



Sara Baldo
Michela Tomasella
Marco Bertoli
Elisabetta Pizzul

FLORA E VEGETAZIONE ACQUATICA NELLA BONIFICA DEL BASSO ISONTINO (FRIULI VENEZIA GIULIA, NORD-EST ITALIA): ANALISI DELLA QUALITÀ E DELLO STATO DI CONSERVAZIONE

FLORA AND AQUATIC VEGETATION IN THE RECLAMATIONS OF THE ISONZO LOWLAND (FRIULI VENEZIA GIULIA, NORTH-EASTERN ITALY): ECOLOGICAL QUALITY AND STATE OF CONSERVATION

Riassunto breve - In questo studio sono riportati i risultati dell'analisi di flora e vegetazione acquatica in 15 stazioni poste nelle risorgive del Basso Isontino (Comuni di Monfalcone, San Canzian d'Isonzo e Staranzano), area caratterizzata dalla coesistenza di ambienti di elevato valore naturalistico con siti fortemente antropizzati. I dati ottenuti hanno permesso di confermare ed incrementare la conoscenza relativa alla distribuzione di alcune comunità vegetali acquatiche nel Friuli Venezia Giulia. Rispetto, infatti, a studi precedentemente condotti nell'area in esame, sono state rilevate 12 nuove specie e 5 specie segnalate solo storicamente, di cui 2 prima del 1960 e 3 prima del 1920. È stata quindi condotta una correlazione tra parametri biotici e abiotici in ciascuna stazione al fine di verificarne la coerenza con la valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua ottenuta dal calcolo del Rapporto della Qualità Ecologica relativamente all'indice biotico macrofitico "Biologique Macrophytique en Rivière" (RQE_IBMR) e dall'indice del Livello di Inquinamento dai Macrodescriptori per lo stato ecologico (LIMeco), entrambi previsti dal D.M. 260/2010.

Parole chiave: Analisi floristica, Macrofite acquatiche, Risorgive, Indice Macrofitico, Basso Isontino, Italia nord-orientale.

Abstract - This study reports the results of analysis about flora and aquatic vegetation of 15 sampling sites located in the springs area of the Isonzo lowland (municipalities of Monfalcone, San Canzian d'Isonzo and Staranzano), where high value naturalistic areas are placed close to others with a great human impact. Our data-set allow to confirm and increase the knowledge about distribution of some water plant communities in Friuli Venezia Giulia. We observed 12 new species and 5 species historically recorded contrary to previous observation in the same study area. Two species were observed before the 1960s and three before the 1920s. The correlation between biotic and abiotic parameters was investigated at each sampling site, in order to verify possible analogies with the results of the watercourses ecological state assessment. Ecological state surveys were conducted using the macrophytic index "Biologique Macrophytique en Rivière", for which Ecological Quality Ratio was calculated (RQE_IBMR), and using the LIMeco index (Pollution Level Macro-descriptors related to the ecological state). Both indices are in line with the D.M. 260/2010.

Key words: Flora analysis, Aquatic macrophytes, Spring waters, Macrophytic index, Isonzo lowland, North-eastern Italy.

Introduzione

Le risorgive monfalconesi, area in cui è stato condotto questo studio, rappresentano un importante serbatoio di biodiversità vegetale ed animale in un territorio fortemente caratterizzato dalla presenza dell'uomo. L'area indagata include, infatti, la zona di bonifica a scolo meccanico del Basso Isontino, ove coesistono siti fortemente antropizzati, quali terreni interessati da agricoltura intensiva, il polo industriale e commerciale e le aree turistiche di balneazione, con siti naturali protetti come la Riserva Naturale della Foce dell'Isonzo e la Zona umida Schiavetti-Cavana. Il territorio preso in esame in questo

studio è compreso tra il basso corso del Fiume Isonzo e le acque adriatiche del Golfo di Panzano (circa 80 km²) ed è noto anche come "Agro Monfalconese". Questo territorio, a forma di ventaglio, degrada progressivamente verso il mare con una debole pendenza (0,2%) e presenta piccole dorsali prodotte dall'azione dell'uomo, dai venti, dalle acque e da fenomeni carsici (DUCA 2003).

La pianura monfalconese è il frutto della deposizione, durante il Quaternario, di materiale alluvionale trasportato dall'Isonzo, dai suoi affluenti e, subordinatamente, dal Timavo (MACOR et al. 1998). I terreni sono quindi prevalentemente ghiaiosi e sabbioso-limosi e nella linea di contatto tra queste diverse tipologie di

sedimento si manifesta il fenomeno della “risorgenza freatica” che si estende da ovest ad est intersecando le località “Fornace” e “Le Roie” a S. Canzian, “Paludetti” e “Panzano” a Monfalcone, “S. Giovanni in Tuba” a Duino e quindi chiudendo il grande arco delle risorgive regionali che si snoda dalle sorgenti del Livenza al Timavo. Il sottosuolo presenta due falde acquifere, una superficiale e una più profonda, alimentate rispettivamente dal basso e medio-alto corso dell’Isonzo, che costituiscono un’importante riserva idrica per usi civili, agricoli ed industriali (DUCA 2003). Ad oggi questo lembo di territorio rappresenta un confine precario tra terra e mare, tra argini e pianura, una zona in continuo divenire e costantemente trasformata dall’uomo. Da un lato i drenaggi, le barriere, gli argini, i ponti, le strade, le abitazioni, i campi coltivati, dall’altro la forza delle tracimazioni fluviali, il lento procedere della subsidenza, l’aggressione delle mareggiate e il progressivo innalzamento del livello marino (MACOR et al. 1998; DUCA 2003).

In questo studio vengono riportati i risultati ottenuti dall’analisi di 15 stazioni poste nei corsi d’acqua delle risorgive monfalconesi in cui è stata condotta un’analisi floristica, che ha permesso di aggiornare dati preesistenti, ed è stato correlato l’assetto delle comunità vegetali

acquatiche con i principali parametri chimico-fisici delle acque, utilizzando alcuni indici previsti dal D.M. 260/2010 che recepisce le indicazioni della Direttiva Europea 2000/60/CE.

Materiali e metodi

L’area di studio è stata scelta prendendo come riferimento i dati georiferiti dell’area di bonifica a scolo meccanico e dei comuni del Friuli Venezia Giulia (www.regione.fvg.it). Nell’ambito dell’area individuata, in ambiente GIS (software ESRI - Arcgis 8.3), sono stati selezionati i comuni di interesse sovrapposti al layer dei corsi d’acqua. Partendo da questa mappa si è poi proceduto alla selezione delle 15 stazioni di campionamento sulla base di sopralluoghi volti ad individuare la presenza di comunità di macrofite acquatiche stabili e ben tipizzate (fig. 1).

Il rilevamento floristico è stato eseguito in corrispondenza del massimo sviluppo vegetativo, quindi in tarda primavera (tra aprile e giugno 2013) ed in autunno (tra settembre ed ottobre 2013). Sulla base dei dati rilevati è stato effettuato un confronto tra le specie di piante vascolari individuate e quelle riportate nell’Atlante corologico

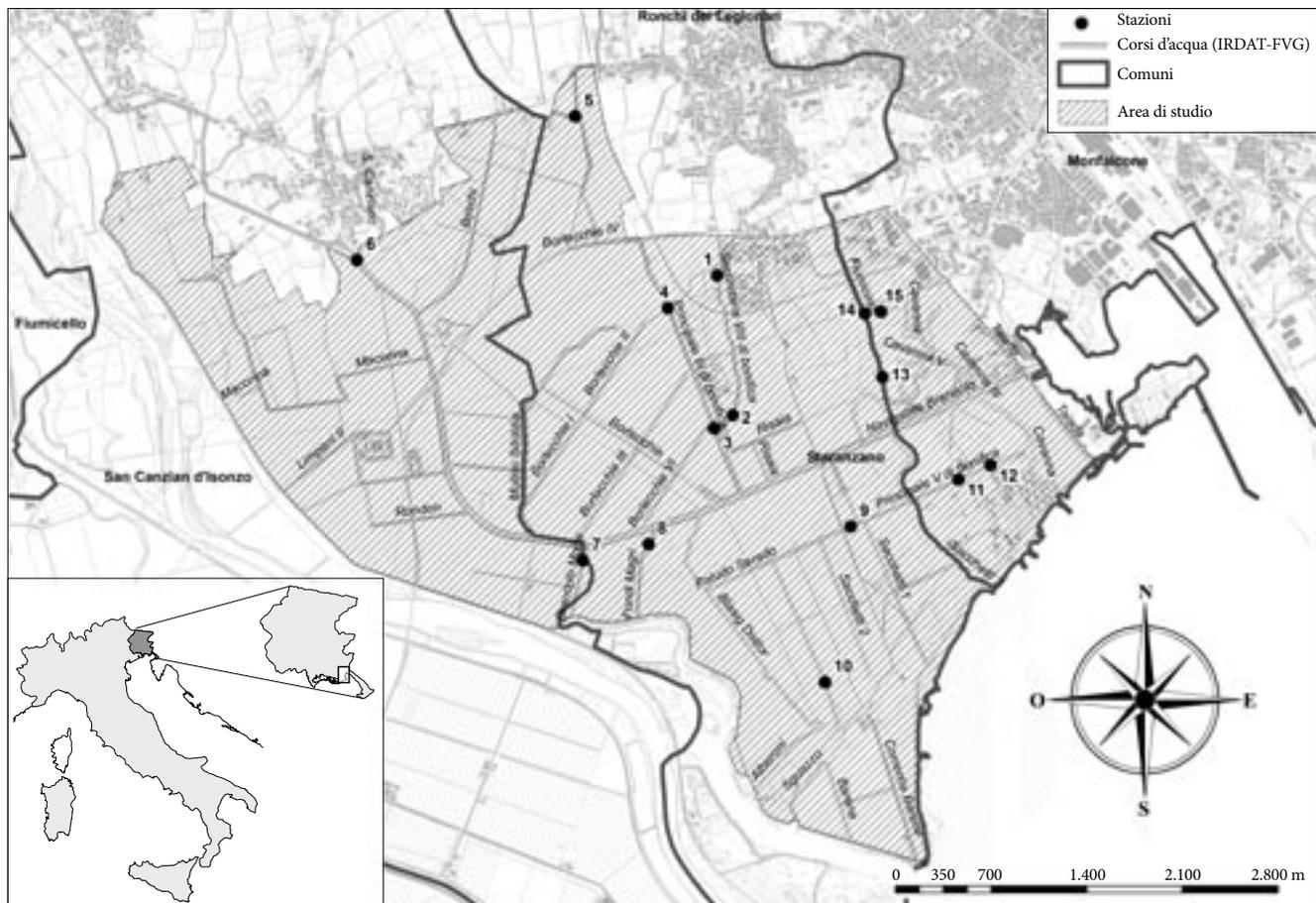


Fig. 1 - Area di studio con indicate le 15 stazioni di campionamento.
- Study area with indicated the 15 sampling stations.

delle piante vascolari del Friuli Venezia Giulia (POLDINI 2002) e in recenti pubblicazioni riguardanti flora e vegetazione acquatica (MERLUZZI et al. 2003; TOMASELLA & COMIN 2006; SBURLINO et al. 2008; TOMASELLA 2013). Lo stesso lavoro è stato eseguito sulle specie di muschi utilizzando la Check-list of the Hornworts, Liverworts and Mosses of Italy (ALEFFI et al. 2008).

La nomenclatura floristica delle fanerogame rilevate segue CONTI et al. (2005), per *Potamogeton x cooperi* il riferimento è PRESTON (1995), mentre per le alghe si fa riferimento a BELLINGER & SIGEE (2010) e per i muschi ad ALEFFI et al. (2008).

Il rilevamento vegetazionale nelle diverse stazioni è stato condotto seguendo il metodo fitosociologico di BRAUN-BLANQUET (1964), utilizzando i valori di copertura secondo la scala modificata da PIGNATTI (1952). Le entità floristiche riscontrate e utilizzate al fine della caratterizzazione fitosociologica delle stazioni esaminate seguono la nomenclatura utilizzata da SBURLINO et al. (2008) che fa riferimento alle ecomorfosi di GLÜCK (1936).

I rilievi sono stati elaborati mediante classificazione gerarchica utilizzando il pacchetto “Cluster” del software “R”, applicando come algoritmo il “legame di ward” e la “distanza euclidea” come misura della somiglianza, su dati di copertura trasformati secondo la “combined transformation” di VAN DER MAAREL (1979).

Le comunità vegetali sono state inoltre rilevate seguendo il protocollo APAT (2007) per il calcolo del Rapporto della Qualità Ecologica relativamente all'indice biotico macrofitico “Biologique Macrophytique en Rivière” (RQE_IBMR), indice previsto da D.M. 260/2010.

A cadenza mensile in ciascuna stazione, da marzo 2013 a gennaio 2014, sono stati rilevati, mediante strumenti portatili e da banco della Hanna Instruments, i seguenti parametri chimici delle acque: pH, temperatura (°C), ossigeno disciolto (%), ammoniaca (mg/l), nitrati (mg/l), nitriti (mg/l) e fosfati (mg/l). Tali parametri sono stati utilizzati per calcolare il Livello di Inquinamento dei Macroscrittori (LIMeco), indice riportato nel D.M. 260/2010 per la valutazione dello stato chimico delle acque. Inoltre è stata rilevata la profondità dell'acqua e la velocità della corrente (cm/sec) mediante velocimetro (Global Flow Probe mod. FP 101).

I dati chimico-fisici raccolti sono stati organizzati in tabelle utilizzando il software Microsoft Excel 2010. Con lo stesso software i dati sono stati sottoposti a trasformazione ($\sqrt{\sqrt{X}}$). L'intero set di dati è stato sottoposto a verifica della normalità tramite il test di Kolmogorov-Smirnov utilizzando il software STATISTICA 7.1.

Mediante l'Analisi delle Componenti Principali (PCA), realizzata con il software XLSTAT 2014, è stata analizzata la relazione tra i valori medi annuali dei parametri chimico-fisici ed i gruppi ottenuti dalla cluster analysis. Per indagare possibili correlazioni tra dati abiotici e biotici è stato utilizzato il coefficiente di Pearson.

Analisi dei dati

L'area di studio è compresa nelle Aree di Base (Operational Geographic Units-OGU) 10146, 10246 e 10247 individuate da POLDINI (2002), il quale segue il Progetto Cartografico Europeo (EHRENDORFER & HAMANN 1965). L'analisi floristica ha condotto complessivamente al rilevamento di 6 entità algali, per le quali non sempre si è giunti alla determinazione della specie, 3 specie di muschi e 50 specie di piante vascolari (tab. I).

Di ogni pianta vascolare rilevata è stata analizzata la distribuzione riportata da POLDINI (2002) ed in altre pubblicazioni riguardanti la flora acquatica regionale (MERLUZZI et al. 2003; TOMASELLA & COMIN 2006; SBURLINO et al. 2008; TOMASELLA 2013). Rispetto alle informazioni contenute nei precedenti studi sono state rilevate 12 specie non presenti nelle aree di base corrispondenti e 5 specie segnalate solo storicamente di cui 2, *Potamogeton perfoliatus* e *Myriophyllum verticillatum*, prima del 1960 e 3 prima del 1920. Per quanto attiene a queste ultime, si tratta di *Baldellia ranunculoides*, inserita in Lista Rossa (ROSSI et al. 2013), *Potamogeton pectinatus* e *Ranunculus trichophyllus* (tab. II).

La presenza delle tre specie di muschi campionate (*Cinclidotus fontinaloides*, *Fontinalis antipyretica* e *Lepidodictyum riparium*) è riportata, nell'area indagata, da ALEFFI et al. (2008). Non sono noti atlanti distributivi a livello regionale e nazionale riguardanti la componente algale d'acqua dolce, tuttavia i generi rilevati sono ritenuti comuni nel contesto europeo (BELLINGER & SIGEE 2010).

Il dendrogramma (fig. 2), risultante dall'elaborazione dei rilievi fitosociologici, ha consentito l'individuazione di 4 gruppi. La tabella dei rilievi fitosociologici (tab. III) utilizzata per l'analisi multivariata è stata ordinata sulla base del dendrogramma; tale tabella ha permesso di attribuire i gruppi ad associazioni vegetali tipiche dell'ambiente dulciacquicolo.

Come dettagliatamente discusso in alcuni studi relativi alla vegetazione acquatica e palustre dell'Italia nord-orientale (TOMASELLI et al. 2006; SBURLINO et al. 2004, 2008), la classificazione gerarchica è utile per l'individuazione di gruppi di rilievi affini riconducibili ad associazioni vegetali, mentre discrimina meno livelli sintassonomici superiori (alleanze, ordini, classi). Questa problematica è legata alla tipologia delle comunità vegetali in esame, che presentano un basso numero di entità tassonomiche nell'ambito delle quali una o al massimo due registrano coperture elevate. In alcuni contesti, per lo stesso motivo, l'attribuzione dei singoli rilievi all'associazione di riferimento è stata fatta a posteriori seguendo l'interpretazione ecologica della comunità rilevata, facendo comunque riferimento alla bibliografia del settore (SBURLINO et al. 2004, 2008). Seguendo tale processo metodologico è stata attribuita ad ogni stazione l'associazione vegetale corrispondente.

Specie rilevate	Stazioni														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Flora vascolare															
<i>Agrostis gigantea</i> Roth.															•
<i>Agrostis stolonifera</i> L.							•				•				
<i>Alisma lanceolatum</i> With.	•	•			•		•	•			•	•		•	•
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	•						•					•			•
<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag. subsp. <i>nodiflorum</i>												•			
<i>Atriplex portulacoides</i> L.												•			
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl.	•	•										•			•
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br. s.l.														•	
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville	•	•	•	•		•	•	•			•		•	•	•
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W.D.J. Koch				•		•	•				•				
<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall											•			•	
<i>Caltha palustris</i> L.		•	•				•	•							
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	•									•	•				
<i>Carex elata</i> All. subsp. <i>elata</i>		•	•	•		•	•	•	•	•	•		•	•	
<i>Carex riparia</i> Curtis				•	•	•	•								
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	•		•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
<i>Equisetum arvense</i> L. subsp. <i>arvense</i>	•	•			•										
<i>Equisetum telmateja</i> Ehrh.	•														
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	•														
<i>Holcus lanatus</i> L.	•														
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr.		•													
<i>Iris pseudacorus</i> L.				•		•	•		•	•	•		•		
<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	•	•									•	•	•	•	•
<i>Lemna trisulca</i> L.	•	•	•	•		•		•			•		•	•	
<i>Lythrum salicaria</i> L.									•						
<i>Mentha aquatica</i> L. subsp. <i>aquatica</i>	•	•	•			•	•				•	•	•	•	•
<i>Myosotis scorpioides</i> L. subsp. <i>scorpioides</i>	•	•	•			•	•	•			•		•	•	•
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.			•	•	•		•		•	•	•			•	
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.									•						
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br. subsp. <i>officinale</i>	•			•		•	•							•	
<i>Nymphaea alba</i> L.										•					
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre							•								
<i>Phalaris arundinacea</i> L. subsp. <i>arundinacea</i>				•		•		•		•			•		
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. subsp. <i>australis</i>		•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Poa annua</i> L.	•														
<i>Potamogeton coloratus</i> Hornem.	•											•			•
<i>Potamogeton crispus</i> L.							•		•						
<i>Potamogeton natans</i> L.		•	•			•	•		•		•			•	•
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.			•	•	•	•	•	•	•						
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.		•			•		•								
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	•														•
<i>Potamogeton x cooperi</i> Fryer.		•					•	•							
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix subsp. <i>trichophyllus</i>		•		•	•	•	•	•							
<i>Rumex crispus</i> L.							•			•					
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla		•	•	•		•			•		•		•	•	•
<i>Scrophularia auriculata</i> L. subsp. <i>auriculata</i>	•														
<i>Sparganium erectum</i> L. s.l.	•	•				•					•			•	
<i>Valeriana officinalis</i> L.	•														
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. subsp. <i>anagallis-aquatica</i>	•					•					•		•	•	•
<i>Zannichellia palustris</i> L. s.l.	•	•			•										•
Flora Algale															
<i>Cladophora</i> sp. Kützing					•			•							
<i>Microspora</i> sp. Thuret	•	•		•	•						•		•	•	•
<i>Spyrogira</i> sp. Link								•		•					•
<i>Vaucheria</i> sp. De Candolle		•	•			•							•	•	
<i>Nitella flexilis</i> (Linnaeus) C. Agardh															•
<i>Chara gymnophylla</i> A. Braun.		•			•		•	•							
Flora muscinale															
<i>Cinclidotus fontinaloides</i> (Hedw.) P. Beauv.					•										
<i>Fontinalis antipyretica</i> (Hedw.) subsp. <i>antipyretica</i>					•	•									
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	•														

Tab. I - Elenco delle specie rilevate nelle singole stazioni di campionamento.

- List of observed species in each sampling stations.

Le comunità rilevate sono riconducibili, dal punto di vista fitosociologico, alle alleanze *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959 e *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957 (tab. III).

Il gruppo A del dendrogramma comprende le stazioni 11, 14, 13, 15 attribuibili dal punto di vista vegetazionale all'associazione *Potamogetum prolixum* Sbrulino, Tomasella,

Oriolo, Poldini & Bracco 2008, caratterizzata dalla dominanza di *Potamogeton natans* fo. *prolixus* assieme a *Berula erecta* fo. *submersa* e a *Schoenoplectus lacustris* fo. *fluitans*. Questa cenosi è caratteristica di rogge planiziali dell'area veneto friulana, prossime alle risorgive, dove colonizza acque lotiche, non particolarmente antropizzate con substrati limoso-sabbiosi. La presenza dell'as-

	10146		10246			10247									
	5	4	6	7	8	1	2	3	9	10	11	12	13	14	15
<i>Agrostis gigantea</i>													I		
<i>Agrostis stolonifera</i>				I							I				
<i>Alisma lanceolatum</i>	I			I	I	I	I				I	I		I	I
<i>Alisma plantago-aquatica</i>				I		I						I			I
<i>Apium nodiflorum</i>												I			
<i>Baldellia ranunculoides</i>						I	I					I			I
<i>Barbarea vulgaris</i>														I	
<i>Berula erecta</i>		I	I	I	I	I	I	I			I		I	I	I
<i>Callitriche hamulata</i>		I	I	I							I				
<i>Callitriche obtusangula</i>								I			I			I	
<i>Caltha palustris</i>				I	I		I	I							
<i>Carex acutiformis</i>						I				I	I			I	
<i>Carex elata</i>		I	I	I	I		I	I	I	I	I		I		
<i>Carex riparia</i>	I	I	I	I											
<i>Elodea canadensis</i>	I	I	I	I	I	I		I	I		I	I	I	I	I
<i>Equisetum arvense</i>	I					I	I								
<i>Equisetum telmateja</i>						I									
<i>Glyceria fluitans</i>						I									
<i>Holcus lanatus</i>						I									
<i>Hypericum tetrapterum</i>							I								
<i>Iris pseudacorus</i>		I	I	I					I	I	I		I	I	
<i>Juncus subnodulosus</i>						I	I				I	I	I		I
<i>Lemna trisulca</i>		I	I		I	I	I	I				I		I	
<i>Lythrum salicaria</i>									I						
<i>Mentha aquatica</i>			I	I		I	I	I			I	I	I	I	I
<i>Myosotis scorpioides</i>			I	I	I	I	I	I			I		I	I	I
<i>Myriophyllum spicatum</i>	I	I		I				I	I	I				I	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>									I						
<i>Nasturtium officinale</i>		I	I	I		I								I	
<i>Nymphaea alba</i>										I					
<i>Persicaria hydropiper</i>				I											
<i>Phalaris arundinacea</i>		I	I		I					I			I		
<i>Phragmites australis</i>			I	I	I			I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Poa annua</i>						I									
<i>Potamogeton coloratus</i>						I						I			I
<i>Potamogeton crispus</i>				I					I						
<i>Potamogeton natans</i>			I	I				I	I	I				I	I
<i>Potamogeton pectinatus</i>	I	I	I	I	I			I	I						
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	I			I				I							
<i>Potamogeton pusillus</i>						I									I
<i>Potamogeton x cooperi</i>				I	I		I								
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	I	I	I	I	I		I								
<i>Rumex crispus</i>				I						I					
<i>Schoenoplectus lacustris</i>		I	I					I	I	I		I	I	I	I
<i>Scrophularia auriculata</i>						I									
<i>Sparganium erectum</i>		I	I			I	I			I				I	
<i>Valeriana officinalis</i>						I									
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>			I			I					I		I	I	I
<i>Zannichellia palustris</i>	I					I		I						I	

Tab. II - Confronto tra le specie osservate e quelle riportate da: POLDINI 2002; MERLUZZI et al. 2003; TOMASELLA & COMIN 2006; SBURLINO et al. 2008, nelle rispettive Aree di Base. Sono omesse le sottospecie nominali e gli Autori.

Legenda dei colori: ■ non presente; ■ segnalata prima del 1920; ■ segnalata tra il 1920 e il 1960.

- Comparison between the observed species and those reported by: POLDINI 2002; MERLUZZI et al. 2003; TOMASELLA & COMIN 2006; SBURLINO et al. 2008, in their respective Operational Geographic Units. Nominal subspecies and authors are omitted.

Colours legend: ■ not present; ■ observed before 1920; ■ observed between 1920 and 1960.

sociazione è in contrazione, verosimilmente a causa dell'aumento del grado di trofia delle acque, conseguente l'ingresso nei corsi d'acqua di sostanze utilizzate in agricoltura (SBURLINO et al. 2008). Il giudizio del Rapporto di Qualità Ecologica dell'indice biotico macrofitico "Biologique Macrophytique en Rivière" (RQE_IBMR) per le stazioni 11, 13 e 15 è buono, mentre per la stazione 14 è solo sufficiente. Il Livello di Inquinamento dei Macroscrittori (LIMEco) risulta scarso in tutte le stazioni (tab. III).

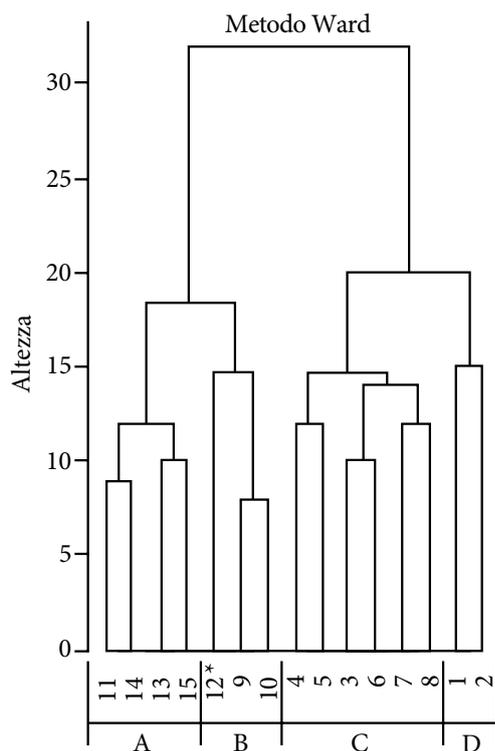


Fig. 2 - Dendrogramma dei rilievi vegetazionali: A) *Potametum prolixii*; B) *Nymphaeetum albo-luteae*; C) *Sparganio-Potametum interrupti*; D) *Berulo submersae-Potametum oblongi*. *) Rilievo 12 poi attribuito al gruppo D per affinità floristico-ecologiche.

- Dendrogram of vegetation relèves: A) *Potametum prolixii*; B) *Nymphaeetum albo-luteae*; C) *Sparganio-Potametum interrupti*; D) *Berulo submersae-Potametum oblongi*. *) Relève 12 then related to group D in relation to ecological and floristic affinity.

Potametea Klika in Klika et V. Novák 1941

Potametalia Koch 1926

Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Berulo submersae-Potametum oblongi Buchwald, Gamper, Sburlino et Zuccarello 2000

Sparganio-Potametum interrupti (Hilbig 1971) Weber 1976

Potametum prolixii Sburlino, Tomasella, Oriolo, Poldini et Bracco 2008

Nymphaeion albae Oberdorfer 1957

Nymphaeetum albo-luteae Nowinski 1928

Schema sintassonomico delle associazioni vegetali individuate.
Syntaxonomical scheme of the identified plant communities.

Il gruppo B comprende le stazioni 9, 10. Esse sono afferibili all'associazione *Nymphaeetum albo-luteae* Nowinski 1928, caratterizzata da *Nymphaea alba*, da *Myriophyllum verticillatum* e da *Myriophyllum spicatum*; la stazione 12, che l'elaborazione dei dati include in questo gruppo (fig. 2), è stata attribuita alla cenosi identificata dal gruppo D a posteriori (tab. III) seguendo, come precedentemente detto, l'interpretazione ecologica della comunità rilevata e facendo comunque riferimento alla bibliografia del settore. La cenosi colonizza tipicamente acque stagnanti o debolmente fluenti, eutrofiche, con profondità fino a circa 4 m, su fondali limosi ricchi in sostanza organica (WILMANN 1998). Nelle stazioni 9 e 10 il giudizio dell'RQE_IBMR è sufficiente, mentre l'indice LIMEco riporta un giudizio scarso in tutte le stazioni (tab. III).

Il gruppo C si distingue per la dominanza di *Potamogeton pectinatus* fo. *interruptus*, specie caratteristica e spesso dominante, i cui rilievi sono attribuiti all'associazione *Sparganio-Potametum interrupti* (Hilbig 1971). La cenosi è caratteristica di acque correnti da eutrofiche a fortemente eutrofiche, con materiale di fondo limoso-argilloso (POTT 1995). In questo gruppo sono incluse 6 stazioni (4, 5, 3, 6, 7 e 8). Il giudizio dell'RQE_IBMR è sufficiente in tutte le stazioni, mentre l'indice LIMEco definisce sufficiente lo stato nella stazione 4, cattivo nella 7 e scarso nelle restanti stazioni (tab. III).

Infine, il gruppo D comprende le stazioni 1 e 2 a cui, seguendo l'interpretazione ecologica della comunità ed i riferimenti bibliografici, è stata aggiunta la stazione 12. Questo gruppo è caratterizzato dalla presenza di *Potamogeton coloratus* fo. *oblongus-fluviatilis* e *Juncus subnodulosus* fo. *submersus* e per questo attribuito all'associazione *Berulo submersae-Potametum oblongi* Buchwald, Gamper, Sburlino & Zuccarello 2000, tipica di acque freatiche, ricche in calcare sia lentiche che lotiche. Studi condotti in Europa centrale rilevano che questa associazione è legata ad acque oligotrofiche con basse concentrazioni di ammonio e fosfati, ma può sopportare elevate concentrazioni di nitrati (BUCHWALD et al. 1995). L'associazione riunisce specie caratteristiche di piccoli corsi d'acqua di risorgiva in prossimità delle zone sorgentizie (SBURLINO et al. 2008). Nelle stazioni in esame accanto alle specie domi-

N° rilievo	A				B		C						D		
	11	14	13	15	9	10	4	5	3	6	7	8	1	2	12
Specie caratt. di <i>Potametum prolix</i>															
<i>Potamogeton natans</i> fo. <i>prolixus</i>	1	2		2	+				1	1	1			1	
Specie caratt. di <i>Berulo-Potametum oblongi</i>															
<i>Potamogeton coloratus</i> fo. <i>oblongus-fluviatilis</i>				1									2		1
<i>Juncus subnodulosus</i> fo. <i>submersus</i>	1		1	1										1	1
Specie caratt. di <i>Sparganio-Potametum interrupti</i>															
<i>Potamogeton pectinatus</i> fo. <i>interruptus</i>					+		3	2	1	1	2	1			
Specie caratt. di <i>Nymphaeetum albo-luteae</i>															
<i>Nymphaea alba</i>						1									
Specie caratt. e diff. di <i>Ranunculion fluitantis</i>															
<i>Berula erecta</i> fo. <i>submersa</i>	1	2	1	2			1		1	1	1	1	3	1	
<i>Alisma lanceolatum</i> fo. <i>submersum</i>	1	1		1				1			+	1	1	1	1
<i>Mentha aquatica</i> fo. <i>submersa</i>	1	1		1					1	1	1		1	1	1
<i>Myosotis scorpioides</i> fo. <i>submersa</i>	1	1		1					1	1	1	1	1	1	
<i>Schoenoplectus lacustris</i> fo. <i>fluitans</i>	1	1	1	1	1		1		1	1				4	
<i>Lemna trisulca</i>		1					1		1	1		2	2	3	1
<i>Ranunculus trichophyllus</i>							1	1		1	1	1		1	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> fo. <i>submersa</i>	+	1	1	1						1			1		
<i>Nasturtium officinale</i> fo. <i>submersum</i>		1					1			1	1		1		
<i>Baldellia ranunculoides</i> fo. <i>submersa</i>				1									1	1	1
<i>Callitriche hamulata</i> fo. <i>submersa</i>	1									1	1				
<i>Callitriche obtusangula</i> fo. <i>submersa</i>	1	1							1						
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>submersa</i>	1														
<i>Persicaria hydropiper</i> fo. <i>submersa</i>												+			
Specie caratt. di <i>Nymphaeion albae</i>															
<i>Myriophyllum spicatum</i>	1	1			1	3	1	1	1		+				
<i>Myriophyllum verticillatum</i>					+										
Specie di livelli superiori															
<i>Elodea canadensis</i>	1	1	+	1	1		3	1	1	1	1	1	1		1
<i>Potamogeton perfoliatus</i>								1			1			+	
<i>Zannichellia palustris</i> s.l.		1						1	1						
<i>Potamogeton x cooperi</i>											2	1		1	
<i>Phragmites australis</i> fo. <i>submersa</i>			1							1	1				
<i>Fontinalis antipyretica</i>								1		1					
<i>Potamogeton crispus</i>					+						1				
<i>Potamogeton pusillus</i>				+									1		
Specie compagne															
<i>Microspora</i> sp.	1	1	1	1			2	+					1	1	1
<i>Vaucheria</i> sp.		1	1						1	1		1		1	
<i>Chara gymnophylla</i>								+			1	1		1	
<i>Spyrogira</i> sp.		1			1						1				1
<i>Cladophora</i> sp.								1				1			
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>								1							
<i>Leptodictyum riparium</i>														+	
<i>Nitella flexilis</i>				1											
IBMR	S	Sc	S	S	Sc	B	S	B							
	11,0	10,0	11,4	10,6	8,6	9,8	9,5	8,5	8,8	9,95	9,4	9,0	12,9	11,2	13,0
RQE_IBMR	B	S	B	B	S	S	S	S	S	S	S	S	E	B	E
	0,88	0,8	0,91	0,85	0,69	0,79	0,76	0,68	0,7	0,8	0,75	0,72	1,03	0,90	1,04
LIMeco	Sc	Sc	Sc	Sc	Sc	Sc	S	Sc	Sc	Sc	C	Sc	Sc	S	Sc
	0,19	0,19	0,19	0,19	0,25	0,22	0,34	0,25	0,19	0,28	0,16	0,25	0,19	0,34	0,22

Tab. III- Tabella fitosociologica dei rilievi; risultati dell'applicazione degli indici IBMR, RQE-IBMR e LIMeco per ogni stazione di campionamento (E=elevato; B=buono; S=sufficiente; Sc=scarso; C=cattivo).

- *Relèves phytosociological table; results from application of IBMR, RQE-IBMR and LIMeco indexes for each sampling station (E=elevate; B=good; S=sufficient; Sc=scarce; C=bad).*

nanti è cospicua la presenza di *Baldellia ranunculoides* e *Alisma lanceolatum*, quest'ultima non inclusa tra le specie caratteristiche dell'alleanza. In questo gruppo il giudizio dell'RQE_IBMR è elevato nelle stazioni 1 e 12, buono nella stazione 2. L'indice LIMeco è scarso in tutte le stazioni, ad eccezione della 2 in cui è sufficiente (tab. III).

I dati chimico-fisici delle stazioni sono stati raggruppati sulla base dell'assetto vegetazionale sopra discusso e vengono riportati in tab. IV.

La relazione tra i valori medi annui dei parametri chimico-fisici e le associazioni vegetali individuate è rappresentata in figura 3, in cui è possibile osservare che l'associazione *Potametum prolixum* (gruppo A), è correlata a bassi valori di ione ammonio (NH_4^+), nitriti (NO_2) e temperatura dell'acqua (T).

Nelle stazioni che costituiscono il gruppo A, caratterizzato dalla presenza dell'associazione *Potametum prolixum*, i valori dei nitrati sono in linea con quelli ritenuti idonei per gli ambienti d'acqua dolce naturali (GHETTI 1997). L'area indagata, infatti, non rientra nelle zone del Friuli Venezia Giulia considerate vulnerabili ai nitrati ai sensi della Direttiva 91/676/CEE. I fosfati invece sono presenti in concentrazioni elevate (valore medio annuale per il gruppo $0,29 \pm 0,14$) rispetto ai limiti riportati per le acque naturali in assenza di inquinamento (GHETTI 1997).

L'associazione *Nymphaetum albo-luteae* (gruppo B), caratterizza le stazioni 9 e 10, le quali risultano correlate ad elevate concentrazioni di ammoniaca, nitriti e ad alte temperature. I valori medi di ammoniaca registrati nelle stazioni sono considerati tipici di ambienti fortemente inquinati (valore medio annuale per il gruppo $0,26 \pm$

Assoc. Veget.	Staz.	pH	Temp. (°C)	Prof. (cm)	O ₂ (%)	Velox (cm/sec)	NO ₂ (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	P (mg/l)
A	11	7,68 ± 0,44	13,73 ± 1,58	71,40 ± 13,10	57,24 ± 21,70	11,82 ± 7,24	0,06 ± 0,08	0,73 ± 1,48	0,37 ± 0,25	0,33 ± 0,14
	14	7,24 ± 0,33	13,91 ± 1,82	64,10 ± 24,00	71,79 ± 15,00	37,70 ± 17,30	0,03 ± 0,01	1,42 ± 1,09	0,17 ± 0,25	0,29 ± 0,17
	13	7,23 ± 0,43	13,89 ± 1,65	77,00 ± 12,60	85,30 ± 12,20	18,34 ± 12,10	0,04 ± 0,03	0,11 ± 0,18	2,55 ± 4,17	0,25 ± 0,13
	15	7,22 ± 0,28	13,55 ± 1,43	38,10 ± 6,97	67,81 ± 12,60	10,49 ± 8,75	0,02 ± 0,01	1,77 ± 0,97	0,14 ± 0,21	0,29 ± 0,21
B	9	7,38 ± 0,31	15,37 ± 3,69	61,60 ± 11,70	68,98 ± 12,90	7,73 ± 5,37	0,03 ± 0,02	1,15 ± 1,02	0,17 ± 0,19	0,34 ± 0,13
	10	7,36 ± 0,27	16,91 ± 7,34	46,10 ± 18,40	70,40 ± 17,30	6,22 ± 6,18	0,07 ± 0,06	0,71 ± 1,10	0,36 ± 0,29	0,33 ± 0,09
C	4	7,57 ± 0,33	14,67 ± 3,37	49,20 ± 10,70	88,49 ± 8,67	29,80 ± 22,70	0,03 ± 0,01	1,08 ± 0,60	0,10 ± 0,05	0,36 ± 0,11
	5	7,76 ± 0,29	14,95 ± 4,50	31,05 ± 14,10	81,12 ± 16,30	16,26 ± 16,60	0,04 ± 0,04	1,27 ± 1,33	0,21 ± 0,25	0,34 ± 0,16
	3	7,43 ± 0,22	15,58 ± 2,27	62,40 ± 14,00	81,00 ± 12,40	17,46 ± 10,14	0,03 ± 0,01	1,13 ± 0,54	0,22 ± 0,22	0,15 ± 0,15
	6	7,59 ± 0,33	13,68 ± 1,84	59,00 ± 14,70	69,18 ± 15,20	25,02 ± 7,43	0,02 ± 0,01	1,15 ± 0,47	0,07 ± 0,04	0,30 ± 0,14
	7	7,39 ± 0,45	13,22 ± 3,44	48,10 ± 25,60	77,02 ± 15,30	7,37 ± 6,56	0,05 ± 0,06	3,07 ± 5,09	0,13 ± 0,11	0,31 ± 0,16
	8	7,35 ± 0,46	14,21 ± 3,04	45,30 ± 13,40	72,47 ± 13,00	7,11 ± 8,22	0,03 ± 0,01	0,93 ± 0,98	0,18 ± 0,16	0,32 ± 0,17
D	1	7,40 ± 0,24	13,84 ± 1,36	28,30 ± 9,45	62,56 ± 6,21	0,56 ± 1,67	0,03 ± 0,02	2,10 ± 1,49	0,10 ± 0,06	0,48 ± 0,15
	2	7,35 ± 0,21	13,96 ± 1,25	41,20 ± 12,50	82,73 ± 4,12	25,00 ± 11,80	0,03 ± 0,01	1,24 ± 0,70	0,05 ± 0,03	0,38 ± 0,18
	12	7,45 ± 0,31	13,41 ± 1,52	50,80 ± 13,80	70,11 ± 5,86	10,19 ± 7,71	0,02 ± 0,01	1,84 ± 0,92	0,10 ± 0,16	0,35 ± 0,24

Tab. IV- Valori medi annuali e Deviazione Standard dei parametri chimico-fisici per ogni stazione di campionamento in relazione alle quattro associazioni vegetali individuate.

- Annual mean values and Standard Deviation of chemical and physical data for each sampling site, in relation to the four sampled plant associations.

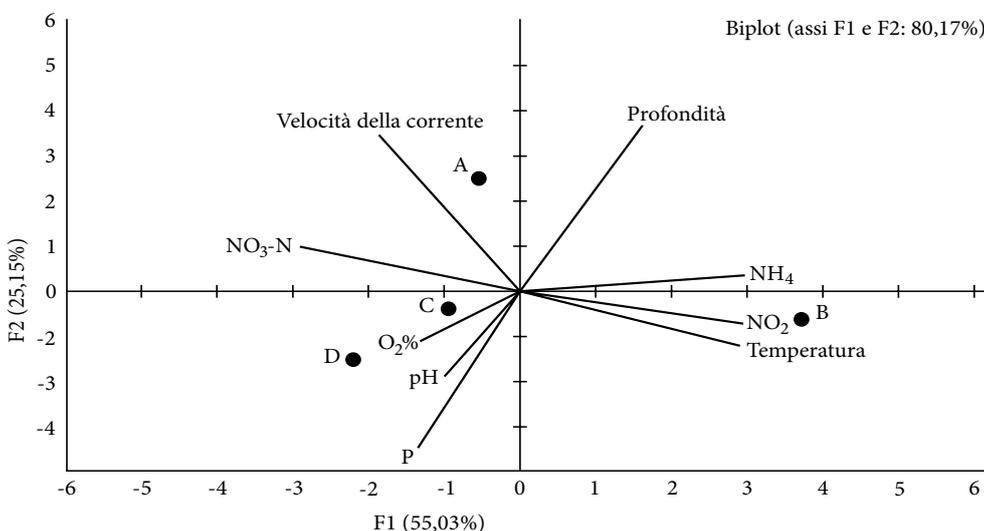


Fig. 3 - Analisi delle Componenti Principali (PCA) condotta utilizzando i valori medi annuali dei parametri chimico-fisici e le associazioni vegetali ottenute dalla cluster analysis.

- Principal Component Analysis (PCA) performed using mean values of chemical and physical parameter and plant associations obtained from the cluster analysis.

0,24), ed anche i nitriti risultano piuttosto elevati per ambienti esenti da inquinamento, il cui tenore dovrebbe mantenersi inferiore a 0.01 mg/l (GHETTI 1997).

L'associazione *Sparganio-Potametum interrupti* (C) è presente in stazioni in cui sono stati rilevati i valori medi più elevati di pH (valore medio annuale per il gruppo $7,51 \pm 0,34$), benché si tratti di valori ritenuti assolutamente normali per ambienti dulciacquicoli naturali, ove questo parametro è compreso tra 6,6 e 7,8. Il gruppo C è anche associato a elevate percentuali di ossigeno disciolto (valore medio annuale del gruppo $78,21 \% \pm 13,48$). Benché non siano state rilevate elevate concentrazioni di nutrienti nelle acque, le specie caratteristiche di questa associazione sono ritenute molto tolleranti ed in grado di sopportare frequenti modificazioni ambientali.

Infine, l'associazione *Berulo submersae-Potametum oblongi* (D) comprende 3 stazioni (1, 2 e 12) di cui le stazioni 1 e 12 sono caratterizzate dalla presenza di *Potamogeton coloratus*. Secondo alcuni Autori (ROWECK et al. 1986; BUCHWALD et al. 1995) questa associazione è caratteristica di acque basiche con basse concentrazioni di ammoniaca e fosfati, pur potendo tollerare elevate concentrazioni di nitrati. In questo studio l'associazione è in effetti presente in ambienti in cui le concentrazioni di nitrati nelle acque sono le più elevate tra quelle registrate (valori medi annuali del gruppo pari a 1,72 mg/l), ma, in disaccordo con ROWECK et al. (1986) e BUCHWALD et al. (1995), anche in presenza di elevate concentrazioni di fosfati (valore medio $0,40 \pm 0,13$ mg/l).

Considerazioni conclusive

Nell'area di studio è stata rilevata, rispetto ad altre aree di risorgiva della regione, un'elevata biodiversità: nelle comunità vegetali acquatiche; sono state, infatti, segnalate 34 specie di piante vascolari acquatiche. Tra queste anche entità la cui segnalazione in Friuli Venezia Giulia è piuttosto rara (*Callitriche hamulata*), specie inserite nella lista Rossa Nazionale (*Baldellia ranunculoides*, *Nymphaea alba*) e specie rare ed esclusive di tratti di corsi d'acqua prossimi alla risorgenza (*Potamogeton coloratus*).

Diverse specie segnalate in questo studio non sono riportate nei quadranti corrispondenti dell'Atlante corologico delle piante vascolari del Friuli Venezia Giulia (POLDINI 2002), di queste 5 specie sono note solamente da dati storici. Pertanto, da questo lavoro si evince, innanzitutto, che gli ambienti monitorati, seppur fortemente antropizzati nel corso del tempo, sono delle piccole oasi inserite in contesti territoriali caratterizzati da bassa biodiversità.

L'analisi vegetazionale ha confermato la presenza di alcune associazioni vegetazionali note nella bassa pianura veneto friulana e ha contribuito ad aggiornarne la distribuzione. Tre delle associazioni rilevate, *Potametum prolixum*, *Berulo submersae-Potametum oblongum* e *Spar-*

ganio-Potametum interruptum, sono attribuite all'Habitat 3260 "Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculon fluitantis* e *Callitriche-Batrachion*" dell'Allegato I della DIRETTIVA 92/43/CEE, ovvero tra gli habitat naturali e seminaturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione.

In conclusione gli ambienti analizzati pur denunciando in molti casi un'elevata biodiversità, con presenza di specie rare e stenoecie, si trovano in un contesto ambientale generalmente fortemente alterato. Ciò emerge dalla rilevazione dai principali parametri chimico-fisici e dalla conseguente applicazione del Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIMeco), il cui giudizio è generalmente scarso in tutte le stazioni, ad eccezione di due casi in cui è sufficiente ed uno in cui scende addirittura a cattivo. La vegetazione, pur risentendo dell'abbassamento dello stato di qualità delle acque, generalmente presenta un assetto ancora prossimo alla naturalità, come evidenziato dai giudizi del Rapporto di Qualità Ecologica dell'indice biotico macrofitico "Biologique Macrophytique en Rivière" (RQE_IBMR), il quale riporta un giudizio sufficiente ma talvolta anche buono o elevato. Si tratta, verosimilmente ed in alcuni casi, di situazioni in cui le specie hanno ampiamente superato i limiti di adattabilità e quindi, permanendo il fattore di disturbo, sono destinate progressivamente a scomparire. A tal proposito ricordiamo la segnalazione di *Potamogeton coloratus* in ambienti con elevata concentrazione di nutrienti, benché sia la specie a cui, ai fini del calcolo dell'indice IBMR, è assegnato (APAT 2007; AFNOR 2003) il più elevato punteggio di oligotrofia (C_s) fra tutte le fanerogame utilizzate. Ciò, se confermato da indagini più approfondite, potrebbe indurre a rivalutare in taluni casi il valore attribuito alla sensibilità di alcune specie, nei confronti del grado di trofia delle acque, alla luce di particolari aspetti distributivi.

Risulta, pertanto, di grande importanza il monitoraggio integrato di queste aree soprattutto per una loro corretta gestione e tutela, che deve prevedere, inevitabilmente, progetti di riqualificazione naturalistica basati in primo luogo sul ripristino delle aree vegetate in ambito perfluviale, in relazione alla loro insostituibile funzione di filtro nei confronti di sostanze e sedimenti che dai territori circostanti giungono ai corsi d'acqua.

Manoscritto pervenuto il 07.VIII.2014 e approvato il 29.IX.2014.

Bibliografia

- AFNOR. 2003. *Qualité de l'eau: détermination de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (IBMR)*. Association Française de Normalisation, Norme NF T90-395, Octobre 2003.
- ALEFFI, M., R. TACCHI & C. CORTINI-PEDROTTI. 2008. Checklist of the Hornworts, Liverworts and Mosses of Italy. *Bocconea* 22: 19-150.

- APAT. 2007. *Protocollo di campionamento e analisi per le macrofite delle acque correnti*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, APAT, ISS, ENEA, ARPA Piemonte, Università La Sapienza - Roma, APPA Trento, ARPA Toscana.
- BELLINGER, E.G., & D.C. SIGEE. 2010. *Freshwater algae: identification and use as bioindicators*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Wien: Springer.
- BUCHWALD, R., R. CARBIENER & M. TRÈMOLIÈRES. 1995. Syn-systematic division and syndynamics of the *Potamogeton coloratus* community in flowing waters of Southern Central Europe. *Acta Bot. Gallica* 142, n. 6: 659-66.
- CONTI, F., G. ABBATE, A. ALESSANDRINI & C. BLASI. 2005. *An annotated checklist of the Italian vascular flora*. Roma: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza".
- DUCA, R. 2003. *Trasportare le acque laddove le terre sono soggette a siccità*. Ronchi dei Legionari: Consorzio di Bonifica Pianura Isontina, Consorzio Culturale del Monfalconese.
- EHRENDORFER, F., & U. HAMANN. 1965. Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 78: 35-50.
- GHETTI, P.F. 1997. *Indice Biotico Esteso (IBE) I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Manuale di applicazione*. Trento: Provincia Autonoma di Trento.
- GLÜCK, H. 1936. Pteridophyten und Phanerogamen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der wichtigsten Wasser- und Sumpfgewächse des ganzen Kontinents von Europa. In *Die Süßwasserflora Mitteleuropas*, cur. A. PASCHER, 15. Jena: G. Fischer.
- MAAREL VAN DER, E. 1979. Transformation of the cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39: 97-114.
- MACOR, C., L. CARGNEL, J. SOLARI & A. VALENTINČIČ. 1998. *Aesontius*. Gorizia: B & V.
- MERLUZZI, P., G. ORIOLO & M. TOMASELLA. 2003. Segnalazioni floristiche dalla regione Friuli Venezia Giulia. XI-XIII. *Gortania. Atti Mus. Friul. St. Nat.* 25 (2002): 187-206.
- PIGNATTI, S. 1952. Introduzione allo studio fitosociologico della Pianura Veneta Orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. *Archivio Bot.* 28, n. 4: 265-329.
- POLDINI, L. 2002. *Nuovo Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli Venezia Giulia*. Tavagnacco: Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Azienda Parchi e Foreste Regionali, Università degli Studi di Trieste - Dipartimento di Biologia, Arti Grafiche Friulane Spa.
- POTT, R. 1995. *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- PRESTON, C.D. 1995. *Pondweeds of Great Britain and Ireland*. London: Botanical Society of the British Isles, B.S.B.I. Handbook 8.
- ROSSI, G., C. MONTAGNANI, D. GARGANO, L. PERUZZI, T. ABELI, S. RAVERA, A. COGONI, G. FENU, S. MAGRINI, M. GENNAI, B. FOGGI, R.P. WAGENSOMMER, G. VENTURELLA, C. BLASI, F.M. RAIMONDO & S. ORSENIGO. 2013. *Lista rossa della Flora italiana. 1. Policy species e altre specie minacciate*. Roma: Comitato Italiano IUCN, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- ROWECK, H., K. WEISS & A. KOHLER. 1986. Zur Verbreitung und Biologie von *Potamogeton coloratus* und *Potamogeton polygonifolius* in Bayern und Baden-Württemberg. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 57: 17-52.
- SBURLINO, G., M. TOMASELLA, G. ORIOLO & L. POLDINI. 2004. La vegetazione acquatica e palustre dell'Italia nord-orientale. La classe *Lemnetea* Tüxen ex O. Bolòs et Masclans 1955. *Fitosociologia* 41, n. 1: 27-42.
- SBURLINO, G., M. TOMASELLA, G. ORIOLO, L. POLDINI & F. BRACCO. 2008. La vegetazione acquatica e palustre dell'Italia nord orientale. 2. La classe *Potametea* Klika in Klika et V. Novák 1941. *Fitosociologia* 45, n. 2: 3-40.
- TOMASELLA, M. 2013. La flora esotica nelle acque interne del Friuli Venezia Giulia. *Journal of Freshwater Biology. Quaderni ETP* 35/2013: 61-72.
- TOMASELLA, M., & S. COMIN. 2006. Notula: 1186. *Callitriche obtusangula* Le Gall (Callitricaceae). In *Notulae alla checklist della flora vascolare italiana* 1. 1151-1191, cur. F. CONTI, C. NEPI & A. SCOPPOLA, 1183. *Inform. Bot. Ital.* 37, n. 2.
- TOMASELLI, M., R. BOLPAGNI, M. GUALMINI, A. PETRAGLIA & D. LONGHI. 2006. Studio fitosociologico, cartografia della vegetazione ed analisi dello stato trofico delle acque delle "Paludi del Busatello" (Italia settentrionale). *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona* 30: 3-37.
- WILMANN, O. 1998. *Ökologische Pflanzensoziologie. Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas* 6. Wiesbaden: Quelle & Meyer.

Normativa citata

- DECRETO MINISTERIALE N. 260 dell'08/11/2010. *Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del Decreto Legislativo medesimo*. G.U. n. 30 del 07/02/2011, S.G.
- DIRETTIVA 92/43/CEE del Consiglio delle Comunità Europee del 21/05/1992. *Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. 206 del 22/07/1992.
- DIRETTIVA 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23/10/2000. *Istituzione di un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. 327 del 22/12/2000.
- LEGGE REGIONALE FRIULI VENEZIA GIULIA n. 42 del 30/09/1996. *Norme in materia di parchi e riserve naturali e regionali*. Bollettino Ufficiale della Regione Friuli Venezia Giulia n. 39 del 25/09/1996, S.O. n. 2 del 30/09/1996.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Michela TOMASELLA
Via Martiri della Libertà 29, I-34079 STARANZANO (GO)
e-mail: michela.tomasella@gmail.com
- Sara BALDO
- Marco BERTOLI
- Elisabetta PIZZUL
Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Trieste
Via Giorgieri 10, I-34127 TRIESTE (TS)
e-mail: baldo.sara9@gmail.com
e-mail: marco.ber3@gmail.com
e-mail: pizzul@units.it