologica eterotrofa. In tale processo sono importanti la scelta del substrato carbonioso, che non deve risultare tossico, e il tipo di reattore biologico. Le fonti di carbonio possono quindi essere prodotti di uso alimentare o assimilabili come, per esempio, il glucosio, lo zucchero, l' etanolo puro, l' acido citrico (per uso farmaceutico), l'acido acetico, l' alcool denaturato con procedure non tossiche. Il tipo di reattore preferibile è quello a colonie adese perchè consente di operare a concentrazioni batteriche elevate e quindi di trattare carichi volumetrici elevati rispetto al reattore a colonie sospese che, inoltre, è più sensibile alla presenza di ossigeno libero e può provocare problemi di separazione dei solidi sospesi nell' acqua trattata.

La sperimentazione è stata condotta su un impianto pilota installato presso il serbatoio Vedù del Consorzio Acqua Potabile di Merate, Cerusco L. e Montevecchia (CO), dove il tenore in nitrati si approssima a quello massimo stabilito dalla normativa. E' stato necessario indagare sull' efficacia della scelta dello zucchero come fonte esterna di carbonio atossica e facilmente dosabile; sono stati calcolati i carichi applicabili all' impianto in funzione del rendimento di rimozione dei nitrati, i livelli di OD compatibili con il processo, ed è stata determinata la produzione di fanghi di supero. L' assenza di fosfati e l' alta concentrazione di ossigeno disciolto, caratteristiche dell' acqua da trattare, sono state ovviate, rispettivamente, con l' aggiunta di fosfati solubili e con una preventiva deossigenazione di tipo chimico per raggiungere le condizioni di anossia.

La sperimentazione si è articolata in 5 serie di prove distinte sulla base di diverse portate (da 500 a 1500 l/h) di acqua da trattare. L'elaborazione statistica dei dati evidenzia che, per concentrazioni in ingresso dell' ordine di 43 mg/l di NO_3, le concentrazioni medie in uscita sono inferiori a 25 mg/l anche operando

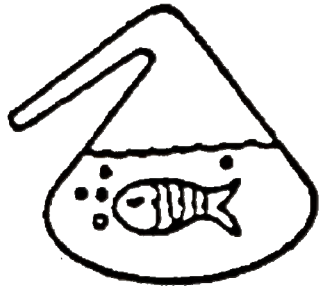
con carichi volumetrici fino a 5,3 kg NO_3/ m^3 · giorno e con la temperatura minima raggiunta durante il periodo di sperimentazione (7 °C). La quantità di zucchero utilizzato, pur eccedendo la dose calcolata, ha consentito di ottenere valori di COD in uscita < 8 mg/l. La produzione di fanghi è risultata mediamente pari a 2,34 kg SV/ kg N-NO_3 rimosso e, con riferimento al substrato utilizzato, è stata pari a 0,85 kg SV/ kg zucchero (la frazione di solidi volatili è mediamente pari al 67% dei solidi totali). Un notevole inconveniente del processo è il riscontro, all' uscita della colonna di denitrificazione, di nitriti che, nonostante la riduzione subita durante la fase terminale del processo, rimangono superiori agli standards vigenti (0,1 mg/l di NO_2) [e che sono più nocivi dei nitrati di partenza, *n.d.r.*].

F. S.

R.C. PETERSEN Jr., A. HARGEBY, A. KULLBERG

The Biological Importance of Humic Material in Acidified Waters

National Swedish Environ. Protection Board REPORT 3388, 1987. [89]



Gli Autori, basandosi su personali esperienze di laboratorio e sulla letteratura disponibile, passano in rassegna e "rivisitano" criticamente le attuali conoscenze sulla chimica, sulla biologia e sull' ecotossicologia dell' humus acquatico che, fra le componenti degli habitat d' acqua dolce superficiale, è sicuramente una delle meno investigate.

Nella prima parte del lavoro vengono presentati i principali aspetti, anche metodologici, della chimica dell' humus; questa introduzione facilita la comprensione della seconda parte, in cui vengono descritte l' attività, la funzione e l'importanza biologica dell' humus. Ne scaturisce un quadro tecnico esauriente e più di un interessante stimolo all' approfondimento dei singoli argomenti e alla ricerca.

Si apprende così (e ciò riveste un particolare rilievo in relazione alle precipitazioni acide) che, a basse concentrazioni, i materiali umici possono complessare metalli tossici ed, in generale, proteggere, stimolare o fungere da nutrimento per gli organismi, minimizzando gli effetti dell' acidificazione del mezzo acquatico. A concentrazioni maggiori, invece, lo stesso humus diviene un "tossico biologico", probabilmente per l' amplificazione della permeabilità di membrana alle sostanze lipofile.

Ed ancora: a pH diversi e secondo i metalli pesanti con cui viene in contatto, l' humus può produrre effetti negativi o positivi, in parte ancora contraddittori e difficilmente comprensibili isolatamente; per la presenza di gruppi carbossilici e fenolici esercita un' azione tampone; contribuisce alla formazione di particellato che entra nella catena del detrito, cibo di organismi specializzati; è in grado di complessare i "nutrienti limitanti" (ad es. il calcio), riducendone la disponibilità; le sue proprietà tensioattive influenzano la tossicità di metalli pesanti e pesticidi, così come l' attività enzimatica e metabolica; ha caratteristiche batteriostatiche, grazie al contenuto in tannini, ecc. Per il biologo, dunque, un campo tutto da esplorare!

M.C.

SWEERTS J.P., RUDD J.W., KELLY C.A.

Metabolic activities in flocculent surface sediments and underlying sandy littoral sediments

Limnol. Oceanogr., **31** (2): 330-338, 1986

[90]

Tra i vari problemi che oggi affliggono gli ambienti lacustri, l' eutrofizzazione riveste senz' altro un ruolo di primaria importanza. In modo particolare, in invasi con scarsa profondità, l' accumulo di sedimenti costituisce forse una delle più importanti fonti di rilascio di nutrienti responsabili del fenomeno distrofico. Studi sempre più approfonditi mirano ad evidenziare quantitativamente l' attività metabolica dei sedimenti, senza tuttavia distinguere le varie frazioni che li compongono e l' influenza che queste hanno sul risultato complessivo.

E' quanto si propongono gli Autori, secondo i quali la presenza di uno strato flocculante sopra i sedimenti sabbiosi litoranei già consolidati dimostra una attività particolarmente evidente. La frazione flocculante dei sedimenti è composta di materiale prodotto in situ oppure di materiale, autoctono o alloctono, sedimentato dagli strati trofogeni (epilimnio). Dipende quindi anche dalle variazioni stagionali del seston; è facilmente risospendibile e soggetto a periodici rimescolamenti causati dall' idrodinamismo.

Il lavoro è stato finalizzato alla conoscenza della quota di attività metabolica dovuta alla frazione flocculante dei sedimenti, confrontata con quella dello strato consolidato sottostante. L' area di studio era costituita da un piccolo lago canadese a nord est dell' Ontario, nell' Area dei Laghi Sperimentali. La zona litorale era caratterizzata da un substrato a massi e ciottoli (75%) e sabbia (25%). Il tipo di sedimento e la percentuale di copertura della frazione flocculante veniva determinata con l'aiuto di due sommozzatori.

Per i campionamenti in loco i ricercatori si sono avvalsi di apposite camere stagne, in Plexiglas trasparente e opaco, sommerse e sigillate nei sedimenti, dalle quali veniva estratta a intervalli di tempo (10') una quota di acqua per l' analisi, adeguatamente rimescolata tramite un agitatore elettrico. Campioni di sedimento e acqua venivano inoltre portati in laboratorio per mezzo di carote in Plexiglas, chiuse ermeticamente alle due aperture.

I parametri controllati erano rappresentati dalla quota di respirazione e fotosintesi della comunità epipelica (organismi viventi sui sedimenti litorali), misurando le variazioni del carbonio inorganico disciolto (DIC), la respirazione della sola macrofauna, l' andamento della curva dell' ossigeno nei sedimenti. Veniva inoltre misurata la diffusione delle sostanze disciolte all' interno dello strato di sedimento, in presenza e assenza di flocculanti, l' azione tampone dei sedimenti e altre analisi chimiche (peso secco, carbonio organico e azoto).

L' aliquota di respirazione e fotosintesi proveniente dai sedimenti con frazione flocculante era circa il doppio di quella dei sedimenti che ne erano sprovvisti. La quota di produzione primaria della colonna d' acqua è in relazione lineare con il rapporto area dei sedimenti/ volume di epilimnio. Vale a dire che l' input di

nutrienti derivante dal ricircolo dei sedimenti epilimnici è una componente essenziale dell'input totale. Lo studio rivela che la frazione flocculante assume un ruolo primario, come sito di ricircolo di tali nutrienti. I pochi millimetri di spessore della frazione flocculante possono quindi risultare più importanti di tutto lo strato di sedimenti sottostante: ciò è probabilmente attribuibile al fatto che la frazione flocculante è composta da materiale organico recentemente depositatosi. La presenza di tale frazione influisce fortemente sul tenore di ossigeno presente negli strati di sedimento sottostanti, tanto da renderli anaerobici: come se in presenza di tale frazione lo strato di sedimento in cui avvengono i processi anaerobici si spostasse verso l' alto. Studiando la distribuzione dei solfati e avendo dimostrato che la diffusione dei soluti attraverso i sedimenti non è alterata dalla presenza dei flocculanti (5 mm di spessore), gli Autori giungono alla conclusione che l' innalzamento della zona di riduzione è da imputare alla notevole richiesta di ossigeno da parte dei flocculanti stessi.

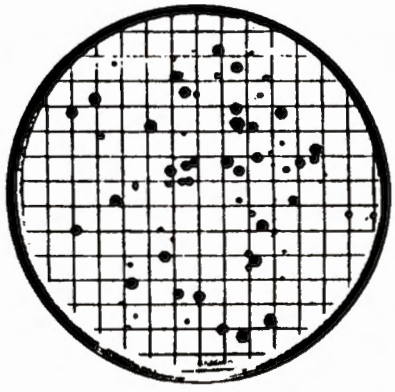
La presenza dello strato flocculante può essere responsabile dell' andamento del metabolismo di tutti i sedimenti sottostanti; inoltre impone su questi condizioni di ossidoriduzione tali da influire enormemente sulla dislocazione delle attività della flora microbica del sedimento. Ne risulta l' importanza di tale frazione di sedimenti sull' intero metabolismo dei laghi e la necessità di una miglior conoscenza dei fenomeni ad essa connessi.

G.N. B.

WARBINGTON R. C., MARTIN K.L., RICE D.A., HOWELL D.G., BOYD W.L.

A membrane filter method for the enumeration of aquatic ammonifiers

Water Res., **21**(5): 601-604, 1987 [91]



L' ammoniaca non ionizzata è tossica, specialmente per i pesci, ed è quindi importante riuscire a controllare la sua concentrazione nelle acque. L' ammonificazione è una reazione del ciclo dell' azoto sostenuta da microorganismi: il loro conteggio può essere quindi usato per indicare indirettamente il turnover del substrato organico in un dato habitat. Le popolazioni batteriche ammonificanti dovrebbero essere più numerose laddove sussistono condizioni ottimali per l' ammonificazione: il loro conteggio nei diversi sistemi acquatici potrebbe quindi essere utilizzato come indicatore di qualità dell' acqua.

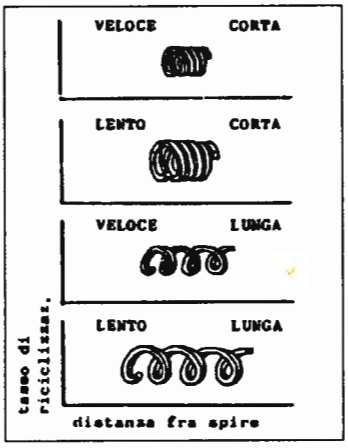
L' indagine è stata condotta su campioni provenienti da laghi, torrenti, fiumi, stagni e canali irrigui in un' area al centro-nord del Colorado. Data la natura prevalentemente eterotrofa degli ammonificanti, i campioni sono stati filtrati su membrane da 45 μm e queste sono state deposte in capsule Petri su terreno di coltura per eterotrofi (m-HPC). Per diffe-

renziare gli ammonificanti sono stati aggiunti al mezzo colturale degli indicatori di pH, considerando la presenza di prodotti terminali basici come indice di produzione di ammoniaca. A causa della produzione di altre sostanze alcaline, questo metodo conduceva ad una sovrastima delle colonie di ammonificanti: ciò è stato verificato con l' uso del reattivo di Nessler, che è stato poi impiegato come indicatore esterno, in alternativa alla misura del pH. E' stato così possibile stabilire la percentuale di batteri eterotrofi in grado di produrre ammoniaca.

Si è visto che questa percentuale variava nei diversi ambienti acquatici, oscillando dallo 0,08 al 37% della popolazione di eterotrofi nei campioni prelevati dai fiumi, dallo 0,2 al 10,6% per le acque di uso irriguo e dall' 1,4 al 3% nei campioni provenienti da stagni e laghi. Analisi chimiche dirette della concentrazione di ammoniaca non sarebbero state in grado di stabilire i tassi di ammonificazione in un sistema naturale, complesso e dinamico.

Alla luce di queste esperienze, il conteggio dei batteri ammonificanti potrebbe essere il metodo migliore per stimare la produzione di ammoniaca a partire da materiale organico.

P. C.



NEWBOLD J.D., ELWOOD J.W., O' NEILL R.V., WINKLE W.V.

Measuring nutrient spiralling in Streams

Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 860-863, 1981 [92]

Nutrienti come l' azoto e il fosforo sono due elementi critici nel mantenimento delle funzioni degli ecosistemi delle acque correnti. Borman e Likens (1979), Webster (1975), Webster e Patten (1979) hanno puntualizzato il fatto che i nutrienti di un corso d' acqua non vengono ciclizzati sul posto ma, a causa del loro trasporto con la corrente, completano il loro ciclo più a valle.

Il processo è più concretamente visualizzabile come un movimento spiraliforme. Gli Autori hanno introdotto e misurato la lunghezza di spiralizzazione definibile come la distanza media associata ad un ciclo completo di un atomo di nutrienti. Newbold et Al., utilizzando P^{32} come tracciante in un piccolo corso d'acqua, hanno stimato una lunghezza di spiralizzazione di 132 metri.

Nelle acque correnti, quanto più è corta la lunghezza di spiralizzazione, tanto più efficientemente verranno utilizzati i nutrienti. Il concetto di lunghezza della spiralizzazione incorpora sia il tempo di riuso che il tempo di ritenzione dei nutrienti e ci fornisce un utile strumento per mettere in relazione il flusso verso valle di queste sostanze con l' attività metabolica dell' intero corso d' acqua.

Gli Autori concludono che la lunghezza di spiralizzazione è anche un indice dell' utilizzazione dei nutrienti accumulati nel bacino idrografico.

E. O.

MINSHALL G.W., PETERSEN R.C., CUMMINS K.W., BOTT T.L., SEDELL J.R., CUSHING C.E., VANNOTE R.L.

Interbiome comparison of stream ecosystem dynamics

Ecological Monographs, **53** (1): 1-25, 1983
[93]

Gli Autori hanno studiato alcuni corsi d' acqua di quattro distinte aree geografiche del nord degli U.S.A. in modo da poter comparare le variazioni di alcuni parametri chiave degli ecosistemi fluviali a diversi gradienti di pendenza e di vari ordini di grandezza. I parametri presi in esame erano: materia organica bentonica (BOM), materia organica trasportata (TOM), produzione primaria, respirazione delle comunità e decomposizione di pacchetti fogliari.

In ogni corso d' acqua sono state esaminate quattro stazioni, alcune in rami di 1° e 2° ordine ed altre in fiumi di 5°-7° ordine. I risultati di ciascuna variabile vengono presentati e discussi secondo il concetto della continuità fluviale (River continuum concept) formulato da Vannote et Al. nel 1980. In questo studio viene anche sostenuta l' idea che, man mano che si scende da monte verso valle, si hanno delle variazioni graduali nella struttura e nel funzionamento degli ecosistemi fluviali.

Gli Autori fanno anche presente che possono esserci deviazioni rispetto al modello postulato, dovute: 1) alla geologia e climatologia del bacino idrografico; 2) alle condizioni riparie; 3) ai tributari; 4) a specifiche condizioni litologiche e geomorfologiche.

Il concetto del continuum dei corsi d' acqua può essere visualizzato come una scala che si allunga e si restringe, da monte verso valle, in dipendenza delle forze macroambientali (1 e 2), seguite dalla formazione di più localizzate influenze microambientali (3 e 4). L' analisi delle interazioni tra il BOM e il TOM permette anche di valutare le capacità di ritenzione della materia organica.

In genere le acque di fondovalle avevano una capacità di ritenzione inferiore rispetto ai piccoli torrenti. La stima dei tempi di turnover si aggirava tra 0,2 e 14 anni e, mediamente, era compresa tra 1 e 4 anni. I tempi di turnover e la distanza percorsa dalla sostanza organica erano determinati primariamente dalle interazioni tra la velocità della corrente e le capacità ritentiva del corso d' acqua, mentre i processi biologici giocavano un ruolo secondario.

Le differenze che giocano un ruolo importante nei meccanismi di ritenzione suggeriscono l' ipotesi che i tratti montani possano essere funzionalmente più stabili, almeno alle alterazioni dovute al disturbo fisico, rispetto ai tratti intermedi dei corsi d' acqua.

E. O.

SEGNALAZIONI

G. FORNERIS

GLI INCUBATOI DI VALLE

Problemi connessi con i ripopolamenti tradizionali e nuove proposte metodologiche

Ed. Provincia di Torino, 1989

Enti pubblici e società di pesca, in anni di acritici interventi di ripopolamento basati sull' errato concetto "più pesci si immettono, più pesci si pescano", hanno alterato, in alcuni casi forse irrimediabilmente, le comunità ittiche delle acque interne italiane ed in particolare le popolazioni delle "zone a trote".

Nella maggior parte dei casi la causa prima del declino delle popolazioni ittiche non è una eccessiva pressione di pesca, ma l' alterazione delle condizioni ambientali (opere di sistemazione idraulica, escavazioni, sbarramenti, derivazioni idriche, distruzione delle zone di frega, inquinamento, ecc.). In un corso d'acqua in condizioni naturali e con una buona capacità biogenica, infatti, il numero di riproduttori al termine di una stagione di pesca è generalmente in grado di garantire il rimpiazzo dei soggetti prelevati: la pratica dei ripopolamenti è quindi spesso ingiustificata. Mantenendo ben fermo il principio che è sempre più corretto rimuovere le cause del declino di una popolazione ittica che intervenire empiricamente con le semine, queste ultime possono risultare utili in alcuni casi, per specie dotate di limitato potenziale riproduttivo (alcuni salmonidi).

Un corretto ripopolamento, ristretto necessariamente alle specie autoctone, è finalizzato non solo al recupero quantitativo delle popolazioni ittiche, ma a garantire la rusticità degli esemplari ed a ripristinare le caratteristiche genetiche della popolazione originaria. A tale scopo il materiale ittico (preferibilmente uova embrionate o avannotti) proveniente da allevamenti commerciali è decisamente inadeguato. Ogni bacino idrografico può essere dotato, invece, del proprio "incubatoio di valle" in cui si allevano uova fecondate artificialmente, spremute da riproduttori catturati in loco, scartando ogni soggetto con dubbie caratteristiche di purezza genetica.

Il volumetto, che tratta con grande chiarezza i principi e gli accorgimenti tecnici da seguire, può essere richiesto all' Assessorato alla Pesca della Provincia di Torino.

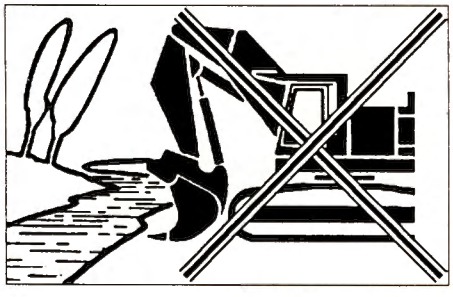
G.S.

GIUSEPPE CERUTTI
IL RISCHIO ALIMENTARE
Edizioni Tecniche Nuove, 365 pp. - £ 44.000

Il volume, nel dissertare sulle basi di una buona e sicura alimentazione umana, analizza le problematiche classiche degli additivi e dei molti contaminanti alimentari, presenta interessanti capitoli, come quello dei funghi e dei dolcificanti, ed affronta nuove tematiche quali quelle dell' etile carbammato e delle ammine pressorie.

Il testo si caratterizza per la grande attenzione al consumatore, destinatario diretto ed indiretto di quanto producono oggi l' agricoltura e le industrie degli alimenti. Opera utile agli studenti universitari, sarà certamente di sussidio anche agli ufficiali sanitari, agli insegnati, ai bromatologi ed alle stesse industrie alimentari.

M.G.

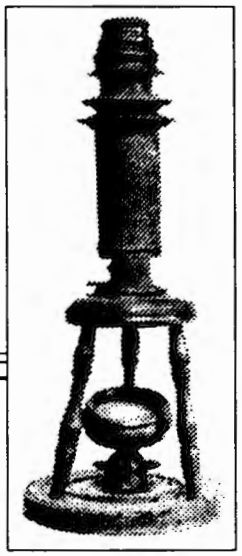


MITIGAZIONE DELL' IMPATTO AMBIENTALE DELLE OPERE FLUVIALI

Sono disponibili le dispense di una lezione, dal titolo "Valutazione del progetto di sistemazione idraulica di un corso d' acqua", tenuta dal socio Sansoni al corso di aggiornamento sulla V.I.A. organizzato dall' Ordine degli Ingegneri della Toscana. La lezione, rivolta ad ingegneri idraulici, è centrata sull' importanza delle diverse componenti della diversità ambientale dei corsi d' acqua (sinuosità del tracciato, successione buche-raschi, substrato, vegetazione riparia, ecc.) nel condizionare la diversità e la produttività dei macroinvertebrati e nel fornire habitat idonei alle attività vitali dell' ittiofauna: sosta, rifugio, alimentazione, riproduzione.

Il principio "diversità ambientale → diversità biologica → qualità ambientale complessiva" viene proposto come chiave interpretativa e predittiva per stimare l' impatto permanente di alcuni tipi di opere fluviali, correlato al grado di uniformità ambientale risultante. Vengono, infine descritti alcuni dispositivi artificiali che possono essere utilmente impiegati per il miglioramento dell' habitat per la fauna acquatica nei tratti fluviali artificializzati e per mitigare, fin dalla fase progettuale, l' impatto ambientale delle opere fluviali.

Gli interessati possono richiedere l' opuscolo a: *Giuseppe Sansoni, Servizio Multizonale di Prevenzione, via del Patriota 2, 54100 Massa.*



NOTIZIE

IL CENTRO ITALIANO STUDI DI BIOLOGIA AMBIENTALE ALL' VIII° CONGRESSO DELLA SOCIETA' ITALIANA DI TOSSICOLOGIA

Bologna 2-5 maggio 1989

a cura di Paola Manzini

Nell' ambito della Sessione di Tossicologia Ambientale ci è stata offerta l' opportunità di presentare un poster, realizzato con lo scopo di valorizzare l' attività di formazione che il CISBA promuove in campo ambientale.

Il poster, dal titolo "I test biologici per la valutazione e il controllo dell' inquinamento, nelle strutture della prevenzione", si avvaleva di un testo accompagnato da immagini significative che ne stavano a specificare l' argomento ed il contenuto. Nelle pagine seguenti vengono sinteticamente riportati alcuni passi del poster.

Il socio Carlo Francalanci ha presentato nella stessa sessione il poster "Test di tossicità acuta con Daphnia magna*: applicazione sugli scarichi delle lavorazioni orafe in provincia di Arezzo", a dimostrazione dell' utilità ed applicabilità del metodo.*

LA NORMATIVA

- **Uno degli obbiettivi del Servizio Sanitario Nazionale (legge n° 833/79, art 2, h) è:** ***la identificazione e la eliminazione delle cause degli inquinamenti dell' atmosfera, delle acque e del suolo.***

- **I Servizi individuati dal legislatore per il raggiungimento di tali obbiettivi sono quelli territoriali dell' area della prevenzione; ai Presidi Multizonali di Prevenzione compete l' attività analitica.**

- **Per stimare il reale grado di tossicità degli agenti inquinanti, a completamento delle tecniche tradizionali devono essere utilizzati i test biologici.**

(CEE 1986 - OCDE 1987)

LA FORMAZIONE

- **Il "trasferimento" delle conoscenze effettuato dal Progetto Finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente" del Consiglio Nazionale delle Ricerche negli anni 1981-82 ha favorito la formazione professionale dei biologi delle strutture pubbliche sulla utilizzazione dei metodi biologici.**

- **Il Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale che riunisce i biologi operanti nelle strutture pubbliche, dal 1983 ha promosso lo sviluppo e la diffusione degli studi di Biologia Ambientale e delle loro applicazioni attraverso corsi di aggiornamento, seminari e convegni.**

INDICI DI EFFETTO

LE INDAGINI SULLA QUALITA' BIOLOGICA DEI CORSI D' ACQUA

ANALISI DELLE COMUNITA' DI MACROINVERTEBRATI

- **Il monitoraggio biologico ha recuperato, anche alla realtà italiana, il principio che il danno ambientale deve essere valutato sulla base degli effetti che esso produce sui popolamenti animali e vegetali, *gli indicatori biologici*, e non unicamente sulla stima del rischio.**

- **Tenuto conto di questa esigenza, sono stati proposti degli *indici pratici* in grado di tradurre in valori numerici le trasformazioni indotte sulle strutture delle comunità.**

- **L' Extended Biotic Index si è rivelato di grande utilità per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua.**

INDICI DI DIAGNOSI

ANALISI DELLA MICROFAUNA PER IL CONTROLLO DELLA QUALITA' DEGLI IMPIANTI BIOLOGICI DI DEPURAZIONE – I PROTOZOI CILIATI

- **La concentrazione della microfauna in un fango attivo funzionante correttamente è dell' ordine di 10^6 individui per litro.**
- **L' assenza di ciliati o una loro concentrazione inferiore a 10^4 per litro è indice di cattiva depurazione.**
- **La microfauna di un impianto che funziona in modo normale è sempre ben diversificata.**
- **La struttura della microfauna è, quindi, un valido indicatore del grado di funzionalità di un fango attivo.**

INDICI DI RISCHIO

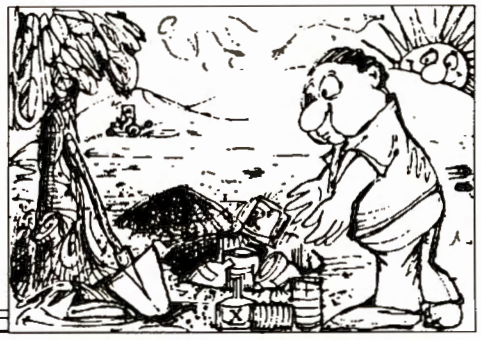
UTILIZZAZIONE DI *DAPHNIA MAGNA* IN TOSSICOLOGIA AMBIENTALE

- **Il test con *Daphnia magna* per la definizione della tossicità dei composti puri ha attualmente raggiunto un elevato grado di standardizzazione. Il passaggio dallo studio degli effetti di una sostanza a quello più complesso dei "rifiuti" scaricati nell'ambiente, introduce meccanismi spesso non ancora completamente compresi.**
- **Tuttavia va rilevato che i test di tossicità con *Daphnia magna* possono essere utilizzati per:**
  - **misurare gli effetti tossici acuti e cronici degli effluenti sul corpo recettore**
  - **caratterizzare la qualità delle acque superficiali**
  - **fornire dati quantitativi sulla tossicità degli effluenti, che possono rappresentare una base per controllare e regolamentare gli inquinanti tossici.**

CONCLUSIONI

Le metodologie riportate, di estrema utilità per la stima della qualità dell'ambiente, patrimonio oggi degli operatori delle strutture preposte istituzionalmente al controllo, debbono essere inserite *anche* nella normativa nazionale.

PAGINE APERTE



UN' ESPERIENZA DI VALUTAZIONE DELLA CONTAMINAZIONE DA ERBICIDI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La discreta idrosolubilità dei diserbanti, proprietà necessaria affinchè essi vengano assorbiti dalle piante ed esplichino la loro azione, rende questi composti veicolabili negli acquiferi sotterranei ad opera delle acque di infiltrazione.

Sulla base delle indicazioni ricavate da un'inchiesta sulla vendita e sul consumo di diserbanti e sul tipo di coltivazioni della Val di Cornia, si è proceduto alla ricerca dell' atrazina e del metribuzin (due erbicidi con emivita piuttosto lunga ed elevata idrosolubilità, utilizzati rispettivamente nelle colture di mais e pomodoro) nelle acque sotterranee. Negli anni '86-87 sono stati prelevati ed analizzati campioni di acqua provenienti da circa 60 pozzi di profondità variabile da 4 a 60 metri. Il metribuzin è risultato assente in tutti i campioni mentre l' atrazina è stata rilevata -in concentrazione notevole: 0,9 μg/l- in un solo pozzo.

Nella zona oggetto dell' indagine i trattamenti diserbanti vengono effettuati a fine primavera. Le scarse precipitazioni e la forte evapotraspirazione nella stagione estiva rendono minima l' infiltrazione nel sottosuolo delle acque di precipitazione e di irrigazione; ciò favorisce lo stazionamento dei diserbanti negli strati superficiali del terreno (nella zona di areazione) e la loro degradazione. Tali condizioni sembrano fornire. una spiegazione plausibile del mancato riscontro dei due diserbanti nelle acque sotterranee.

Un approfondimento dell' indagine ha appurato che l' atrazina risulta sistematicamente assente nelle acque dei pozzi situati in terreni trattati con tale diserbante mentre il pozzo contaminato da atrazina, pur distando alcuni chilometri dalla più vicina coltivazione di mais, veniva impiegato per la preparazione in loco del diserbante. Risulta quindi molto verosimile l' ipotesi che il pozzo contaminato non rifletta un inquinamento generalizzato della falda conseguente ai trattamenti, ma un inquinamento puntiforme causato da sversamenti occasionali di atrazina nel corso della sua manipolazione (solubilizzazione, diluizione, miscelazione, lavaggio dei contenitori, ecc.). L' assenza di un' adeguata cementazione dei pozzi -di vecchia perforazione- rende probabile la penetrazione diretta dell'atrazina nella falda, attraverso le fenestrature del pozzo stesso. Ne deriva la necessità di sensibilizzare gli operatori agricoli affinchè pongano una attenzione particolare nelle fasi di preparazione dei fitofarmaci e di lavaggio dei recipienti.

Gli interessati possono richiedere copia integrale del lavoro (qui brevemente sintetizzato), completo di metodica analitica, a: *Giancarlo Sbrilli, Servizio Multizonale di Prevenzione dell' USL 25, ss. 398 loc. Montegemoli - 57025 Piombino (Livorno).*

APPUNTAMENTI

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE
DI PORDENONE
UNITA' SANITARIA LOCALE N° 11
CENTRO ITALIANO STUDI
DI BIOLOGIA AMBIENTALE

3° Corso di Formazione

UTILIZZAZIONE DI *Daphnia magna* IN TOSSICOLOGIA AMBIENTALE

Parco di S. Floriano in Polcenigo (Pordenone)
16 - 21 ottobre 1989

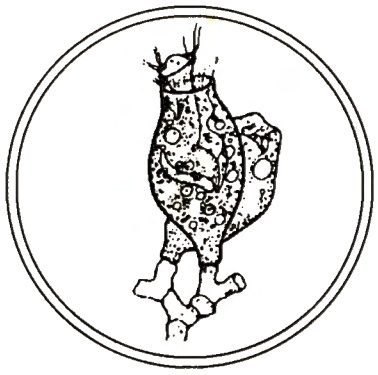
Docente:

Gessica Gorbi
Università degli Studi di Parma

Per ulteriori informazioni:

Dr. **Nidia De Marco**
Presidio Multizonale di Prevenzione
Unità Sanitaria Locale n° 11
via delle Acque, 28
33170 - PORDENONE
Tel. 0434 / 26324-5-6

PROVINCIA DI PERUGIA
CENTRO "LUIGI BAZZUCCHI"
Dipartimento Studi Territoriali
e Ambientali
CENTRO ITALIANO STUDI
DI BIOLOGIA AMBIENTALE



V° Corso di Formazione

I PROTOZOI CILIATI COME INDICATORI DI QUALITA' DEI PROCESSI DI DEPURAZIONE A FANGO ATTIVO

Passignano sul Trasimeno, 2 - 7 ottobre 1989
Padiglione SIGLA

La prima giornata del corso è dedicata ad un pubblico convegno che inquadra il tema della depurazione nella più vasta problematica della tutela dell' ambiente e dei piani di risanamento delle acque. Sono previste relazioni tecniche sul funzionamento degli impianti di depurazione, sui principi e problemi della depurazione biologica e sui parametri chimici e biologici di valutazione dell' efficienza del processo depurante.
Relatori: prof. P.F. Ghetti e P. Madoni e dr. A. Morosi, G. Musi e M. Mossone.

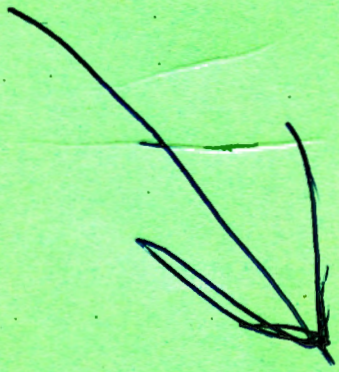
Le giornate dal 3 al 7 ottobre sono, invece, riservate ai corsisti.
Docente del corso: prof. Paolo Madoni.

Per ulteriori informazioni:

Dr. **Linda Cingolani**
Presidio Multizonale di Prevenzione, Settore Bio-Medico-Tossicologico
via XIV Settembre, 75
06100 PERUGIA
Tel. 075 / 6083136 - 6083130

Fonti delle illustrazioni:

pag. 3: Computer World, il settimanale per l' informatica italiana.
pag. 5: Panda, n° 10/88. Ed. WWF, Roma.
pag. 20: LARA-VINCA MASINI. Art Nouveau.
Ed. Giunti Martello, Firenze, 1976.
pag. 21: H. STREBLE, D. KRAUTER. Atlante dei microrganismi acquatici.
Ed. F. Muzzio, Padova, 1984.
pag. 26 (1ª): L' Orsa, n° 6/89, Milano.
pag. 27: O. PASQUALI. L' acqua.
Ed. Loescher, Torino, 1979.
pag. 28: Depliant *ENEL* "Deposizioni acide e relative problematiche ambientali".
pag. 29: Quotidiano *La Stampa,* 26/2/86.
pag. 30 e 31: *ENEL,* documento n° 11, giugno 1988.
pag. 32: Dispensa universitaria, di F. BACCI.
pag. 33: *ENEL,* documento n° 11, giugno 1988.
pag. 36: GAUBERT, VINCENTI. Pesca in acque dolci.
Ed. Mediterranea, Roma, 1984.
pag. 38: Didattica delle Scienze, n° 95, ott. 1981.
Ed. La Scuola, Brescia.
pag. 39: Panda, n° 10/88. Ed. WWF, Roma.
pag. 41: Quotidiano *La Stampa,* 28/3/84.
pag. 42: Dispensa universitaria, di F. BACCI.
pag. 44: Catalogo Membranfilter, Sartorius.
pag. 45: Atti del Seminario di Aggiornamento: Ecologia dell' Ambiente Fluviale. Reggio Emilia, 1985.
Ed. Amm. Prov. e USL n° 9, Reggio Emilia; C.I.S.B.A.
pag. 46: Ambiente Risorse Salute.
pag. 47 (1ª): Ambiente Risorse Salute, n. 76.
pag. 47 (2ª): Il Pescatore Trentino, n° 1, marzo 1989.
Ed. Assoc. Pesc. Dilett. Trentini, Trento.
pag. 48 (1ª): Quotidiano *La Stampa,* 15/5/1985.
pag. 48 (2ª): Quotidiano *"La Repubblica",* 22/3/89.
pag. 52: Opuscolo sui Fitofarmaci, *Regione Toscana.*
pag. 53 (1ª): GHERSI E VALERIO. 1300 giochi di scienza dilettevole.
Ed. Cisalpino-Goliardica, Milano, 1983.
pag. 53 (2ª): H. STREBLE, D. KRAUTER. Atlante dei microrganismi acquatici.
Ed. F. Muzzio, Padova, 1984.
pag. 54: H. STREBLE, D. KRAUTER. Atlante dei microrganismi acquatici.
Ed. F. Muzzio, Padova, 1984.



Supplemento al n. 5-6 anno XVII del periodico mensile "La Provincia di Reggio Emilia"
Spedizione in abbonamento postale - gruppo III, 70%
Autorizzazione Tribunale di Reggio Emilia n. 175 del 25.1.1965