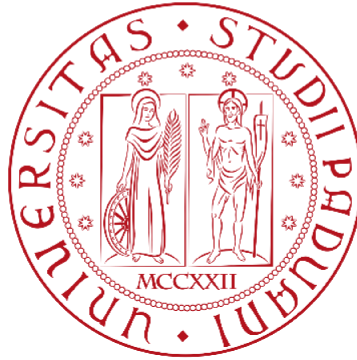


**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA**

Corso di Laurea magistrale in Biologia Evoluzionistica



**TESI DI LAUREA**

**APPLICAZIONE DELL'INDICE DI ALLOCTONIA  
(IA) AI MACROINVERTEBRATI DEI CORSI  
D'ACQUA DEL BACINO DEL FISSERO –  
TARTARO – CANALBIANCO – PO DI LEVANTE**

**Relatore: Prof. Alberto Barausse**  
*Dipartimento di Biologia*

**Correlatore: Dott.ssa Alessia Lea**  
*ARPA Veneto*

**Laureanda: Giulia Favero**

**ANNO ACCADEMICO 2022/2023**



# ABSTRACT

In questo lavoro di tesi, l'obiettivo principale è stato quello di integrare i dati per la valutazione della qualità ambientale dei corsi d'acqua superficiali del Veneto, già raccolti seguendo le procedure previste dal D.lgs. 152/2006, con una valutazione di alloctonia per i macroinvertebrati.

Innanzitutto, è stata realizzata una ricerca bibliografica per individuare la presenza di organismi alloctoni nei corsi d'acqua della regione Veneto. Sono state consultate fonti di tipo faunistico, check-list della regione ed elenchi delle specie macrobentoniche aliene segnalate in Italia nelle acque dolci superficiali.

Una volta individuato il bacino idrogeografico di interesse (Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante), si è passati allo studio dei campioni raccolti e forniti da ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto) a partire dall'anno 2014. Sono quindi stati revisionati in laboratorio i campioni raccolti negli anni pregressi al fine di determinare, fino al livello di specie, gli organismi potenzialmente alloctoni.

Con i dati ottenuti, sono state svolte delle elaborazioni di tipo statistico per verificare l'impatto dei taxa alieni sulle comunità acquatiche.

Sono stati così confrontati due indici, l'indice STAR\_ICMi attualmente in uso per indicare un giudizio di qualità ambientale, con l'Indice di Alloctonia (IA) proposto ed elaborato da M. Bodon *et al.* (ARPA Liguria, 2021).

Dalle analisi effettuate emerge con chiarezza che l'indice biologico STAR\_ICMi non riflette adeguatamente la presenza e consistenza delle specie alloctone.



# INDICE

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>5</b>
1.1 Inquadramento legislativo: la Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE	5
1.2 Le specie alloctone	7
1.3 Riferimenti normativi delle specie alloctone	9
1.4 Inquadramento territoriale: il bacino del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante	11
1.5 Scopo della tesi	13
<b>2. MATERIALI E METODI</b>	<b>14</b>
2.1 Area di studio	14
2.1.1 Stazione BIO 161	16
2.1.2 Stazione BIO 187	17
2.1.3 Stazione BIO 188	18
2.1.4 Stazione BIO 200	19
2.1.5 Stazione BIO 208	20
2.1.6 Stazione BIO 448	21
2.1.7 Stazione BIO 451	22
2.1.8 Stazione BIO 1017	23
2.1.9 Stazione BIO 1018	24
2.1.10 Stazione BIO 1114	25
2.1.11 Stazione BIO 1117	26
2.1.12 Stazione BIO 1138	27
2.1.13 Stazione BIO 1145	28
2.1.14 Stazione BIO 1146	29
2.1.15 Stazione BIO 1173	30
2.1.16 Stazione BIO 1199	31
2.1.17 Stazione BIO 1203	32
2.1.18 Stazione BIO 1281	33
2.1.19 Stazione BIO 1294	34
2.1.20 Stazione BIO 3101	35
2.1.21 Stazione BIO 3205	36
2.1.22 Stazione BIO 3206	37
2.2 Campionamento e analisi dei macroinvertebrati bentonici	40
2.2.1 Campionamento mediante il Retino Immanicato da Sponda	46
2.2.2 Campionamento con Substrati Artificiali	47
2.2.3 Identificazione e conteggio	48
2.3 Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi)	50
2.4 Rilettura dei campioni per applicazione dell'Indice di Alloctonia (IA)	53
2.5 Indice di Alloctonia (IA)	55
2.6 Analisi statistiche	56

<b>3. RISULTATI</b>	<b>57</b>
3.1 Descrizione delle specie alloctone rilevate	57
3.1.1 <i>Girardia tigrina</i> (Girard, 1850)	57
3.1.2 <i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1758)	59
3.1.3 <i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Gray, 1843)	61
3.1.4 <i>Ferrissia californica</i> (Rowell, 1863)	64
3.1.5 <i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	66
3.1.6 <i>Menetus dilatatus</i> (Gould, 1841)	68
3.1.7 <i>Corbicula</i> spp.	70
3.1.8 <i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea, 1834)	72
3.1.9 <i>Dikerogammarus villosus</i> (Sowinsky, 1894)	74
3.1.10 <i>Gammarus roeselii</i> (Gervais, 1835)	77
3.1.11 <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)	79
3.2 Risultati Indice di Alloctonia (IA)	82
3.3 Risultati Indice STAR_ICMi	89
3.4 Elaborazione dati	92
3.4.1 Percentuali Taxa ed Esemplari alieni	92
3.4.2 Relazione tra Indice di Alloctonia IA e STAR_ICMi	93
3.4.5 Relazioni tra il sub-indice ASPT e la componente aliena	98
<b>4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI</b>	<b>101</b>
4.1 Discussione	101
4.2 Conclusioni	103
<b>ALLEGATI</b>	<b>106</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>125</b>
<b>SITOGRAFIA</b>	<b>130</b>



# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 Inquadramento legislativo: la Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE

La tutela e la gestione delle risorse idriche, per quanto riguarda il quadro normativo europeo, è regolata dalla Direttiva Quadro 2000/60/CE o Direttiva Quadro Acque del 23/10/2000 (*Water Framework Directive, W.F.D.*), dell'ottobre 2000, la cui finalità è quella di difendere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici, delle acque superficiali e sotterranee, delle acque di transizione e marino – costiere.

La Direttiva 2000/60/CE definisce vari obiettivi di qualità ambientale e, per la valutazione dello stato dei corpi idrici, stabilisce degli indicatori biologici e morfologici, oltre che chimici, che vengono poi confrontati con condizioni di riferimento ben stabilite. Lo scopo è quindi quello di favorire un uso e un consumo sostenibile e ragionato delle acque, in relazione anche al fatto di salvaguardare le future risorse idriche.

In Italia la Direttiva 2000/60/CE è stata recepita attraverso il Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006, abrogando il precedente D.lgs.152/99 e introducendo così, un approccio innovativo nella gestione europea delle risorse idriche. Ha così comportato profondi cambiamenti nel sistema di monitoraggio e classificazione delle acque superficiali.

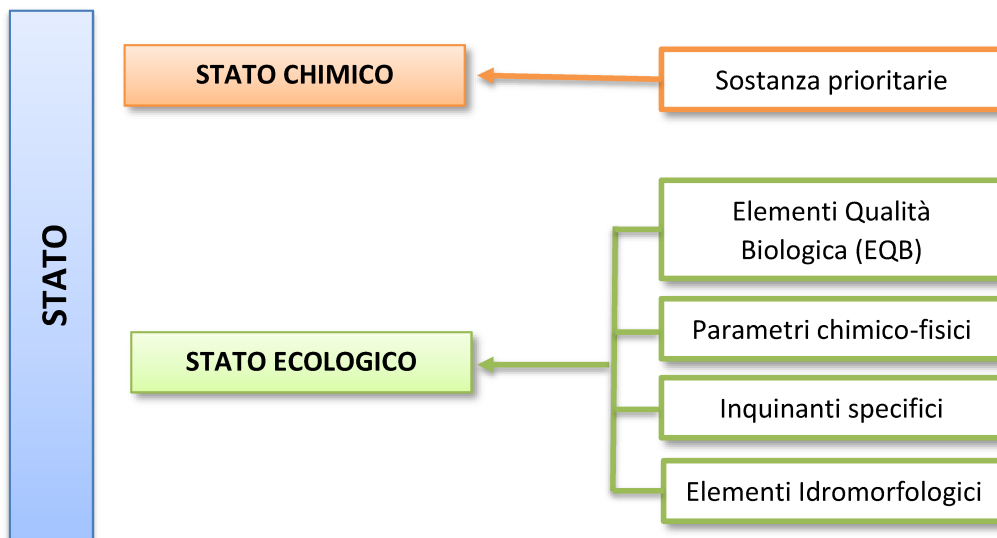
I piani di monitoraggio sono stati riorganizzati per monitorare i “corpi idrici” (CI) indicati dalla Direttiva come “unità elementari, distinte e significative all’interno dei bacini idrografici, per la classificazione dello stato e per l’implementazione delle misure di protezione, miglioramento e risanamento” (ARPAV, 2021).

La normativa introduce anche i Piani di Gestione dei bacini idrografici, ossia lo strumento di pianificazione da applicare per raggiungere gli obiettivi di qualità previsti.

Gli obiettivi principali, che la Direttiva Quadro Acque individua e che gli Stati Membri devono raggiungere entro dicembre 2027 applicando i programmi indicati nei Piani di Gestione, sono molteplici: la tutela e il miglioramento delle condizioni degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle zone umide, la promozione di un utilizzo idrico sostenibile, la graduale riduzione degli scarichi delle emissioni e delle perdite di sostanze prioritarie fino all'arresto o alla graduale eliminazione, la graduale riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee e, soprattutto, prevenire il deterioramento qualitativo e quantitativo delle acque migliorando lo stato delle stesse fino al raggiungimento di un Buono Stato Ecologico di tutti i corpi idrici.



Uno degli aspetti fondamentali per raggiungere questi obiettivi è quello di determinare l'attuale stato di qualità dei corsi d'acqua corrente. A tal fine la Direttiva prevede la valutazione di parametri biologici, chimico - fisici, e idromorfologici necessari per definire la classificazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico (Figura 1). Nel momento in cui Stato Ecologico e Stato Chimico risultino non adeguati, avviene una pianificazione per effettuare eventuali interventi di miglioramento e recupero ambientale (IRSA-CNR, 2013).



**Figura 1:** organigramma dello Stato di Qualità di un corpo idrico (modificato da [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)).

Per la determinazione dello Stato Chimico sono state identificate una serie di sostanze prioritarie a livello europeo per le quali la Direttiva prevede dei livelli chiamati Standard di Qualità ambientale (SQA). La classificazione dello Stato Chimico viene espressa attraverso due classi di qualità: Buono e Mancato Conseguimento dello Stato Buono (IRSA-CNR, 2013).

Lo Stato Ecologico invece è determinato in base ai seguenti elementi di qualità:

- Elementi di Qualità Biologica (EQB): includono macroinvertebrati, diatomee, macrofite e fauna ittica.
- Parametri chimico-fisici: sono parametri chimici che indicano lo stato di ossigenazione, termico, dei nutrienti, di acidificazione e di salinità dei corpi idrici.
- Inquinanti Specifici: sostanze inquinanti valutate a scala nazionale da ogni Stato Membro e per le quali vengono fissati degli Standard di Qualità Ambientale.
- Elementi Idromorfologici: comprendono aspetti connessi alla valutazione delle condizioni idromorfologiche; a differenza degli altri elementi di qualità l'idromorfologia viene considerata nel sistema di classificazione solo per confermare lo stato elevato dei corpi idrici.

La classificazione dello Stato Ecologico di un corpo idrico è definita in base al più basso dei valori ottenuti nell'ambito del monitoraggio degli elementi di qualità chimici e biologici (IRSA-CNR, 2013).

La classificazione dello Stato Ecologico viene espressa attraverso delle classi di qualità (Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo) ognuna contrassegnata dai seguenti colori specifici come dimostrato in Figura 2 (Azzurro, Verde, Giallo, Arancione, Rosso):

	Elevato
	Buono
	Sufficiente
	Scarso
	Cattivo

**Figura 2:** Classi di qualità e relative colorazioni.

## 1.2 Le specie alloctone

Una delle maggiori problematiche di tipo ambientale, è quella legata all'introduzione di specie alloctone. Si definisce specie alloctona (o aliena) una specie che si trova al di fuori della propria area di origine in conseguenza di un'azione diretta volontaria e/o accidentale da parte dell'uomo, quindi, non presente originariamente in quel territorio. Tale concetto non si applica alle specie insediate al di fuori della loro area di origine a causa di un'azione indiretta dell'uomo, come nel caso delle specie che espandono il loro areale a causa dei cambiamenti climatici.

È bene sottolineare che una specie aliena può essere definita anche specie invasiva nel momento in cui si diffonde in modo rapido e incontrollato causando impatti negativi nei confronti della biodiversità e dei servizi ecosistemici, delle attività economiche e/o della salute dell'uomo (Blackburn *et al.*, 2011).

Nell'ambito del Regolamento (UE) n. 1143/2014 si fa riferimento ai soli impatti nei confronti della biodiversità e dei servizi ecosistemici. Secondo una definizione puramente ecologica, una specie aliena invasiva è quella che si diffonde dal punto di introduzione, con una certa velocità, e diventa prevalente all'interno della nuova area (Blasi *et al.*, 2022).

Focalizzandosi sulle modalità di diffusione in ambiente acquatico, l'introduzione delle specie aliene è principalmente legata alle attività umana. In particolare, si possono suddividere le cause in intenzionali (allevamenti, tradizioni culturali, controllo biologico e scopi ornamentali) e in accidentali (immissioni ittiche, acque

di zavorra, acquariofilia, abbattimento di barriere naturali e canalizzazioni, attrezzature ed equipaggiamento contaminati). Può accadere inoltre che, in modo naturale e accidentale, siano altri organismi come uccelli acquatici, pesci e invertebrati a favorire la diffusione di specie alloctone.

Questa diffusione, con possibile conseguente stanziamento, può essere favorita da determinate caratteristiche delle specie alloctone stesse. Esse, infatti, spesso presentano una grande capacità di adattamento all'habitat che incontrano oltre che una grande riproduttività. È bene sottolineare inoltre che, le piccole taglie sono più favorite poiché consentono un trasporto accidentale più semplice. Le specie invasive, infine, risultano ottimi competitori con le specie autoctone.

Le conseguenze legate direttamente alla presenza di specie alloctone sono molteplici, tra cui: la perdita delle popolazioni autoctone con conseguente omogeneizzazione dei popolamenti, competizione con entità endemiche e possibile ibridazione con le specie native (es. *Unionidi*), modificazioni ambientali relative al substrato (es. *Corbicula*) e trasmissione di parassiti e malattie anche per la salute umana (Bodon *et al.*, 2020).

Da tali premesse risulta evidente la necessità di pianificare ed attuare delle efficaci misure di gestione per limitare gli impatti negativi ed evitare l'ulteriore diffusione di quelle specie alloctone invasive che risultano attualmente o potenzialmente pericolose per la conservazione della biodiversità e degli ambienti naturali, o che costituiscono un fattore di rischio per la salute e le attività dell'uomo.

Da un punto di vista tecnico, un elemento essenziale per garantire strategie di gestione solide ed efficaci è la valutazione dei rischi legati all'ingresso, diffusione e impatto di specie potenzialmente invasive. Questa analisi stabilisce il livello di rischio di invasione associato con una specie o una *pathway* (modalità di introduzione) e definisce, su base scientifica ed economica, una prioritizzazione delle specie target, fondamentale per distribuire le risorse in maniera adeguata e promuovere azioni che siano efficaci ed economicamente fattibili (Vanderhoeven *et al.*, 2017).

Le strategie di contrasto alla diffusione delle specie invasive seguono un approccio gerarchico a tre stadi, in linea con le raccomandazioni della Convenzione Biologica sulla Biodiversità (COP 6 Decision VI/23, 2006), mirato sia alle nuove introduzioni che alle specie già introdotte e basato su:

1. la prevenzione dell'introduzione intenzionale o accidentale di specie alloctone invasive (IAS).
2. l'individuazione precoce e l'eradicazione rapida delle IAS, per prevenire la loro naturalizzazione e/o una maggiore diffusione.
3. il controllo e il contenimento delle popolazioni di specie invasive, quando l'eradicazione non sia fattibile.

La recente introduzione di importanti strumenti normativi a livello europeo e nazionale ha costituito un passo fondamentale nella lotta contro le invasioni. A questo proposito, la Strategia sulla biodiversità per il 2030 raccomanda fortemente l'attuazione del Regolamento sulle specie esotiche invasive adottato dell'Unione Europea nel 2014 (Regolamento UE n. 1143/2014) e delle altre disposizioni legislative e accordi internazionali in materia di specie alloctone invasive, allo scopo di ridurre al minimo e, dove possibile, eliminare l'introduzione e la diffusione delle specie invasive nell'ambiente europeo.

Inoltre, il controllo e la rimozione delle specie invasive contribuiscono al ripristino degli ecosistemi naturali, che rappresenta il punto nodale della Strategia Europea per la Biodiversità 2030 in materia di *restoration ecology* (Commissione Europea, 2022).

### **1.3 Riferimenti normativi delle specie alloctone**

Negli ultimi anni sono stati introdotti nuovi strumenti legali e politici per la gestione delle Specie Alloctone Invasive (*Invasive Alien Species - IAS*).

In particolare, nell'Unione Europea vige dal 1° gennaio 2015 il regolamento UE n.1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, che stabilisce le disposizioni atte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione nel territorio europeo delle IAS (Carnevali *et al.*, 2019). Questo importante strumento normativo ha introdotto a scala comunitaria una serie di norme per proteggere la biodiversità e i servizi ecosistemici dagli impatti causati dall'introduzione e dalla diffusione, volontaria o accidentale, delle IAS.

Cuore del Regolamento è l'elenco di specie esotiche invasive “di rilevanza unionale”, per le quali vige il generale divieto di commercio, detenzione, allevamento/riproduzione, scambio, trasporto e rilascio in natura nei Paesi dell'UE. Sono imposti inoltre obblighi di sorveglianza, immediata segnalazione, eradicazione o controllo di tali specie negli ambienti naturali, e l'identificazione dei principali vettori di introduzione accidentali delle specie alloctone nei vari paesi membri dell'Unione al fine di prevenire ulteriori introduzioni. Tale elenco è dinamico e viene regolarmente aggiornato. Sono così state effettuate importanti integrazioni tramite i Regolamenti di esecuzione (UE) 2017/1263 del 12 luglio 2017, 2019/1262 del 25 luglio 2019 e 2022/1203 del 12 luglio 2022. Quest'ultima modifica ha portato in questo modo le specie esotiche invasive “di rilevanza unionale” ad un numero totale di 88.

Analogamente a quanto previsto per le direttive Habitat e Uccelli, ai sensi dell'art. 24 comma 1 del regolamento UE, è prevista una rendicontazione periodica sulle IAS di rilevanza unionale da parte degli Stati Membri.

La prima rendicontazione nazionale ha riguardato il biennio 2016-2018 (Carnevali *et al.*, 2021) e, per il futuro, è prevista una cadenza sessennale, allineata con le altre direttive.

L'Italia ha recepito il regolamento UE n. 1143/2014 con il decreto legislativo n.230/2017 (D. Lgs. 230, 2017), entrato in vigore a febbraio 2018. Tale decreto individua nel Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATTM), attualmente Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), l'autorità nazionale competente per i rapporti con la Commissione Europea, responsabile del coordinamento delle attività e del rilascio delle autorizzazioni e dei permessi in deroga ai divieti previsti (ISPRA, 2022).

Il decreto legislativo prevede:

- l'introduzione dei divieti di immissione, transito e trasporto nel territorio italiano nonché i divieti di detenzione, allevamento, coltivazione, anche in confinamento; i divieti di vendita, utilizzo, cessione gratuita, scambio e rilascio nell'ambiente delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale, sia per soggetti pubblici che privati;
- la possibilità di autorizzazione in deroga per alcuni dei tali divieti (es. detenzione, allevamento, transito) unicamente per attività di ricerca e/o conservazione *ex situ*, nonché per motivi di natura medica o educativa nel caso di orti botanici e giardini zoologici;
- l'obbligo di istituire un sistema di sorveglianza delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale che permetta il rapido rilevamento di una specie sul territorio, che raccolga i dati di distribuzione nell'ambiente per la calibrazione degli interventi di gestione e la definizione dell'efficacia di tali interventi. Le Regioni e le Province Autonome hanno l'obbligo di notificare al MASE e ad ISPRA il rilevamento della prima comparsa (o della ricomparsa a seguito di una eradicazione) sul proprio territorio di competenza di specie esotiche invasive di rilevanza unionale;
- l'obbligo di eradicazione rapida nel caso di prima comparsa sul territorio di una Regione, di una provincia autonoma o un ente parco nazionale degli esemplari di specie esotiche invasive di rilevanza unionale, o l'obbligo di controllo delle specie di rilevanza unionale già diffuse in ambiente naturale tramite misure di gestione disposte dal MASE nella forma di Piani di gestione specie-specifici;
- la possibilità di adottare un elenco di specie esotiche invasive di rilevanza nazionale, cui si applicano le disposizioni e i divieti previsti per quelle di rilevanza unionale. Questo elenco dovrà essere adottato con decreto del MASE e potrà essere progressivamente integrato anche in base alle richieste delle Regioni e Province Autonome.

Per quanto riguarda la Regione Veneto, grazie all'estensione di protocolli scientifici e informativi, con la Deliberazione di Giunta Regionale n.134/2022, ha dato avvio ad una strategia regionale per il controllo, gestione ed eradicazione delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale, anche a seguito del Decreto del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE), attualmente Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), del 17 giugno 2022 "Modalità di ripartizione del Fondo per il controllo delle specie esotiche invasive".

#### **1.4 Inquadramento territoriale: il bacino del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante**

Il bacino interregionale Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante, oggetto di questo studio, si estende nel territorio delle regioni Lombardia e Veneto, nel dettaglio nelle province di Mantova, Verona e Rovigo più un comune della Provincia di Venezia come mostrato in Figura 3 e in Figura 58 in Allegati (Autorità di Bacino, 2010).

È delimitato a nord dal corso del fiume Adige, a sud dal fiume Po, a ovest dall'area di Mantova e a est dal corso d'acqua denominato Tartaro – Canalbianco – Po di Levante. Ha un'estensione complessiva di circa 2885 km<sup>2</sup> di cui approssimativamente il 10% nella Regione Lombardia e il 90% nella Regione Veneto. È interessato da consistenti opere artificiali di canalizzazione.

Il territorio veneto è stato suddiviso in due sottobacini: il Canalbianco - Po di Levante, con estensione pari a 1979 km<sup>2</sup> e un'altitudine massima di 44 m s.l.m., e il sottobacino Tartaro - Tione, con una superficie di 612 km<sup>2</sup>, una quota massima di 250 m s.l.m.

Il territorio è pressoché pianeggiante, con ampie zone poste a quota inferiore ai livelli di piena del Fiume Po.

Presenta una fitta rete di canali di irrigazione alimentati, in prevalenza, dalle acque del Garda e dell'Adige. Parte della rete irrigua ha anche funzione di bonifica poiché allontana in Canalbianco le acque di piena (Autorità di Bacino, 2010).

Dal punto di vista idraulico, la funzione del Canalbianco è legata all'allontanamento delle acque di piena dei laghi di Mantova e al drenaggio e recapito a mare delle acque del vasto comprensorio in sinistra Po, che soggiace alle piene del fiume, completamente arginato dalla confluenza col Mincio. La fascia di territorio compreso tra Adige e Po, che va dal mare fino circa ad una retta che congiunge Mantova con Verona, comprende, nella sua parte occidentale, il Bacino Scolante del Tartaro – Canalbianco.

La rete idrografica del bacino risulta in gran parte costituita da corsi d'acqua artificiali e solo in misura minore da alvei naturali (Tione, Tartaro, Menago).

I principali corsi d'acqua del bacino sono:

- Canalbianco
- Fiume Tartaro
- Fiume Tione
- Fiume Menago
- Canale Bussé
- Scolo Valdentro
- Canale Adigetto
- Canale Collettore Padano Polesano
- Po di Levante

Non vi sono laghi significativi nel bacino ma si ricorda comunque l'esistenza dei "gorghi", ossia cavità occupata da uno specchio d'acqua la cui origine è da ricondursi all'azione delle piene in presenza di un ostacolo quale un argine, un antico corso fluviale rilevato o un corpo di duna, presenti soprattutto nell'area di Trecenta (Autorità di Bacino, 2010).

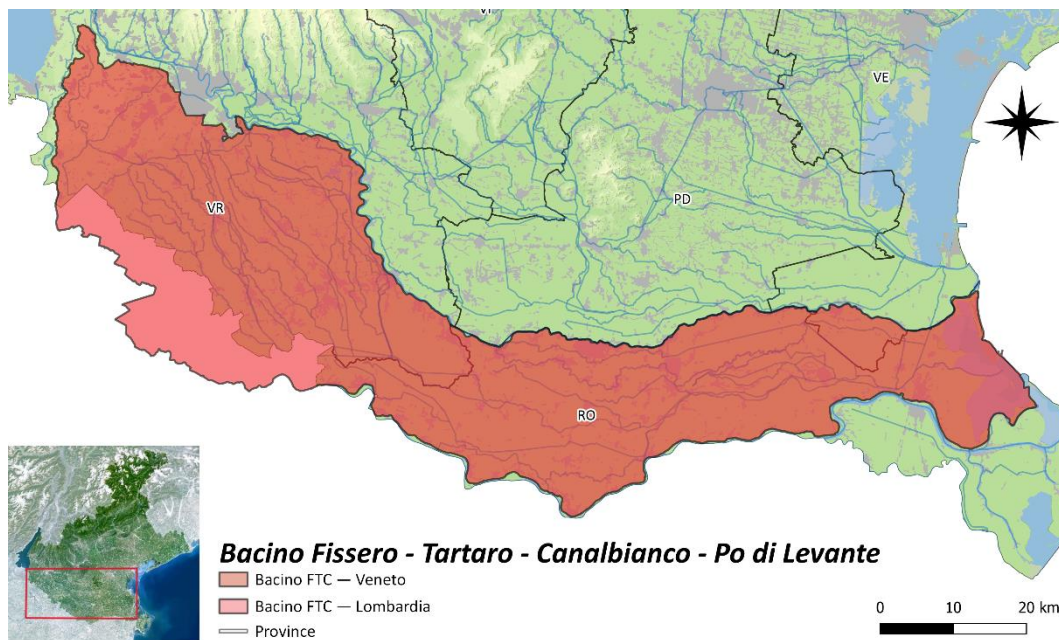


Figura 3: Bacino Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante.

La scelta di focalizzare lo studio su questo bacino deriva dal fatto che sono disponibili numerosi dati di campionamenti effettuati più volte nel corso degli anni e su stazioni localizzate sui principali corsi d'acqua del bacino, in grado di dare un quadro abbastanza completo della situazione. Inoltre, fin dalle prime valutazioni, è emerso che il bacino era interessato dalla presenza di alcune specie alloctone. Questi elementi hanno guidato la scelta dell'area di studio.

## **1.5 Scopo della tesi**

Data la crescita molto forte delle specie aliene nei corsi d'acqua, risulta inevitabile considerare anche questa componente nella valutazione della qualità ambientale. In questo lavoro di tesi ho voluto verificare l'influenza di tale componente sulla comunità macrobentonica, in relazione allo stato di qualità che deriva dall'applicazione dell'indice biologico previsto dal D.M. 260/2010, nei fiumi del bacino idrografico del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante.

Lo scopo di questo lavoro di tesi è quello di integrare i dati per la valutazione di qualità ambientale dei corsi d'acqua superficiali del Veneto, già raccolti seguendo le procedure previste dal D.lgs. 152/2006, con una valutazione di alloctonia per i macroinvertebrati e stabilirne la correlazione.

Per effettuare tale analisi sono stati utilizzati dati relativi a 93 campionamenti in 22 stazioni del bacino Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante dal 2014 al 2022.



## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Area di studio

L'area di studio prende in esame il bacino interregionale Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante, che si estende nel territorio delle regioni Lombardia e Veneto, nello specifico nelle province di Mantova, Verona e Rovigo più un comune della Provincia di Venezia.

Esso è sommariamente circoscritto dal corso del Fiume Adige a nord e dal Fiume Po a sud e compreso tra l'area di Mantova ad ovest ed il Mare Adriatico ad est.

Il bacino è attraversato da Ovest ad Est dal corso d'acqua denominato Tartaro – Canalbianco – Po di Levante, ha un'estensione complessiva di circa 2885 km<sup>2</sup>, di cui approssimativamente il 10% nella Regione Lombardia e il 90% nella Regione Veneto. Le stazioni di monitoraggio prese come oggetto di studio sono ventidue e i relativi campionamenti sono avvenuti a partire dal 2014. Per ciascun corpo idrico ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto) ha valutato le pressioni associate, aggiornate annualmente, che possono essere di tipo:

- diffuso agricolo ed urbano,
- puntuale, come scarichi industriali o impianti di depurazione,
- idromorfologico longitudinale, come briglie, chiuse
- idromorfologico laterale, come rive rettificata e riduzione della vegetazione riparia.

Attraverso la Figura 4, si riesce meglio a identificare e collocare spazialmente tutte le stazioni, che saranno successivamente descritte in dettaglio.

A seguire vi è una descrizione delle singole stazioni, al termine della quale è riportata una tabella riassuntiva (Tabella 1) contenente le coordinate esatte delle stazioni, le date di campionamento e infine lo strumento utilizzato per attuare i campionamenti.

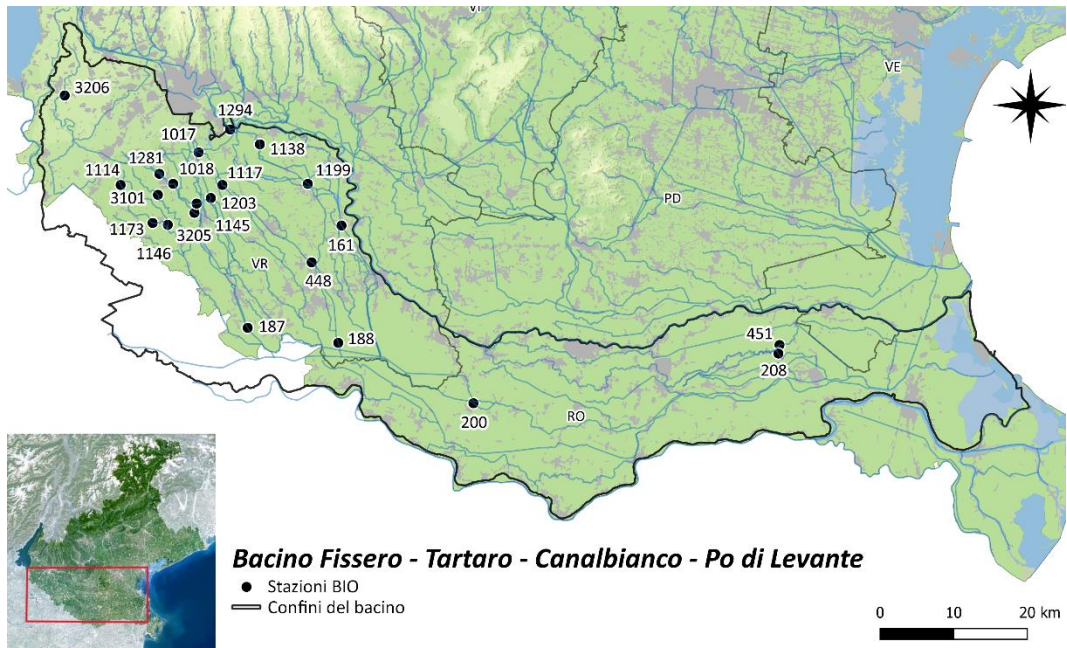


Figura 4: Ubicazione dei siti di campionamento nel bacino.

### 2.1.1 Stazione BIO 161

La stazione BIO 161 sul Canale Vertua si trova in località Capitello, nel comune di Roverchiara (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

L'area in cui è situata la stazione risulta essere di tipo agricolo e, per tal motivo, influenzata da diffuse pressioni quali l'utilizzo di fertilizzanti sia di origine chimica che naturale, pesticidi, fitofarmaci ed altro. Le rive sono alterate, rettificata e con ridotta presenza di vegetazione riparia.

In alveo, il substrato è costituito prevalentemente da sabbia con presenza di limo. Il flusso che caratterizza l'intero tratto è laminare. Di seguito, la Figura 5 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



Figura 5: Stazione BIO 161, vista verso monte, 26-02-2018 (foto di ARPAV).

### 2.1.2 Stazione BIO 187

La stazione BIO 187 sul fiume Tartaro si trova nel comune di Gazzo Veronese (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Fortemente Modificato (D.lgs. 152/2006). Le pressioni diffuse sono di tipo urbano e agricolo. Le rive sono rettificata e prive di vegetazione riparia. In alveo, il substrato è costituito per la maggior parte da argilla con presenza di sabbia e a tratti macrofite sommerse. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 6 mostra la vista verso valle dal punto di campionamento.



**Figura 6:** Stazione BIO 187, vista verso valle, 19-04-2021 (foto di ARPAV).

### 2.1.3 Stazione BIO 188

La stazione BIO 188 sul Fiume Menago si trova nella località di Santa Teresa, comune di Cerea (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Fortemente Modificato (D.lgs. 152/2006).

Le pressioni diffuse sono di tipo urbano e agricolo e, oltre a queste, non mancano pressioni di tipo idromorfologico laterale, dovute alle rive rettificata e prive di vegetazione riparia. In alveo, il substrato è costituito per la maggior parte da argilla in cui compaiono, a tratti, macrofite emergenti. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 7 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 7:** Stazione BIO 188, vista verso monte, 06-09-2017 (foto di ARPAV).

### 2.1.4 Stazione BIO 200

La stazione BIO 200 sul fiume Canalbianco si trova nel comune di Trecenta (RO).

Il corso d'acqua è di tipologia Artificiale (D.lgs. 152/2006). Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressione diffusa di tipo agricolo. Presenta sia pressioni di tipo idromorfologico laterale (rive alterate e in alcuni tratti artificiali) oltre che pressioni di tipo idromorfologico longitudinale: a valle è presente una conca di navigazione, la Conca di Canda.

In alveo, il substrato è costituito da limo. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 8 mostra la vista verso valle dal punto di campionamento.



**Figura 8:** Stazione BIO 200, vista verso valle, 26-08-2021 (foto di ARPAV).

### 2.1.5 Stazione BIO 208

La stazione BIO 208 sullo Scolo Valdentro si trova nel comune di Adria (RO).

Il corso d'acqua è di tipologia Artificiale (D.lgs. 152/2006). È localizzato in un'area completamente agricola e presenta pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia.

In alveo, il substrato è costituito da limo/argilla con presenza di macrofite sommerse. Il flusso, in tutto il tratto indagato, è laminare. Di seguito, la Figura 9 mostra la vista verso valle dal punto di campionamento.



**Figura 9:** Stazione BIO 208, vista verso valle, 20-08-2019 (foto di ARPAV).

### 2.1.6 Stazione BIO 448

La stazione BIO 448 sul fiume Menago si trova nel comune di Cerea (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Fortemente Modificato (D.lgs. 152/2006).

Presenta pressioni di tipo idromorfologico laterale, nello specifico rive alterate e artificiali, e pressioni diffuse di tipo agricolo.

In alveo, il substrato è prevalentemente di limo/argilla con presenza di macrofite sommerse. Il flusso, in tutto il tratto indagato, è laminare. Di seguito, la Figura 10 mostra la vista verso valle dal punto di campionamento.



**Figura 10:** Stazione BIO 448, vista verso valle, 28-10-2019 (foto di ARPAV).



### 2.1.7 Stazione BIO 451

La stazione BIO 451, l'ultima del bacino del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante, sul Canale Adigetto si trova nel comune di Adria (RO). Il corso d'acqua è di tipologia Artificiale (D.lgs. 152/2006).

È circondato da terreno impiegato per uso agricolo. Presenta pressioni di tipo idromorfologico laterale, nello specifico rive alterate e artificiali.

In alveo, il substrato è caratterizzato da argilla e sabbia con presenza di macrofite sommerse. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 11 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 11:** Stazione BIO 451, vista verso monte, 20-08-2019 (foto di ARPAV).

### **2.1.8 Stazione BIO 1017**

La stazione BIO 1017 sul Fiume Menago si trova nel comune di Buttapietra (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale. La stazione ricade nel primo corpo idrico del fiume che ha origine a meno di 5 Km.

Presenta pressioni di tipo idromorfologico laterale, nello specifico rive alterate e artificiali e pressioni diffuse di tipo agricolo.

In alveo, il substrato è costituito da sabbia e limo, con presenza di macrofite sommerse ed emergenti. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 12 mostra la vista verso valle dal punto di campionamento.



**Figura 12:** Stazione BIO 1017, vista verso valle, 25-03-2021 (foto di ARPAV).

### 2.1.9 Stazione BIO 1018

La stazione BIO 1018 si trova sul fiume Tartaro nel comune di Vigasio (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale. La stazione ricade nel primo corpo idrico del fiume. Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo (utilizzo di fertilizzanti sia di origine chimica che naturale, pesticidi, fitofarmaci, ecc.). Presenta inoltre pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia. Infine, questa zona è segnalata per rischio puntuale, vista la presenza di vari scarichi civili situati in successione nel corpo idrico. Il fiume, infatti, attraversa il paese di Vigasio appena a monte del sito campionato.

In alveo, il substrato è costituito da sabbia e limo con presenza di macrofite sommerse. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 13 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.

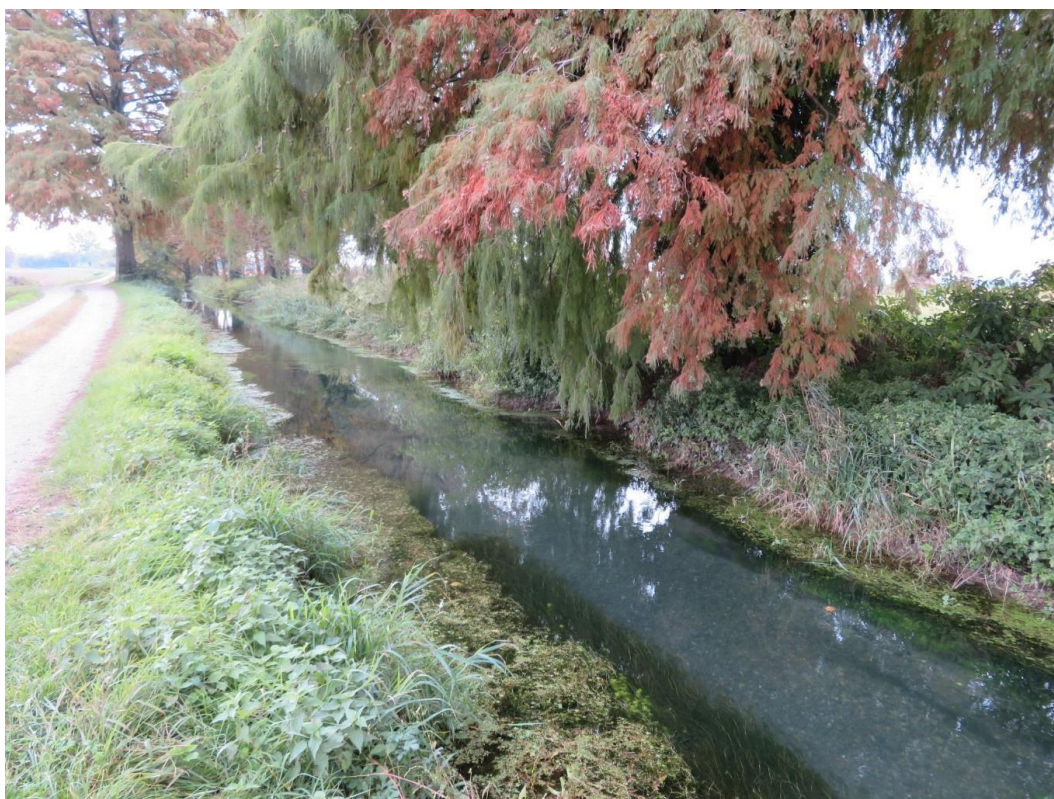


**Figura 13:** Stazione BIO 1018, verso monte, 10-10-2022 (foto di Favero G.).

### 2.1.10 Stazione BIO 1114

La stazione BIO 1114 si trova sul fiume Tione nella località Grezzano di Mozzecane (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale. La stazione ricade nel primo corpo idrico del fiume a circa 2 Km dalla risorgiva.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta inoltre pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia. In alveo, il substrato è costituito da ghiaia, sabbia e limo con numerose macrofite sommerse. Il flusso, in tutto il tratto indagato, è laminare. Di seguito, la Figura 14 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 14:** Stazione BIO 1114, vista verso monte, 25-10-2021 (foto di ARPAV).

### 2.1.11 Stazione BIO 1117

La stazione BIO 1117 si trova sul fiume Menago, nel comune di Oppeano (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta inoltre pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia.

In alveo, il substrato è costituito per la maggior parte da sabbia e macrofite sommerse. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 15 mostra la vista verso valle dal punto di campionamento.



Figura 15: Stazione BIO 1117, vista verso valle, 13-03-2017 (foto di ARPAV).

### 2.1.12 Stazione BIO 1138

La stazione BIO 1138 si trova sullo Scolo Aosetto, nel comune di Zevio (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta inoltre pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia.

In alveo, il substrato è costituito prevalentemente da ghiaia con sabbia e presenza di macrofite sommerse. Il flusso, in tutto il tratto indagato, è increspato. Di seguito, la Figura 16 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



Figura 16: Stazione BIO 1138, vista verso monte, 14-10-2021 (foto di ARPAV).

### 2.1.13 Stazione BIO 1145

La stazione BIO 1145 si trova sul corso d'acqua Fossalto, comune di Isola della Scala (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta inoltre pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate. Va segnalata la presenza di rischio puntuale dovuto allo scarico di una piscicoltura. In alveo, il substrato è costituito da argilla/limo con depositi di materiale organico grossolano. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 17 mostra la vista verso valle dal punto di campionamento.



**Figura 17:** Stazione BIO 1145, vista verso valle, 18-10-2021 (foto di ARPAV).

### 2.1.14 Stazione BIO 1146

La stazione BIO 1146 si trova sul corso d'acqua Fossa De Morta, nel comune di Trevenzuolo (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

È in un'area agricola con pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta inoltre pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate. Va segnalata la presenza di rischio puntuale dovuto allo scarico di acqua di processo di un'azienda agroalimentare.

In alveo, il substrato è costituito da limo/argilla con abbondanti macrofite sommerse ed emergenti. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 18 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 18:** Stazione BIO 1146, vista verso monte, 01-09-2016 (foto di ARPAV).



### 2.1.15 Stazione BIO 1173

La stazione BIO 1173 si trova sul Fiume Tione, nel comune di Trevenzuolo (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Si trova in un'area agricola ed è influenzato da pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate. In alveo, il substrato è costituito in parte da limo/argilla con macrofite sommerse. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 19 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 19:** Stazione BIO 1173, vista verso monte, 11-10-2021 (foto di ARPAV).

### **2.1.16 Stazione BIO 1199**

La stazione BIO 1199 si trova sul Canale Vertua, nel comune di Oppeano (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia.

In alveo, il substrato è costituito da limo/argilla. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 20 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 20:** Stazione BIO 1199, vista verso monte, 30-08-2018 (foto di ARPAV).

### 2.1.17 Stazione BIO 1203

La stazione BIO 1203 si trova sulla Fossa Bra Falconer, nel comune di Isola della Scala (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta inoltre pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia.

In alveo, il substrato è costituito da sabbia e da microlithal (ciottoli con diametro tra i 2 e i 6 cm). Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 21 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 21:** Stazione BIO 1203, vista verso monte, 02-09-2019 (foto di ARPAV).

### 2.1.18 Stazione BIO 1281

La stazione BIO 1281 si trova sulla Fossa Leona, nel comune di Vigasio (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo ed urbano.

Presenta inoltre una pressione idrologica (derivazioni e/o restituzioni che alterano la portata naturale del corso d'acqua) per la derivazione ad inizio del corpo idrico. In alveo, il substrato è costituito da argilla e ghiaia con depositi di materiale organico grossolano. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare.

La stazione è stata campionata solo una volta nell'aprile 2020 a causa di deviazione del corso d'acqua ai fini dell'irrigazione. Di seguito, la Figura 22 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



Figura 22: Stazione BIO 1281, vista verso monte, 09-04-2020 (foto di ARPAV).

### **2.1.19 Stazione BIO 1294**

La stazione BIO 1294 si trova sullo Scolo Aosetto, nel comune di San Giovanni Lupatoto (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale. La stazione ricade nel primo corpo idrico del fiume a circa 2 Km dalla risorgiva.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo e di tipo urbano, dovuto a presenza di dilavamenti o scarichi urbani non allacciati. Presenta infine pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia.

In alveo, il substrato è costituito per lo più da argilla. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 23 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 23:** Stazione BIO 1294, vista verso monte, 09-04-2020 (foto di ARPAV).

### **2.1.20 Stazione BIO 3101**

La stazione BIO 3101 si trova Fossa Gambisa, nel comune di Vigasio (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Presenta pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e assenza di vegetazione riparia.

In alveo, il substrato è costituito da sabbia e ghiaia con abbondanti macrofite sommerse. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 24 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 24:** Stazione BIO 3101, vista verso monte, 12-10-2017 (foto di ARPAV).

### 2.1.21 Stazione BIO 3205

La stazione BIO 3205 si trova sul Fiume Tartaro, nel comune di Isola della Scala (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale.

Si trova in un'area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo e di tipo urbano. Presenta poi pressioni di tipo idromorfologico laterale, in particolare rive alterate e pressioni puntuali derivanti dalla presenza di scarico di un allevamento ittico.

In alveo, il substrato è costituito da limo/argilla con macrofite sommerse ed emergenti. Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare. Di seguito, la Figura 25 mostra la vista verso monte dal punto di campionamento.



**Figura 25:** Stazione BIO 3205, vista verso monte, 18-10-2021 (foto di ARPAV)

### 2.1.22 Stazione BIO 3206

La stazione BIO 3206, la stazione più a nord del bacino del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante, si trova sul corso d'acqua Tione dei Monti a Sona (VR). Il corso d'acqua è di tipologia Naturale. La stazione ricade nel primo corpo idrico del fiume a circa 10 Km dalla risorgiva.

Si trova in area agricola ed è influenzata da pressioni diffuse di tipo agricolo. Presenta pressioni di tipo idromorfologico laterale (in particolare rive alterate) e pressioni puntuali per presenza dello scarico di una azienda vinicola.

In alveo, il substrato è costituito principalmente da mesolithal (ciottoli con diametro tra i 6 e i 20 cm) e ghiaia. Il flusso, in tutto il tratto indagato, è increspato. Di seguito, la Figura 26 mostra la vista verso valle dal punto di campionamento.



**Figura 26:** Stazione BIO 3206, vista verso valle, 23-05-2022 (foto di Favero G.)



**Tabella 1:** Tabella riassuntiva contenente le coordinate esatte delle stazioni, le date di campionamento e lo strumento utilizzato per attuare i campionamenti.

STAZIONE BIO	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	COORDINATE	DATA CAMPIONAMENTI	TIPOLOGIA DI CAMPIONAMENTO
161	Canale Bussè	Roverechiara	VR	45°15'22" N 11°14'45" E	26/02/2018	Retino Immanicato da Sponda
					10/05/2018	
					30/08/2018	
187	Fiume Tartaro	Gazzo Veronese	VR	45°8'3" N 11°4'44" E	28/03/2018	Retino Immanicato da Sponda
					18/10/2018	
					19/04/2021	
					17/06/2021	
					14/10/2021	
188	Fiume Menago	Cerea	VR	45°6'37" N 11°14'8" E	20/02/2017	Retino Immanicato da Sponda
					11/05/2017	
					06/09/2017	
200	Canalbianco	Trecenta	RO	45°2'3" N 11°27'52" E	23/03/2021	Substrati artificiali
					10/06/2021	
					27/09/2021	
208	Scolo Valdentro	Adria	RO	45°4'56" N 11°59'35" E	25/02/2019	Retino Immanicato da Sponda
					05/06/2019	
					20/08/2019	
448	Fiume Menago	Cerea	RO	45°12'43" N 11°11'33" E	15/04/2019	Retino Immanicato da Sponda
					03/07/2019	
					28/10/2019	
451	Canale Adigetto	Adria	RO	45°5'34" N 11°59'44" E	25/02/2019	Retino Immanicato da Sponda
					05/06/2019	
					20/08/2019	
1017	Fiume Menago	Buttapietra	VR	45°21'4" N 10°59'57" E	25/03/2021	Retino Surber
					12/07/2021	
					13/09/2021	
1018	Fiume Tartaro	Vigasio	VR	45°18'45" N 10°57'23" E	15/04/2019	Retino Surber
					18/07/2019	
					28/10/2019	
					24/02/2022	
					23/05/2022	
10/10/2022						
1114	Fiume Tione	Mozzecane	VR	45°18'45" N 10°51'55" E	26/03/2014	Retino Surber
					28/05/2014	
					02/10/2014	
					13/03/2017	
					10/05/2017	
					12/10/2017	
					08/03/2021	
25/10/2021						
1117	Fiume Menago	Oppeano	VR	45°18'34" N 11° 2'29" E	26/03/2014	Retino Surber
					07/10/2014	
					11/05/2017	
					13/09/2017	
					29/03/2021	
					31/05/2021	
13/09/2021						

STAZIONE BIO	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	COORDINATE	DATA CAMPIONAMENTI	TIPOLOGIA DI CAMPIONAMENTO
1138	Scolo Aosetto	Zevio	VR	45°21'28" N 11° 6'29" E	10/03/2016	Retino Surber
					26/05/2016	
					25/08/2016	
					22/02/2021	
					18/05/2021	
					14/10/2021	
1145	Fossalto	Isola della Scala	VR	45°17'15" N 10°59'46" E	24/03/2016	Retino Surber
					26/05/2016	
					01/09/2016	
					19/04/2021	
					17/06/2021	
					18/10/2021	
1146	Fossa De Morta	Trevenzuolo	VR	45°15'45" N 10°56'43" E	24/03/2016	Retino Immanicato da Sponda
					25/05/2016	
					01/09/2016	
1173	Fiume Tione	Trevenzuolo	VR	45°15'54" N 10°55'9" E	12/03/2015	Retino Immanicato da Sponda
					09/07/2015	
					22/10/2015	
					08/03/2021	
					07/07/2021	
					11/10/2021	
1199	Canale Bussè	Oppeano	VR	45°18'30" N 11°11'21" E	26/02/2018	Retino Immanicato da Sponda
					10/05/2018	
					30/08/2018	
1203	Fossa Bra' Falconer	Isola della Scala	VR	45°17'38" N 11°1'15" E	28/03/2019	Retino Surber
					23/05/2019	
					02/09/2019	
1281	Fossa Leona	Vigasio	VR	45°19'29" N 10°55'58" E	09/04/2020	Retino Surber
1294	Scolo Aosetto	San Giovanni in Lupatoto	VR	45°22'37" N 11° 3'26" E	09/04/2020	Retino Surber
					30/06/2020	
					30/09/2020	
3101	Fossa Gambisa	Vigasio	VR	45°17'57" N 10°55'45" E	02/03/2017	Retino Surber
					17/07/2017	
					12/10/2017	
3205	Fiume Tartaro	Isola della Scala	VR	45°16'34" N 10°59'31" E	21/04/2021	Retino Immanicato da Sponda
					17/06/2021	
					18/10/2021	
3206	Tione dei Monti	Sona	VR	45°25'24" N 10°46'18" E	28/03/2019	Retino Surber
					03/06/2019	
					23/10/2019	
					24/02/2022	
					23/05/2022	
					01/09/2022	

## **2.2 Campionamento e analisi dei macroinvertebrati bentonici**

Con la Direttiva 2000/60/CE gli Elementi di Qualità Biologica (EQB) assumono un ruolo fondamentale nella valutazione della qualità delle acque, che viene determinata per i corsi d'acqua attraverso il macrobenthos, oltre che le diatomee, le macrofite e l'ittiofauna.

ARPAV effettua attività di campionamento ed analisi della componente macrobentonica nei corsi d'acqua della Regione Veneto.

Le stazioni prese in esame in questo lavoro sono sottoposte a monitoraggio annuale ogni tre o sei anni, come previsto dal DM 260/2010.

I macroinvertebrati bentonici risultano particolarmente adatti all'impiego nel biomonitoraggio e nella valutazione della qualità dei fiumi, date la limitata mobilità, la presenza di gruppi con differente sensibilità alle cause di alterazione, la relativa facilità di campionamento e di identificazione, i molteplici ruoli nella rete trofica e l'ampia diffusione nei corsi d'acqua (IRSA-CNR, 2013).

Il protocollo per la raccolta e la determinazione della composizione e dell'abbondanza dei macroinvertebrati bentonici, finalizzate alla ricostruzione di alcuni tratti caratteristici delle comunità, si basa su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati proporzionale all'estensione relativa dei diversi microhabitat osservati in un sito fluviale, la cui presenza deve quindi essere preventivamente stimata. Il campionamento Multihabitat Proporzionale è legato alla necessità di raccogliere gli invertebrati bentonici in modo standardizzato, riducendo il più possibile la variabilità legata alla fase di campionamento, con l'esplicito obiettivo minimo di poter successivamente giungere ad una valutazione della qualità ecologica del corpo idrico ai sensi della Direttiva 2000/60/CE.

La procedura di campionamento è applicabile a tutti i corsi d'acqua guadabili. Per "guadabili" si intendono quei tratti di corso d'acqua dove sia possibile accedere a piedi, in sicurezza, a porzioni di alveo sufficientemente estese e tali da consentire di raggiungere tutti i principali microhabitat rappresentativi del sito per il campionamento (CNR, 2007).

Il sito di campionamento (stazione) è una porzione di corpo idrico in cui viene effettuata la raccolta del campione biologico. Esso dovrebbe essere rappresentativo, in termini di caratteristiche ambientali e di pressioni, del corpo idrico e non deve risentire di alterazioni molto localizzate (IRSA-CNR, 2013).

L'estensione del sito da campionare dipende principalmente dalla variabilità degli habitat acquatici e dalla larghezza dell'alveo fluviale e deve essere determinata con l'obiettivo di ottenere la massima rappresentatività di porzioni più ampie del corpo idrico.

Per quanto riguarda la tecnica di campionamento multihabitat proporzionale, un singolo campione è costituito dall'insieme di dieci unità di campionamento (chiamate anche repliche o incrementi) raccolte in una definita area di campionamento (mesohabitat). Un'unità di campionamento corrisponde al campione raccolto smuovendo il substrato localizzato al di sopra del microhabitat di interesse. Le repliche vengono svolte sempre da valle verso monte per non contaminare il campione stesso (Buffagni *et al.*, 2007).

Il campionamento viene condotto all'interno di un'area del sito che presenta caratteristiche omogenee (mesohabitat). A tal fine si effettua, all'interno del sito di campionamento, la verifica della sequenza dei mesohabitat riffle/pool. Essa è costituita da due aree contigue che presentano caratteristiche di turbolenza, profondità, granulometria del substrato e carattere deposizionale/erosionale comparativamente diverse. Le aree di Riffle sono aree caratterizzate da maggior turbolenza, minor profondità e substrato erosionale a granulometria più grossolana, mentre le aree di Pool sono le aree caratterizzate da minor turbolenza e substrato deposizionale la granulometria più fine. Nel caso in cui il mesohabitat da campionare sia riconoscibile come pool o riffle la scelta viene effettuata in base alla Tabella 2.

Nel caso l'alternanza riffle/pool non sia riconoscibile, l'area di campionamento sarà individuata in un Generico tratto rappresentativo del corso d'acqua. Questi casi si verificano tipicamente per i torrenti montani in area alpina ad elevata pendenza e nei piccoli corsi d'acqua di pianura con scarse variazioni di portata.

Il campionamento quantitativo viene effettuato su una superficie complessiva di 1 m<sup>2</sup> o 0,5 m<sup>2</sup>, a seconda dell'IdroEcoregione (HER) alla quale il corpo idrico analizzato appartiene (Buffagni *et al.*, 2007).

In Tabella 2 vengono riportate le idroecoregioni italiane con i relativi codici HER, le superfici di campionamento e il mesohabitat da campionare.

Nel caso del bacino del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante, esso ricade nell'idroecoregione della Pianura Padana HER 6, a cui è associata una superficie di campionamento pari a 0,5 m<sup>2</sup> e mesohabitat Pool/G.

CODICE HER	NOME IDROECOREGIONE	TOTALE SUPERFICIE CAMPIONAMENTO (m <sup>2</sup> )	RIFFLE/POOL/GENERICO
1	Alpi Occidentali	1	Riffle/G
2	Prealpi_Dolomiti	1	Riffle/G
3	Alpi Centro-Orientali	1	Riffle/G
4	Alpi Meridionali	1	Riffle/G
5	Monferrato	0,5	G
6	Pianura Padana	0,5	Pool/G
7	Carso	1	G
8	Appennino Piemontese	1	Pool/G
9	Alpi Mediterranee	1	Riffle/G
10	Appennino Settentrionale	1	Pool/G
11	Toscana	0,5	Pool/G
12	Costa Adriatica	0,5	Pool/G
13	Appennino Centrale	0,5	Pool/G
14	Roma_Viterbese	0,5	Pool/G
15	Basso Lazio	0,5	Pool/G
14	Vesuvio	0,5	Pool/G
16	Basilicata_Tavoliere	0,5	Pool/G
17	Puglia_Gargano	0,5	Pool/G
18	Appennino Meridionale	0,5	Pool/G
19	Calabria_Nebrodi	0,5	Pool/G
20	Sicilia	0,5	Pool/G
21	Sardegna	0,5	Pool/G

**Tabella 2:** Superficie totale di campionamento e area fluviale in cui effettuare preferenzialmente il campionamento per le varie idroecoregioni (HER) italiane. G indica che il campionamento prescinde dal riconoscimento della sequenza riffle/pool e che l'allocazione delle repliche viene effettuata in modo proporzionale in un generico tratto rappresentativo del fiume (modificato da Buffagni *et al.*, 2007)

Dopo avere individuato il mesohabitat di campionamento idoneo (riffle, pool o generico), si procederà alla stima delle percentuali di presenza nel sito dei singoli microhabitat, procedura che consentirà di definire il numero di unità di campionamento (repliche) da raccogliere in ciascun microhabitat.

La percentuale di presenza dei singoli microhabitat deve essere registrata a intervalli del 10%, ciascuno dei quali corrisponde ad una unità di campionamento. Il numero totale di unità di campionamento per ciascun mesohabitat sarà pertanto pari a 10 e la somma di tutti i microhabitat registrati sarà pari a 100%.

I principali microhabitat rinvenibili in un fiume possono essere raggruppati in due categorie: microhabitat minerali e microhabitat biotici (ISPRA, 2014).

La seguente Tabella 3 fornisce una lista dei principali microhabitat individuabili, nove microhabitat minerali e otto biotici.

	MICROHABITAT	CODICE	DESCRIZIONE
MICROHABITAT MINERALI	Limo/Argilla <6 $\mu$	ARG	Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine che rende le particelle che lo compongono adesive, compattando il sedimento che arriva talvolta a formare una superficie solida
	Sabbia 6 $\mu$ -2mm	SAB	Sabbia fine e grossolana
	Ghiaia 0,2-2cm	GHI	Ghiaia e sabbia grossolana (con predominanza di ghiaia)
	Microlithal 2-6cm	MIC	Pietre piccole
	Mesolithal 6-20cm	MES	Pietre di medie dimensioni
	Macrolithal 20-40cm	MAC	Pietre grossolane della dimensione massima di un pallone da rugby
	Megalithal >40cm	MGL	Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie
	Artificiale (es. cemento)	ART	Cemento e tutti i substrati immessi artificialmente nel fiume
	Igropetrico	IGR	Sottile strato d'acqua su substrato solido generalmente ricoperto di muschi
MICROHABITAT BIOTICI	Alghe	AL	Principalmente alghe filamentose; anche Diatomee o altre alghe in grado di formare spessi feltri periferici
	Macrofite sommerse	SO	Macrofite acquatiche sommerse. Sono da includere nella categoria anche muschi, <i>Characeae</i> , etc.
	Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti radicate in alveo (es. <i>Thypha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i> )
	Parti vive di piante terrestri	TP	Radici fluitanti di vegetazione riparia (es. radici di ontani)
	Xylal (legno)	XY	Materiale legnoso grossolano (es. rami, legno morto, radici - diametro almeno pari a 10 cm)
	CPOM	CP	Deposito di materiale organico particellato grossolano (foglie, rametti)
	FPOM	FP	Deposito di materiale organico particellato fine
	Film batterici	BA	Funghi e sapropel (es. <i>Sphaerotilus</i> , <i>Leptomitus</i> ), solfobatteri (es. <i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothrix</i> )

Tabella 3: Lista e descrizione dei principali microhabitat rinvenibili nei fiumi italiani (modificato da IRSA-CNR, 2013)

La maggior parte delle popolazioni di invertebrati bentonici sono soggetti a cicli di vita stagionali e pertanto il protocollo, per poter definire correttamente la composizione tassonomica, le abbondanze degli individui e le diversità di questi, prevede almeno tre campionamenti nell'arco di un anno relativamente ad un determinato sito. Il protocollo prevede tre periodi in cui svolgere i campionamenti: inverno (nei mesi di febbraio e/o marzo), tarda primavera (nei mesi di maggio e/o giugno) e tarda estate (nei mesi di settembre e/o ottobre). Risulta necessario prestare particolare attenzione al verificarsi di eventi avversi come quelli di piena o di secca che possono rimuovere o alterare la costituzione di una buona parte (o tutta) della comunità di macroinvertebrati. Diviene fondamentale per questo attendere del tempo (almeno 30 giorni) prima di svolgere il campionamento, consentendo così al sito di essere ri-colonizzato in modo rappresentativo (ISPRA, 2014).

Come previsto dal protocollo, il campionamento nei fiumi guadabili è stato effettuato utilizzando un retino Surber.

Il retino Surber è caratterizzato da un'intelaiatura metallica (in acciaio o lega di alluminio), solitamente quadrata, a cui è legata perpendicolarmente un'ulteriore intelaiatura quadrata definita "di campionamento", le cui dimensioni possono essere di 22 x 23 cm, definendo un'area unitaria di 0,05 m<sup>2</sup> (Figura 27) o di 32 x 32 cm, definendo un'area unitaria di 0,1 m<sup>2</sup>.

Nelle stazioni del Bacino del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante, è stato impiegato il retino Surber con area unitaria di 0,05 m<sup>2</sup>. I risultati del campionamento si riconducono ad un'area unitaria di 0,1 m<sup>2</sup>.

La rete, fissata all'intelaiatura metallica, presenta una forma conica e una lunghezza di circa 60-80cm. Elemento fondamentale per la discriminazione e raccoglimento degli individui di interesse è quello relativo alla maglia della rete che risulta essere di 500 µm.

Al termine della rete è collegato un bicchiere cilindrico avvitabile che consente di raccogliere i macroinvertebrati prelevati (ISPRA, 2014).



**Figura 27:** Retino Surber 0,5 m<sup>2</sup> (foto di Favero G.)

Altre attrezzature utilizzate dagli operatori durante l'attività di campionamento sono gli stivali di gomma a salopette, lunghi guanti di gomma spessa e un secchio per la raccolta dei campioni (Figura 28).



**Figura 28:** Altri strumenti utilizzati nel campionamento (foto di ARPAV)



### 2.2.1 Campionamento mediante il Retino Immanicato da Sponda

Nei fiumi con scarsa accessibilità, ma per i quali la tecnica dei Substrati Artificiali (paragrafo 2.2.2) non è applicabile, come nel caso di canali con sponde scoscese e/o elevata escursione di portata che causa insabbiamento dei Substrati Artificiali, è stato effettuato un campionamento da sponda in linea con i principi della raccolta multihabitat proporzionale (ISPRA, 2014).

La tecnica prevede una strisciata nel microhabitat scelto di circa mezzo metro, riportando rapidamente il retino a valle del tratto disturbato per riprendere il materiale che è stato sollevato e trasportato dalla corrente. Il campionamento consiste in dieci strisciate complessive, ottenendo così dieci repliche totali e un'area campionata di 0,5 m<sup>2</sup>.

È stato utilizzato un retino immanicato senza delimitazione di superficie, provvisto di prolunghe di circa 100 cm l'una, di forma rettangolare (25x20x13 cm) e con rete filtrante di 21 maglie/cm, lunga 80 cm e chiusa all'estremità da un raccogliitore terminale svitabile (Figura 29). Il retino adottato è compatibile con quanto contenuto nella norma UNI EN 27828:1996 (ISPRA, 2014).



Figura 29: Retino Immanicato da Sponda (foto Favero G.)

### 2.2.2 Campionamento con Substrati Artificiali

Nel caso di fiumi non guadabili, è stato applicato un metodo in linea con le richieste della Direttiva Quadro sulle Acque, che prevede la raccolta quantitativa di organismi bentonici che colonizzano substrati artificiali a lamelle, opportunamente posizionati (CNR, 2007).

I Substrati Artificiali sono formati da cinque unità, ciascuna delle quali caratterizzata da dieci lamelle di faesite grezza (chiamata anche masonite) di dimensioni 10 x 10 cm per una superficie totale di 0,05 m<sup>2</sup> (Figura 30).

I substrati vengono fissati attraverso cavi metallici su strutture fisse, come i pontili o altre strutture galleggianti, e posizionati a circa 2/3 di profondità.

Il tempo necessario per la colonizzazione dei substrati da parte degli organismi bentonici è di circa 30 giorni.

Al momento del recupero del campione si utilizza un retino a maglia medio/fine per evitare la perdita di esemplari nel momento in cui i substrati artificiali vengono estratti dall'acqua (CNR, 2007).



Foto 30: Substrati Artificiali (foto di Favero G.)

### 2.2.3 Identificazione e conteggio

I campioni raccolti sono stati smistati in campo. Il materiale è stato trasferito in un numero adeguato di vaschette per effettuare l'identificazione degli organismi al livello tassonomico richiesto e la stima delle corrispondenti abbondanze.

Gli organismi sono stati determinati fino al livello indicato in Tabella 4 (Ghetti *et al.*, 1997).

GRUPPI FAUNISTICI E LIVELLI DI DETERMINAZIONE TASSONOMICA			
<b>Plecotteri</b>	genere	<b>Bivalvi</b>	famiglia
<b>Efemerotteri</b>	genere/unità operativa	<b>Tricladi</b>	genere
<b>Tricotteri</b>	famiglia	<b>Irudinei</b>	genere
<b>Coleotteri</b>	famiglia	<b>Oligocheti</b>	famiglia
<b>Odonati</b>	genere	<b>Nematodi</b>	famiglia
<b>Ditteri</b>	famiglia	<b>Nematomorfi</b>	famiglia
<b>Eterotteri</b>	famiglia	<b>Policheti</b>	famiglia
<b>Megalotteri</b>	famiglia	<b>Cnidari</b>	famiglia
<b>Crostacei</b>	famiglia	<b>Acari acquatici</b>	famiglia
<b>Gasteropodi</b>	famiglia	<b>Lepidotteri</b>	famiglia

Tabella 4: gruppi faunistici e rispettivi livelli di determinazione tassonomica (Ghetti *et al.*, 1997)

In campo sono state utilizzate pinzette in acciaio da entomologo, lenti di ingrandimento e un atlante fotografico di macroinvertebrati (Figura 31 e 32) (Sansoni G., 1998).



Figura 31: Materiale per la lettura dei campioni (foto di Favero G.)



**Figura 32:** Lettura dei campioni (foto di Favero G.)

Alcuni esemplari del campione sono stati fissati in alcool etilico diluito all'80% (IRSA-CNR, 2013) e portati in laboratorio, per verificare e approfondire l'identificazione.

Mediante l'ausilio di microscopi stereoscopici e ottici, è stata effettuata l'identificazione tassonomica degli organismi, utilizzando specifiche guide di riconoscimento, quali Sansoni G. (1998), Ruffo S. (1977-1985), Campaioli S. *et al.* (1994 e 1999), Eiseler B. (2010) e Tachet H. *et al.* (2010).

## 2.3 Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR\_ICMi)

Gli elenchi faunistici e le relative abbondanze sono stati elaborati secondo le indicazioni fornite dal D.M. 260/2010, mediante un software chiamato *MacrOper* (Buffagni e Belfiore, 2007) in grado di restituire l'indice STAR\_ICMi (*STAR Intercalibration Common Metric index*) (Buffagni ed Erba, 2007).

Tale indice esprime direttamente il Tasso di Qualità Ecologica (EQR), fornendo una risposta a quanto voluto dalla legislazione europea in materia di sistemi di classificazione. L'indice multimetrico è caratterizzato dalle seguenti sei metriche, normalizzate e opportunamente ponderate, che descrivono i principali aspetti su cui la 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità): Average Score Per Taxon (ASPT), Log (Sel\_EPTD+1), 1-GOLD, Numero totale di famiglie, Numero di famiglie EPT e Indice di diversità di Shannon-Wiener (Buffagni e Erba., 2007).

Il primo sub-indice viene indicato come metrica di tolleranza, il secondo e terzo come metriche di abbondanza/habitat, e i restanti come metriche di ricchezza/diversità (Buffagni e Erba., 2007).

La Figura 33 riassume le diverse metriche incluse e il peso relativo attribuito ad ognuna di esse.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD +1)	Log <sub>10</sub> (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goenidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{s-\pi} = -\sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

**Figura 33:** Metriche che compongono lo STAR\_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (CNR, 2007).

Il valore dell'indice STAR\_ICMi si ottiene calcolando i valori grezzi delle sei metriche, che successivamente vengono normalizzate in EQR (*Ecological Quality Ratio*), dividendo il valore osservato per il valore atteso di riferimento, che varia in funzione del tipo fluviale (fornito dal D.M. 260/2010).

Il risultato ottenuto sarà un valore numerico compreso tra 0 e 1, che permette di attribuire la classe di qualità Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso e Cattivo, secondo i limiti espressi in tabella 4.1.1/b del DM 260/2010 (Tabella 5) per i diversi macrotipi fluviali (Tabella 4).

AREA GEOGRAFICA	MACROTIPI FLUVIALI	DESCRIZIONE SOMMARIA	IDROECOREGIONI
ALPINO	A1	Calcareo	1, 2, 3, 4 (Alpi)
	A2	Siliceo	1, 2, 3, 4, 5, 7 (aree collinari o di pianura)
CENTRALE	C	Tutti i tipi delle idroecoregioni Ricadenti nell'area geografica Centrale	6 (pianura Padana a Nord del fiume Po)
MEDITERRANEO	M1	Fiumi molto piccoli e piccoli	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (fiumi perenni)
	M2	Fiumi medi e grandi di pianura	
	M3	Fiumi di pianura molto grandi	
	M4	Fiumi medi di montagna	6 (fiumi perenni della pianura Padana a Sud del fiume Po)
	M5	Corsi d'acqua temporanei	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (fiumi temporanei) 6 (fiumi temporanei della pianura Padana a Sud del fiume Po)

Tabella 4: Descrizione dei macrotipi fluviali

MACROTIPO FLUVIALE	LIMITI DI CLASSE			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
A1	0,97	0,73	0,49	0,24
A2	0,95	0,71	0,48	0,24
C	0,96	0,72	0,48	0,24
M1	0,97	0,72	0,48	0,24
M2-M3-M4	0,94	0,70	0,47	0,24
M5	0,97	0,73	0,49	0,24

Tabella 5: Limiti di classe di qualità. I valori riportati in tabella corrispondono al valore più basso della classe superiore (Tab. 4.1.1/b del Decreto 260/2010)

L'area oggetto di studio di questo lavoro di tesi ricade nell'area geografica Centrale macrotipo fluviale C.

Il primo dei subindice dello STAR\_ICMi è l' ASPT (*Average Score Per Taxon*) (Armitage *et al.*, 1983), che si basa sulla tolleranza degli organismi all'inquinamento organico.

Viene calcolato sommando i punteggi associati ad ogni singola famiglia (riportati nella Tabella 6 in Allegati) rinvenuto nel campione e dividendo il punteggio

ottenuto per il numero totale di famiglie. I punteggi associati ad ogni singola famiglia variano da 1 (per organismi tolleranti) a 10 (per organismi sensibili), mentre i valori dell'indice non normalizzato variano da 0 a 7. Nella Tabella 7 presente in Allegati si riporta i valori del sub-indice calcolato per tutti i campionamenti.

## **2. 4 Rilettura dei campioni per applicazione dell'Indice di Alloctonia (IA)**

Inizialmente ho svolto una ricerca bibliografica basata su fonti di tipo faunistico, come ad esempio check-list regionali, prestando particolare attenzione agli elenchi delle specie macrobentoniche aliene segnalate nelle acque dolci superficiali italiane.

In *"Specie aliene nei corsi d'acqua della Liguria: influenza sui risultati degli indicatori biologici e proposta di un indice di alloctonia. Parte 2 - Applicazione dell'indice"* (Bodon *et al.* – 2021b) viene riportato l'elenco dei taxa macrobentomici reperibili in Italia nelle acque dolci superficiali in cui per le diverse famiglie è riportata la presenza delle specie aliene (Tabella 8 in Allegati). Al Capitolo 3.1, *"Descrizione delle specie alloctone rilevate"*, di questo lavoro di tesi riporto la descrizione delle singole specie.

Durante il periodo di tirocinio, assieme agli operatori dell'agenzia regionale, ho campionato i macroinvertebrati in alcune stazioni del bacino, come previsto dal piano di campionamento annuale di ARPAV, e calcolato l'indice STAR\_ICMi di tali campioni.

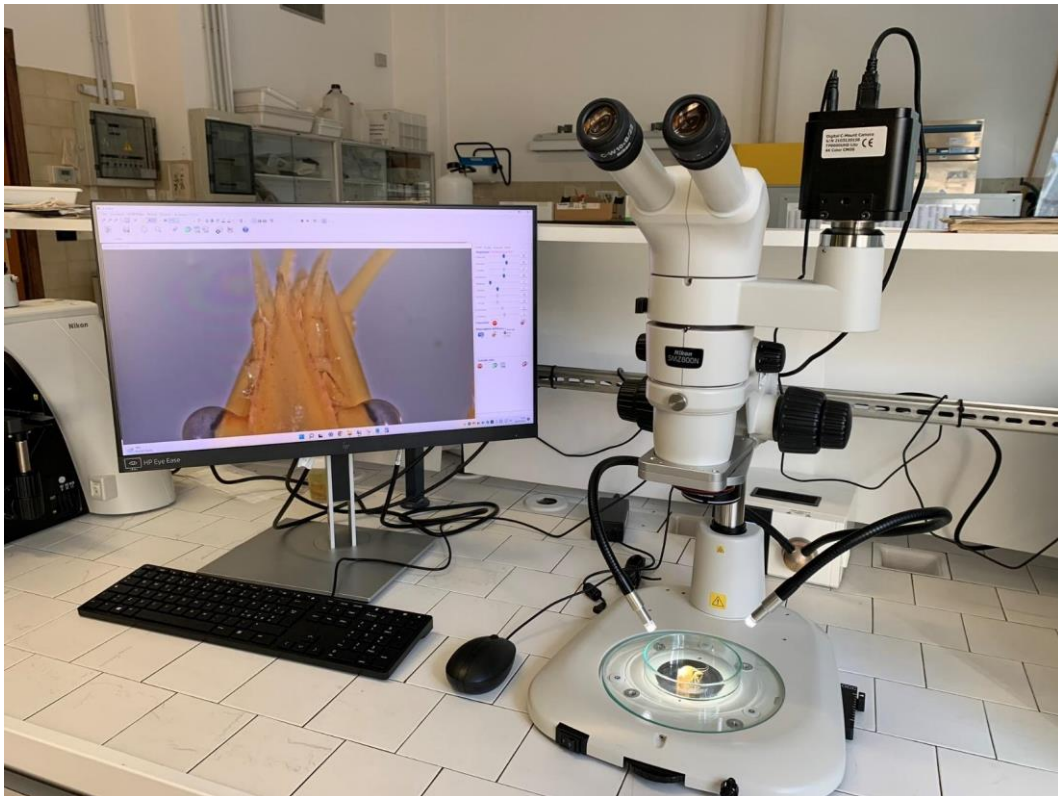
Ho inoltre ripreso ed analizzato tutti i campioni di macroinvertebrati raccolti da ARPAV nelle stazioni del bacino Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante a partire dall'anno 2014.

Il monitoraggio della fauna macrobentonica previsto dalla Direttiva Quadro delle Acque ai fini del calcolo dell'indice STAR\_ICMi non prevede la determinazione del macrobenthos a livello di specie.

Per poter applicare l'indice di alloctonia (IA) ai campioni selezionati, ho dovuto riprendere i campioni e determinare il riconoscimento dei macroinvertebrati fino al livello di specie.

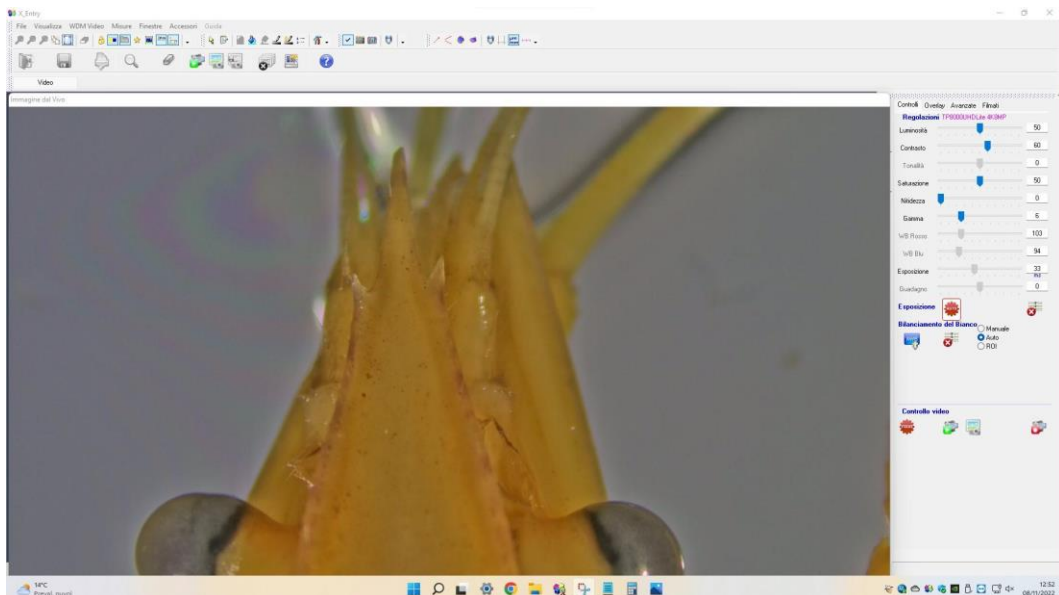
Per la determinazione delle specie, mi sono servita della chiave dicotomica dell'articolo *"Specie aliene nei corsi d'acqua della Liguria: influenza sui risultati degli indicatori biologici e proposta di un indice di alloctonia. Parte 2 - Applicazione dell'indice"* (Bodon *et al.*, 2021b) e dell'utilizzo del microscopio stereoscopico (Figura 34).





**Figura 34:** Microscopio stereoscopico (foto di Favero G.)

Per ogni organismo alloctono identificato, ho inoltre scattato una foto, utilizzando la fotocamera integrata al microscopio stereoscopico e AlexaSoft®, un software specifico per l'analisi di immagini digitali (Figura 35). È stata così creata una raccolta digitale di immagini.



**Figura 35:** Interfaccia del software per analisi d'immagini digitali AlexaSoft® (foto di Favero G.)

In questo lavoro di tesi, ho dovuto inizialmente cercare all'interno dei database di ARPAV tutte le stazioni del bacino Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante, individuando così tutte le singole date relative ai campionamenti pregressi. Ho poi recuperato dagli archivi tutti i campioni delle 22 stazioni interessate dal bacino.

Ho quindi riaperto e riesaminato i 93 campioni disponibili analizzando nel dettaglio tutti i generi che potenzialmente potessero contenere al proprio interno delle specie alloctone.

Nei casi in cui non sono riuscita a determinare l'individuo preso in analisi, ho provveduto a confrontarmi con alcuni esperti del settore in particolare con Bodon Marco dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'ambiente Ligure (ARPAL).

Una volta assicuratami della specie degli individui alieni, ho stilato una lista con il numero esatto di esemplari per ogni campione. Tale lista di specie alloctone è riportata nella Tabella 9 nella sezione Allegati.

## 2.5 Indice di Alloctonia (IA)

Nel 2021, è stato proposto da Bodon *et al.* un semplice algoritmo basato sulla presenza e abbondanza di specie aliene, che restituisce un'informazione sul grado di alterazione dei corpi idrici.

Tale algoritmo utilizza le informazioni ottenibili, per la quasi totalità, dalle consuete attività di monitoraggio sulle acque ai sensi del D.M. 260/2010. L'operazione aggiuntiva all'analisi standard, come è già stato spiegato, risulta essere un approfondimento a livello tassonomico, al fine di determinare la specie esatta di alcuni organismi.

L'Indice di Alloctonia (IA) proposto prevede che sia il rapporto tra taxa alieni e taxa totali che il rapporto tra abbondanza di esemplari alieni e di esemplari totali debbano essere utilizzati e abbiano un peso equivalente nella valutazione della pressione da parte della componente alloctona.

In questo modo si assume che la percentuale di specie (dato quali-quantitativo) e la percentuale di esemplari alieni (dato esclusivamente quantitativo) abbiano uguale rilevanza nel giudizio.

Per ciascun campionamento può quindi essere applicato il seguente algoritmo:

$$IA = (0,5 \times nr \text{ taxa alieni} / nr \text{ taxa totale}) + (0,5 \times nr \text{ es. alieni} / nr \text{ es. totale})$$

dove:

IA = indice di alloctonia;

nr taxa alieni/nr totale taxa = numero di taxa (o specie) aliene sul totale dei taxa (o specie) presenti nel campionamento (taxa o specie a seconda del livello tassonomico richiesto dalla metodica per ogni comparto biologico);

nr es. alieni/nr es. totale = numero degli esemplari alieni sul totale del numero degli esemplari campionati.

L'indice IA può variare da 0, quando sono assenti taxa alieni, a 1 quando l'intera comunità è composta solo da taxa alieni.

Bodon M. in *"Specie aliene nei corsi d'acqua della Liguria: influenza sui risultati degli indicatori biologici e proposta di un indice di alloctonia. Parte 1 – Presupposti e costruzione dell'indice"* ha proposto dei valori limiti/soglia per le varie classi dell'Indice di Alloctonia, applicabili a tutti i tipi di corsi d'acqua. A ciascuna classe viene associato un giudizio, con cui viene descritta la pressione della componente aliena (Tabella 10).

LIMITI IA	Classe di Alloctonia CA	GIUDIZIO (pressione componente aliena)
0,00	1	Pressione assente o irrilevante
0,01 - 0,06	2	Pressione poco significativa
0,07 - 0,13	3	Pressione significativa
0,14 - 0,34	4	Pressione rilevante
0,35 - 1,00	5	Pressione eccessiva

**Tabella 10:** Valori dei limiti dell'Indice di Alloctonia IA e la classe di Alloctonia (CA) corrispondente proposta.

Grazie alle specie determinate in precedenza e applicando l'algoritmo, ho calcolato l'Indice IA di tutti i campioni, definendone così la classe di alloctonia.

## 2.6 Analisi statistiche

Una volta raccolti tutti i dati, si è valutato di effettuare delle elaborazioni in linea con quelle presenti nell'articolo Bodon *et al.*, 2021a. Per fare ciò si è esaminata la correlazione tra STAR\_ICMi e i quattro valori che formano la componente aliena (considerata in base al numero di taxa, alla percentuale di taxa, al numero di esemplari e alla percentuale di esemplari), tra STAR\_ICMi e IA ed infine tra l'indice ASPT e i quattro valori che formano la componente aliena (ancora considerata in base al numero di taxa, alla percentuale di taxa, al numero di esemplari e alla percentuale di esemplari).

Tutte queste correlazioni sono state effettuate tramite l'indice di correlazione di Pearson (parametrico), usando i dati grezzi. Sono state calcolate con il software Excel (funzione Analisi Dati) e sono riportate al paragrafo 3.4.2 *Relazione tra Indice di Alloctonia IA e STAR\_ICMi*.

## 3. RISULTATI

### 3.1 Descrizione delle specie alloctone rilevate

Le specie alloctone individuate nei campioni che ho analizzato, per un totale di 11, sono di seguito descritte.

#### 3.1.1 *Girardia tigrina* (Girard, 1850)



Figura 36: *Girardia tigrina* in stazione BIO 1018 del 23-05-2022 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Platyhelminthes

**CLASSE:** Turbellaria

**ORDINE:** Tricladida

**FAMIGLIA:** Dugesiidae

**GENERE:** *Girardia*

**SPECIE:** *Girardia tigrina*

**Paese di origine:** Nord e Centro America

**Anno di introduzione:** 1925 a Breme in Germania (Meinken, 1925), 1960 in Italia, nel Fiume Po.

**Modalità di introduzione:** probabilmente attraverso piante acquatiche e acquari

**Descrizione fisica:** noto come “verme piatto”, presenta un corpo allungato e appiattito dorsoventralmente. Inoltre, il piano corporeo mostra una cefalizzazione di forma triangolare dovuta alla presenza di lobi sensoriali noti come padiglioni

auricolari. Sulla testa sono anche presenti macchie oculari chiamate ocelli, circondate da ampie aree chiare. In termini di colorazione, il corpo è tipicamente marrone con piccole macchie bianche e gialle che danno un pattern maculato, mentre la faringe non è pigmentata (Benazzi, 1993). La lunghezza media va dai 9 ai 15 mm, ma le dimensioni del corpo possono variare a causa della capacità dell'organismo di rigenerare le parti perdute.

**Habitat:** vive nei fiumi, canali e laghi, al di sotto di ciottoli o tra i detriti.

**Riproduzione:** *Girardia tigrina* è ermafrodita e solo alcune popolazioni si riproducono sessualmente, mentre altre si riproducono solo per fissione e altre ancora si riproducono in entrambi i modi. Non esiste alcun processo di corteggiamento e quando un individuo ne incontra un altro, gli scivola sopra. Le alte temperature (a circa 26°C) portano all'asessualità, mentre temperature più basse (circa 20°C) permettono la riproduzione sessuata. Alcune popolazioni, quindi, passano dalla riproduzione asessuata all'accoppiamento a seconda della stagione. La riproduzione raggiunge il suo apice durante i mesi estivi. Un adulto consegna un bozzolo che si attacca alle superfici per mezzo di un corto gambo; i bozzoli hanno un diametro medio di 1,30 mm e danno origine a una media di circa 4 nati alla schiusa. Un individuo può produrre più bozzoli durante la sua vita.

**Abitudini alimentari:** si nutre principalmente di piccoli crostacei, larve di insetti (in particolare quelle di chironomidi e zanzare), piccoli vermi rotondi e le strutture molli di alcune spugne d'acqua dolce. Utilizza le sue secrezioni di muco non solo per la locomozione planante, ma anche per catturare le prede.

**Ruolo nell'ecosistema:** ha un'invasività abbastanza elevata. È in grado di tollerare alti livelli di inquinamento organico. Ha un effetto negativo sulle altre specie autoctone di tricladi, a causa della competizione per il cibo (Lázaro, 2013). Allo stesso tempo però funge da preda per una larga varietà di pesci, anfibi e insetti. È considerato un indicatore di livello  $\beta$ -mesosaprobico (acque con moderato carico organico).

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato:** 161, 187, 200, 448, 1018, 1114, 11117, 1138, 1173, 1203, 3205 (Figura 37).

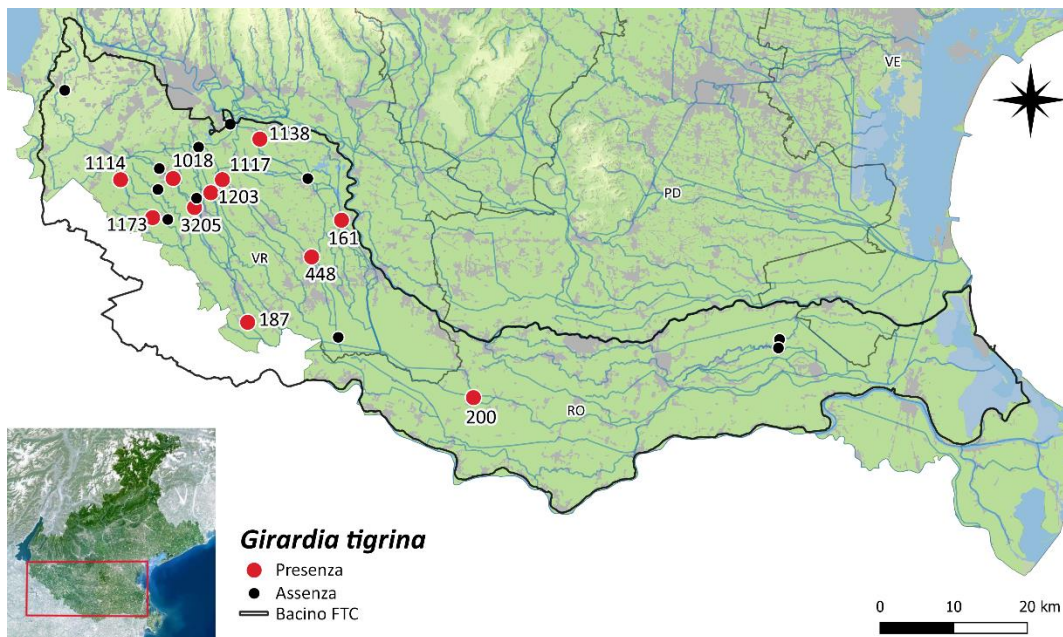


Figura 37: Stazioni in cui è presente *Girardia tigrina* (2014 – 2022)

### 3.1.2 *Piscicola geometra* (Linnaeus, 1758)



Figura 38: *Piscicola geometra* in stazione BIO 1117 del 13-09-2017 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Annelida

**CLASSE:** Clitellata

**SOTTOCLASSE:** Hirudinea

**ORDINE:** Rhynchobdellidae

**FAMIGLIA:** Piscicolidae

**GENERE:** Piscicola

**SPECIE:** *Piscicola geometra*

**Paese di origine:** Europa centrale.

**Anno di introduzione:** nota in Italia, per la Lombardia, a partire dal 1931 (Minelli, 1979, 2005; Gherardi *et al.*, 2008).

**Modalità di introduzione:** potrebbe essere stata involontariamente immessa nelle acque italiane con il rilascio di ittiofauna proveniente da paesi d'oltralpe (Minelli, 1979).

**Descrizione fisica:** è una sanguisuga facilmente riconoscibile per il corpo cilindrico, esile e molto allungato, e per la presenza di due grandi ventose, di cui quella anteriore dilatata a formare un disco adesivo circolare.

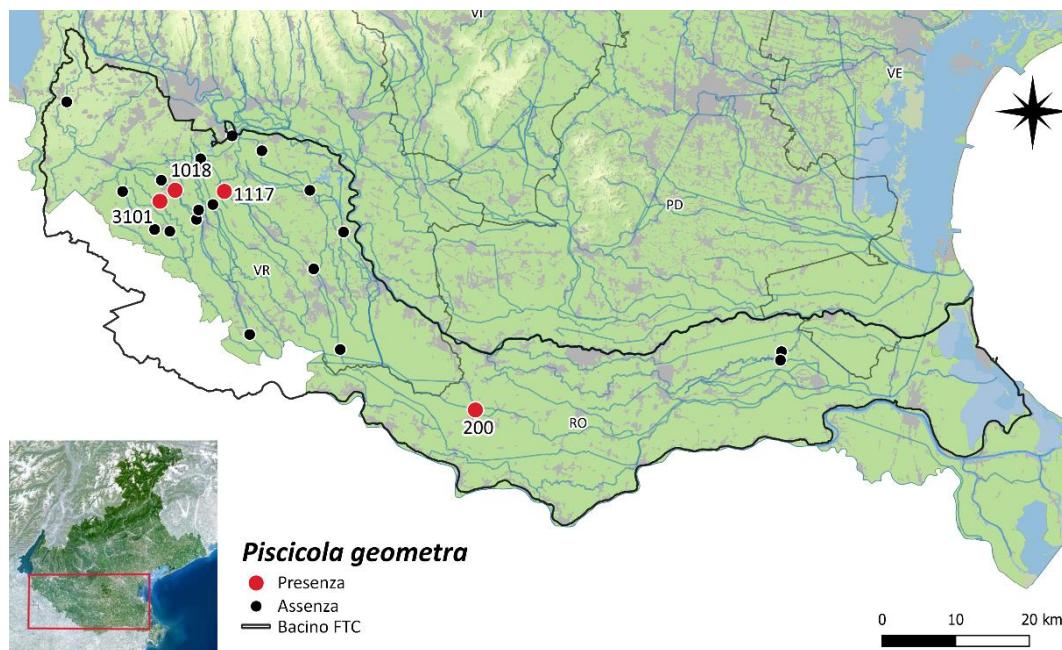
**Habitat:** fondo dei corsi d'acqua, tra pietre e piante sommerse.

**Riproduzione:** sono animali ovipari, le uova vengono deposte in bozzoli marroni che si attaccano ad oggetti sommersi. Dopo la schiusa delle uova, le giovani sanguisughe devono ricercare subito un pesce da poter parassitare. L'intero ciclo vitale richiede circa quattro settimane in totale.

**Abitudini alimentari:** si nutre periodicamente, attaccandosi al corpo dei pesci con una delle sue ventose e perforandogli poi la pelle per succhiarne il sangue. Quando è sazio, rilascia la preda e si lascia andare sul fondo, nascondendosi tra le piante sommerse o pietre.

**Ruolo nell'ecosistema:** vive parassitando i pesci, quindi può risultare dannosa alla fauna ittica.

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato:** 200, 1018, 1117, 3101 (Figura 39).



**Figura 39:** Stazioni in cui è presente *Piscicola geometra* (2017 – 2022)

### 3.1.3 *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843)



Figura 40: *Potamopyrgus antipodarum* in stazione BIO 1117 del 13-09-2017 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Mollusca

**CLASSE:** Gastropoda

**ORDINE:** Littirininomorpha

**FAMIGLIA:** Tateidae

**GENERE:** *Potamopyrgus*

**SPECIE:** *Potamopyrgus antipodarum*

**Paese di origine:** Nuova Zelanda.

**Anno di introduzione:** fine del 1800, in Inghilterra, mentre nel 1961 in Italia, nello specifico in Liguria (alla foce del Fiume Roia a Ventimiglia).

**Modalità di introduzione:** probabilmente legata attraverso le acque di zavorra delle imbarcazioni.

**Descrizione fisica:** Solitamente inquadrato nella famiglia Hydrobiidae, in realtà appartiene ai Tateidae (Wilke *et al.*, 2013). Presenta una conchiglia destrorsa allungata, di 3,5-7 mm, a spira conica e appuntita, di colore corneo bruno-giallastro semitrasparente e lucida. Talvolta i giri sono percorsi da una carenatura (Favilli *et al.*, 1998; Gherardi *et al.*, 2013) parallela alla sutura superiore. L'ultimo giro è ampio, alto circa 2/3 della conchiglia. La bocca della conchiglia è piriforme, il peristoma è continuo e ispessito sul margine parietale, generalmente staccato all'ultimo giro. L'opercolo coincide perfettamente con i margini interni del peristoma (Costa *et al.*, 2019).



**Habitat:** È una specie estremamente tollerante, capace di vivere in condizioni acquatiche molto variegata. Colonizza una grande varietà di habitat comprendenti fiumi, laghi, torrenti, estuari, bacini di raccolta, lagune, canali, fossi e anche vasche di raccolta dell'acqua. Ha una buona capacità di resistere al disseccamento, all'inquinamento e alla predazione, dato che può passare indenne nell'apparato digerente dei pesci. Riesce a spostarsi anche controcorrente. In poco più di 40 anni ha colonizzato tutte le regioni a eccezione della Sardegna (Favilli *et al.*, 1998).

**Riproduzione:** specie partenogenetica molto prolifica. Nel suo paese d'origine, la Nuova Zelanda, si riproduce sia sessualmente che asessualmente, mentre le popolazioni non-native sono tutte partenogenetiche. Possono quindi riprodursi asessualmente; le femmine nascono con embrioni in via di sviluppo nel loro sistema riproduttivo. Ogni deposizione consiste di 20-120 uova per femmina, con una produzione media annuale di 230 individui. Si può riprodurre durante tutto l'anno in condizioni favorevoli, ma la maggioranza degli eventi riproduttivi avviene in primavera ed estate. La riproduzione asessuata consente a tutti i membri di una popolazione di produrre prole ed evita i costi legati alla ricerca di compagni. Tuttavia, la prole asessuale è clonale, quindi manca di variazione. Questo li rende suscettibili ai parassiti, poiché l'intera popolazione clonale ha gli stessi meccanismi di resistenza.

**Abitudini alimentari:** si nutre di periphyton, diatomee e detriti sia animali che vegetali (Gherardi *et al.*, 2013).

**Ruolo nell'ecosistema:** in condizioni ideali, in ambienti stabili e a elevato grado di trofia, essendo una specie partenogenetica, molto prolifica e decisamente invasiva, dà luogo a colonizzazioni massive, rappresentando un fattore di minaccia per la fauna autoctona. È considerato un indicatore di livello  $\beta$ -mesosaprobico (acque con moderato carico organico). È in competizione con altri molluschi Polmonati e con Hydrobiidae, specialmente in ambienti sorgivi.

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato:** 1018, 1114, 1117, 1138, 1203, 1281, 1294, 3101, 3205, 3206 (Figura 41).

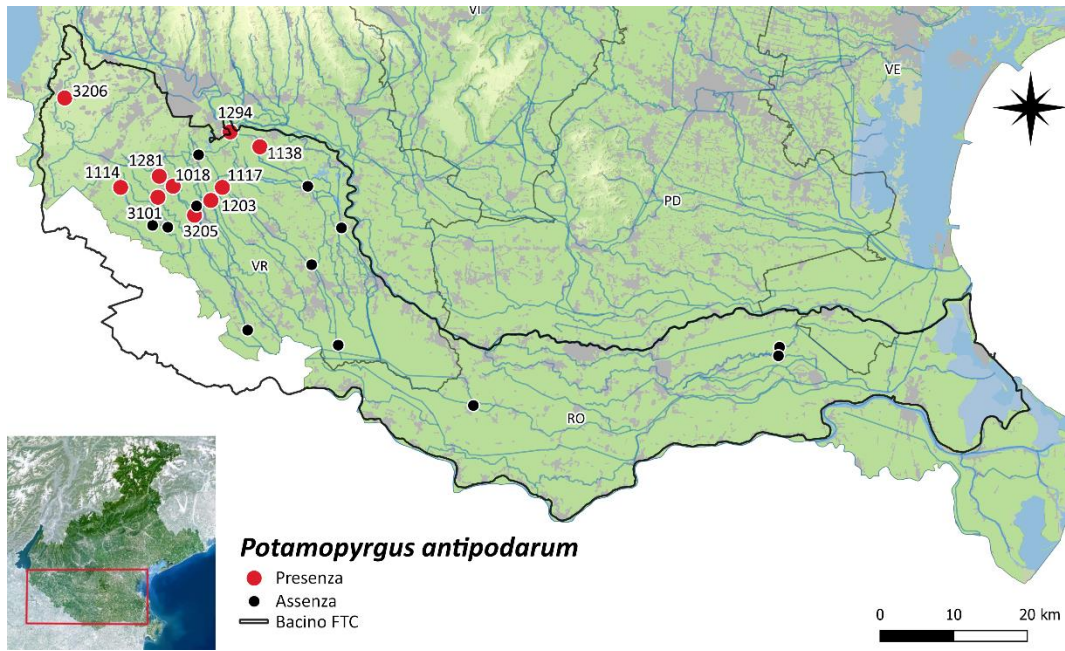


Figura 41: Stazioni in cui è presente *Potamopyrgus antipodarum* (2014 – 2022)

### 3.1.4 *Ferrissia californica* (Rowell, 1863)



**Figura 42:** *Ferrissia californica* in stazione BIO 200 – SA2 del 27-09-2021 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Mollusca

**CLASSE:** Gastropoda

**ORDINE:** Basommatophora

**FAMIGLIA:** Planorbidae

**GENERE:** *Ferrissia*

**SPECIE:** *Ferrissia californica*

**Paese di origine:** Nord America.

**Anno di introduzione:** 1959 nel lago di Mergozzo e in un acquario rifornito con acqua del Lago Maggiore (Mirolli, 1960).

**Modalità di introduzione:** è stato dimostrato che la dispersione è legata al vettore aviario e quindi può essere trasportata in qualsiasi corso d'acqua anche il più isolato, dagli uccelli che si posano per abbeverarsi o nutrirsi.

**Descrizione fisica:** a causa delle sue piccole dimensioni (massimo 4 mm di lunghezza) e del suo aspetto criptico, è difficile da campionare e facilmente confondibile con altri molluschi a conchiglia anciloide (Cianfanelli *et al.*, 2007). Si distingue comunque dalla specie più simile a forma allungata, *Acroloxus lacustris* (Linnaeus, 1758), per i lati quasi paralleli, poco sviluppata in altezza e per l'umbone arrotondato rivolto leggermente a destra. La conchiglia, di colore marrone chiaro, è molto sottile per questo motivo molte volte è difficile da campionare a causa dell'alta fragilità. L'apertura è ellittica con peristoma continuo e membranoso. Il colore dell'animale è grigiastro, talvolta trasparente e depigmentato. La testa è ben separata dal piede, i tentacoli sono sottili con l'occhio alla loro base. È stata

riconosciuta solo recentemente come specie aliena, di origine nord-americana, in base a studi genetici. Citata in letteratura sotto diversi sinonimi o nomi di dubbia validità (*Ferrissia wautieri* (Mirolli, 1960); *Ferrissia clessiniana* (Jickeli, 1882); *Ferrissia fragilis* (Tyon, 1863)).

**Habitat:** È particolarmente diffusa in ambienti lentici, laghi e stagni, spesso distrofici, e in corsi d'acqua a debole corrente e ricchi di piante acquatiche.

**Riproduzione:** è ermafrodita, cioè presenta nello stesso individuo entrambi gli apparati riproduttori dei due sessi: è probabile che la specie si riproduca esclusivamente per autofecondazione. Depone uova di 0,6 mm che contengono i giovani. Le uova schiudono in circa sette gironi e maturano dopo quattro/cinque settimane.

**Abitudini alimentari:** principalmente diatomee.

**Ruolo nell'ecosistema:** ha un'invasività moderata.

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato:** 161, 200, 3101 (Figura 43).

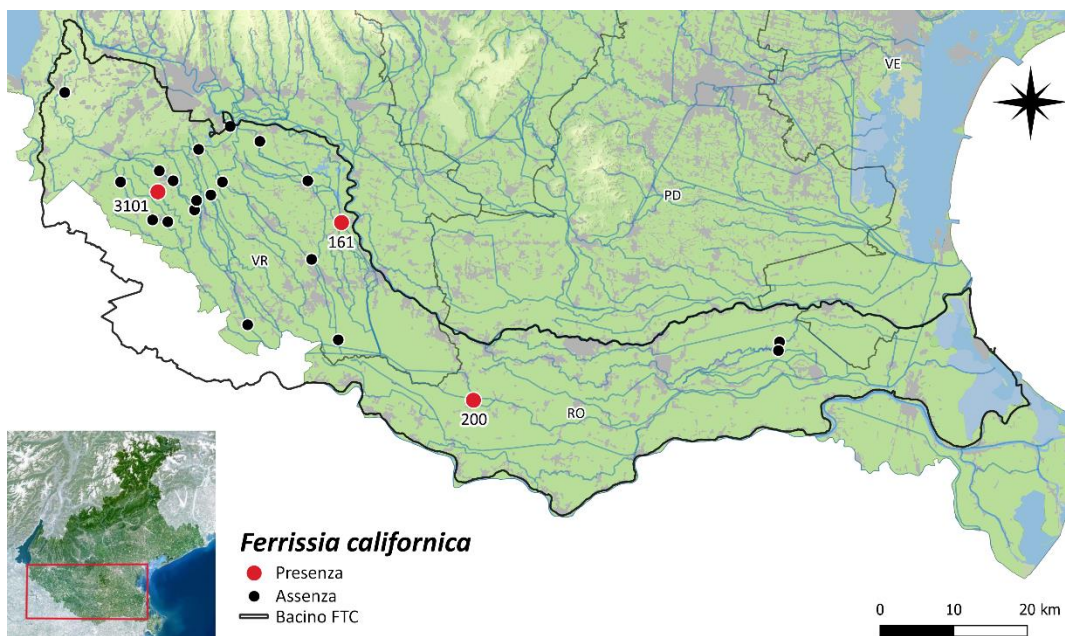


Figura 43: Stazioni in cui è presente *Ferrissia californica* (2017 – 2021)

### 3.1.5 *Physella acuta* (Draparnaud, 1805)



Figura 44: *Physella acuta* in stazione BIO 448 del 28-10-2019 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Mollusca

**CLASSE:** Gastropoda

**ORDINE:** Hygrophila

**FAMIGLIA:** Physidae

**GENERE:** Physella

**SPECIE:** *Physella acuta*

**Paese di origine:** Nord America (Costa *et al.*, 2019).

**Anno di introduzione:** segnalato in Europa a partire già dalla seconda metà del 1800. La sua prima segnalazione in Italia risale a Issel nel 1866, che l'ha descritta come *Physa pisana* (Cianfanelli *et al.*, 2007).

**Modalità di introduzione:** probabilmente legata ai ripopolamenti ittici.

**Descrizione fisica:** mollusco polmonato appartenente alla famiglia Physidae. La specie è facilmente riconoscibile per la conchiglia sinistrorsa con apice acuto; può raggiungere i 17 mm di altezza e i 10 mm di diametro. La spira, conica, è formata da 5-6 avvolgimenti, l'ultimo dei quali, molto più sviluppato dei precedenti, costituisce i 2/3 dell'altezza della conchiglia. La superficie appare quasi liscia, lucida, di colore giallastro o corneo-fulvo; il guscio è poco spesso e lascia trasparire l'organismo caratterizzato da una colorazione di fondo verdastra con caratteristiche pezzature più chiare. Il mollusco ha un solo paio di tentacoli alla base dei quali sono presenti gli occhi, la parte inferiore del piede appare più chiara del resto del corpo (Gherardi *et al.*, 2013).

**Habitat:** È una specie acquatica che predilige habitat non troppo profondi, in zone con acqua piuttosto ferma o a lento scorrimento.

**Riproduzione:** La specie è ermafrodita, con un ciclo biologico che, a seconda delle latitudini, può essere praticamente continuo. Gli individui depongono delle capsule ovigere, una sorta di sacchetto gelatinoso all'interno del quale si trovano dalle 40 alle 180 uova, dalle quali si liberano esemplari degli adulti in miniatura che iniziano la loro vita bentonica (Gherardi *et al.*, 2013).

**Abitudini alimentari:** Principalmente erbivora, ma all'occasione anche detritivora.

**Ruolo nell'ecosistema:** In poco meno di 150 anni la specie ha colonizzato tutte le regioni italiane. Ha invaso sia ambienti lentiche che lotici, compresi i corpi idrici altamente inquinati, spesso formando popolazioni consistenti (Saraceni, 1971; Melone, 1981). La sua introduzione è stata una delle cause che ha portato alla progressiva rarefazione, in alcune regioni addirittura all'estinzione, dell'indigena *Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758) (Manganelli *et al.*, 2000). Rimangono comunque poco conosciuti l'impatto sull'ecosistema e i rapporti di competizione con le altre specie di Molluschi acquatici. È considerato un indicatore di livello  $\alpha$ -mesosaprobico (acque fortemente inquinate).

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato:** 161, 187, 188, 200, 208, 448, 451, 1017, 1018, 1114, 1117, 1138, 1146, 1173, 1199, 1281, 1294, 3101, 3101, 3205, 3206 (assente solo nella stazione 1145) (Figura 45).

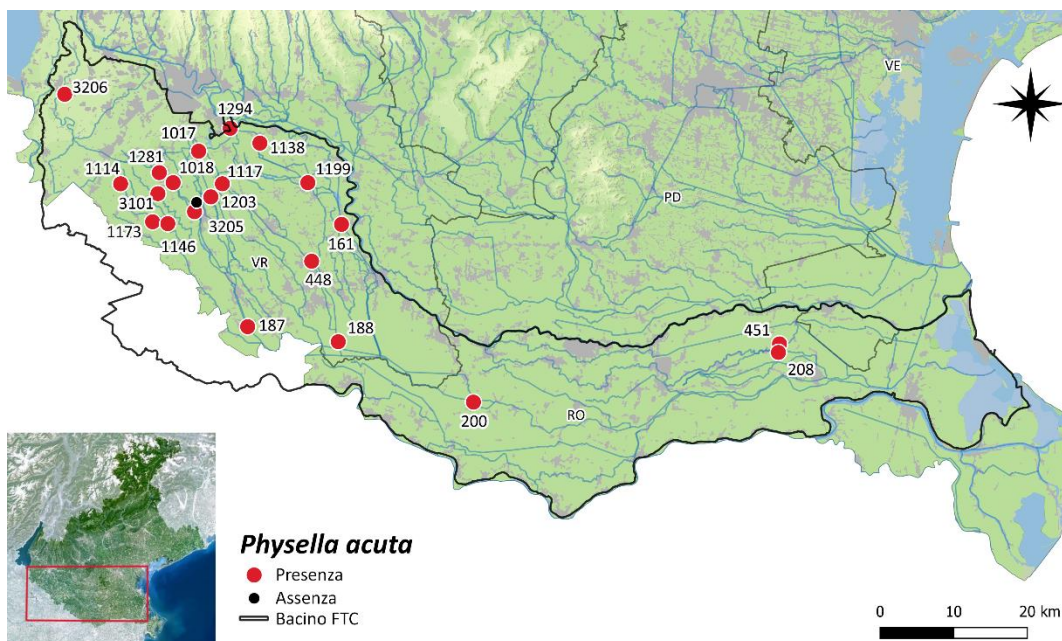


Figura 45: Stazioni in cui è presente *Physella acuta* (2014 – 2022)

### 3.1.6 *Menetus dilatatus* (Gould, 1841)

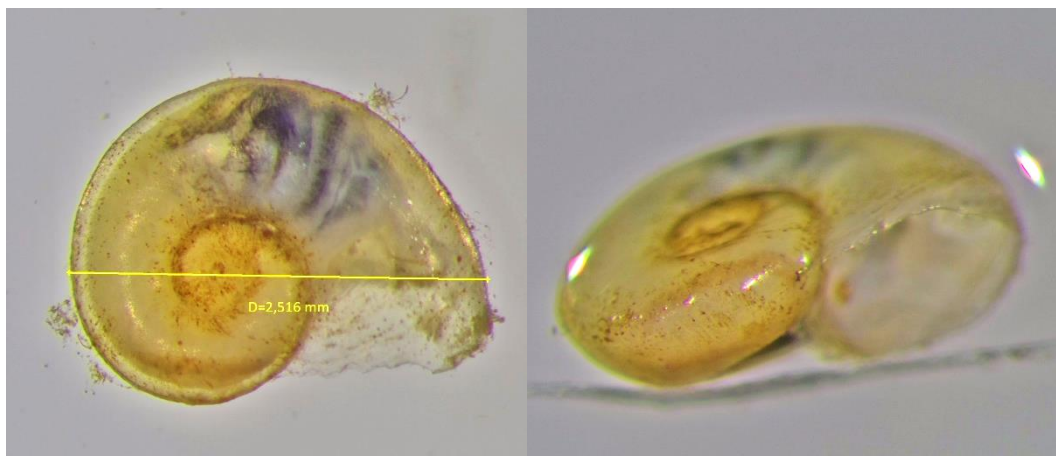


Foto 46: *Menetus dilatatus* in stazione BIO 200 SA2 del 10/06/2021 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Mollusca

**CLASSE:** Gastropoda

**SUPERORDINE:** Hygrophila

**FAMIGLIA:** Planorbidae

**GENERE:** Menetus

**SPECIE:** *Menetus dilatatus*

**Paese di origine:** Stati Uniti orientali (dalla Florida e Texas al Maine), introdotto in molte nazioni centro e ovest europee.

**Anno di introduzione:** segnalato dal 2019 nel bacino del Fiume Arno, in Toscana

**Modalità di introduzione:** probabilmente con immissioni ittiche.

**Descrizione fisica:** è una lumaca polmonata d'acqua dolce, riconoscibile per l'ultimo giro molto ampio, non carenato e l'apertura più alta rispetto agli altri Planorbidi. La conchiglia è piccola, dal colore verde-giallastro, rugosa a causa delle linee di crescita. La cuspide è piatta, composta da 2,5-3 giri, separati da una sutura ben definita. La spirale esterna ha un margine netto a livello della cuspide, che diminuisce in prossimità dell'apertura. Al di sotto di questa linea la spirale è arrotondata in modo molto convesso in modo da circondare un ombelico piccolo e profondo. Questo vortice si allarga rapidamente, e termina in un'apertura molto larga, poco obliqua, con il labbro allargato in modo da renderlo a forma di tromba. La larghezza del guscio è di 2-3 mm. L'altezza del guscio è di circa 1 mm. (Bodon *et al.*, 2021b).

**Habitat:** vive sul substrato e predilige habitat non troppo profondi, in zone con acqua dalla debole corrente o stagnanti. È in grado di tollerare un ambiente acido.

**Ruolo nell'ecosistema:** invasività modesta anche se può dare origine a dense popolazioni.

Stazione del bacino dove è stato ritrovato: 200 (Figura 47).

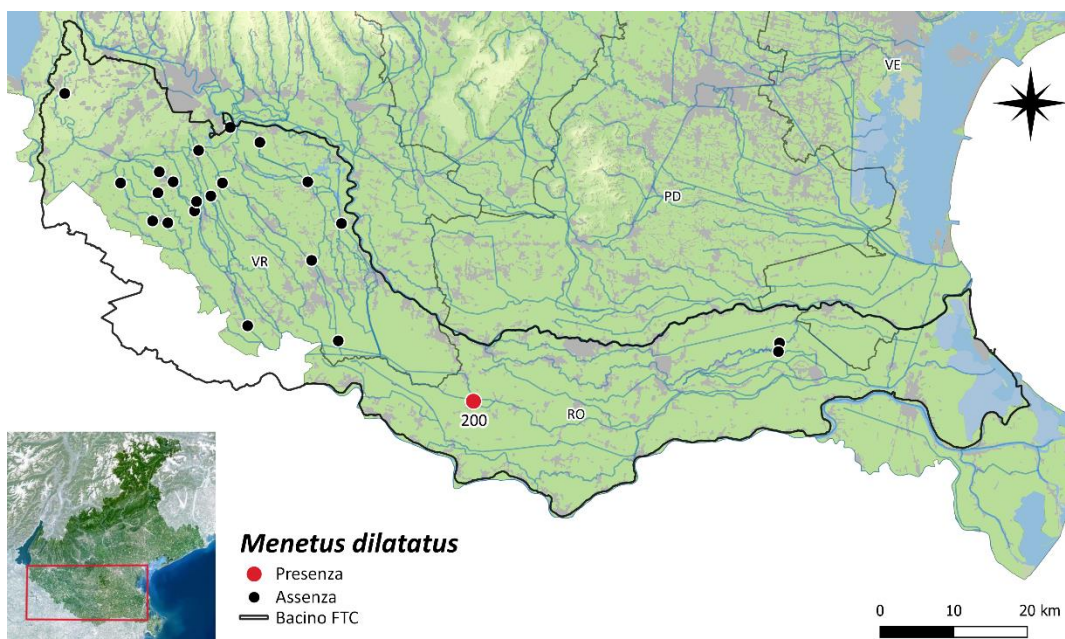


Figura 47: Stazione in cui è presente *Menetus dilatatus* (2021)



### 3.1.7 Corbicula spp.

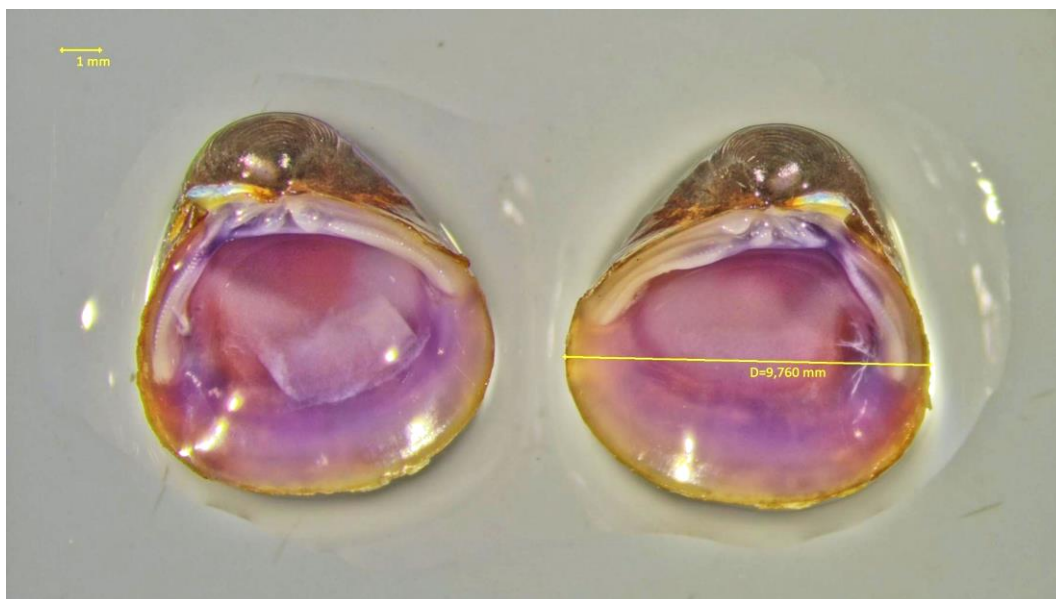


Figura 48: Corbicula spp. in BIO 187 del 17-06-2021 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Mollusca

**CLASSE:** Bivalvia

**ORDINE:** Venerida

**FAMIGLIA:** Cyrenidae

**GENERE:** Corbiculida

**SPECIE:** *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774), *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844), *Corbicula leana* (Prime, 1867)

**Paese di origine:** Asia.

**Anno di introduzione:** segnalate in Italia a partire dalla fine degli anni '90.

**Modalità di introduzione:** non è nota, ma come per altre specie l'uso in acquari, la globalizzazione e l'uso alimentare da parte di alcune popolazioni possono aver avuto un ruolo determinante.

**Descrizione fisica:** bivalvi di medie dimensioni (D 10 - 36 mm), caratterizzate da una conchiglia subtriangolare con umbone sporgente, forti coste concentriche, denti laterali finemente dentellati. Fino a pochi anni fa si pensava vi fossero due specie in Italia ma ve ne sono almeno quattro. Sono state descritte molte specie di Corbicula e mancano revisioni recenti, per cui il loro numero e i caratteri distintivi sono incerti. I caratteri morfometrici delle popolazioni italiane non permettono di determinare le diverse specie con sicurezza; molta variabilità fenotipica e genetica, dovuta alla presenza di molti cloni diversi (Bodon *et al.*, 2020).

**Habitat:** i *Corbicula* colonizzano principalmente substrati a granulometria fine, sabbiosi o fangosi, soprattutto in ambienti lentici o lotici di natura potamale o comunque stabili, come canali artificiali o reti irrigue. Prosperano in zone pianiziali o a bassa altitudine, non tollerano basse temperature.

**Riproduzione:** generalmente sono ermafroditi, in grado anche all'occorrenza di auto fecondarsi. Tuttavia, pare che in alcune colonie, in condizioni particolari di habitat, siano presenti anche esemplari a sessi separati. Potrebbe trattarsi di un'evoluzione della specie resa necessaria appunto dalla presenza di particolari condizioni di vita.

**Abitudini alimentari:** è un mollusco filtratore fitoplancton dipendente. Vive filtrando continuamente l'acqua, dalla quale trattiene microfauna e particelle organiche in decomposizione. Compete con altri bivalvi per l'alimentazione.

**Ruolo nell'ecosistema:** sono molto tolleranti all'inquinamento delle acque; tuttavia, non sopportano condizioni di forte anossia, mentre richiedono acque con una buona durezza, inoltre reagiscono negativamente alle condizioni aggressive dell'acqua, probabilmente la principale causa di corrosione umbonale che può portare alla formazione di buchi e alla morte degli esemplari. Hanno una invasività molto elevata. Sono specie altamente invasive, causano alterazioni del substrato, modifiche nella comunità bentonica e danni economici (intasamento di canali e condotte). Sono necessarie urgenti misure di prevenzione per arrestare la loro diffusione in altri bacini. (Bodon *et al.*, 2020).

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato:** 187, 188, 448, 451, 1017, 1114, 1117, 1173, 1199, 1203, 3206 (Figura 49).

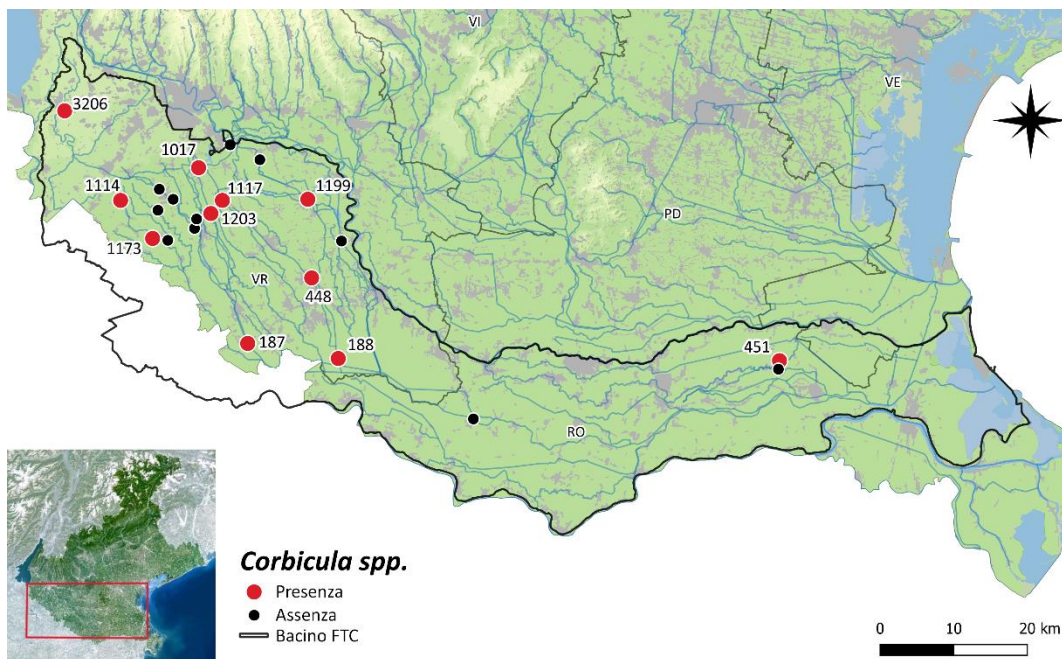


Figura 49: Stazioni in cui è presente *Corbicula* spp. (2015 – 2022)

### 3.1.8 *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834)



Figura 50: *Sinanodonta woodiana* nella stazione BIO1199 del 26-02-2018 (foto di ARPAV)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Mollusca

**CLASSE:** Bivalvia

**ORDINE:** Unionida

**FAMIGLIA:** Unionidae

**GENERE:** *Sinanodonta*

**SPECIE:** *Sinanodonta woodiana*

**Paese di origine:** Asia orientale

**Anno di introduzione:** 1963 in Ungheria. Primi avvistamenti nel 1997 in Emilia-Romagna e in Lazio e attualmente diffusa in molte regioni d'Italia, soprattutto nell'area centro-settentrionale (Costa et al., 2019).

**Modalità di introduzione:** avvenuta tramite semine di ciprinidi (carpe e carpe erbivore) infestate dagli stadi larvali (glochidi) che sono parassiti di pesci.

**Descrizione fisica:** tra i molluschi d'acqua dolce introdotti in Italia è la specie che raggiunge le maggiori dimensioni, con una conchiglia di oltre 30 cm. La specie può vivere fino a 15 anni. La forma delle due valve può variare da tondeggianti a ovale allungata, con la porzione anteriore sempre più corta di quella posteriore, dove si trovano i sifoni. È caratterizzato dall'assenza di denti cardinali e laterali sulla cerniera delle valve. La superficie esterna della conchiglia presenta strie di accrescimento ed è di colore verde scuro-bruno. La superficie interna è bianco-rosata o azzurra, sulla quale sono evidenti le due impronte dei muscoli adduttori.

**Habitat:** vive infossata in ambienti potamali e lenticili con substrato fine, limoso, ricco di sostanza organica, e fuoriesce parzialmente dalla conchiglia ventralmente

solo con il piede, grosso e carnoso (Gherardi *et al.*, 2013). Vive bene anche in acque torbide ed inquinate.

**Riproduzione:** presenta sessi separati. La femmina può produrre da 150.000 a 200.000 uova per esemplare. Dall'uovo fecondato si sviluppa una larva che permane 60-90 giorni nelle branchie della femmina fino a raggiungere uno stadio larvale detto *glochidium*, che entro pochi giorni dal rilascio andrà a parassitare (ectoparassita) le branchie di un pesce. La larva si nutre del tessuto branchiale dell'ospite fino a raggiungere lo stadio per iniziare una vita libera bentonica. Sono numerose le specie ittiche che riesce a parassitare, usufruendo così di una forma di trasporto passivo utile a colonizzare nuovi spazi, una volta staccatisi dall'ospite per condurre una definitiva vita bentonica (Gherardi *et al.*, 2013).

**Abitudini alimentari:** da adulto si nutre di fitoplancton sospeso (Gherardi *et al.*, 2013) filtrandolo tramite il sifone inalante. La strategia alimentare filtratoria è legata al fenomeno di "bioaccumulo" dei metalli pesanti, (cadmio, (Cd), rame (Cu), zinco (Zn), mercurio (Hg)), nelle branchie e nel mantello dei molluschi (in altri organi il processo sembra essere metallo-specifico). A livello del tessuto mantellare esiste un meccanismo che protegge il mollusco dall'effetto di tossicità dei metalli bioaccumulati, ossia, il fissaggio dei metalli pesanti in concrezioni cristalline assemblate su una matrice inorganica (Silverman *et al.*, 1987).

**Ruolo nell'ecosistema:** colonizza ambienti potamali e lentici, infossato nei fondali fangosi; vive bene anche in acque torbide e inquinate. È una specie altamente invasiva che, grazie alla sua notevole capacità di adattamento a condizioni sfavorevoli, può entrare in competizione con altri bivalvi indigeni appartenenti ai generi *Unio* e *Anodonta*.

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato:** 1145, 1173, 1199, 3101 (Figura 51).

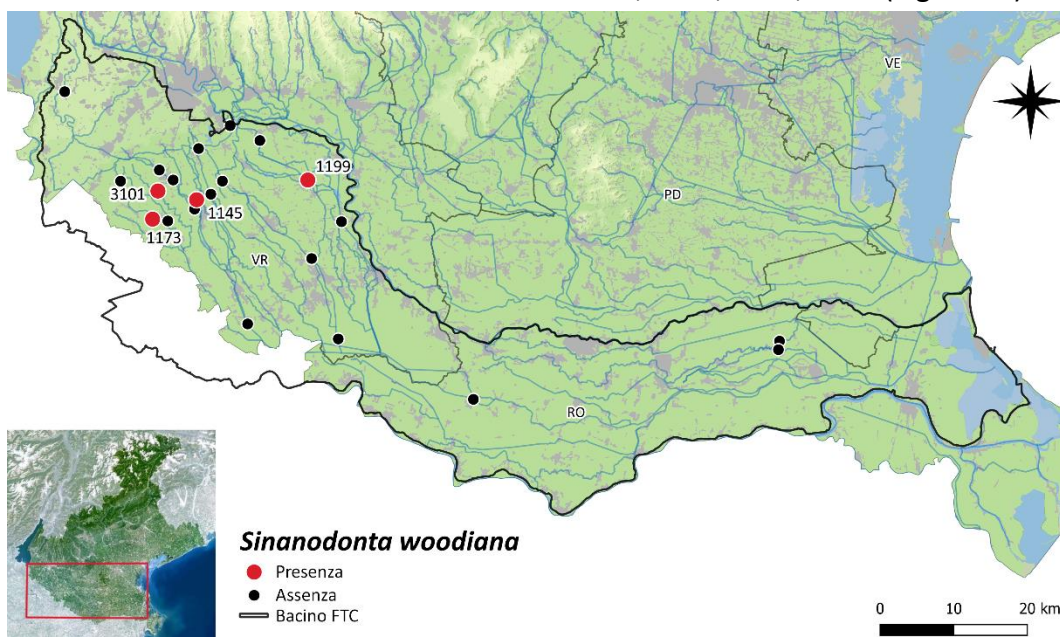


Figura 51: Stazioni in cui è presente *Sinanodonta woodiana* (2017 – 2021)

### 3.1.9 *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894)



Figura 52: *Dikerogammarus villosus* in stazione BIO 200 SA2 del 27-09-2021 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Arthropoda

**CLASSE:** Malacostraca

**ORDINE:** Amphipoda

**FAMIGLIA:** Gammaridae

**GENERE:** *Dikerogammarus*

**SPECIE:** *Dikerogammarus villosus*

**Paese di origine:** regione del Caucaso, Mar Caspio e Mar Nero, bacino del Danubio e i suoi affluenti in Europa centrale e dell'Est.

**Anno di introduzione:** si pensa che la sua diffusione in Europa abbia avuto inizio con l'apertura del canale Reno-Meno-Danubio nel 1992. Nel 2003 è stato segnalato per la prima volta nell'Italia del Nord (lago di Garda, fiume Po e Mincio)

**Modalità di introduzione:** sono stati individuati tre vettori principali per la diffusione dall'Est Europa: 1) dispersione attiva attraverso nuovi canali aperti ad opera dell'uomo per la connessione di fiumi e laghi europei; 2) trasporto passivo nelle acque di zavorra delle navi; 3) attività di acquacoltura (come contaminante). Le attività sportive e ricreative sono vettori probabilmente importanti in quei corpi d'acqua che non sono direttamente connessi con le grandi vie commerciali di navigazione, come in alcuni laghi italiani.

**Descrizione fisica:** noto come “gamberetto killer”, presenta un corpo compresso lateralmente, curvato e semi-trasparente, la cui lunghezza può raggiungere i 3 cm. È caratterizzato da due paia di antenne e da mandibole relativamente grandi, possiede una colorazione polimorfica che può essere uniforme o striata. Il torace consiste di sette segmenti visibili, ciascuno con un paio di zampe. Le femmine hanno delle branchie extra posizionate sulle zampe usate per incubare le uova. L’addome consiste di sei segmenti: i primi tre hanno ciascuno un paio di pleopodi e gli ultimi tre ciascuno un paio di corti e uropodi. L’elemento caratterizzante che ne permette il riconoscimento a livello tassonomico è la presenza di due proiezioni appuntite sull’urosoma.

**Habitat:** acque dolci e salmastre. Tutti i tipi di substrati, in particolare substrati rocciosi, sedimento litorale e sublitorale, specialmente in presenza di macrofite acquatiche e tappeti algali anche galleggianti.

**Riproduzione:** sessuale, caratterizzata da elevata fecondità. Le femmine raggiungono la maturità sessuale in 4-8 settimane, quando la loro lunghezza è di circa 6 mm. Si riproducono quando la temperatura dell’acqua raggiunge i 13°C, e la fecondità media è di 27,3 uova per femmina. In genere una femmina adulta può portare anche più di 50 uova fecondate nella camera d’incubazione ventrale.

**Abitudini alimentari:** detritivoro trituratore, ma anche un vorace predatore di altri macroinvertebrati e di uova e larve di pesci.

**Ruolo nell’ecosistema:** deve il suo appellativo di “gamberetto killer” (*killer shrimp*) per il suo comportamento estremamente aggressivo e per la sua voracità predatoria. È in grado di tollerare basse concentrazioni di ossigeno disciolto e ampi intervalli di temperatura e salinità; può adattarsi a diversi tipi di substrati, favorito in questo dalla sua colorazione polimorfica (uniforme, o a bande, o a macchie). Altera le intere comunità biologiche acquatiche e le reti alimentari presenti negli ecosistemi invasivi. Gli impatti a livello locale sono estremamente negativi, tali da causare estinzioni locali di specie con una conseguente riduzione della biodiversità. A causa della sua adattabilità e invasività molto elevata è stato inserito tra le 100 peggiori specie invasive d’Europa (DAISIE, *Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe*, 2009).

**Stazione del bacino dove è stato ritrovato:** 200 (Figura 51).

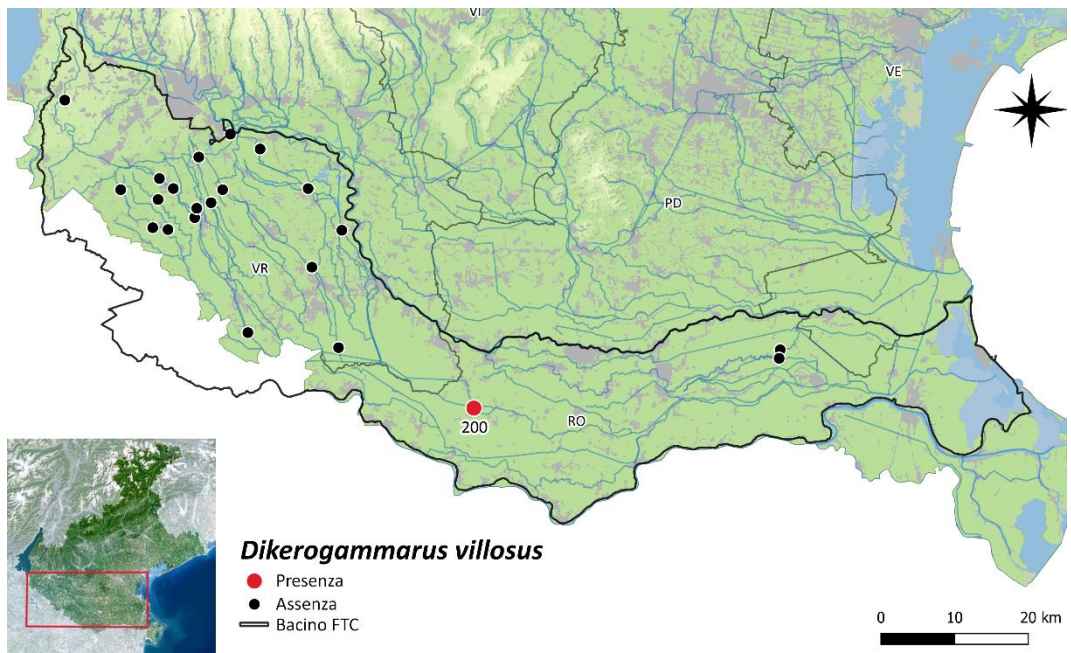


Figura 51: Stazione in cui è presente *Dikerogammarus villosus* (2021)

### 3.1.10 *Gammarus roeselii* (Gervais, 1835)



Figura 52: *Gammarus roeselii* in stazione BIO 200 SA2 del 27-09-2021 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Arthropoda

**CLASSE:** Malacostraca

**ORDINE:** Amphipoda

**FAMIGLIA:** Gammaridae

**GENERE:** Gammarus

**SPECIE:** *Gammarus roeselii*

**Paese di origine:** area Balcanica, è ormai considerata come una specie esotica ben radicata in Europa centrale (Josens *et al.* 2005).

**Anno di introduzione:** dal 1986 nel bacino del Fiume Bacchiglione (PD).

**Modalità di introduzione:** acquacoltura o semine ittiche.

**Descrizione fisica:** i maschi raggiungono una lunghezza fino a 22 mm; le femmine sono più piccole dei maschi. La specie è distinta da molti altri anfipodi comuni a causa delle spine dal quinto al settimo pereopode. Il colore degli individui può variare dal verde al marrone, grigio o giallo, e alcuni hanno segni rossastri su parti del loro carapace.

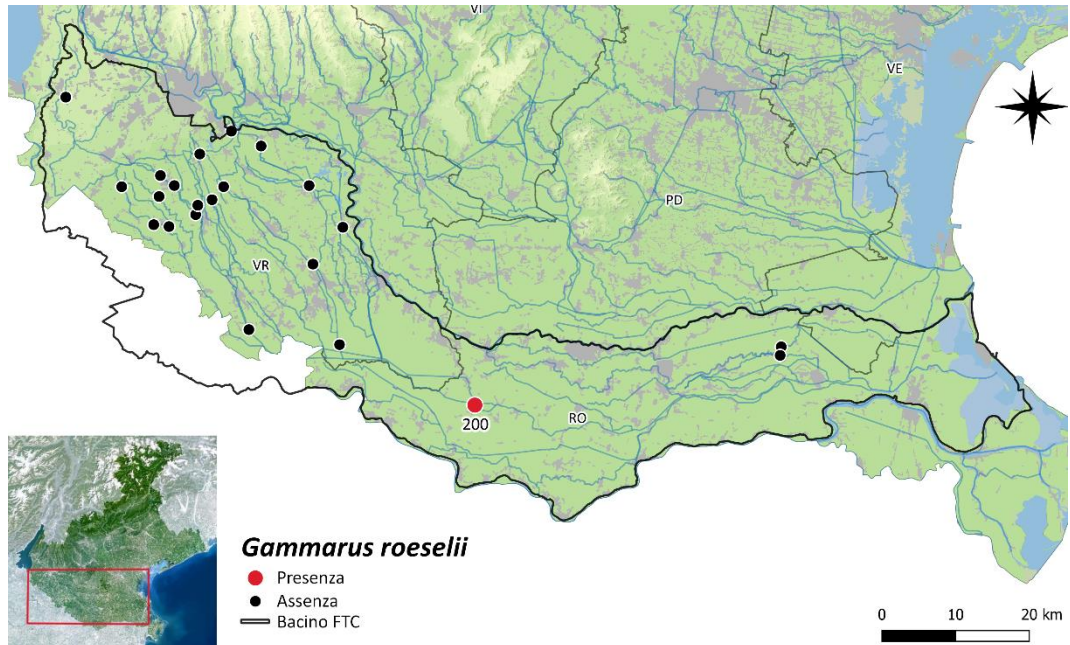
**Habitat:** Vivono principalmente in ambienti lotici, più raramente in stagni e paludi. Sono più abbondanti a temperature più calde rispetto ad alcune specie di anfipodi coesistenti. Le popolazioni tendono ad essere più elevate nei fiumi con portata d'acqua moderata e piante da utilizzare come riparo.

**Ruolo nell'ecosistema:** invasività modesta, specie non invasiva ma in espansione. Non sembra in competizione con i gammaridi autoctoni (Bodon *et al.*, 2021b)



Come gli altri Amphipoda delle acque superficiali rivestono un ruolo importante nella catena alimentare e costituiscono una rilevante fonte di nutrimento per i pesci.

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato: 200 (Figura 53).**



**Figura 53:** Stazioni in cui è presente *Gammarus roeselii* (2021)

### 3.1.11 *Procambarus clarkii* (Girard, 1852)



Figura 54: *Procambarus clarkii* in stazione BIO 1018 del 18-07-2019 (foto di Favero G.)

**REGNO:** Animalia

**PHYLUM:** Arthropoda

**CLASSE:** Malacostraca

**ORDINE:** Decapoda

**FAMIGLIA:** Cambaridae

**GENERE:** Procambarus

**SPECIE:** *Procambarus clarkii*

**Paese di origine:** originario delle paludi e dei fiumi del Messico nord-orientale e degli Stati Uniti centro-meridionali.

**Anno di introduzione:** è stato volutamente importato dalla Louisiana in Spagna nel 1973, da cui si è diffuso in tutta l'Europa centro-occidentale. In Italia è stato segnalato per la prima volta nel 1989 nel Torrente Banna, un affluente del Po, e nel 1993 nel Lago di Massaciuccoli (LU).

**Modalità di introduzione:** sebbene questa specie sia provvista di efficaci mezzi di dispersione, la sua diffusione è stata favorita dall'attività dell'uomo, che per anni l'ha esportato permettendogli di superare le barriere naturali. La resistenza alle malattie, il rapido ritmo di accrescimento e l'elevata fecondità ne fanno il gambero d'acqua dolce più allevato in Europa. La specie si è poi diffusa, per transfaunazione o per vie naturali, in tutta l'Europa centro-occidentale. È facile da trasportare vivo perché è capace di sopravvivere fuori dall'acqua per vari giorni, se mantenuto in un ambiente umido.

**Descrizione fisica:** è chiamato anche Gambero rosso della Louisiana o *gambero killer*. Presenta una lunghezza corporea media di 10 cm e massima di 15 cm cui

corrisponde un peso di circa 100 g. Gli adulti possiedono una colorazione rossastra e rosso-brunastra sul dorso e sui pereiopodi, mentre nei giovani è verde o grigiasta. Il carapace è rugoso con un paio di spine post-orbitali. A livello tassonomico, un elemento di riconoscimento importante è lo sperone del carpodite molto robusto, arcuato e accompagnato da spine più piccole. Il rostro è stretto e si allarga verso la base. Le chele del primo paio di pereiopodi sono ben sviluppate, ornate di tubercoli e di rientranze opposte tra di loro che formano un efficace organo di presa.

**Habitat:** predilige i corpi idrici a lento scorrimento o stagnanti e i bacini eutrofici (biotopi lentic). Si rinviene inoltre in una vasta gamma di ambienti acquatici sia naturali che artificiali, perenni o temporanei (Scalici *et al.*, 2007).

**Riproduzione:** è una specie gonocorica. Presenta maturità precoce dopo tre mesi, rapido tasso di crescita fino a 50 g in 3-5 mesi ed elevato investimento nella riproduzione da parte di entrambi i sessi. È una specie prolificata con 700 - 750 uova per femmina. Spesso avvengono due eventi riproduttivi durante l'anno, uno in primavera e uno in autunno. Presenti cure parentali da parte delle femmine.

**Abitudini alimentari:** è un predatore onnivoro e opportunista, si nutre principalmente di detriti; fanno parte della sua dieta macrofite sommerse, alghe, invertebrati, anfibi, pesci morti, uova di organismi acquatici.

**Ruolo nell'ecosistema:** è in grado di colonizzare la maggior parte degli ambienti d'acqua dolce e salmastra. Tollera un elevato grado di inquinamento delle acque. Sopporta bene pressioni selettive legate alla limitatezza delle risorse (spazio, cibo, ambienti ipossici) e impiega gran parte della sua energia nella riproduzione. Ha l'abitudine di scavare gallerie. L'attività di scavo può generare danni ambientali anche notevoli, causando dispersioni idriche e parziali crolli delle sponde nei fossati irrigui. Sebbene in alcune aree l'allevamento e la pesca di questa specie rappresentino una temporanea fonte di guadagno, nella maggior parte dei casi i danni superano di gran lunga gli utili. La presenza del gambero può causare un decremento significativo delle comunità di vertebrati ed invertebrati influenzando negativamente le attività economiche legate a pesca e acquacoltura. Può accumulare metalli pesanti e tossine algali. È in grado di trasmettere malattie infettive all'uomo come la tularemia. È estremamente aggressivo e ha causato l'estinzione di varie popolazioni locali di *Austropotamobius pallipes* e *Astacus astacus* in Europa vincendo la competizione per le risorse trofiche e territoriali o tramite il ruolo di vettore di oomiceti. È infatti un potenziale portatore sano della peste del gambero, l'oomicete *Aphanomyces astaci*, letale per le specie di gamberi d'acqua dolci Europei. Negli ambienti mediterranei *Procambarus clarkii* è stato responsabile della scomparsa di macrofite acquatiche, dato che causa un decremento significativo della biomassa e della ricchezza delle specie situate ai livelli trofici inferiori. Esercita una pressione predatoria sugli invertebrati acquatici,

principalmente artropodi e gasteropodi. Le carni sono buone e dove si è insediato è oggetto di pesca; viene commercializzato a prezzi interessanti. (La Porta *et al.*, 2006).

A causa della sua invasività elevata è ritenuta una tra le 100 peggiori in Europa, (DAISIE, 2014) infatti è presente tra le specie del Regolamento unionale N. 1143/2014. L'eradicazione è impossibile in ambienti estesi ed altamente invasi. Per controllarne la densità sono stati utilizzati simultaneamente diversi metodi come il trappolaggio intenso, l'introduzione di predatori indigeni, biocidi ed autocidi (feromoni sessuali e rilascio di esemplari sterili).

**Stazioni del bacino dove è stato ritrovato: 161, 188, 208, 1018, 1114, 1146, 3206** (Figura 55).

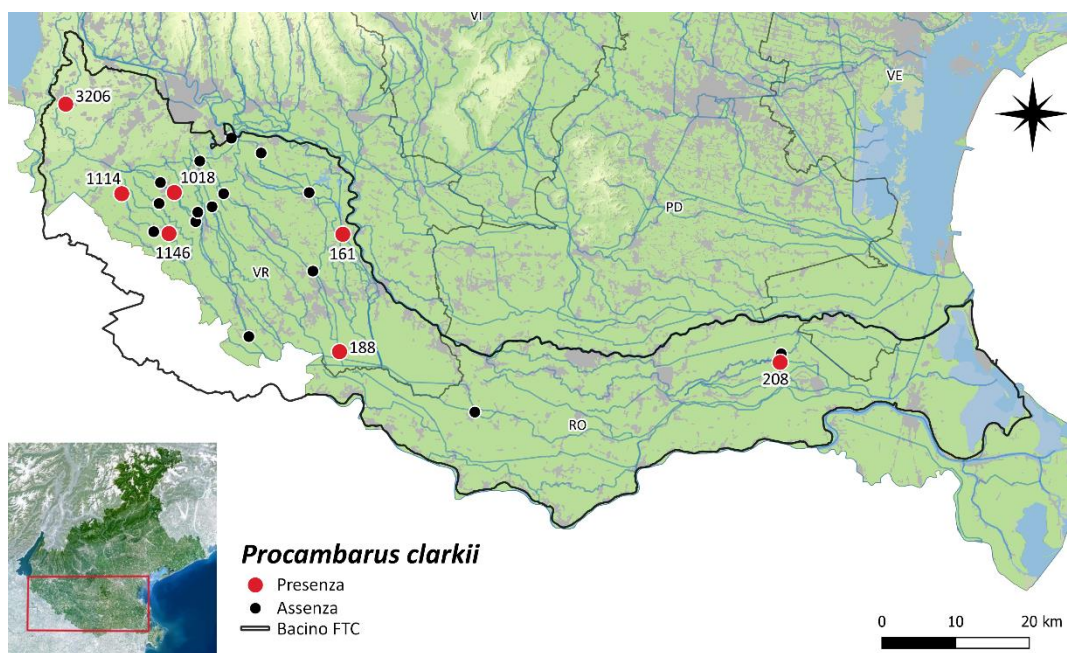


Figura 55: Stazioni in cui è presente *Procambarus clarkii* (2016 – 2019)

### 3.2 Risultati Indice di Alloctonia (IA)

Come già affermato in Materiali e Metodi, dopo aver determinato gli individui a livello di specie, ho applicato l'algoritmo e quindi calcolato l'Indice IA di tutti i campioni, definendone così la classe di alloctonia.

Per una più semplice comprensione, riporto un esempio di applicazione dell'Indice di Alloctonia (IA) in Tabella 10, riguardante il campionamento multihabitat proporzionale per la stazione 1018, nel Fiume Tartaro a Vigasio (VR), del 18/07/2019. In rosso sono evidenziati i taxa in cui sono presenti le specie alloctone.

NR TAXA	UNITÀ SISTEMATICA	NR ESEMPLARI 1m <sup>2</sup>
1	Beatis	220
2	Hydropsychidae	14
3	Hydroptilidae	4
4	Elmidae	10
5	Calopteryx	2
6	Ceratopogonidae	4
7	Chironomidae	242
8	Simuliidae	664
9	Asellidae	62
10	Cambaridae	2
11	Gammaridae	3010
12	Hydrobiidae	42
13	Physidae	102
14	Pisidiidae	12
15	Dugesiidae	180
16	Helobdella	2
17	Tubificidae	660
18	Hydracarina	10
19	Dytiscidae	2
<b>TOTALE ESEMPLARI</b>		<b>5244</b>
<b>TOTALE ESEMPLARI ALLOCTONI</b>		<b>326</b>

Tabella 10: Dati campionamento stazione 1018 del 18/07/2019

$$IA = (0,5 \times 4/19) + (0,5 \times 326/5244) = 0,136 \rightarrow 4^a CA = \text{Pressione rilevante}$$
$$STAR\_ICMi = 0,449 \rightarrow 4^a CQ = \text{Scarso}$$

In questo esempio è presente un popolamento in cui sono presenti quattro taxa alloctoni con un discreto numero di esemplari: oltre alle Physidae, sono presenti in grande numero anche il triclade *Girardia tigrina*; sono poi presenti un discreto numero di Hydrobiidae con *Potamopyrgus antipodarum* e due *Procambarus clarkii*.

L'incidenza della componente aliena è piuttosto forte, pertanto l'indice di alloctonia ricade in 4<sup>a</sup> classe, e questo si riflette anche sull'indice di qualità ambientale, che ricade anch'esso nella classe 4<sup>a</sup>, indicando una notevole alterazione.

Di seguito, nella Tabella 11, sono riportati tutti i campionamenti effettuati con il numero di taxa ed esemplari alloctoni e il calcolo dell'Indice di Alloctonia (IA) e le rispettive classi di alloctonia.

**Tabella 11:** Campionamenti effettuati, con i relativi numeri di taxa ed esemplari alloctoni, gli Indici di Alloctonia (IA) e classi di alloctonia

DATA CAMPIONAMENTO	STAZIONE NR	CORSO D'ACQUA	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOTALE	% TAXA AL/TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI	NR ESEMPLARI TOTALE	% EEMPL ALIENI/ESEMPLARI TOT	INDICE DI ALLOCTONIA (IA)	CLASSE DI ALLOCTONIA
26/02/2018	161	Canale Bussè	1	9	11,1	12	806	1,5	0,06	2
10/05/2018	161	Canale Bussè	1	12	8,3	2	808	0,2	0,04	2
30/08/2018	161	Canale Bussè	4	15	26,7	20	550	3,6	0,15	4
28/03/2018	187	Fiume Tartaro	2	12	16,7	18	1276	1,4	0,09	3
18/10/2018	187	Fiume Tartaro	0	7	0,0	0	96	0,0	0,00	1
19/04/2021	187	Fiume Tartaro	1	14	7,1	2	1138	0,2	0,04	2
17/06/2021	187	Fiume Tartaro	2	11	18,2	46	2482	1,9	0,10	3
14/10/2021	187	Fiume Tartaro	2	9	22,2	8	346	2,3	0,12	3
20/02/2017	188	Fiume Menago	0	7	0,0	0	730	0,0	0,00	1
11/05/2017	188	Fiume Menago	1	10	10,0	2	520	0,4	0,05	2
06/09/2017	188	Fiume Menago	2	8	25,0	28	506	5,5	0,15	4
23/03/2021	200 - SA1	Canalbianco	0	9	0,0	0	224	0,0	0,00	1
23/03/2021	200 - SA2	Canalbianco	1	7	14,3	40	236	16,9	0,16	4
10/06/2021	200 - SA1	Canalbianco	3	6	50,0	74	396	18,7	0,34	4
10/06/2021	200 - SA2	Canalbianco	3	7	42,9	74	356	20,8	0,32	4
27/09/2021	200 - SA1	Canalbianco	4	12	33,3	38	238	16,0	0,25	4
27/09/2021	200 - SA2	Canalbianco	4	12	33,3	86	282	30,5	0,32	4
25/02/2019	208	Scolo Valdentro	1	8	12,5	4	88	4,5	0,09	3
05/06/2019	208	Scolo Valdentro	0	5	0,0	0	146	0,0	0,00	1
20/08/2019	208	Scolo Valdentro	1	9	11,1	2	148	1,4	0,06	2
15/04/2019	448	Fiume Menago	1	8	12,5	6	1818	0,3	0,06	2

DATA CAMPIONAMENTO	STAZIONE NR	CORSO D'ACQUA	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOTALE	% TAXA AL/TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI	NR ESEMPLARI TOTALE	% EEMPL ALIENI/ESEMPLARI TOT	INDICE DI ALLOCTONIA (IA)	CLASSE DI ALLOCTONIA
03/07/2019	448	Fiume Menago	2	9	22,2	14	384	3,6	0,13	3
28/10/2019	448	Fiume Menago	1	9	11,1	2	112	1,8	0,06	2
25/02/2019	451	Canale Adigetto	0	4	0,0	0	150	0,0	0,00	1
05/06/2019	451	Canale Adigetto	0	7	0,0	0	180	0,0	0,00	1
20/08/2019	451	Canale Adigetto	2	13	15,4	12	140	8,6	0,12	3
25/03/2021	1017	Fiume Menago	0	23	0,0	0	1274	0,0	0,00	1
12/07/2021	1017	Fiume Menago	1	33	3,0	42	1084	3,9	0,03	2
13/09/2021	1017	Fiume Menago	1,5	32	4,7	14	806	1,7	0,03	2
15/04/2019	1018	Fiume Tartaro	3	12	25,0	82	3318	2,5	0,14	4
18/07/2019	1018	Fiume Tartaro	4	19	21,1	326	5244	6,2	0,14	4
28/10/2019	1018	Fiume Tartaro	3	13	23,1	22	2110	1,0	0,12	3
24/02/2022	1018	Fiume Tartaro	3	17	17,6	210	3538	5,9	0,12	3
23/05/2022	1018	Fiume Tartaro	2	16	12,5	360	3014	11,9	0,12	3
10/10/2022	1018	Fiume Tartaro	2	14	14,3	8	3460	0,2	0,07	3
26/03/2014	1114	Fiume Tione	2	29	6,9	16	1584	1,0	0,04	2
28/05/2014	1114	Fiume Tione	2	31	6,5	22	1352	1,6	0,04	2
02/10/2014	1114	Fiume Tione	0	18	0,0	0	818	0,0	0,00	1
13/03/2017	1114	Fiume Tione	1	22	4,5	4	592	0,7	0,03	2
10/05/2017	1114	Fiume Tione	2	26	7,7	4	3584	0,1	0,04	2
12/10/2017	1114	Fiume Tione	2	24	8,3	36	1042	3,5	0,06	2
08/03/2021	1114	Fiume Tione	2	31	6,5	80	4523	1,8	0,04	2
25/10/2021	1114	Fiume Tione	2	18	11,1	100	592	16,9	0,14	4



DATA CAMPIONAMENTO	STAZIONE NR	CORSO D'ACQUA	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOTALE	% TAXA AL/TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI	NR ESEMPLARI TOTALE	% EEMPL ALIENI/ESEMPLARI TOT	INDICE DI ALLOCTONIA (IA)	CLASSE DI ALLOCTONIA
26/03/2014	1117	Fiume Menago	2	26	7,7	80	894	8,9	0,08	3
07/10/2014	1117	Fiume Menago	3	22	13,6	48	640	7,5	0,11	3
11/05/2017	1117	Fiume Menago	1	15	6,7	1314	1766	74,4	0,41	5
13/09/2017	1117	Fiume Menago	4	23	17,4	258	1136	22,7	0,20	4
29/03/2021	1117	Fiume Menago	3	17	17,6	1602	3332	48,1	0,33	4
31/05/2021	1117	Fiume Menago	2	19	10,5	486	4702	10,3	0,10	3
13/09/2021	1117	Fiume Menago	3	26	11,5	1356	2408	56,3	0,34	4
10/03/2016	1138	Scolo Aosetto	1	26	3,8	8	5796	0,1	0,02	2
26/05/2016	1138	Scolo Aosetto	2	21	9,5	52	3104	1,7	0,06	2
25/08/2016	1138	Scolo Aosetto	2	24	8,3	4	1888	0,2	0,04	2
22/02/2021	1138	Scolo Aosetto	0	18	0,0	0	3356	0,0	0,00	1
18/05/2021	1138	Scolo Aosetto	1	20	5,0	4	5114	0,1	0,03	2
14/10/2021	1138	Scolo Aosetto	0,5	26	1,9	2	4512	0,0	0,01	2
24/03/2016	1145	Fossa Baldona	0	4	0,0	0	86	0,0	0,00	1
26/05/2016	1145	Fossa Baldona	0	5	0,0	0	600	0,0	0,00	1
01/09/2016	1145	Fossa Baldona	0	3	0,0	0	60	0,0	0,00	1
19/04/2021	1145	Fossa Baldona	0	4	0,0	0	126	0,0	0,00	1
17/06/2021	1145	Fossa Baldona	1	5	20,0	6	510	1,2	0,11	3
18/10/2021	1145	Fossa Baldona	1	6	16,7	2	284	0,7	0,09	3
24/03/2016	1146	Fossa De Morta	0	5	0,0	0	269	0,0	0,00	1
25/05/2016	1146	Fossa De Morta	0	5	0,0	0	500	0,0	0,00	1
01/09/2016	1146	Fossa De Morta	2	9	22,2	40	296	13,5	0,18	4

DATA CAMPIONAMENTO	STAZIONE NR	CORSO D'ACQUA	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOTALE	% TAXA AL/TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI	NR ESEMPLARI TOTALE	% EEMPL ALIENI/ESEMPLARI TOT	INDICE DI ALLOCTONIA (IA)	CLASSE DI ALLOCTONIA
12/03/2015	1173	Fiume Tione	1	10	10,0	10	3404	0,3	0,05	2
09/07/2015	1173	Fiume Tione	2	13	15,4	14	284	4,9	0,10	3
22/10/2015	1173	Fiume Tione	2	10	20,0	10	290	3,4	0,12	3
08/03/2021	1173	Fiume Tione	3	17	17,6	18	352	5,1	0,11	3
07/07/2021	1173	Fiume Tione	2	12	16,7	108	836	12,9	0,15	4
11/10/2021	1173	Fiume Tione	2	15	13,3	38	694	5,5	0,09	3
26/02/2018	1199	Canale Bussè	1	14	7,1	2	422	0,5	0,04	2
10/05/2018	1199	Canale Bussè	2	11	18,2	10	734	1,4	0,10	3
30/08/2018	1199	Canale Bussè	0	10	0,0	0	252	0,0	0,00	1
28/03/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	1	17	5,9	90	1012	8,9	0,07	3
23/05/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	1	13	7,7	170	428	39,7	0,24	4
02/09/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	2	13	15,4	4	382	1,0	0,08	3
09/04/2020	1281	Fossa Leona	2	14	14,3	422	720	58,6	0,36	5
09/04/2020	1294	Scolo Aosetto	1	19	5,3	30	1980	1,5	0,03	2
30/06/2020	1294	Scolo Aosetto	2	15	13,3	108	4476	2,4	0,08	3
30/09/2020	1294	Scolo Aosetto	2	17	11,8	116	828	14,0	0,13	3
02/03/2017	3101	Fossa Gambisa	4	21	19,0	102	3496	2,9	0,11	3
17/07/2017	3101	Fossa Gambisa	3	12	25,0	20	980	2,0	0,14	4
12/10/2017	3101	Fossa Gambisa	2	15	13,3	9	2444	0,4	0,07	3
21/04/2021	3205	Fiume Tartaro	2	11	18,2	16	2056	0,8	0,09	3
17/06/2021	3205	Fiume Tartaro	3	12	25,0	1115	3222	34,6	0,30	4
18/10/2021	3205	Fiume Tartaro	3	16	18,8	330	1520	21,7	0,20	4

DATA CAMPIONAMENTO	STAZIONE NR	CORSO D'ACQUA	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOTALE	% TAXA AL/TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI	NR ESEMPLARI TOTALE	% EEMPL ALIENI/ESEMPLARI TOT	INDICE DI ALLOCTONIA (IA)	CLASSE DI ALLOCTONIA
28/03/2019	3206	Tione dei Monti	2	15	13,3	90	7078	1,3	0,07	3
03/06/2019	3206	Tione dei Monti	2	20	10,0	32	1380	2,3	0,06	2
23/10/2019	3206	Tione dei Monti	2	15	13,3	696	1888	36,9	0,25	4
24/02/2022	3206	Tione dei Monti	1	15	6,7	732	6158	11,9	0,09	3
23/05/2022	3206	Tione dei Monti	2	16	12,5	1894	5326	35,6	0,24	4
01/09/2022	3206	Tione dei Monti	3	17	17,6	266	504	52,8	0,35	5

### 3.3 Risultati Indice STAR\_ICMi

Di seguito, nella Tabella 12, vengono riportati i valori calcolati negli anni per ciascun campionamento, dello STAR-ICMi, a cui è associata la rispettiva Classe e Stato Ecologico.

In particolare, sono evidenziati in grigio i campioni del 2022, a cui ho contribuito al campionamento e al calcolo dell'indice mediante il software *MacrOper.ICM* ver. 1.0.5 (Buffagni e Belfiore, 2013).

DATA CAMPIONAM.	STAZIONE NR.	CORSO D'ACQUA	STAR_ICMi	CLASSE	STATO ECOLOGICO
26/02/2018	161	Canale Bussè	0,32	4	SCARSO
10/05/2018	161	Canale Bussè	0,32	4	SCARSO
30/08/2018	161	Canale Bussè	0,38	4	SCARSO
28/03/2018	187	Fiume Tartaro	0,50	3	SUFFICIENTE
18/10/2018	187	Fiume Tartaro	0,33	4	SCARSO
19/04/2021	187	Fiume Tartaro	0,33	4	SCARSO
17/06/2021	187	Fiume Tartaro	0,33	4	SCARSO
14/10/2021	187	Fiume Tartaro	0,30	4	SCARSO
20/02/2017	188	Fiume Menago	0,16	5	CATTIVO
11/05/2017	188	Fiume Menago	0,26	4	SCARSO
06/09/2017	188	Fiume Menago	0,22	5	CATTIVO
23/03/2021	200 - SA1	Canalbianco	0,59	4	SCARSO
23/03/2021	200 - SA2	Canalbianco	0,52	4	SCARSO
10/06/2021	200 - SA1	Canalbianco	0,29	5	CATTIVO
10/06/2021	200 - SA2	Canalbianco	0,50	4	SCARSO
27/09/2021	200 - SA1	Canalbianco	0,53	4	SCARSO
27/09/2021	200 - SA2	Canalbianco	0,63	4	SCARSO
25/02/2019	208	Scolo Valdentro	0,25	4	SCARSO
05/06/2019	208	Scolo Valdentro	0,06	5	CATTIVO
20/08/2019	208	Scolo Valdentro	0,29	4	SCARSO
15/04/2019	448	Fiume Menago	0,26	4	SCARSO
03/07/2019	448	Fiume Menago	0,51	3	SUFFICIENTE
28/10/2019	448	Fiume Menago	0,38	4	SCARSO
25/02/2019	451	Canale Adigetto	0,12	5	CATTIVO
05/06/2019	451	Canale Adigetto	0,07	5	CATTIVO
20/08/2019	451	Canale Adigetto	0,36	4	SCARSO
25/03/2021	1017	Fiume Menago	0,69	3	SUFFICIENTE
12/07/2021	1017	Fiume Menago	0,71	3	SUFFICIENTE

DATA CAMPIONAM.	STAZIONE NR	CORSO D'ACQUA	STAR_ICM i	CLASSE	STATO ECOLOGICO
13/09/2021	1017	Fiume Menago	0,72	2	BUONO
15/04/2019	1018	Fiume Tartaro	0,35	4	SCARSO
18/07/2019	1018	Fiume Tartaro	0,45	4	SCARSO
28/10/2019	1018	Fiume Tartaro	0,44	4	SCARSO
24/02/2022	1018	Fiume Tartaro	0,49	3	SUFFICIENTE
23/05/2022	1018	Fiume Tartaro	0,34	4	SCARSO
10/10/2022	1018	Fiume Tartaro	0,43	4	SCARSO
26/03/2014	1114	Fiume Tione	1,01	1	ELEVATO
28/05/2014	1114	Fiume Tione	1,03	1	ELEVATO
02/10/2014	1114	Fiume Tione	0,69	3	SUFFICIENTE
13/03/2017	1114	Fiume Tione	1,08	1	ELEVATO
10/05/2017	1114	Fiume Tione	0,99	1	ELEVATO
12/10/2017	1114	Fiume Tione	0,77	2	BUONO
08/03/2021	1114	Fiume Tione	0,87	2	BUONO
25/10/2021	1114	Fiume Tione	0,50	3	SUFFICIENTE
26/03/2014	1117	Fiume Menago	0,81	2	BUONO
07/10/2014	1117	Fiume Menago	0,98	1	ELEVATO
11/05/2017	1117	Fiume Menago	0,65	3	SUFFICIENTE
13/09/2017	1117	Fiume Menago	0,82	2	BUONO
29/03/2021	1117	Fiume Menago	0,86	2	BUONO
31/05/2021	1117	Fiume Menago	0,76	2	BUONO
13/09/2021	1117	Fiume Menago	0,84	2	BUONO
10/03/2016	1138	Scolo Aosetto	0,46	4	SCARSO
26/05/2016	1138	Scolo Aosetto	0,42	4	SCARSO
25/08/2016	1138	Scolo Aosetto	0,54	3	SUFFICIENTE
22/02/2021	1138	Scolo Aosetto	0,57	3	SUFFICIENTE
18/05/2021	1138	Scolo Aosetto	0,41	4	SCARSO
14/10/2021	1138	Scolo Aosetto	0,54	3	SUFFICIENTE
24/03/2016	1145	Fossa Baldona	0,16	5	CATTIVO
26/05/2016	1145	Fossa Baldona	0,18	5	CATTIVO
01/09/2016	1145	Fossa Baldona	0,09	5	CATTIVO
19/04/2021	1145	Fossa Baldona	0,17	5	CATTIVO
17/06/2021	1145	Fossa Baldona	0,24	4	SCARSO
18/10/2021	1145	Fossa Baldona	0,25	4	SCARSO
24/03/2016	1146	Fossa De Morta	0,20	5	CATTIVO
25/05/2016	1146	Fossa De Morta	0,06	5	CATTIVO
01/09/2016	1146	Fossa De Morta	0,45	4	SCARSO

DATA CAMPIONAM.	STAZIONE NR	CORSO D'ACQUA	STAR_IC Mi	CLASSE	STATO ECOLOGICO
12/03/2015	1173	Fiume Tione	0,36	4	SCARSO
09/07/2015	1173	Fiume Tione	0,43	4	SCARSO
22/10/2015	1173	Fiume Tione	0,32	4	SCARSO
08/03/2021	1173	Fiume Tione	0,47	4	SCARSO
07/07/2021	1173	Fiume Tione	0,35	4	SCARSO
11/10/2021	1173	Fiume Tione	0,44	4	SCARSO
26/02/2018	1199	Canale Bussè	0,46	4	SCARSO
10/05/2018	1199	Canale Bussè	0,42	4	SCARSO
30/08/2018	1199	Canale Bussè	0,47	4	SCARSO
28/03/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	0,82	2	BUONO
23/05/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	0,61	3	SUFFICIENTE
02/09/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	0,69	3	SUFFICIENTE
09/04/2020	1281	Fossa Leona	0,33	4	SCARSO
09/04/2020	1294	Scolo Aosetto	0,43	4	SCARSO
30/06/2020	1294	Scolo Aosetto	0,31	4	SCARSO
30/09/2020	1294	Scolo Aosetto	0,37	4	SCARSO
02/03/2017	3101	Fossa Gambisa	0,38	4	SCARSO
17/07/2017	3101	Fossa Gambisa	0,27	4	SCARSO
12/10/2017	3101	Fossa Gambisa	0,39	4	SCARSO
21/04/2021	3205	Fiume Tartaro	0,33	4	SCARSO
17/06/2021	3205	Fiume Tartaro	0,37	4	SCARSO
18/10/2021	3205	Fiume Tartaro	0,44	4	SCARSO
28/03/2019	3206	Tione dei Monti	0,30	4	SCARSO
03/06/2019	3206	Tione dei Monti	0,51	3	SUFFICIENTE
23/10/2019	3206	Tione dei Monti	0,35	4	SCARSO
24/02/2022	3206	Tione dei Monti	0,36	4	SCARSO
23/05/2022	3206	Tione dei Monti	0,43	4	SCARSO
01/09/2022	3206	Tione dei Monti	0,38	4	SCARSO

Tabella 12: valori dello STAR\_ICMi per ciascun campionamento.

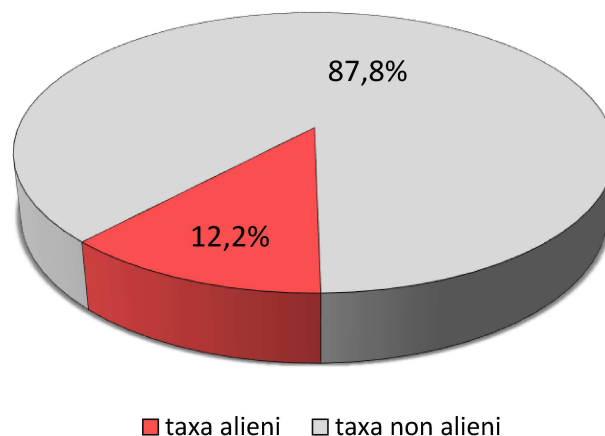
### 3.4 Elaborazione dati

#### 3.4.1 Percentuali Taxa ed Esemplari alieni

Nel seguente Grafico 1, è riportata la media delle percentuali dei taxa alieni ritrovati nei 93 campionamenti 2014-2022 del bacino del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante.

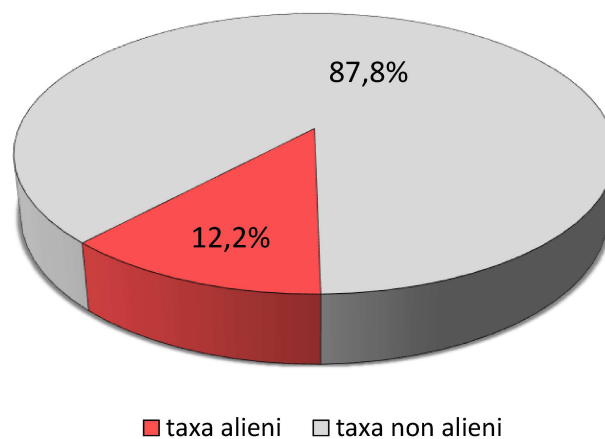
La percentuale di taxa alieni risulta essere il 12,2%.

**Grafico 1**



Il Grafico 2 evidenzia la media delle percentuali del numero di esemplari alieni ritrovati nei 93 campioni, per un totale di 8,7%.

**Grafico 2**

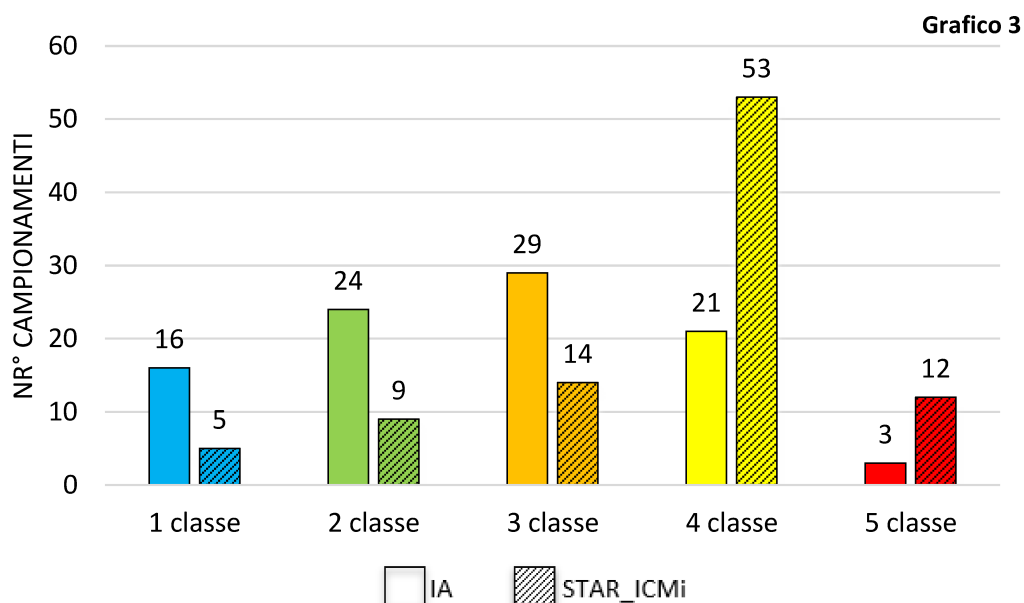


### 3.4.2 Relazione tra Indice di Alloctonia IA e STAR\_ICMi

Nella seguente Tabella 13 vengono riportati il numero di campionamenti che ricadono nelle diverse delle Classi di Alloctonia in relazione alle Classi di Qualità dello STAR\_ICMi.

Nell'istogramma successivo tutti i 93 campionamenti vengono ripartiti per Classe Alloctonia e per Classi di Qualità.

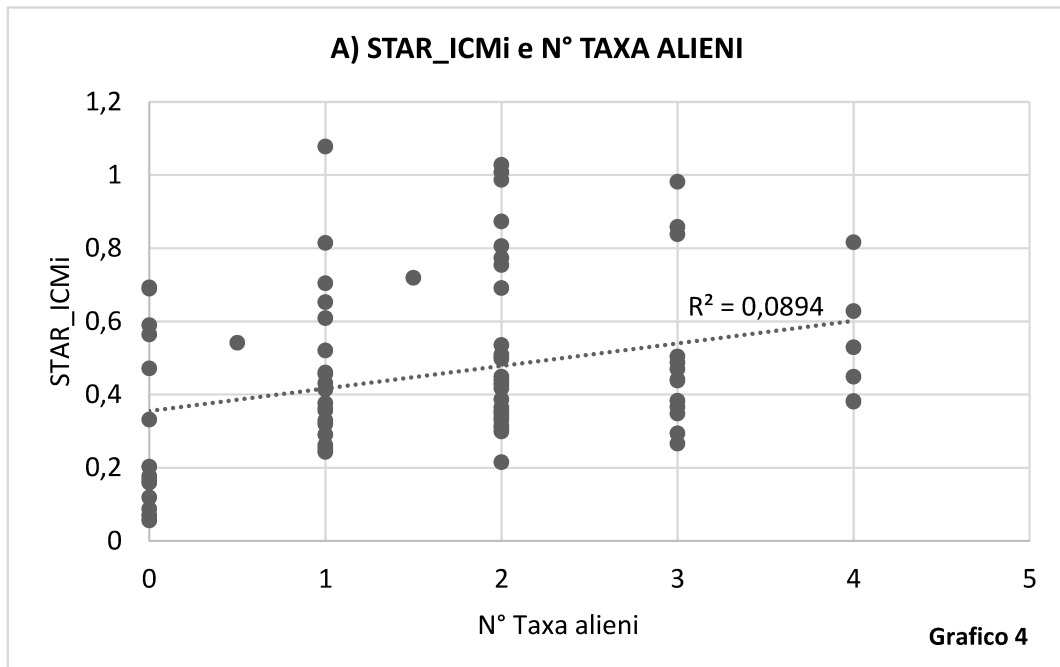
Tabella 13	1° STAR_ICMi	2° STAR_ICMi	3° STAR_ICMi	4° STAR_ICMi	5° STAR_ICMi	Tot. IA
1° IA	0	0	3	3	10	16
2° IA	4	3	4	13	0	24
3° IA	1	3	4	21	0	29
4° IA	0	3	2	14	2	21
5° IA	0	0	1	2	0	3
Tot. STAR_ICMi	5	9	14	53	12	93



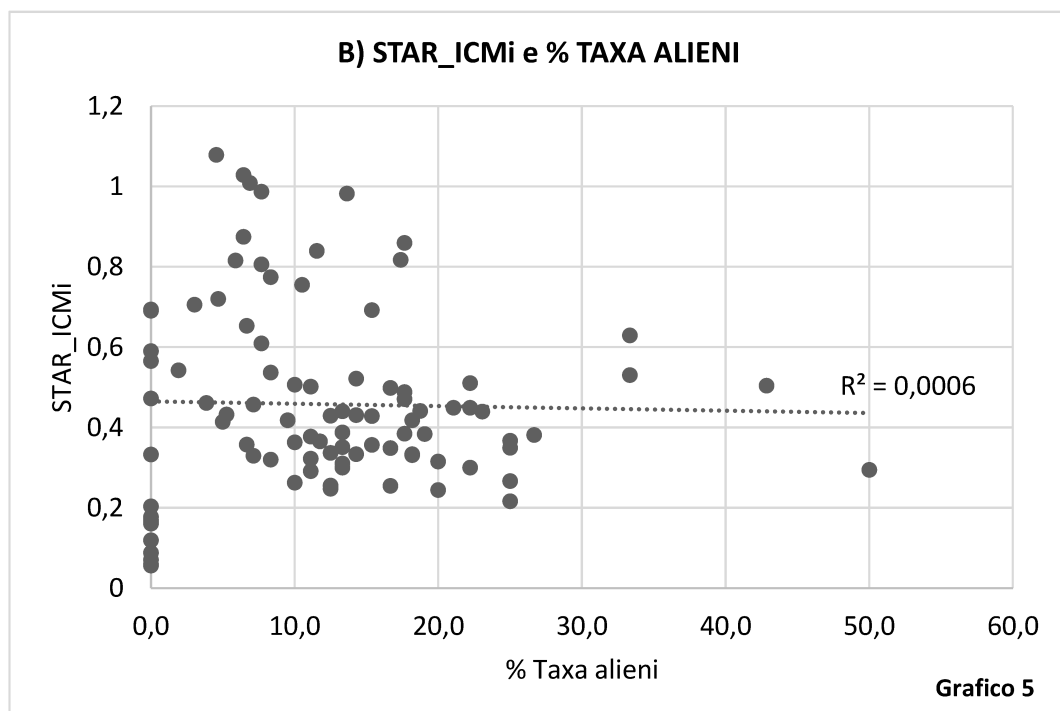
Dal Grafico 3 si può notare una differente ripartizione dei campioni per i due indici. La maggior parte dei campioni ricade in classe 2 e 3 dell'IA e in classe 4 dello STAR\_ICMi.



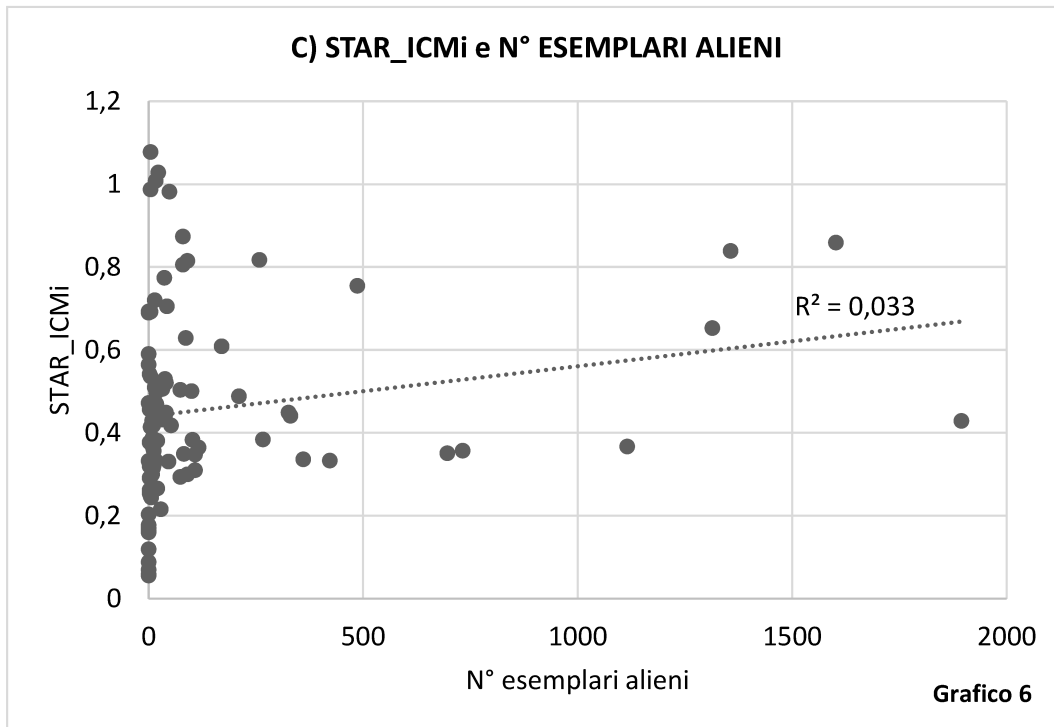
Riporto la regressione lineare e coefficiente di determinazione  $R^2$  tra l'indice macrobentonico STAR\_ICMi e la componente aliena, considerata in base al numero di taxa (A), alla percentuale di taxa (B), al numero di esemplari (C) e alla percentuale di esemplari (D).



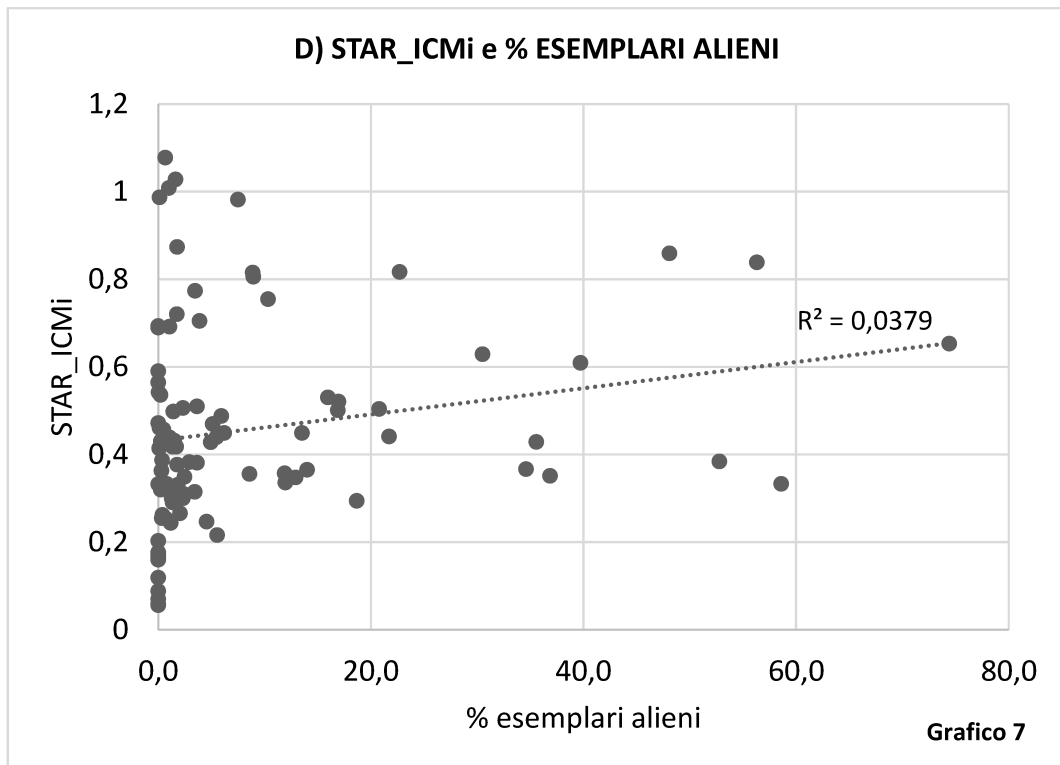
La correlazione tra STAR\_ICMi e numero di taxa alieni sui dati grezzi è risultata statisticamente significativa ( $R = 0,30$ ,  $p = 0,00$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson (Grafico 4).



La correlazione tra STAR\_ICMi e percentuale di taxa alieni sui dati grezzi è risultata statisticamente non significativa ( $R = 0,02$ ,  $p = 0,82$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson (Grafico 5).

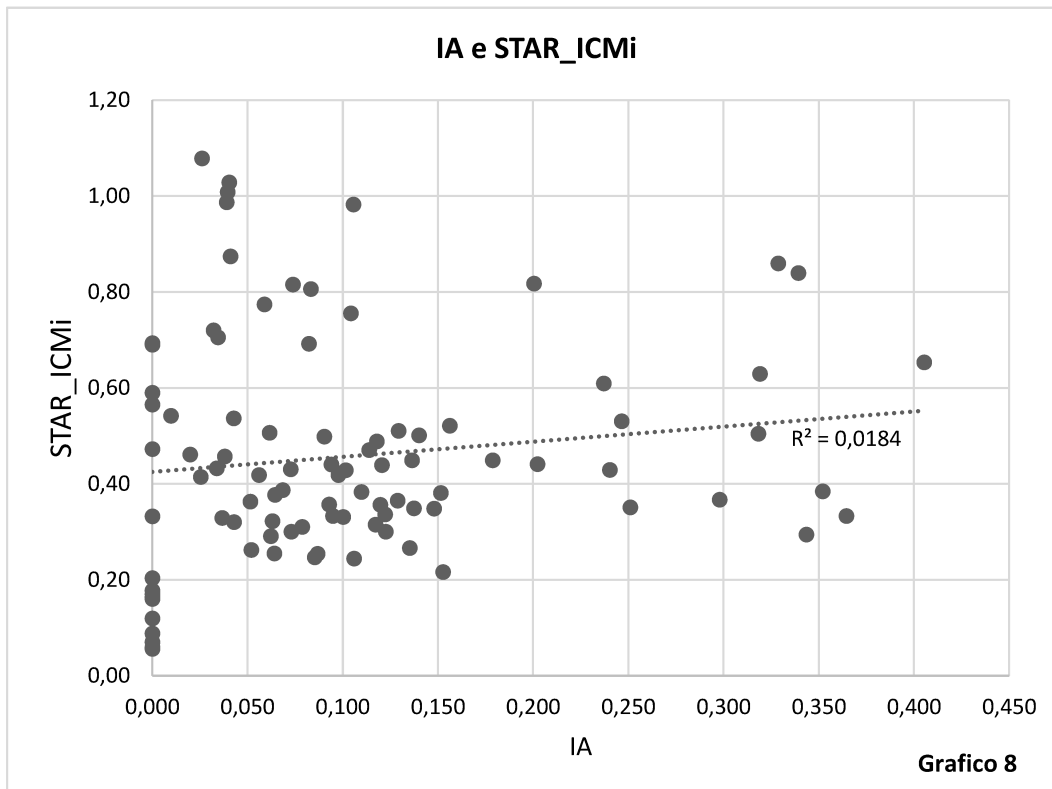


La correlazione tra STAR\_ICMi e il numero di esemplari alieni sui dati grezzi è risultata statisticamente non significativa ( $R = 0,02$ ,  $p = 0,82$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson (Grafico 6).



La correlazione tra STAR\_ICMi e percentuale di esemplari alieni sui dati grezzi è risultata statisticamente non significativa ( $R = 0,19$ ,  $p = 0,06$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson (Grafico 7).

Riporto inoltre, nel Grafico 8, la regressione lineare e il coefficiente di determinazione  $R^2$  tra l'indice macrobentonico STAR\_ICMi e i valori dell'Indice di Alloctonia (IA).

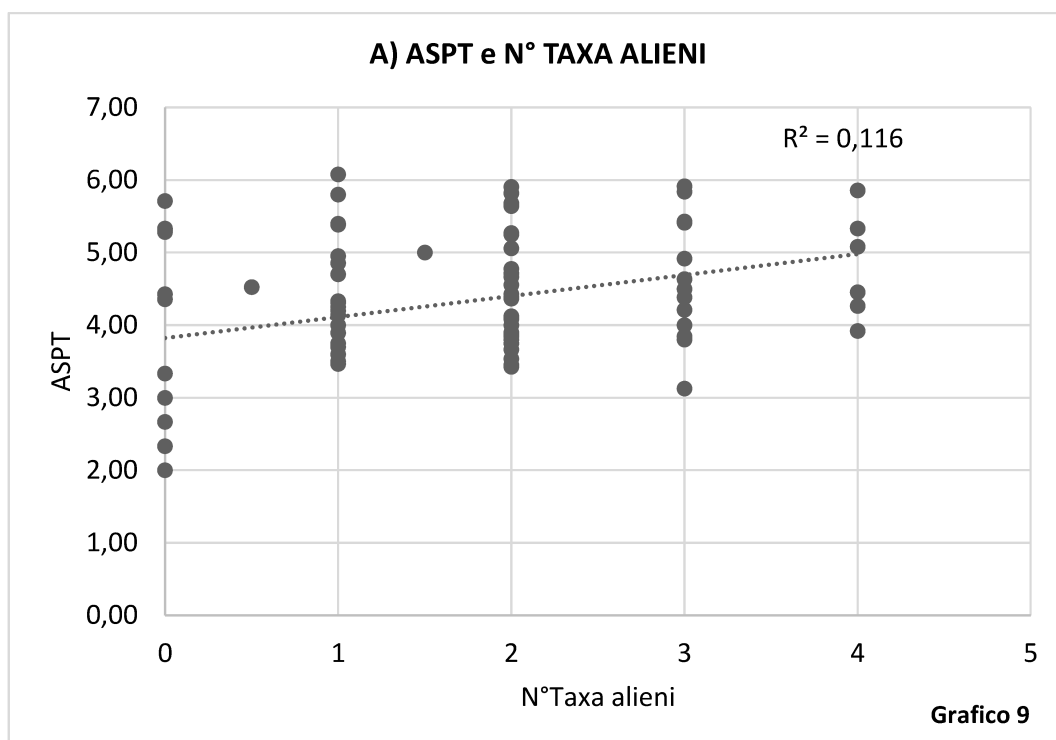


La correlazione tra IA e STAR\_ICMi sui dati grezzi è risultata statisticamente non significativa ( $R = 0,14$ ,  $p = 0,20$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson.

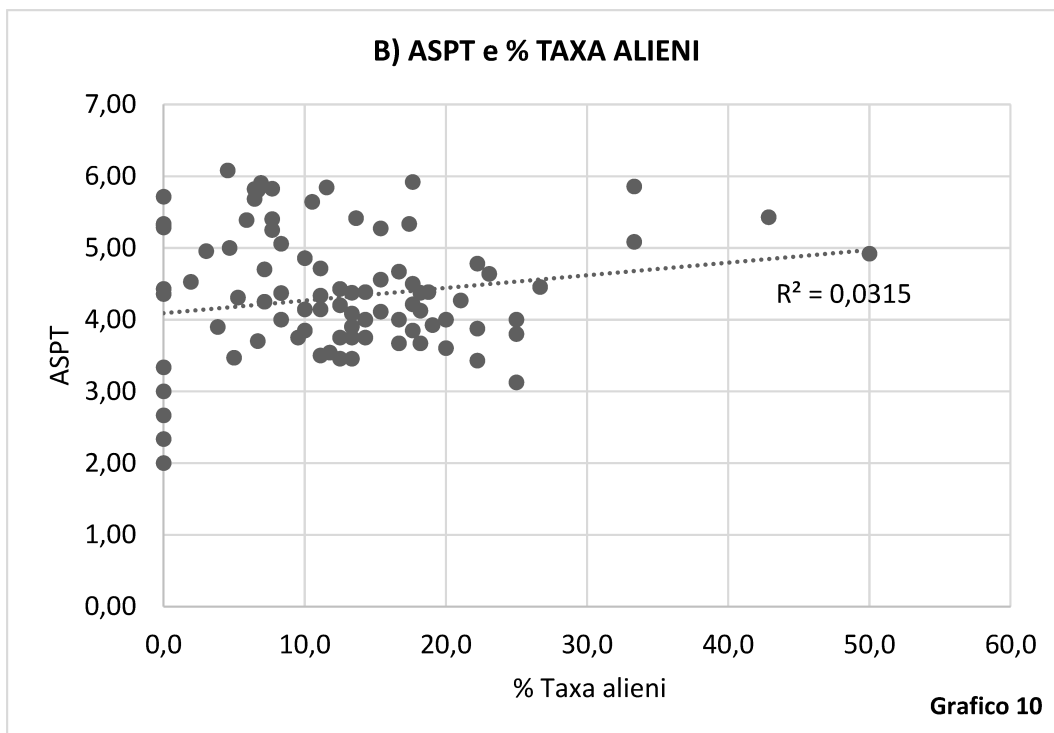
### 3.4.5 Relazioni tra il sub-indice ASPT e la componente aliena

Come anticipato al paragrafo 2.3 *Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR\_ICMi)*, tra i sub-indici dello STAR\_ICMi, l'ASPT è l'unico che valuta la tolleranza degli organismi all'inquinamento organico, tipico di ambienti alterati.

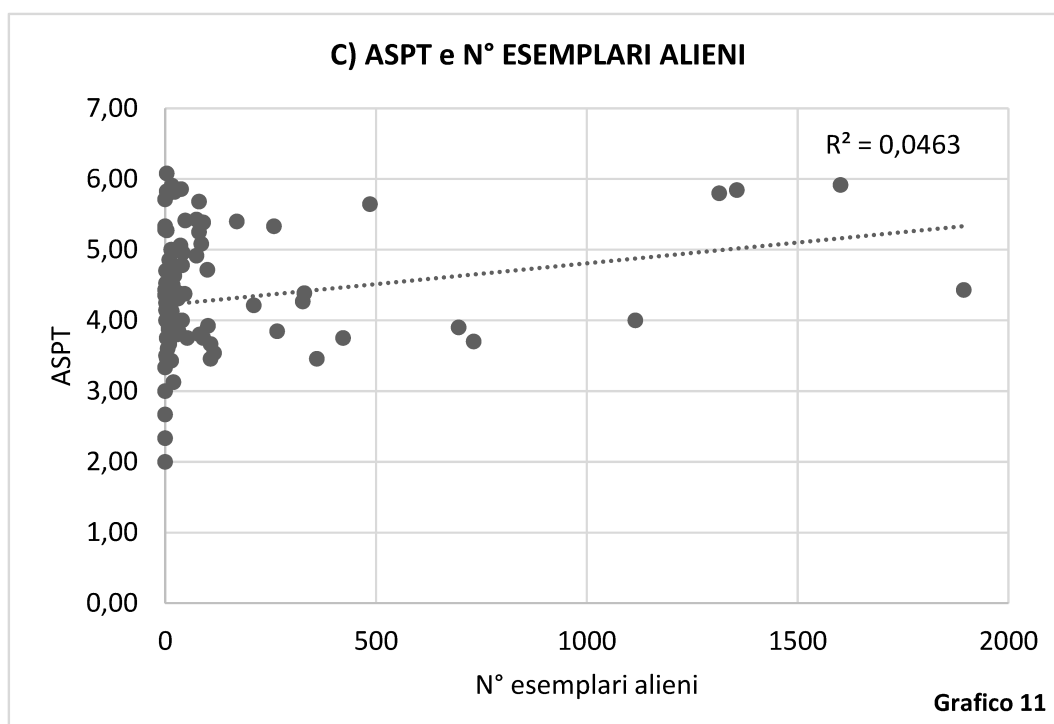
Per tale motivo ho voluto valutare un'eventuale correlazione del sub-indice ASPT con la componente aliena, considerata in base al numero di taxa (A), alla percentuale di taxa (B), al numero di esemplari (C) e alle percentuali di esemplari (D), di cui riporto la regressione lineare e coefficiente di determinazione  $R^2$ .



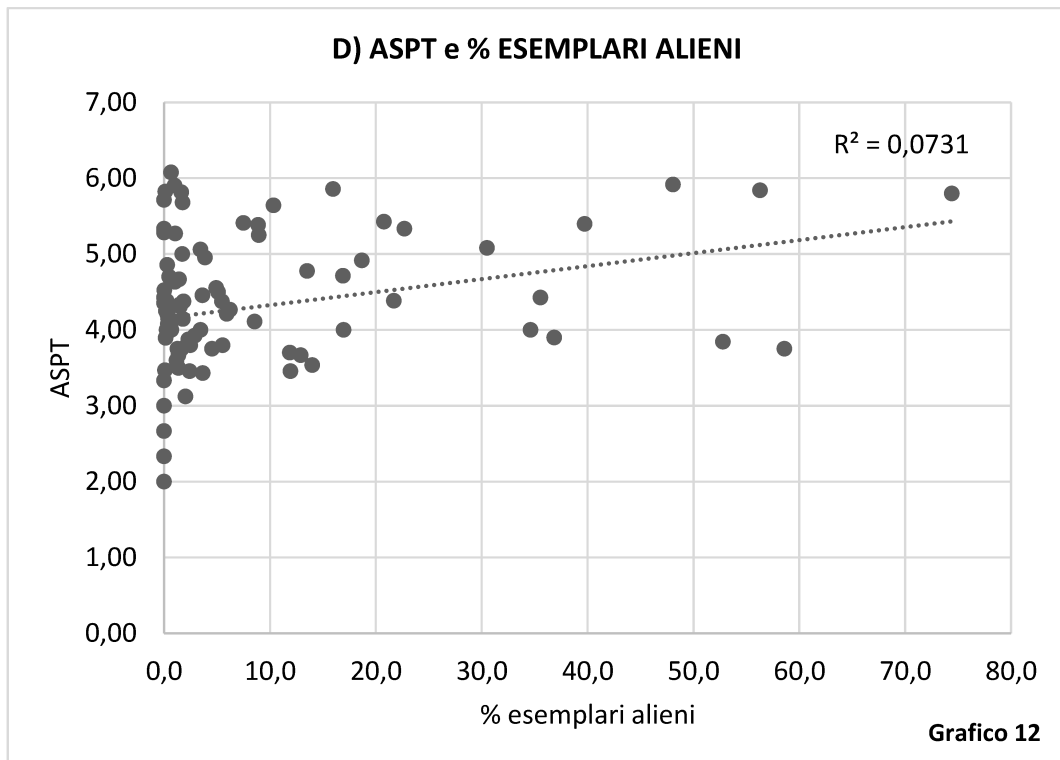
La correlazione tra ASPT e numero di taxa alieni sui dati grezzi è risultata statisticamente significativa ( $R = 0,34$ ,  $p = 0,001$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson (Grafico 9).



La correlazione tra ASPT e percentuale di taxa alieni sui dati grezzi è risultata statisticamente non significativa ( $R = 0,18$ ,  $p = 0,89$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson (Grafico 10).



La correlazione tra ASPT e numero di esemplari alieni sui dati grezzi è risultata statisticamente significativa ( $R = 0,22$ ,  $p = 0,04$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson (Grafico 11).



La correlazione tra ASPT e percentuale di esemplari alieni sui dati grezzi è risultata statisticamente significativa ( $R = 0,27$ ,  $p = 0,01$ ,  $N = 93$ ) secondo la correlazione di Pearson (Grafico 12).

## 4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

### 4.1 Discussione

In Italia, gli indici biologici previsti dalla normativa per la valutazione della qualità dei corpi idrici, in recepimento della Direttiva Quadro per le Acque, non prevedono (ad eccezione dell'ittiofauna) l'integrazione del parametro "alloctonia" ai fini del giudizio di qualità. Eppure, un ambiente degradato, dove le specie aliene hanno un ruolo consistente o rilevante nella comunità, non dovrebbe essere valutato alla pari di un ambiente che ospita solo comunità autoctone. Il giudizio complessivo andrebbe quindi riconsiderato affiancando il giudizio di qualità con un indice di alloctonia (IA) del corpo idrico, basato sulla presenza e abbondanza di specie aliene (Bodon *et al.*, 2021a).

Questo studio, di carattere preliminare, fornisce un primo quadro conoscitivo sulla presenza e quantità di specie alloctone di macroinvertebrati nella zona meridionale della regione Veneto.

Sono state rilevate undici specie alloctone e, con i dati raccolti, è stata analizzata la relazione tra l'indice di alloctonia e lo STAR\_ICMi.

In primo luogo, si è valutata la correlazione tra ciascuno dei quattro elementi che contribuiscono al calcolo della componente aliena (IA), nello specifico il numero di taxa, la percentuale di taxa, il numero di esemplari e la percentuale di esemplari, con lo STAR\_ICMi, tramite regressione lineare e coefficiente di determinazione  $R^2$ . Le correlazioni sono tutte positive ad eccezione di quella tra STAR\_ICMi e numero di taxa (Grafico 5) che è risultata debolmente negativa.

Inoltre, solo nel primo caso (Grafico 4) si è riscontrata una correlazione statisticamente significativa, le restanti correlazioni (Grafico 5, 6 e 7), invece, sono statisticamente non significative.

Successivamente, dopo aver calcolato l'Indice di Alloctonia (IA), è stata testata la correlazione con lo STAR\_ICMi, tramite regressione lineare e coefficiente di determinazione  $R^2$ . Anche in questo caso la correlazione è risultata positiva e statisticamente non significativa (Grafico 8). La correlazione attesa tra i due indici era di tipo negativo, dove a valori più alti della componente aliena ci si aspetta corrispondano valori più bassi, quindi peggiori, relativi allo stato ambientale. La presenza di specie alloctone, infatti, è spesso sintomo di una degradazione dell'ecosistema acquatico e ambienti compromessi da alterazioni o inquinamento dovrebbero favorire la colonizzazione da parte di specie alloctone e invasive (Costa *et al.*, 2019).



Inoltre, è stata valutata anche la relazione dell'IA con l'unico sub-indice dello STAR\_ICMi che misura la tolleranza degli organismi all'inquinamento organico, tipico degli ambienti alterati, l'ASPT (*Average Score Per Taxon*). Questo sub-indice lavora solo sulla presenza/assenza a livello di famiglia, non distinguendo precisamente la sensibilità delle specie alloctone dalle altre e non considerando il numero degli esemplari. Però, dal momento che la tolleranza viene valutata in base alla sensibilità agli inquinanti organici, diversi taxa alloctoni, piuttosto tolleranti, hanno un valore di sensibilità basso. Ad esempio, *Girardia tigrina* e *Potamopyrgus antipodarum*, taxa trovati frequentemente nei campionamenti del bacino, sono considerati indicatori di livello  $\beta$ -mesosaprobico (acque con moderato carico organico), mentre *Physella acuta*, abbondante in situazioni molto alterate, è indicatrice di livello  $\alpha$ -mesosaprobico (acque fortemente inquinate) e hanno un punteggio molto basso, di 1 o 3 su una scala da 1 a 10. Quindi, ovviamente, un moderato o elevato livello di inquinamento favorisce la proliferazione di queste specie alloctone.

Il sub-indice ASPT dovrebbe quindi essere influenzato dalla presenza (ma non dall'abbondanza) dei taxa alieni, in quanto questi appartengono a gruppi generalmente considerati come indicatori di basso livello. Anche in questo caso sono stati messi in relazione i quattro elementi che contribuiscono al calcolo della componente aliena (IA), cioè il numero di taxa, la percentuale di taxa, il numero di esemplari e la percentuale di esemplari, con lo STAR\_ICMi (Grafico 9, 10, 11 e 12). Emergono in tutti e quattro i casi correlazioni positive e, ad eccezione di quella che mette in relazione ASPT e percentuale taxa alieni (Grafico 10), le altre risultano statisticamente significative.

Tali risultati sono riconducibili a diversi elementi.

In primo luogo, il basso numero di dati raccolti può essere un punto di debolezza di questa analisi. Infatti, in altri studi con un campione di dati cospicuo (come Bodon *et al.*, 2021a) la correlazione tra i quattro elementi che contribuiscono al calcolo della componente aliena (IA) è risultata negativa, come ci si attendeva.

Inoltre, i corpi idrici del bacino analizzato risultano compromessi già a partire dai tratti iniziali a poca distanza dalle risorgive. Infatti, tali corpi idrici subiscono ripetuti interventi di manutenzione, durante la stagione estiva - autunnale, in alveo per il mantenimento della funzionalità idraulica, che prevedono taglio della vegetazione, dragaggio con movimentazione e rimozione dei sedimenti. Tutto ciò ha presumibilmente un grosso impatto sull'ambiente fluviale ed ha come effetto la semplificazione degli habitat. Inoltre, ai fini dell'irrigazione il bacino riceve già nei primi tratti a monte acque provenienti da altri bacini limitrofi, con conseguente inevitabile interazione tra ambienti diversi.

Questi elementi sono in grado di compromettere la sopravvivenza di tutte le specie di macroinvertebrati, sia autoctone che alloctone, favorendo l'insediamento di specie invasive.

I risultati delle elaborazioni effettuate mostrano come l'indice di qualità ambientale attualmente in uso non sia adatto a valutare l'impatto delle specie aliene; occorrono quindi valutazioni specifiche da associare al giudizio di qualità. La componente alloctona, infatti, non entra nell'algoritmo per il calcolo dell'indice STAR\_ICMi. L'unico componente dell'indice che potrebbe pesare la presenza di specie alloctone, generalmente più tolleranti all'inquinamento organico, tipico degli ambienti alterati, è l'ASPT.

Lo STAR\_ICMi valuta la presenza e abbondanza di specie alloctone (es. Corbiculidae, Cambaridae) come elemento positivo ai fini della qualità ambientale, senza considerare la loro alloctonia.

Ne è un esempio il caso di studio sui dati di quattro stazioni sul fiume Menago, riportato in Allegati nelle Figure 56 e 57, dove lo stato di qualità del corpo idrico campionato presso la stazione 1117 è risultato "Buono", mentre il giudizio della componente alloctona è risultato con "Pressione Rilevante", con una percentuale media di taxa alieni di 14,3% e una percentuale media di esemplari alieni del 34,6%, valori superiori alla percentuale media totale (8,7 % di taxa alieni e 12,2% di esemplari alieni).

## 4.2 Conclusioni

Dalle analisi effettuate emerge con chiarezza che l'indice biologico attualmente in uso per rilevare la qualità delle acque (STAR\_ICMi) non rifletta adeguatamente la presenza e consistenza delle specie alloctone. Sebbene sia stato dimostrato che non sempre le comunità biologiche siano alterate dalle specie alloctone, sarebbe comunque opportuno e importante integrare nel giudizio di qualità ambientale un indice che rappresenti lo stato di naturalità della comunità. È bene tenere conto anche della presenza e diffusione delle specie alloctone, dato che purtroppo negli ultimi anni risultano essere sempre più ampie e un problema sempre più rilevante, che può influire sul cambiamento delle comunità e della rete trofica, compromettendo le varie nicchie.

L'Indice di Alloctonia (IA) proposto da Bodon (Bodon *et al.*, 2021a) dà quindi un'informazione addizionale molto importante da integrare al giudizio sullo stato di salute dell'ecosistema acquatico (STAR\_ICMi). Esso è di semplice applicazione e necessita di uno sforzo aggiuntivo minimo rispetto al livello di determinazione solitamente richiesto nei monitoraggi routinari.

Quest'indice può essere facilmente applicato alle diverse comunità biologiche, al fine di valutare l'impatto delle specie aliene.

L'indice potrà essere migliorato; al momento, infatti, non tiene in considerazione, se non indirettamente (attraverso l'effetto sul numero degli altri taxa e/o esemplari), della biologia ed ecologia delle specie aliene che, invece, ha grande importanza. Per la componente biologica dei macroinvertebrati, al momento, non sono disponibili sufficienti dati sulla nocività dei singoli taxa, ma sarebbe opportuno acquisirle e, in futuro, affinare così l'indice (Bodon *et al.*, 2021b).

I risultati presentati in questo elaborato di Tesi sono da considerarsi preliminari. Lo studio, per essere validato, richiederebbe maggiori approfondimenti, un ampliamento dell'area di studio e del numero di campionamenti.



# ALLEGATI

Tabella 6: Accorpamento delle famiglie per il calcolo dell'ASPT

ACCORPAMENTI FAMIGLIE	PUNTEGGIO ASPT
PSYCHOMYIIDAE (inclusi ECNOMIDAE)	8
RHYACHOPIIIDAE (inclusi GLOSSOMATIDAE)	7
LIMNEPHILIDAE (inclusi APATANIDAE)	7
ANCYLIDAE (inclusi ACROLOXIDAE)	6
GAMMARIDAE (inclusi CRANGONYCTIDAE & NIPHARGIDAE)	6
HYDROPHILIDAE (inclusi HYDRAENIDAE, HELOPHORIDAE)	5
TIPULIDAE (inclusi LIMONIIDAE, PEDICIIDAE & CYLINDROTOMIDAE)	5
PLANARIIDAE (inclusi DUGESIDAE) HYDROBIIDAE (inclusi BITHYNIIDAE)	5
HYDROBIIDAE (inclusi BITHYNIIDAE)	5
TUTTI GLI OLIGOCHETI	1

**Tabella 7:** Valori del sub-indice ASPT di ciascun campionamento.

<b>DATA CAMPIONAMENTO</b>	<b>STAZIONE</b>	<b>FIUME/TORRENTE</b>	<b>ASPT</b>
26/02/2018	161	Canale Bussè	4,33
10/05/2018	161	Canale Bussè	4,00
30/08/2018	161	Canale Bussè	4,46
28/03/2018	187	Fiume Tartaro	4,67
18/10/2018	187	Fiume Tartaro	4,43
19/04/2021	187	Fiume Tartaro	4,25
17/06/2021	187	Fiume Tartaro	4,38
14/10/2021	187	Fiume Tartaro	3,88
20/02/2017	188	Fiume Menago	2,67
11/05/2017	188	Fiume Menago	4,14
06/09/2017	188	Fiume Menago	3,80
23/03/2021	200 - SA1	Canalbianco	5,33
10/06/2021	200 - SA1	Canalbianco	4,00
27/09/2021	200 - SA1	Canalbianco	4,92
23/03/2021	200 - SA2	Canalbianco	5,43
10/06/2021	200 - SA2	Canalbianco	5,86
27/09/2021	200 - SA2	Canalbianco	5,08
25/02/2019	208	Scolo Valdentro	3,75
05/06/2019	208	Scolo Valdentro	2,00
20/08/2019	208	Scolo Valdentro	3,50
15/04/2019	448	Fiume Menago	4,20
03/07/2019	448	Fiume Menago	3,43
28/10/2019	448	Fiume Menago	4,14
25/02/2019	451	Canale Adigetto	2,33
05/06/2019	451	Canale Adigetto	2,00
20/08/2019	451	Canale Adigetto	4,11
25/03/2021	1017	Fiume Menago	5,31
12/07/2021	1017	Fiume Menago	4,96
13/09/2021	1017	Fiume Menago	5,00
15/04/2019	1018	Fiume Tartaro	3,80
18/07/2019	1018	Fiume Tartaro	4,27
28/10/2019	1018	Fiume Tartaro	4,64
24/02/2022	1018	Fiume Tartaro	4,21
23/05/2022	1018	Fiume Tartaro	3,46
10/10/2022	1018	Fiume Tartaro	4,39
26/03/2014	1114	Fiume Tione	5,91
28/05/2014	1114	Fiume Tione	5,82
02/10/2014	1114	Fiume Tione	5,71
13/03/2017	1114	Fiume Tione	6,08
10/05/2017	1114	Fiume Tione	5,82
12/10/2017	1114	Fiume Tione	5,06
08/03/2021	1114	Fiume Tione	5,68
25/10/2021	1114	Fiume Tione	4,71
26/03/2014	1117	Fiume Menago	5,25
07/10/2014	1117	Fiume Menago	5,41
11/05/2017	1117	Fiume Menago	5,80

<b>DATA CAMPIONAMENTO</b>	<b>STAZIONE</b>	<b>FIUME/TORRENTE</b>	<b>ASPT</b>
13/09/2017	1117	Fiume Menago	5,33
29/03/2021	1117	Fiume Menago	5,92
31/05/2021	1117	Fiume Menago	5,64
13/09/2021	1117	Fiume Menago	5,84
10/03/2016	1138	Scolo Aosetto	3,90
26/05/2016	1138	Scolo Aosetto	3,75
25/08/2016	1138	Scolo Aosetto	4,37
22/02/2021	1138	Scolo Aosetto	4,36
18/05/2021	1138	Scolo Aosetto	3,47
14/10/2021	1138	Scolo Aosetto	4,53
24/03/2016	1145	Fossa Baldona	3,00
26/05/2016	1145	Fossa Baldona	3,00
01/09/2016	1145	Fossa Baldona	2,33
19/04/2021	1145	Fossa Baldona	3,00
17/06/2021	1145	Fossa Baldona	3,60
18/10/2021	1145	Fossa Baldona	4,00
24/03/2016	1146	Fossa De Morta De Travenzuolo	3,33
25/05/2016	1146	Fossa De Morta De Travenzuolo	2,00
01/09/2016	1146	Fossa De Morta De Travenzuolo	4,78
12/03/2015	1173	Fiume Tione	4,86
09/07/2015	1173	Fiume Tione	4,56
22/10/2015	1173	Fiume Tione	4,00
08/03/2021	1173	Fiume Tione	4,50
07/07/2021	1173	Fiume Tione	3,67
11/10/2021	1173	Fiume Tione	4,38
26/02/2018	1199	Canale Bussè	4,70
10/05/2018	1199	Canale Bussè	3,67
30/08/2018	1199	Canale Bussè	5,29
28/03/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	5,39
23/05/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	5,40
02/09/2019	1203	Fossa Bra' Falconer	5,27
09/04/2020	1281	Fossa Leona	3,75
09/04/2020	1294	Scolo Aosetto	4,31
30/06/2020	1294	Scolo Aosetto	3,46
30/09/2020	1294	Scolo Aosetto	3,54
02/03/2017	3101	Fossa Gambisa	3,92
17/07/2017	3101	Fossa Gambisa	3,13
12/10/2017	3101	Fossa Gambisa	4,08
21/04/2021	3205	Fiume Tartaro	4,13
17/06/2021	3205	Fiume Tartaro	4,00
18/10/2021	3205	Fiume Tartaro	4,39
28/03/2019	3206	Tione dei Monti	3,75
03/06/2019	3206	Tione dei Monti	3,85
23/10/2019	3206	Tione dei Monti	3,90
24/02/2022	3206	Tione dei Monti	3,70
23/05/2022	3206	Tione dei Monti	4,43
01/09/2022	3206	Tione dei Monti	3,85

**Tabella 8:** Lista delle specie aliene presenti in Italia

GRUPPO	UNITÀ SISTEMATICA	SPECIE ALIENE	BIBLIOGRAFIA SOMMARIA
Cnidaria	<b>Olindiasidae</b>	<i>Craspedacusta sowerbii</i> Lankester, 1880	Rossi, 1971; Rossi e Lodi, 1971; Badino e Lodi, 1972; Cotta Ramusino, 1972; Cianficconi <i>et al.</i> , 1974; Malaguzzi e Vicini, 1989; Sconfiatti, 1990; Trentini, 1993; Stefani <i>et al.</i> , 2010; Cantagalli e Innocenti, 2013; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; Groppali, 2013; Morpurgo e Alber, 2015; Ciutti <i>et al.</i> , 2017
Tricladida	<b>Girardia</b>	<i>Girardia tigrina</i> (Gerard, 1850)	Benazzi, 1955, 1981, 1993; Stocchino <i>et al.</i> , 2013; Costa <i>et al.</i> , 2019
Oligochaeta	<b>Acanthodrilidae</b>	<i>Microscolex dubius</i> (Fletscher, 1887)	Ferreri, 1996; Omodeo <i>et al.</i> , 2005
		<i>Microscolex phosphoreus</i> (Dugès, 1837)	Ferreri, 1996; Omodeo <i>et al.</i> , 2005; Rota, 2013; Costa <i>et al.</i> , 2019
	<b>Ocnerodrilidae</b>	<i>Eukerria saltensis</i> (Beddard, 1895)	Jamieson, 1970; Cosín <i>et al.</i> , 1980; Ferreri, 1996; Omodeo <i>et al.</i> , 2005; Rota, 2013; Costa <i>et al.</i> , 2019
		<i>Ocnerodrilus occidentalis</i> Eisen, 1878	Gates, 1973; Omodeo <i>et al.</i> , 2005; Rota, 2013; Costa <i>et al.</i> , 2019
	<b>Octochaetidae</b>	<i>Dichogaster modiglianii</i> (Rosa, 1896)	Reynolds <i>et al.</i> , 1995; Omodeo <i>et al.</i> , 2005
	<b>Sparganophilidae</b>	<i>Sparganophilus tamensis</i> Benham, 1892	Graefe e Beylich, 2011; Rota <i>et al.</i> , 2014
	<b>Tubificidae</b>	<i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard, 1892	Casellato, 1984; Grabowski e Jabłońska, 2009; Omodeo <i>et al.</i> , 2005; Rota, 2013; Sambugar e Giacomazzi, 2013; Costa <i>et al.</i> , 2019
<i>Monopylephorus limosus</i> (Hatai, 1898)		Erséus e Paoletti, 1986; Paoletti, 1987; Omodeo <i>et al.</i> , 2005; Sambugar e Giacomazzi, 2013	
Branchiobdellae	<b>Branchiobdellidae</b>	<i>Xironogiton victoriensis</i> Gelder & Hall, 1990	Quaglio <i>et al.</i> , 2001; Morolli e Quaglio, 2002; Oberkofler <i>et al.</i> , 2002
		<i>Cambarincola mesochoreus</i> Hoffman, 1963	Gelder <i>et al.</i> , 1994, 1999; Nobile <i>et al.</i> , 2002
Hirudinea	<b>Italobdella</b>	<i>Italobdella ciosi</i> Bielecki, 1993	Bielecki, 1993; Bielecki e Cios, 1997; Juhász e Békési, 2002; Kaiser e Wittling, 2002
	<b>Piscicola</b>	<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1758)	Minelli, 1977, 1979, 2005; Delmastro, 1988; Gherardi <i>et al.</i> , 2008



	<b>Barbronia</b>	<i>Barbronia weberi</i> (Blankard, 1897)	Genoni e Fazzone, 2008; Genoni <i>et al.</i> , 2008; Gherardi <i>et al.</i> , 2008; Costa <i>et al.</i> , 2019
Gastropoda "Prosobranchia"	<b>Tateidae</b>	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Gray, 1843)	Berner, 1963; Giusti e Pezzoli, 1984; Favilli <i>et al.</i> , 1998; Bodon <i>et al.</i> , 2005b; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; Costa <i>et al.</i> , 2017, 2019; Glöer, 2019
	<b>Thiaridae</b>	<i>Melanooides tuberculata</i> (Müller, 1774)	Bodon <i>et al.</i> , 2005b; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; Costa <i>et al.</i> , 2019; Glöer, 2019
	<b>Viviparidae</b>	<i>Sinotaia quadrata</i> (Benson, 1842)	Cianfanelli <i>et al.</i> , 2017
Gastropoda Heterostropha	<b>Valvatidae</b>	<i>Borysthenia naticina</i> (Menke, 1845)	Niero e Bodon, 2011; Glöer, 2019
Gastropoda Pulmonata	<b>Ancylidae</b>	<i>Ferrissia californica</i> (Rowell, 1863)	Mirolli, 1960; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; Glöer, 2019
	<b>Lymnaeidae</b>	<i>Pseudosuccinea columella</i> (Say, 1817)	Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; Glöer, 2019
	<b>Physidae</b>	<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007, 2008; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; Ebbs <i>et al.</i> , 2018; Costa <i>et al.</i> , 2019; Glöer, 2019
	<b>Planorbidae</b>	<i>Gyraulus chinensis</i> (Dunker, 1848)	Meier-Brook, 1983; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; Costa <i>et al.</i> , 2019; Glöer, 2019
		<i>Gyraulus riparius</i> (Westerlund, 1865)	Niero, 2015
		<i>Helisoma duryi</i> (Wetherby, 1879)	Giusti <i>et al.</i> , 1995; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; Glöer, 2019
<i>Helisoma scalare</i> (Jay, 1839)		Glöer, 2019	
	<i>Menetus dilatatus</i> (Gould, 1841)	Glöer, 2019	
Bivalvia	<b>Cyrenidae</b>	<i>Corbicula fluminalis</i> (Müller, 1774)	Lori <i>et al.</i> , 2005; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; Ciutti e Cappelletti, 2009; López-Soriano <i>et al.</i> , 2018; Bodon <i>et al.</i> , 2020
		<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)	Fabbri e Landi, 1999; Bodon <i>et al.</i> , 2005a; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; Ciutti <i>et al.</i> , 2007; Ciutti e Cappelletti, 2009; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; López-Soriano <i>et al.</i> , 2018; Bodon <i>et al.</i> , 2020
		<i>Corbicula largillierti</i> (Philippi, 1844)	López-Soriano <i>et al.</i> , 2018; Bodon <i>et al.</i> , 2020
		<i>Corbicula leana</i> Prime, 1867	López-Soriano <i>et al.</i> , 2018; Bodon <i>et al.</i> , 2020
	<b>Dreissenidae</b>	<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	Giusti e Oppi, 1973; Bodon <i>et al.</i> , 2005a; Lancioni e Gaino, 2006; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007, 2010;

			Colomba <i>et al.</i> , 2013; Gherardi <i>et al.</i> , 2013
	<b>Unionidae</b>	<i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea, 1834)	Fabbri e Landi, 1999; Niero, 2003; Bodon <i>et al.</i> , 2005a; Cianfanelli <i>et al.</i> , 2007; De Vico <i>et al.</i> , 2007; Colomba <i>et al.</i> , 2013; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; Renda e Niero, 2014; Ercolini, 2015; Costa <i>et al.</i> , 2019
Crustacea Branchiura	<b>Argulidae</b>	<i>Argulus japonicus</i> Thiele, 1900	Fryer, 1982; Argano, 1995; Holdich e Pöckl, 2007; Soes <i>et al.</i> , 2010; Møller, 2015
Crustacea Amphipoda	<b>Gammaridae</b>	<i>Dikerogammarus villosus</i> (Sawinsky, 1894)	Ruffo e Stoch, 2005; Casellato <i>et al.</i> , 2006, 2007; Holdich e Pöckl, 2007; Casellato <i>et al.</i> , 2008; Tricarico <i>et al.</i> , 2012; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; Marchi <i>et al.</i> , 2014; Rewic <i>et al.</i> , 2017
		<i>Gammarus roeselii</i> Gervais, 1835	Ruffo <i>et al.</i> , 1990; Ruffo e Stoch, 2005; Paganelli <i>et al.</i> , 2015
Crustacea Decapoda	<b>Astacidae</b>	<i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholtz, 1823	Frogliia, 1995, 2005; Dörr <i>et al.</i> , 2001; Mazzoni <i>et al.</i> , 2004; Chiesa <i>et al.</i> , 2006; Machino e Holdich, 2006; Aquiloni <i>et al.</i> , 2010; Morpurgo <i>et al.</i> , 2010; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; Fortini, 2016; Fenoglio e Bo, 2020
		<i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana, 1852)	Machino, 1997; Dörr <i>et al.</i> , 2001; Mazzoni <i>et al.</i> , 2004; Frogliia, 2005; Capurro <i>et al.</i> , 2006, 2007, 2009; Aquiloni <i>et al.</i> , 2010; Candiotto <i>et al.</i> , 2010; Johnsen e Taugbøl, 2010; Morpurgo <i>et al.</i> , 2010; Bo <i>et al.</i> , 2016; Fortini, 2016; Fenoglio e Bo, 2020; Della Bella <i>et al.</i> , 2021
		<b>Cambaridae</b>	<i>Faxonius limosus</i> (Rafinesque, 1817)
		<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)	Delmastro 1992, 1999; Frogliia, 1995, 2005; Fabbri e Landi, 1999; Groppali, 2003; Mazzoni <i>et al.</i> , 2004; Gherardi, 2006; Savini, 2007; Aquiloni <i>et al.</i> , 2010; Morpurgo <i>et al.</i> , 2010; Tricarico <i>et al.</i> , 2012; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; Fortini, 2016;
		<i>Procambarus virginialis</i> (Lyko, 2017)	Nonnis Marzano <i>et al.</i> , 2009; Gherardi <i>et al.</i> , 2013; Fenoglio e Bo, 2020

Ephemeroptera	<b>Ametropus</b>	<i>Ametropus fragilis</i> Albarda, 1878	Turin <i>et al.</i> , 1997; Belfiore, 2005; Ćuket <i>et al.</i> , 2015
Coleoptera	<b>Sphaeriusidae</b>	<i>Cercyon laminatus</i> Sharp, 1863	Rocchi, 2005; Jia <i>et al.</i> , 2011
		<i>Cryptopleurum subtile</i> (Sharp, 1884)	Rocchi, 2005; Jia e Zhang, 2017
		<i>Pelosoma lafertei</i> Mulsant, 1844	Chiesa, 1959; Rocchi, 2005; Gherardi <i>et al.</i> , 2010
Diptera Nematocera	<b>Culicidae</b>	<i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	Sabatini <i>et al.</i> , 1990; Cocchi e Tamburro, 1991; Romi, 1995; Knudsen <i>et al.</i> , 1996; Di Luca <i>et al.</i> , 2003; Schnaffer, 2003; Baldaccini e Gianhecchi, 2009; Dutto, 2009; Peretti <i>et al.</i> , 2009; Romi <i>et al.</i> , 2009;
		<i>Aedes koreicus</i> (Edwards, 1917)	Versteirt <i>et al.</i> , 2012; Ballardini <i>et al.</i> , 2019

**Tabella 9:** Lista delle specie alloctone rilevate nel bacino del Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante.

STAZIONE BIO NR	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	DATA CAMP.	GRUPPO/FAM.	SPECIE	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI 1 m <sup>2</sup>	NR ESEMPLARI TOT 1 m <sup>2</sup>
161	Canale Bussè	Roverechiara	VR	26/02/2018	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	1	9	12	806
				10/05/2018	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	1	12	2	808
				30/08/2018	Ancylidae	<i>Ferrissia californica</i>	4	15	2	550
				30/08/2018	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	4	15	12	550
				30/08/2018	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	4	15	4	550
				30/08/2018	Physidae	<i>Physella acuta</i>	4	15	2	550
187	Fiume Tartaro	Gazzo Veronese	VR	28/03/2018	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	12	4	1276
				28/03/2018	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	2	12	14	1276
				19/04/2021	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	1	14	2	1138
				17/06/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	11	2	2482
				17/06/2021	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	2	11	44	2482
				14/10/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	9	6	346
				14/10/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	9	2	346
188	Fiume Menago	Cerea	VR	11/05/2017	Physidae	<i>Physella acuta</i>	1	10	2	520
				06/09/2017	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	2	8	2	506
				06/09/2017	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	8	26	506

STAZIONE BIO NR	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	DATA CAMP.	GRUPPO/FAM.	SPECIE	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI 1 m <sup>2</sup>	NR ESEMPLARI TOT 1 m <sup>2</sup>
200 – SA1	Canalbianco	Trecenta	RO	10/06/2021	Gammaridae	<i>Dikerogammarus villosus</i>	3	6	70	396
				10/06/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	6	2	396
				10/06/2021	Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i>	3	6	2	396
				27/09/2021	Ancylidae	<i>Ferrissia californica</i>	4	12	2	238
				27/09/2021	Gammaridae	<i>Dikerogammarus villosus</i>	4	12	14	238
				27/09/2021	Dugesiidae	<i>Girardia tigrina</i>	4	12	10	238
				27/09/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	4	12	12	238
200 – SA2	Canalbianco	Trecenta	RO	23/03/2021	Gammaridae	<i>Dikerogammarus villosus</i>	1	7	40	236
				10/06/2021	Gammaridae	<i>Dikerogammarus villosus</i>	3	7	70	356
				10/06/2021	Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i>	3	7	2	356
				10/06/2021	Planorbidae	<i>Menetus dilatatus</i>	3	7	2	356
				27/09/2021	Ancylidae	<i>Ferrissia californica</i>	4	12	10	282
				27/09/2021	Gammaridae	<i>Dikerogammarus villosus</i>	4	12	30	282
				27/09/2021	Gammaridae	<i>Gammarus roeselii</i>	4	12	4	282
				27/09/2021	Dugesiidae	<i>Girardia tigrina</i>	4	12	16	282
				27/09/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	4	12	26	282
208	Scolo Valdentro	Adria	RO	25/02/2019	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	1	8	4	88
				20/08/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	1	9	2	148
448	Fiume Menago	Cerea	VR	15/04/2019	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	1	8	6	1818
				03/07/2019	Dugesiidae	<i>Girardia tigrina</i>	2	9	12	384
				03/07/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	9	2	384
				28/10/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	1	9	2	112

STAZIONE BIO NR	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	DATA CAMP.	GRUPPO/FAM.	SPECIE	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI 1 m <sup>2</sup>	NR ESEMPLARI TOT 1 m <sup>2</sup>
451	Canale Adigetto	Adria	RO	20/08/2019	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	13	2	140
				20/08/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	13	10	140
1017	Fiume Menago	Buttapietra	VR	12/07/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	1	33	42	1084
				13/09/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	1,5	32	6	806
				13/09/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	1,5	32	8	806
1018	Fiume Tartaro	Vigasio	VR	15/04/2019	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	3	12	2	3318
				15/04/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	12	30	3318
				15/04/2019	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	12	50	3318
				18/07/2019	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	4	19	2	5244
				18/07/2019	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	4	19	180	5244
				18/07/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	4	19	102	5244
				18/07/2019	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	4	19	42	5244
				28/10/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	13	2	2110
				28/10/2019	Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i>	3	13	2	2110
				28/10/2019	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	13	18	2110
				24/02/2022	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	3	17	26	3538
				24/02/2022	Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i>	3	17	2	3538
				24/02/2022	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	17	182	3538
				23/05/2022	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	2	16	284	3014
				23/05/2022	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	16	76	3014
				10/10/2022	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	2	14	6	3460
10/10/2022	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	14	2	3460				

STAZIONE BIO NR	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	DATA CAMP.	GRUPPO/FAM.	SPECIE	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI 1 m <sup>2</sup>	NR ESEMPLARI TOT 1 m <sup>2</sup>
1114	Fiume Tione	Mozzecane	VR	26/03/2014	DugesIIDae	<i>Girardia tigrina</i>	2	29	2	1584
				26/03/2014	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	29	14	1584
				28/05/2014	DugesIIDae	<i>Girardia tigrina</i>	2	31	4	1352
				28/05/2014	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	31	18	1352
				13/03/2017	Physidae	<i>Physella acuta</i>	1	22	4	592
				10/05/2017	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	2	26	2	3584
				10/05/2017	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	26	2	3584
				12/10/2017	DugesIIDae	<i>Girardia tigrina</i>	2	24	2	1042
				12/10/2017	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	24	34	1042
				08/03/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	31	70	4523
				08/03/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	31	10	4523
				25/10/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	18	78	592
				25/10/2021	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	18	22	592

STAZIONE BIO NR	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	DATA CAMP.	GRUPPO/FAM.	SPECIE	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI 1 m <sup>2</sup>	NR ESEMPLARI TOT 1 m <sup>2</sup>
1117	Fiume Menago	Oppeano	VR	26/03/2014	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	26	4	894
				26/03/2014	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	26	76	894
				07/10/2014	Dugesiidae	<i>Girardia tigrina</i>	3	22	4	640
				07/10/2014	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	22	26	640
				07/10/2014	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	22	18	640
				11/05/2017	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	1	15	1314	1766
				13/09/2017	Dugesiidae	<i>Girardia tigrina</i>	4	23	2	1136
				13/09/2017	Physidae	<i>Physella acuta</i>	4	23	144	1136
				13/09/2017	Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i>	4	23	4	1136
				13/09/2017	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	4	23	108	1136
				29/03/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	3	17	1562	3332
				29/03/2021	Dugesiidae	<i>Girardia tigrina</i>	3	17	4	3332
				29/03/2021	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	17	36	3332
				31/05/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	19	448	4702
				31/05/2021	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	19	38	4702
				13/09/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	3	26	1166	2408
				13/09/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	26	90	2408
13/09/2021	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	26	100	2408				



STAZIONE BIO NR	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	DATA CAMP.	GRUPPO/FAM.	SPECIE	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI 1 m <sup>2</sup>	NR ESEMPLARI TOT 1 m <sup>2</sup>
1138	Scolo Aosetto	Zevio	VR	10/03/2016	Physidae	<i>Physella acuta</i>	1	26	8	5796
				26/05/2016	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	21	20	3104
				26/05/2016	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	21	32	3104
				25/08/2016	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	24	2	1888
				25/08/2016	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	24	2	1888
				18/05/2021	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	1	20	4	5114
				14/10/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	0,5	26	2	4512
1145	Fossa Baldona	Isola della Scala	VR	17/06/2021	Unionidae	<i>Sinanodonta woodiana</i>	1	5	6	510
				18/10/2021	Unionidae	<i>Sinanodonta woodiana</i>	1	6	2	284
1146	Fossa De Morta	Travenzuolo	VR	01/09/2016	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	2	9	8	296
				01/09/2016	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	9	32	296
1173	Fiume Tione	Trevenzuolo	VR	12/03/2015	Physidae	<i>Physella acuta</i>	1	10	10	3404
				09/07/2015	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	13	2	284
				09/07/2015	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	13	12	284
				22/10/2015	Dugesidae	<i>Girardia tigrina</i>	2	10	8	290
				22/10/2015	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	10	2	290
				08/03/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	3	17	12	352
				08/03/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	17	4	352
				08/03/2021	Unionidae	<i>Sinanodonta woodiana</i>	3	17	2	352
				07/07/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	12	18	836
				07/07/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	12	90	836
				11/10/2021	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	15	4	694
				11/10/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	15	34	694

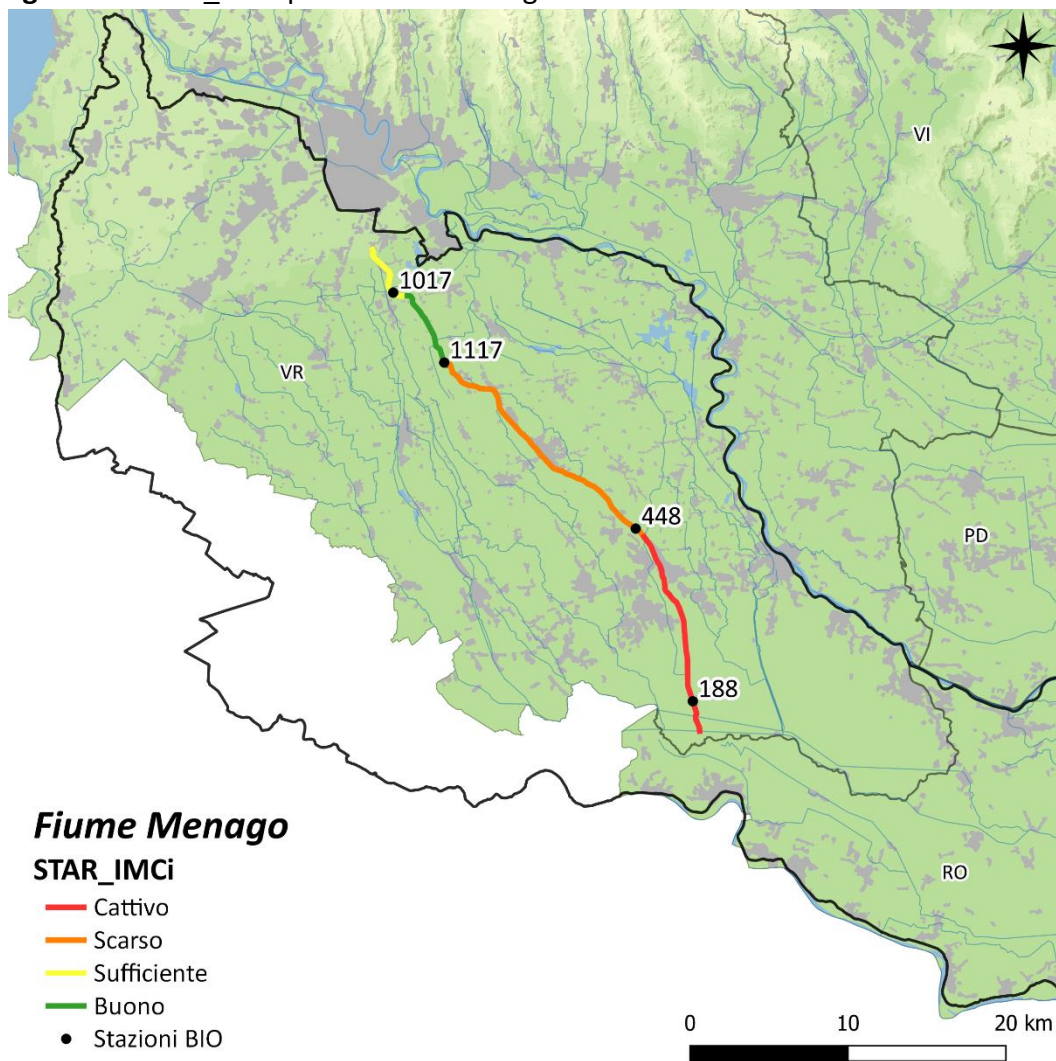
STAZIONE BIO NR	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	DATA CAMP.	GRUPPO/FAM.	SPECIE	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI 1 m <sup>2</sup>	NR ESEMPLARI TOT 1 m <sup>2</sup>
1199	Canale Bussè	Oppeano	VR	26/02/2018	Unionidae	<i>Sinanodonta woodiana</i>	1	14	2	422
				10/05/2018	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	11	2	734
				10/05/2018	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	11	8	734
1203	Fossa Bra' Falconer	Isola della Scala	VR	28/03/2019	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	1	17	90	1012
				23/05/2019	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	1	13	170	428
				02/09/2019	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	2	13	2	382
				02/09/2019	Dugesiiidae	<i>Girardia tigrina</i>	2	13	2	382
1281	Fossa Leona	Vigasio	VR	09/04/2020	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	14	186	720
				09/04/2020	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	14	236	720
1294	Scolo Aosetto	San Giovanni in Lupatoto	VR	09/04/2020	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	1	19	30	1980
				30/06/2020	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	15	6	4476
				30/06/2020	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	15	102	4476
				30/09/2020	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	17	66	828
				30/09/2020	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	17	50	828
3101	Fossa Gambisa	Vigasio	VR	02/03/2017	Ancylidae	<i>Ferrissia californica</i>	4	21	2	3496
				02/03/2017	Physidae	<i>Physella acuta</i>	4	21	96	3496
				02/03/2017	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	4	21	2	3496
				02/03/2017	Unionidae	<i>Sinanodonta woodiana</i>	4	21	2	3496
				17/07/2017	Ancylidae	<i>Ferrissia californica</i>	3	12	6	980
				17/07/2017	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	12	6	980
				17/07/2017	Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i>	3	12	8	980
				12/10/2017	Ancylidae	<i>Ferrissia californica</i>	2	15	2	2444
				12/10/2017	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	15	7	2444

STAZIONE BIO NR	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PROV.	DATA CAMP.	GRUPPO/FAM.	SPECIE	NR TAXA ALIENI	NR TAXA TOT	NR ESEMPLARI ALIENI 1 m <sup>2</sup>	NR ESEMPLARI TOT 1 m <sup>2</sup>
3205	Fiume Tartaro	Isola della Scala	VR	21/04/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	11	6	2056
				21/04/2021	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	11	10	2056
				17/06/2021	Dugesiiidae	<i>Girardia tigrina</i>	3	12	4	3222
				17/06/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	12	696	3222
				17/06/2021	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	12	418	3222
				18/10/2021	Dugesiiidae	<i>Girardia tigrina</i>	3	16	4	1520
				18/10/2021	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	16	250	1520
				18/10/2021	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	16	76	1520
3206	Tione dei Monti	Sona	VR	28/03/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	15	6	7078
				28/03/2019	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	15	84	7078
				03/06/2019	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	20	4	1380
				03/06/2019	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	20	28	1380
				23/10/2019	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	2	15	4	1888
				23/10/2019	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	15	692	1888
				24/02/2022	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	1	15	792	6158
				23/05/2022	Physidae	<i>Physella acuta</i>	2	16	8	5326
				23/05/2022	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	16	1886	5326
				01/09/2022	Cyrenidae	<i>Corbicula spp.</i>	3	17	2	504
				01/09/2022	Physidae	<i>Physella acuta</i>	3	17	4	504
				01/09/2022	Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	17	260	504

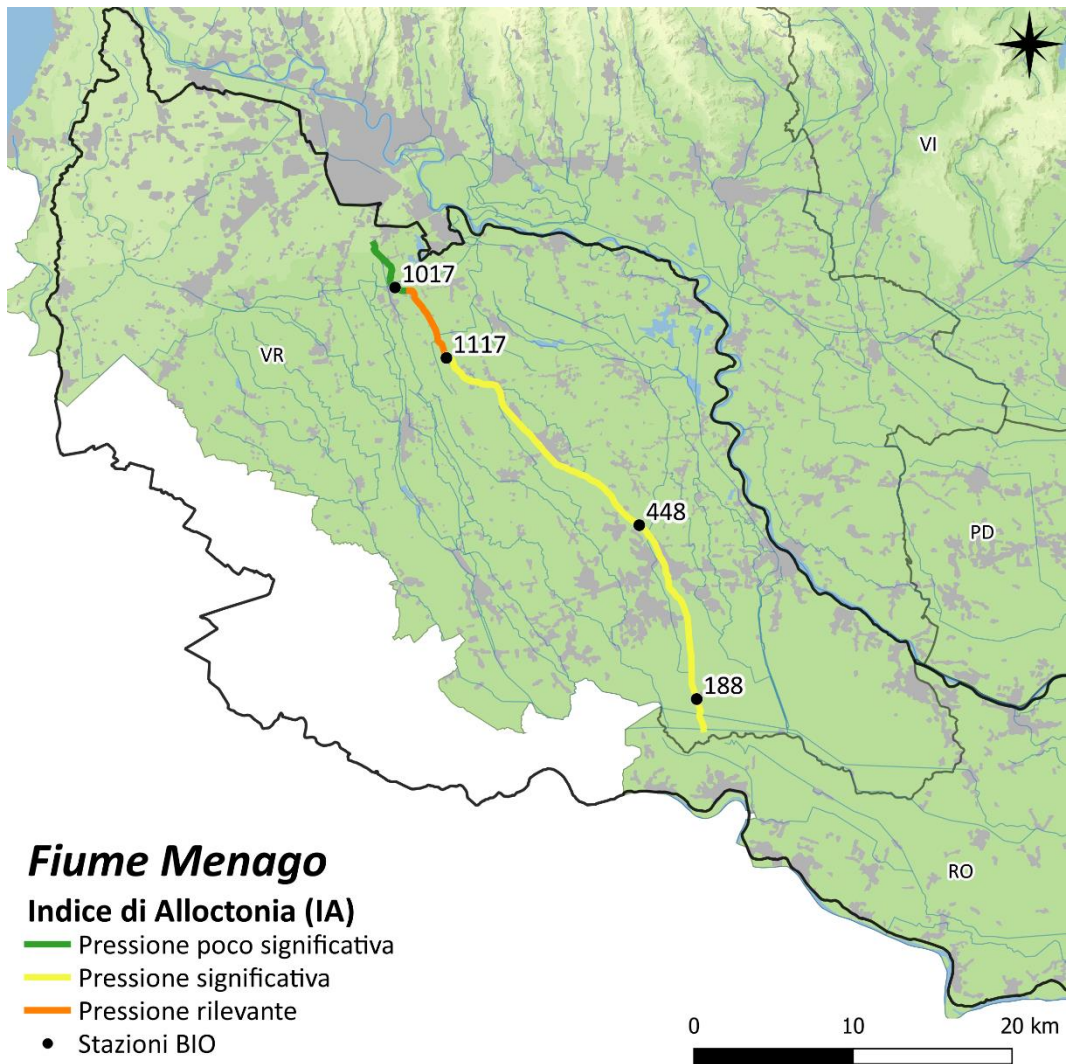
## Caso di studio: il fiume Menago

Nel caso del fiume Menago i Piani di monitoraggio di ARPAV hanno previsto il campionamento in 4 stazioni lungo l'asta fluviale dal 2014 al 2021 (stazioni 1017, 1117, 448, 188).

Figura 56: STAR\_IMCi per il Fiume Menago



**Figura 57: IA per il Fiume Menago**



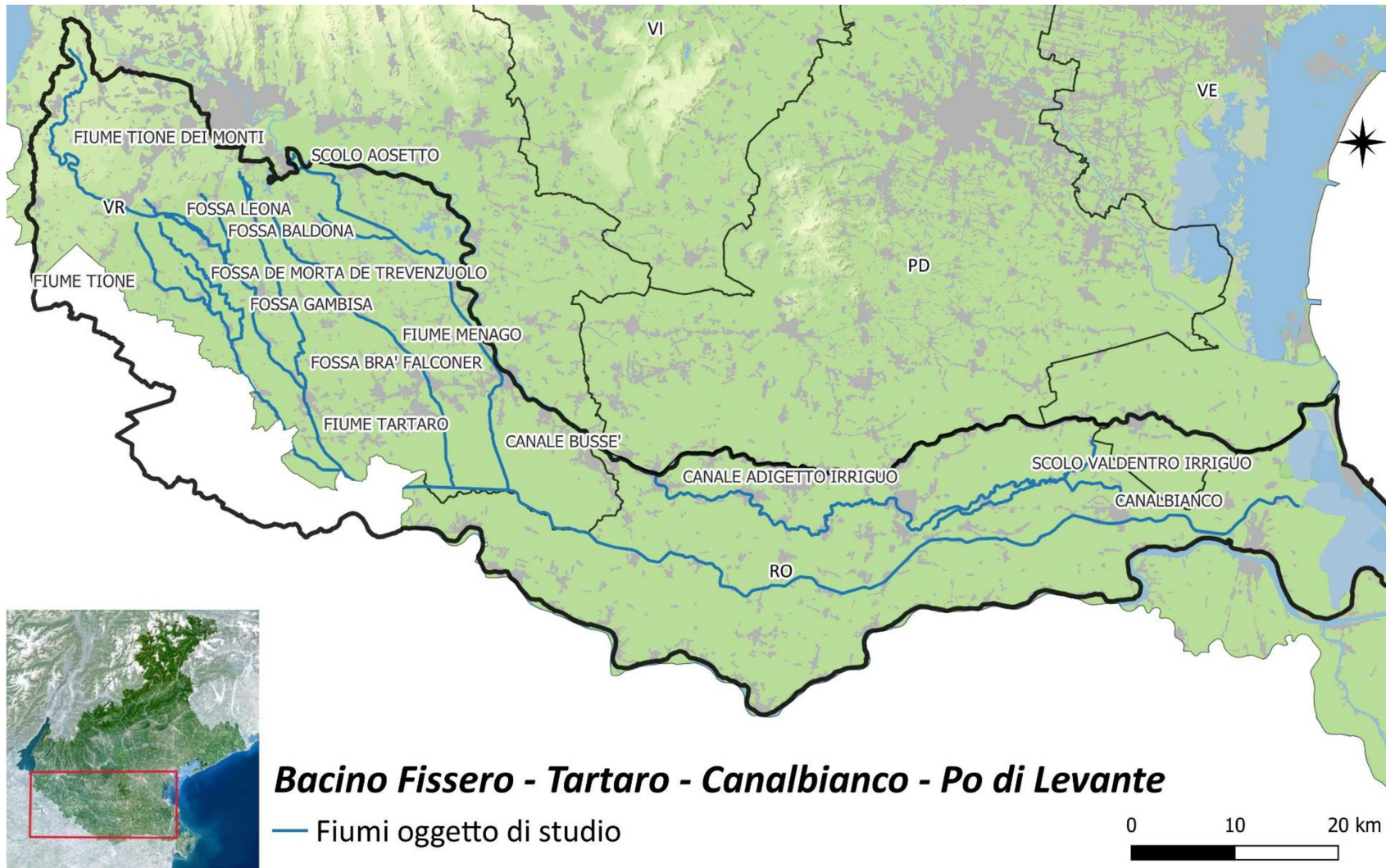


Figura 58: Cartina dei fiumi oggetto di studio del Bacino Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante



# BIBLIOGRAFIA

- Armitage P.D., Moss D., Wright J.F., Furse M.T., 1983. *The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites.*
- ARPAV, 2021. *Stato delle acque superficiali del Veneto: Corsi d'acqua e Laghi - Anno 2021, Rapporto tecnico.*
- Autorità di Bacino, 2010. *Piano di Gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali: Bacino dei fiumi Fissero, Tartaro e Canalbianco.*
- Benazzi M., 1993. *Occurrence of a sexual population of Dugesia (Girardia) tigrina, a freshwater planarian native to America, in a lake of southern Italy.* Bolletino di Zoologia, 60 (1): 129-130.
- Blackburn T.M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J.T., Duncan R., Jarošík V., Wilson J.R.U., Richardson D.M., 2011. *A proposed unified framework for biological invasions.* Trends in Ecology and Evolution 26(7), 333-339.
- Blasi C., Carli E., Celesti-Grapow L., Copiz R., Frondoni R., Iberite M., Tilia A., 2022. *Linee guida per la gestione delle specie vegetali alloctone. L'esperienza maturata nell'ambito del progetto Life PonDerat.* Ispra, Manuali e Linee Guida n. 200/2022.
- Bodon M., Costa S., Risso A.M., Morchio F., 2021a. *Specie aliene nei corsi d'acqua della Liguria: influenza sui risultati degli indicatori biologici e proposta di un indice di alloctonia. Parte 1<sup>a</sup> – Presupposti e costruzione dell'indice.* Biologia Ambientale, 35: 24-43.
- Bodon M., Costa S., Risso A.M., Morchio F., 2021b. *Specie aliene nei corsi d'acqua della Liguria: influenza sui risultati degli indicatori biologici e proposta di un indice di alloctonia. Parte 2<sup>a</sup> – Applicazione dell'indice.* Biologia Ambientale, 35: 44-81.
- Bodon M., López-Soriano J., Quiñonero-Salgado S., Nardi G., Niero I., Cianfanelli S., Dal Mas A., Elvio F., Baldessin F., Turco F., Ercolini P., Baldaccini G. N., Costa S., 2020. *Unravelling the complexity of Corbicula clams invasion in Italy (Bivalvia: Cyrenidae).*
- Buffagni A. e Belfiore C., 2007. *ICMeasy 1.2: a software for the intercalibration common metrics and index easy calculation.* User guide. IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici, 101-114pp.
- Buffagni A., Erba S., 2007. *Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/EC (WFD): l'indice STAR\_ICMi.* CNR-IRSA, Brugherio (MI).



- Campaioli S., Ghetti P.F, Minelli A., Ruffo S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. I.* Provincia Autonoma di Trento, Trento, 1-357pp.
- Campaioli S., Ghetti P.F, Minelli A., Ruffo S., 1999. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. II.* Provincia Autonoma di Trento, Trento, 358-484pp.
- Carnevali L., Alonzi A., Genovesi P., 2019 - *Nuovi strumenti normativi per la gestione delle specie esotiche invasive: Indicazioni tecnico-operative per l'applicazione del Reg. UE 1143/14 e del D.Lgs. n.230/17. Rapporto tecnico Life ASAP.* <https://www.lifeasap.eu/index.php/it/progetto/documenti>.
- Carnevali L., Monaco A., Alonzi A., Grignetti A., Aragno P., Genovesi P., 2021. Report regolamento specie esotiche invasive. In: Ercole S., Angelini P., Carnevali L., Casella L., Giacanelli V., Grignetti A., La Mesa G., Nardelli R., Serra L., Stoch F., Tunesi L., Genovesi P., 2021. *Rapporti Direttive Natura (2013-2018). Sintesi dello stato di conservazione delle specie e degli habitat di interesse comunitario e delle azioni di contrasto alle specie esotiche di rilevanza unionale in Italia.* ISPRA, Serie Rapporti 349/2021.
- Cianfanelli S., Lori E., Bodon M., 2007. *Non-indigenous freshwater molluscs and their distribution in Italy. In Gherardi F.: Biological invader in inland waters: profiles, distribution, and threats.* Chapter five: 103-121. Springer, Dordrecht.
- CNR, 2007. *Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Notiziario dei Metodi Analitici - Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR).*
- Commissione Europea, 2022. *Biodiversity strategy for 2030.*
- COP 6 Decision VI/23, *Alien species that threaten ecosystems, habitats or species,* Sixth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity the Hague, Netherlands 7 - 19 April 2002.
- Costa S., Morchio F., Bodon M., 2019. *Macrobenthos alieno nei corsi d'acqua della Liguria. Specie campionate e distribuzione delle specie alloctone o transfaunate nelle acque delle zone liguri. Il giornale dei Biologi,* maggio 2019.
- D. Lgs. 152/2006. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 3 aprile 2006.
- D. Lgs. n. 230, 15 dicembre 2017 - *Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.* <https://www.mite.gov.it/pagina/specie-esotiche-invasive>.

D.M. 260/2010 - Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 8 novembre 2010, n°260 - *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 medesimo decreto legislativo*. Gazzetta Ufficiale n°30 7/2/2011.

Decreto del MATTM del 30 novembre 2020 - *Identificazione dei vettori di introduzione accidentale di specie esotiche invasive che richiedono le azioni prioritarie di cui all'articolo 13 del regolamento (UE) n. 1143/2014*.

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, 23 ottobre 2000 - *Istituzione di un quadro per l'azione comunitaria in materia acque*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L. n°327 23/10/2000.

Eiseler B., 2010. *Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen - Makrozoobenthos 1 und 2*. Arbeitsblatt 14, LANUV NRW, Recklinghausen.

Favilli L., Manganelli G., Bodon M., 1998. *La distribuzione di Potamopyrgus antipodarum (Gray, 1843) in Italia e in Corsica (Prosobranchia: Hydrobiidae)*. Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, 139: 23-55.

Gherardi F., Aquiloni L., Cianfanelli S., Tricarico E., 2013. *Le specie aliene dei laghi italiani*. In: Lencioni V. et al., *I macroinvertebrati dei laghi - 1*. Quaderni del Museo delle Scienze, 6/1: 65-110.

Gherardi F., Bertolino S., Bodon M., Casellato S., Cianfanelli S., Ferraguti M., Lori E., Mura G., Nocita A., Riccardi N., Rossetti G., Rota E., Scalera R., Zerunian S., Tricarico E., 2008. *Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways*. Biological Invasions, 10: 435-454.

Ghetti P.F., Chierici E., 1997. *Indice biotico esteso (I.B.E.): i macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti: manuale di applicazione*. Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente, 1997.

IRSA-CNR, 2013. *Metodi Biologici per le acque superficiali interne* – Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013 – Doc. n. 38/13 CF, MLG 111/2014.

IRSA-CNR, 2013. *Protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili*. Metodi Biologici per le acque superficiali interne. Manuale Linee Guida.

- ISPRA, 2014 - *Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica ai sensi del DM 260/2010* - ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, MLG 107/2014.
- ISPRA, 2022. Manuali e Linee Guida n. 200/2022 - *Linee guida per la gestione delle specie vegetali alloctone. L'esperienza maturata nell'ambito del progetto Life PonDerat*. - Blasi C., Carli E., Celesti-Grapow L., Copiz R., Frondoni R., Iberite M., Tilia A.
- Josens G., Bij de Vaate A., Usseglio-Polatera P., Cammaerts R., Cherot F., Grisez F., Verboonen P., Bossche J.P.V., 2005. *Native and exotic Amphipoda and other Peracarida in the River Meuse: new assemblages emerge from a fast changing fauna*. *Hydrobiologia* 542: 203–220.
- La Porta G., Pedicillo G., Lorenzoni M., 2006. *Biology of Procambarus Clarkii in lake Trasimeno*. *Bull. Fr. Peche*.
- Lázaro E.M., 2013. *Dugesia sicula (Platyhelminthes, Tricladida): the colonizing success of an asexual Planarian*. *BMC Evolutionary Biology*, 13: 268.
- Manganelli G., Bodon M., Cianfanelli S., Favilli L., Giusti F., 2000. *Conoscenza e conservazione dei molluschi non marini italiani: lo stato delle ricerche*. *Bollettino Malacologico*, 36: 5-42.
- Meinken H., 1925. *Ein verkannter Laichräuber. Wochesher, Aquarien, Terrarienkunde* 22: 94–96.
- Melone G., 1981. *La malacofauna del fiume Po a Caorso Isola Serafini*. *Rivista di Idrobiologia*, 20: 255–268.
- Minelli A., 1979. *Hirudinea. Fauna d'Italia*. Calderini, Bologna, 15: 1-152.
- Minelli A., 2005. *Annelida Hirudinea*. In: Ruffo, S. and Stoch, F. (eds.). *Checklist e distribuzione della fauna italiana. 10.000 specie terrestri e delle acque interne*. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona. 2. Serie Scienze della Vita, 16: 77-78.
- Mirolli M., 1960. *Morfologia, biologia e posizione sistematica di Watsonula wautieri n.g., n.s. (Basommatofora, Ancyliidae)*. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 12: 121-162.
- Regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.

- Ruffo S., 1977-1985. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*, Collana del Progetto Finalizzato "Promozione della Qualità dell'Ambiente" - CNR, Roma.
- Sansoni G., 1998. *Atlante per il riconoscimento dei Macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Provincia Autonoma di Trento. Trento, 190pp.
- Saraceni C., 1971. *Biologia ed ecologia delle comunità macrobentoniche del fiume Bardello*. Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, 27: 61–111.
- Scalici M., Gherardi F., 2007. *Structure and dynamics of an invasive population of the red swamp crayfish (Procambarus Clarkii) in Mediterranean wetland*.
- Silverman H., Mcneil J. W., Dietz T. H., 1987. *Interaction of trace metals, Zn, Cd and Mn with Ca concretions in the gills of freshwater Unionid mussels*. *Can. J. Zool.* 65: 828-832.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P., 2010. *Invertébrés d'eau douce – systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions, Parigi, 607pp.
- Vanderhoeven S., Branquart E., Casaer J., D'hondt B., Hulme P. E., Shwartz A., 2017. *Beyond protocols: improving the reliability of expert-based risk analysis underpinning invasive species policies*. *Biological Invasions* 19, 2507-2517.
- Wilke T., Haase M., Hershler R., Liu H.-P., Misof B., Ponder W., 2013. *Pushing short DNA fragments to the limit: Phylogenetic relationships of 'hydrobioid' gastropods (Caenogastropoda: Rissooidea)*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66: 715–736.

## SITOGRAFIA

<https://www.arpa.veneto.it/>

<http://www.griis.org>

<https://www.nobanis.org>

<http://www.europealiens.org/>

<https://easin.jrc.ec.europa.eu/>

<https://www.specieinvasive.it/8-home/17-specie-di-rilevanza-unionale>

<https://www.lifewatchitaly.eu/en/initiatives/checklistfauna-italia-en/checklist/>

<https://www.gbif.org/dataset/39f36f10-559b-427f-8c86-2d28afff68ca>

[https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030\\_it](https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_it)

<https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7197>

<https://www.specieinvasive.it/8-home/99-analisi-prioritizzazione-delle-pathways>