

Commissione internazionale
per la protezione delle acque italo-svizzere



PROGRAMMA 2019-2021

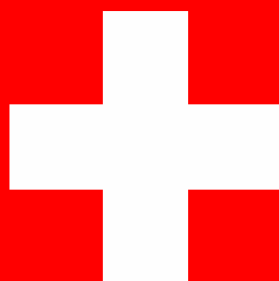
RAPPORTO ANNUALE 2020

**SPECIE ALIENE: IMPATTI E SFRUTTAMENTO COME BIOINDICATORI
PER IL MONITORAGGIO DI PARASSITOSI E MICROPLASTICHE**

a cura di

Nicoletta Riccardi

Verbania, 2021



Sommario

| | |
|---|----|
| Summary..... | 2 |
| Premessa | 3 |
| Materiali e metodi..... | 4 |
| Area di studio | 4 |
| Risultati..... | 5 |
| Andamento dei popolamenti nativi ed invasivi | 5 |
| Andamento delle parassitosi nelle specie native ed invasive | 6 |
| Andamento della concentrazione di microplastiche | 7 |
| Esperimenti di bioaccumulo di microplastiche | 11 |
| Bibliografia..... | 12 |

I dati riportati nel presente volume possono essere utilizzati purché se ne citi la fonte come segue:

CNR IRSA. Sede di Verbania. 2021. Specie aliene: impatti e sfruttamento come bioindicatori per il monitoraggio di parassitosi e microplastiche. Programma triennale 2019-2021. Campagna 2020. Commissione internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (Ed.): 11 pp.

Summary

The project *Alien species: impacts and exploitation as bioindicators for the monitoring of parasitosis and microplastics* started in 2019 with a twofold purpose: to continue the monitoring of the native and alien populations of bivalves of Lake Maggiore started in 2010; use bivalves to explore two emerging problems, parasitosis and microplastics. Bivalves have been selected as accumulator organisms to microplastic abundance and distribution in Lake Maggiore because of their well-known advantages as traditional biological indicators and mounting evidence of microplastics uptake and assimilation (see review by Li et al. 2019). To optimize the available resources and improve the comparability of the results of pollutants biomonitoring along Lake Maggiore perimeter, the sampling of bivalves for the analyses of dangerous substances (section 2) and of microplastics and parasites (section 3) were performed simultaneously in the same stations chosen as representative of the different coastal areas. In 2020 both the decline of native species taking place after 2010, and the decreasing trend of *Dreissena polymorpha* are confirmed. Both evidences coincide with the introduction and expansion of *Corbicula fluminea*, suggesting a possible competition. The analysis of the presence, prevalence and intensity of parasitosis, still ongoing on the 2019 and 2020 samples, indicates that *Corbicula fluminea* benefits from the total absence of parasites. The native species *Unio elongatulus* is heavily parasitized by water mites and trematodes, which undermine both its physiological conditions and its reproductive capacities. Present data will be compared with past parasitic loads to evaluate the influence of climate change on parasites diversity, prevalence and intensity. The analyses of microplastic (MP) accumulation are completed for 2019 and 2020: preliminary results reveal a low concentration of MPs along the lake perimeter. As the analysis of microplastics still presents methodological uncertainties, a preliminary experiment was also performed to verify microplastic uptake and identify the target organs for microplastic accumulation (Facchetti et al. 2020). Data from laboratory exposure confirm that mussels are good model organisms for the assessment of microplastic presence and revealed that accumulation occurs mainly in visceral sac.

Premessa

Il monitoraggio dei molluschi bivalvi del Lago Maggiore, iniziato nel 2010, è proseguito nell'ambito del Programma CIP AIS 2019-2021 sia per seguire l'evoluzione delle popolazioni native e gli impatti delle specie invasive, che per approfondire l'incremento delle parassitosi e l'inquinamento da microplastiche.

Come per il 2019, i campionamenti per l'anno 2020 sono stati effettuati nelle stesse date (a maggio) e negli stessi 8 siti (Figura 1) nei quali vengono analizzate le sostanze pericolose (Sezione 2). Inoltre, per sfruttare l'opportunità offerta dallo stato di fermo per l'emergenza sanitaria di valutare l'impatto delle attività antropiche sulle concentrazioni ambientali di microplastiche e delle altre sostanze pericolose, i campioni del 2020 sono stati raccolti nella prima metà di maggio, prima della completa ripresa delle attività antropiche che gravitano sul bacino. La raccolta dei campioni a margine della riapertura delle attività aveva lo scopo di ottenere un dato di confronto che non ha eguali sia per le sostanze pericolose analizzate nell'ambito della Sezione 2 che per le più recenti indagini sulla concentrazione e distribuzione di microplastiche. Gli individui raccolti sono stati mantenuti in freezer a -20°C per ridurre l'attività batterica ed enzimatica fino al momento delle analisi sia per la presenza di parassitosi, che per l'accumulo di microplastiche.

Oltre alla raccolta dei campioni dall'ambiente lacustre, sono stati effettuati esperimenti di bioaccumulo per la verifica della capacità dei bivalvi di concentrare le particelle di microplastiche e per la messa a punto di metodologie alternative di preparazione ed analisi dei campioni. A questo scopo, era stata avviata una collaborazione con i ricercatori del Nanobiotechnology Lab del Centro Comune di Ricerca della UE (sede di Ispra) presentando nel 2019 un progetto nell'ambito dell'iniziativa Open Lab. Questa collaborazione ha dato origine ad una prima pubblicazione (Facchetti et al. 2020) che riassume i risultati di esperimenti effettuati utilizzando come traccianti microplastiche di sintesi marcate con platino e fluorescenza. Esperimenti successivi per l'ottimizzazione del metodo saranno eseguiti nel 2021.

Materiali e metodi

I campionamenti delle diverse specie di bivalvi sono stati eseguiti mediante immersioni subacquee ad una profondità compresa tra 3 ed i 30 metri. La profondità di raccolta variava in funzione della tipologia di habitat. Infatti, sia le specie native (*Unio elongatulus* ed *Anodonta* spp) che quelle invasive (*Dreissena polymorpha*, *Corbicula fluminea* e *Sinanodonta woodiana*) possono essere presenti e distribuirsi a diverse profondità in funzione della tipologia di habitat e delle caratteristiche del substrato. Nelle stazioni a pendenza lieve e con prevalenza di substrato molle difficilmente è presente *Dreissena polymorpha*, soprattutto in anni recenti dopo che ha iniziato a declinare in concomitanza con l'aumento di *Corbicula fluminea*. Al contrario, possono essere presenti *Unio elongatulus* e *Corbicula fluminea* che si distribuiscono a profondità variabili con la stagione in funzione del livello del lago. Nelle stazioni a forte pendenza, che ovviamente sono caratterizzate da substrato misto con prevalenza rocciosa e sassosa, sia le specie native che le invasive possono essere presenti a profondità generalmente comprese tra i 3-4 ed i 30 metri. In queste stazioni, il campionamento è stato adattato in funzione della distribuzione delle diverse specie fino al completamento della raccolta di un campione rappresentativo e sufficientemente abbondante per l'esecuzione delle analisi previste da questo progetto e dal progetto mirato al monitoraggio delle sostanze pericolose (Sezione 2).

Gli individui raccolti sono stati mantenuti in freezer a -20°C per ridurre l'attività batterica ed enzimatica fino al momento delle analisi, sia per la presenza di parassitosi, che per l'accumulo di microplastiche.

Le analisi della presenza/abbondanza e caratterizzazione delle microplastiche accumulate nei tessuti dei bivalvi sono state eseguite presso i laboratori dell'Università di Milano secondo il protocollo analitico schematizzato nella Figura 5. Gli animali sono stati dissezionati e le parti molli omogeneizzate mediante un pestello elettrico aggiungendo una soluzione ipersalina. Successivamente l'omogenato è stato filtrato e digerito per ossidazione chimica con perossido di idrogeno prima di essere analizzato mediante osservazione allo stereomicroscopio e caratterizzazione tramite FT-iR μ ATR (Li et al., 2015).

L'analisi dei parassiti è stata condotta presso i laboratori del CNR IRSA. L'esame consiste nella dissezione del bivalve, seguita immediatamente dall'ispezione e conteggio degli idracarini adulti sulle branchie e nella cavità del mantello, e dall'esame microscopico dei diversi tessuti (Taskinen et al. 2020).

Area di studio

I campionamenti sono stati effettuati negli stessi 8 siti (Figura 1, Tabella 1) nei quali vengono analizzate le sostanze pericolose (Sezione 2). Sono state selezionate 4 stazioni sulla sponda lombarda e 4 sulla sponda piemontese come da elenco riportato nella Tabella 1.

Tabella 1. Stazioni di campionamento dei bivalvi nella campagna di monitoraggio del 2020.

| Località | Coordinate (WGS 84 UTM 32 GMS) | Profondità di campionamento (m) |
|-------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1) Cannobio | 46°05'34.0"N 8°41'29.0"E | 4 – 10 |
| 2) Pallanza | 45°55'31.9"N 8°33'58.2"E | 3 - 20 |
| 3) Suna | 45°55'43.0"N 8°32'31.0"E | 3 - 10 |
| 4) Baveno | 45°55'01.6"N 8°29'57.6"E | 3 - 15 |
| 5) Ranco | 45°47'27.0"N 8°34'00.8"E | 5 - 10 |
| 6) Arolo | 45°51'41.6"N 8°36'23.4"E | 6 - 20 |
| 7) Laveno | 45°54'26.6"N 8°36'05.5"E | 5 - 10 |
| 8) Luino | 45°59'48.9"N 8°43'49.0"E | 3 - 15 |

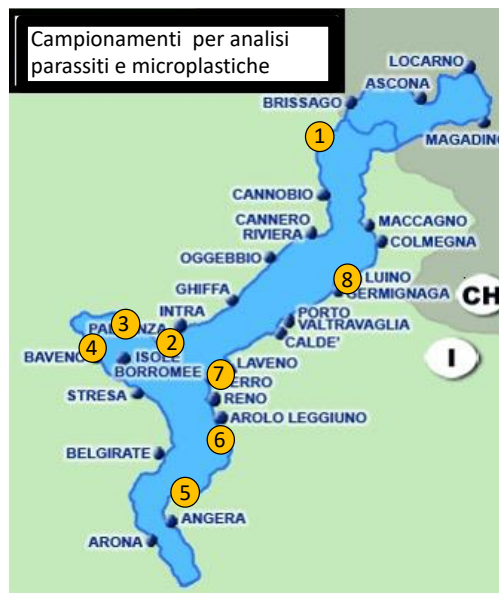


Figura 1. Siti di campionamento dei bivalvi: 1) Cannobio; 2) Pallanza – Villa Taranto; 3) Suna; 4) Baveno; 5) Ranco; 6) Arolo; 7) Laveno; 8) Luino.

Risultati

Andamento dei popolamenti nativi ed invasivi

La Figura 2 illustra l'andamento temporale delle densità medie di specie native ed invasive di bivalvi nel Lago Maggiore, confrontando i dati prodotti nell'ambito del presente progetto con dati precedenti (Riccardi, dati non pubblicati). I dati di densità media delle specie native ed invasive rilevati nel 2020 hanno confermato le tendenze già osservate negli anni precedenti: declino delle specie native e riduzione di *Dreissena polymorpha* (Figura 2). Entrambe le evidenze coincidono con l'introduzione ed espansione di *Corbicula fluminea* a partire dal 2010 (Kamburska et al., 2013) suggerendo un possibile effetto di interazione competitiva. La nicchia trofica delle specie native ed invasive, illustrata nella Figura 3, mostra chiaramente che *C. fluminea* ha una nicchia molto più ampia che si sovrappone a quella delle specie native (*U. elongatulus*, *Anodonta* spp) e a quella di *D. polymorpha*. La sovrapposizione della nicchia trofica fornisce una evidenza a supporto della competizione di *C. fluminea* con le specie native e con *D. polymorpha* per le risorse alimentari. La Figura 4 riporta la prevalenza media dei parassiti più comuni, trematodi ed idracarini, nelle specie native ed invasive del Lago Maggiore. Si nota come solo *C. fluminea* sia completamente libera da parassiti, in accordo con quanto rilevato nell'areale di invasione europeo (Taskinen et al., 2020). Al contrario, le altre specie esaminate mostrano una elevata prevalenza sia di parassiti trematodi che di idracarini. Dalla Figura 4 si vede come i trematodi causino la distruzione della gonade in una elevata percentuale di esemplari, soprattutto nella specie nativa dominante nel lago, *U. elongatulus*. Gli idracarini, che causano danni sia al mantello che alle branchie degli animali infestati, raggiungono una prevalenza addirittura del 90-100% in *U. elongatulus*, *A. cygnea* e *S. woodiana*. Un livello di infestazione così elevato, sia per gli idracarini che per i trematodi, è alquanto insolito rispetto alle medie rilevate in altri ambienti (Riccardi et al., dati non pubblicati). E', quindi, probabile che il declino delle popolazioni di specie native sia da attribuirsi all'interazione competitiva con *C. fluminea*, favorita dall'indebolimento delle specie native causato dall'impatto dei parassiti sia sullo stato fisiologico individuale che sulla capacità riproduttiva.

La recente segnalazione dell'espansione di *Dreissena rostriformis bugensis* nelle acque svizzere suggerisce il sospetto che siano già presenti nuclei di questa specie nel Lago Maggiore. Benché le analisi di eDNA eseguite alle Bolle di Magadino, nel Fiume Tresa (a valle della briglia di Ponte Tresa e alla foce a Luino), a Feriolo, a Sesto Calende e nel Ticino emissario (a valle della diga della Miorina) nel 2018 – 2019 fossero negative per *D. rostriformis bugensis* (Egeter et al., 2020), non è possibile escluderne con certezza la presenza al momento attuale. Innanzitutto, come già accennato nel rapporto sulle attività del 2019, *D. rostriformis bugensis* tende a collocarsi a profondità molto più elevate della congenerica *D. polymorpha*, soprattutto nelle fasi iniziali dell'invasione. Per

questo motivo non si può escludere che l'analisi di eDNA nelle acque superficiali non sia in grado di rilevare la presenza di nuclei iniziali di colonizzazione se composti da pochi individui e a profondità maggiori di 40 m. Pertanto, si sta valutando se procedere con un campionamento "guidato" in profondità mediante l'utilizzo di un drone subacqueo in fase di sviluppo (Professione Droni S.r.l.). Inoltre, si potranno organizzare campionamenti subacquei specificamente mirati ad una valutazione di presenza e abbondanza della nuova specie invasiva lungo transetti a profondità crescente se sarà ritenuto di interesse per il prossimo programma di ricerche.

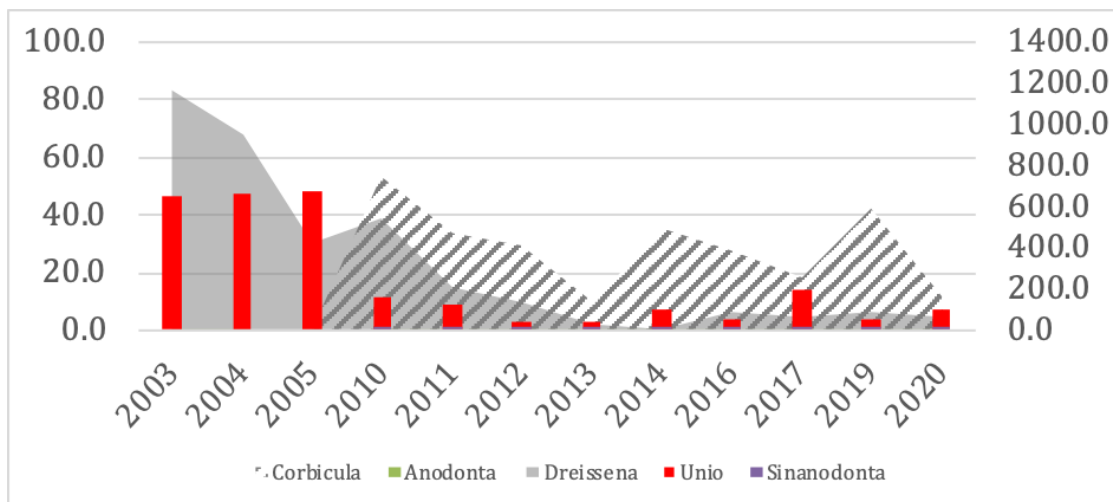


Figura 2. Andamento dei valori medi di densità dei popolamenti di bivalvi nativi ed invasivi nel Lago Maggiore.

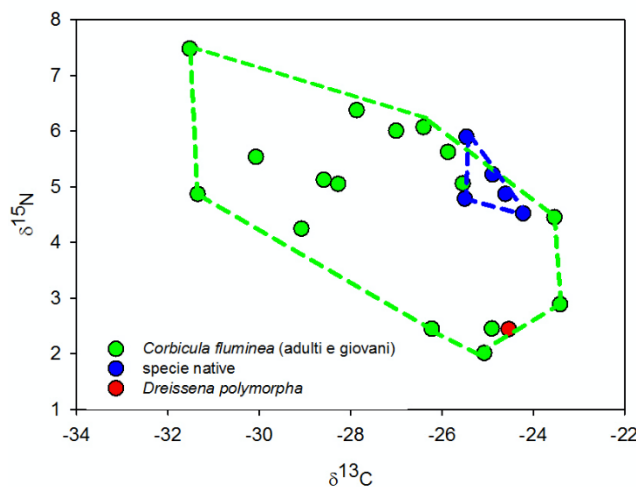


Figura 3. Nicchia trofica di *Corbicula fluminea* in confronto alle specie native (*Unio elongatulus*, *Anodonta* spp) e a *Dreissena polymorpha* (Riccardi, unpublished)

Andamento delle parassitosi nelle specie native ed invasive

Le analisi dei campioni raccolti negli anni 2019 e 2020 sono tutt'ora in corso. Dati preliminari sulla specie nativa più abbondante, *Unio elongatulus*, confermano una prevalenza estremamente elevata di trematodi e idracarini parassiti (Figura 4). Per quanto riguarda i trematodi, è evidente un impatto molto elevato sulla capacità riproduttiva della specie, in quanto l'intensità dell'infestazione è mediamente così forte da causare la completa castrazione dell'animale infetto. Inoltre, è evidente una riduzione complessiva della massa degli organi contenuti nel sacco viscerale, cioè gonade e ghiandola digestiva che suggerisce una riduzione della capacità di sopravvivenza oltre che di riproduzione. Contrariamente alle specie native e alle altre specie invasive (*Sinanodonta woodiana*, *Dreissena polymorpha*), la specie invasiva *Corbicula fluminea* appare completamente esente da parassiti confermando quanto già osservato in altre popolazioni europee (Taskinen et al. 2020). Questo le conferisce un

indubbio vantaggio competitivo che, unitamente alla elevata fertilità e accrescimento, giustificerebbe il suo crescente impatto sulle densità delle specie native (*Unio elongatulus*, *Anodonta cygnea*, *A. anatina*, *A. exulcerata*) e di *Dreissena polymorpha*. Sono in corso analisi di campioni di specie native raccolte prima dell'invasione da parte di *C. fluminea* per verificare se l'ingresso della specie aliena abbia modificato la diffusione e l'intensità di infestazione parassitaria.

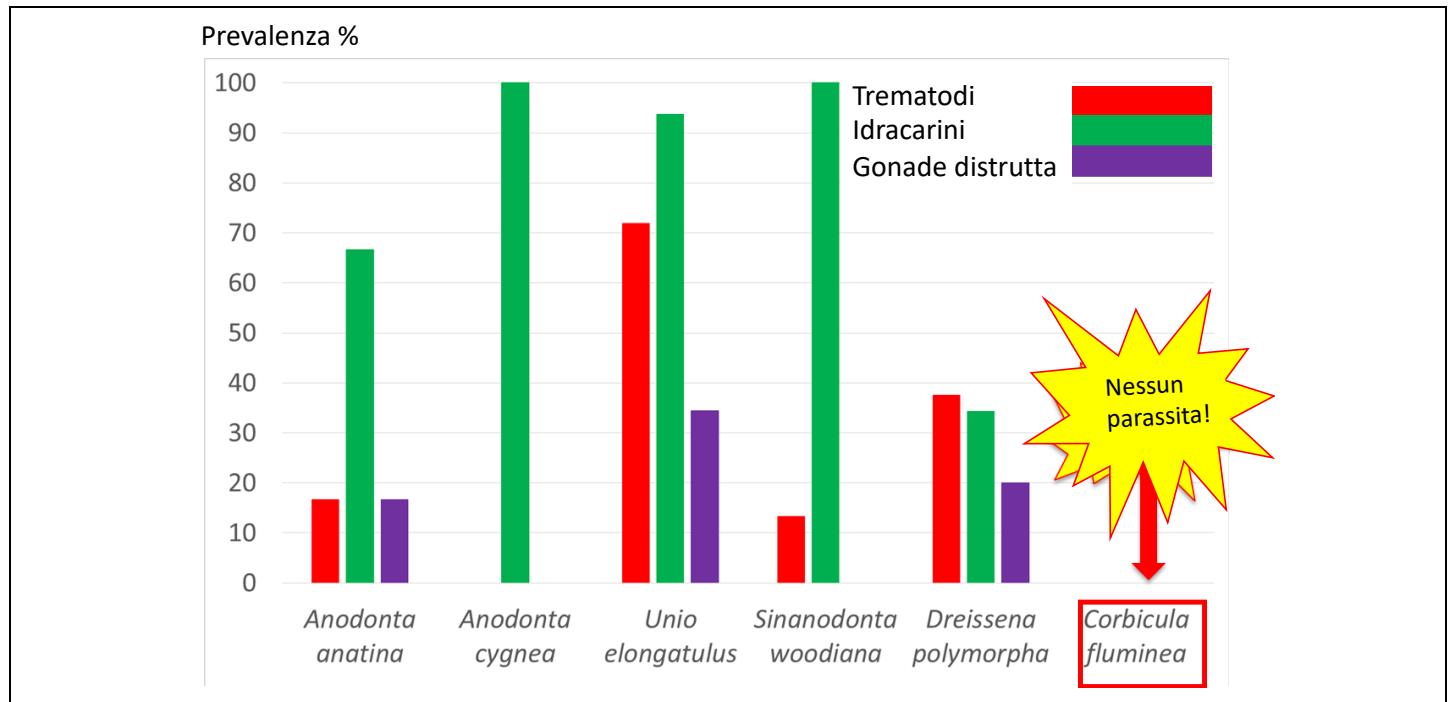


Figura 4. Prevalenza di parassiti Trematodi ed Idracarini nelle specie native ed invasive del Lago Maggiore.

Andamento della concentrazione di microplastiche

Le analisi sono state condotte su campioni delle specie invasive *D. polymorpha* e *C. fluminea* e della specie nativa *U. elongatulus*. I risultati preliminari suggeriscono una concentrazione di microplastiche molto bassa. Infatti, dalle analisi dei campioni raccolti nel 2019 e nel 2020, schematizzati nella Figura 6 ed elencati nelle Tabella 2 e Tabella 3, il numero massimo di particelle rilevate varia da 1 a 3 su campioni composti da 29 a 56 individui di *D. polymorpha* e da 3 a 20 individui di *U. elongatulus*. La percentuale di particelle sul numero totale di individui nel campione varia da un massimo del 50 ad un minimo del 3%. Mentre nel 2019 la percentuale di campioni privi di particelle era pari al 38 %, nel 2020 la stessa percentuale è salita al 65 %. Le stazioni più "pulite" risultano essere Pallanza (Villa Taranto) e Cannobio, seguite da Luino e Baveno nel 2019, Cannobio, Pallanza (Villa Taranto), Baveno e Arolo, seguite da Suna e Ranco nel 2020. La caratterizzazione delle particelle rinvenute è illustrata nella Figura 7. La proporzione di microplastiche eccede il 70 % sul totale, il rimanente essendo rappresentato da mesoplastiche. Il polimero più frequente è il poliestere, ma sono rappresentati frammenti di diversa natura chimica, come si evince dalla Figura 6. Mentre nel 2019 le microplastiche rinvenute erano unicamente in forma di fibre prevalentemente di colore nero, nel 2020 sono stati rinvenuti soprattutto frammenti di diversa forma e diverso colore (Figura 7). I dati sono in fase di confronto e di elaborazione, quindi è prematuro trarre conclusioni. Il proseguimento delle indagini nel 2021 fornirà un ulteriore dato di confronto per l'analisi della variabilità spaziale e temporale.

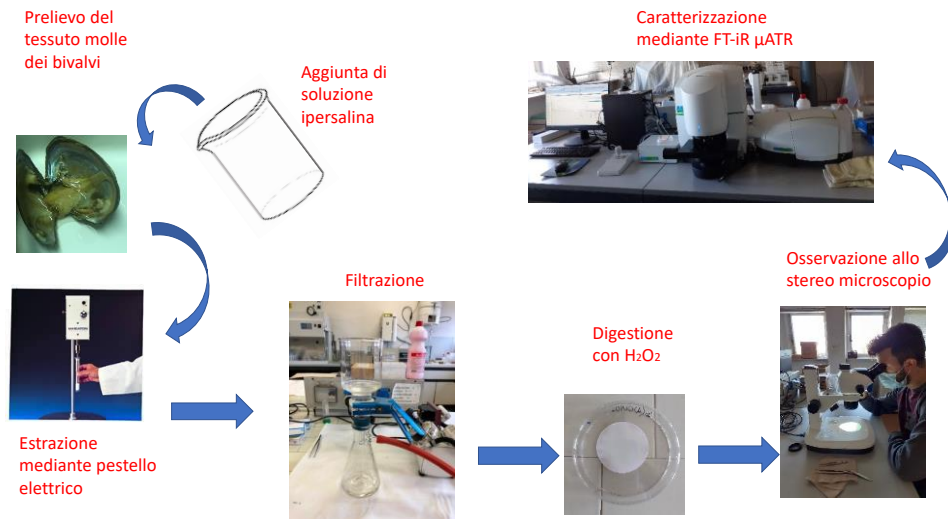


Figura 5. Schema delle operazioni di preparazione ed analisi dei campioni di microplastiche nei tessuti molli dei bivalvi.

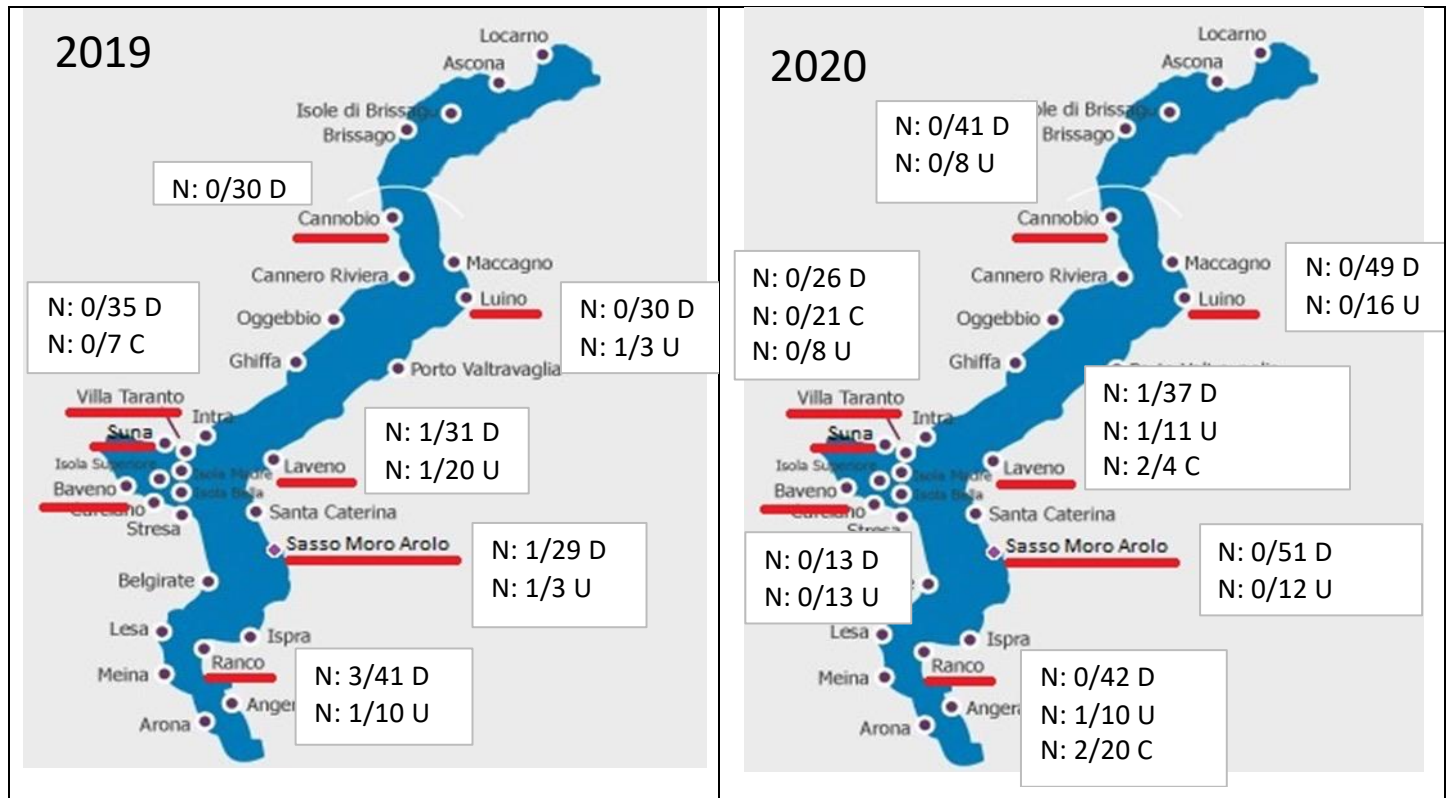


Figura 6. Confronto tra il numero di particelle di microplastiche rinvenute nel 2019 e nel 2020 nei diversi siti di campionamento. N = Numero di microplastiche rinvenute/ Numero di campioni; D = Dreissena polymorpha; U = Unio elongatulus; C = Corbicula fluminea.

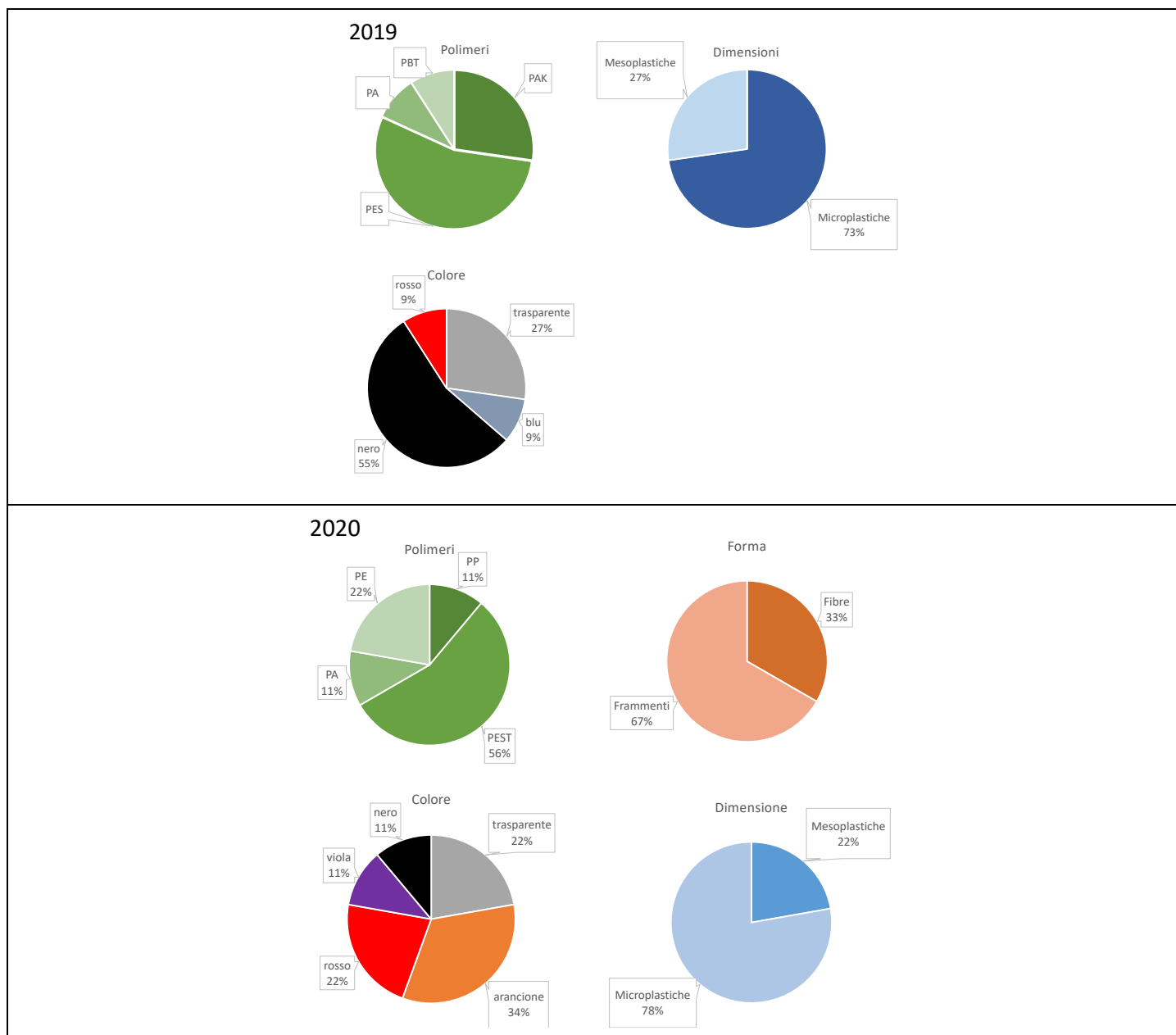


Figura 7. Caratterizzazione delle particelle di micro e mesoplastiche rinvenute nei campioni di bivalvi del 2019 e del 2020. Nel 2019 sono state rinvenute unicamente fibre, mentre nel 2020 le particelle erano in forma sia di frammenti che di fibre. PA = poliammide; PE = polietilene; PP = polipropilene; PEST = poliestere; PAK = poliacrilato; PBT = polibutilftalato.

Tabella 2. Numero particelle di microplastiche rinvenute negli organismi delle specie analizzate in ogni sito nel 2019. Dp = *Dreissena polymorpha*; Ue = *Unio elongatulus*; Cf = *Corbicula fluminea*.

| Sito | Specie | N. di organismi | N. di microplastiche rinvenute | rapporto % |
|---------------|--------|-----------------|--------------------------------|------------|
| Luino | Dp | 30 | 0 | 0 |
| Luino | Ue | 3 | 1 | 33 |
| Cannobio | Dp | 30 | 0 | 0 |
| Villa Taranto | Dp | 35 | 0 | 0 |
| Villa Taranto | Cf | 7 | 0 | 0 |

| | | | | |
|------------------|----|----|---|----|
| Cerro Laveno | Dp | 31 | 1 | 3 |
| Cerro Laveno | Ue | 20 | 1 | 5 |
| Sasso Moro Arolo | Dp | 29 | 1 | 3 |
| Sasso Moro Arolo | Ue | 3 | 1 | 33 |
| Ranco | Dp | 41 | 3 | 7 |
| Ranco | Ue | 10 | 1 | 10 |
| Baveno | Dp | 40 | 2 | 5 |
| Baveno | Ue | 5 | 0 | 0 |

Tabella 3. Numero particelle di microplastiche rinvenute negli organismi delle specie analizzate in ogni sito nel 2020. Dp = *Dreissena polymorpha*; Ue = *Unio elongatulus*; Cf = *Corbicula fluminea*.

| Sito | Specie | N. di organismi | N. di microplastiche rinvenute | rapporto % |
|------------------|--------|-----------------|--------------------------------|------------|
| Luino | Dp | 49 | 0 | 0 |
| Luino | Ue | 16 | 0 | 0 |
| Cannobio | Dp | 41 | 0 | 0 |
| Cannobio | Ue | 8 | 0 | 0 |
| Villa Taranto | Cf | 21 | 0 | 0 |
| Villa Taranto | Dp | 26 | 0 | 0 |
| Villa Taranto | Ue | 8 | 0 | 0 |
| Cerro Laveno | Dp | 37 | 1 | 3 |
| Cerro Laveno | Ue | 11 | 1 | 9 |
| Cerro Laveno | Cf | 4 | 2 | 50 |
| Ranco | Ue | 10 | 1 | 10 |
| Ranco | Dp | 42 | 0 | 0 |
| Ranco | Cf | 20 | 2 | 10 |
| Baveno | Ue | 13 | 0 | 0 |
| Baveno | Cf | 13 | 0 | 0 |
| Sasso Moro Arolo | Dp | 51 | 0 | 0 |
| Sasso Moro Arolo | Ue | 12 | 0 | 0 |
| Suna | Dp | 42 | 0 | 0 |
| Suna | Ue | 8 | 1 | 13 |
| Suna | Cf | 9 | 1 | 11 |

Esperimenti di bioaccumulo di microplastiche

Gli esperimenti di bioaccumulo sono stati effettuati presso i laboratori del Nanobiotech Lab del CCR di Ispra secondo il disegno sperimentale schematizzato nella Figura 8. Per gli esperimenti sono stati utilizzati *U. elongatulus* raccolti nel Lago Maggiore e spurgati in acqua di lago filtrata corrente per 3 settimane prima dell'esposizione. Per verificare l'accumulo agli animali sono state somministrate microplastiche (MP) di sintesi di un polimero ad alta densità (PVC, polivinilcloruro) fluorescenti e marcate con platino (PVC-PtOEP). Per l'analisi del tessuto molle dei bivalvi dopo l'esposizione, è stato sviluppato un protocollo enzimatico che utilizza amilasi, lipasi, papaina e SDS per la digestione del materiale organico e un gradiente di densità saccarosio-ZnCl₂ per la separazione selettiva delle microplastiche ingerite. Dall'analisi degli animali esposti è emerso che le particelle plastiche presenti sul mantello erano più grandi di quelle osservate in altri tessuti, indicando che la dimensione delle particelle è un fattore rilevante per i tassi di accumulo localizzato. In generale, più piccole sono le microplastiche, maggiore è l'assorbimento e la traslocazione. Ciò potrebbe suggerire che le microplastiche (MP) utilizzate per l'esperimento (PVC-PtOEP) sono state aspirate attraverso il sifone inalante e filtrate attraverso la branchia. Sulla branchia, le ciglia filamento catturano le particelle di plastica e le trasportano rapidamente al solco ventrale e poi ai palpi labiali, dove le ciglia le smistano per l'ingestione nel tratto digestivo. Sono state osservate più MP di PVC-PtOEP nei tessuti degli organismi nutriti con alghe (Beaker 4) rispetto agli organismi tenuti a digiuno (Beaker 3). Ciò può essere dovuto sia ad una precedente interazione tra MP e alghe prima di essere filtrate dall'animale, sia alla presenza di particelle di cibo, che stimolano l'attività filtrante dei bivalvi. Sebbene l'esperimento non sia stato progettato per una valutazione quantitativa dell'assorbimento e dell'accumulo, la differenza tra il numero di particelle rilevate negli organismi a digiuno rispetto a quelli nutriti ha importanti implicazioni metodologiche e interpretative. La pratica comune di condurre esperimenti eco-tossicologici a breve termine con animali a digiuno può ostacolare gravemente l'estrapolazione dei risultati alle condizioni naturali. L'assorbimento sul campo può riflettere la risposta degli organismi alle condizioni ambientali (ad esempio, quantità e qualità del cibo disponibile) oltre alla quantità, qualità e distribuzione dei detriti di micro-nano plastica. I risultati sono, quindi, molto incoraggianti sia a supporto dell'uso dei bivalvi come concentratori che a supporto dell'uso di metodi enzimatici per la digestione dei campioni prima delle analisi (Facchetti et al. 2021). Ulteriori esperimenti saranno condotti nel 2021 mediante l'uso di nanoplastiche di sintesi marcate per approfondire gli aspetti metodologici.

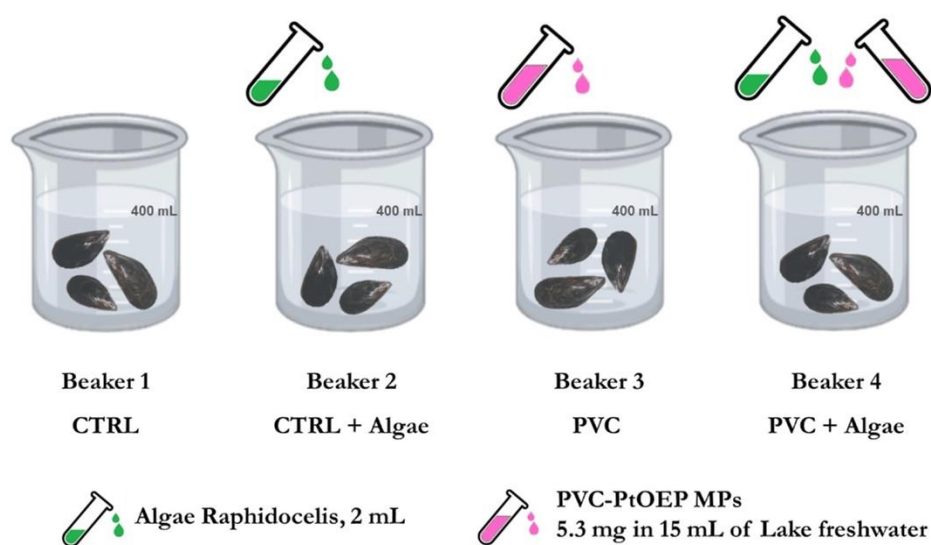


Figura 8. Schema degli esperimenti di bioaccumulo di particelle marcate di microplastiche sintetizzate appositamente per verificare la capacità di concentrazione dei bivalvi e la rilevabilità delle microplastiche mediante diversi metodi analitici.

Bibliografia

Egeter B, Veríssimo J, Lopes-Lima M, Chaves C, Pinto J, Riccardi N, Beja P, Fonseca NA 2020. Speeding up the detection of invasive aquatic species using environmental DNA and nanopore 4 sequencing. *bioRxiv* preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.06.09.142521>

Facchetti, S.V., La Spina, R., Fumagalli, F., Riccardi, N., Gilliland, D., Ponti, J. 2020. Detection of Metal-Doped Fluorescent PVC Microplastics in Freshwater Mussels. *Nanomaterials*, 10, 2363; doi:10.3390/nano10122363

Kamburska L., Lauceri R., Beltrami M., Boggero A., Cardeccia A., Guarneri I., Riccardi N. 2013. Establishment of *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Lake Maggiore: a spatial approach to trace the invasion dynamics. *BioInvasions Records*, 2: 105–117.

Li J., Yang D., Li L. Jabeen K., Shi H. 2015. Microplastics in commercial bivalves from China. *Environ. Pollut.*, 207: 190-195, 10.1016/j.envpol.2015.09.018

Taskinen J, Urbańska M, Ercoli F, Andrzejewski W, Ożgo M, Deng B, Choo JM, Riccardi N. (2020) Parasites in sympatric populations of native and invasive freshwater bivalves. *Hydrobiologia*, 10.1007/s10750-020-04284-0