UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

Dipartimento di Scienze della Vita

Università degli Studi di Trieste

Corso di Studio in
Scienze e Tecnologie Biologiche

Decomposizione, casi studio:

- ***Leaf bag technique***
- **Scelta delle stazioni di campionamento**
- **Caso 1: Riserva Naturale Regionale della Foce dell'Isonzo**
  - **Decomposizione del detrito in aree umide (*wetlands*)**
- **Caso 2: Il lago di Doberdò**
  - **Processi decompositivi in ambienti carsici e variazioni del regime idrologico**
- **Caso 3: il Fiume Vipacco**
  - **Decomposizione in ambiente fluviale**
  - **Interazione con le microplastiche, accumulo e trasporto**

• ECOLOGIA
• Marco Bertoli(BIO/07)
• marbertoli@units.it

III anno – I Semestre

(*) Il materiale didattico fornito dal docente può contenere parti o immagini soggette a copyright, la diffusione e/o riproduzione non è autorizzata.

Analisi dei processi decompositivi in ambienti acquatici

Ambienti dulciacquicoli: «laboratori a cielo aperto»





Modello esponenziale semplice
(Olson, 1963)

$$W_{(t)} = W_{(0)} * e^{-kt}$$

$W_{(t)}$ = biomassa al tempo t
$W_{(0)}$ = biomassa al tempo zero
k = coefficiente di decomposizione

k = coefficiente di decomposizione, misura la velocità dei processi decompositivi.

k > 0.01	**velocità alta**
0.01 > k > 0.005	**velocità media**
k < 0.005	**velocità bassa**

(Petersen and Cummins, 1974)

Analisi dei processi decompositivi in ambienti acquatici





Messa in posa (t_0)



- **Raccolta del materiale (foglie di *Phragmites australis*)**
- **Essiccazione (in aria o in stufa a 60° per 72h)**
- **Preparazione dei pacchi fogliari standardizzati (peso *secco*: 3g)**
- **Preparazione delle repliche (n pacchi fogliari per ciascuna replica)**

La messa in posa viene fatta allo stesso tempo per tutte le repliche che vengono raccolte a scaglioni

- t_1 = 15 giorni
- t_2 = 30 giorni
- t_3 = 45 giorni

Protocollo di raccolta elaborato per minimizzare l'impatto dovuto alla presenza degli operatori in aree soggette a tutela come Riserve Naturali, Zone Speciali di Conservazione (ZSC) o Zone di Protezione Speciale (ZPS)

Analisi dei processi decompositivi in ambienti acquatici

Sorting



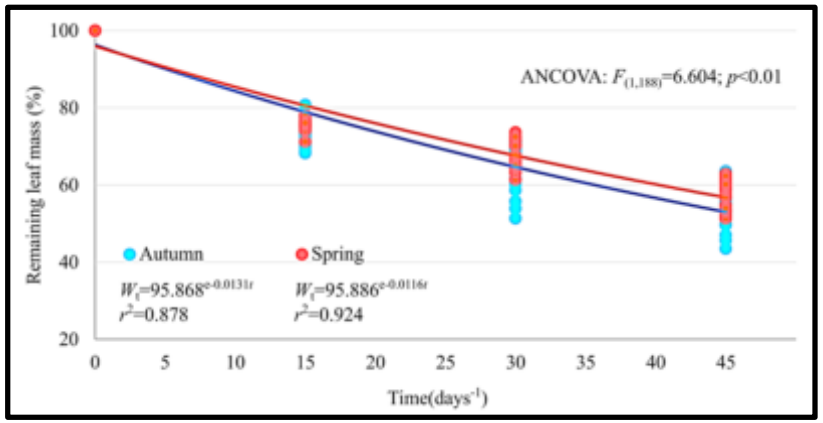
Studio delle comunità che colonizzano i pacchi



Essiccazione



- **Separazione della componente biotica**
- **Ri-essiccazione (60°C, 72h)**
- **Pesatura**
- **Calcolo del tasso di decomposizione k**
- **Confronto dei tassi di decomposizione mediante Analisi della Covarianza (ANCOVA)**
- **Elaborazione di modelli per valutare i fattori che più incidono (in un dato sistema) sia positivamente che negativamente sul tasso di decomposizione k**








Analisi periodica dei parametri chimico-fisici:

- **Temperatura (°C)**
- **pH**
- **Ossigeno disciolto (% saturazione e concentrazione mg L^{-1})**
- **Conduttività elettrica (µS cm^{-1})**
- **Nutrienti (NH_4^+, P o PO_4^{3-}, NO_3^-)**
- **Altri fattori d'interesse:**
  - **Portata (m^3 s^{-1})**
  - **Piovosità (mm)**

Scelta delle stazioni di campionamento

Scelta delle stazioni:

- **Accessibilità**
- **Profondità dell'acqua**
- **Substrato (ciottoli, massi, ghiaia…)**
- **Presenza di vegetazione sommersa (macrofite acquatiche)**
- **Presenza di vegetazione riparia (vegetazione arborea, canneto…)**
- **Ombreggiamento**



Caso studio 1: Aree umide

Riserva Naturale Regionale della Foce dell'Isonzo



Caso studio 1: Aree umide

Riserva Naturale Regionale della Foce dell'Isonzo



Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems (2016) 417, 14
© M. Bertoli et al., published by EDP Sciences, 2016
DOI: 10.1051/kmae/2016001

www.kmae-journal.org

Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems

Journal fully supported by Onema

RESEARCH PAPER OPEN ACCESS

Seasonal and multi-annual patterns of *Phragmites australis* decomposition in a wetland of the Adriatic area (Northeast Italy): a three-years analysis

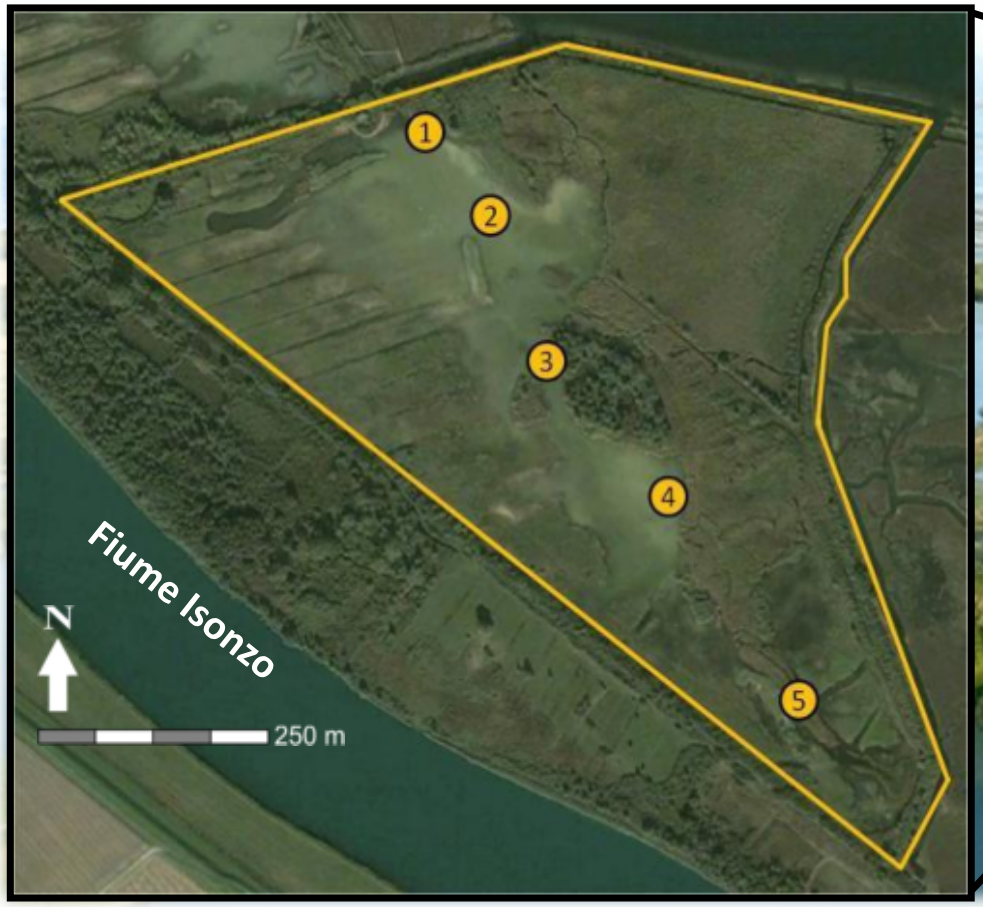
M. Bertoli[1], G. Brichese[1], D. Michielin[1], M. Ruzič[1], F. Vignes[2], A. Basset[2] and E. Pizzul[1,*]

[1] University of Trieste, Department of Life Science, via Giorgieri 10, 34127 Trieste, Italy
[2] University of Salento, Department of Biological and Environmental Science and Technologies, Via prov.le Lecce, Monteroni, 73100 Lecce, Italy

Riserva Naturale Regionale
ZSC – ZPS 3330005

Caso studio 1: Aree umide

Riserva Naturale Regionale della Foce dell'Isonzo





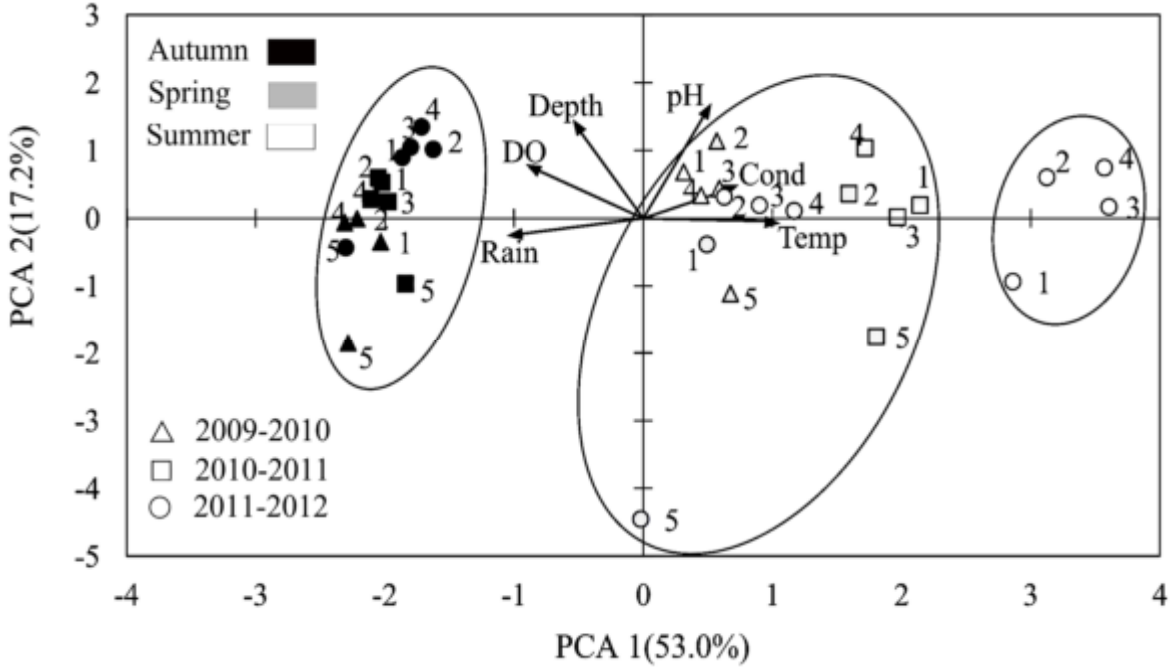
- Cicli di allagamento/prosciugamento
- Come varia il processo di decomposizione nel corso dell'anno
- Quali sono i fattori principali che influenzano i meccanismi decompositivi in quest'area
- Implicazioni nella gestione delle diverse aree nella Riserva Naturale

Gradienti stagionali che governano il sistema

Approvvigionamento idrico principalmente fornito dalle piogge

Il sistema è un'area umida semi-permanente che va incontro ad un «reset» annuale

1) **Fase di riallagamento (autunnale)**
   - Elevata piovosità
   - Buona ossigenazione
   - Aumento delle profondità
2) **Fase di evoluzione (primaverile)**
   - Aumento delle temperature
   - Evaporazione, riduzione delle profondità
   - Ogni sito di campionamento evolve in modo differente a seconda delle proprie caratteristiche
3) **Fase di prosciugamento (tardo-primaverile/estiva)**
   - Ulteriore aumento delle temperature
   - Possibili fenomeni di anossia
   - Marcata riduzione delle profondità (alcune aree vanno completamente in secca)







E la decomposizione?

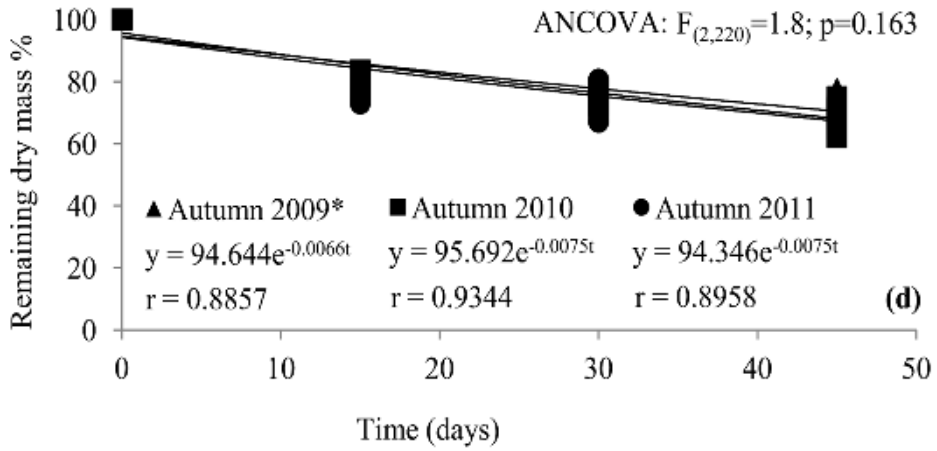
Velocità di decomposizione media in periodo di riallagamento (autunno)

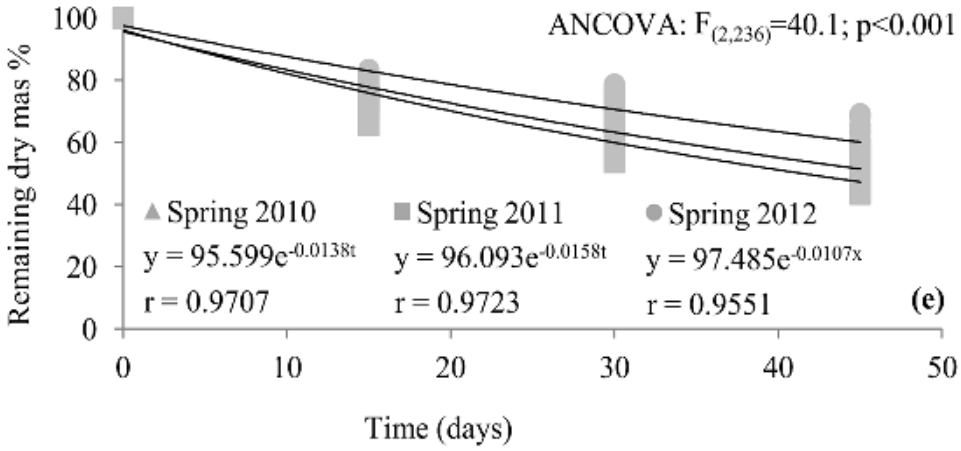
0.0066 < k < 0.0075 (autunno)

Velocità di decomposizione alta durante le fasi di evoluzione e prosciugamento

0.0108 < k < 0.0158 (primavera)
k = 0.0168 (estate)

Physico-chemical dataset 2009–2012 (nutrient excluded)			
Variable	r^2	F	p-level
Rain	0.849	174.87	**<0.001**
Rain, Temp	0.877	6.90	**0.013**
Rain, Temp, Cond	0.911	10.97	**0.002**





E la decomposizione?

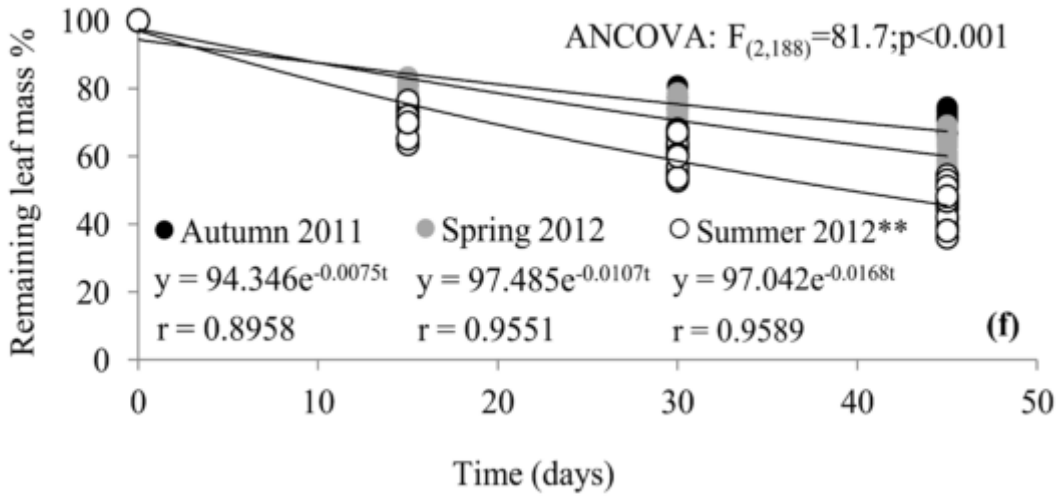
Velocità di decomposizione media in periodo di riallagamento (autunno)

0.0066 < k < 0.0075 (autunno)

Velocità di decomposizione alta durante le fasi di evoluzione e prosciugamento

0.0108 < k < 0.0158 (primavera)
k = 0.0168 (estate)

Physico-chemical dataset 2009–2012 (nutrient excluded)			
Variable	r^2	F	p-level
Rain	0.849	174.87	**<0.001**
Rain, Temp	0.877	6.90	**0.013**
Rain, Temp, Cond	0.911	10.97	**0.002**



IMPLICAZIONI GESTIONALI:
L'area è soggetta a regolazione del livello idrico (prevenzione, rimineralizzazione dei nutrienti), e sfalci periodici con rimozione (non costante) del materiale vegetale

Caso studio 2: Lago carsico



Caso studio 2: Lago carsico

Lago di Doberdò

Hydrobiologia
https://doi.org/10.1007/s10750-020-04237-7

PRIMARY RESEARCH PAPER

Seasonal patterns of *Phragmites australis* breakdown in a karstic freshwater system (Doberdò Lake, Northeast Italy) in relation to water level fluctuations, environmental features, and macrobenthic invertebrate communities

Marco Bertoli · Filippo Franz · Paolo Pastorino · Marino Prearo · Elisabetta Pizzul

diversity

MDPI

Article

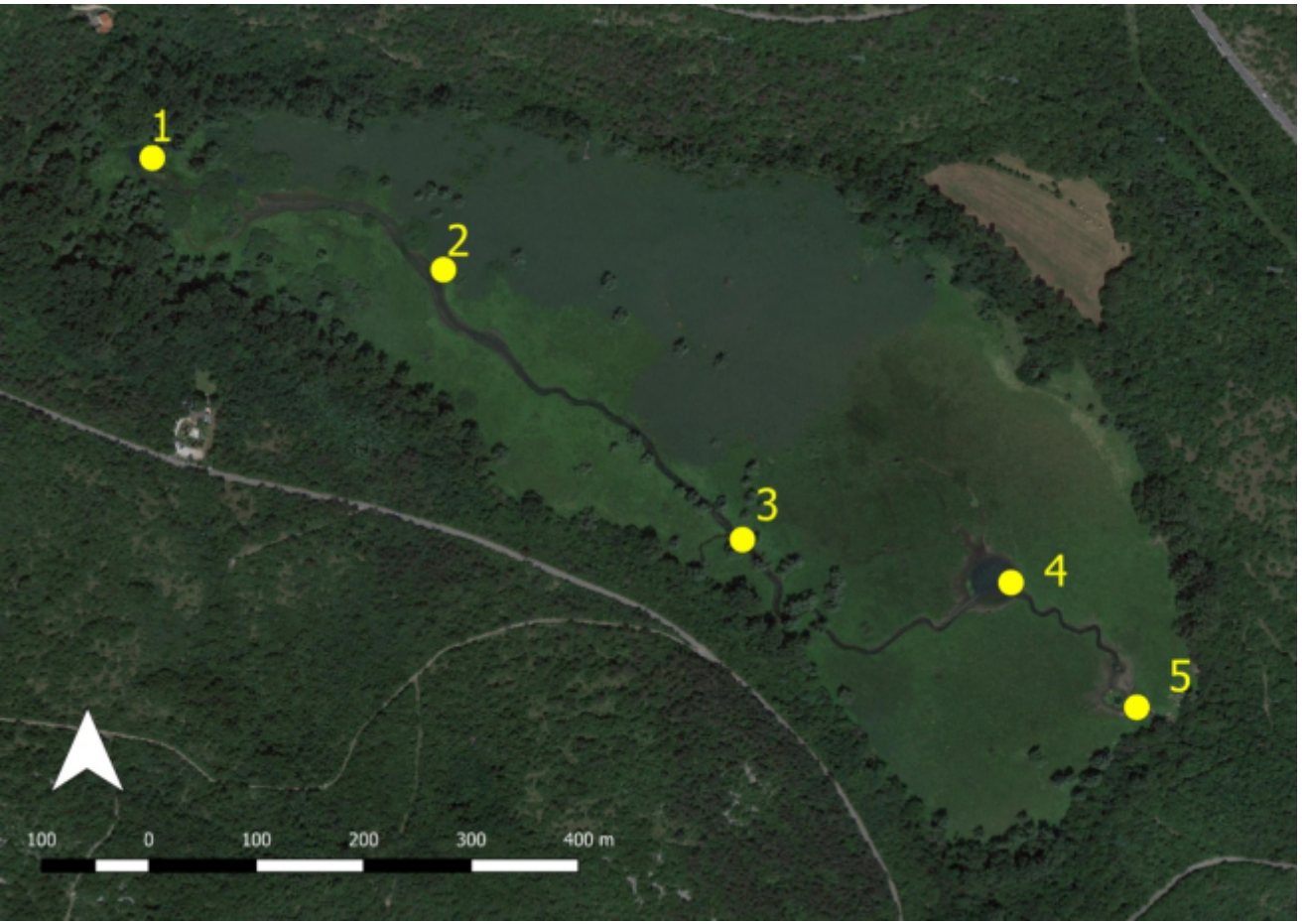
Biodiversity and Litter Breakdown in a Karstic Freshwater System (Doberdò Lake, Northeast Italy) in Relation to Water Level Fluctuations and Environmental Features

Marco Bertoli [1], Davide Lesa [1], Alessia Merson [1], Paolo Pastorino [2], Marino Prearo [2] and Elisabetta Pizzul [1,*]

[1] Department of Life Science, University of Trieste, Via Giorgieri 10, 34127 Trieste, Italy; marbertoli@units.it (M.B.); davidelesa96@gmail.com (D.L.); alessia.merson@studenti.units.it (A.M.)
[2] Experimental Zooprofilactic Institute of Piedmont, Liguria and Valle d'Aosta, Via Bologna 148, 10154 Torino, Italy; paolo.pastorino@izsto.it (P.P.); marino.prearo@izsto.it (M.P.)
* Correspondence: pizzul@units.it

Riserva naturale dei Laghi di Doberdò e Pietrarossa
ZPS IT3341002 "Aree carsiche della Venezia Giulia"

Caso studio 2: Lago carsico

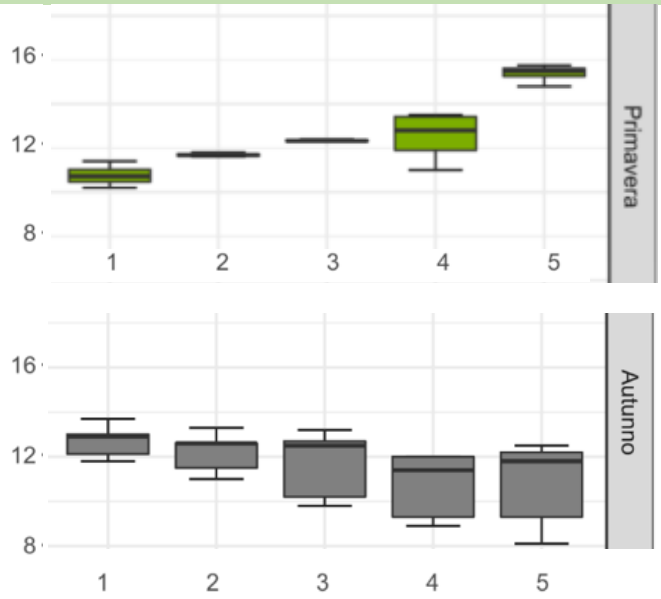


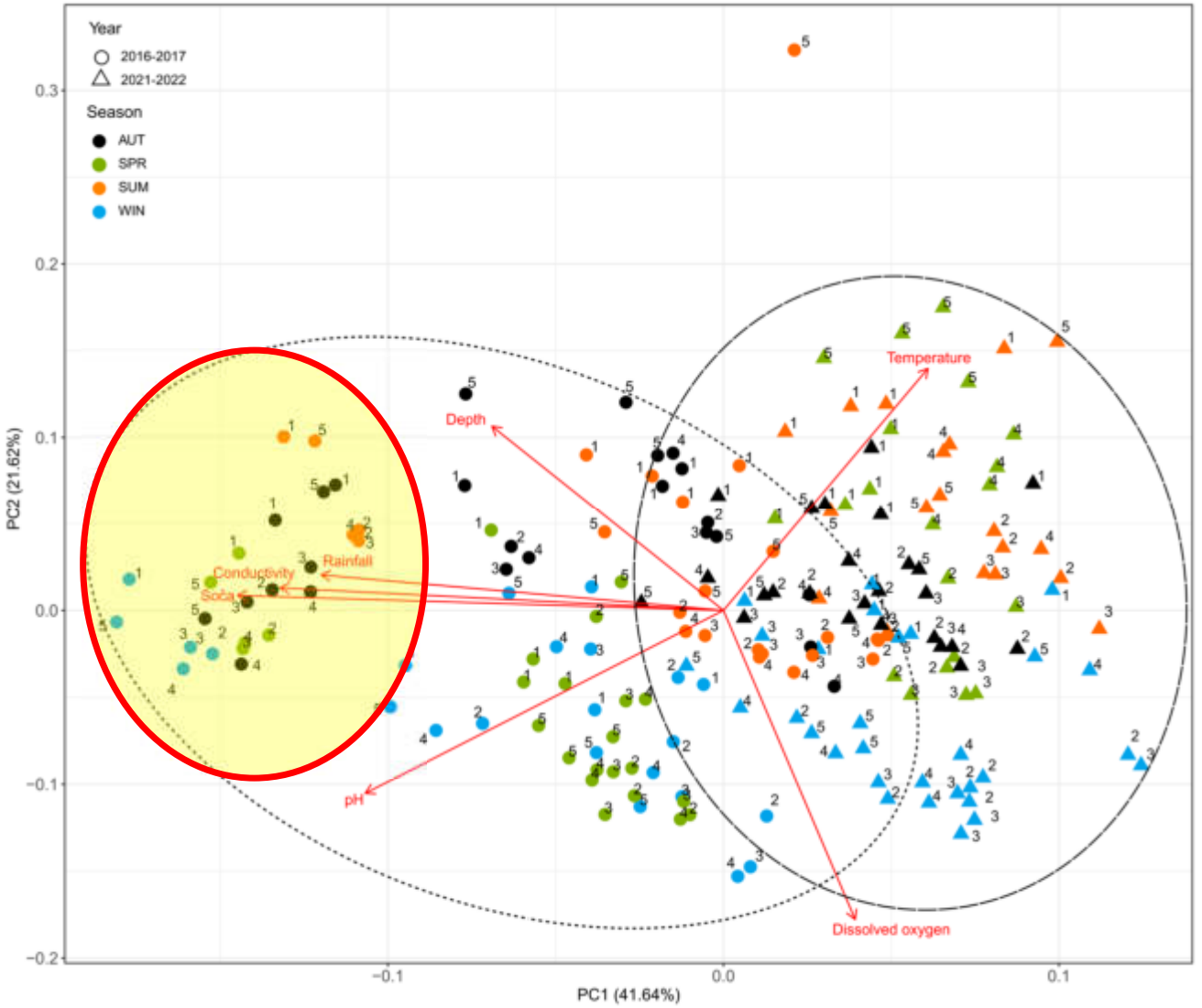
- ''Lago effimero'' (allagamento/prosciugamento)
- Roggia permanente sul fondo della depressione carsica (polje), con caratteristiche simili a quelle di un corso d'acqua di risorgiva (acque fresche e ben ossigenate)
- Diminuzione del livello idrologico negli ultimi 100 anni
- Progetti per la gestione del livello idrico del lago ai fini della conservazione ecosistemi connessi
- Implicazioni nella gestione delle diverse aree nella Riserva Naturale

- Primo studio 2016-2017
  (regime pluviometrico standard)
- Secondo studio 2021-2022
  (regime pluviometrico straordinario)

Gradienti stagionali che governano il sistema

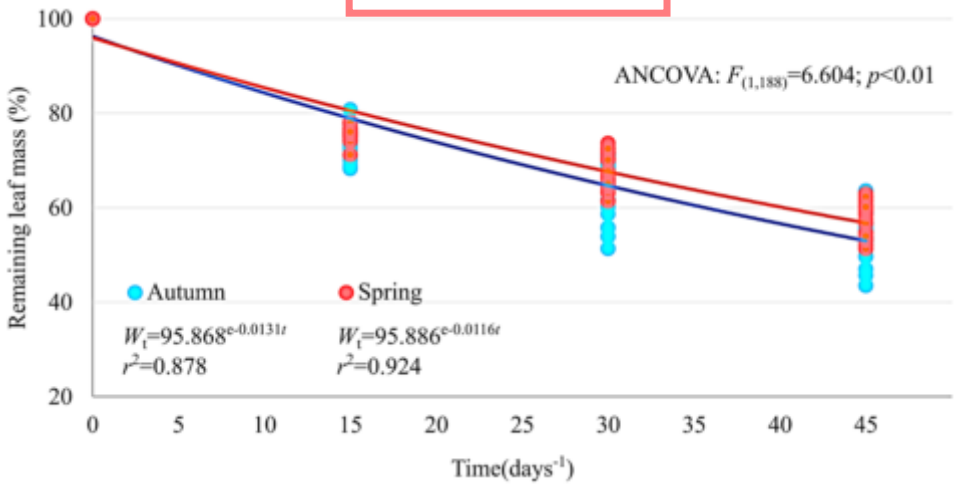
- Il sistema risente in modo significativo dei fenomeni di piena del Fiume Isonzo, il quale fornisce l'80% dell'approvvigionamento idrico del lago
- La stagionalità di questo sistema è «sfasata» a causa della natura ipogea dell'approvvigionamento idrico
- Effetto buffer sulle temperature delle acque nel lago



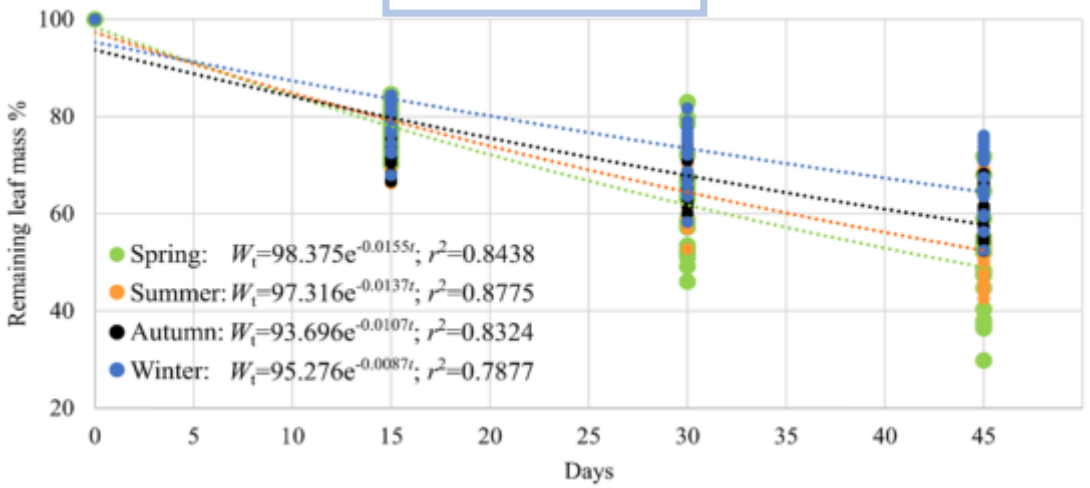


Effetti sui tassi di decomposizione

2016-2017



2021-2022

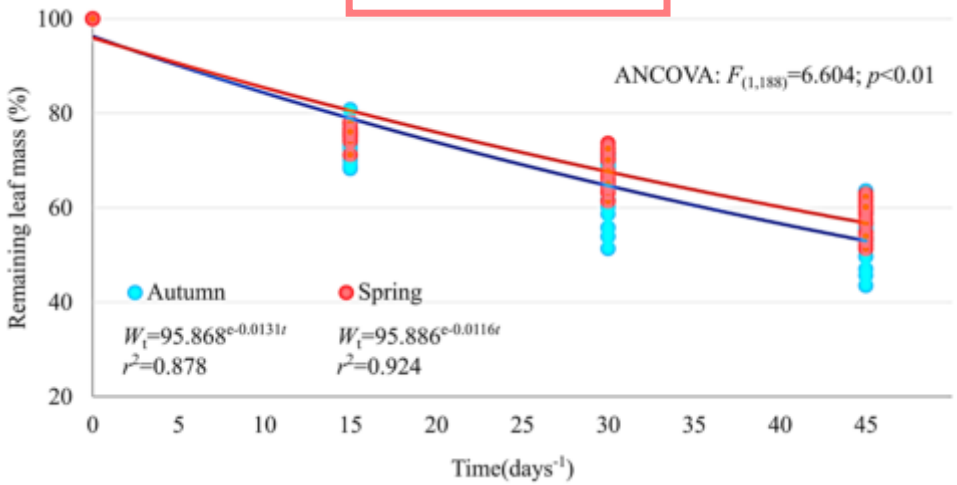


	β	St. error β	p-level	Relative importance (%)
Intercept	0.0000	0.0000		
Soča	− 0.6853	0.0533	<0.001	46.70
SH	0.6080	0.0661	<0.001	23.92
Rain	− 0.3402	0.0514	<0.001	12.37
pH	0.4236	0.0712	<0.001	10.01
PO_4^{3-}	0.2517	0.0587	<0.001	5.19
Temp	0.1523	0.0600	<0.001	1.82

	β	p-Level	Relative Importance (%)
Intercept	0.000	0.000	
Temperature	0.492	0.000	47.56
Shredders	0.320	0.000	22.56
Soča	−0.348	0.000	22.42
DO	0.185	0.003	5.79
Rainfall	−0.080	0.047	1.67

Effetti sui tassi di decomposizione

2016-2017

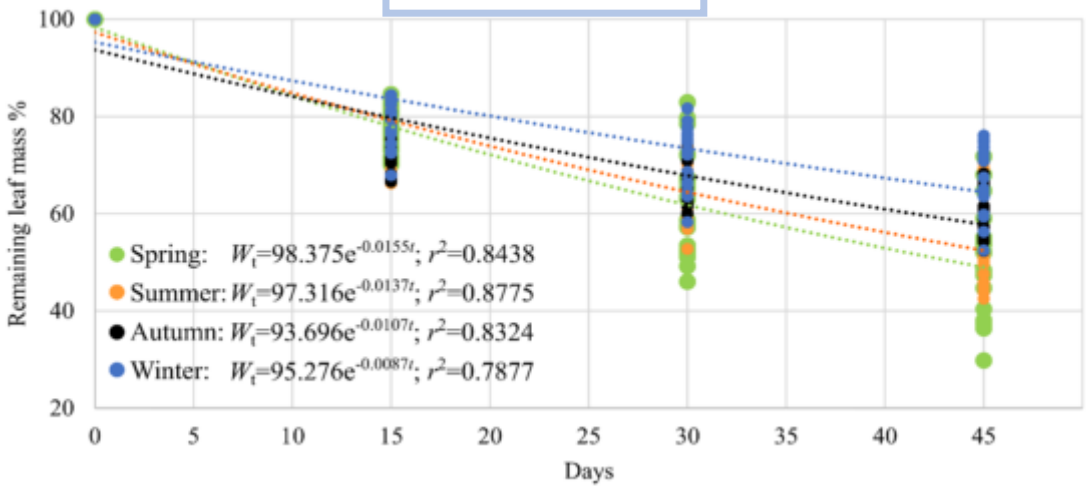


Velocità di decomposizione elevata

k = 0.0116 (primavera)
k = 0.0131 (autunno)

I valori di k sono influenzati negativamente dai livelli del Fiume Isonzo (47%) e dalle precipitazioni (12.4%) e positivamente dalla presenza di invertebrati tagliuzzatori (24%)

2021-2022

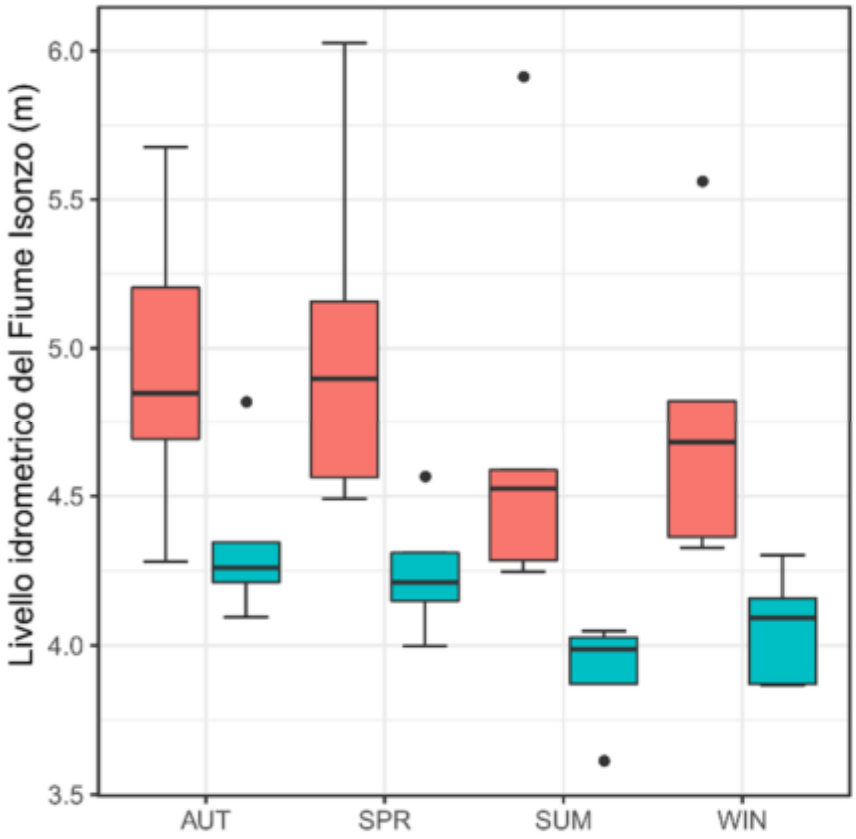


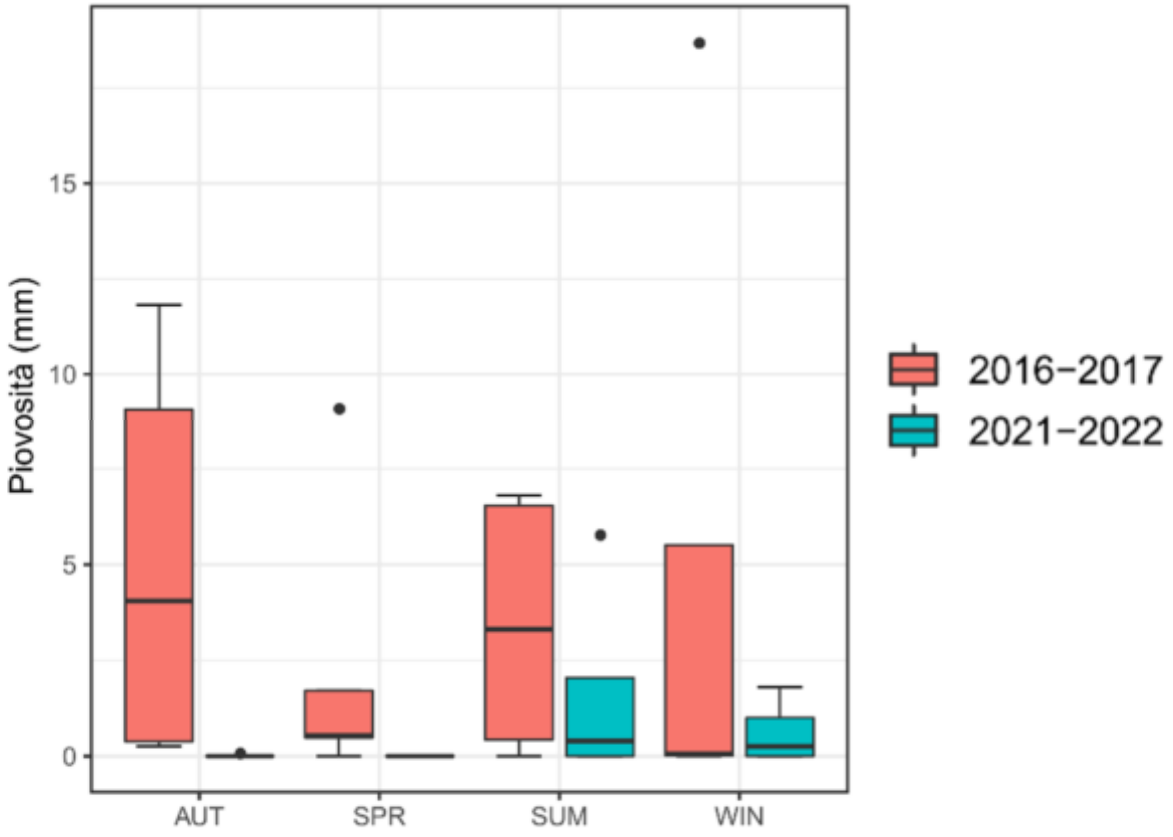
Velocità di decomposizione generalmente elevata

k = 0.0155 (primavera)
k = 0.0137 (estate)
k = 0.0107 (autunno)
k = 0.0087 (inverno)

k è maggiormente influenzato dalla temperatura (48%), l'influenza dell' Isonzo diminuisce (22%) mentre il contributo dei tagliuzzatori resta quasi invariato (22%)

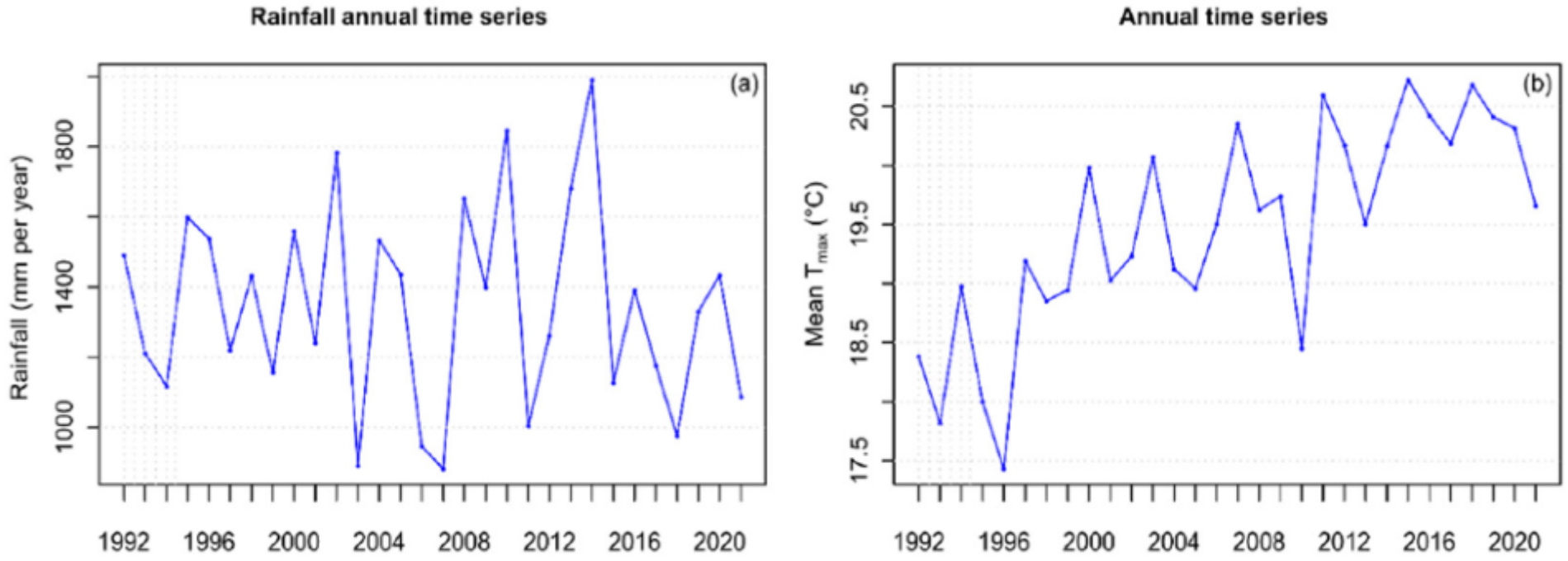
Applicazione in ambienti dulciacquicoli





Alterazione dell' «effetto buffer» tipico del lago carsico
a causa delle variazioni del regime pluviometrico

Applicazione in ambienti dulciacquicoli



- Gli effetti dovuti al cambiamento climatico possono portare alla «perdita di stagionalità» in ambienti come il Lago di Doberdò
- Effetti simili dovuti ad aumento delle temperature e alterazioni del regime pluviometrico sono state osservate anche nel lago carsico di Cerknica (Slovenia), omologo del lago di Doberdò, in altri studi (Dolinar et al., 2010)

Caso studio 3: sistema lotico (fiume)



Caso studio 3: sistema lotico (fiume)



Fiume Vipacco



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Indicators

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind



Microplastics and leaf litter decomposition dynamics: New insights from a lotic ecosystem (Northeastern Italy)

Marco Bertoli [a], Monia Renzi [a], Paolo Pastorino [b,*], Davide Lesa [a], Antonella Mele [a], Serena Anselmi [c], Damià Barceló [d,e], Marino Prearo [b], Elisabetta Pizzul [a]

[a] University of Trieste, Department of Life Science, Via Giorgieri 10, 34127 Trieste, Italy
[b] Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Via Bologna 148, 10154 Torino, Italy
[c] Bioscience Research Center, Via Aurelia Vecchia 32, 58015 Orbetello, GR, Italy
[d] Institute of Environmental Assesment and Water Research (IDAEA-CSIC), C. Jordi Girona 18-26, 08034 Barcelona, Spain
[e] Catalan Institute for Water Research (ICRA-CERCA), Emili Grahit 101, 17003 Girona, Spain



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Contaminant Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jconhyd



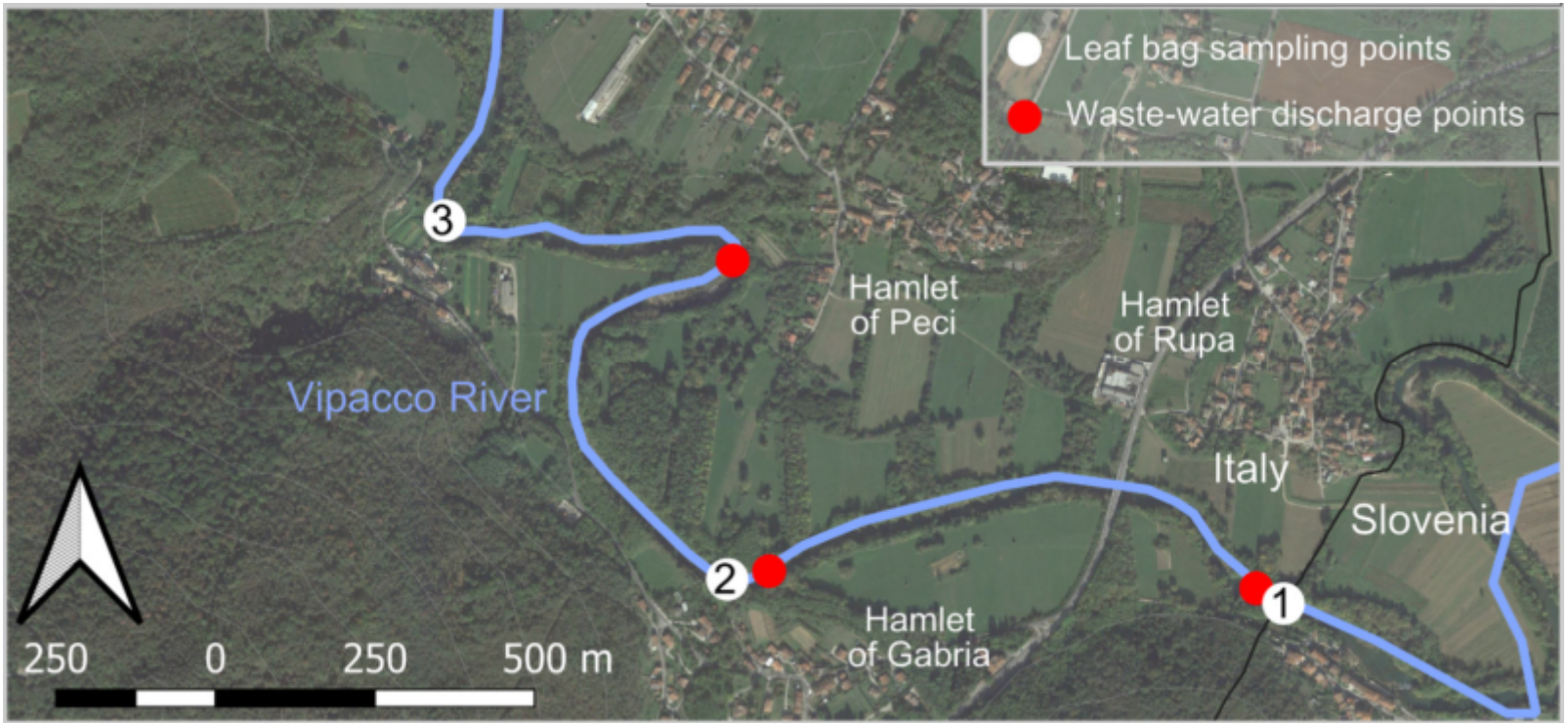
Microplastic patterns in riverine waters and leaf litter: Leaf bag technique to investigate the microplastic accumulation trends in lotic ecosystems

Marco Bertoli [a,*], Davide Lesa [a], Paolo Pastorino [b], Antonella Mele [a], Serena Anselmi [c], Damià Barceló [d], Marino Prearo [b], Monia Renzi [a,c], Elisabetta Pizzul [a]

[a] University of Trieste, Department of Life Science, Via Giorgieri 10, 34127 Trieste, Italy
[b] Zooprophylactic Institute of Piemonte, Liguria and Valle d'Aosta, Via Bologna 148, 10154 Torino, Italy
[c] Bioscience Research Center, Via Aurelia Vecchia 32, 58015 Orbetello, GR, Italy
[d] Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA-CSIC), 08034 Barcelona, Spain

Caso studio 3: sistema lotico (fiume)

- Lungo 45 km, scorre in Italia solo per l'ultimo tratto (4.5 km)
- Contesto territoriale scarsamente urbanizzato, presenza di piccoli poli industriali prevalentemente in territorio sloveno
- Lungo il tratto italiano sono stati individuati degli scarichi urbani



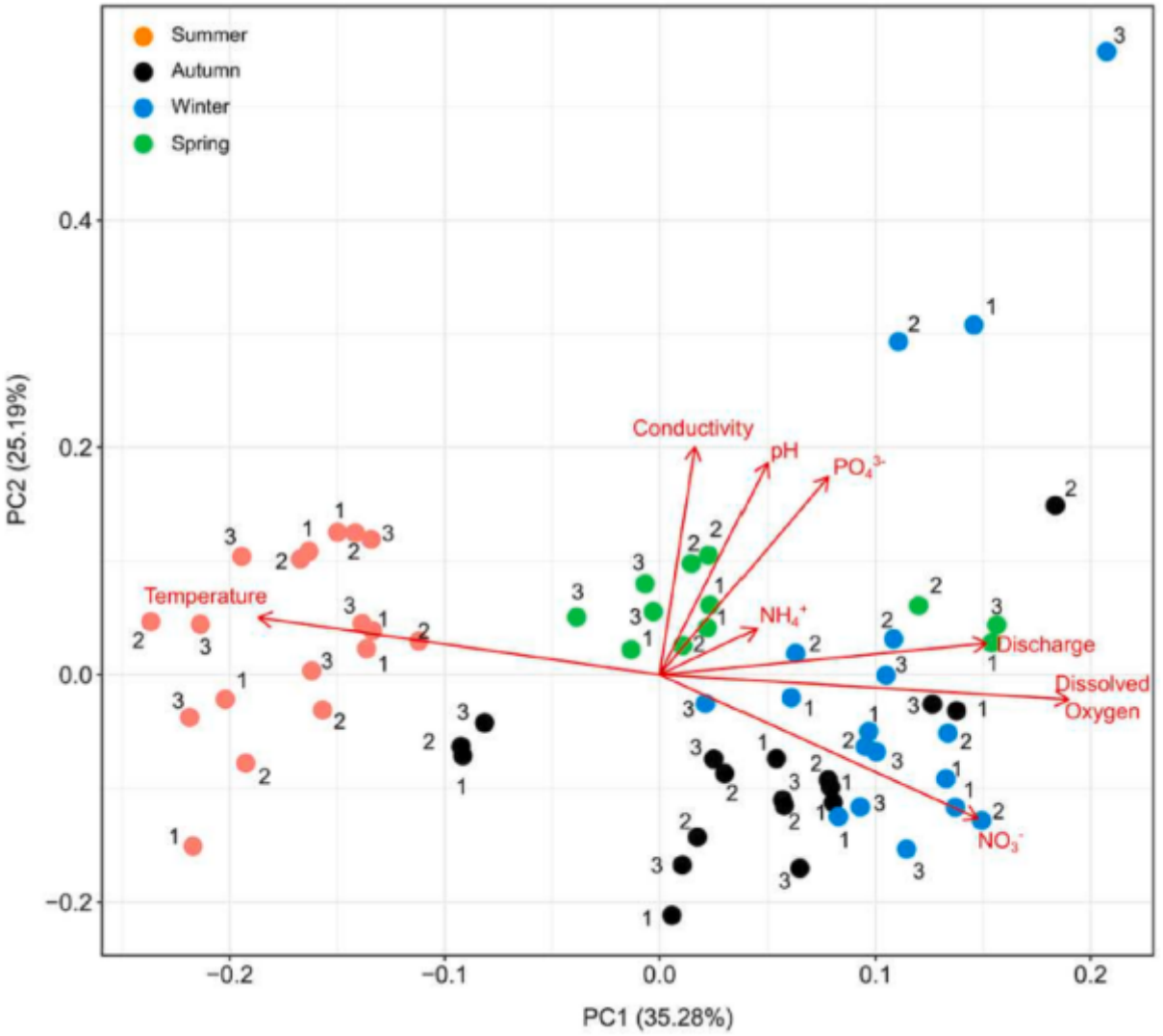
Allocazione dei siti di campionamento rispetto alla posizione dei punti di scarico urbano:

1) a monte
2) Immediatamente a valle (distanza = 20-30 m)
3) A valle (distanza = 400 m)

Gradienti stagionali che governano il sistema

I fattori principali che governano le dinamiche del sistema sono

- Temperatura
- Concentrazione dei nitrati
- Ossigenazione delle acque
- Portata

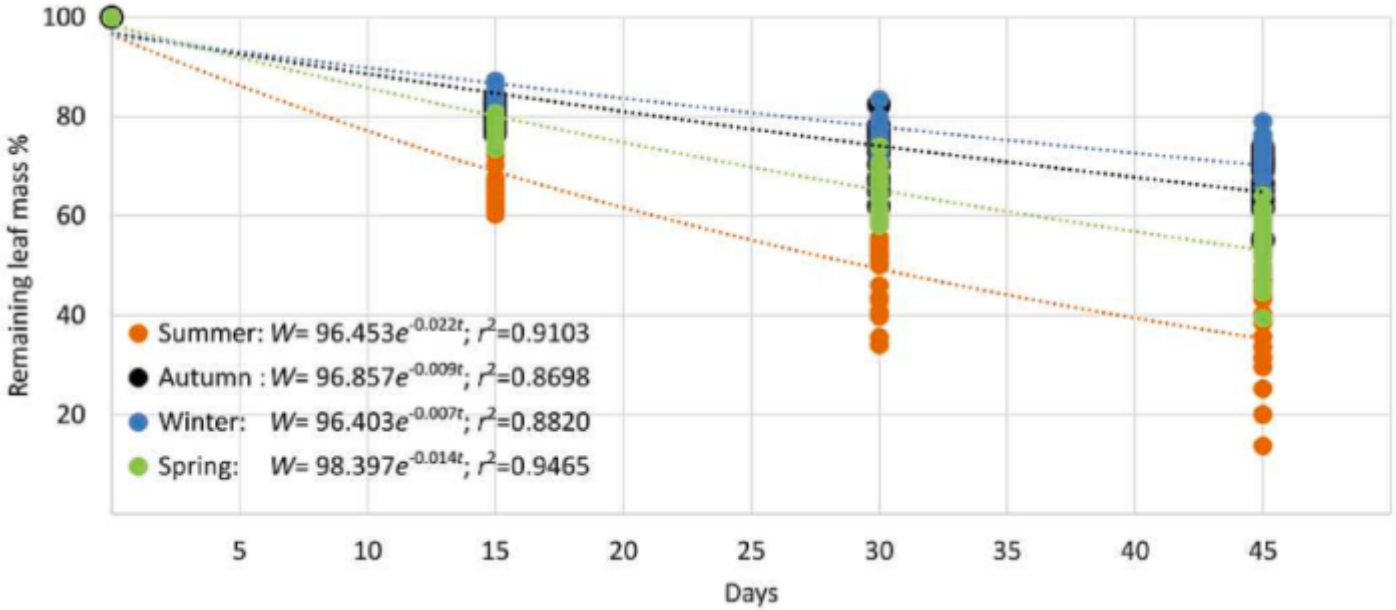


Effetti sui tassi di decomposizione

Velocità di decomposizione media - elevata

k = 0.0221 (estate)
k = 0.0092 (autunno)
k = 0.0071 (inverno)
k = 0.0142 (primavera)

I tassi di decomposizione sono maggiormente influenzati dalla temperatura (73%) e solo in parte dal regime di portata (3.7%).



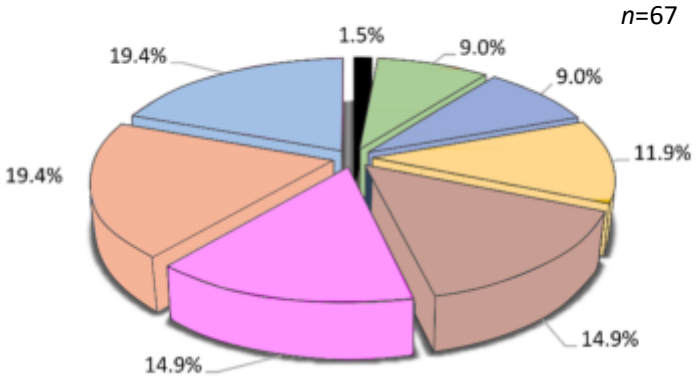
	β	p-level	Relative importance (%)
Intercept		<0.001	
Temperature	0.664	<0.001	73.0
pH	−0.174	<0.001	9.7
Scrapers	−0.086	<0.001	2.7
Shredders	0.123	<0.001	3.9
Microplastics	−0.111	<0.001	3.1
Discharge	−0.133	<0.001	3.7
Conductivity	−0.079	<0.001	2.2

L'effetto dovuto alla presenza di microplastiche nelle leaf bags è NEGATIVO ed è confrontabile in valore assoluto al contributo positivo dato dagli organismi tagiuzzatori



Microplastiche nel Fiume Vipacco

Fauna ittica

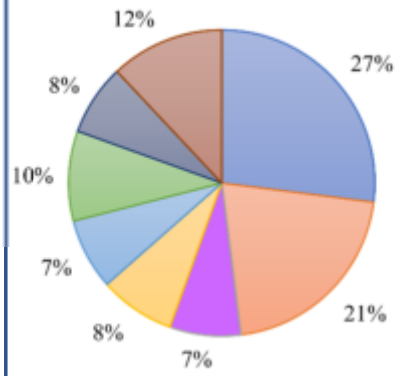




- Polivinilcloruro
- Polietilene
- Poliammide
- Cellulosa
- Polietilene tereftalato
- Polipropilene
- Polistirene
- Poliuretano
- Politetrafluoroetilene
- Poliestere

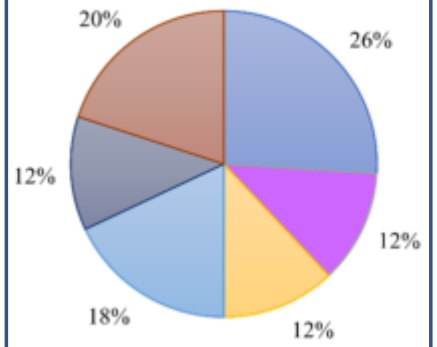
246.5 – 3908.0 µm; 1.34 items /ind^{-1}

Acque

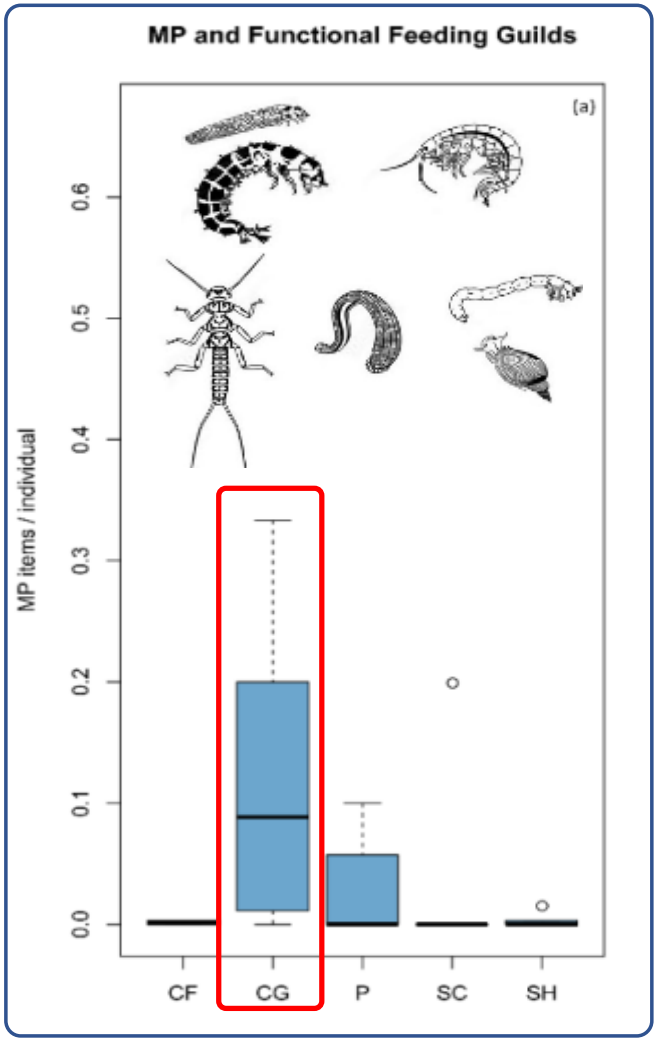


3.73±2.11 items m^{-3} min^{-1}

Sedimento



3.33±4.16 items dm^{-3}



Microplastiche nel Fiume Vipacco

Class/order	Family/genus	FFG	FHG	Size range (mm)	Densities (ind m^{-2})	Total MP Items	MP items/individual	Color	Size (μm)	Chemical
Hirudinea	*Hemiclepsis*	P	SPR	21	2	–				
Oligochaeta	Lumbriculidae	CG	BRW	12-13	3	–				
Arachnida	Hydracarina	P	SWM	2-3	87	5	0.057	Blue	1594.04	Cellulose
								Blue	1232.05	Cellulose
								Blue	1503.34	Cellulose
								Green	2899.77	Cellulose
								Blue	1073.35	Cellulose
Malacostraca	*Asellus*	SH	SPR	6-10	62	1	0.016	Blue	3954.41	Cellulose
	Gammarus	SH	SWM	7-9	6	–				
Gastropoda	*Theodoxus*	SC	CLG	6-8	816	–				
	Bithynia	SC	CLG	7-9	274	–				
	Valvata	SC	CLG	5-6	95	–				
	Gyraulus	SC	CLG	5-7	5	–				
	Lymnaea	SC	CLG	8-11	10	2	0.200	Pink	3416.01	Cellulose
								Black	1173.24	Polyester
Hexapoda										
Coleoptera	*Limnius*	CG	CLG	4	3	1	0.333	Black	4000.22	Cellulose
	Oulimnius	CG	CLG	4-7	265	3	0.011	Black	512.19	Polyester
								Black	1714.85	Cellulose
								Blue	1060.74	Cellulose
	Stenelmis	CG	CLG	4-6	6	1	0.167	Black	3313.62	Polyester
	Elmis	CG	CLG	4-7	32	3	0.094	Blue	1964.37	Cellulose
								Green	6994.36	Cellulose
								Black	353.19	Polyester
	Dryopidae	SH	CLG	5	3	–				
	Dytiscidae	P	SWM	9-11	15	–				
Ephemeroptera	*Caenis*	CG	SPR	4-6	15	1	0.067	Black	1170.48	Cellulose
	Baetis	CG	SWM	6-10	10	–				
	Heptagenidae	SC	CLG	6-7	3	–				
	Ephemera	CG	BRW	12-14	3	2	0.667	Black	462.66	Cellulose
								Black	856.21	Cellulose
	Potamanthus	CG	BRW	10	5	1	0.200	Black	507.1	Cellulose
Diptera	Chironomidae	CG	BRW	5-9	36	3	0.083	Black	483.51	Cellulose
								Blue	347.8	Cellulose
								Grey	2145.36	Cellulose
	Atherix ibis	P	SPR	9-14	7	–				
	Simulidae	CF	CLG	4-12	35	–				
	Limonidae	P	BRW	8	2	–				
Heteroptera	*Aphelocheirus*	P	SWM	8-10	15					
Odonata	Gomphidae	P	BRW	15-23	37	3	0.081	Blue	1319.84	Polyester
								Blue	566.62	Polyester
								White	1680.06	Cellulose
	Calopteryx	P	CLG	18-20	23	1	0.043	Orange	1553.42	Cellulose
	Coenagrionidae	P	CLG	20-22	10	1	0.100	Black	668.2	Cellulose
Plecoptera	*Leuctra*	SH	CLG	5-12	343	1	0.003	Black	1054.96	Polyester
Trichoptera	*Hydropsyche*	CF	CLG	5-16	290	1	0.003	Black	515.79	Cellulose
	Rhyacophila	P	CLG	10-15	5	–				
	Lepidostoma	SH	SPR	7-11	249	–				



Le microplastiche rinvenute nel macrozoobenthos erano principalmente fibre di cellulosa usate per i tessuti …

Microplastiche nel Fiume Vipacco



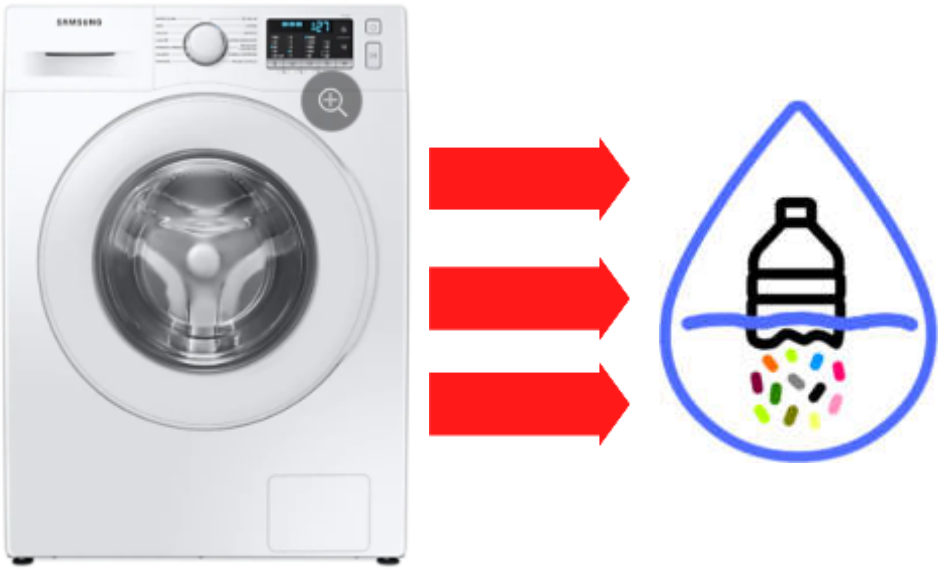
4.2 ± 3.0 items ind^{-1}

… e anche nei pesci frammenti e filamenti…

Specie	Oggetti per individuo	Forma	Colore	Range dimensioni (µm)	Tipologia
Silurus glanis	6	Filamenti e frammenti	Blu, nero	474.3 - 3908.3	Poliammide, polietilene tereftalato, polipropilene, politetrafluoroetilene
	10	Filamenti e frammenti	Bianco, blu, nero, verde	320.9 - 1757.8	Cellulosa, poliammide, polietilene, polietilene tereftalato, polipropilene, politetrafluoroetilene
	2	Filamenti	Blu, verde	364.9 - 1063.3	Cellulosa, polietilene
	2	Filamenti	Nero	350.9 - 392.5	Poliammide, polipropilene
	6	Filamenti e frammenti	Bianco, blu, verde	559.9 - 1736.6	Cellulosa, poliammide, polietilene, polietilene tereftalato, polipropilene, politetrafluoroetilene, polietilene tereftalato, politetrafluoroetilene
	4	Filamenti e frammenti	Bianco, blu, nero, verde	776.2 - 1759.4	Polietilene, polietilene tereftalato, politetrafluoroetilene
	5	Filamenti e frammenti	Blu, bianco, nero, verde	345.65 - 1451.9	Cellulosa, polietilene, politetrafluoroetilene
	6	Filamenti e frammenti	Bianco, blu, verde	377 - 1821.9	Cellulosa, polipropilene, polistirene, politetrafluoroetilene
	1	Frammento	Blu	730.4	Polietilene tereftalato

Microplastiche e trasporto fluviale

- l’80% delle microplastiche ritrovate negli oceani proviene dai fiumi (Mani et al., 2015)
- 35% del rilascio globale di microplastiche primarie negli oceani deriva dai lavaggi degli indumenti attraverso le acque di scarico (Boucher & Friot, 2017; De Falco et al., 2019)

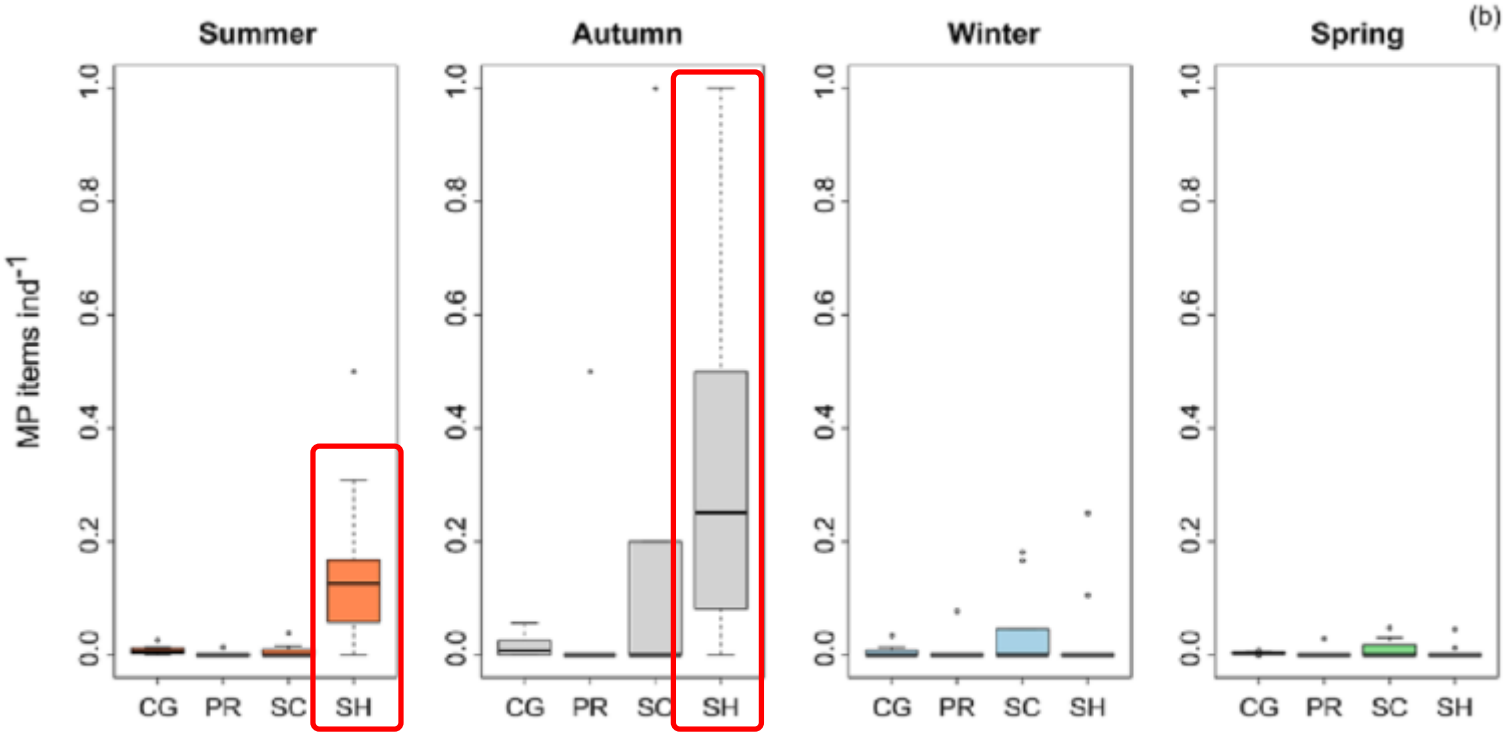




Microplastiche nelle *leaf bags*

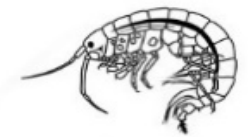
- Diversamente da quanto osservato nello studio preliminare, all'interno dei pacchi fogliari il gruppo funzionale dei tagliuzzatori (shredders) è quello più affetto dalla presenza di microplastiche

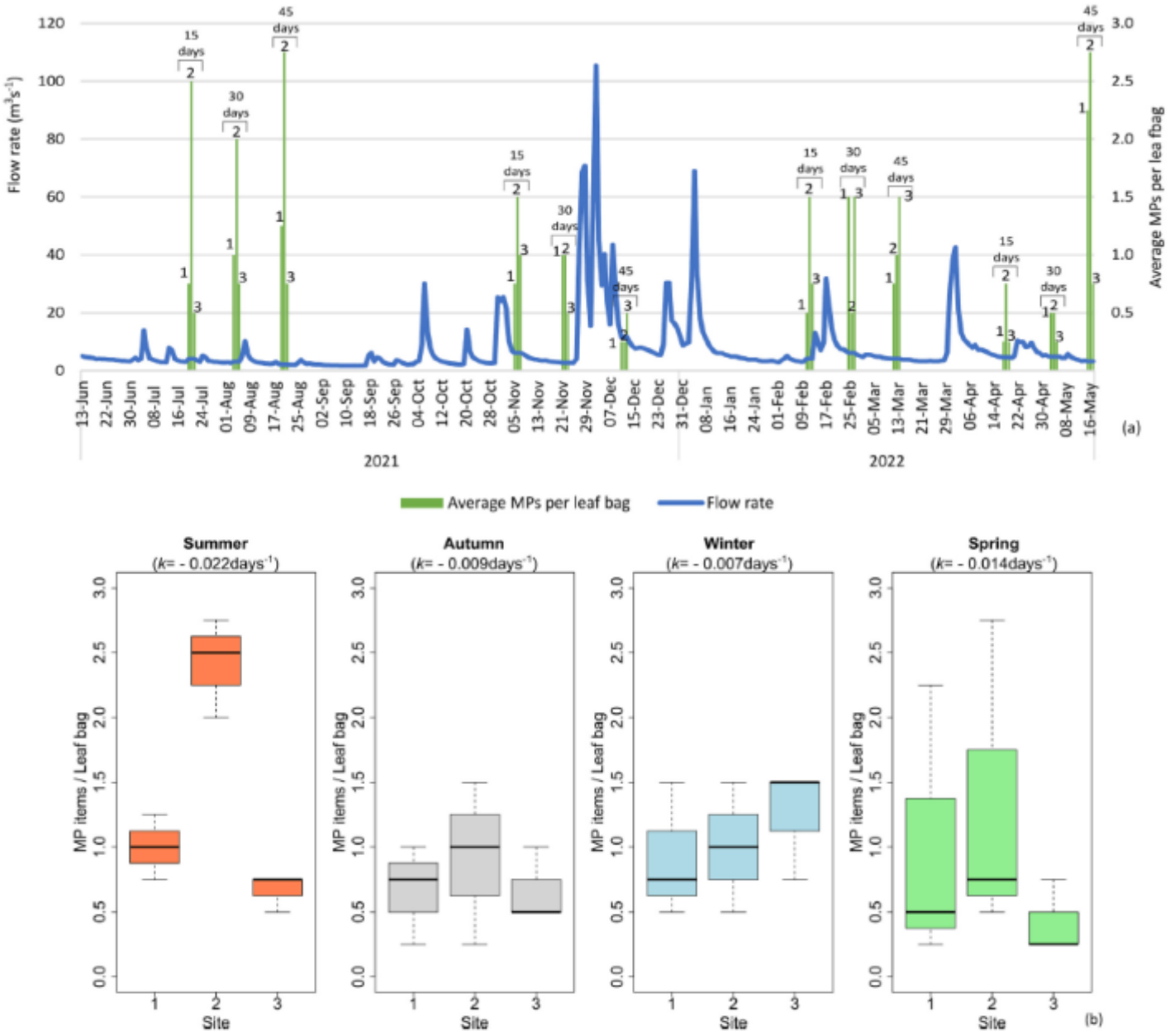
- A seconda della nicchia, l'accumulo di microplastiche e/o l'utilizzo delle stesse da parte di diverse *feeding guilds* potenzialmente cambia







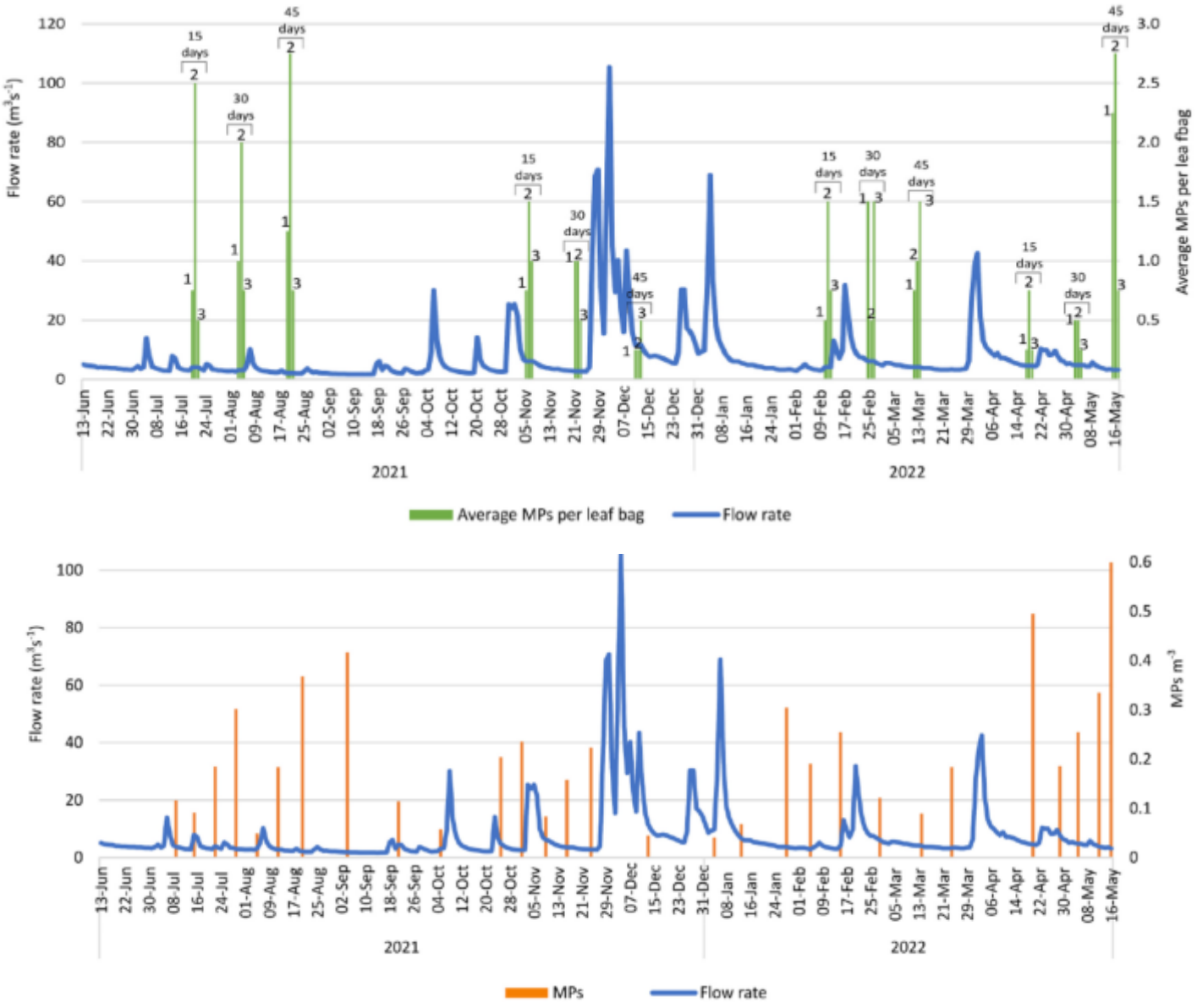




La movimentazione e la sedimentazione di microplastiche nel sistema fluviale, e in particolare nelle zone di accumulo della materia organica (lettiera) dipendono dai regimi di portata, come per altri inquinanti

In corrispondenza degli eventi di piena, il potere di «autodepurazione» del sistema fluviale aumenta, movimentando le microplastiche, che si rinvengono con meno frequenza nel pacchi fogliari; la stessa tendenza è stata osservata analizzando i campioni di acqua raccolti contestualmente al prelievo dei pacchi fogliari

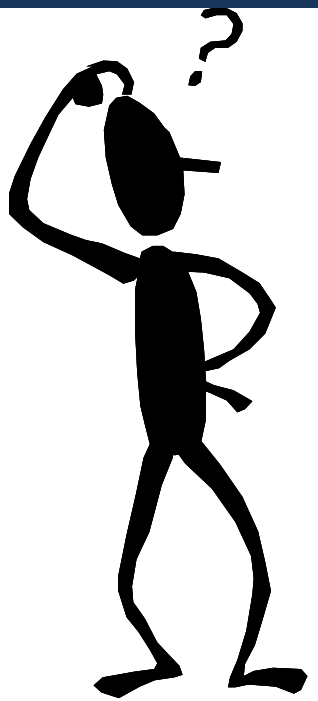
La presenza di microplastiche è generalmente maggiore in corrispondenza del sito posto immediatamente a valle dello scarico (site 2)



La movimentazione e la sedimentazione di microplastiche nel sistema fluviale, e in particolare nelle zone di accumulo della materia organica (lettiera) dipendono dai regimi di portata, come per altri inquinanti

In corrispondenza degli eventi di piena, il potere di «autodepurazione» del sistema fluviale aumenta, movimentando le microplastiche, che si rinvengono con meno frequenza nel pacchi fogliari; la stessa tendenza è stata osservata analizzando i campioni di acqua raccolti contestualmente al prelievo dei pacchi fogliari

La presenza di microplastiche è generalmente maggiore in corrispondenza del sito posto immediatamente a valle dello scarico (site 2)





- **DOMANDE??**