

Valutazione dello stato ecologico del torrente Castellano (bacino del Tronto, Marche) nel tratto urbano di Ascoli Piceno mediante analisi della componente vegetale[§]

Mariacristina Torrisi, Lara Staffolani, Krunica Hruska*, Antonio Dell'Uomo

Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università degli Studi di Camerino, Via Pontoni 5, I-62032 Camerino (MC)

* Referente per la corrispondenza: fax 0737 404508; krunica.hruska@unicam.it

§ Ricerca realizzata con il finanziamento del Progetto Strategico di Ateneo 2003-2004

Pervenuto il 6.4.2005; accettato il 18.7.2005

Riassunto

È stata effettuata l'analisi ecologica comparativa della componente vegetale, spondale ed algale, del torrente Castellano nel tratto urbano di Ascoli Piceno (regione Marche, Italia centrale). Lo scopo è stato quello di verificare il rapporto tra le caratteristiche della suddetta componente ed il livello di antropizzazione del corso d'acqua e delle sue sponde. Il gradiente di pressione antropica crescente lungo il tratto studiato, che va dalla periferia della città alla confluenza del Castellano nel fiume Tronto, ha causato evidenti cambiamenti qualitativi nella flora delle sponde, che corre il pericolo di una eccessiva cosmopolitizzazione. Tale pressione è invece molto meno accentuata a livello del corso d'acqua (alveo e immediate vicinanze) dove la componente algale e la flora idrofita ed elofita manifestano un comportamento simile, segnalando un ambiente di ottima/buona qualità. Pertanto, al fine di giungere ad una soddisfacente riqualificazione dell'ecosistema fluviale in questo tratto, viene sottolineata la necessità di migliorare la componente vegetale spondale, incentivando gli scambi dinamici tra i frammenti della vegetazione naturale ancora esistenti.

PAROLE CHIAVE: ecosistema fluviale / componente vegetale spondale / comunità algali / analisi ecologica comparativa / livello di antropizzazione / riqualificazione

Evaluation of the ecological status of the Castellano River (Tronto basin, Marches Region) in the urban stretch of Ascoli Piceno, by analysis of the plant component

Comparative ecological analysis of the flora developed on the riverbanks and algal component present in the riverbed, has been carried out for the stretch of the Castellano River flowing through the urban area of Ascoli Piceno (Marches Region, central Italy). The aim was to assess the relationship between the characteristics of the vegetable component and the level of anthropization of the watercourse and its banks. The growing degree of anthropic pressure, which goes from the city outskirts to the Castellano's confluence into the Tronto, has caused evident qualitative changes in the riverbank flora, which risks excessive cosmopolitization. In contrast, this pressure is much less accentuated at the level of the watercourse (riverbed and immediate vicinities), where the algal component and the hydrophytic and helophytic flora manifest a similar behavior, indicating an environment of excellent/good quality. Thus, in order to obtain a satisfying restoration of the fluvial ecosystem in this stretch, the riverside plant component should be improved, promoting dynamic exchanges between the fragments of natural vegetation still in existence.

KEY WORDS: river ecosystem / riparian vegetable component / algal communities / comparative ecological analysis / anthropization level / restoration

INTRODUZIONE

Per la valutazione dello stato ecologico di un corso d'acqua nel suo complesso, o per tratti piuttosto estesi, viene correntemente utilizzato l'Indice di Funzionalità Fluviale o IFF proposto da SILIGARDI *et al.* (2000). Altro problema è invece quello che si pone per tratti

molto brevi o addirittura puntiformi in territorio urbano, e quindi molto più compromessi dall'attività antropica. In questi casi l'esigenza primaria è quella di evidenziare lo stato di naturalità della vegetazione spondale allo scopo di indicare i tratti ancora meritevoli di

conservazione e suggerire interventi di mitigazione nelle zone più fortemente rimaneggiate.

La presente ricerca è il risultato di un approccio basato sull'analisi integrata della componente vegetale spondale e di quella algale, con lo scopo di definire il livello di antropizzazione e valutare la qualità biologica del corso d'acqua, ipotizzando una possibile correlazione tra le due componenti. In questa maniera si è voluto dare attuazione, allo stesso tempo, alla Direttiva Europea WFD/60/2000/EC che raccomanda l'utilizzo della componente vegetale nella valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua, e alla Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali.

Nel caso specifico è stato esaminato il torrente Castellano nel tratto che attraversa l'abitato di Ascoli Piceno per rilevare le influenze antropiche e proporre eventuali interventi di riqualificazione dell'ambiente fluviale.

Il Castellano nasce a 2150 m di quota alle pendici del monte Cima Lepri (2445 m), nel Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga. Lungo il suo percorso attraversa la Valle Castellana, ricca di vegetazione e pascoli, raccogliendo le acque di numerosi fossi e ruscelli, tra cui i principali sono il Rio Tevera e il Rio Pantano, entrambi in destra idrografica. La sua lunghezza è di circa 40 km. Lungo il torrente sono presenti due invasi, il lago di Talvacchia e il lago di Castel Trosino, formatisi a seguito di sbarramenti Enel, a scopo idroelettrico. Presso Castel Trosino si immettono nel torrente alcune polle solfuree. Da qui, dopo un breve percorso turbinoso, le acque raggiungono Ascoli Piceno e si mescolano con quelle del Tronto (Fig. 1), alla quota 110 m s.l.m. Il legame tra ecosistema urbano e torrente è stato sempre molto stretto, facendo parte, quest'ultimo, del sistema difensivo della città e subendo al contempo un forte impatto antropico. Il Castellano rappresentava, sino al 1840, la linea di confine tra il Regno di Napoli e lo Stato della Chiesa.

Nel medioevo, le acque del Castellano venivano sfruttate per la produzione di carta, all'interno delle Cartiere Papali, situate nell'ultimo tratto del torrente. Fino agli inizi del '900, la notevole portata del torrente era utilizzata per praticare la fluitazione, ovvero il trasporto del legname da monte a valle.

MATERIALI E METODI

Le ricerche sullo stato di antropizzazione del torrente Castellano sono state effettuate negli anni 2003-2004. Le osservazioni sono state condotte in tre stazioni situate all'interno del tratto urbano di Ascoli Piceno: presso le Cartiere Papali, all'altezza del parcheggio di Porta Torricella e subito a monte della confluenza con il Tronto (Fig. 1), dove sono stati

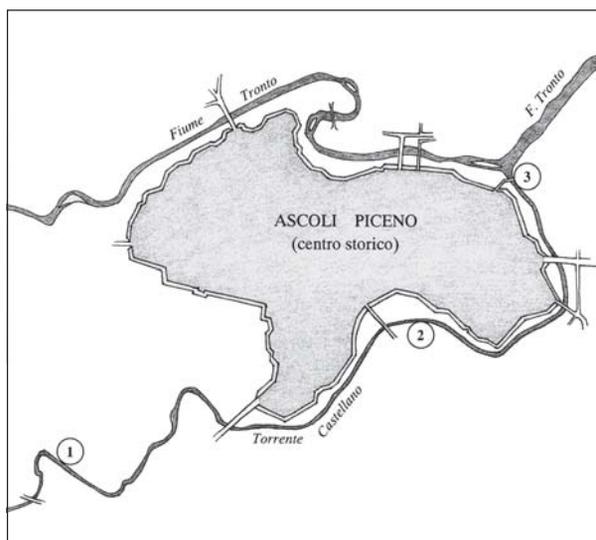


Fig. 1. Il torrente Castellano (bacino del fiume Tronto) nel tratto urbano di Ascoli Piceno. Stazioni di campionamento: 1= Cartiere Papali; 2= Parcheggio Torricella; 3= confluenza nel Tronto (a Monte).

realizzati sia i rilevamenti della componente vegetale spondale, che i campionamenti della componente algale.

L'elenco floristico delle fanerogame, ottenuto da rilevamenti effettuati su superfici spondali di circa 120 mq, è riportato nella Tab. I. L'analisi autoecologica e la successiva elaborazione dei morfogrammi, corogrammi ed ecogrammi della Fig. 2 sono state eseguite sulla base dei dati presenti in letteratura (ELLENBERG, 1979; PIGNATTI, 1982). Per valutare lo stato di naturalità ci si è avvalsi dei dati riguardanti la valenza fitosociologica delle singole specie (OBERDORFER, 1977-83; HRUSKA, 1984, 1988 a, 1988 b).

Per quanto riguarda la componente algale sono state prese in considerazione le Diatomee, che sono presenti in tutti i corsi d'acqua ed in ogni ambiente fluviale, ma con generi e specie differenti a seconda delle caratteristiche ecologiche di ogni singolo tratto. Di queste alghe sono state scelte le forme epilitiche, che meglio esprimono la qualità effettiva del corso d'acqua.

Per la raccolta e la preparazione dei campioni sono state adottate le tecniche consigliate da KELLY *et al.*, (1998) e dalle Normative Europee EN 13946 (2003) e EN 14407 (2004). Per l'identificazione e la denominazione dei taxa è stata principalmente utilizzata la monografia di KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986, 1988, 1991a e 1991b). Per ciascuna delle tre stazioni sono stati quindi elaborati gli spettri ecologici delle rispettive comunità diatomiche. L'elenco di tutte le specie, con i rispettivi parametri ecologici, aggiornati rispetto a TORRISI e DELL'UOMO (2001), è riportato nella Tab. II. I

parametri considerati, che hanno consentito di elaborare gli spettri ecologici riportati nella Fig. 4, sono:

- il pH, secondo la classificazione di HUSTEDT (1956) e i dati riportati da HÅKANSSON (1993) e VAN DAM *et al.* (1994);
- il tenore in ossigeno disciolto, secondo VAN DAM *et al.* (1994);
- la sostanza organica, con riferimento alla classificazione degli organismi saprobi proposta da SLÁDECEK (1973);
- i nutrienti, semplificando e integrando i dati di HOFFMANN (1994) e VAN DAM *et al.* (1994);
- la salinità, e in particolare i cloruri; in questo caso è stata adottata la classificazione proposta da DEL-

Tab. I. Elenco specifico della flora spondale del torrente Castellano nel tratto urbano di Ascoli Piceno con dati relativi a forme biologiche e tipi corologici (per le abbreviazioni si veda la Fig. 2. Le specie con abbondanza inferiore all'1% non sono state incluse nella elaborazione della Fig. 2A).

| Specie | Forma biologica | Tipo corologico | Specie | Forma biologica | Tipo corologico |
|---|-----------------|-----------------------------|--|-----------------|----------------------------|
| <i>Aegopodium podagraria</i> L. | G | Eurosiberiana | <i>Laurus nobilis</i> L. | P | Medit. |
| <i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle | P | Coltiv. | <i>Ligustrum vulgare</i> L. | NP | Euras. |
| <i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.) Cavara et Grande | H | Paleotemp. | <i>Lythrum salicaria</i> L. | H | Subcosmop. |
| <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner | P | Paleotemp. | <i>Mentha aquatica</i> L. | H | Paleotemp./ subcosmop. |
| <i>Arctium lappa</i> L. | H | Euras. | <i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench. | H (T) | Eurosiberiana |
| <i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte | H/G | Asia orientale | <i>Nasturtium officinale</i> R.Br. | H | Cosmop. |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L. | H | Circumbor. | <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop. | P | Circumbor., pontica |
| <i>Arundo plinii</i> Turra | G | Medit. | <i>Parietaria officinalis</i> L. | H | Euras. |
| <i>Aster squamatus</i> (Sprengel) Hieron | T/H | Neotropicale | <i>Petasites hybridus</i> (L.) Gaertner, M. et Sch. | G | Euras. |
| <i>Ballota nigra</i> L. | P | Medit. | <i>Phragmites communis</i> Trin. | He/G | Subcosmop. |
| <i>Bidens tripartita</i> L. | T | Euras. | <i>Platanus orientalis</i> L. | P | SE-eu. |
| <i>Bidens frondosa</i> L. | T | N-amer. | <i>Polygonum mite</i> Schrank | T | Eu-cauc. |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i> (Hudson) Beauv. | H | Paleotemp. | <i>Populus nigra</i> L. | P | Paleotemp. |
| <i>Bryonia dioica</i> Jacq. | G/H | Medit. | <i>Ranunculus lanuginosus</i> L. | H | Eu-cauc. |
| <i>Callitriche palustris</i> L. | I | Circumbor. | <i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix | I | Eu. |
| <i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br. | H | Paleotemp. | <i>Robinia pseudoacacia</i> L. | P | N-amer. |
| <i>Carex pendula</i> Hudson | He/Hc | Euras. | <i>Rubus caesius</i> Gremler | NP | Euras. |
| <i>Chelidonium majus</i> L. | H | Euras., circumbor. | <i>Rubus hirtus</i> W. et K. | NP | Cosmop. |
| <i>Chenopodium album</i> L. | T | Subcosmop. | <i>Rubus ulmifolius</i> Shott. | NP | Medit. |
| <i>Cirsium creticum</i> (Lam.) D'Urv. | G | Euras.-temp. | <i>Rumex sanguineus</i> L. | H | Eu-cauc. |
| <i>Clematis vitalba</i> L. | P | Eu-cauc. | <i>Sambucus nigra</i> L. | P | Eu-cauc. |
| <i>Cornus sanguinea</i> L. | P | Euras.-temp. | <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla | G/He | Subcosmop. |
| <i>Cyperus longus</i> L. | G/He | Paleotemp. | <i>Silene alba</i> (Miller) Krause | H | Paleotemp. |
| <i>Epilobium hirsutum</i> L. | H | Paleotemp./ subcosmop. | <i>Smyrniolum olusatrum</i> L. | H | Mediterraneo- atlantica |
| <i>Equisetum telmateja</i> Ehrh. | G | Circumbor. | <i>Solanum dulcamara</i> L. | NP | Paleotemp. |
| <i>Eupatorium cannabinum</i> L. | H | Paleotemp. | <i>Solanum nigrum</i> L. | T | Cosmop. |
| <i>Ficus carica</i> L. | P | Mediterraneo- Turanaiana | <i>Salix alba</i> L. | P | Paleotemp. |
| <i>Galinsoga parviflora</i> Cav. | T | S-amer. | <i>Stachys sylvatica</i> L. | H | Eurosib. |
| <i>Hedera helix</i> L. | P | Submedit- subatlantica | <i>Symphytum tuberosum</i> L. | G | S-Eu. (Subpont.) |
| <i>Helianthus tuberosus</i> L. | G | N-amer. | <i>Tussilago farfara</i> L. | G | Paleotemp. |
| <i>Humulus lupulus</i> L. | P | Eu-cauc. | <i>Typha angustifolia</i> L. | G | Cicumbor. |
| <i>Hypericum tetrapterum</i> Fries | H | Paleotemp./ subcosmop. | <i>Ulmus minor</i> Miller | P | Eu-cauc. |
| <i>Lamium maculatum</i> L. | H | Euras. temperata | <i>Urtica dioica</i> L. | H | Subcosmop. |
| | | | <i>Veronica anagallis aquatica</i> L. | H (T) | Cosmop. |
| | | | <i>Vitis vinifera</i> L. | P | Origine dubbia |
| | | | <i>Xanthium italicum</i> Moretti | T | Eu-cauc. |

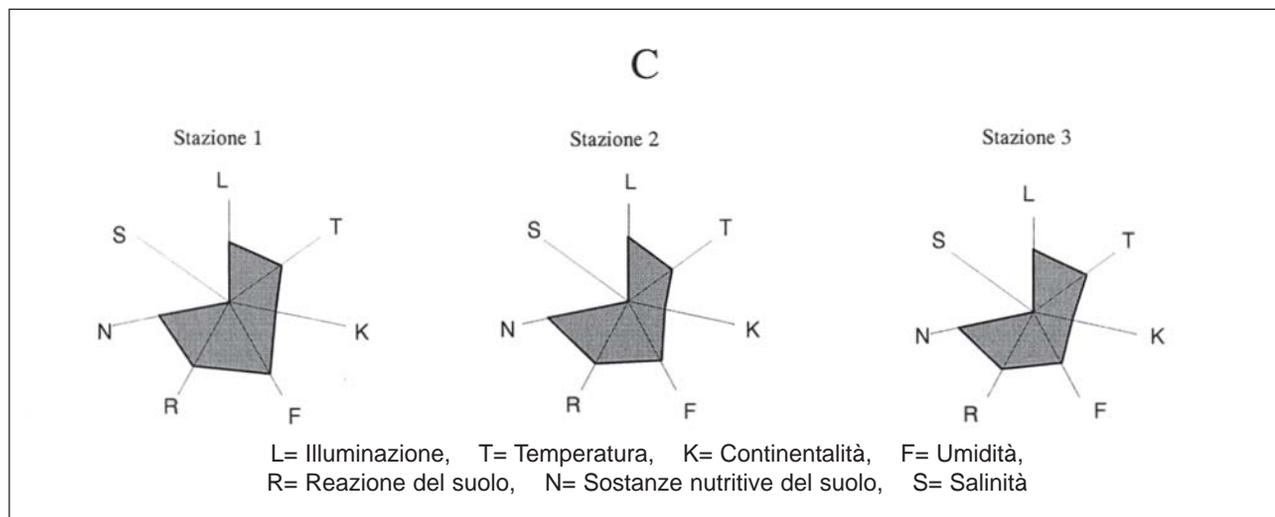
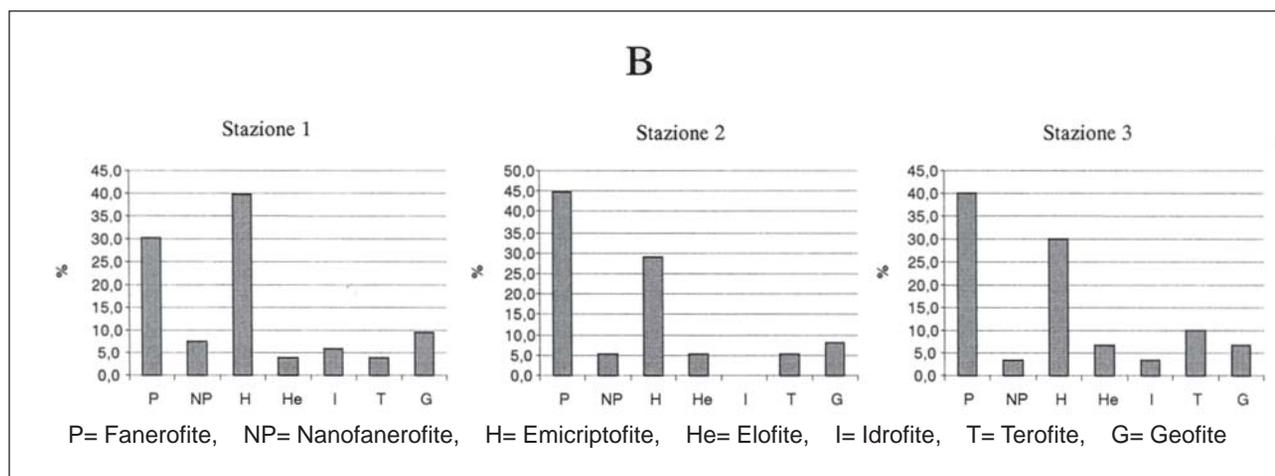
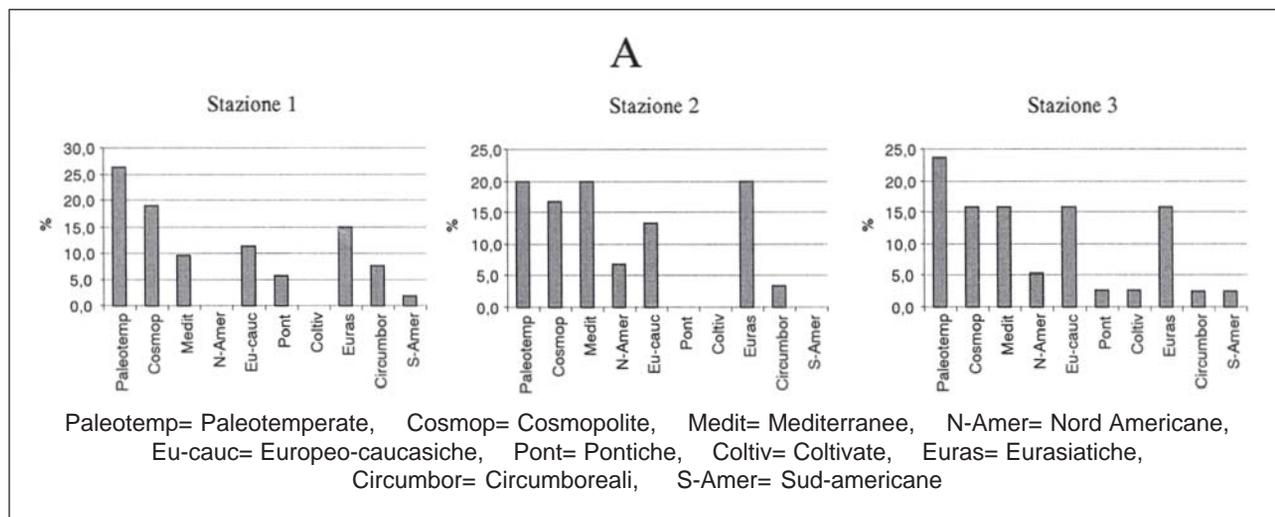


Fig. 2. Analisi ecologica della componente vegetale spondale: A= corogrammi; B= morfogrammi; C= ecogrammi.

Tab. II. Elenco delle Diatomee del torrente Castellano e relativi parametri ecologici.

| Taxa e Autori | pH | O ₂ disciolto | Saprobietà | Trofismo | Salinità |
|--|--------|--------------------------|------------|------------|----------|
| <i>Achnanthes biasoletiana</i> Grunow | n-ak | 1 | o | oligo | oe |
| <i>Achnanthes flexella</i> (Kützing) Brun | n/i | 1 | x | ipo | hb |
| <i>Achnanthes laterostrata</i> Hustedt | n/i | 1 | x | ipo | hb |
| <i>Achnanthes minutissima</i> Kützing | n-ak | 1 | o | oligo | oe |
| <i>Amphora inariensis</i> Krammer | n-ak | 1 | x-o | ipo | hb-oe |
| <i>Amphora libyca</i> Ehrenberg | ak | 2 | o-β | meso-eu | ot |
| <i>Amphora montana</i> Krasske | ak | 1 | o-β | meso | ot |
| <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing | ak | 2 | o-β | oligo-meso | ot |
| <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow | ak | 2 | o-β | oligo-meso | ot |
| <i>Caloneis alpestris</i> (Grunow) Cleve | n-ak | 1 | x | ipo | hb |
| <i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve | ak | 2 | x-o | oligo | hb-oe |
| <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg | ak | 1 | o-α | oligo-eu | ot-h |
| <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck | ak | 3 | x-β | oligo-meso | ot |
| <i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt | n-ak | 2 | o | oligo-meso | oe |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | ak | 4 | β-α | meso-eu | h |
| <i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek | ak | 1 | x | oligo | oe |
| <i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W. Smith | ak | 2 | o-β | meso | ot |
| <i>Cymbella affinis</i> Kützing | ak | 1 | o | oligo | oe |
| <i>Cymbella amphicephala</i> Naegeli | n/i | 1 | x-o | oligo | oe |
| <i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner | ak | 1 | o | oligo-meso | ot |
| <i>Cymbella helvetica</i> Kützing | ak | 1 | x | ipo | hb-oe |
| <i>Cymbella lacustris</i> (Agardh) Cleve | ak | 2 | o-β | oligo-meso | ot |
| <i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenberg) Kirchner | ak | 1 | o | oligo-meso | oe |
| <i>Cymbella microcephala</i> Grunow | n-ak | 1 | x-β | oligo-meso | oe |
| <i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Grunow | ak | 1 | o-β | oligo-meso | ot |
| <i>Denticula tenuis</i> Kützing | n-ak | 1 | x | ipo-oligo | hb |
| <i>Diatoma moniliformis</i> Kützing | n/i | 2 | o-α | meso | ot-h |
| <i>Diatoma vulgare</i> Bory | akb | 2 | o-α | meso | ot |
| <i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve | ak | 1 | x-o | ipo-oligo | oe |
| <i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler | ak | 1 | x-o | oligo | oe |
| <i>Diploneis oculata</i> (Brébisson) Cleve | n/i | 1 | x-o | ipo-oligo | oe |
| <i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve | ak | 1 | x-o | ipo-oligo | oe |
| <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson | ak-akb | 1 | x-o | ipo-oligo | oe |
| <i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres | n-ak | 1 | o | oligo | oe |
| <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot | ak | 2 | β | meso-eu | ot |
| <i>Fragilaria dilatata</i> (Brébisson) Lange-Bertalot | ak | 1 | o | oligo | oe |
| <i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot | n-ac | 1 | x | ipo | hb |
| <i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot | ak | 2 | o-β | meso-eu | ot |
| <i>Gomphonema angustum</i> Agardh | ak | 1 | x | ipo | oe |
| <i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg | n/i | 1 | x-o | oligo | hb |
| <i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson | akb | 1 | o | oligo | oe |
| <i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing | n/i | 3 | β-α | meso-eu | ot |
| <i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg | ak | 2 | o-β | oligo-meso | ot |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow | n/i | 2 | o-β | meso-eu | ot |
| <i>Mastogloia smithii</i> Thwaites | ak | 1 | o-β | oligo-meso | β-m |
| <i>Melosira varians</i> Agardh | ak | 2 | x-α | oligo-eu | ot |
| <i>Navicula capitatoradiata</i> Germain | ak | 2 | β-α | meso-eu | ot-h |
| <i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot | ak | 1 | o-β | oligo-meso | oe |
| <i>Navicula gottlandica</i> Grunow | ak | 2 | o-β | oligo-meso | β-m |
| <i>Navicula ignota</i> Krasske | ak | 1 | o-β | eu | h |
| <i>Navicula laevis</i> Kützing | n/i | 1 | x | oligo-meso | hb |
| <i>Navicula lenzii</i> Hustedt | ak | 1 | x | ipo-oligo | oe |
| <i>Navicula radiosa</i> Kützing | n/i | 1 | x-o | oligo | oe |
| <i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory | ak | 2 | x-β | oligo | ot |
| <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow | ak | 2 | o-α | meso | ot |
| <i>Nitzschia fonticola</i> Grunow | ak | 1 | o-β | oligo-meso | oe |
| <i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow | ak | 4 | β | meso-eu | h |
| <i>Nitzschia gessneri</i> Hustedt | n/i | 1 | o | oligo-meso | oe |
| <i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst | n-ak | 1 | x-o | oligo-meso | hb |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot | ak | 1 | o-β | oligo-meso | oe |

akb - specie alcalibionti; ak - specie alcalifile; n/i - specie neutrofile/indifferenti; ac - specie acidofile

1 - 100% saturazione; 2 - >75% saturazione; 3 - >50% saturazione; 4 - >30% saturazione

x - specie xenosaprobie; o - specie oligosaprobie; β - specie β-mesosaprobie; α - specie α-mesosaprobie; p - specie polisaprobie

ipo - ipotrofia; oligo - oligotrofia; meso - mesotrofia; eu - eutrofia

hb - specie alofobe; oe - specie oligoalobie esigenti; ot - specie oligoalobie tolleranti; h - specie alofile; β-m - specie β-mesoalobie.

L'UOMO (2004) che ha rielaborato, sulla base delle osservazioni condotte sui corpi idrici superficiali del territorio italiano, i sistemi alobici proposti da KOLBE (1927), HUSTEDT (1956) e VAN DAM *et al.* (1994).

La qualità biologica nelle tre stazioni esaminate è stata valutata mediante l'indice diatomico EPI-D (DELL'UOMO, 2004) e utilizzando per il calcolo il software OMNIDIA 3 (LECOINTE *et al.*, 1993; LECOINTE *et al.*, 1999). L'EPI-D si basa sulla sensibilità delle Diatomee alla sostanza organica, ai nutrienti ed ai sali minerali disciolti in acqua, in particolare i cloruri; esso rileva pertanto fenomeni di eutrofizzazione e/o inquinamento eventualmente presenti nel corpo idrico. I campionamenti sono stati effettuati nella condizione di magra del torrente, nello stato cioè di massima concentrazione degli inquinanti.

Allo scopo di verificare l'eventuale correlazione tra la flora spondale e la componente algale in rapporto al livello di antropizzazione, gli elenchi specifici ottenuti sono stati sottoposti a "cluster analysis" con il programma PAST (RYAN *et al.*, 1994), prendendo in considerazione presenza e abbondanza delle entità presenti nelle tre stazioni.

RISULTATI

Componente vegetale delle sponde e stato di naturalità

Lo studio ecologico della componente vegetale qui condotto ha fornito risultati interessanti per quanto riguarda il livello di antropizzazione delle stazioni studiate, evidenziato tramite l'analisi corologica, la durata del ciclo vitale e la valenza ecologica delle specie spondali. Per quanto riguarda i tipi corologici, in tutte e tre le stazioni risultano bene rappresentate le specie paleotemperate, cosmopolite, mediterranee, eurocaucasiche, eurasiatiche e circumboreali, mentre è variabile la presenza di quelle pontiche, americane e coltivate (Fig. 2A). Dai corogrammi elaborati si deduce che l'impatto antropico influenza negativamente la stabilità corologica della vegetazione ripariale causando la diminuzione dei gruppi specifici naturali, a favore di quelli ad ampia distribuzione ed estranei al territorio. Lo stretto rapporto tra la città e il torrente favorisce l'inserimento nella vegetazione spondale di diverse specie sinantropiche e di neofite. Questo fatto è stato osservato in particolar modo nel tratto terminale del torrente, dove si sono insediate alcune specie invasive, tra cui *Helianthus tuberosus* L., *Aster squamatus* (Sprengel) Hieron ed *Eleusine indica* (L.) Gaertner che risalgono dalle sponde del Tronto.

I morfogrammi della flora spondale (Fig. 2B) confermano la presenza di un gradiente di antropizzazione che aumenta progressivamente fino alla confluenza

con il Tronto. Nella prima stazione (Cartiere Papali) è presente una vegetazione strutturalmente piuttosto articolata che si avvicina a quella naturale, con dominanza di esemplari di *Salix alba* L. e *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner. Nella seconda e terza stazione l'aumento dell'impatto antropico causa una semplificazione strutturale della vegetazione. I cambiamenti sono stati indotti dall'uomo con l'impianto di diversi alberi e arbusti allo scopo di proteggere gli argini, e con l'introduzione di specie ornamentali e alberi da frutto in alcuni tratti di più facile accesso.

Sulla base delle sue esigenze ecologiche ogni specie può essere considerata come un bioindicatore. Gli indici ecologici che vengono elaborati a partire dalla valenza ecologica delle specie vegetali consentono di effettuare la stima della qualità di un determinato ambiente. I fattori ecologici presi in considerazione nel presente studio sono: la temperatura (T), la continentalità (C), l'umidità (U), la reazione del suolo (R), le sostanze nutritive (N) e la salinità (S). I valori degli indici sono espressi mediante una scala crescente che va da 1 a 9 attribuendo ad ogni specie, per ciascuno dei suddetti fattori, il valore numerico che corrisponde al suo optimum ecologico (ELLENBERG, 1977). Dagli ecorogrammi presentati nella figura 2C si deduce che le condizioni ecologiche lungo le sponde del torrente Castellano, nelle tre stazioni considerate, sono molto simili. Si tratta di ambienti ombreggiati, a temperatura moderata, notevolmente umidi, con suolo arricchito in sostanze organiche provenienti dall'accumulo e successiva degradazione dei materiali trasportati dalle acque, ma anche dal riversamento dei liquidi e dei rifiuti solidi dall'alto della città. Nella prima stazione è stata rilevata una debole salinità causata dall'acqua proveniente dalle polle sulfuree di Castel Trosino, fatto che viene confermato anche dall'analisi della componente algale.

La valutazione dello stato di naturalità è stata effettuata mediante verifica della valenza fitosociologica di ogni singola specie nelle stazioni studiate. In base a ciò sono stati individuati tre tipi di ambienti: naturale, seminaturale e antropizzato. I risultati sono riportati nella figura 3, la quale conferma la presenza di un gradiente crescente di antropizzazione dalle Cartiere Papali fino alla confluenza nel Tronto. Confrontando i dati ottenuti con quanto indicato dalla Direttiva Europea 92/43/CEE, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, si può dedurre che la componente spondale della prima stazione rappresenta un frammento di vegetazione naturale molto simile ai boschi naturali con dominanza di *Salix alba* e *Alnus glutinosa*. Quest'area merita quindi di essere protetta, anche in considerazione della flora elofitica ed idrofittica qui ancora bene rappresentata, come sarà meglio

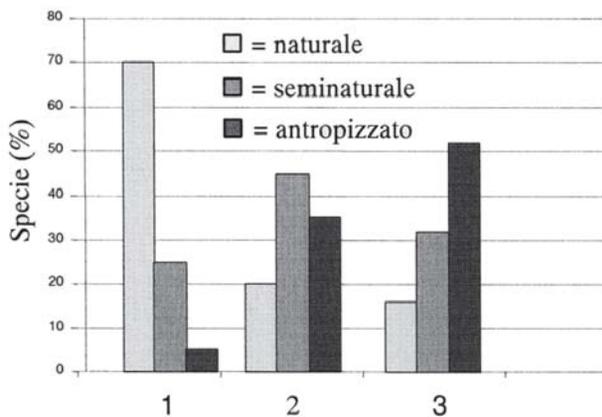


Fig. 3. Valutazione del livello di antropizzazione delle sponde del torrente Castellano basata sulla valenza fitosociologica della componente vegetale.

precisato successivamente. Questo accorgimento potrebbe favorire scambi specifici all'interno delle aree occupate dalla vegetazione naturale ripariale, incentivando l'effetto "corridoio ecologico" nel territorio.

Valutazione della qualità biologica del corso d'acqua tramite la componente algale

Nella ricerca sul torrente Castellano, per ciascuna delle tre stazioni prese in considerazione, sono state esaminate le rispettive comunità diatomiche presenti in alveo. Per ogni stazione, sulla base della valenza ecologica delle singole specie (Tab. II), sono stati elaborati gli spettri ecologici della figura 4. Dai risultati ottenuti si possono dedurre le seguenti considerazioni:

- gli spettri delle prime due stazioni sono in generale molto simili fra loro, mentre si differenziano alquanto da quelli della terza stazione, un po' più compromessa dall'impatto antropico;
- per quanto concerne il pH, in tutte le stazioni prevalgono decisamente le specie alcalofile (Fig. 4a);
- le comunità diatomiche osservate indicano un'elevata ossigenazione delle acque nelle prime due stazioni, che comunque si mantiene a buon livello anche nella terza (Fig. 4b);
- il trofismo aumenta progressivamente, anche se moderatamente, passando dalla prima stazione, dove prevale il livello di oligotrofia, alla terza, in cui domina invece quello di mesotrofia (Fig. 4c);
- quanto al grado saprobico, risulta dovunque dominante l'oligosaprobietà (Fig. 4d);
- gli spettri della salinità (Fig. 4e) mostrano la predominanza delle specie oligoalobie; tuttavia, a partire già dalla prima stazione, è da notare una debole presenza di specie alofile e β -mesoalobie, che solitamente si incontrano in ambienti degradati. Questa presenza, solo qualitativamente significativa, non va attribuita

Tab. III. Qualità biologica del torrente Castellano nelle tre stazioni esaminate, espressa mediante l'indice diatamico EPI-D in scala 0-4, in cui i valori prossimi a zero significano acque "pulite", quelli prossimi a 4 acque fortemente inquinate.

| Stazioni | EPI-D | Qualità |
|------------------------------------|-------|--------------|
| 1. Cartiere Papali | 0,65 | ottima |
| 2. Parcheggio Torricella | 0,76 | ottima |
| 3. Confluenza nel Tronto (a monte) | 0,95 | buona/ottima |

ad impatto antropico, bensì alle polle sulfuree che si immettono nel Castellano presso Castel Trosino. Le specie che in questo contesto meritano di essere segnalate sono: *Mastogloia smithii* Thwaites, *Navicula gottlandica* Grunow, *N. gregaria* Donkin, *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow e *Cyclotella meneghiniana* Kützing.

La valutazione della qualità biologica, effettuata tramite l'indice EPI-D, ha mostrato in tutte e tre le stazioni ottimi risultati (Tab. III). Da notare che nell'ultima stazione il valore dell'indice, anche se ancora molto buono, risulta significativamente più elevato che nelle altre due.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'analisi ecologica della componente vegetale presente attualmente sulle sponde e nell'alveo del torrente Castellano, nel tratto che va dalle Cartiere Papali alla confluenza nel Tronto, ha permesso di ottenere risultati molto significativi dal punto di vista ecologico. Poiché lo scopo principale del presente studio consisteva nella verifica delle correlazioni tra la flora spondale e la componente algale in relazione al grado di antropizzazione del corso d'acqua, sono stati elaborati, mediante "cluster analysis", i dendrogrammi della figura 5. Questa figura conferma quanto già emerso dalle precedenti analisi e cioè che le prime due stazioni sono tra loro molto simili, mentre la terza se ne discosta alquanto.

Tra le specie algali più caratteristiche delle prime due stazioni, le cui acque sono risultate di ottima qualità, figurano *Achnanthes flexella* (Kützing) Brun, *A. biasoletiana* Grunow, *A. minutissima* Kützing, *Amphora inariensis* Krammer, *Caloneis alpestris* (Grunow) Cleve, *Cymbella helvetica* Kützing, *Denticula tenuis* Kützing, *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve, *Fragilaria capucina* Desmazières, *Gomphonema angustum* Agardh, *Navicula laevisissima* Kützing, *N. radiosa* Kützing e *N. subalpina* Reichardt. La differenza tra queste due stazioni è essenzialmente di carattere quantitativo, in quanto passando dalla prima alla seconda si ha una leggera diminuzione dell'abbondanza delle specie suddette. Nella comunità algale della terza

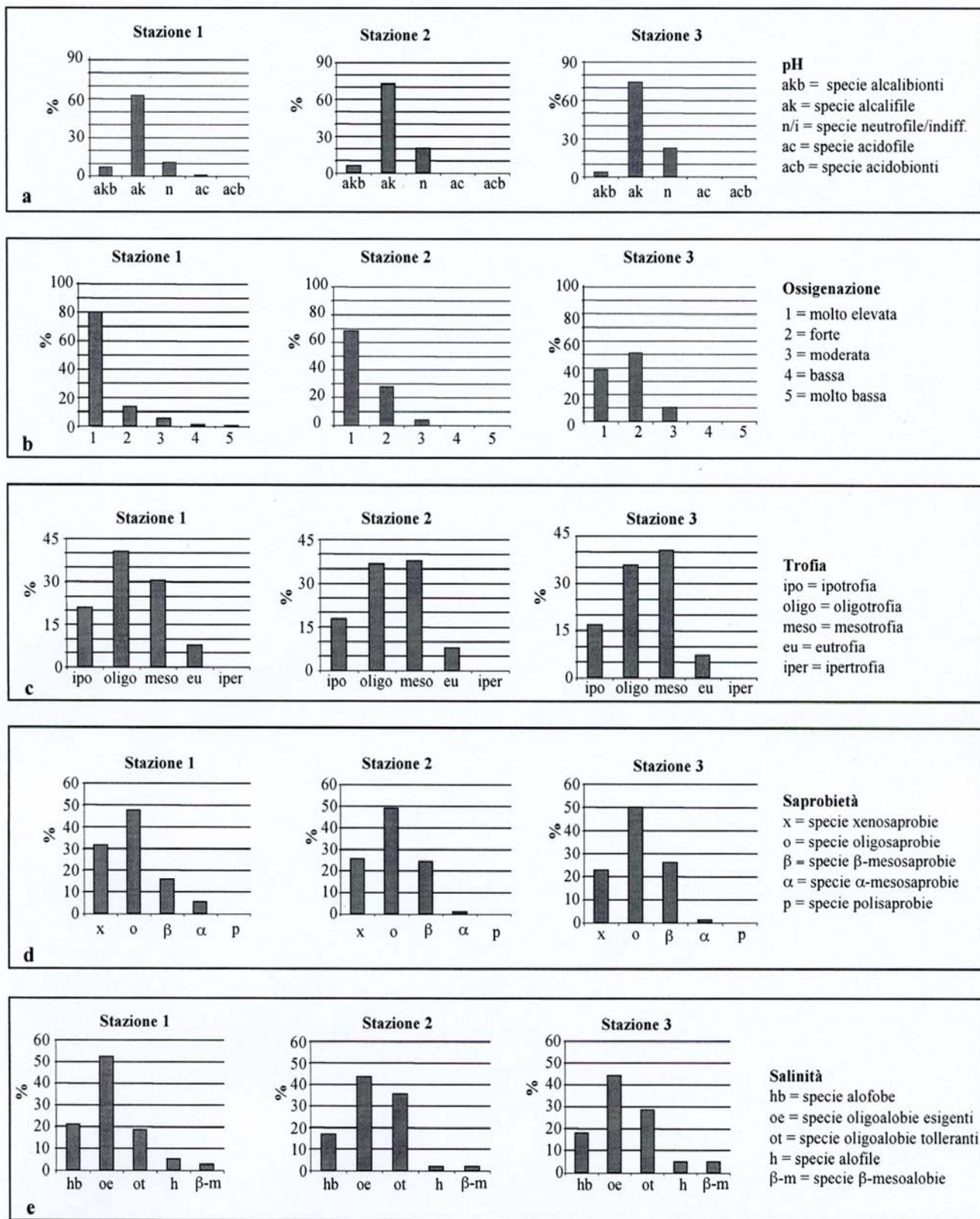


Fig. 4. Spettri ecologici delle comunità di Diatomee epilithiche rinvenute nelle tre stazioni del torrente Castellano.

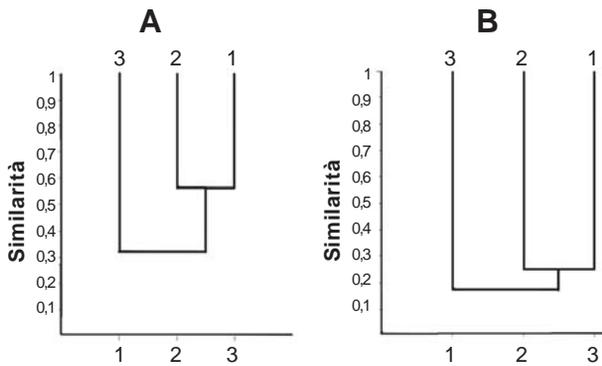


Fig. 5. Dendrogrammi della componente vegetale algale (A) e spondale (B) delle stazioni esaminate ottenuti mediante cluster analysis.

stazione dominano entità che si incontrano ancora in acque di buona qualità, ma più tolleranti, rispetto ai parametri considerati, come *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Navicula ignota* (Kasske) Lund, *N. tripunctata* (O.F. Müller) Bory, *Nitzschia fonticola* Grunow e *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot.

La flora spondale, invece, risponde in maniera più decisa alla crescente antropizzazione che si verifica lungo il corso d'acqua. Mentre nella prima stazione sono ancora bene rappresentate alcune specie tipiche dell'ambiente fluviale naturale centro-appenninico, come *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, *Ulmus minor* Miller, *Salix alba* L., *Carex pendula* Hudson, *Equisetum telmateja* Ehrh., *Stachys sylvatica* L., *Bryonia dioica* Jacq., *Rumex sanguineus* L., *Cyperus longus* L., *Brachypodium sylvaticum* (Hudson) Beauv., ecc., già nella seconda inizia la loro sostituzione con specie a più ampia valenza ecologica. In particolar modo diventano abbondanti le specie erbacee caratteristiche di aggruppamenti nitrofilo (*Aegopodium podagraria* L., *Ranunculus lanuginosus* L., *Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara et Grande, *Chelidonium majus* L., *Epilobium hirsutum* L., *Lamium maculatum* L., *Silene alba* (Miller) Krause, ecc.), alcune delle quali, come *Petasites hybridus* (L.) Gaertner, M. et Sch. ed *Eupatorium cannabinum* L. e *Calystegia sepium* (L.) R.Bf. sopportano bene il disturbo antropico.

Nella terza stazione un disturbo ancora più accentuato causa la perdita dell'equilibrio naturale e la rottura dei legami tra le specie della vegetazione spondale. Diventano abbondanti *Sambucus nigra* L., *Ficus carica* L., *Ligustrum vulgare* L., *Rubus ulmifolius* Shott, *Parietaria officinalis* L., *Artemisia vulgaris* L., *Ballosa nigra* L., *Urtica dioica* L., ecc. Si sviluppa eccessivamente lo strato arbustivo che viene utilizzato come supporto dalle specie lianose come *Humulus lupulus*

L., *Clematis vitalba* L. e *Vitis vinifera* L. Si forma un mosaico vegetale di eterogenea provenienza la cui composizione cambia a seconda delle condizioni microclimatiche. Nelle aree fortemente disturbate lasciate libere dalla flora spondale si insediano entità alloctone come *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle, *Robinia pseudoacacia* L. o *Artemisia verlotorum* Lamotte, che invadono interi tratti sviluppandosi con numerosi esemplari. In questi casi il torrente funge da corridoio ecologico in senso negativo in quanto favorisce la cosmopolitizzazione della flora spondale, con conseguente semplificazione strutturale e sostituzione dei tipi vegetazionali originari con vari aggruppamenti secondari (HRUSKA, 1988 b). Questa situazione è condizionata anche dai rapporti dinamici tra la componente biotica urbana e quella dell'ecosistema fluviale. Siccome l'impatto di specie estranee può avere risvolti negativi sulle caratteristiche ecologiche della componente fisica dell'intero ecosistema fluviale, sarebbe opportuno tenere sotto controllo la diffusione delle entità più competitive.

I cambiamenti qualitativi e strutturali della componente vegetale spondale vengono ulteriormente influenzati dalla presenza di una ricca fauna ornitica richiamata dalle abbondanti fonti trofiche. L'attuale abbondanza di entità come *Sambucus nigra*, *Ligustrum vulgare*, *Solanum dulcamara* L. ed *Hedera helix* L. sulle sponde del Castellano, è la conseguenza di un'accentuata ornitocoria, che favorisce la dispersione delle piante con frutti maggiormente presenti nella dieta degli uccelli che nidificano nella fitta vegetazione spondale.

Le elofite e le idrofite mostrano un comportamento simile a quello evidenziato dalle comunità algali in quanto risentono dell'impatto antropico molto meno della flora spondale. Acque di ottima qualità ed habitat idonei favoriscono la presenza delle due categorie sopra nominate e di altre specie che prediligono questo ambiente. Si sviluppano qui *Ranunculus trichophyllus* Chaix, *Nasturtium officinale* R.Br., *Veronica anagallis aquatica* L., *Callitriche palustris* L., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Hypericum tetrapterum* Fries, *Cyperus longus* L., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench., ecc. La loro abbondanza dipende molto dalla configurazione morfologica delle sponde del torrente Castellano e dalla portata.

In conclusione, mentre la vegetazione prettamente spondale mostra in maniera evidente la progressiva antropizzazione e il rimaneggiamento delle sponde tramite la successione dei gruppi specifici caratteristici sopra nominati, il corso d'acqua, meno soggetto all'influsso antropico, mostra in maniera molto più sfumata la perdita di qualità.

Il fatto che il corpo idrico sia ancora di ottima/buona qualità giustifica ampiamente un progetto di

riqualificazione fluviale che, in questo caso, dovrà riguardare soprattutto le sponde mediante interventi indirizzati al recupero qualitativo della flora ripariale. L'estirpazione delle entità arboree ed arbustive alloctone, l'inserimento di specie naturali, il continuo controllo della composizione floristica dei frammenti di vege-

tazione naturale ancora presenti, sono solamente alcuni esempi mediante i quali si potrebbe in un tempo piuttosto breve instaurare un efficiente corridoio ecologico che possa favorire i processi dinamici intesi a migliorare la qualità della vegetazione spondale dei tratti urbani di questo torrente.

BIBLIOGRAFIA

- DELL'UOMO A., 2004. *L'indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Linee guida*. 101 pp. APAT, ARPAT, CTN_AIM, Roma, Firenze.
- ELLENBERG H., 1979. Zeigerwerte der gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobot.*, **9**: 1-122. Goltze, Göttingen.
- EN 13946, 2003. *European Standard. Water quality – Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers*. European Committee for Standardization, Brussels, 14 pp.
- EN 14407, 2004. *European Standard. Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters*. European Committee for Standardization, Brussels, 12 pp.
- HÅKANSSON S., 1993. Numerical methods for the inference of pH variations in mesotrophic and eutrophic lakes in Southern Sweden – A progress report. *Diatom Research*, **8** (2) : 349-370.
- HOFMANN G., 1994. Aufwuchs diatoms in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. *Bibliotheca Diatomologica*, **30**: 241.
- HRUSKA K., 1984. Su una nuova associazione della vegetazione spondale dei corsi d'acqua marchigiani. *Doc. Phytosoc.*, **8**: 475-484.
- HRUSKA K., 1988 a. Vegetazione nitrofila dei corsi d'acqua del versante adriatico dell'Appennino centrale. *Acta Bot. Barc.*, **37**: 253-256.
- HRUSKA K., 1988 b. Modificazioni della vegetazione spondale a seguito dell'antropizzazione. *Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana*, **6-7**: 117-256, Aulla.
- HUSTEDT F., 1956. *Kieselalgen (Diatomeen)*. Kosmos-Verlag frankh, Stuttgart.
- LECOINTE C., COSTE M., PRYGIEL J., 1993. "OMNIDIA": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*, **269/270**: 509-513.
- LECOINTE C., COSTE M., PRYGIEL J., ECTOR L., 1999. Le logiciel Omnidia version 2, une puissante base de données pour les inventaires de diatomées et pour le calcul des indices diatomiques européens. *Cryptogamie, Algologie*, **20** (2): 132-134.
- KELLY M. G., CAZAUBON A., CORING E., DELL'UOMO A., ECTOR L., GOLDSMITH B., GUASCH H., HÜRLIMANN J., JARLMAN A., KAWECKA B., KWANDRANS J., ROTT E., SABATER S., VAN DAM H., VIZINET J. (1998). Recommendation for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology*, **10**: 215-224.
- KOLBE R. W., 1927. Zür Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebiets. In: Kolkwitz R. (ed.), *Pflanzenforschung*, **7**: 1-146.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1986, 1988, 1991a, 1991b. *Bacillariophyceae. - Süßwasserflora von Mitteleuropa*, **2** (1-4), 876+596+576+437 pp. G. Fischer, Stuttgart.
- OBERDORFER E., 1977-1983. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. I, II, III, Fischer, Stuttgart.
- PIGNATH S., 1982. *Flora d'Italia, I, II, III*. Edagricole, Bologna
- RYAN P. D., HARPER D. A. T., WHALLEY J. S., 1994. *PALSTAT: User's Manual and Case Histories*. 136 pp. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Software, ISBN 0-412-59130-8.
- SILIGARDI M. (coord.), 2000. *I.F.F. Indice di funzionalità fluviale*. 223 pp. ANPA-APPA, Roma.
- SLÁDECEK V., 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol., Beih., Ergebnisse Limnol.*, **7**: 1-218.
- TORRISI M., DELL'UOMO A., 2001. Contributo alle Diatomee di Abruzzo e Molise (fiumi Sangro, Trigno, Volturno) e valutazione comparativa di alcuni indici diatomici europei. *Riv. Idrobiol.*, **40** (2-3): 95-113.
- VAN DAM H., MERTENS A., SINKELDAM J., 1994. A coded check-list and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands J. Aquatic Ecol.*, **28** (1): 117-133.