

# Fitodepurazione delle acque inquinate ed utilizzazione delle biomasse prodotte

FRANCESCO CORBETTA, GIUSEPPE A. RONDISVALLE

Sono ormai noti in natura numerosi cicli biogeochimici il cui equilibrio è mantenuto grazie a complesse interazioni e meccanismi di feedback che coinvolgono sia sostanze inorganiche, sia gli organismi viventi delle comunità epigea ed ipogea.

Ci si chiede oggi, sempre con maggiore insistenza, quali possano essere le risposte di questi sistemi equilibrati di fronte all'azione antropica connessa all'inquinamento dell'ambiente e, in primo luogo, quali le conseguenze dell'introduzione nel suolo di sostanze inquinanti, sia organiche che inorganiche.

La componente biotica del suolo, che tanta importanza ha nel ciclo biogeochimico dei vari elementi, è, in conseguenza di ciò, sottoposta a continui stress provocati da:

- impiego di composti chimici utilizzati come fertilizzanti;
- impiego di pesticidi;
- impiego di diserbanti;
- impiego di acqua d'irrigazione inquinata dai molteplici scarichi urbani ed industriali.

Per lungo tempo l'impiego di acque con inquinamento urbano costituito quasi esclusivamente da sostanze organiche naturali non ha portato problemi di alcuna sorta alle coltivazioni. Si può citare, in proposito, il classico caso delle «marcite» poste a sud di Milano ed irrigate dal collettore fognario principale. Tale irrigazione non solo non comportava inconvenienti di sorta ma anticipava il moderno concetto di fertirrigazione e restituiva acque perfettamente depurate e

pienamente accettabili anche dal punto di vista igienico.

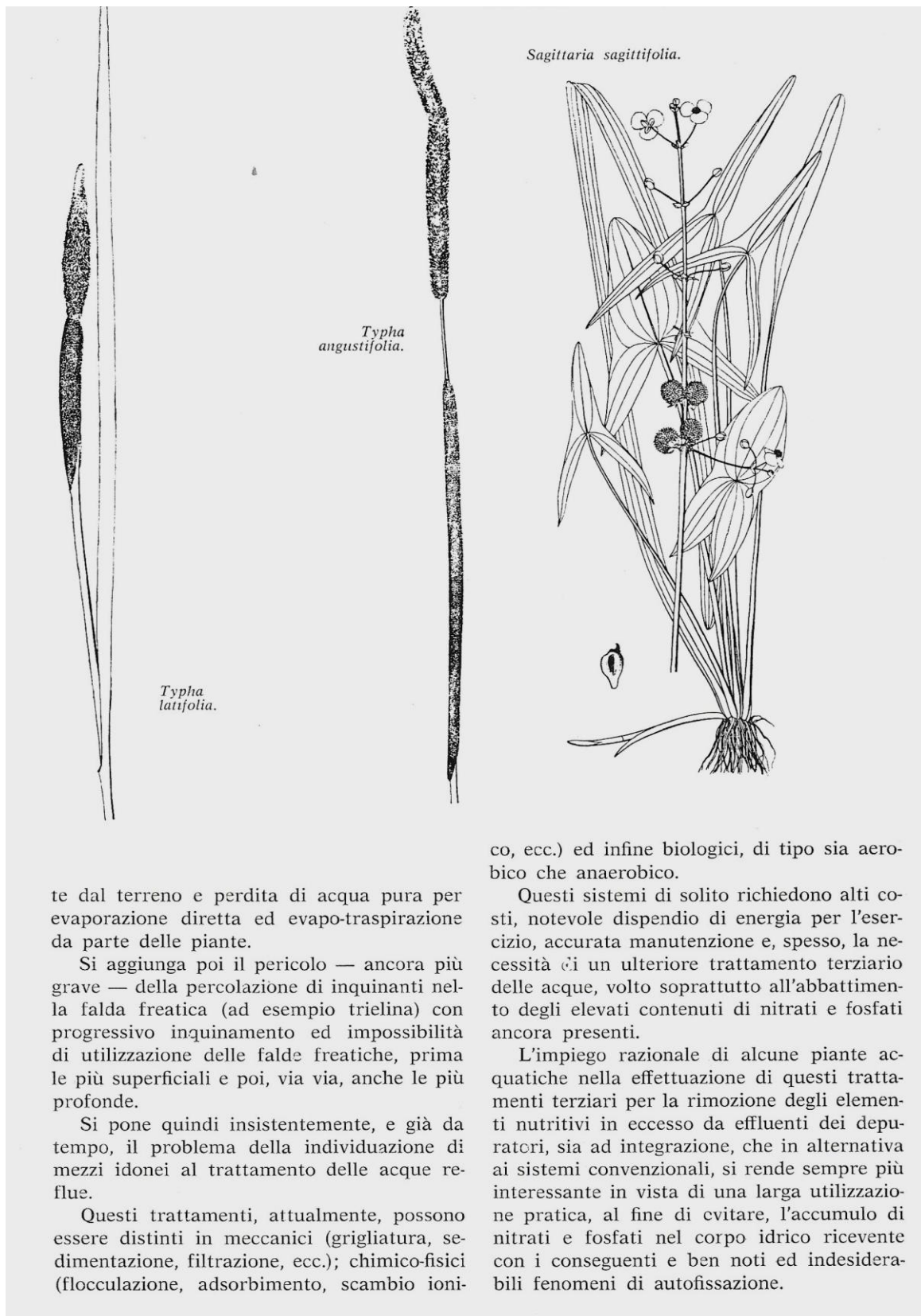
Ma ben presto l'aumento della densità di popolazione, l'impiego anche nelle attività domestiche di detergenti sintetici non biodegradabili, l'erronea localizzazione degli scarichi industriali e il conseguente vertiginoso incremento di sostanze inquinanti nelle acque reflue, ha determinato conseguenze piuttosto gravi non solo per la produttività del suolo ma anche per la salute degli animali domestici e dell'uomo. Negli anni '70, proprio in quelle stesse zone appena a sud di Milano, si erano determinate vistose alterazioni soprattutto a danno del fegato degli animali macellati e di ciò anche la stampa diede ripetuti ed allarmati resoconti.

Del resto l'attuale composizione dei liquami urbani ed industriali immessi nelle acque di superficie, tradizionalmente utilizzate per irrigazione, mostra la presenza, oltre alle tradizionali sostanze organiche di origine fecale, anche di cianuri, arsenico, metalli pesanti, detergenti di sintesi, oli minerali ed idrocarburi.

Tutto ciò rende le acque di superficie atte a causare alterazioni fisico-chimiche nella struttura del suolo, come:

- scambio di cationi;
- variazione del grado totale di salinità;
- riduzione della permeabilità.

Inoltre, a lungo andare ed in particolare nei suoli dotati di una percolazione insufficiente, si raggiunge un progressivo accumulo di prodotti non biodegradabili, se si considera anche il bilancio tra soluzioni assun-



te dal terreno e perdita di acqua pura per evaporazione diretta ed evapo-traspirazione da parte delle piante.

Si aggiunga poi il pericolo — ancora più grave — della percolazione di inquinanti nella falda freatica (ad esempio trielina) con progressivo inquinamento ed impossibilità di utilizzazione delle falde freatiche, prima le più superficiali e poi, via via, anche le più profonde.

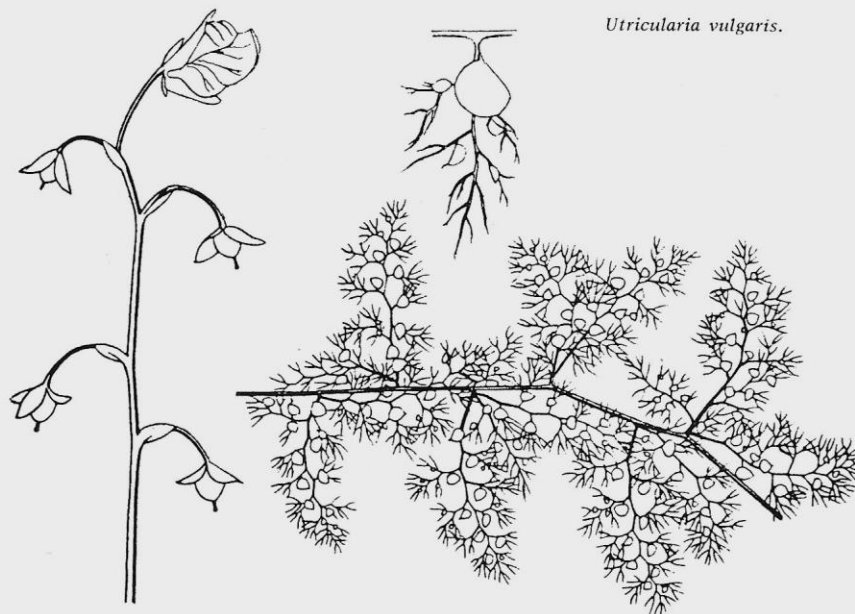
Si pone quindi insistentemente, e già da tempo, il problema della individuazione di mezzi idonei al trattamento delle acque reflue.

Questi trattamenti, attualmente, possono essere distinti in meccanici (grigliatura, sedimentazione, filtrazione, ecc.); chimico-fisici (flocculazione, adsorbimento, scambio ioni-

co, ecc.) ed infine biologici, di tipo sia aerobico che anaerobico.

Questi sistemi di solito richiedono alti costi, notevole dispendio di energia per l'esercizio, accurata manutenzione e, spesso, la necessità di un ulteriore trattamento terziario delle acque, volto soprattutto all'abbattimento degli elevati contenuti di nitrati e fosfati ancora presenti.

L'impiego razionale di alcune piante acquatiche nella effettuazione di questi trattamenti terziari per la rimozione degli elementi nutritivi in eccesso da effluenti dei depuratori, sia ad integrazione, che in alternativa ai sistemi convenzionali, si rende sempre più interessante in vista di una larga utilizzazione pratica, al fine di evitare, l'accumulo di nitrati e fosfati nel corpo idrico ricevente con i conseguenti e ben noti ed indesiderabili fenomeni di autofissazione.



Già a partire dal 1948, da parte di DYMOND, PENFOUND e FARLE, sono stati effettuati numerosi tentativi impiegando diverse piante acquatiche, galleggianti o radicate, per individuare in differenti condizioni ambientali, il sistema di «filtrazione biologica» più efficiente.

Sono ormai parecchie le esperienze condotte sulla fitodepurazione di acque luride e di recente, a Parma, si è tenuto, su questo tema, una convegno internazionale (1).

Le piante più comunemente usate sono:

**1 - macrofite radicate ed emergenti (elofite)**

Tra di queste si possono annoverare  
*Scirpus lacustris*, giunco di palude;  
*Scirpus maritimus*, scirpo marittimo;  
*Cladium mariscus*, marisco;  
*Sparganium erectum*, sparganio;  
*Iris pseudacorus*, falso acoro o giglio giallo  
*Typha latifolia* e *angustifolia*, tifa;  
*Carex riparia* e specie affini, carice;  
*Glyceria maxima*, gliceria;  
*Phragmites australis*, cannuccia di palude;  
*Juncus effusus* e specie affini, giunco;

*Sagittaria sagittifolia*, sagittaria o erba saetta;

*Alisma plantago-aquatica*, mestolaccia o piantaggine d'acqua;

*Mentha aquatica* e specie affini, mentastro acquatico;

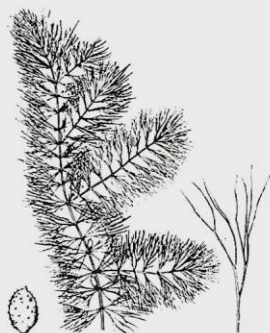
*Nasturtium officinale*, crescione d'acqua;

**2 - macrofite liberamente natanti (pleustofite) o sommerse ed ancorate al fondo (idrofite in senso stretto)**

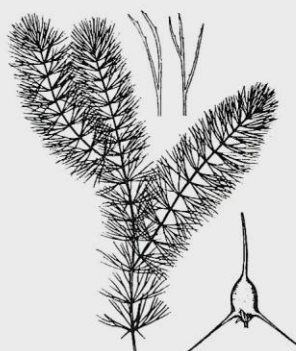
*Lemna minor*, lenticchia d'acqua;  
*Lemna trisulca*, lenticchia sommersa;  
*Nymphaea alba*, ninfea bianca;  
*Nuphar luteum*, carfano o ninfea gialla;  
*Hydrocharis morsus ranae*, morso di rana;  
*Polygonum amphibium*, bistorta anfibia;  
*Myriophyllum spicatum*, miriofillo;  
*Ceratophyllum demersum*, ceratofillo;  
*Elodea canadensis*, elodea o peste d'acqua;  
*Potamogeton natans*, lingua d'acqua;  
*Pistia stratioides*, lattuga d'acqua;  
*Trapa natans*, castagna d'acqua;  
*Eichhornia crassipes*, giacinto d'acqua.

Le piante acquatiche vascolari galleggianti sembrano essere le più indicate per la rimozione di sali nutritivi dalle acque, sia per il loro alto ritmo di crescita che per una loro maggiore facilità di raccolta. Ciò non è

(1) Convegno Internazionale «Fitodepurazione ed impieghi delle biomasse prodotte». Parma, 1981.



*Ceratophyllum submersum.*



*Ceratophyllum demersum.*

sclude che — mediante oculata sistemazione dei bacini — anche le elofite si potrebbero ottimamente prestare alla raccolta meccanizzata come già ora avviene anche se l'impostazione dell'impianto, in partenza, non era volta alla depurazione, lungo il corso del Mincio in località «Le Grazie» di Marmirolo.

Il sistema di depurazione mediante filtrazione biologica richiede poca manutenzione, nessuna aggiunta di sostanze chimiche, modesto impiego di energia convenzionale e, soprattutto, consente la utilizzazione della biomassa prodotta (biogas, compost per terreni, mangimi per animali, cellulosa).

È opportuno però sottolineare come le numerose soluzioni proposte da un nutrito stuolo di ricercatori non possano considerarsi definitive e non vanno generalizzate, sicché oltre a richiedere un attento adattamento alle singole situazioni si deve vagliare, caso per caso, il grado e la natura dell'inquinamento delle acque, la specie di pianta acquatica da impiegare, in relazione alle ca-

ratteristiche chimiche dell'acqua, ad esempio in relazione ad un maggiore o minore contenuto in cloruri e quindi necessità di alotolleranza o quantomeno di indifferenza e plasticità della specie utilizzata, la portata dell'acqua e il tempo di ricambio del bacino, le condizioni climatiche del territorio e, non ultimo, il tipo di utilizzazione compatibile.

La vasta gamma di specie utilizzabili, come prospettato prima, permette di fare fronte a tutta questa complessa casistica.

Inoltre attualmente, non si prospetta una razionale possibilità di impiego dei bacini per «fitodepurazione per la riduzione del carico inquinante da effluenti zootecnici» essendo l'impiego, in questo settore, condizionato dalla destinazione a questo scopo di superfici troppo vaste.

In termini di produttività si è soliti parlare di produzione in massa da parte di micro e macrofite.

#### **Produzione in massa di microfite**

Si tratta, intuitivamente, di Alghe. Le Alghe più comunemente allevate sono quelle appartenenti alle Clorofite (es. *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Coelastrum*, *Dunaliella*) e alle Cianofite (*Spirulina*).

Ma l'allevamento di alghe su larga scala non sembra poter offrire una risposta conclusiva, sia per ciò che riguarda il problema della bioconversione dell'energia solare, sia per la produzione di proteine.

Ciò per vari motivi quali:

- elevata superficie necessaria alla coltura delle alghe;
- difficoltà di estrazione e separazione delle sostanze chimiche e difficoltà di mantenere colture monospecifiche o comunque sufficientemente pure;
- produzione di proteine con catene di aminoacidi carenti di aminoacidi solforati, quali metionina e cisteina.

Inoltre alcune di queste alghe (ad es. *Chlorella*) hanno pareti cellulari particolarmente ispessite e pertanto non ben digeribili da parte dell'uomo o della maggior parte degli animali domestici.

#### **Produzione in massa di macrofite**

Sono state adoperate specie di piante acquatiche galleggianti o radicate con notevoli



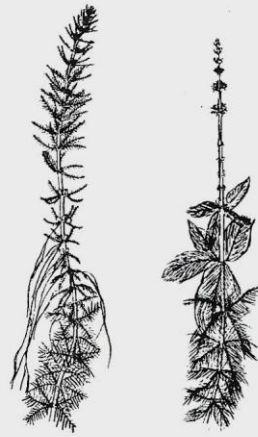
*Polygonum amphibium.*

vantaggi legati alla loro rapida crescita, alla notevole efficacia di rimozione per la elevata biomassa prodotta, alla possibilità di operare in bacini più profondi e quindi in grado di contenere maggiori volumi di acqua a parità di superficie occupata rispetto alle colture di alghe, alla agevole separazione dal mezzo liquido.

Le piante più studiate allo stato attuale delle cose sono *Eichhornia crassipes*, il giacinto d'acqua e *Lemna minor*, la lente di palude.

*Eichhornia crassipes* (= *Pontederia cordata*) presenta crescita vigorosa su acque reflue aventi una temperatura superiore ai 18°C accoppiata ad una notevole capacità di rimozione di inquinanti, soprattutto se costituiti da metalli pesanti, fosfati e nitrati.

Inoltre è in grado di produrre grandi quantità di biomassa ricca di proteine che



*Myriophyllum verticillatum* (a sin.) e *M. spicatum* (a destra).

potrebbero trovare impiego (spesso proposto) in zootecnia. Questo però non tiene conto di due formidabili inconvenienti e cioè:

- la scarsa appetibilità da parte del bestiame (MONETTI, 1981);
- il pericolo derivante dall'accumulo di elementi e composti tossici (FIUSSELLO, 1981).

Al di sotto dei 12°C la sua crescita si arresta ed a temperature intorno a 0°C la pianta in gran parte deperisce e muore anche se talora è in grado di emettere nuovi germogli quando la temperatura salga di nuovo. Al di sotto di 0°C la pianta è invece danneggiata in modo irreversibile.

Meritano, però, qualche attenzione alcune considerazioni di ordine ecologico, legate alla coltivazione del «giacinto d'acqua».

La vasta esperienza acquisita ha dimostrato che in condizioni ottimali di crescita, la pianta presenta una enorme capacità di riproduzione, tale da potere infestare, se lasciata in bacini aperti, superfici d'acqua notevolmente estese. Ben noti a questo proposito, numerosi esempi che riguardano zone tropicali.

Ne risulta quindi la necessità di impiegare tali piante in bacini chiusi o comunque di mantenere sotto stretto controllo ogni coltivazione.

Occorre poi tenere presente la possibilità di dovere intervenire nel controllo di insetti (Zanzare) o altri artropodi (Ragnetto rosso), per quanto si è visto che tali infestazioni sono contenute nei limiti di quelle di qualsiasi altro corpo idrico.

Rimangono comunque sul tappeto altre grosse perplessità, come:

- la enorme perdita d'acqua per evapotraspirazione (anche oltre 5 volte i valori normali);
- la diminuzione, a seguito di soffocamento, della vegetazione acquatica autoctona e eventualmente presente nel bacino di lagunaggio;
- la diminuzione della quantità di O<sub>2</sub> disciolta nell'acqua;
- la impossibilità di praticare la pesca e la difficoltà di riproduzione dei pesci;
- l'accumulo di sostanze tossiche nella pianta e la conseguente impossibilità di utilizzare la biomassa prodotta per l'alimentazione del bestiame.

A questo proposito giova ricordare che, oltre alla possibilità di impiego delle masse così prodotte per la produzione di biogas e di compost si potrebbe ipotizzare la opportunità di produzione di cellulosa, mediante la coltivazione di elofite di grossa taglia (Cannuccia, Tifa, *Cladium mariscus*).

Anche le grosse cariche possono fornire materiali poco convenzionali ma di elevato valore merceologico, per impagliature di fiocchi e seggiole, fabbricazione di stuoie e cordami, ecc.

Alcune delle considerazioni sovraespresse non devono però far desistere dall'impiego di condurre un'adeguata sperimentazione sulla fitodepurazione delle acque inquinate mediante la tecnica del «lagunaggio», bensì indirizzare studi e ricerche al fine di individuare nuove specie di piante preferibilmente autoctone, e prive di quelle capacità infestanti dimostrate in molti luoghi dal «giacinto d'acqua».

Questo è stato anche l'auspicio espresso dalla Società Botanica Italiana nel 1979 in occasione dell'annuale suo Congresso tenutosi a Palermo.

Soltanto sotto queste prospettive e con queste cautele i processi di eutrofizzazione potranno essere visti in futuro così confinati su superfici ridotte e preventivamente destinate ad hoc non solo nel loro attuale ruolo negativo, ma anche come fonte potenziale di risorse aggiuntive ove li si inserisca in opportuni cicli integrati di trasformazione energetica e di recupero di materiale (produzione di biogas e compost, ecc.).

Tutto ciò, opportunamente vagliato e ra-

zionalmente impostato alla luce di una moderna e non miope indagine scientifica opportunamente rispettosa anche della tutela ambientale in senso lato e non solo, per quanto imponenti, degli aspetti meramente naturalistici, potrebbe consentire un primo, anche se difficile, passaggio capace di connettere il problema della tutela a quello dell'uso razionale delle risorse naturali.

#### BIBLIOGRAFIA

- BONETTI C. e coll.: *Impianti sperimentali di fitodepurazione con recupero energetico per effluenti di varia origine*. CNEM - RT/BIO (81) 3.
- CORRADI M., COPELLI M. e GHETTI P. F.: *Depurazione delle acque e produzione di biomassa*. Rivista di suinicoltura 1: 15-56, 1981.
- DYMOND C.: *The Water Hyacinth. A cindirella of the plant world. Soil Fertility and Sewage*, Dover Pub., New York, 1948.
- FIUSSELLO M.: *Rischi dell'uso alimentare di biomasse prodotte su reflui*. Atti Congresso Internazionale Fitodepurazione e impieghi delle biomasse prodotte. Parma 1981.
- MONETTI P. G.: *Caratterizzazione e prove di conservazione di piante acquatiche coltivate su reflui zootecnici*. Atti Convegno Internazionale Fitodepurazione e impieghi delle biomasse prodotte. Parma 1981.
- PENFONND W. T. e FARLE T. T.: *The biology of the Water Hyacinth*. Ecological monographs 18: 449-472, 1948.
- PENFONND W. T.: *Primary production of vascular aquatic plants*. Limnology and Oceanography, I: 92-101, 1956.

Comunicazione presentata alle giornate di studio su «Antinquinamento e tutela delle acque». Catania 24-28 Giugno 1981.

---

#### Gli Autori:

Prof. F. Corbetta, Istituto di Scienze Ambientali dell'Università dell'Aquila.

Prof. G. A. Ronsisvalle, Istituto e Orto Botanico dell'Università di Catania.

---

Le illustrazioni di questo articolo sono tratte da Hess et al., Flora der Schweiz, per gentile concessione dell'editore Birkhäuser di Basilea.